



REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade

www.reunir.revistas.ufcg.edu.br



ARTIGO ORIGINAL: Submetido em: 13.04.2021. Avaliado em: 09.06.2023. Apto para publicação em: 28.06.2023. Organização Responsável: UFCG.

Sustentabilidade da Política Energética no Brasil: uma análise a partir de um conjunto de indicadores relacionais

Sustainability of Energy Policy in Brazil: an analysis based on a set of relational indicators

Sostenibilidad de la política energética en Brasil: un análisis basado en un conjunto de indicadores relacionales

Joyce Aristércia Siqueira Soares

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
Rua das Baraúnas, SN – Universitário, Campina Grande – PB 58429-500
<http://orcid.org/0000-0002-4648-6320>
joycearistercia@gmail.com

Gesinaldo Ataíde Cândido

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
Rua Aprígio Veloso, 882 – Universitário, Campina Grande – PB 58429-900
<http://orcid.org/0000-0002-3112-0254>
gacandido01@gmail.com



PALAVRAS-CHAVE

Energia.
Sustentabilidade.
Política.

Resumo: A sustentabilidade da política energética de uma nação está relacionada com as condições de acesso à energia, a forma como é aproveitada, explorada e utilizada, o que pode ser possibilitada pela diversificação da matriz energética e processos de articulação político-institucional entre os agentes envolvidos com as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia. Este artigo se propõe a avaliar a sustentabilidade da política energética brasileira a partir de um conjunto de indicadores de energia pré-selecionados, considerando a adequação desses indicadores a dimensões como: acesso à eletricidade, eficiência energética, diversificação da matriz e articulação político-institucional. Para o alcance do objetivo foi utilizada um conjunto de dados secundários sobre política e planejamento energético no Brasil, os quais foram analisados de forma qualitativa, através da utilização da técnica de análise de conteúdo. Os resultados obtidos sugeriram que a política energética brasileira é desenvolvida através de ações que buscam promover acesso à energia, políticas de eficiência energética e programas que visam a diversificação da matriz. Já o processo de articulação político-institucional foi considerado como dimensão fundamental para promover as demais condições/dimensões e que a política energética no Brasil tem seu desenvolvimento voltado para ações sustentáveis, porém com necessidade de um esforço maior para sua consolidação.

KEYWORDS

Energy.
Sustainability.
Policies.

Abstract: *The sustainability of a nation's energy policy is related to the conditions of access to energy, the way it is used, explored and used, which can be made possible by the diversification of the energy matrix and processes of political-institutional articulation among the agents involved with the activities of generation, transmission, distribution and commercialization of energy. This article proposes to evaluate the sustainability of the Brazilian energy policy from a set of pre-selected energy indicators, considering the adequacy of these indicators to dimensions such as: access to electricity, energy efficiency, diversification of the matrix and political-institutional articulation. To achieve the objective, a set of secondary data on energy policy and planning in Brazil was used, which were analyzed qualitatively, using the content analysis technique. The results obtained point out that the Brazilian energy policy is developed through actions that seek to promote access to energy, energy efficiency policies, programs that aim at the diversification of the matrix, while the process of political-institutional articulation was considered as a base dimension to promote the other conditions and that the energy policy in Brazil focuses on sustainable actions, but still in need of more focus for its consolidation.*

PALABRAS CLAVE

Energía.
Sostenibilidad.
Política.

Resumen: *La sostenibilidad de la política energética de una nación está relacionada con las condiciones de acceso a la energía, la forma en que se utiliza, explora y utiliza, lo que puede ser posible gracias a la diversificación de la matriz energética y los procesos de articulación político-institucional entre los agentes involucrados. con las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía. Este artículo propone evaluar la sostenibilidad de la política energética brasileña a partir de un conjunto de indicadores energéticos preseleccionados, considerando la adecuación de estos indicadores a dimensiones tales como: acceso a la electricidad, eficiencia energética, diversificación de la matriz y articulación político-institucional. Para lograr el objetivo, se utilizó un conjunto de datos secundarios sobre política y planificación energética en Brasil, que fueron analizados cualitativamente, utilizando la técnica de análisis de contenido. Los resultados obtenidos señalan que la política energética brasileña se desarrolla a través de acciones que buscan promover el acceso a la energía, políticas de eficiencia energética, programas que apuntan a diversificar la matriz, mientras que el proceso de articulación político-institucional fue considerado como una dimensión base para promover otras condiciones y que la política energética en Brasil se centra en acciones sostenibles, pero aún necesita un mayor enfoque para su consolidación.*

Introdução

O entendimento do impacto social, econômico, político e ambiental que o uso e a geração de energia têm sobre a sociedade tem impulsionado governos a desenvolver políticas energéticas mais sustentáveis. Nesse sentido, as políticas energéticas são desenvolvidas considerando a realidade de cada nação em termos de acesso à energia, disponibilidade de recursos energéticos, uso e articulação entre os agentes que estruturam o sistema energético. Esse processo permite que a política energética implementada aborde de forma mais justa dimensões da estrutura da sociedade que são fundamentais, como, por exemplo, bem-estar humano e ambiente natural, que fazem parte das discussões relacionadas com desenvolvimento sustentável.

Essas discussões, quando relacionadas com a questão energética, se voltam para a necessidade de garantir fornecimento seguro e justo de energia e reduzir os impactos decorrentes das emissões de gases de efeito estufa (GEE), ocasionadas pelo uso de combustíveis fósseis (Abbasi & Abbasi, 2011; Davy, Gnatiuk, Pettersson, & Bobylev, 2018). O uso excessivo de combustíveis fósseis reflete em matrizes energéticas pouco diversificadas, que sujeitam o sistema energético a riscos de crises e impactos ambientais relacionados à mudança climática (Soares & Cândido, 2019). Desse modo, a avaliação da política energética de um país deve ser entendida como necessária para o apontamento de questões relacionadas as ações implementadas pelo setor energético e seus impactos no bem-estar da nação. Nessa perspectiva, o conjunto de indicadores desenvolvidos pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) tem sido utilizado no processo de avaliação de políticas energéticas em diversos países, inclusive no Brasil, com o intuito de acompanhar as implicações presentes e futuras dessas políticas em termos sociais, ambientais e econômicos (Agência Internacional de Energia Atômica – [IAEA], 2005; Vera & Langois, 2007).

A práxis desse processo de avaliação requer ferramentas que possam se adequar a realidade do contexto de análise e que possam questionar os

resultados e o andamento da política energética quanto às questões essenciais para a promoção do desenvolvimento sustentável, uma vez que o uso integrado e sustentável dos recursos energéticos apresenta relação com as dimensões abordadas por esse tipo de desenvolvimento. Essas dimensões podem ser representadas por indicadores capazes de expressar as ações que a política energética promove para melhorar, por exemplo, condições de acesso, diversificação e uso da energia. Contudo, a promoção dessas condições envolve por si só um processo político de articulação entre os agentes que estruturam o sistema energético, ao desenvolverem, implementarem e executarem as ações previstas na política.

Além do mais, a realidade de cada nação é diferente quando se comparam as condições energéticas, principalmente em relação aos tipos e disponibilidade de recursos energéticos, o que implica em abordagens que considerem as especificidades de cada país. O Brasil, objeto de análise do presente estudo, é considerado um dos países com matriz energética mais sustentável do mundo, porém, isso não implica necessariamente que a sua política energética seja sustentável, uma vez que é preciso considerar questões que vão além do uso de fontes de menor impacto ambiental, mas que reflitam também no aspecto social, econômico e político da nação.

Nesse sentido, os indicadores da AIEA, apesar de abordarem as dimensões do desenvolvimento sustentável, apresentam uma lacuna, apontada pelo próprio marco metodológico (AIEA, 2005), quanto a abordagem da dimensão política. Acrescente-se o fato de que o conjunto de indicadores gerais não considera as diferenças de uma nação para outra, o que se pressupõe que são direcionados para avaliar políticas energéticas em contextos diversos. Para uma avaliação ampla da sustentabilidade, a metodologia deve ser considerada a mais apropriada, contudo, ao buscar entender as especificidades da política energética de um país, como o Brasil, que possui características muito peculiares em seu sistema energético, essa metodologia necessita de adequações para uma melhor avaliação.

Neste artigo, considerou-se que, para avaliar a sustentabilidade energética de uma nação, deve-se investigar questões que são impulsionadoras ou

inibidoras do desenvolvimento sustentável e que estão relacionadas ao uso e geração de energia. Vera e Langois (2007) alertam para as condições de acesso aos serviços básicos de energia e a dependência de fontes não comerciais como um dos gargalos limitadores desse tipo de desenvolvimento. O uso de combustíveis fósseis e suas implicações na elevação das temperaturas globais é outra questão que aponta para a necessidade de diversificação da matriz e substituição dessas fontes por outras de menor impacto ambiental como urgente (Owusu & Asumadu-Sarkodie, 2016; Soares e Cândido, 2019) e o desenvolvimento de políticas de eficiência energética para promover um melhor uso da energia são também fundamentais para uma política energética mais sustentável.

Assim, o objetivo desse estudo consistiu em avaliar a sustentabilidade da política energética brasileira a partir de um conjunto de indicadores de energia pré-selecionados, considerando a adequação desses indicadores a dimensões como: acesso à eletricidade, eficiência energética, diversificação da matriz e articulação político-institucional. Em termos metodológicos, a seleção dos indicadores partiu de um levantamento bibliográfico (Helio International [HI], 2011; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OECD]- Agência Internacional de Energia [IEA], 2014; Keirstead, 2007; Kruyt, Van Vuuren, de Vries & Groenenberg, 2009; Organização Latinoamericana de Energia [OLADE], 2000; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento econômico [OECD], 2005; Agência Internacional de Energia Atômica [IAEA], 2005; Patlitzianas, Doukas, Kagiannas & Psarras, 2008; World Concil Energy [WCE], 2016) e a avaliação da política energética foi realizada a partir da análise de conteúdo para identificação dos indicadores selecionados em documentos referentes a política energética brasileira.

Além deste conteúdo introdutório, o artigo explora na sua fundamentação teórica, os temas sustentabilidade energética e política energética. Em seguida, os procedimentos metodológicos adotados para coleta, tratamento e análise dos dados. Depois o item de resultados e as considerações finais

Elementos teóricos da pesquisa

Desenvolvimento, Sustentabilidade e Energia

O processo de evolução da sociedade é sempre marcado pelo uso de alguma fonte de energia. Da descoberta do fogo como fonte de calor até o petróleo e, mais recentemente pela necessidade de substituição de fontes poluentes por outras de menor impacto ambiental, a sociedade tem experimentado um processo de crescimento, “desenvolvimento” e transformações de ordem econômica, social, política e ambiental. Isso acontece pelo fato da energia representar o combustível propulsor dessas transformações, ora trazendo benefícios, ora trazendo impactos negativos.

Do processo de industrialização da sociedade moderna que tomou por base o uso da madeira até a descoberta do carvão mineral e, posteriormente, do petróleo e gás natural, o processo de crescimento econômico apesar de significativo também foi devastador. Os altos níveis de emissões de poluentes e a exploração sem precedentes de recursos naturais, durante muito tempo, foi assistida como um sacrifício necessário para garantir os padrões de crescimento e consumo da sociedade capitalista.

Contudo, os eventos como, por exemplo, o *smog* de Londres, a crise energética mundial decorrente da “escassez” de petróleo, na década de 1970 e 1980, os derramamentos de óleo em alto mar, a poluição de mananciais, como o que aconteceu em Minamata, o acidente de Chernobyl e tantas outras situações, levaram organizações mundiais a repensarem o papel estratégico da energia na sociedade (Seiffert, 2011).

O alerta maior se deu pela publicação do Relatório, na década de 1970, *The Limits to Grow*, em que um grupo de especialistas apresentou uma projeção do uso e consumo de recursos naturais e níveis de degradação ambiental em função do atual modelo de produção e consumo. A partir de então, as discussões culminaram em 1987, com a publicação do relatório Brundtland, o qual alerta para a busca de um desenvolvimento que seja sustentado, para garantir que as próximas gerações tenham acesso aos mesmos recursos que as gerações presentes (Meadows, Meadows, Randers

& Behrens, 1972).

Nesse inteirim, a Energia ocupa uma posição de destaque no rol de discussões pelo fato de ser fundamental para o progresso das nações. É um recurso natural do ambiente e dos ecossistemas que fornece a base para o desenvolvimento das atividades humanas e força motriz do desenvolvimento socioeconômico, sendo necessária para melhorar as condições de vida humana e seu bem-estar (Pan, Shao, Zheng, Zhang, Ma & Zhang, 2023).

Por outro lado, a depender da forma de exploração, uso e tipo de recurso energético utilizado, problemas de ordem ambiental são uma preocupação, sobretudo os referentes a emissão de poluentes, já que a energia também tem efeitos de retroalimentação no ambiente (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [IPCC], 2022).

Desse modo, a energia está diretamente ligada às discussões sobre desenvolvimento sustentável, uma vez que condiciona o bem-estar humano, sua condição material e ambiente natural (UNITED NATIONS [UN], 2015). Um exemplo de tais discussões e âmbito mundial é a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, adotada na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas em 2015, que apresenta 17 objetivos específicos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em que o ODS 7 (energia acessível e limpa), sugere a busca do desenvolvimento energético até 2030, através da resolução de problemas de poluição energética, atraso energético e pobreza (Pan, et al., 2023).

Portanto, a energia faz parte de pautas que abordam questões como mudança climática, eficiência energética e combate a pobreza e desenvolvimento, todas fundamentais para o desenvolvimento sustentável.

Sustentabilidade Energética

A sustentabilidade energética pressupõe que o sistema energético de uma nação contribui para a promoção do desenvolvimento sustentável e se refere a um processo de exploração e uso dos recursos energéticos que considere as limitações do planeta e seu nível de entropia, quanto aos impactos negativos que o uso de recursos não-

renováveis e poluentes podem ocasionar. Além do mais, é condição impulsionadora do bem-estar social e econômico, ao ser capaz de promover transformações na realidade de muitas comunidades, sobretudo as mais vulneráveis, através do acesso à eletricidade. (IAEA, 2005; Vera & Langois, 2007; Soares & Cândido, 2019; Sovacool & Drupady, 2012; Owusu & Asumadu-Sarkodie, 2016; Agência Internacional de Energia [IEA], 2017; Zhang, Shi, Zhang & Xiao, 2019).

Contudo, há uma dificuldade de encontrar conceitos de sustentabilidade energética na literatura, em função das múltiplas abordagens que diferentes autores apresentam ao tratar da energia e seus impactos na sociedade e meio ambiente. De um modo geral, as abordagens apresentam sempre uma relação com o conceito de desenvolvimento sustentável cunhado em 1987 no relatório Brudtland.

Rosen (2009; 2012) considera que a sustentabilidade energética está relacionada com à prestação de serviços de energia de forma sustentável, de modo que todas as pessoas tenham acesso ao fornecimento desse serviço para o atendimento de suas necessidades básicas, agora e futuramente, sem que isso gere impactos ambientais. É uma abordagem que indiretamente considera questões como acesso, exploração e uso da energia e os impactos ambientais decorrentes do uso de fontes de energia poluentes relacionadas a preocupação com as gerações futuras, preocupações estas, presentes na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e especificamente no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável –[ODS]-7, referente à energia.

Corroborando com Rosen (2009; 2012), Xu e Zhang (2019), Nerini, Tomei, To, Bisaga, Parikh, Black, Borrio, Spataru, Broto, Anandarajah, e Milligan (2018) e Akter, Fu, Bremermann, Rosa, Nattrodt, Väättänen, Teplov, e Khairullina (2017) propõem em seus estudos que o desenvolvimento energético pode contribuir para melhorar o acesso à energia e combater a pobreza, através da geração de emprego e desenvolvimento de novas indústrias, bem como para economizar energia por meio de ações de eficiência energética que subsidiem mais infraestrutura para aliviar essa pobreza e, promover o uso de energias de menor impacto

ambiental para melhorar as condições climáticas e reduzir a poluição ambiental, respectivamente.

Dentro dessa perspectiva, Soares e Cândido (2020) apresentam uma discussão sobre sustentabilidade energética relacionada com dimensões como acesso à energia, diversificação, eficiência energética e ainda articulação político-institucional. Essa última dimensão se refere a atuação dos diferentes agentes que compõem o sistema energético de uma nação, os atores governamentais e privados envolvidos com os processos de geração, transmissão, distribuição e oferta de energia à sociedade. Desse modo, os autores apontam que, a sustentabilidade energética pode ser expressa a partir de quatro dimensões: acesso à energia, eficiência energética, diversificação da matriz e articulação político-institucional, abaixo discriminadas:

Acesso à energia: relacionada à disponibilidade dos serviços básicos de energia de forma justa e equitativa, de modo a garantir uma melhor qualidade de vida para a população, através de serviços modernos de eletricidade e não dependência de combustíveis tradicionais de energia. Essa dimensão contempla a meta da Agenda 2030 que visa garantir o acesso universal a serviços de energia modernos, confiáveis e acessíveis (UN, 2015; Pan et al., 2023).

Eficiência Energética: envolve todas as mudanças que resultam na redução de energia usada para um determinado serviço ou nível de atividade, o que não está obrigatoriamente vinculada à mudanças técnicas, tendo em vista que também pode ser o resultado de um melhor gerenciamento e organização dos recursos energéticos e tecnologias disponíveis, ou ainda o incentivo à mudanças de hábitos da população, de modo a contribuir com a meta da Agenda 2030 que busca dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética (UN, 2015; Pan et al., 2023).

Diversificação da Matriz: consiste na introdução de outras fontes de energia para atender as necessidades básicas da sociedade. As fontes de menor impacto ambiental permitem que a diversificação considere aspectos ambientais como os níveis de emissões GEE e as limitações inerentes aos combustíveis fósseis. Isso deve acontecer como cumprimento da meta da Agenda 2030 que prevê a participação substancial das

energias renováveis na matriz energética global (UN, 2015; Pan et al., 2023).

Articulação Político-Institucional:

relacionada ao conjunto de ações necessárias para o equilíbrio do sistema energético, o que envolve a atuação de um conjunto de instituições e partes interessadas/*stakeholders* para a promoção da aplicabilidade das dimensões anteriores. Isso envolve a articulação de agentes governamentais e do setor privado, através do desenvolvimento de novas tecnologias para melhorar o uso da energia, torná-la um bem acessível, incentivar a inserção de fontes de menor impacto ambiental, fiscalizar e monitorar o desempenho do setor energético.

Desse modo, a sustentabilidade energética pressupõe, de acordo com Soares e Cândido (2020), o equilíbrio entre condições de acesso, que podem ser melhoradas pelas ações de eficiência energética e diversificação da matriz. Contudo, esse equilíbrio depende da articulação político-institucional entre os agentes que compõem o setor energético. Essa sustentabilidade deve ser identificada por meio de ferramentas, como indicadores de energia e análise dos diferentes programas que refletem a política e planejamento energético e as ações já em curso ou em vias de desenvolvimento, e que são necessárias para garantir o atendimento das necessidades da sociedade em termos de serviços de energia.

Elementos metodológicos da pesquisa

Quanto aos objetivos, a pesquisa realizada pode ser caracterizada como exploratória e descritiva. Quanto aos procedimentos técnicos como pesquisa bibliográfica e documental. Quanto à abordagem do problema, caracteriza-se como pesquisa quali-quantitativa, uma vez que no processo de identificação dos indicadores de energia, fez-se um levantamento quantitativo em sites de instituições nacionais e internacionais, bem como de periódicos que apresentassem trabalhos sobre indicadores de energia e, especificamente, indicadores que demonstrassem relação com a sustentabilidade energética.

Os indicadores foram selecionados a partir de 04 (quatro) critérios, como medidas capazes de promover acesso à energia, eficiência energética, diversificação da matriz e articulação político-

institucional. Ao final das etapas apresentadas, o quadro de indicadores resultou em um conjunto de 20 indicadores, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1

Dimensões da sustentabilidade energética

Dimensão	Indicador
Acesso à energia	% de família com acesso à eletricidade ou dependentes de energias não comerciais
	% da renda familiar gasta com combustível ou eletricidade
	Consumo de energia per capita
	Emprego
Eficiência Energética	Intensidade energética (por unidade do PIB)
	Eficiência energética
	Comprimento da estrada
	Velocidade do vento
Diversificação o da Matriz Energética	geração de energia elétrica proveniente de fontes não emissoras de carbono
	Geração de energia elétrica de fontes renováveis
	Emissões de gases de efeito estufa (GEE)
	Concentração de poluentes no ambiente e em áreas urbanas
	Poluição do ar através da geração de energia
	Taxa de desmatamento atribuída à geração de energia
Político-Institucional	Acidentes na cadeia de energia
	Capacidade técnica local
	Gestão de crises
	Informação científica
	Investimento
	Transparência

Fonte: Soares (2020).

Após a seleção do conjunto final de indicadores, a etapa seguinte consistiu no levantamento documental com o objetivo de analisar se, no processo de formulação da Política e Planejamento Energético Nacional, são levados em consideração os indicadores de sustentabilidade energética pré-selecionados a partir das dimensões: acesso à energia, eficiência energética, diversificação da matriz e articulação político-institucional.

As fontes de documentação consistiram em registros estatísticos, como o Balanço Energético Nacional e dados do Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (IBGE), e em registros institucionais escritos, como os Balanços Nacionais, a legislação do setor elétrico, registros de leilões e planos decenais de energia. Todos os documentos levantados foram retirados dos sites da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Ministério de Minas e Energia-(MME), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-(IBGE) e Planalto e resultaram em um conjunto de 29 documentos. Os critérios utilizados para a seleção dos documentos foram: relação com a política e planejamento energético, relação com programas voltados para geração de energia elétrica e relação com a regulamentação do setor elétrico brasileiro, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2

Classificação dos documentos

Sequência	Nome do documento
D1	Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017
D2	Balanço Energético Nacional 2017
D3	Plano Nacional de Energia 2030
D4	Legislação Básica do Setor Elétrico Brasileiro
D5	Leilão de Fontes Alternativas (2007)
D6	Leilão de Fontes alternativas (2015)
D7	Leilão de Fontes alternativas (2007)
D8	Leilão de Fontes alternativas (2007)
D9	Leilão de Fontes alternativas (2010)
D10	Leilão de Fontes alternativas (2015)
D11	Leilão de Reserva (2010)
D12	Leilão de Reserva (2010)
D13	Leilão de Reserva (2010)
D14	Leilão de Reserva (2009)
D15	Leilão de Reserva (2009)
D16	Leilão de Reserva (2009)
D17	Leilão de Fontes alternativas (2010)
D18	Outras fontes (Plano Nacional – 2030)
D19	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015
D20	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2007-2016
D21	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2008-2017
D22	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2019
D23	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2020
D24	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2021
D25	Plano Decenal de Expansão de Energia

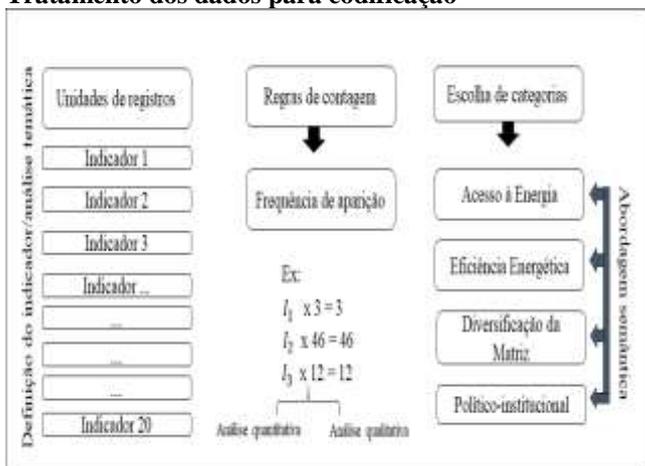
	Elétrica 2022
D26	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2023
D27	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2024
D28	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2026
D29	Demanda de Energia 2050

Fonte: Soares (2020).

Após levantamento bibliográfico e documental, procedeu-se com a análise de conteúdo, com o intuito de verificar quais dos indicadores pré-selecionados estão contemplados nesses documentos. Para apoiar esse processo, utilizou-se o software Atlas TI, para sistematização do material e informações, por meio da categorização/definição das unidades de registros, que no presente processo foi representado pelos indicadores pré-selecionados nas quatro dimensões da sustentabilidade energética: acesso à energia, eficiência energética, diversificação da matriz e articulação político-institucional, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1

Tratamento dos dados para codificação



Fonte: Soares (2020).

Finalizada a etapa de vinculação das unidades de registros/indicadores às categorias/dimensões, procedeu-se o processo de codificação. A codificação apoiou-se na leitura atenta de cada documento e vinculação de citações para um ou mais indicadores. Vale salientar que para a vinculação dos indicadores utilizou-se como critérios, as regras de contagem, de modo que, a

vinculação do indicador a um documento estava relacionada ao número de aparições nos documentos analisados. O processo de análise dos dados tratados, organizados e codificados se deu por meio da técnica de análise por categorias, a partir do critério semântico e análise inferencial.

Apresentação e discussão dos resultados

Acesso à Energia

A dimensão Acesso à energia é apresentada por um subconjunto de quatro indicadores de energia que buscam expressar medidas de atuação que promovam acesso aos serviços básicos de eletricidade e que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida das famílias e, portanto, da sociedade e promoção do desenvolvimento sustentável.

De um modo geral, foram 355 citações codificadas para o conjunto de indicadores da dimensão Acesso à energia. Na Tabela 1 estão apresentadas as frequências absolutas das citações para cada indicador. Os indicadores abordados nessa dimensão foram Consumo de Energia – (I-1), Famílias com acesso à eletricidade (I-2), Geração de Emprego (I-3) e Renda Gasta com Eletricidade (I-4).

Tabela 1

Frequência absoluta de ocorrência de citações para código/indicador e documentos

	Indicadores			
	(I-1)	(I-2)	(I-3)	(I-4)
Ocorrência de Citações	116	86	141	12
Percentual	32,68 %	24,23 %	39,72 %	3,38 %

Fonte: Adaptado de Soares (2020).

Os indicadores Geração de emprego e Consumo de energia apresentam o maior percentual de citações: 39,72% e 32,68%, respectivamente, das citações envolvendo todos os documentos analisados. O conjunto de indicadores expressa o quanto os documentos referentes à política e ao planejamento energético abordam os indicadores de sustentabilidade energética, enquanto medidas orientadoras das ações do setor

energético brasileiro.

Foram 116 citações que mencionaram, de alguma forma, o conceito de Consumo de energia, o que corresponde a 32,68% das citações codificadas para a dimensão em análise. O indicador Famílias com acesso à eletricidade apresentou um total de 86 citações, o que corresponde a 24,23% do total das citações vinculadas aos documentos analisados. Vale ressaltar que estas citações referentes a este indicador foram vinculadas a 80% dos documentos apresentados no Quadro 2, o que significa que alguns documentos não apresentaram qualquer vinculação com este indicador, o que foi o caso dos documentos D4, D18 e D19. Por outro lado, o documento D2 obteve mais de 90% das citações referentes ao indicador quando comparado aos demais indicadores da dimensão em análise.

O indicador Geração de emprego obteve o maior número de citações, 141, em 75% dos documentos analisados, o que corresponde a 39,72% das citações, quando comparado aos demais indicadores. O documento D21 apresentou 80% das citações em relação aos demais indicadores. Este documento trata do Plano decenal de expansão de energia elétrica 2008-2017. As citações vinculadas a este indicador tratam das oportunidades de trabalho que a cadeia produtiva em que a energia está inserida pode ofertar, contribuindo para um aumento na medida dos demais indicadores desta dimensão. É o caso do indicador Renda gasta com eletricidade e combustível que obteve apenas 3,38% das citações da dimensão, estando vinculado a 54% dos documentos apresentados no Quadro 2. O Documento que apresentou o maior número de citações foi o D3, referente ao Plano Nacional de Energia 2030 que também trata do planejamento de longo prazo do setor.

Embora o indicador Renda gasta com eletricidade e combustível tenha uma representatividade menor em relação aos outros indicadores da dimensão Acesso à energia, é importante mencionar que os quatro conjuntos dessa dimensão apresentam uma relação muito próxima. O indicador Geração de emprego foi o que maior representatividade obteve no conjunto dos indicadores analisados, seguido do indicador Consumo de energia, Famílias com acesso à

eletricidade e Renda gasta com eletricidade e combustível. Através da promoção de novos postos de trabalho, as pessoas passam a ter maior acesso aos serviços básicos de energia. Em outras palavras, isso significa que mais famílias têm acesso à energia e conseqüentemente à renda gasta com energia e eletricidade aumentam, tendo em vista que o consumo de energia tende a aumentar.

A associação encontrada nesses indicadores deve, portanto, resultar em um maior acesso à energia, reduzir as desigualdades sociais e disparidades regionais no país, incluir aqueles que ainda vivem à base de fontes tradicionais nos benefícios que a eletricidade pode trazer para o bem-estar de comunidades mais vulneráveis. Em outras palavras, o acesso à energia é fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável e o monitoramento desses indicadores pode expressar condições relativas à efetividade de programas e políticas que visam garantir e promover acesso à eletricidade.

Verifica-se que o acesso à eletricidade ainda enfrenta desafios, o que fica claro pela citação em que se constata que a lenha ainda é utilizada em domicílios brasileiros para eletricidade. De fato, a universalização da eletricidade é um desafio enfrentado pelo setor energético no Brasil, e que vem sendo alvo de programas e políticas que buscam levar os serviços básicos de eletricidade aos lugares mais remotos, a exemplo do Programa Luz para Todos. Quanto mais famílias tiverem acesso aos serviços de eletricidade, mais as ações do setor de energia estão caminhando para a sustentabilidade energética, tendo em vista o alcance de populações e comunidades que podem, a partir de então, ter uma qualidade de vida mais digna e segura do ponto de vista social.

Eficiência energética

A definição de Eficiência energética abrange a consideração de diferentes abordagens e uma gama de indicadores de consumo de energia. Em outras palavras, a eficiência energética envolve todas as mudanças que resultam na redução de energia usada para um determinado serviço ou nível de atividade, o que não está obrigatoriamente vinculada a mudanças técnicas, tendo em vista que também pode ser o resultado de um melhor

gerenciamento e organização, ou melhoria da eficiência econômica do setor. Ao todo, foram codificadas 339 citações para o conjunto de códigos/indicadores da dimensão Eficiência energética, conforme Tabela 2. Os indicadores abordados nessa dimensão foram: Comprimento da estrada (I-5); Eficiência energética (I-6); Intensidade Energética (I-7) e velocidade do vento (I-8).

A partir da análise da frequência relativa de citações para cada código/indicador em relação aos 29 documentos, na Tabela 2, os códigos/indicadores Eficiência energética e Intensidade energética apresentaram o maior percentual de citações: 74,34% e 21,53%, respectivamente, das citações envolvendo todos os documentos analisados. Os indicadores Comprimento da estrada e Velocidade do vento foram indicadores de menor representatividade no conjunto de citações vinculadas a esta dimensão. Tais indicadores, de um modo geral, visam promover um melhor uso da energia, no sentido de facilitar e permitir a multiplicidade de formas de geração, provenientes de fontes de menor impacto ambiental, distribuição e transmissão de energia.

Tabela 2

Frequência absoluta de ocorrência de citações para código/indicador e documentos

	Indicadores			
	(I-5)	(I-6)	(I-7)	(I-8)
Ocorrência de Citações	3	252	73	11
Percentual	0,88%	74,34%	21,53%	3,24%

Fonte: Adaptado de Soares (2020).

Das 339 citações vinculadas aos 29 documentos, a partir dos quatro indicadores dessa dimensão, 252 foram vinculadas ao indicador Eficiência energética, com abrangência em 92% dos documentos analisados. Quase todos os documentos em que este indicador foi citado apresentaram um percentual de citações acima de 60%, sendo apenas o documento D18 e D20 com citações de 32% e 14%.

Já com relação aos documentos que obtiveram o maior número de citações vinculadas ao indicador Eficiência energética, destacam-se os documentos D3, D23 e D29 com 95%, 77% e 65% de citações,

quando comparado aos demais indicadores dessa dimensão.

O indicador Intensidade energética obteve um total de 73 citações vinculadas a este indicador, com citações em 100% dos documentos analisados. Tais citações fazem referência à quantidade de energia utilizada por unidade de Produto Interno Bruto (PIB), o que pode se referir também à quantidade de energia necessária para movimentar o setor agrícola, industrial, residencial e de transportes. Desse modo, as citações vinculadas a este indicador expressam a intensidade energética nos diferentes setores econômicos no país.

Os outros indicadores desta dimensão, Comprimento da estrada e Velocidade do vento, apresentam um sentido de complementação para o indicador eficiência energética. A sua representatividade foi pouco significativa em termos de citações, apenas três, em relação ao conjunto de citações vinculadas aos documentos expostos na Tabela 2, o que representa menos de 1% de todo o conjunto de citações da dimensão. Esse resultado aponta para o fato de que este indicador pode não ser uma medida de referência para avaliar ou promover a eficiência energética do setor.

O último indicador que faz parte da dimensão eficiência energética é Velocidade do vento e se refere a uma medida de usos múltiplos do recurso energético, no sentido de que, através do vento, pode-se gerar energia de menor impacto ambiental. Está relacionado a um uso mais específico da energia, como forma de promover o melhor uso de recursos disponíveis. No total, foram 11 citações vinculadas a este indicador no conjunto dos documentos analisados, o que representa 3,24% das citações da dimensão. Com relação aos demais indicadores, o documento D18 apresenta 38% das citações vinculadas a este indicador e se refere ao uso do vento como fonte de geração de energia. Tal indicador foi inserido nesta dimensão como forma de apontar para a geração de energia por fontes de menor impacto ambiental como uma das medidas de eficiência energética, apresentadas por programas e políticas no setor brasileiro como foi o caso do Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA) e Programa de Incentivo a Fontes Alternativas –

(PROINFA).

O intuito é demonstrar possíveis associações entre esses indicadores, que vão além de programas de troca de equipamentos e mudanças de comportamento relacionados ao uso e consumo da energia. A eficiência energética pode ser promovida a partir de análises de medidas que considerem os impactos econômicos e ambientais para promover a geração de energia por fontes diversas.

Diversificação da matriz energética

A Diversificação da matriz energética está relacionada à introdução de outras fontes de energia para atender às necessidades de eletricidade e combustível. Esse processo de diversificação diminui as chances de crise energética, já que a participação de outras fontes pode exercer um papel de complementaridade entre os diferentes tipos de fontes disponíveis. No caso do Brasil, a necessidade de complementação é uma realidade enfrentada pelo setor elétrico, principalmente em períodos de estiagem, quando a fonte predominante da matriz energética, hidráulica, se torna escassa, diminuindo o nível dos reservatórios.

Ao todo, foram 462 citações codificadas para o conjunto de códigos/indicadores da dimensão Diversificação da matriz Energética. Na Tabela 3 estão apresentadas as frequências absolutas e relativas das citações para cada indicador. Os indicadores abordados nessa dimensão foram: Acidificação do Solo (I-9), Concentração de poluentes em áreas urbanas (I-10), descarga de contaminantes e efluentes líquidos (I-11), Desmatamento na cadeia de energia (I-12), Emissão de GEE (I-13) e Geração por fontes renováveis (I-14).

Conforme dados da Tabela 3, em termos de representação percentual, o indicador Acidificação do solo apresentou 5,2% das citações. Esse indicador se refere aos possíveis impactos que os diferentes tipos de fontes podem causar, como no caso da acidificação do solo, que se dá por processos de terraplanagem, aberturas de clareiras, empreendimentos de grande porte para geração de energia e assim por diante. Da mesma forma, o indicador Concentração de poluentes em áreas

urbanas apresentou um percentual de citações de 11%, no conjunto total de citações.

O indicador Descarga de contaminantes em efluentes líquidos apresentou 0,5% das citações, das quais 50% vinculadas ao documento D18 e os outros 50% vinculadas ao documento D27. Enquanto o D18 trata do planejamento nacional para 2030, o D27 se refere ao plano decenal de expansão da energia para 2024, que incorpora uma visão integrada da expansão da demanda e da oferta de diversos energéticos no período de 2015 a 2024.

Tabela 3
Frequência absoluta e relativa da ocorrência de Citações

	Indicadores					
	(I-9)	(I-10)	(I-11)	(I-12)	(I-13)	(I-14)
Ocorrência de Citações	24	49	2	15	89	283
Percentual	5,2%	11%	0,5%	3,24%	20%	60%

Fonte: Adaptado de Soares (2020).

O indicador Desmatamento na cadeia de energia se refere ao processo de abertura de estradas e retiradas de vegetação para dar espaço a projetos de grande porte voltados para a geração de energia. As citações vinculadas a este indicador se distribuíram em quatro documentos, D18, D19, D20 e D22, com percentuais de 13,66%, de citações para cada um dos documentos. Os documentos D19, D20 e D22 são planos decenais de expansão de energia para os anos de 2015, 2016 e 2019 e se referem a importantes sinalizações para orientar as ações e decisões relacionadas ao equacionamento do equilíbrio entre as projeções de crescimento econômico do país, seus reflexos nos requisitos de energia elétrica e no tocante à necessidade de expansão da oferta, em bases técnica, econômica e ambientalmente sustentável. Desse modo, ao tratar da oferta de energia sob uma perspectiva sustentável, este indicador é relativamente abordado enquanto medida orientadora das ações do setor elétrico.

O indicador Emissão de gases de efeito estufa aparece em 60% dos documentos, com maior representatividade nos documentos D18, D20 e D28, com 13%, 12% e 10% das citações, quando

comparado ao conjunto dos 29 documentos. Os documentos D20 e D28 são planos decenais, enquanto o D18 se refere a um plano nacional. Especificamente, o documento D28, assim como os demais planos decenais apresentados neste estudo, são instrumento orientadores dos investimentos de empresas estatais a partir da abertura de participação do setor privado. Esse documento apresenta uma visão integrada da expansão da oferta e demanda de diversos energéticos, sobretudo após a Política Nacional de Mudanças do Clima, em que o Brasil assume contribuição no âmbito do Acordo de Paris, impondo novos condicionantes às ações de planejamento do setor.

Por fim, o indicador Geração de energia por fontes renováveis apresentou citações em 94% dos documentos analisados e apresentou 60% das citações, com maior representatividade nos documentos D2, D18, D26, D27 e D28 com representações percentuais de 14,49%, 11,31%, 10,60%, 12,72% e 12,01%, respectivamente. O documento D2 trata do Balanço Energético Nacional para o ano de 2017, com informações relativas à contabilidade relativa à oferta e ao consumo de energia no Brasil, bem como dos processos de conversão de produtos energéticos e de comércio exterior. O Balanço Energético Nacional (BEN) reúne em um único documento as séries históricas dessas operações, além das informações sobre reservas, capacidades instaladas e importantes dados estaduais.

Todos os documentos que vinculam citações para o indicador geração de energia por fontes renováveis apresentam o balanço acerca da oferta de energia proveniente de fontes renováveis, bem como as projeções para as décadas que se seguem. Os 29 documentos apontam ações de caráter determinativo para o Estado, enquanto que para o setor privado as ações têm caráter indicativo. O objetivo é promover equilíbrio entre os diferentes atores político-institucionais que atuam no setor elétrico brasileiro, no sentido de garantir a oferta de energia, o acesso e um melhor uso da mesma.

Articulação Político-institucional

A capacidade de desenvolvimento de planejamentos que orientem a atuação do setor

elétrico brasileiro dentro de um cenário mais sustentável é um desafio enfrentado pelas instituições públicas e privadas que geram, transmitem e distribuem energia no país. O gerenciamento integrado das diferentes fontes, de modo a promover o acesso seguro e justo dos serviços básicos de energia e preservação do meio ambiente, tem sido uma questão a ser equacionada pelo governo e pelas instituições que estruturam esse setor.

A dimensão Político-institucional visa analisar a atuação das instituições públicas e privadas que fazem parte do setor elétrico brasileiro, através da identificação de indicadores de sustentabilidade energética, expressando ações de promoção de oferta segura, acesso justo, uso eficiente e ambientalmente sustentável da energia.

No caso do Brasil, as instituições que formam o cenário político-institucional são as empresas que geram, transmitem e distribuem juntamente com os órgãos do governo, responsáveis pela normatização e operação do Sistema Interligado Nacional (SIN), como o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), o Ministério de Minas e Energia (MME), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Operador Nacional do Sistema (ONS) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Desse modo, o processo de identificação dos indicadores político-institucionais teve como objetivo avaliar a política e planejamento energético no Brasil, através da atuação dessas instituições para o funcionamento integrado e harmônico do setor.

A dimensão Político-institucional é apresentada por um subconjunto de cinco indicadores de energia que buscam expressar medidas que avaliam a atuação das instituições públicas e privadas que formam o setor elétrico brasileiro.

O total de citações vinculadas a estes indicadores foram 269. Na Tabela 4 estão apresentadas as frequências absolutas e relativas das citações para cada indicador em relação aos documentos analisados. Os indicadores que abordam essa dimensão são Capacidade técnica local (I-15), Gestão de Crises (I-16), Informação Científica (I-17), Investimento (I-18) e Transparência (I-19).

Tabela 3

Frequência absoluta e relativa da ocorrência de Citações

	Indicadores				
	(I-15)	(I-16)	(I-17)	(I-18)	(I-19)
Ocorrência de Citações	4	14	13	232	6
Percentual	1,5%	5,2%	4,8%	86,2%	2,23%

Fonte: Adaptado de Soares (2020).

Nos dados da tabela abaixo é possível observar que o indicador Investimento apresentou 86, 25% das citações vinculadas aos documentos analisados, o que sugere que este indicador é o mais representativo da dimensão Político-institucional. Os indicadores Gestão de crises e Informação científica apresentaram um percentual de 5,2% e 4,85% das citações, respectivamente e os indicadores Capacidade técnica local e Transparência obtiveram um percentual de citações de 1,49% e 2,23%, nesta ordem. Tais indicadores buscam refletir sobre o papel das instituições no setor elétrico brasileiro, no sentido de promover medidas que garantam a prestação e o acesso seguro e sustentável dos serviços de energia, a partir da articulação da atuação dessas instituições.

O indicador Investimento apresentou o maior número de citações vinculadas aos documentos analisados. Das 269 citações vinculadas aos 29 documentos, 232 foram vinculadas ao indicador Investimento, com abrangência em todos os documentos apresentados na tabela acima. Quase todos os documentos em que este indicador foi citado apresentaram um percentual de citações de 100%, como os documentos D20, D22, D23, D24, D25 e D26. Tais documentos se referem a planos decenais para um período que vai de 2019 a 2026, ou seja, estão relacionados ao planejamento de longo prazo do setor energético do país para as décadas seguintes.

O documento que obteve citações vinculadas a todos os indicadores dessa dimensão foi o D4, sendo os indicadores Investimento e Gestão de crises os que apresentaram o maior percentual de citações vinculadas, 42,86% e 28,57%, respectivamente. O documento D4 se refere às normas que compõem o marco regulatório básico

do setor elétrico brasileiro, representando o conjunto de decretos e leis que vão desde a criação do código de águas a regulamentação da tarifa social de energia elétrica.

Os indicadores Capacidade técnica local e Transparência foram os que menos citações obtiveram vinculadas aos mesmos. No caso do indicador Capacidade técnica local apenas quatro citações foram vinculadas a ele e somente ao documento D4; o indicador Transparência apresentou um total de seis citações vinculadas aos documentos D3, D4 D28 e D29. O documento D3 se refere ao planejamento nacional para 2030 e os documentos D28 e D29 tratam do plano decenal de expansão de energia para 2026 e da demanda de energia para 2030, nessa ordem. Os documentos que apresentaram o maior número de citações foram o D3, D4, D22, D25, D27 e D28, todos referentes ao planejamento de longo prazo do setor elétrico brasileiro. Com relação aos indicadores dessa dimensão, o primeiro indicador, Capacidade Técnica local, foi citado em 6,66% da documentação analisada, o que corresponde apenas ao documento D4 e a 1,49% das citações quando comparado ao conjunto de citações. Referente aos demais indicadores, sugere-se que as ações relacionadas à existência ou à formação de capacidade técnica local para o setor, com o intuito de gerar benefícios locais, foram pouco mencionadas nos documentos analisados, ou a atuação institucional ainda não desenvolve medidas nesse sentido.

O indicador Gestão de crises apresentou citações em 40% dos documentos analisados, com citações distribuídas entre os documentos D3, D4, D18, D19, D21 e D27, o que representa 5,2% das citações totais vinculadas a todos os documentos. Isso pode indicar que em 40% dos documentos que obtiveram citações referentes a esta dimensão, são mencionadas ações para o gerenciamento de situações que possam comprometer a capacidade do sistema de atender às demandas da sociedade por energia. Como exemplo, pode-se citar o Programa Emergencial das Termelétricas e a criação de Câmara de Gestão de Crises, em 2001, para lidar com a crise que gerou o apagão.

Já o indicador “Informação científica foi citado em 26,6% dos documentos analisados, com 13 citações distribuídas entre os documentos D3,

D4, D28 e D29, o que equivale a 4,83% do total de citações codificadas nessa dimensão. Esse conjunto de citações indica que a política e planejamento energético disponibiliza ou promove informações relacionadas ao setor, para orientação da ação de empreendimentos no setor de energia, a exemplo de informações sobre áreas de risco, processos de contaminação através da geração de energia ou poluição e emissão de GEE.

O indicador Investimento apresentou citações em todos os documentos analisados e apresentados na tabela acima, representando 232 citações que correspondem a 86,25%, quando comparado aos demais indicadores, conforme mencionado inicialmente. O investimento no setor de energia é fundamental para a manutenção e desenvolvimento do mesmo e isso significa que as ações da política e do planejamento energético, através das diferentes instituições que fazem parte deste setor, têm promovido investimentos para a melhoria dos processos de geração e prestação de serviços energéticos mais sustentáveis.

Por fim, o indicador Transparência apresentou citações vinculadas a 26,6% dos documentos, com seis citações distribuídas entre os documentos D3, D4, D28 e D29, o que representa, em termos percentuais, 2,23% das citações vinculadas à dimensão Político-institucional. Assim, como o indicador Capacidade técnica local, sua representatividade foi relativamente pequena e pode significar deficiências nos processos de divulgação e participação da sociedade e instituições nas ações envolvendo o setor energético. Contudo, é importante fazer essa análise a partir das citações vinculadas a cada indicador.

Embora os indicadores Capacidade técnica local e Transparência tenham apresentado menor frequência de aparições nos documentos analisados em relação aos outros indicadores da dimensão Político-institucional, é importante mencionar que os cinco indicadores dessa dimensão formam o *corpus* da atuação integrada entre as diversas instituições que fazem parte do setor elétrico. O indicador Investimento foi o que maior representatividade obteve no conjunto dos indicadores analisados, seguido do indicador Gestão de crises, Informação científica, Transparência e Capacidade técnica local. Todos

esses indicadores representam ações importantes e necessárias para que o setor energético possa atingir o objetivo de atendimento seguro e justo dos serviços básicos de energia à sociedade.

A partir dessa análise, foi desenvolvido um framework a partir das relações entre os indicadores e dimensões.

Relacionamento entre as Dimensões da Sustentabilidade Energética

A análise e discussão das quatro dimensões da sustentabilidade permitiram apontar as relações entre os mesmos em cada dimensão e as contribuições para cada uma das demais dimensões. A dimensão Político-institucional, ao relacionar o papel das instituições na articulação das ações de planejamento e execução da política energética, a partir da atuação dos diferentes agentes do setor, pode resultar em uma contribuição para as demais dimensões, uma vez que avalia a eficácia e adequação de planos, estratégias e políticas (IAEA, 2005), conforme pode ser observado na Figura 2.

Desse modo, a Figura 2 apresenta a relação entre as quatro dimensões da sustentabilidade energética através dos indicadores que representam cada uma das dimensões, através de relações em cadeia, de modo que ações desenvolvidas em um dimensão influenciam outra, destacando a dimensão articulação político-institucional como aquela direcionadora de ações fundamentais de planejamento e política energética que apoiarão as ações das demais dimensões.

As relações entre os indicadores da dimensão Político-institucional se estabelecem através de um processo de concatenação entre os mesmos. O investimento no setor energético pressupõe o desenvolvimento de políticas e programas para o desempenho e equilíbrio da atuação dos diferentes agentes. Esse investimento pode se refletir em formação e capacitação de indivíduos para a atuação nos diferentes setores de energia, a exemplo de engenheiros especializados em trabalhar com energias renováveis, ou mesmo pesquisas para melhorar a eficiência energética relacionada a determinados usos de energia ou melhoramento e introdução de tecnologias no

setor.

O investimento gera informações mais assertivas para a tomada de decisão pelos diferentes atores e influencia diretamente no processo de transparência do setor, à medida que tais informações são mais respaldadas em estudos e pesquisas. Por fim, a transparência dessas informações permite aos decisores políticos do setor um aporte de informações que subsidiam a formulação de planos para evitar crises energéticas ou ainda planos contingenciais para lidar com elas.

O papel que as instituições, públicas e privadas, exercem no desempenho e equilíbrio entre a oferta e demanda de energia, no contexto brasileiro, pode ser refletido através de políticas de eficiência energética que podem influenciar diretamente no consumo de energia e, portanto, em um acesso mais justo aos serviços, ao menos os básicos. Da mesma forma, a atuação articulada desses atores pode implicar na geração de energias menos poluentes, ou seja, na diversificação da matriz, o que apresenta uma relação direta com o nível de investimento em programas que priorizem energias renováveis e de menor impacto ambiental em detrimento de energias baseadas no carbono.

No que concerne ao relacionamento da dimensão Político-institucional com a dimensão Eficiência energética, o indicador Investimento apresenta uma vinculação mais direta. O aumento do investimento em pesquisas e programas de eficiência energética refletem diretamente no melhor uso da energia e no desenvolvimento de tecnologias que possibilitem esse uso mais racional, bem como contribuem para a conservação da energia.

Já entre os indicadores dessa dimensão, como o aumento da eficiência energética, contribui diretamente para os resultados do indicador Intensidade energética, ou seja, ao melhorar o uso da energia é possível garantir o mesmo nível de serviço e de produção usando menos energia. Isso é importante, sobretudo, em setores energointensivos e naqueles responsáveis por elevado nível de emissão de poluentes.

Como parte dessa dimensão, os indicadores Comprimento da estrada e Velocidade do vento são indicadores que apresentam associação com a eficiência energética no sentido estrutural. Se referem às condições de infraestrutura que podem

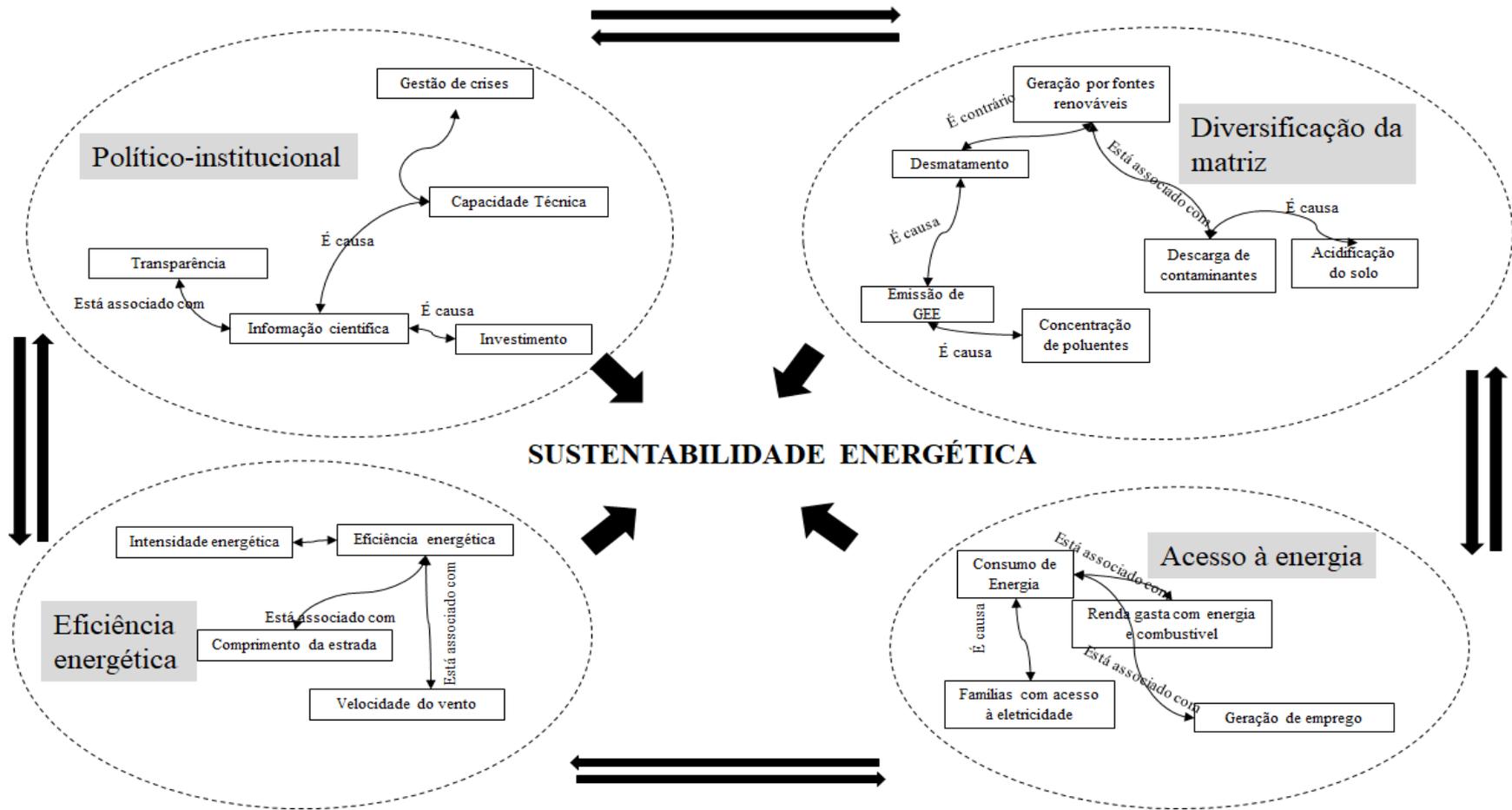
favorecer um melhor uso da energia e menor intensidade de uso da mesma. Desse modo, na dimensão Eficiência energética também é possível apontar para uma interdependência de indicadores, mas de forma mais significativa, entre os indicadores Eficiência energética e Intensidade energética.

Os avanços em eficiência energética, por sua vez, influenciam nas políticas e programas que têm como objetivo a inserção de fontes diversas na matriz e contribuem para a transição de uma matriz baseada em carbono para uma matriz mais sustentável. O desenvolvimento de tecnologias possibilita a geração de fontes de menor impacto ambiental, sobretudo aquelas que apresentam limitações quanto ao custo elevado de implantação.

Todavia, é possível observar que essas limitações vêm sendo diminuídas, o que pode ser observado a partir da expansão do setor eólico brasileiro, que inicialmente encontrou entraves na indústria de componentes e equipamentos, mas que vêm sendo superados através de políticas de incentivos à instalação de empreendimentos que deem suporte à cadeia produtiva de geração desse tipo de energia.

Todas as medidas que visam contribuir para a promoção de um melhor uso da energia, e de energias de menor impacto ambiental, são significativas para a diversificação da matriz. Assim, a dimensão Diversificação da matriz é influenciada pelas políticas e programas de eficiência energética, bem como pelo nível de investimento do setor, na inserção de fontes de menor impacto ambiental e em medidas que visem reduzir os impactos que fontes de origem fóssil acarretam para o meio ambiente. Desse modo, os indicadores dessa dimensão refletem ações que minimizam os impactos negativos resultantes do uso de energias poluentes e medidas que impulsionem a inserção de fontes renováveis e de menor impacto ambiental.

Figura 2
 Relações entre os indicadores das diferentes dimensões



Fonte: Soares (2020).

A maior participação de tais fontes contribui significativamente para os resultados de outros indicadores dessa dimensão, como é o caso do Desmatamento e do Uso de combustíveis fósseis, relacionados com o nível de emissão de gases de efeito estufa e a concentração de poluentes em áreas urbanas. Essa relação é apresentada em cadeia, uma vez que, ao reduzir o índice de desmatamento, o nível de emissões reduz consideravelmente, já que uma das maiores causas de emissões, no Brasil, está associada ao desmatamento de florestas.

Da mesma forma, ao inserir fontes de menor impacto ambiental na matriz, também existe uma redução de descarga de contaminantes em efluentes líquidos, como os causados pela lixiviação do carvão mineral para a geração de energia em termelétricas. Por sua vez, essa redução no nível de descarga de contaminantes contribui para reduzir os índices de poluição do solo causada pela acidificação tanto pelos contaminantes líquidos como pela modificação no uso desse solo para a implantação de empreendimentos energéticos de grande porte, ou ainda pelo desmatamento.

Um ponto importante ao investir e incentivar fontes renováveis na matriz é a possibilidade de oferecer preços mais competitivos para a comercialização de energia. O sistema de leilões para essa comercialização, introduzido a partir do novo modelo do setor elétrico, em 2004, no Brasil, permitiu a comercialização de contratos com base no menor preço por megawatt-MW, o que pode refletir no valor da tarifa de energia na ponta do consumo e contribuir para a modicidade tarifária e impulsionar um maior acesso aos serviços de energia

Ademais, um dos maiores gargalos atualmente enfrentados pelo setor está relacionado à complementação de energia (Tolmasquim, Guerreiro & Gorini, 2007; De Miranda, Martins & Lopes, 2019) que no país

ainda tem uma predominância de fontes de origem fóssil (Pires, 2000; Sampaio & Perira, 2018). Desse modo, é possível inferir que a inserção de fontes renováveis na matriz é um indicador chave para a sustentabilidade do setor energético e a busca de equilíbrio entre a oferta e demanda de energia. Pode se constituir, inclusive, como uma medida de prevenção de crises energéticas, desde que o gerenciamento do uso das diversas fontes renováveis disponíveis no país seja realizado de forma integrada entre as diferentes regiões, considerando as diferentes épocas do ano, que influenciam o potencial de geração de determinadas fontes de energia.

O Acesso à energia resultante da diversificação da matriz se dá pela possibilidade de preços mais justos, através do sistema de competição entre as diversas fontes comercializadas através dos leilões. Já as políticas e programas de eficiência energética contribuem através do desenvolvimento de tecnologias e equipamentos mais eficientes que também influenciam no preço da tarifa de energia ao possibilitar baratear, por exemplo, componentes e equipamentos para a geração de eletricidade, antes considerados de custo superior.

Os indicadores que compõem a dimensão Acesso à energia também apresentam relação. A geração de emprego no setor energético pode ser o resultado de investimentos e incentivos à inserção de fontes de menor impacto ambiental, que se materializa em novos empreendimentos e novos postos de trabalho. A medida que surgem novas vagas de emprego, maior é o impacto no poder aquisitivo e desenvolvimento de determinadas regiões, ou seja, o indicador Geração de emprego tem relação direta com a Geração de renda. Essa cadeia de relações resulta, ao final, em um maior acesso aos serviços de energia, já que o aumento do poder aquisitivo eleva o consumo de eletrodomésticos e equipamentos, aumentando, assim, o consumo de energia.

O indicador Famílias com acesso à eletricidade também tem influência desses indicadores, sobretudo, o aumento da renda da população, pois permite que um número maior de pessoas possa usufruir da eletricidade que, por sua vez, influencia o consumo de energia. Desse modo, o acesso à energia e os indicadores que fazem parte dessa dimensão têm uma relação com o bem-estar social e econômico da nação. Eles refletem em medidas que contribuem para melhorar a qualidade de vida da sociedade e também para o desenvolvimento de localidades.

Considerações Finais

A partir das análises realizadas, foi proposta a construção de um *framework* das quatro dimensões da sustentabilidade energética, a partir da relação entre as dimensões e os indicadores. A construção desse *framework* foi o resultado da análise de conteúdo, a qual permitiu identificar quais indicadores apresentavam relação direta, inversa ou concorrente com outros indicadores. Assim, foi possível concluir que as dimensões se influenciam mutuamente e que a dimensão Político-institucional tem um papel importante, já que as ações que são capazes de promover acesso, diversificação e eficiência do uso da energia dependem de uma articulação efetiva dos agentes que fazem parte do setor elétrico, que são os responsáveis pelo processo de formulação da política e planejamento energético.

As relações entre os indicadores mostram o direcionamento da Política energética no Brasil e expõem as fragilidades de medidas que precisam de atenção mais pontual, no sentido de orientação dos esforços do governo e dos agentes do setor em buscar uma oferta de energia mais justa, menos poluente e inclusiva.

Desse modo, a discussão se volta mais uma vez para o papel da dimensão Político-institucional em desenvolver políticas

orientadas para a geração sustentável de energia. Contudo, essa sustentabilidade não deve se limitar à dimensão ambiental, mas refletir no bem-estar social e econômico do país. Em outras palavras, o desempenho das dimensões Eficiência energética, Diversificação da matriz energética e Acesso à energia são dependentes da dimensão Político-institucional, embora na análise dos documentos e vinculação das citações essa dimensão não tenha apresentado um resultado significativo.

As dimensões da sustentabilidade energética expõem a orientação pontual da abordagem da política energética no Brasil, ou mesmo a continuidade de políticas e programas já em execução. Essa orientação é importante para o planejamento do setor, tendo em vista a necessidade de aproveitamento dos recursos energéticos de forma racional e o não desperdício de esforços e de investimentos que não surtem os efeitos esperados.

Outra observação importante é que a atuação da política energética brasileira acima exposta apresenta orientações no sentido de ações em andamento que trazem resultados positivos para o setor energético. Em caráter de exemplificação temos os programas de Eficiência energética e de Incentivo às fontes alternativas, que são programas que têm demonstrado mudanças significativas no desempenho do setor e têm contribuído para a melhoria do uso da energia e conservação do meio ambiente. Além do mais, abrem possibilidades para que a oferta de energia apresente um caráter mais inclusivo e justo ao possibilitar que o setor se torne mais competitivo e eficiente, a partir da diversificação da matriz.

Uma forma de melhor direcionar esses esforços até então vigentes, seria um planejamento regional e o processo da gestão integrada dos recursos energéticos disponíveis em cada região, o que permitiria o melhor aproveitamento dos investimentos que são

direcionados para incentivar a implantação de empreendimentos de energia, evitando que recursos sejam desperdiçados, tanto financeiros como energéticos. Outro ponto importante dos programas regionais é a possibilidade de promover desenvolvimento a partir das potencialidades de cada região do país que, por ser de dimensões continentais, apresenta características físicas e climáticas muito diversas de região para região, o que exige a análise de peculiaridades para direcionamento de esforços em investimentos energéticos.

Isso significa que programas como o PROINFA podem não se adequar à todas as regiões do país, o que pode ser observado pela distribuição de tipos de geração de energia em cada região brasileira. É possível observar que o Nordeste é o grande centro de aproveitamento do programa e que regiões como o centro-oeste, por exemplo, não se beneficiam na mesma proporção em função da não disponibilidade de recursos energéticos abrangidos pelo programa.

Destarte, ao considerar o tamanho do território do Brasil, é complexa a elaboração de uma política que tenha alcance “universal”, justamente porque as necessidades de região para região são diferentes em termos de serviços energéticos. Outro exemplo para ser analisado é o Programa Luz para Todos, que tem como objetivo a universalização do acesso à energia, ainda em vigência no país. O seu objetivo de fornecimento abrangente não garantiu que todos os brasileiros pudessem ter acesso aos serviços de energia e isso acontece porque o programa trata as diferentes necessidades de cada região como se fossem as mesmas, o que dificulta a efetividade dos resultados, embora tenha demonstrado um aumento de pessoas com acesso à energia desde que foi implementado.

Da mesma forma, as políticas de investimento também precisam ser direcionadas para atender as necessidades

específicas de cada região, ou seja, devem incentivar os programas de caráter regional. Os programas de eficiência energética não obterão resultados efetivos se também não forem direcionados às especificidades e necessidades de cada localidade do país.

Todavia, a política energética brasileira tem avançado para a busca da sustentabilidade do setor e tem contribuído para o desenvolvimento da sociedade brasileira. Porém, a falta de direcionamento de algumas ações pode fazer com que os resultados que são esperados não sejam efetivamente alcançados, pois as diversas crises energéticas que o país enfrentou, e que com certeza ainda irá enfrentar, são o reflexo de um planejamento com foco muito amplo e pouco específico.

A análise aqui realizada, a partir de indicadores de sustentabilidade energética, é um bom ponto de partida para o direcionamento do planejamento do setor, uma vez que aponta para condições específicas que devem ser consideradas no diagnóstico da sustentabilidade energética e no desenvolvimento de políticas energéticas mais sustentáveis. Esses indicadores são ferramentas que podem ajudar os decisores políticos a definirem melhor as ações a serem implementadas no setor, focando nas necessidades específicas que precisam ser atendidas de forma mais urgente.

Referências

Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2011). *Renewable energy sources: their impact on global warming and pollution*. PHI Learning Pvt. Ltd.

Akter, S., Fu, X., Bremermann, L., Rosa, M., Nattrodt, V., Väättänen, J., Teplov, R. & Khairullina, I. (2017). *"MNEs' Contribution to Sustainable Energy and Development: The Case of "Light for All" Program in Brazil", Multinational Enterprises and Sustainable Development* (International

Business and Management, Vol. 33), Emerald Publishing Limited, Bingley, pp. 195-224. DOI: <https://doi.org/10.1108/S1876-066X20170000033010>

Davy, R., Gnatiuk, N., Pettersson, L., & Bobylev, L. (2018). Climate change impacts on wind energy potential in the European domain with a focus on the Black Sea. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1652-1659. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.253>

de Miranda, R. L., Martins, E. M., & Lopes, K. (2019). A potencialidade energética da biomassa no Brasil. *Desenvolvimento Socioeconômico em Debate*, 5(1), 94-106. DOI: <https://doi.org/10.18616/rdsd.v5i1.4829>

Helio International (2011). *Processing Information for Energy Policies Conducive to Ecodevelopment*. Recuperado de <http://helio-international.org/wp-content/themes/wp-helio/app/download/HELIO-brochure-ENG-2015.pdf>

International Atomic Energy Agency (2005). United Nations Department of Economic and Social Affairs, International Energy Agency, Eurostat, European Environment Agency. *Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies*. Vienna: IAEA. Recuperado de https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1222_web.pdf

Keirstead, J. (2007, June). Selecting sustainability indicators for urban energy systems. In *International Conference on Whole Life Urban Sustainability and its Assessment Glasgow*.

Kruyt, B., Van Vuuren, D. P., de Vries, H. J., & Groeninger, H. (2009). Indicators for energy security. *Energy Policy*, 37(6), 2166-2181.

Lior, N. (2008). Recursos e uso de energia: A situação presente e os caminhos possíveis para o

futuro. *Energia*, 33(6), 842-857.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *Limites do crescimento: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. São Paulo: Perspectiva.

Fuso Nerini, F., Tomei, J., To, L. S., Bisaga, I., Parikh, P., Black, M., ... & Mulugetta, Y. (2018). Mapping synergies and trade-offs between energy and the Sustainable Development Goals. *Nature Energy*, 3(1). DOI: [https://doi.org/10-1515/doi.org%2010.1038/s41560-017-0036-5](https://doi.org/10.1515/doi.org%2010.1038/s41560-017-0036-5)

Neves, A. R., & Leal, V. (2010). Indicadores de sustentabilidade energética para o planejamento energético local: Revisão das práticas atuais e derivação de um novo arcabouço. *Revisões de Energia Renovável e Sustentável*, 14(9), 2723-2735.

Organization for economic Co-operation and Development / Agência Internacional de Energia (2014). *Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para o desenvolvimento de políticas*. Recuperado de https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_EnergyEfficiencyIndicators_EssentialsforPolicyMaking.pdf

German Agency for Technical Cooperation-NU.(2001). Cepal. *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: guía para la formulación de políticas energéticas*. Cepal. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27838>

Organization for economic Co-operation and Development (1993). OECD core set of indicators for environmental performance reviews. *OECD Environment Monographs 83*. Paris, France; 1993. Recuperado de <http://enrin.grida.no/htmls/armenia/soe2000/en/oeclind.pdf>.

- Owusu, P. A., & Asumadu-Sarkodie, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 3(1), 1167990.
- Pan, X., Shao, T., Zheng, X., Zhang, Y., & Ma, Qi Zhang, X., (2023) Energy and sustainable development nexus: A review. *Energy Strategy Reviews*, 47. DOI: <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.esr.2023.101078>
- Patlitzianas, K. D., Doukas, H., Kagiannas, A. G., & Psarras, J. (2008). Sustainable energy policy indicators: Review and recommendations. *Renewable Energy*, 33(5), 966-973. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.05.003>
- Pires, J. C. L. (2000) *Desafios da reestruturação do setor elétrico brasileiro*. BNDES, Area de Planejamento, Departamento Econômico-DEPEC. Rio de Janeiro. Recuperado de https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14249/3/TD%20-%202076%20Desafios%20da%20reestrutura%C3%A7%C3%A3o%20do%20setor%20el%C3%A9trico%20brasileiro_P_BD.pdf
- Rosen, M. A. (2009). Energy sustainability: A pragmatic approach and illustrations. *Sustainability*, 1(1), 55-80. DOI: <https://doi.org/10.3390/su1010055>
- Rosen, M. A. (2012). Engineering sustainability: A technical approach to sustainability. *Sustainability*, 4(9), 2270-2292. DOI: <https://doi.org/10.3390/su4092270>
- Sampaio, A. L. P; & Pereira, A. G. A. A.(2018) Termelétricas e seu papel na matriz energética brasileira. *FGV Energia - Caderno Opinião* (164). Recuperado de https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opinioao_fevereiro_termeletricas_-_andre_e_guilherme.pdf
- Seiffert, M. E. B. (2011). *Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental*. Ed. Atlas. São Paulo.
- Soares, J. A. S., & Cândido, G. A. (2019). Indicadores de sustentabilidade energética: uma ferramenta de apoio à formulação de políticas energéticas mais sustentáveis. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 10(2), 284-303. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.002.0024>
- Soares, J. A. S. (2020). *Política e planejamento energético no Brasil: uma análise do setor elétrico brasileiro a partir de um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB.
- Sovacool, B. K., & Drupady, I. M. (2016). *Energy access, poverty and development: the governance of small-scale renewable energy in developing Asia*. Routledge.
- Tolmasquim, M. T., Guerreiro, A., & Gorini, R. (2007). Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos estudos CEBRAP*, 47-69. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-33002007000300003>
- U.N. United Nations (2015). *Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Recuperado de <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Vera, I., & Langlois, L. (2007). Energy indicators for sustainable development. *Energy*, 32(6), 875-882. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2006.08.006>
- World Concil Energy (2016). *Indicadores de Eficiência Energética*. Enerdata. Recuperado de <https://biece-cepai.enerdata.net/en/>
- Xu, L., Zhang, Q., & Shi, X. (2019).

Stakeholders strategies in poverty alleviation and clean energy access: A case study of China's PV poverty alleviation program. *Energy Policy*, 135, 111011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111011>

Zhang, T., Shi, X., Zhang, D., & Xiao, J. (2019). Socio-economic development and electricity access in developing economies: A long-run model averaging approach. *Energy Policy*, 132, 223-231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.031>