



ISSN: 1988-5245  
<https://doi.org/10.51896/delos>

# DELOS. DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE

D I C E latindex IDEAS EconPapers Dialnet InDICES CSIC MIAR Sucupira

## DESENVOLVIMENTO LOCAL SUSTENTÁVEL: UM DIAGNÓSTICO DAS ESTRATÉGIAS DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE NA ALEMANHA

**Fabricio Quadros Borges**

Universidade da Amazônia, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-1326-959X>

e-mail: [posdoctorborges@gmail.com](mailto:posdoctorborges@gmail.com)

**Josevana de Lucena Rodrigues**

Universidade da Amazônia, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-5417-6226>

e-mail: [josevana@gmail.com](mailto:josevana@gmail.com)

**Bruno Alencar da Costa**

Universidade da Amazônia, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-4902-8608>

e-mail: [bralcoaster@gmail.com](mailto:bralcoaster@gmail.com)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Fabricio Quadros Borges, Josevana de Lucena Rodrigues y Bruno Alencar da Costa (2021): "Desenvolvimento local sustentável: um diagnóstico das estratégias de geração de eletricidade na Alemanha", Revista DELOS, Vol 14 Nº 38 (junio 2021). En línea: <https://www.eumed.net/es/revistas/delos/vol-14-no-38-junio-2021/geracao-eletricidade-alemnha>

### RESUMO

O propósito deste estudo é o de examinar as estratégias projetadas de geração de energia elétrica na Alemanha. A postura estratégica da matriz elétrica alemã na promoção do desenvolvimento sustentável local, onde a segurança energética e as questões ambientais são determinantes em termos de competitividade, representa uma valiosa oportunidade de questionar quais transformações, efetivamente, uma matriz elétrica deve ser objeto, para que sejam criadas condições operacionais de aperfeiçoamento do desenvolvimento sustentável junto a uma determinada população. A metodologia é classificada como exploratória e descritiva, e está apoiada em um levantamento bibliográfico e em documentos pertinentes às medidas adotadas pelo governo alemão, diante das demandas energéticas sustentáveis. O estudo concluiu que a Alemanha desenvolveu um sério esforço de transformação de sua matriz elétrica, de modo a ampliar notadamente a participação da fonte eólica na geração de eletricidade. Esta decisão apoiou-se nas particularidades e potencialidades deste tipo de fonte naquele local, assim como, na notável potencialidade de geração de empregos e renda, a partir da cadeia produtiva eólica local.

**Palavras Chaves:** Desenvolvimento sustentável. Matriz elétrica. Fonte eólica. Alemanha.

## **DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE: UN DIAGNÓSTICO DE ESTRATÉGIAS GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN ALEMANIA**

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es analizar las estrategias proyectadas de generación de energía eléctrica en Alemania. La posición estratégica de la matriz eléctrica alemana en la promoción del desarrollo sostenible local, donde la seguridad energética y los temas ambientales son determinantes en términos de competitividad, representa una valiosa oportunidad para cuestionar qué transformaciones, efectivamente, una matriz eléctrica debe ser objeto, para que sean operativas. Se crearon las condiciones para mejorar el desarrollo sostenible con una población específica. La metodología se clasifica en exploratoria y descriptiva, y se apoya en un relevamiento bibliográfico y documentos relevantes a las medidas adoptadas por el gobierno alemán, ante las demandas de energía sostenible. El estudio concluyó que Alemania ha realizado un esfuerzo serio para transformar su matriz eléctrica, con el fin de incrementar significativamente la participación de la fuente eólica en la generación de electricidad. Esta decisión se basó en las particularidades y potencialidades de este tipo de fuente en ese lugar, así como en el notable potencial de generación de empleo e ingresos, a partir de la cadena de producción eólica local.

**Palabras clave:** desarrollo sostenible. Matriz eléctrica. Fuente de viento. Alemania.

## **SUSTAINABLE LOCAL DEVELOPMENT: A DIAGNOSIS OF STRATEGIES ELECTRICITY GENERATION IN GERMANY**

### **ABSTRACT**

The objective of this work is to analyze the projected strategies of electric power generation in Germany. The strategic position of the German electrical matrix in promoting local sustainable development, where energy security and environmental issues are decisive in terms of competitiveness, represents a valuable opportunity to question which transformations, effectively, an electrical matrix must be object, so that they are operational conditions were created to improve sustainable development with a specific population. The methodology is classified as exploratory and descriptive, and is supported by a bibliographic survey and documents relevant to the measures adopted by the German government, in the face of sustainable energy demands. The study concluded that Germany has made a serious effort to transform its electrical matrix, in order to significantly increase the participation of the wind source in the generation of electricity. This decision was based on the particularities and potential of this type of source in that location, as well as on the remarkable potential for generating jobs and income, starting from the local wind production chain.

**Keywords:** Sustainable development. Electrical matrix. Wind source. Germany.

## INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de uma nação é construído a partir de vetores estratégicos de desenvolvimento. O saneamento, as telecomunicações, os transportes, a educação e a energia elétrica compreendem alguns dos principais vetores deste processo de desenvolvimento. A energia elétrica, na condição de um destes importantes vetores, tem sido tratada como um bem de natureza estratégica que transita por meandros econômicos, sociais, ambientais e tecnológicos. A estrutura de disposição de eletricidade define o potencial das populações garantirem seus padrões de desenvolvimento. Este perfil, todavia, frequentemente é produzido a partir do uso de fontes de energia elétrica causadoras de severos impactos ao meio ambiente (Borges & Zouain, 2010). Diante deste panorama, a peremptória necessidade de diversificação das matrizes elétricas dos países representa hoje um dos maiores desafios da sociedade mundial.

A discussão a respeito da utilização de energias alternativas vincula-se à discussão do melhor caminho a se seguir para a expansão e diversificação do setor elétrico e sobre a magnitude desta expansão, pois há a possibilidade de se conseguir ganhos de eficiência energética ao longo do tempo e de se encaminhar uma política econômica que leve a uma menor necessidade de energia (Cesaretti, 2010). A extrema obrigação de modificação das matrizes elétricas fez com que muitas nações investissem em tecnologia e legislações promotoras do desenvolvimento sustentável.

O perfil de disposição de eletricidade quantitativamente, qualitativamente e em termos de customização em bases de competitividade definem o potencial das populações garantirem sua qualidade de vida. Esta qualidade de vida, todavia, é promovida tomando como base o uso de fontes de energia elétrica promotoras de severas externalidades junto ao ambiente circundante, partindo do princípio de que direciona gases para a atmosfera do planeta, que favorecem ao aquecimento da terra. Nesta perspectiva, a necessidade de modificação da matriz de energia elétrica equivale a um grande desafio da programação energética mundial.

Os investimentos direcionados para as energias renováveis, no mundo, como a biomassa, solar e a eólica, registram crescimentos significativos desde o ano de 2007 (Pnuma, 2020). Diante das graduais preocupações com o meio ambiente, as nações que melhor alocarem suas matrizes elétricas por intermédio da utilização de fontes de baixo impacto ambiental e de baixo custo terão vantagens comparativas determinantes aos seus processos de desenvolvimento. Nesta perspectiva, esta investigação questionou as possíveis transformações que uma matriz elétrica deveria sofrer, para que pudessem contribuir estrategicamente ao desenvolvimento sustentável. A Alemanha foi o local de estudo para estes questionamentos e o estudo analisou as estratégias projetadas de geração de energia elétrica na Alemanha.

Esta investigação, se justifica pela: possibilidade de pensar as matrizes elétricas, de forma atrelada ao processo de desenvolvimento sustentável das nações; e oportunidade de examinar a experiência de uma nação que compreendeu a energia elétrica enquanto bem de natureza estratégica ao desenvolvimento sustentável do país. Além desta introdução, este estudo está dividido em quatro partes: referencial teórico, material e métodos, resultados e discussões, e conclusão.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A matriz energética é a composição das fontes de produção e consumo de eletricidade, de um determinado recorte espacial, alocando no tocante às fontes de produção e consumo futuro; assim, a estrutura atual de composição de produção de energia de um determinado recorte espacial, denomina-se balanço energético (Reis; Fadigas & Carvalho, 2012). A matriz elétrica, por seu turno, está inserida na matriz energética e compreende a estrutura das inúmeras formas, particularmente, de energia elétrica, direcionadas aos processos produtivos em determinado contexto espacial, englobando suas fontes de produção e uso (Tolmasquim; Guerreiro & Gorini, 2007; Reis, Fadigas & Carvalho, 2012). A observância desta disposição de fontes para a geração de eletricidade assume papel estratégico na medida em que as projeções verificadas em uma determinada matriz elétrica, prezem pela facilitação das formas de acesso à população. As fontes de eletricidade constituem-se como insumos essenciais para o desenvolvimento sustentável (Goldemberg & Moreira, 2005; Borges & Zouain, 2010) e a compreensão deste referencial normativo é essencial para a construção de uma matriz elétrica.

A compreensão do desenvolvimento sustentável exige que se entenda o que significa o termo desenvolvimento. O desenvolvimento como processo de transformação estrutural de sociedades agrárias ou “tradicionais” em sociedades industriais ou “modernas” representou a grande temática da economia política, na medida em que o capitalismo trouxe constantes modificações tecnológicas e acumulação de capital, favorecendo ao avanço de estruturas sociais. O discurso teórico dos autores que estudam o desenvolvimento analisa a evolução das estratégias adotadas para um crescimento econômico equilibrado e autossustentado em uma determinada sociedade.

De acordo com Myrdal (1977), o desenvolvimento seria uma espécie de movimento ascendente de todo o sistema social, isto é, não somente na produção, na distribuição da produção e nos modos de produção, mas também compreendendo níveis de vida, instituições, atitudes e políticas. Neste sentido, o desenvolvimento pode ser compreendido como sendo um processo de evolução em relação a um conjunto de valores, ou mesmo como uma atitude comparativa que considere determinados valores. Estes referidos valores seriam aqueles pertinentes às condições definidas como recomendáveis pela sociedade civil (Colman & Nixon, 1981).

Parsons (1964), por sua vez, apresenta a concepção de *Universos evolucionários*, onde acredita que as sociedades mudam em diferentes tendências, movendo-se do tradicional ao moderno. O autor apresenta três estágios de desenvolvimento: primitivo, primitivo avançado e moderno. No primitivo, encontra-se a tecnologia, o parentesco, a comunicação e a religião como mecanismos básicos. No primitivo avançado, o autor cita a estratificação e a legitimação. E por fim, no moderno, têm-se a organização burocrática, o dinheiro e o mercado, o sistema legal universal e a associação democrática. Observa-se que a concepção de Parsons, ainda fornece valiosa percepção na interpretação da complexidade e diversidade da evolução histórica de muitas sociedades. Entretanto, o autor não se convenceu com evidências de que a evolução social segue um progresso orgânico.

O conceito de desenvolvimento enfrenta dificuldades, ora através das diferentes percepções a respeito do que seria progresso, ora pelo enfoque que historicamente parte de alicerces

economicistas. Esta contradição permeia, inclusive, toda a análise do papel do setor elétrico no processo de desenvolvimento socioeconômico do Pará. A interdisciplinaridade pertinente ao termo *desenvolvimento* revela a necessidade de análises integradas e dinâmicas que trazem consequências profundas na maneira de compreender o futuro da humanidade a partir de sua operacionalização. Desenvolvimento também poderia ser entendido como o processo de evolução de uma sociedade impulsionado por modificações econômicas, sociais, ambientais e institucionais capazes de operacionalizar globalmente esta evolução através de uma melhoria da qualidade de vida da população. A seguir, discute-se o termo desenvolvimento sustentável que compreende uma evolução da categoria desenvolvimento.

A definição do referencial normativo do desenvolvimento sustentável reside mergulhada em contradições, na medida em que a dificuldade reside no fato de que os interesses econômicos não são submissos aos interesses sociais e ambientais. A definição deste termo supõe uma nova ordem mundial, que tem como produto uma redistribuição dos poderes que ignora as correlações de forças que são atuantes no mercado mundial, e os interesses das nações industrializadas em manter a posição de vantagem no panorama internacional (Borges; Rodrigues & Oliveira, 2017; Silva, Rebouças; Abreu & Ribeiro, 2018).

O desenvolvimento sustentável é definido com mais detalhamento por meio do Relatório de *Brundtland*. Conforme o documento, a categoria representa um esquema de alteração cuja lógica de investimento, o caminho do progresso tecnológico e a alteração de uma instituição estão em harmonia e aumentam a capacidade presente e futura para reunir demandas humanas (WCED, 1991). O documento demonstra um importante conceito de crescimento, muito debatido na comunidade mundial no que tange a distribuição de utilização de recursos (Bruyn & Drunden, 1999; Borges & Zouain, 2010).

Na tentativa de realizar uma leitura da composição das fontes de eletricidade, diante do referencial normativo do desenvolvimento sustentável, surge a necessidade de examinar estrategicamente os meandros econômicos, sociais e ambientais da utilização de fontes de geração deste insumo, localmente. A seguir, trata-se com brevidade, as fontes biomassa, solar, eólica, nuclear e carvão mineral, para a geração de eletricidade.

A biomassa constitui-se como uma matéria que sustenta usinas a vapor de produção de eletricidade a partir de um processo de queima de componentes acumulados em um ecossistema. Citam-se como elementos mais usados o bagaço de cana e materiais lenhosos (Gerwing; Vidal; Veríssimo & Uhl, 2002; Padilha; Rendeiro; Brasil; Santos & Pinheiro, 2005). A queima de biomassa ocasiona a liberação de dióxido de carbono na atmosfera, porém, este composto foi anteriormente absorvido pelas plantas que deram origem ao combustível, o que proporciona um balanço de emissões de CO<sup>2</sup> nulo (Borges & Zouain, 2010). A Suécia e as Ilhas Maurício estão dentre os países que registram maior utilização desta fonte como geradora de eletricidade (Borges & Zouain, 2010).

O uso da fonte solar, por sua vez, visando a produção de energia elétrica pode acontecer de dois modos: indiretamente, promovida a partir da utilização de calor que sustenta uma central termelétrica; e também, diretamente, quando promovida pelo uso de placas fotovoltaicas (Borges & Zouain, 2010). A produção a partir de placas fotovoltaicas conquistou maior aplicabilidade,

principalmente para a sustentação de reduzidos sistemas postados isoladamente, de projetos piloto e de eletrificação de equipamentos (Reis, Fadigas & Carvalho, 2012). A referida fonte de produção de energia elétrica baseia-se na utilização da energia térmica e luminosa captada por painéis solares.

A energia de fonte eólica é a energia proveniente da força dos ventos que movimentam turbinas vinculadas a redes de energia elétrica; esta modalidade de produção de eletricidade tende a aumentar significativamente em nações desenvolvidas no momento em que é de base renovável, possui custos diminutos de externalidades e não queima combustíveis fósseis (Borges & Zouain, 2010). Além da Alemanha, a Dinamarca também se utiliza destes benefícios na medida em que aproximadamente 13% de sua eletricidade é gerada a partir de fonte eólica (Walisiewicz, 2018). A indústria eólica é composta de atividades vinculadas à prospecção de oportunidades para a implantação dos parques eólicos, estudos técnicos para implantação de layout de projetos eólicos (ABDI, 2021). A geração de eletricidade a partir deste tipo de fonte na Alemanha evitou em 2008 a emissão de aproximadamente 27 milhões de toneladas de gás carbônico (DEA, 2018).

A energia elétrica oriunda de fonte nuclear, por fim, constitui-se como a energia contida no núcleo dos átomos, mantendo prótons e nêutrons juntos. Os usos mais relevantes são: a geração de material radioativo, para uso nos ramos da medicina e na área agrícola; e a produção de eletricidade, ponto de atenção neste estudo (Borges & Zouain, 2010). A geração de energia elétrica ocorre a partir de base térmica, onde o calor gerado na fissão para movimentar o vapor de água, promove a movimentação de turbinas que geram a energia elétrica (Borges & Zouain, 2010). Nações como França e Lituânia geram mais de 75% sua eletricidade por meio destes reatores (World Nuclear Association, 2019).

O carvão mineral é muito utilizado pelas termoelétricas, uma vez que essa é a fonte mais abundante de energia e possui custos menos elevados. Além disso, as usinas ocupam uma área pequena e possuem um nível de produtividade quase duas vezes maior do que o das hidrelétricas, por exemplo. Por outro lado, os seus custos de construção são elevados, o que aumenta, por sua vez, o preço médio da energia para o consumidor (Pena, 2020). O carvão mineral é considerado o combustível fóssil mais poluente do mundo, contribuindo para a poluição atmosférica (Souza, 2020)

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A investigação é categorizada como exploratória e descritiva. É exploratória na medida em que envolve um levantamento bibliográfico e examina uma realidade que estimula a compreensão da dinâmica de construção sustentável de matrizes elétricas. A pesquisa é descritiva, pois procura observar e avaliar variáveis para melhor orientação prática de ações estratégicas no ambiente de construção de matrizes elétricas. O estudo também possui natureza documental, quando desenvolve uma pesquisa de dados, informações e documentos em órgãos do setor de energia elétrica.

O local de estudo é a Alemanha, país localizado na Europa Ocidental. O país faz fronteira com nove nações: Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Luxemburgo, Países Baixos, Polônia, República Tcheca e Suíça. A escolha pela realidade da Alemanha, quanto ao panorama energético, ocorreu em âmbito geral, pela postura deste governo no enfrentamento da insegurança na oferta

de eletricidade e da questão ambiental, realidades que atingem o cenário mundial independentemente de características socioeconômicas de países (DEA, 2017; DEA, 2018). Em aspecto particular, a opção por esta realidade caracterizou-se por: uma predominância da utilização de fontes renováveis em sua matriz; compreenderem experiências de aproveitamento estratégico de potencialidades regionais; e por enfrentarem cenários que exigem o atendimento de demandas crescentes pelo insumo elétrico.

A metodologia deste estudo foi segmentada em três tarefas: na primeira realizou-se uma coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica, que abrangeu a leitura e interpretação de livros, periódicos, textos legais, documentos, e de um levantamento de dados secundários junto a órgãos nacionais e internacionais que atuam no cenário energético. A segunda tarefa examinou o cenário energético mundial e particularmente a realidade energética verificada na Alemanha, na intenção de balizar a organização de dados que antecedeu a análise da pesquisa. Na terceira tarefa, analisaram-se as estratégias utilizadas pelo governo alemão para projetar a sua matriz elétrica sustentável.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo verificou que na Alemanha, o aperfeiçoamento na modificação da matriz elétrica está representado predominantemente pelo esforço balizados na ampliação da participação da fonte eólica para a geração de energia elétrica. Esta postura alicerçou-se nas especificidades e potencialidades deste tipo de fonte naquele local, assim como, na notável potencialidade de geração de empregos e renda, a partir da cadeia produtiva eólica local. Desde os anos de 1970, o governo da Alemanha detém resultados importantes no âmbito da economia de eletricidade, assim como, no campo da eficiência energética. Esta condição, favorece para que a nação possa definir metas de satisfazer 50% de sua demanda por eletricidade a partir de fontes renováveis, notadamente até o ano de 2050.

O balanço de energia elétrica no ano de 2010 da Alemanha é demonstrado no Quadro 1. A fonte nuclear é a detentora do maior percentual dentre as fontes utilizadas naquele país. O carvão mineral, com 21%, também não se constitui como uma fonte indicada para a composição de uma matriz sustentável. De acordo com Souza (2020), o carvão mineral é considerado o combustível fóssil mais poluente do mundo, contribuindo para a poluição atmosférica; por ser uma fonte de energia não renovável, suas reservas podem se esgotar ao longo do tempo; e sua combustão emite à atmosfera diversos gases poluentes.

### Quadro 1:

*Balanço de eletricidade na Alemanha (2010).*

<b>FONTES DE ENERGIA ELÉTRICA</b>	<b>(%)</b>
Nuclear	29
Eólica, fotovoltaica, biomassa e Pequenas hidrelétricas	11
Carvão vegetal	26
Carvão mineral	21
Gás Natural	10

Demais fontes	3
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

**Fonte:** Deutsche Energie Agentur - DENA (2017; 2018).

A implantação de subsídios no setor elétrico alemão e a prática de taxas temporárias formaram o alicerce das ações daquele país para promover um cenário desenvolvimento sustentável. A seguir, por meio do Quadro 2, verificam-se as principais ações governamentais para a modificação da matriz elétrica alemã e o novo cenário de desenvolvimento. Observe que as ações da República Federal da Alemanha se dividiram basicamente entre subsídios e taxas. Quanto as dimensões do novo panorama de desenvolvimento sustentável, são elas: econômica, social, ambiental e tecnológica.

**Quadro 2:**

*Ações do Governo Federal Alemão na construção de uma Matriz elétrica sustentável e o Novo panorama de desenvolvimento.*

<b>AÇÕES DA REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHÃ</b>	<b>NOVO PANORAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>SUBSÍDIOS:</b> subsídios de €20 milhões na intenção de dar início às atividades de comércio de distribuição de fontes de eletricidade eólicas.</li> <li>• <b>TAXA:</b> aplicação provisória de taxa mensal da ordem de €1,80 no intuito de corresponder aos custos de produção e distribuição de eletricidade a partir de fonte eólica.</li> <li>• <b>TAXA:</b> aplicação provisória de taxas com diminuição gradual a cargo das distribuidoras para as produtoras de energia elétrica com o propósito de fazer com que indústrias produzam turbinas mais viáveis financeiramente</li> </ul>	<b>DIMENSÃO ECONÔMICA</b>
	A indústria eólica alemã faturou €6,5 bilhões em 2008.
	<b>DIMENSÃO SOCIAL</b>
	As empresas envolvidas com a cadeia de energia eólica já são as maiores geradoras de empregos no país e com previsão de 100 mil vagas para os próximos 10 anos.
	<b>DIMENSÃO AMBIENTAL</b>
	A geração de energia eólica na Alemanha evitou, em 2010, a emissão de cerca de 27 milhões de toneladas de gás carbônico.
	<b>DIMENSÃO TECNOLÓGICA</b>
	Os custos para converter a energia dos ventos em eletricidade serão equivalentes aos das usinas que queimam combustíveis fósseis até o período de 10 anos.



e mais eficazes.

**Fonte:** Elaboração própria (2020) a partir de Deutsche Energie Agentur - DEA (2017; 2018).

O novo cenário de desenvolvimento que a República Federal da Alemanha inicia para a sua população encontra-se apoiado na criação de um setor industrial inovador, o da indústria eólica. Os €6,5 bilhões faturados em 2008 são um indicativo de que esta indústria tende a igualar ou até superar o setor automotivo alemão em cerca de uma década.

A indústria eólica é composta de tarefas vinculadas à prospecção de oportunidades para a implantação dos parques eólicos, estudos técnicos para implantação de layout de projetos eólicos. Dentre estas tarefas podem ser destacadas: as campanhas de medição de vento, as análises fundiárias e topográficas, os estudos para conexão à rede de transmissão, as análises energéticas e estimativas de produção, os licenciamentos ambientais e registros, as análises financeiras, a elaboração de projeto básico e executivo do parque, comercialização de contratos de energia, entre outras (ABDI, 2021).

O desenvolvimento de projetos de parques eólicos pode ser conduzido, em boa parte, internamente por equipes próprias das empresas geradoras de energia / proprietários de parques, ou ser totalmente contratado de empresas especializadas nesta prestação de serviços (ABDI, 2021). Os projetos eólicos são utilizados para cadastramento nos leilões de contratação de energia, por meio de mercado regulado, ou para negociações no mercado livre.

No Quadro 3, verificam-se as dimensões de análise da fonte eólica. São elas: econômica, social, ambiental e tecnológica. A observância destas dimensões auxilia a compreensão na opção por esta fonte por parte da Alemanha.

### Quadro 3:

*Dimensões de análise da fonte eólica.*

FONTE	DIMENSÕES	ANÁLISE
EÓLICA	ECONÔMICA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Custo de instalação de um parque eólico: R\$ 1.700,00/KW.</li><li>• O retorno do investimento possui relação entre custos e densidade dos ventos.</li></ul>
	SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potencial de geração de empregos</li></ul>
	AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Emissões de gases poluentes na construção da central: 7 toneladas/GWh.</li><li>• Emissões em sua operação: nula.</li></ul>

## TECNOLÓGICA

- Densidade dos ventos deve ser avaliada.
- Características de inconstância de ventos, fortes chuvas prejudica o rendimento do sistema.

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2020).

A cadeia produtiva eólica é bastante promissora e é apoiada pelas condições locais, isto é, pelo potencial dos ventos naquele país. Os reflexos na geração de postos de trabalho também já iniciaram por meio de uma abertura prevista de 10.000 novos postos de trabalho a cada ano. As hélices de geradores de energia eólica vêm cada vez mais transformando o horizonte alemão; assim como, modificando positivamente resultados na medida em que a geração deste tipo de fonte naquele país evitou em 2008 a emissão de aproximadamente 27 milhões de toneladas de gás carbônico (DEA, 2018).

No âmbito da tecnologia, os progressos também foram verificados. Os custos de geração de energia eólica estão diminuindo no país. Estudos revelam que houve uma redução de 50% desde o início dos anos de 1990. A intenção do Governo alemão é a de que a participação de fontes eólicas, solares, biomassa e de pequenas hidroelétricas seja de mais de 1/4 nos primeiros anos da década de 2020. Destes, 1/5 somente de base a partir da força dos ventos. No ano de 2008, verificou-se um total de aproximadamente 11% destinado a fontes renováveis, sendo 6% apenas pertinente a produção de eletricidade por meio da fonte eólica. A Alemanha objetiva diminuir o uso de eletricidade gerada a partir da fonte nuclear, do carvão vegetal e do carvão mineral.

## CONCLUSÃO

O desafio deste estudo se deu no âmbito da análise das estratégias projetadas de geração de energia elétrica na Alemanha. Este âmbito foi caracterizado pelo posicionamento estratégico da matriz elétrica alemã na promoção do desenvolvimento sustentável local, onde a segurança energética e as questões ambientais são determinantes em termos de competitividade. A oportunidade desta investigação representou uma oportunidade ímpar de questionar objetivamente quais transformações, efetivamente, uma matriz elétrica deve ser objeto, para que sejam criadas condições operacionais de aperfeiçoamento do desenvolvimento sustentável junto a uma determinada população.

Nesta perspectiva, este estudo inferiu que a Alemanha desenvolveu um sério esforço de transformação de sua matriz elétrica, de modo a ampliar notadamente a participação da fonte eólica na geração de eletricidade. Esta decisão apoiou-se nas particularidades e potencialidades deste tipo de fonte naquele local, assim como, na notável potencialidade de geração de empregos e renda, a partir da cadeia produtiva eólica local.

Dentre as limitações deste estudo estão a necessidade de construir a matriz de energia elétrica alemã e uma investigação mais detalhada sobre as possibilidades de implantação de um parque eólico em regiões cuja características diferem daquelas verificadas na Alemanha. Quanto aos novos estudos sugeridos, estes devem observar os meandros da experiência de outros países,

dentro e fora da Europa, na intenção de serem verificadas os meandros de interferência das especificidades locais no planejamento público de construção de matrizes sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial [ABDI]. (2021). Energia eólica. [http://sitesinteligencia.abdi.com.br/sites/carreiras-eolica/industria\\_eolica](http://sitesinteligencia.abdi.com.br/sites/carreiras-eolica/industria_eolica) Acesso em: 25 de janeiro de 2021.

Borges, F. Q. & Zouain, D. M. (2010). A matriz elétrica no estado do Pará e seu posicionamento na promoção do desenvolvimento sustentável. IPEA. *Planejamento e Políticas Públicas*, 2(35), 187-221. file:///C:/Users/docto/Downloads/201-589-1-PB%20(4).pdf.

Borges, F. Q.; Rodrigues, I. M. & Oliveira, A. S. P. (2017). Paradoxo da energia elétrica no estado do Pará: um estudo dos fatores que contribuem às altas tarifas residenciais (2005-2014). *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Servicios Académicos Intercontinentales. Málaga: Issue 231, May.

Bruyn, S. & Drunden, M. (1999). *Sustainability and indicators in Amazon: conceptual framework for use in Amazon*. Amsterdam: VRIJE.

Cesaretti, M. A. (2010). *Análise comparativa entre fontes de geração elétrica segundo critérios socioambientais e econômicos*. Santo André, 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Centro de Engenharias, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do ABC.

Colman, D. & Nixon, F. (1981). *Desenvolvimento econômico: uma perspectiva moderna*. Rio de Janeiro: Campus, 1981.

Deutsche Energie Agentur [DEA]. (2018) *Erneuerbare Energien: Windparks*. Berlim.

Deutsche Energie Agentur [DEA]. (2017). *Intelligente Nutzung von Energie*. Berlim: DENA.

Deutsch Wind Energy Association [DWEA]. (2019). <http://www.wind-energie.de/en/> Acesso em: 14 de janeiro de 2019.

Gerwing, J.; Vidal, E.; Veríssimo, A. & Uhl, C. (2020). Rendimentos no processamento de madeira no Estado do Pará. Belém, *Série Amazônia*. Nº18. Instituto do homem e meio ambiente da Amazônia - Imazon.

Goldemberg, J. & Moreira, J. R. (2005). *Política energética no Brasil*. São Paulo: IEA/USP.

- Myrdal, G. (1977). *Contra a corrente: ensaios críticos em economia*. Rio de Janeiro: Campus.
- Padilha, J.L.; Rendeiro, G.; Brasil, A.C.M.; Santos, R. E. de J. & Pinheiro, G. (2005). Potencial de geração de energia elétrica no Estado do Pará: utilizando a biomassa do setor madeireiro. *Revista Biomassa e Energia*. V. 2, Nº.4, P. 267-284. 2005.
- Parsons, T. (1964). *Evolutionary universals in society*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Pena, R. A. (2020). *Energia termoelétrica*. <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-termoeletrica.htm>. Acesso em: 15 de janeiro de 2020.
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente [PNUMA]. (2020). Objetivos de desenvolvimento para o novo milênio: relatório nacional de acompanhamento. s/e.
- Reis, L. B.; Fadigas, E. A. A. & Carvalho, C. E. (2012). *Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Manole.
- Silva, J. F. B. A.; Rebouças, S. M. D. P.; Abreu, M. C. S. de & Ribeiro, M. da C. R. (2018). Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses. *Rev. Adm. Pública* [online]. Rio de Janeiro 52(1):149-168, jan. - fev.
- Souza, R. (2020). *Diferença entre carvão mineral e carvão vegetal*. <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/diferenca-entre-carvao-mineral-carvao-vegetal.htm> Acesso em: 10 de fevereiro de 2020.
- Tolmasquim M. T.; Guerreiro, A. & Gorini, R. (2007). Visão prospectiva da matriz energética brasileira: energizando o desenvolvimento sustentável do país. *Revista Brasileira de Energia*, Vol. 13 Nº. 1. Rio de Janeiro: SBPA.
- Walisiewicz, M. (2018). *Energia alternativa: solar, eólica, hidrelétrica e de biocombustíveis*. São Paulo: Publifolha.
- World Commission on Environment Development [WCED]. (1991). *Uma visão geral*. Oxford: Universidade de Oxford.
- World Nuclear Association [WNA]. (2019). Supply of uranium. <http://www.world.nuclear.org/info/inf75.htm>> Acesso em 14 de setembro de 2019.