



Energia eólica no Brasil

Wind energy in Brazil

DOI: 10.56238/isevmjv2n6-009

Recebimento dos originais: 20/11/2023

Aceitação para publicação: 05/12/2023

Carlos Leonardo Amorim

Tecnólogo em comércio exterior, fatec zona leste

João Almeida Santos

Doutor em administração PUCSP

RESUMO

O estudo buscou posicionar a viabilidade econômica da geração de energia através de aerogeradores. Os aerogeradores são utilizados para converter parte da energia cinética dos ventos para energia elétrica, portanto, são úteis para saber o que é o limite superior da energia extraível, o que requer que sejam colocados em uma situação ideal em que são feitos os processos na busca da máxima perfeição. Conforme se verificou existem as oportunidades para aumentar de forma significativa a oferta de energia eólica através do uso de aerogeradores já existem, mas já são suficientes para levantar uma série de pontos onde seria necessário investir na aquisição de conhecimento, e no desenvolvimento tecnológico. O Estudo foi desenvolvido através de revisão da literatura.

Palavras-chave: Viabilidade, Energia, Eólica, Aerogeradores.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com de 210 milhões de habitantes, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e se destaca como a quinta nação mais populosa do mundo. Em 2022 Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), cerca de 95% da população tinha acesso à rede elétrica. (ANEEL 2023).

No ano de 2001 o Brasil teve o problema que consistia na maior demanda de energia do que existia de geração, vinha sendo contornado de todas as maneiras pelo atual governo para que ele não emergisse diante da toda a população e sem exceções. De forma rápida, do dia para a noite o país teve como pesadelo do “apagão”, que levou a uma crise que abalava profundamente a economia bem como alterar sobremaneira os hábitos dos cidadãos, cidadãs brasileiras e todos os movimentos da economia que são geridos pelas Indústrias, Comércio e Mercados Financeiros.

Neste contexto, o país busca o crescimento da produção de energia elétrica, para que não se repitam os efeitos de um racionamento como correu no começo desta década.

Numa visão estrutural este estudo buscou posicionar a viabilidade econômica da geração de energia através de aerogeradores.

Os aerogeradores são utilizados para converter parte da energia cinética dos ventos para energia elétrica.

Conseqüentemente no aerogerador é necessário a eliminação de todos os efeitos dissipativos de energia, devido à viscosidade do ar, contribuindo para a ineficiência. Uma turbina eólica nunca é capaz de chegar a capturar 100% deste poder, tendo o vento incidente de tal forma que o poder capturado pelo rotor da máquina é muito inferior.

O coeficiente de potência de uma turbina eólica é a eficiência com que trabalha e expressa o quanto da potência total possuído pelo vento incidente é realmente capturado pelo rotor da turbina de vento. Além disso, deve notar-se que o coeficiente de potência com a operação de uma turbina de vento geralmente não é constante, ela varia dependendo das condições de operação da máquina.

Este estudo objetiva analisar estratégias de cálculo aero baseado na combinação de turbinas eólicas e estudos da teoria da quantidade de movimento, onde você tem que aplicar as equações de continuidade, momentum e energia, e a teoria do disco poroso em que substitua o do rotor, o qual é composto de um número infinito de lâminas que rodam, por um disco totalmente porosa do mesmo raio do rotor substitui.

Foram utilizadas teorias utilizadas em estudos e pesquisas das turbinas eólicas e aerogeradores.

A área de energia renovável no Brasil tem crescido muito nos últimos anos devido a disponibilidade desses recursos no país. Esse aumento tem feito com que as pessoas físicas e empresas estejam prezando cada vez mais pelo seu uso, devido ao retorno econômico e baixa emissão de CO₂.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As turbinas eólicas extraem energia a partir do vento, diminuindo a quantidade de movimento da corrente, portanto, ser útil para saber o que é o limite superior da energia extraível. Isso requer colocado em uma situação ideal em que são feitos os processos com a máxima perfeição. Conseqüentemente ele é necessário para eliminar todos os efeitos dissipativos de energia, devido à viscosidade do ar contribuindo para a ineficiências.

Uma turbina eólica, busca de forma simplificada, gerar energia elétrica através do vento e como indica Maia (2011, p. 05):

A primeira topologia de turbina eólica a se consolidar no mercado, se caracterizava por operar a velocidade constante, o que consiste em um gerador de indução conectado solidamente à rede. Esse sistema começou a ceder espaço devido às suas limitações operacionais e problemas de qualidade de energia. A evolução paralela dos dispositivos de eletrônica de potência e a consequente redução dos custos dos mesmos, permitiram um controle de operação dos geradores de indução, possibilitando sua conexão à rede elétrica eliminando grande parte dos problemas de seu antecessor. Por sua vez, o sistema opera com maior excursão de velocidade e uma maior estabilidade de operação e com mínimos transitórios de chaveamento.

De acordo com Gomes (2015) o vento é uma fonte de energia a partir da qual o homem tem conhecimento desde tempos muito antigos, embora, curiosamente, ele tenha se voltado para o uso de energias menos saudáveis. Aproveitar o vento hoje pode substituir o combustível fóssil, evitar superaquecimento e parar a grande emissão de milhões de toneladas de dióxido de carbono.

A queima de combustíveis fósseis é o principal fornecedor de dióxido de carbono, um gás que acentua o chamado "efeito estufa", à medida que este gás se acumula na atmosfera, a energia dos raios solares convertidos em temperatura é mantida como em estufas para flores e vegetais, não podendo liberar em sua totalidade para o espaço, aumentando progressivamente a temperatura do planeta. (CASTRO, 2015)

As turbinas eólicas atuais são resultado de uma longa evolução, sendo que a energia eólica foi usada inicialmente no Egito, por volta de 3000 aC, para impulsionar veleiros, em Hamurabi nos moinhos de vento para a irrigação em 2000 aC. As primeiras fábricas conhecidas são Seistan, o sétimo século. Em 1400, o Papa Celestino III reivindicam a posse vento: moinhos pode usar para uma taxa. Halladay em 1854 introduz um moinho leve, que se destaca como um dos símbolos de fazendas americanas. Em 1888 nas construções acredita-se que a primeira turbina eólica podia ser utilizada para geração de energia, melhorou nos anos seguintes por Poul La Cour. O primeiro moinho grande para gerar eletricidade, a turbina de Smith-Putnam foi construída em Vermont em 1945. Em 2005, são geradores que produzem mais de 5 MW, e grandes parques de vento instalado no mar.

No ano de 1888 surgiu a primeira turbina eólica automática operacional para geração de eletricidade (turbina de vento). Tinha um diâmetro de rotor de 17 m e 144 lâminas feitas de madeira de cedro. Apesar do tamanho da turbina, o gerador foi de apenas 12 kW, sendo que as turbinas eólicas de rotação lenta tipo americano tem eficiência média baixa, sendo que foi descoberto mais tarde que as turbinas eólicas girando rápido com poucas pás rotor são mais eficientes para a produção de eletricidade do que lento. A turbina foi usada por 20 anos atuando como um carregador de bateria. O Moinho de vento em Cleveland (12 kW, 17 metro) Poul la Cour (1846-1908), é considerado o pioneiro das modernas turbinas eólicas geradoras de energia elétrica,

também foi um dos pioneiros da aerodinâmica moderna, e construiu seu próprio túnel de vento para experimentos. Em 1918, cerca de 120 empresas públicas locais tiveram uma turbina de vento, geralmente do tamanho de 20 a 35 kW.

As turbinas eólicas estão geralmente definidas, dependendo da posição do seu eixo de rotação, em relação ao sentido do vento. Então, eles são divididos em:

- Com eixo paralelo à direção do vento.
- Com o eixo perpendicular à direção do vento.
- turbinas de eixo horizontal.
- eixo vertical turbinas eólicas.
- as turbinas eólicas, utilizando o deslocamento de um móvel (apenas mencionado como uma lembrança).
- sistemas de recuperação estáticos energia eólica.

As turbinas eólicas de eixo horizontal com eixo paralelo à direção do vento, atualmente são as máquinas mais difundida e mais rendimentos do que o outro já existente, algo muito importante quando se inicia um projeto.

Neste grupo aquelas com 1,2,3 ou 4 lâminas, além dos multipás típicos para bombear água estão incluídos.

Entre estas máquinas essas que têm lâminas posicionadas "enfrentar o vento" e aqueles que têm a "de volta para o vento" se distinguem.

As turbinas eólicas em geral estão equipadas com rotores de três lâminas ou de duas lâminas de frente para o vento.

Segundo Branco (2008) nas diversas atividades de produção ou na distribuição de consumo de bens e serviços é necessário a utilização cada vez maior de energia como resultado de um crescente desenvolvimento material.

Certamente que é indispensável a utilização da energia à sobrevivência diária, pois proporciona "serviços essenciais" à vida humana – calor para aquecimento, para cozinhar e para atividades manufatureira, ou força para o transporte e para o trabalho mecânico.

A energia é parte da sustentação do desenvolvimento de uma nação é que deveriam avaliar a disponibilidade de energia, o seu acesso à população e principalmente o nível de sustentabilidade da geração de energia.

Segundo Branco (2008) as fontes energéticas que são representadas por combustíveis e pelo fornecimento de insumos energéticos são diversas e mal distribuídas pelo território nacional.



Atualmente a energia necessária a esses serviços provém de combustíveis – gás natural, petróleo, carvão, turfa e energia nuclear convencional, que são as fontes de energia não-renováveis. Existem outras fontes de energia primárias, tais como: energia solar, eólica, das marés e das ondas ou hidráulica, madeiras, vegetais, esterco, quedas d'água, fontes geotermiais, além da força muscular humana e animal. Essas são as fontes de energia renováveis. (BRANCO, 2008)

Os sistemas de energia renovável ainda se encontram num estágio de desenvolvimento relativamente primitivo. (BRANCO, 2008)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido através de revisão da literatura, realizada por meio de leituras sistemáticas e da produção de fichamentos de livros, artigos e fontes eletrônicas que abordam o tema proposto. A revisão da literatura acerca do assunto se apresenta como base para adquirir um conhecimento prévio sobre o que foi tratado, em pesquisas anteriores, acerca do tema a se investigar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A energia eólica tornou-se uma opção real e comercialmente atrativa para a geração de energia elétrica e, portanto, uma das que mais cresce. Esse crescimento foi impulsionado principalmente pela adoção de políticas energéticas que buscam favorecer e estabelecer objetivos claros. no que diz respeito à produção de energias renováveis, bem como aos processos de inovação nas empresas fabricantes de aerogeradores para reduzir os seus custos e melhorar o seu desempenho.

Esse estudo, aplicado em uma empresa, irá promover uma avaliação de viabilidade física e econômica afim de reduzir os impactos ambientais causados com o uso de energia não limpa, redução de custos mensais com energia elétrica e inserção da empresa dentre as pioneiras no uso de energia renovável.

Com o objetivo de expansão de energia renovável, há incentivos e valorização para a sua implantação, como financiamentos, isenção no PIS e COFINS para compra de materiais e serviços de acordo com o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura, recebimento do Certificado e Selo de Energia Renovável de acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica e, também, a redução nos gastos de energia padrão.

A partir do estudo de viabilidade na empresa, também pode-se influenciar outras empresas a adotarem esse tipo de energia em suas bases de trabalho, buscando um método limpo e inovador de produção de energia.

Um mercado de energia como no Brasil, onde a eletricidade é produzida principalmente por usinas hidrelétricas, é obrigado a ter usinas de geração de energia firmes que atendam à demanda de energia em caso de secas.

Segundo Martinho (2020, p. 01):

O levantamento realizado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), “Energia Eólica no Brasil e Mundo”, aponta que o país foi o quarto colocado no ranking mundial de expansão de potência eólica em 2014, com 2.686 megawatts (MW), sendo superado pela China (23.149 megawatts), Alemanha (6.184 megawatts) e Estados Unidos (4.854 megawatts). No Plano Decenal de Expansão de energia (PDE 2022), o governo estima que a capacidade instalada eólica do Brasil chegue em torno de 24 mil MW. Desse total 21 mil MW deverão ser gerados na região Nordeste, o que vai representar 45% do total produzido na região.

A escolha da localização dos projetos de geração eólica é essencial para o seu desenvolvimento ideal. O planejamento de um projeto de geração eólica é muito complexo, dada a quantidade de variáveis a serem levadas em consideração na hora de selecionar uma área adequada para o seu assentamento. Como em qualquer projeto, devem ser avaliados os impactos ambientais que podem ser gerados, bem como os requisitos técnicos que a área onde vai se instalar deve atender. O objetivo final é determinar uma área onde a rentabilidade econômica seja máxima e os impactos ambientais sejam mínimos, o que representa um desafio para os planejadores de hoje. No entanto, o planejamento deste tipo de projetos pode ser otimizado por meio de uma avaliação espacial, através da integração de sistemas de informação geográfica (SIG) e métodos de decisão multicritério (MDMC). GIS e MDMC são ferramentas que se complementam. Os GIS oferecem a possibilidade de adquirir, armazenar, visualizar e analisar informações georreferenciadas. Com base nessas informações, o MDMC fornece as técnicas e procedimentos para estruturar um problema de decisão e avaliar possíveis alternativas. Dada a utilização de SIG, a qualidade dos resultados depende da qualidade dos dados de entrada utilizados, em termos de resolução ou escala, proveniência, distribuição espacial, concordância temporal e consistência lógica.

O primeiro desafio foi estabelecer os critérios de restrição e avaliação das áreas com potencial eólico e fixar os valores-limite para as mesmas. Os critérios de restrição correspondem àqueles que limitam o desenvolvimento de projetos eólicos, enquanto os critérios de avaliação definem a adequação de uma área para o desenvolvimento desses projetos.



A energia eólica é uma das fontes de energia renováveis mais importantes a nível mundial e uma das renováveis com maior crescimento da capacidade instalada na última década. Com a implantação de projetos de energia eólica, o objetivo é reduzir a emissão de gases de efeito estufa e, assim, combater as mudanças climáticas. No entanto, os projetos eólicos geram impactos ambientais cujas medidas de mitigação partem da escolha da sua localização. O objetivo deste trabalho de pesquisa foi delinear uma metodologia para a identificação e avaliação de áreas com potencial eólico em que os SIG estejam integrados com o MDMC, critérios técnicos, econômicos e ambientais sejam levados em consideração e, com base nesta metodologia, é estabelecida a viabilidade das áreas para o desenvolvimento de projetos de geração eólica. A integração do GIS com o MDMC no planejamento de projetos de energia renovável tem sido recentemente utilizada na literatura como uma nova metodologia para identificar e avaliar áreas com potencial eólico. Isso para promover o estudo e o aproveitamento desse tipo de energia, que em países como o Brasil tem sido pouco estudado e está apenas começando a ser promovido. Nesse sentido, este trabalho contribui para o estudo do potencial eólico. Isso para promover o estudo e o aproveitamento desse tipo de energia, que em países como o Brasil tem sido pouco estudado e está apenas começando a ser promovido. Nesse sentido, este trabalho contribui para o estudo do potencial eólico. Isso para promover o estudo e o aproveitamento desse tipo de energia, que em países como o Brasil tem sido pouco estudado e está apenas começando a ser promovido. Nesse sentido, este trabalho contribui para o estudo do potencial eólico.

A velocidade média do vento é o critério de maior importância relativa na classificação de uma área. A partir da revisão da literatura, fica claro que o método mais utilizado para atribuir pesos aos critérios é o AHP. As vantagens que este método oferece, como a apresentação de um suporte matemático, a possibilidade de verificar a consistência dos julgamentos ou permitir a participação de especialistas, fazem dele um dos métodos preferidos para a resolução de um problema de decisão. A aplicação deste tipo de metodologias concentra-se em países europeus e asiáticos, onde existe um quadro legislativo estabelecido para as energias renováveis. Além disso, existem objetivos claros quanto à participação futura das energias renováveis no mercado de energia. No caso brasileiro, não existe um marco regulatório definido quanto ao posicionamento dos parques eólicos. Por isso, os critérios de restrição e avaliação das zonas foram definidos a partir de uma revisão da literatura e da legislação brasileira correspondente. Como a apresentação de um suporte matemático, a possibilidade de verificar a consistência dos julgamentos ou permitir a participação de especialistas, tornam-se um dos métodos preferidos para resolver um problema de decisão.

Segundo Martinho (2020, p. 01):

O primeiro passo para uma análise e determinar a utilização do recurso eólico é a avaliação do potencial de vento de uma região. O relevo influencia na velocidade do vento em um determinado local, bem como a sua distribuição e frequência (SILVA et al. 2006). Devido a imensa extensão territorial, o Brasil possui várias regiões com características que favorecem o aproveitamento eólico, sendo fundamental o conhecimento e o comportamento do vento, especialmente sua velocidade e direção para não desperdiçar tal recurso natural e renovável. Encontra-se nesses estudos a região Nordeste, por apresentar características excepcionais, com um fluxo de ar livre de obstáculos naturais, alta intensidade e continuidade dos Ventos Alísios, contando ainda com a complementação do regime hidrológico com o regime de ventos (Plano Nacional Energia PNE, 2030).

Segundo o geógrafo Telmo Amand Ribeiro da UnB, nem todas as regiões possuem essas características. As chapadas do sertão brasileiro não permitem que os ventos alísios que incidem sobre o litoral sigam para o interior do País. Explica que esses ventos sopram do Equador para os trópicos e só atingem o litoral nordestino, do Maranhão ao Rio Grande do Norte, principalmente no Ceará (PORTAL BRASIL, 2015).

O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro foi criado a partir de um sistema denominado MesoMap onde apresenta em resolução de 1km x 1km as condições médias anuais de vento em todo o território brasileiro. A análise dessas estimativas, demonstra que nos meses em que mais venta são os meses com menor incidência pluviométrica, isso vale dizer que de junho a dezembro temos o maior potencial de energia eólica no Brasil. Concluiu-se que o uso da energia eólica é excelente contra a baixa pluviosidade e distribuição geográfica dos recursos hídricos existentes no país, podendo se preservar as bacias hidrográficas minimizando o uso das hidrelétricas. Esse fato confirma que o vento se apresenta como uma grande fonte suplementar à energia gerada por hidrelétricas, hoje a maior fonte de energia elétrica do país.

A aplicação deste tipo de metodologias concentra-se em países europeus e asiáticos, onde existe um quadro legislativo estabelecido para as energias renováveis. Além disso, existem objetivos claros quanto à participação futura das energias renováveis no mercado de energia. No caso brasileiro, não existe um marco regulatório definido quanto ao posicionamento dos parques eólicos. Por isso, os critérios de restrição e avaliação das zonas foram definidos a partir de uma revisão da literatura e da legislação correspondente. como a apresentação de um suporte matemático, a possibilidade de verificar a consistência dos julgamentos ou permitir a participação de especialistas, tornam-se um dos métodos preferidos para resolver um problema de decisão. A aplicação deste tipo de metodologias concentra-se em países europeus e asiáticos, onde existe um quadro legislativo estabelecido para as energias renováveis. Além disso, existem objetivos claros quanto à participação futura das energias renováveis no mercado de energia. Não existe um marco regulatório definido quanto ao posicionamento dos parques eólicos. Por isso, os critérios de restrição e avaliação das zonas foram definidos a partir de uma revisão da literatura e da legislação correspondente. a possibilidade de verificar a consistência dos julgamentos ou permitir a participação de especialistas, torna-se um dos métodos preferidos para resolver um problema de decisão. A aplicação deste tipo de metodologias concentra-se em países europeus e asiáticos, onde



existe um quadro legislativo estabelecido para as energias renováveis. Além disso, existem objetivos claros quanto à participação futura das energias renováveis no mercado de energia.

5 CONCLUSÃO

Conforme se verificou, existem as oportunidades para aumentar de forma significativa da oferta de energia eólica, através do uso de aerogeradores, que devem ainda buscar formas de redução de custos na implantação dos sistemas que ainda deverá passar por formulação de políticas públicas para o seu incentivo de implantação.

Desta forma qualquer unidade produtiva de energia eólica nos diversos pontos do Brasil, devem trabalhar em um plano de geração interligada a redes, na busca de redução dos custos, aumentando seu ganho produtivo, e realizando meios para o aumento da capacidade energética brasileira, tanto para as residências como para o sistema interligado.

Consideram-se desta forma atingidos os objetivos e ainda ter contribuído com a literatura sobre a temática, apresentando subsídios que possam indicar o uso de aerogeradores na energia eólica.

Para finalizar deve-se apresentar que o estudo não buscou determinar completamente os resultados, e esgotar a temática discutida. De forma contrária, buscou incentivar mais estudos sobre dos temas discutidos.



REFERÊNCIAS

- MARTINHO, Felipe Miguel. Energia Eólica: Estudos e Reflexões sobre a viabilidade do potencial dessa matriz energética no Brasil. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, Ano 1. Vol. 10 pp. 25-38. ISSN. 2448-0959. 2020.
- BAJAV, S.V. Geração elétrica de energia elétrica no Brasil. Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético - NIPE, Universidade Estadual de Campinas, SP.
- BRANCO, Adriano Murgel. Política Energética e Crise de Desenvolvimento. 1ª. edição, São Paulo: Editora Paz e Terra, 2008.
- CASTRO, Isaias. Geração de energia elétrica a partir de energia eólica: situação atual, oportunidades e desenvolvimento. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.
- CBEE, Centro Brasileiro De Energia Eólica - CBEE / UFPE. 2020. Disponível em <www.eolica.com.br>. Acesso em novembro de 2023.
- CECCHI, J. C.; SCHERCHTMAN, R. Impactos Macroeconômicos Decorrentes da Expansão do Sistema Elétrico em Termelétricas: efeitos da importação de tecnologia e de combustíveis. *Cadernos de Energia*. Vol II, n. 9, 2003.
- COHEN, Claude. Padrões de consumo, energia e meio ambiente. Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Economia, <http://www.uff.br/econ> Acesso em novembro de 2023.
- COOPERS & LYBRAND *et. al*, Projeto de reestruturação do setor elétrico brasileiro: relatório consolidado etapa VII. Eletrobrás: Rio de Janeiro, 2002.
- CORREA NETO, Vicente. Análise da Viabilidade da Cogeração de Energia Elétrica em Ciclo Combinado com a Gaseificação da Biomassa de Cana de Açúcar e Gás Natural. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Nota Técnica DEA 19/14– Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos. Brasília, Ministério de Minas e Energia, 2014.
- FARRET, F.A. Aproveitamento de pequenas fontes de energia eólica, Ed. Ufsm, Rio Grande do Sul, 1999.
- FERNANDEZ, E. J, Natural gas market in Brazil: regional opportunities, 2003.
- FERREZ, Juan Perez. Energia, As razões da crise e como sair dela. 1ª edição. São Paulo Gente Livraria e Editora, 2006.
- FORTUNATO, L. A. M.; ARARIPE NETO, T. A.; ALBUQUERQUE, J. C. R.; PEREIRA, GCE (Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica)., O desequilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica, 2003.
- GOMES, Arnaldo Moura. Energia Eólica. Curitiba, Litel Livraria Itaipu Editora Ltda, 2015.



GORINI, Ricardo. A Energia Fotovoltaica no Contexto de Planejamento Nacional. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2015.

JABUR, Maria Ângela Fernanda. Racionamento. Do custo à consciência. 1ª. edição, São Paulo: Artes Editora, 2001.

LEÃO, CARLOS. A Energia no Brasil. São Paulo: Editora Nova, 2011.

LEITE, A. D. A Energia do Brasil. Nova Fronteira: Rio de Janeiro, 2001.

LESSA, Carlos. O Brasil à Luz do Apagão. 1ª edição. São Paulo: Editora Palavra

LIMA, Juliana. Energia Fotovoltaica como Alternativa Energética Viável. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

M. V. F., Introdução ao planejamento da expansão e operação de sistemas de produção de energia elétrica. Editora da UFF : Niterói, 1999.

MAIA, Jaime. O que é Energia Eólica. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/2899-o-que-e-energia-eolica-entenda-como-funciona-turbinas-geram-eletricidade-ventos-vantagens-desvantagens-usina-parque-renovavel-limpa.html> Acesso em novembro de 2023.

MARTINO JANNUZZI, G.,K. O. M. VARELA, F., DOURADO M. G.,R., Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica no Brasil: Panorama da Atual Legislação, Campinas, SP, 2009.

MONTENEGRO, Alexandre de Albuquerque. Fontes não-Convencionais de Energia: As Tecnologias Solar, Eólica e de Biomassa. Florianópolis, UFSC, 2002.

MOREIRA, A.; ROCHA, K.; DAVIS, P.A.M.S. Participação da termogeração na expansão do sistema elétrico brasileiro. Texto para Discussão. IPEA. n. 823, 2003.

PIRES, J.C.L., Reestruturação competitiva e regulação nos setores de energia elétrica e telecomunicações. IE/UFRJ, jul.1999 (Tese de Doutorado).

REDE INTELIGENTE. <http://www.redeinteligente.com/2010/06/23/empresas-de-ti-veem-oportunidades-nas-redes-inteligentes-do-setor-eletrico/> Acesso em novembro de 2023.

REIS, Lineu Belico dos. Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável: introdução de uma visão multidisciplinar. 2. Ed. São Paulo: EDUSP, 2001.

ROSA, L. P.; TOLMASQUIM, M.T.; e PIRES, J.C.L. A reforma do setor elétrico no Brasil e no mundo: uma visão crítica. Relume Dumará: Rio de Janeiro, 1998.

ROSA, Luiz Pinguelli. O Apagão – Por que veio? Como sair dele? 1ª edição. São Paulo: Editora Revan, 2001.

SANTOS, N. O. Termodinâmica aplicada às termelétricas: teoria e prática. Ed. Interciência: Rio de Janeiro, 2000.



SOLNIK, Alex. A Guerra do Apagão. 1ª edição. São Paulo: Editora Senac, 2001.

VINHAES, E. A Reestruturação da Indústria de Energia Elétrica Brasileira: Uma Avaliação da Possibilidade de Competição Através da Teoria de Mercados Contestáveis, grau D.Sc., UFSC, Florianópolis, 2003.

VOITH HYDRO. Análise econômico-financeira da viabilidade e otimização do investimento em PCH. In. Produtores Independentes de Energia. IBC: São Paulo, 1999.

WIKIPEDIA. Energia Eólica. Disponível em: < [https://pt.wikipedia.org/wiki/ energia_eólica](https://pt.wikipedia.org/wiki/energia_eólica)>. Acesso em novembro de 2023.