

Uma análise de viabilidade da utilização de Energia Eólica Residencial como solução energética para o Sertão do Araripe

GILVAN CORIOLANO NETO¹, FRANCISCO JOSÉ COSTA ARAÚJO²

¹Graduando e pesquisador em Engenharia Eletrotécnica, UPE, Recife-PE, gcn3@poli.br;

²Dr. em Engenharia de Produção, Prof. Poli, UPE, Recife-PE, francisco.araujo@upe.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
04 a 06 de Outubro de 2022

RESUMO: O presente artigo apresenta uma análise de viabilidade para utilização de Microgeração Eólica no contexto do Sertão do Araripe. Teve-se como objetivo o dimensionamento de um sistema que tivesse um desempenho satisfatório com alternativa para solução do problema energético. Conclui-se que um conjunto utilizando o Aerogerador Gerar Extreme produziria bons resultados culminando num tempo de retorno de investimento de em torno de 9 anos.

PALAVRAS-CHAVE: Microgeração, Energia Eólica, Sertão, Araripe

A VIABILITY ANALYSIS OF THE USE OF RESIDENTIAL WIND ENERGY AS AN ENERGETIC SOLUTION FOR THE SERTÃO DO ARARIPE

ABSTRACT: This article presents a feasibility analysis for the use of Wind Microgeneration in the context of the Sertão of Araripe. The objective was to design a system that would have a satisfactory performance as an alternative solution to the energy problem. It was concluded that a set using the Gerar Extreme wind turbine would produce good results culminating in a payback time of around 9 years.

KEYWORDS: Microgeneration, Wind Energy, Sertão, Araripe

INTRODUÇÃO

Energia, ar e água são ingredientes essenciais à vida humana. Nas sociedades primitivas seu custo era praticamente zero. A energia era obtida da lenha das florestas, para aquecimento e atividades domésticas, como cozinhar. Aos poucos, porém, o consumo de energia foi crescendo tanto que outras fontes se tornaram necessárias. (Goldenberg, Lucon, 2007)

Com o passar dos anos o avanço da tecnologia permitiu o desenvolvimento de novos equipamentos que facilitam a vida do ser humano e ao mesmo tempo a tornam mais dependente desses equipamentos. Praticamente todas as atividades realizadas pelo ser humano utilizam algum aparelho que necessite de energia para seu funcionamento. O aumento do uso de equipamentos elétricos, conseqüentemente eleva o consumo de energia elétrica, assim demandando da continuidade de construção e manutenção de fontes de geração. (Baú et al., 2019)

Assim, vê-se a importância e o quão fundamental tem se tornado a energia na vida das pessoas. Outro fator importante quando se fala sobre o assunto é o impacto ambiental gerado pela forma que essa energia é obtida.

Segundo Goldenberg e Lucon, 2007, os padrões atuais de produção e consumo de energia são baseados nas fontes fósseis, o que gera emissões de poluentes locais, gases de efeito estufa e põem em risco o suprimento de longo prazo no planeta. Desta forma, se faz necessária a busca por fontes alternativas sustentáveis para geração de energia.

A matriz elétrica brasileira é baseada em fontes renováveis de energia, ao contrário da matriz elétrica mundial. Isso é ótimo para o Brasil, pois além de possuírem menores custos de operação, as usinas que geram energia a partir de fontes renováveis em geral emitem bem menos gases de estufa.

A energia eólica em especial vem se demonstrando como uma forte candidata para substituição dos modelos anteriormente utilizados no Brasil. Em 2021, o país chegou à 6ª posição no ranking mundial de Capacidade Total Instalada (Martins, 2022), se mostrando assim uma potência global no setor. A figura 2 ilustra a distribuição da velocidade média do vento nas diversas regiões do país.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido inicialmente através de pesquisas bibliográficas sobre o tema. Foram buscados e analisados os principais modelos atualmente existentes de turbinas e sistemas eólicos de geração residencial.

Após esta etapa se realizou a escolha de uma cidade na região do Sertão do Araripe. Este local será utilizado como base nos cálculos e considerações de viabilidade.

Um dimensionamento do sistema eólico foi efetuado. A partir do modelo e locais escolhidos, os cálculos e projeções foram feitos. Em sequência foi desenvolvido um orçamento para o sistema. Este se embasou num princípio de encontrar um equilíbrio entre custos e desempenho do conjunto como um todo. Por fim, se analisou como um todo o projeto e se a sua execução e implantação será viável. Também foram propostas alternativas possíveis para os parâmetros previamente mencionados.

CÁLCULO DE ENERGIA

A energia é definida como a quantidade de trabalho que um sistema físico é capaz de realizar. A energia não pode ser criada, nem consumida ou destruída, mas ela pode ser convertida ou transferida para outras formas: a energia cinética do movimento das moléculas do ar pode ser convertida em energia de movimento pelo rotor de uma turbina eólica, que por sua vez pode ser convertida em energia elétrica por um gerador acoplado à turbina. (Aldabó, 2002)

Ocorre devido à ação contínua da energia radiante solar sobre a Terra, que aquece de forma desigual a superfície terrestre, resultando na circulação contínua das camadas de ar da atmosfera. Na região entre os trópicos, a incidência solar é quase perpendicular em toda área, quanto mais distante da linha imaginária do Equador, mais inclinada é a incidência dos raios solares na superfície do planeta, sendo a região mais fria a dos pólos. (Amarante, 2002).

Segundo Dutra(2008), há diversos fatores que devem ser levados em consideração ao se instalar turbinas eólicas, pois afetam o seu desempenho. Dentre eles, destaca-se: A variação da velocidade com a altura; a rugosidade do terreno, que é caracterizada pela vegetação, utilização da terra e construções; presença de obstáculos nas redondezas; relevo que pode causar efeito de aceleração ou desaceleração no escoamento do ar.

O cálculo da potência que pode ser gerada a partir de uma turbina é feito utilizando como base o conceito de uma potência P que está contida no vento fluindo perpendicularmente com velocidade u através de uma área A que pode representar a área entre pás eólicas em um gerador, por exemplo. Essa potência é dada por:

$$P = \frac{1}{2} \rho A u^3$$

Neste exemplo a densidade do ar é representada por ρ . Vai estar relacionada à pressão atmosférica e temperatura do ar no local específico, ambas as quais são dependentes da altura onde a turbina estará localizada. (Martins et. al., 2008).

O consumidor final tem acesso a esse bem através da geração distribuída que é definida pelos produtores de energia mundiais como produção energética próxima ao consumo. Trata-se de uma forma de geração de energia bastante utilizada desde o início da industrialização até a primeira metade do século XX, período em que a energia utilizada pela indústria era praticamente toda gerada localmente. (Araújo, 2016).

ENERGIA LIMPA

Um dos principais fatores a favor da utilização energia eólica é a questão Ambiental. Por ser uma fonte renovável, se mostra uma ótima alternativa para as matrizes energéticas conhecidas como finitas.

A energia eólica ocupa pouca terra, permitindo que se continue com a criação de animais ou plantações. Considerando o espaço eleito para um parque eólico, as turbinas ocupam cerca de 8% da área, podendo esse valor ser ainda menor, cerca de 6%. Além disso, não emite CO₂, incentiva a capacitação de mão de obra local e permite que o proprietário da terra siga com plantações ou criação de animais no local. (ABEÓLICA, 2021)

Não se pode deixar de lado também os eventuais impactos que a sua instalação pode causar. Segundo Filho (2013), dentre os riscos, pode-se citar: supressão da vegetação, danificação da fauna local e degradação da área afetada.

SERTÃO DO ARARIPE

O Sertão do Araripe é uma mesorregião do estado de Pernambuco localizada próxima às fronteiras entre o estado do Ceará e Piauí. Compreende 10 municípios: Araripina, Bodocó, Exu, Granito, Ipubi, Moreilândia, Ouricuri, Santa Cruz, Santa Filomena e Trindade. Segundo o último censo do IBGE, a sua população total compreende um total de 307.642 habitantes (SIT, 2015).

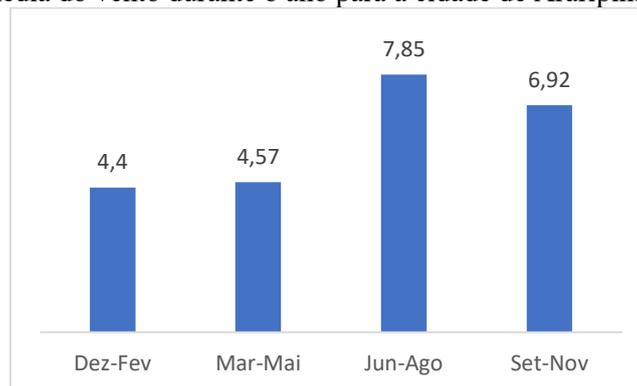
Em termos econômicos, destaca-se a atividade do polo gessífero. A exploração da gipsita na região é responsável por 95% da produção brasileira de gesso. A região concentra 40% das reservas de gipsita do mundo. Além disso, destacam-se a caprinovinocultura, a produção de mandioca e a apicultura. (NE10)

Com esse grande número de fábricas na região, terminou se criando uma alta demanda energética para o local. Com isso, nos últimos anos foram atraídos investimentos no setor para a região.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro passo do desenvolvimento do dimensionamento é o da escolha do local. Dentre as 10 cidades que compõem o sertão do Araripe uma havia de ser escolhida considerando diversos fatores visando a melhor eficiência energética para o projeto. A cidade escolhida como base para o projeto foi Araripina. Segue na Figura 1 dados meteorológicos relacionados à velocidade do vento em m/s para a cidade.

Figura 1. Velocidade média do vento durante o ano para a cidade de Araripina (EWS)



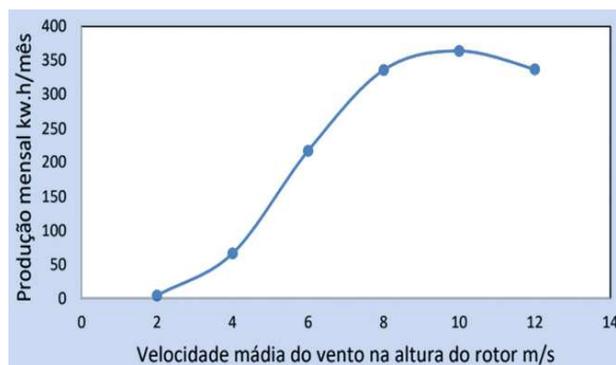
Como pode-se observar há uma grande variação desses valores no decorrer do ano, com um desvio padrão de mais de 1,4. Logo, não se utilizou a média anual como base para velocidade dos ventos geral, mas sim foram analisados a geração e dados referentes a cada semestre e após somados para obter os valores anuais.

Foi utilizado como referência uma casa localizada num local limpo e livre de construções e interferências ao redor. Também foi considerado que a residência possui espaço suficiente no terreno para a instalação do sistema.

O modelo considerado no dimensionamento foi o Gerar Extreme da marca ENERSUD. Segundo o fabricante, possui um melhor desempenho em menores velocidades de vento, pois possui um alternador maior. Também possui um melhor controlador que proporciona a função de parar a geração no caso de a bateria estiver completa. Foi utilizado o modelo off-grid já que é o único recomendado para este modelo.

Segue especificações importantes do equipamento: Potência Nominal: 1800W; Rotação Nominal: 480 RPM; Tensão de saída: 12/24/48/ volts; Velocidade Nominal: 13 m/s; Temperatura de operação: -10 a 50 °C.

Figura 2. Curva de desempenho do Gerar Extreme (ENERSUD)



Com base nesses novos dados foram realizados os cálculos de geração prevista, junto do orçamento. Foi considerado o modelo de inversor PWM2000.

Se faz necessária a utilização de uma bateria para armazenar a energia gerada. Foi escolhida a Bateria Moura Estacionária Nobreak 30ah 12v. Possui uma capacidade suficiente para armazenar a energia gerada além de uma ótima proporção custo x benefício.

Tabela 1. Geração Anual prevista

Dezembro – Fevereiro		Março - Maio		Junho - Agosto		Setembro - Novembro		Total	
V(m/s)	Geração(kWh)	V(m/s)	Geração(kWh)	V(m/s)	Geração(kWh)	V(m/s)	Geração(kWh)	V(m/s)	Geração(kWh)
4,4	292,5	4,57	308,25	7,85	990,75	6,92	809,4		2400,9

Utilizando como base o valor do kWh praticado em Julho de 2022 pela Neoenergia Pernambuco que é de 0,74, calcula-se a economia financeira anual prevista para referência para os dimensionamentos:

$$Ea = 2400,9 \times 0,74$$

$$Ea = 1776,66 \text{ R\$}$$

Tabela 2. Orçamento do projeto

Aerogerador		Bateria		Inversor		Instalação		Total
Quantidade	Valor(R\$)	Quantidade	Valor(R\$)	Quantidade	Valor(R\$)	Quantidade	Valor(R\$)	Valor(R\$)
1	10691	1	394,95	1	2992,00	1	1750,00	15827,95

Assim, calcula-se o prazo de retorno de investimento:

$$PRI = 15827,95 \div 1776,66$$

$$PRI = 8,91 \text{ anos}$$

Apresentando-se assim um resultando eficiência aceitável. Considerando o mesmo tempo de vida útil, ainda se teriam aproximadamente 11 anos de funcionamento do Sistema com o balanço financeiro positivo. Especialmente quando se considera uma residência com um consumo médio mensal acima da média no estado atualmente, que está em 129,2kWh (EPE, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo analisar a viabilidade da implantação de um sistema de microgeração de eletricidade utilizando como base os Aerogeradores. Foi escolhida a cidade de Araripina para referência para os dimensionamentos.

Foi analisada a implantação de um modelo adaptado para a situação escolhida. O projeto teve um custo total de implantação de R\$15.827,00 e uma geração anual estimada de 2.400,9kWh ocasionando uma economia anual de R\$1.776,668 acarretando em um PRI de em torno de 9 anos.

Através dos resultados obtidos, pode-se ver que a utilização de microgeradores eólicos é uma alternativa energética viável para uso na região se utilizado o modelo. Ao se comparar com outras fontes, como por exemplo a solar, o tempo de payback do sistema pode ser considerado alto, contudo em determinadas situações o seu uso pode ser mais interessante.

Uma medida que pode ser tomada para melhorar o sistema seria uma busca de melhores modelos de Aerogeradores. A região é bem propícia para a utilização de energia eólica como demonstrado, porém ainda não se tem um modelo que melhor se encaixe para as condições do local quando se fala de geração residencial.

REFERÊNCIAS

- GOLDENBERG, José, LUCON, Oswaldo. Energia e Meio Ambiente no Brasil. Dossiê Energia, Abril 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/nL6x7dJv9gv7HnkTSJRLfs/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 07 de Mai. De 2022
- BAÚ, Marli Teresinha et al. A PRODUÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA E A IMPORTÂNCIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC. 17 de Set. de 2019. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/Contecc2019/Experi%C3%Aancia%20Profissional/A%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DA%20ENERGIA%20ELETRICA%20E%20A%20IMPORTANCIA%20DAS%20USINAS%20HIDRELERICAS.pdf>> Acesso em: 07 de Mai. de 2022
- DO AMARANTE, Odilon A. Camargo et al. Atlas do Potencial Elétrico Brasileiro. CRESEB, 2001. Disponível em: . Acesso em: 07 de Mai. de 2022.
- MARTINS, F. R. et al. O aproveitamento da energia eólica. Revista Brasileira de Ensino de Física, 30 de Jan. de 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/nL6x7dJv9gv7HnkTSJRLfs/?lang=pt>> Acesso em: 02 de Mai. de 2022
- ALDABÓ, R. Energia Eólica. São Paulo: Artliber Editora, 2002.
- DUTRA, Ricardo M. Energia Eólica Princípios e Tecnologias. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, Mai. de 2008. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/downloads/energia-eolica-principios-tecnologias.pdf>> Acesso em: 02 de Mai. de 2022
- ABEEólica, Relatório anual 2020. Disponível em: <<https://abeeolica.org.br/energia-eolica/dados-abeeolica/?ano=2021>> Acesso em: 02 de Mai de 2022.
- SIT, Perfil Territorial – Sertão do Araripe – PE. Mai. de 2015. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_081_Sert%C3%83%C2%A3o%20do%20Araripe%20-%20PE.pdf> Acesso em: 02 de Mai. de 2022.
- SIT, Perfil Territorial – Sertão do Araripe – PE. Mai. de 2015. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_081_Sert%C3%83%C2%A3o%20do%20Araripe%20-%20PE.pdf> Acesso em: 02 de Mai. de 2022.
- NE10, Sertão do Araripe. Disponível em: <<https://www.pe-az.com.br/o-estado/regioes/295-sertao-do-araripe>> Acesso em: 02 de Mai. de 2022
- ENERSUD. Disponível em: <<https://www.enersud.com.br/produto/>>. Acesso em: 02 de Mai. de 2022.
- NEOENERGIA Pernambuco, Tabela de Tarifas Grupo B. Disponível em: <<https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/residencial>>