**APENDICE A - ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA**

**A1. SELEÇÃO DO MODELO DE SUPORTE**

Foram discutidas duas opções de suporte para a turbina:

1 – Braço de acoplamento para fixação em postes já instalados.

2 – Suporte próprio para fixação direta no solo.

Através da matriz de decisão apresentada na Tabela A1 abaixo. O modelo 2 foi o escolhido.

Os critérios de seleção foram estabelecidos de acordo com os requisitos de projeto e a distribuição de pontos feita com base em casos de estudo similares.

**Tabela A1:** Matriz de tomada de decisão para seleção de modelo de suporte

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Matriz de Tomada de Decisão** | | | | | |
| **Critério** | **Peso** | **Acoplada ao Poste** | | **Suporte Individual** | |
| **Nota** | **Ponderada** | **Nota** | **Ponderada** |
| Custo | 3 | **8** | 24 | **6** | 18 |
| Fabricação | 2 | 7 | 14 | 8 | 16 |
| Manutenção | 2 | 8 | 16 | 9 | 18 |
| Segurança | 4 | 5 | 20 | 8 | 32 |
| Operação | 5 | 9 | 45 | 9 | 45 |
| Implementação | 3 | 5 | 15 | 8 | 24 |
| **TOTAL** |  | **42** | **134** | **48** | **153** |

**A2. SELEÇÃO DO MODELO DE SUPORTE**

A seleção preliminar dos materiais foi realizada com base nos requisitos de projeto para os principais componentes da VAWT.

1. TORRE

Oferece suporte ao conjunto motriz do aerogerador. As torres podem ser construídas de diversos materiais, sendo mais comuns o aço em treliça ou estrutura tubular. Levando em conta as características do projeto, torna-se viável a adaptação de um poste de aço galvanizado dentro das dimensões a serem determinadas.

1. BASE DA TURBINA

Fixa o suporte das pás aos rolamentos, que é a parte mais propensa a causar fadiga de carregamento cíclico. A base suporta o peso da lâmina, a força de flexão circunferencial, mais a força de tensão e pressão. O eixo e o gerador conectados diretamente entre si pela base, é o principal componente de carga de toda a turbina eólica para suportar maior torque. Assim, faz-se necessária a utilização de uma liga de aço de alta resistência.

1. SUPORTE DAS PÁS

Para os suportes das pás, observa-se que o material deverá ter uma boa resistência à fadiga em decorrência dos esforços causados pela rotação das pás. Assim, será utilizado aço galvanizado, visto que esse material confere maior resistência mecânica.

1. PÁS

As pás são os principais elementos em respeito à eficiência da turbina. Por esse motivo, um estudo detalhado será realizado utilizando três materiais: alumínio, fibra de carbono e madeira.

Estes materiais se destacam entre as diversas opções encontradas no mercado hoje em dia. De acordo com a Tabela A2, podemos observar que o aço possui propriedades mecânicas mais favoráveis, no entanto, sua alta densidade afeta negativamente a eficiência da turbina. A fibra de carbono, apesar de combinar boas características mecânicas e baixa densidade, possui um custo muito alto e baixa resistência a corrosão.

**Tabela A2:** Propriedades dos possíveis materiais para as pás

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Materiais** | **Custo**  **(R$/kg)** | **Densidade**  **(kg/m3)** | **Modulo de Young**  **(GPa)** | **Tensão de Escoamento**  **(MPa)** | **Resistência a Fadiga** | **Resistência a Corrosão** |
| Alumínio | 83,0 | 2810 | 72 | 500 | Boa | Regular |
| Aço Inox 360 | 37,0 | 8000 | 200 | 240 | Regular | Boa |
| Fibra de Carbono/Epóxi | 1117,5 | 1600 | 70 | - | Ótima | Ruim |
| Fibra de Vidro/Epóxi | 41,8 | 1900 | 72 | - | Regular | Ótimo |
| Madeira | 677,09 | 110 | 41 | - | Boa | Ruim |

1. SUPORTE PARA PLACA SOLAR

O suporte para a placa solar consiste em um tubo metálico que se estenderá por todo comprimento das pás, conectando o meio da torre ao topo. Em decorrência das tensões geradas pela modelagem de construção e pelos esforços externos (vento, chuvas, etc), verifica-se que o aço galvanizado constitui a melhor opção, já que possui excelente resistência mecânica e aceita soldas na montagem.

1. CAIXA DE SENSORES

A caixa de sensores abrigará os componentes eletrônicos necessários e, assim, deverá ter uma blindagem eletromagnética, além de possuir furos passantes para os cabos e fios. Dentre outros fatores, ela deverá ser resistente à corrosão e vedada corretamente para a proteção dos componentes internos. Portanto, faz-se necessária a escolha de um material metálico para a sua construção e, analisando as opções, o alumínio e o aço mostram-se promissores. O primeiro por ser um material leve, versátil e mais resistente à corrosão em comparação com o aço. Já o segundo, apresenta maior resistência mecânica, porém maior peso e fator corrosivo. Ambos possuem uma diferença significativa no preço, sendo o alumínio mais caro que o aço, dessa forma, faz-se necessária uma análise maior rigorosa com base no desenho técnico, procurando otimizar a questão custo-benefício.

**REFERENCIAS**

DORIGATO, Andrea. Recycling of thermosetting composites for wind blade application. **Advanced Industrial And Engineering Polymer Research.** Trento, Italy, p. 2-48. fev. 2021.

HAMEED, M. Saqib et al. Finite Element Analysis of a Composite VAWT Blade. **Ocean Engineering.** Sahiwal, Pakistan, p. 669-676. out. 2015.

HAU, Erich. Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application. Economics, **Springer-Verlag,** Berlin, 2006.

YUYI, Zhai et al. The design of vertical axis wind turbine rotor for antarctic. **Information Technology Journal**, v. 12, n. 4, p. 604, 2013.

MANAVALLA, Sreekanth. Design, Fabrication and Testing of a Low Cost Vertical Axis Wind Mill for Low End Power Generation. **International Research Journal of Engineering and Technology**. v v. 3, p. 1524-1528, 2016.