



# **Terminologia Básica Aplicável aos Componentes do Aerogerador**

Prática Recomendada PRe-004

Comitê Técnico Setorial de Energia Eólica

29/06/2020

## Terminologia Básica Aplicável aos Componentes do Aerogerador

### Sumário

|       |                                      |    |
|-------|--------------------------------------|----|
| 1     | Objetivo                             | 2  |
| 2     | Relação dos principais componentes   | 2  |
| 2.1   | Aerogerador (Wind turbine)           | 2  |
| 2.2   | Rotor / Rotor                        | 3  |
| 2.2.1 | Cubo do rotor / Hub                  | 4  |
| 2.2.2 | Pá / Blade                           | 4  |
| 2.3   | Nacele / Nacelle                     | 6  |
| 2.4   | Torre / Tower                        | 8  |
| 2.5   | Sistema de Controle / System control | 9  |
| 2.6   | Fundação / Foundation                | 10 |

---

## 1 Objetivo

Esta Prática Recomendada define os termos usuais em português e em inglês aplicáveis aos componentes comumente empregados nos aerogeradores de eixo horizontal utilizados em parques ou usinas eólicas (terrestre ou marítimo) para produção de energia elétrica.

## 2 Relação dos principais componentes

### 2.1 Aerogerador (*Wind turbine*)

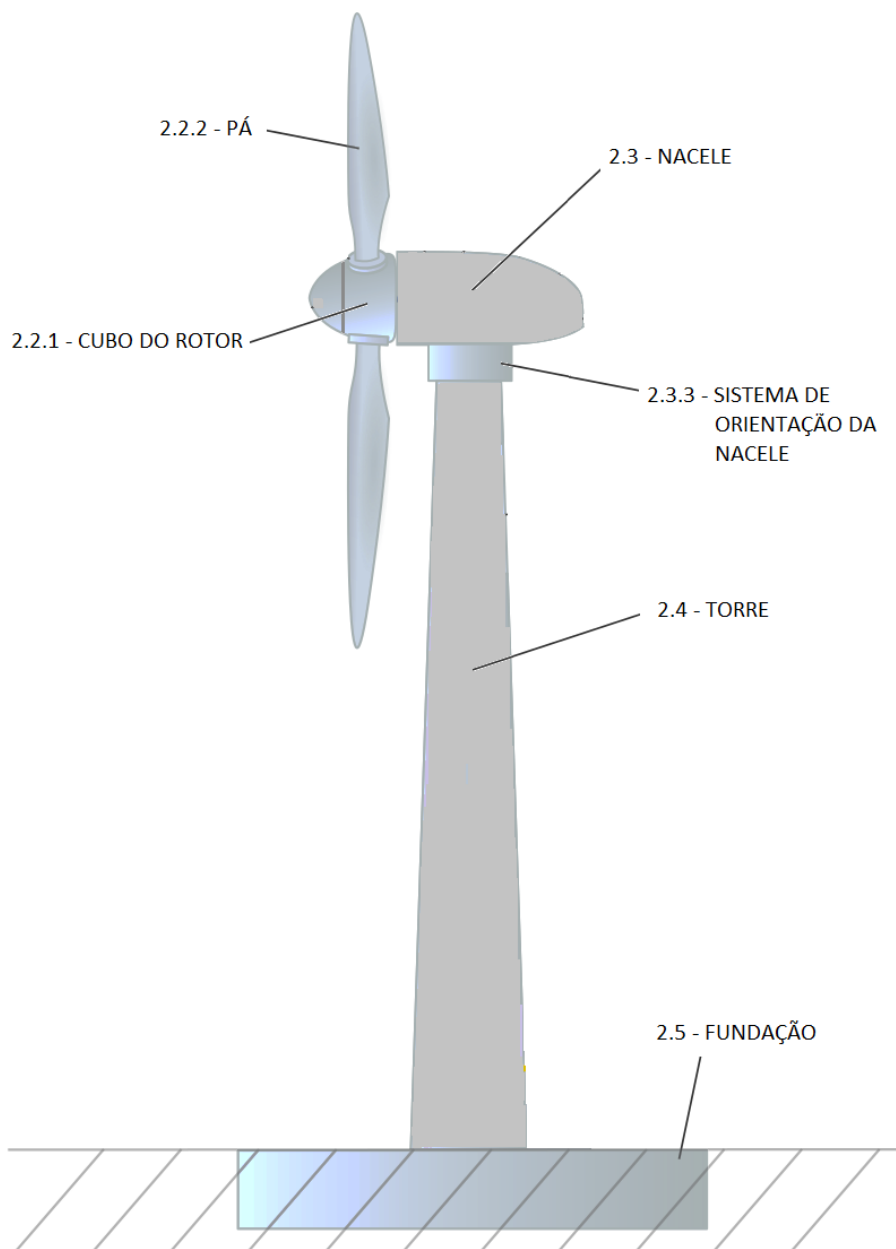
Dispositivo eletromecânico destinado a converter a energia cinética contida no vento em energia elétrica. É composto, por torre, nacele (abrigando o gerador elétrico), rotor e pás.

A quantidade de energia gerada pode ser calculada por meio das seguintes fórmulas:

$$P(\text{Watt}) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_r \cdot v^3 \cdot C_p \cdot \eta$$

$$A_r = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

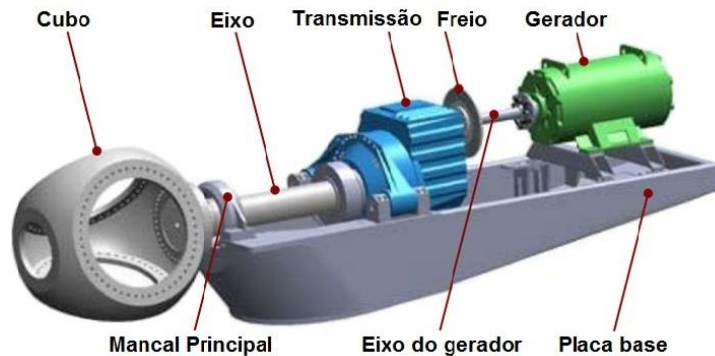
- $\rho$  = densidade do ar em kg/m<sup>3</sup>
  - $D$  = diâmetro do rotor
  - $C_p$  = coeficiente aerodinâmico de potência do rotor
  - $\eta$  = eficiência do conjunto gerador/transmissão
  - $v$  = velocidade do vento em m/s
-



**Figura 1- Componentes principais de um aerogerador**

## **2.2 Rotor / Rotor**

Consiste na parte giratória do aerogerador. É o conjunto composto pelas pás e o cubo do rotor, que efetua a transformação da energia cinética dos ventos em energia mecânica de rotação. Todo o conjunto é conectado a um eixo que transmite a rotação das pás para o gerador, por vezes, por meio de uma caixa multiplicadora.



**Figura 2 - Modelo de transmissão do movimento mecânico, do cubo até o gerador e os principais componentes**

### 2.2.1 Cubo do rotor / *Hub*

Componente que conecta as três pás ao eixo principal do aerogerador.

#### 2.2.1.1 Carenagem do rotor / *Spinner, Deflector, Nose cone*

Carenagem montada na parte frontal do cubo do rotor na direção do vento e que possui formato cônico, com objetivo de aumentar a aerodinâmica.

#### 2.2.1.2 Atuador para giro da pá / *Actuator for blade pitching*

Subsistema do sistema de controle de passo.

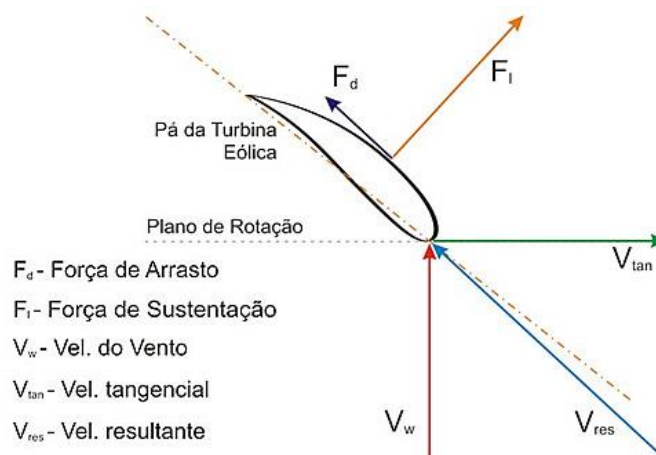
#### 2.2.1.3 Sistema de controle por ângulo de passo da pá / *Pitch system*

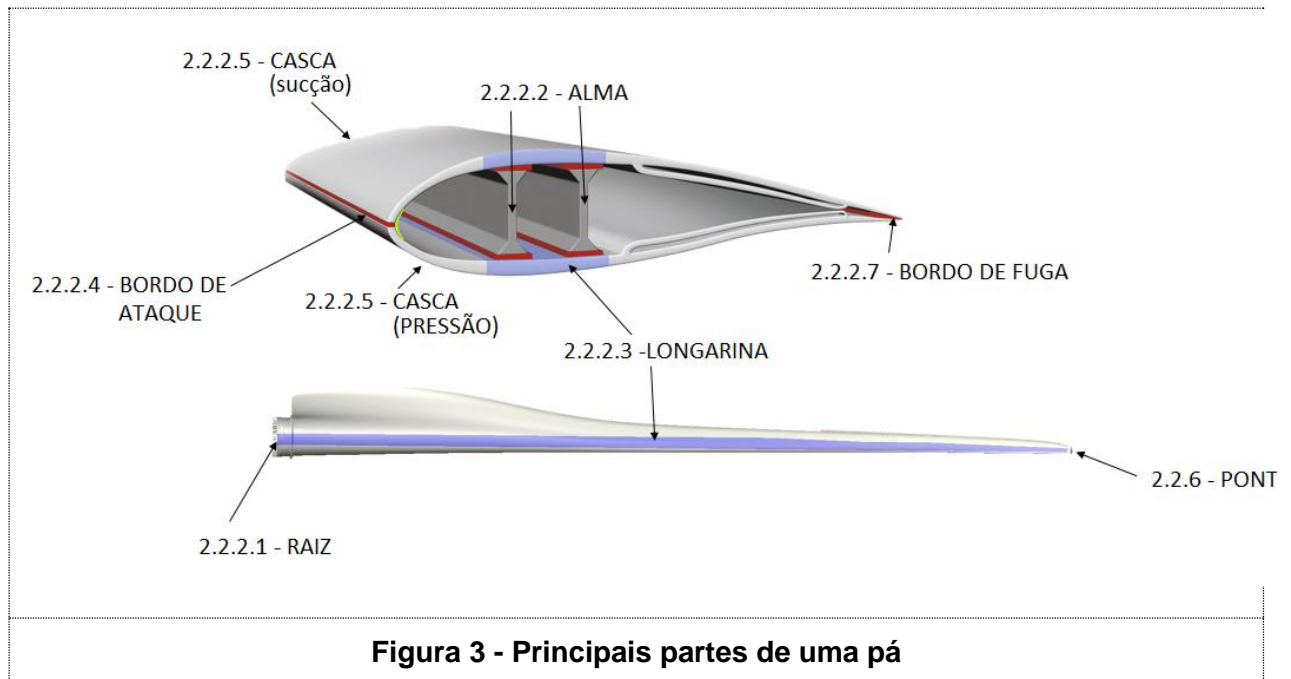
Responsável pelo ajuste do ângulo de passo da pá, possibilitando otimizar a captação da energia cinética do vento, conforme suas variações.

#### 2.2.1.4 Rolamento da pá / *Blade bearing*

### 2.2.2 Pá / *Blade*

Componente que capta a energia cinética do vento para girar o cubo do rotor (*hub*).





#### 2.2.2.1 Raiz / Root

Parte da pá responsável pela conexão com o cubo do rotor. O sistema de fixação é feito por meio de prisioneiros.

#### 2.2.2.2 Alma / Web

Reforço estrutural que se estende longitudinalmente na pá. É fixado nas cascas na região da longarina por meio de adesivos. O formato e a quantidade podem variar de acordo com o projeto. Quando a pá possui duas almas, a diferenciação é feita denominando-se alma do bordo de fuga e alma do bordo de ataque.

#### 2.2.2.3 Longarina / Spar cap

Laminas incorporadas as cascas da pá (faces de pressão e sucção), fabricadas de polímeros reforçados com fibra de vidro (PRFV) ou polímeros reforçados com fibra de carbono (PRFC), unidas por meio da alma.

#### 2.2.2.4 Bordo de ataque / Leading edge

Lado de maior atrito da superfície da pá com o ar. Corresponde ao lado de entrada do vento (ataque).

#### 2.2.2.5 Cascas / Shell

Estrutura composta principalmente de PRFV e também, em algumas regiões, por madeira balsa e/ou espuma e que forma a estrutura aerodinâmica de uma pá. Para a formação de uma pá são necessárias duas cascas, onde, após montadas, são identificadas como casca de sucção (*suction face*), correspondente ao lado de menor pressão aerodinâmica, e casca de pressão (*pressure face*), que é o lado de maior pressão aerodinâmica.

### 2.2.2.6 Ponta / *Tip*

Segmento de menor seção de uma pá, e correspondente à extremidade oposta à raiz.

### 2.2.2.7 Bordo de fuga / *Trailing edge*

Lado de menor atrito da superfície da pá com o ar, e corresponde ao lado de saída do vento (fuga).

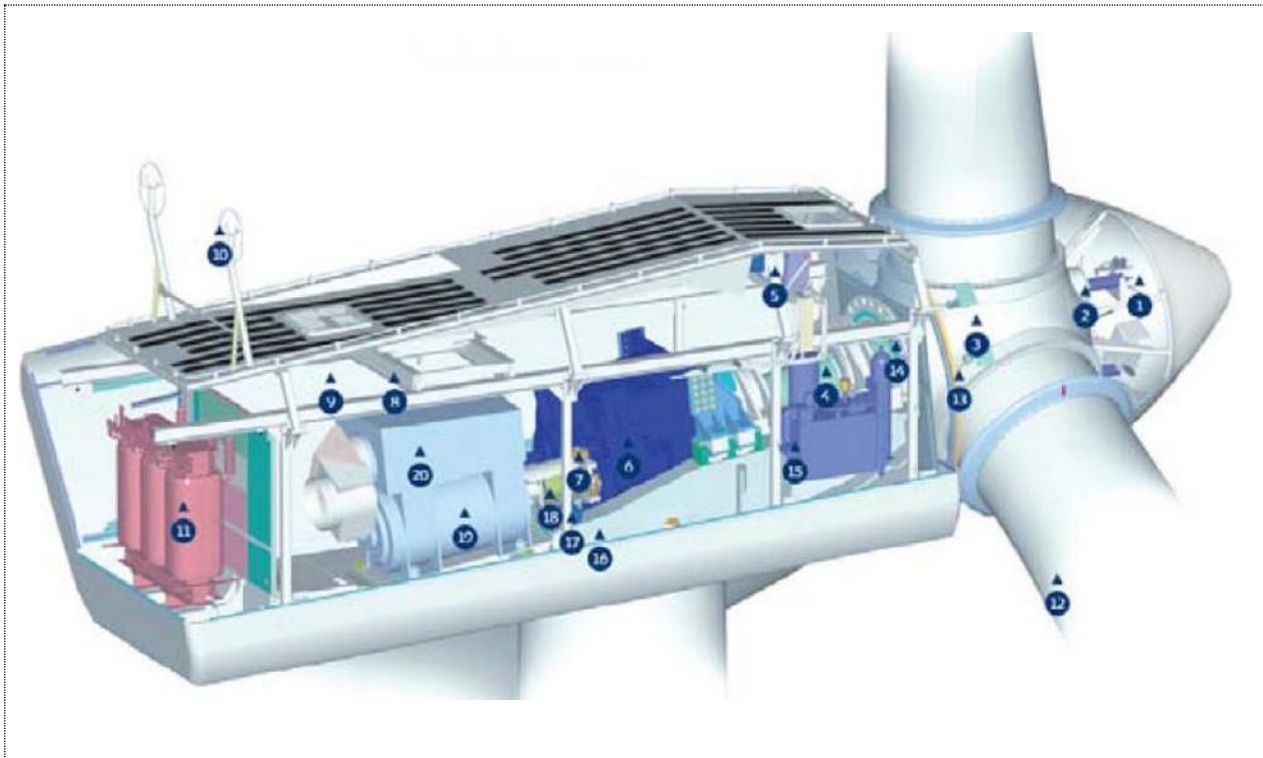
### 2.2.2.8 Sistema de proteção para-raios / *Lightning protection system (LPS)*

Dispositivo que protege todos os sistemas elétricos e demais componentes contra descargas elétricas atmosféricas.

## 2.3 Nacele / *Nacelle*

Compartimento instalado no alto da torre dos aerogeradores, que abriga todos os componentes essenciais para produção de energia.

As naceles costumam ter um formato oval ou retangular. O formato oval geralmente está associado a um sistema de transmissão direta, ou seja, sem a caixa multiplicadora (*gear box*).



- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Controlador do cubo</li> <li>2. Controle pitch</li> <li>3. Fixação das pás no cubo</li> <li>4. Eixo principal</li> <li>5. Aquecedor de óleo</li> <li>6. Caixa multiplicadora</li> <li>7. Sistema de freios</li> <li>8. Plataforma de serviços</li> <li>9. Controladores e inversores</li> <li>10. Sensores de direção (Biruta) e velocidade do vento (anemômetro)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>11. Transformador de alta tensão</li> <li>12. Pás</li> <li>13. Rolamento das pás</li> <li>14. Sistema de trava do motor</li> <li>15. Sistema hidráulico</li> <li>16. Plataforma da Nacele</li> <li>17. Motores de orientação da nacele</li> <li>18. Luva de acoplamento</li> <li>19. Gerador</li> <li>20. Aquecimento de ar</li> </ol> |
|--|---|

**Figura 5 - Vista interior da Nacele com gerador convencional (fonte Vestas 2006)**



1. Apoio principal da nacele
2. Motores de orientação da nacele
3. Gerador (multipolos)
4. Flange de fixação das pás ao eixo
5. Cubo do rotor
6. Pás
7. Sensores de direção (Biruta) e velocidade do vento (anemômetro)

**Figura 6 - Vista interior da Nacele com um gerador com transmissão direta "multipolos"(fonte Enercon, 2006)**

2.3.1 Rolamento principal / *Main bearing*

2.3.2 Eixo principal, eixo de baixa rotação / *Main shaft, Low speed shaft (LSS)*

2.3.3 Sistema de orientação da nacele / *Yaw system*

Objetiva manter o eixo do rotor na mesma direção do componente horizontal do vento.

2.3.4 Caixa multiplicadora, caixa de engrenagens / *Gear box*

2.3.5 Disco de freio / *Disc brake*

2.3.6 Acoplamento / *Coupling*

2.3.7 Equipamento meteorológico / *Metereological equipment*

2.3.8 Anemômetro / *Anemometer*

2.3.8.1 Biruta, indicador de direção do vento / *Wind vane*

2.3.8.2 Gerador / *Generator*

2.3.9 Trem de potência/ *Drive train*

2.3.10 Transformador / *Transformer*

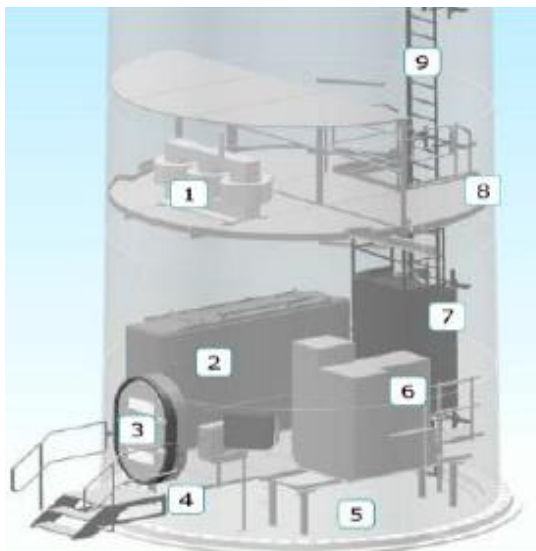
2.3.11 Painel de controle / *Control pannel, Control cabinet*

2.3.12 Painel de potência / *Power pannel, Power cabinet*

2.3.13 Painel do conversor / *Converter pannel, Converter cabinet*

## 2.4 Torre / *Tower*

Elemento que sustenta o rotor e a nacelle na altura adequada para o funcionamento do aerogerador. Geralmente fabricada em aço, concreto e híbrido (segmentos de concreto, mais segmentos de aço).



1. Transformador de alta tensão
2. Armário
3. Porta de acesso
4. Escada de acesso à porta

5. Piso de concreto
6. Células de manobra
7. Elevador de serviço
8. Plataforma do transformador/plataforma intermediária
9. Escada de serviço com linha de vida

**Figura 7 – Componentes de uma torre**

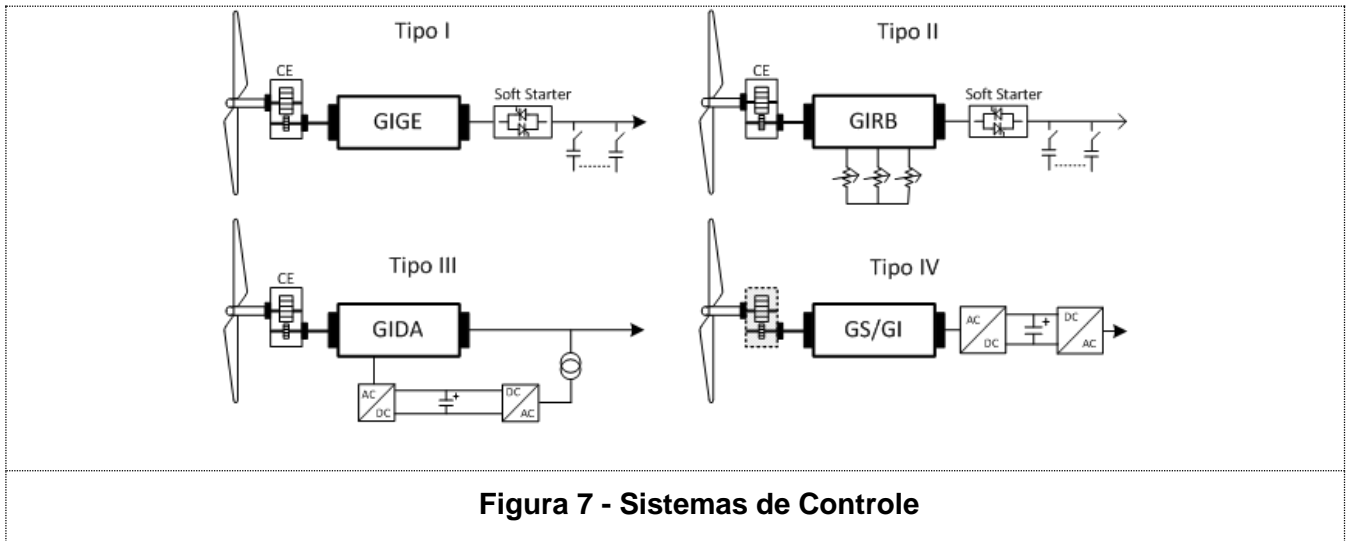
- 2.4.1 Flange da torre / *Tower flange*
- 2.4.2 Guincho de serviço, talha de serviço / *Service crane, hoist, winch*
- 2.4.3 Cabos / *Cables*
- 2.4.4 Escada / *Ladder*
- 2.4.5 Caixa de junção de cabos / *Cable junction box*
- 2.4.6 Painéis elétricos / *Electrical cabinets*
- 2.4.7 Elevador de serviço / *Service lift*
- 2.4.8 Assistente de escalada / *Climb assist*
- 2.4.9 Disjuntor / *Switch gear*
- 2.4.10 Transformador tipo pedestal / *Pad mounted transformer (PMT)*

## **2.5 Sistema de Controle / *System control***

Conjunto de dispositivos que controla a conversão do movimento mecânico em energia elétrica e sua disponibilização à rede de transmissão elétrica.

Os sistemas de controle podem ser divididos em quatro grupos:

- Tipo I: Gerador de indução de gaiola de esquilo;
- Tipo II: Gerador de indução de rotor bobinado;
- Tipo III: Gerador de indução duplamente alimentado;
- Tipo IV: Gerador síncrono (GS) de rotor bobinado, gerador síncrono de ímã permanente e gerador de indução (GI).



## 2.6 Fundação / Foundation

Estrutura-base que sustenta todo o aerogerador, normalmente construída em concreto nas instalações em campo ou *on shore*. Nas instalações no mar ou *off shore*, a estrutura pode ser em aço.