



Energia Eólica no Brasil – Desafios da Geração

Câmara dos Deputados

24 de Setembro de 2019



Associação Brasileira de Energia Eólica



QUEM SOMOS

Fundada em 2002, a ABEEólica é uma instituição sem fins lucrativos que congrega e representa o setor de energia eólica no País.

A ABEEólica contribui, desde a sua fundação, de forma efetiva, para o desenvolvimento e o reconhecimento da energia eólica como uma fonte limpa, renovável, de baixo impacto ambiental, competitiva e estratégica para a composição da matriz energética nacional.

▲ **Missão:** Inserir e sustentar a produção de energia eólica como fonte da matriz energética nacional, promovendo a competitividade, consolidação e sustentabilidade da indústria de energia eólica.

▲ **Visão:** Ser reconhecida como a associação que representa de forma legítima, ética e transparente a cadeia produtiva da indústria.

▲ **Valores:**

- ✓ Qualidade, ética e respeito à legislação
- ✓ Responsabilidade socioambiental
- ✓ Sustentabilidade
- ✓ Transparência
- ✓ Cooperação com todos os integrantes da cadeia produtiva

Membros da ABEEólica

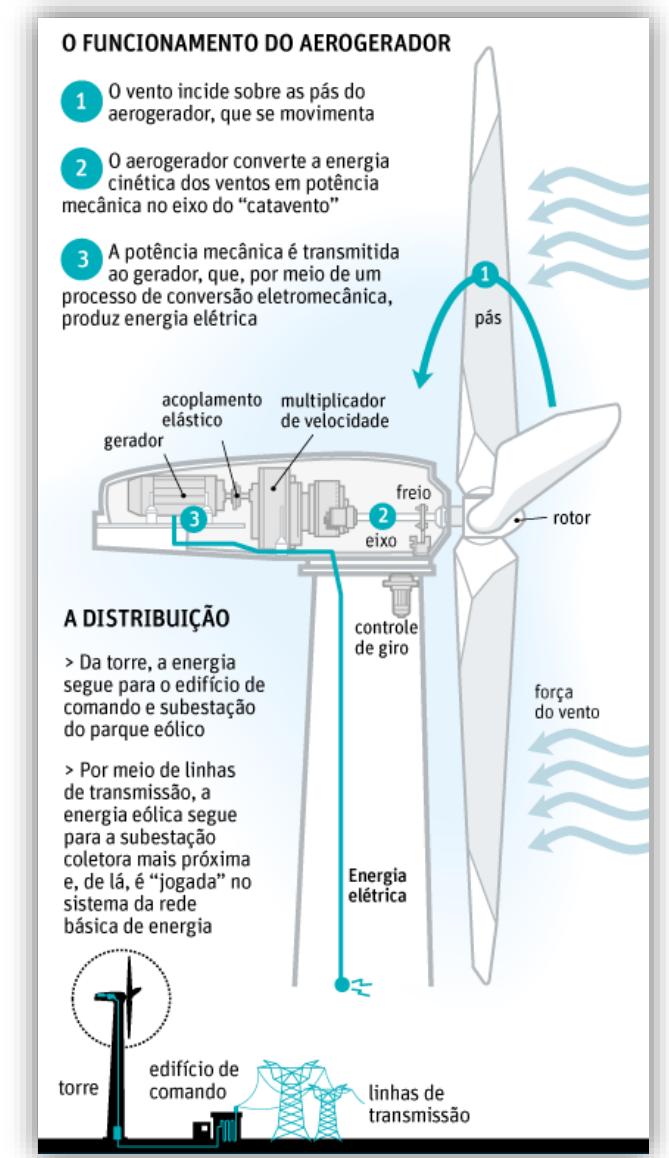




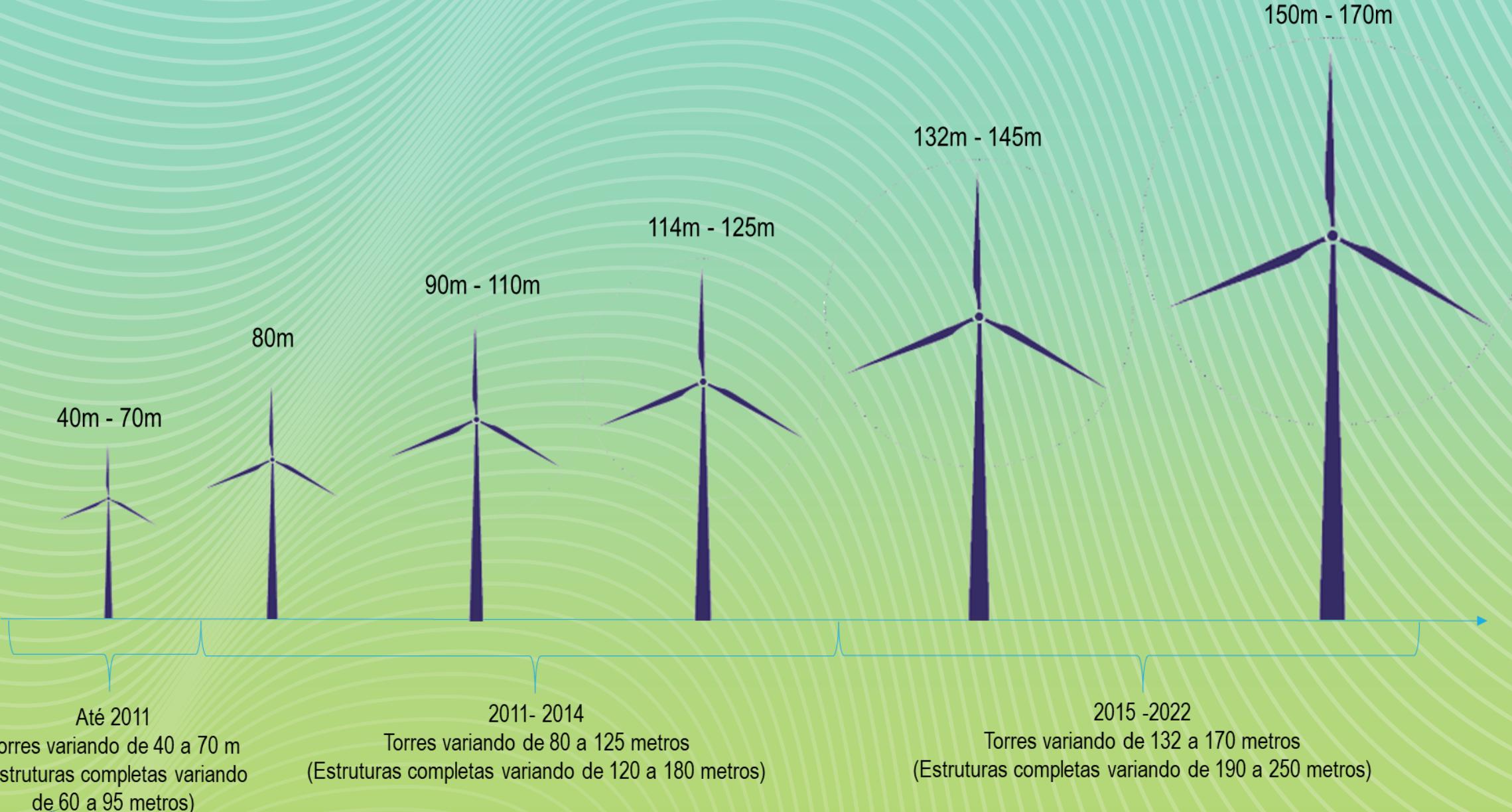
ENERGIA EÓLICA

O que é Energia Eólica?

- 1 VENTO: ar em movimento
 - 2 ENERGIA CINÉTICA: energia que está relacionada com o movimento
 - 3 ENERGIA MECÂNICA: energia que está relacionada com força
- ENERGIA ELÉTRICA: energia que está relacionado ao potencial elétrico



EVOLUÇÃO DOS AEROGERADORES NO BRASIL



IMPORTANTE: O ESQUEMA ACIMA É BASTANTE SIMPLIFICADO.

Fabricantes fazem turbinas maiores para o Brasil

Evolução da tecnologia e características dos ventos brasileiros permitem uso de equipamentos que dobram capacidade de geração

Luciana Collet

Fabricantes de turbinas eólicas iniciaram uma guerra de gigantes no mercado brasileiro, buscando vender no País equipamentos maiores, en-

to importante para a Siemens Gamesa, já que a energia eólica no Brasil é a fonte energética mais competitiva, com geração que dobra os números de ou-

tro países, graças à qualidade e intensidade do vento na região", diz Roberto Prida, diretor-geral de Onshore da Siemens Gamesa no Brasil.

MAIOR PORTE

- Como são e como ficarão torre e turbinas eólicas



Fonte: Jornal Estado de São Paulo – 08/06/2019

SUMÁRIO

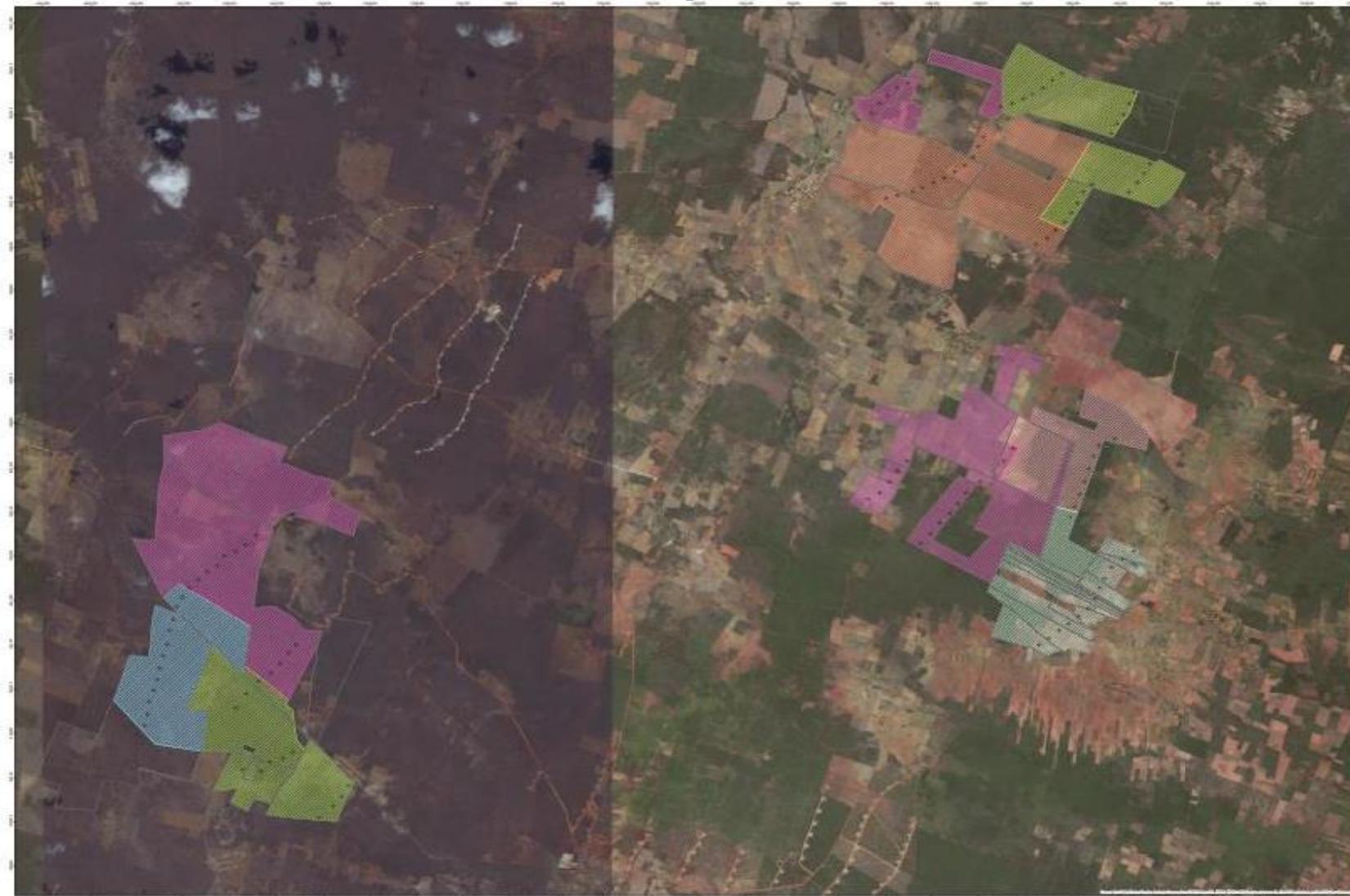
1 INTRODUÇÃO E BREVE HISTÓRICO	
2 OBJETIVO DO ESTUDO	
3 ENTRADAS DE PROJETO	
4 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	
5 DESENHOS MECÂNICOS	
5.1 Cenário 1 – Cavalo 6x4 + Carreta Extensiva de 3 eixos direcionais + Pá 75m.....	
5.2 Cenário 2 – Cavalo 8x4 + Carreta Extensiva de 4 eixos direcionais + Pá 85m.....	
6 PRINCIPAIS CORREDORES DE TRANSPORTE	
6.1 - Principais corredores de transporte para atendimento da região nordeste.....	
6.2 - Principais corredores de transporte para atendimento da região sul.....	
7 CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS	
8 PLANO PARA MITIGAÇÃO DE RISCOS E CONTORNOS DE ENGENHARIA	
8.1 - Configuração das carretas e dispositivos de segurança.....	
8.2 - Melhorias e dispositivos para os carros de escolta.....	
8.3 - Ampliação de sinalizações.....	
8.4 - Mapeamento e classificação dos pontos críticos e procedimentos operacionais.....	
8.5 - Treinamentos e conscientizações.....	
9 PROCEDIMENTOS PADRÔES	
9.1 - Acesso a postos de combustíveis e áreas de estacionamento em pista simples.....	
9.2 - Saída de postos de combustíveis e áreas de estacionamento na pista simples.....	
9.3 - Acesso a postos de combustíveis e áreas de estacionamento em pista dupla.....	34
9.4 - Saída de postos de combustíveis e áreas de estacionamento na pista dupla.....	37
9.5 - Passagem por Obras de Arte Especiais.....	40
9.6 - Trevos de acesso aos projetos.....	43
10 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO E SIMULAÇÕES	46
10.1 - Rota 1 – Pecém/Caucaia-CE/Fortaleza-CE x Jandaira-RN.....	47
11 CONCLUSÃO	116





DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

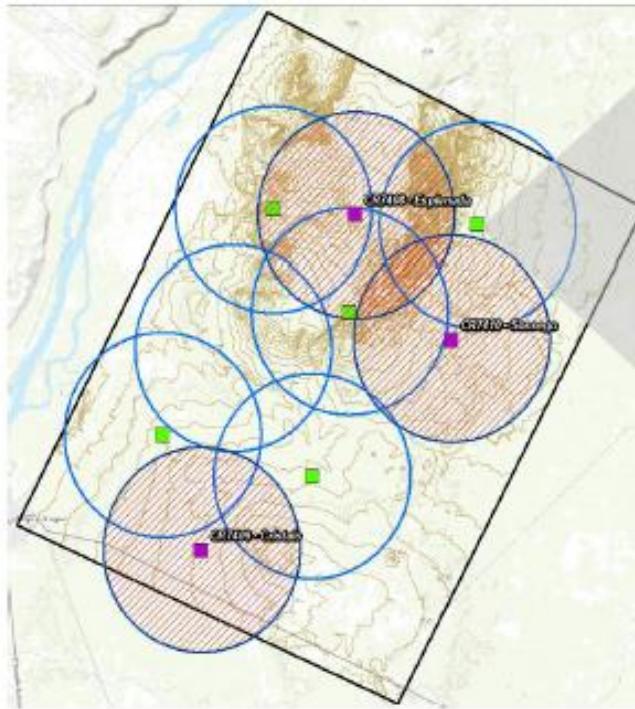
Mapeamento e Arrendamento/Compra das Propriedades



- Localização das áreas com potencial;
- Delimitação das áreas;
- Contratos de arrendamento;
- Regularização fundiária.

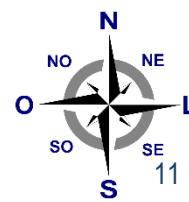
Medições de Vento

- Análise dos ventos;
- Instalação de torres anemométricas;
- Medições realizadas no período de 3 anos.

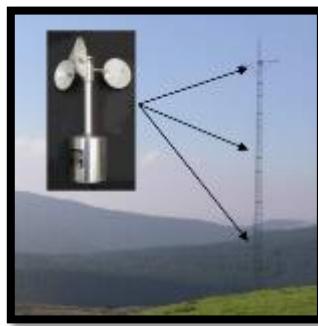


* 1 Torre certifica uma circunferência de até 10 km

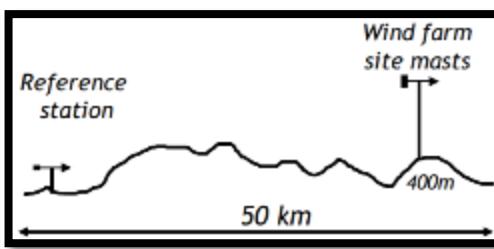
** Tempo mínimo de medição para participação no ACR/ACL: 3 anos



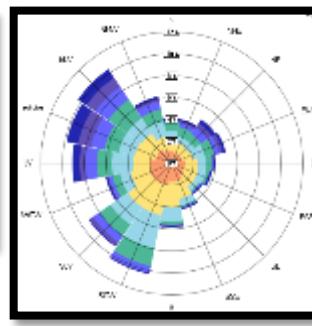
- Objetivo do estudo é **prever a energia que será produzida** em um projeto por pelo menos 20 anos.
- Trata-se da etapa mais importante, afinal, se não há bom vento, não há energia e nem receita.



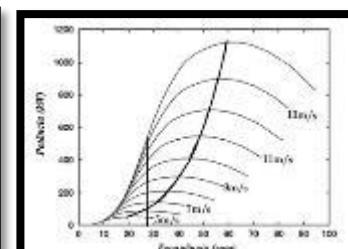
Medição de Vento



Correlações de distância, altura e relevo e extração de prazo



Definição de Rosa dos Ventos



Aplicação das características do aerogerador



Subtração de perdas e incertezas

Estimativa  de Energia

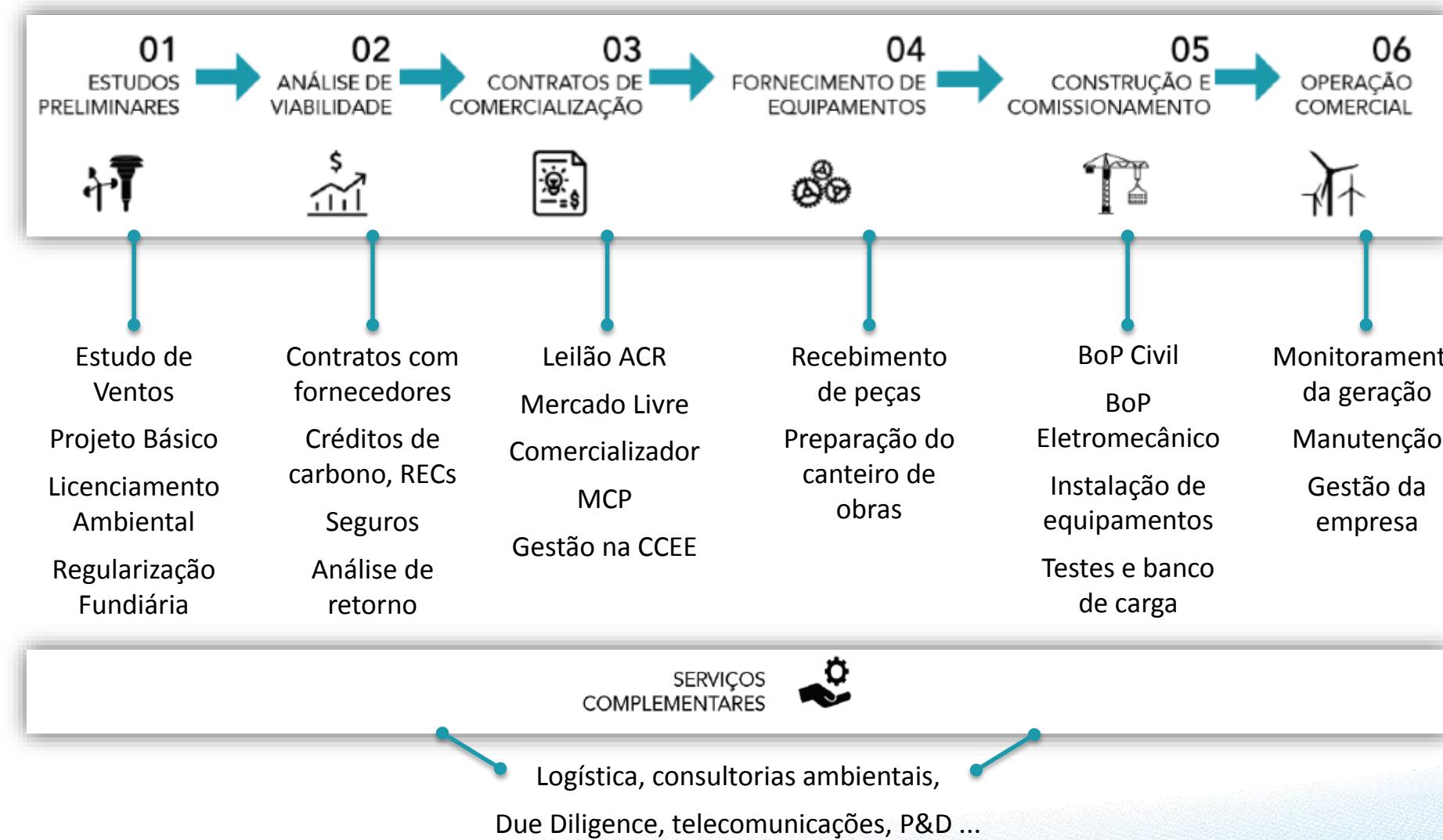
Estudos de Conexão ao Sistema de Transmissão



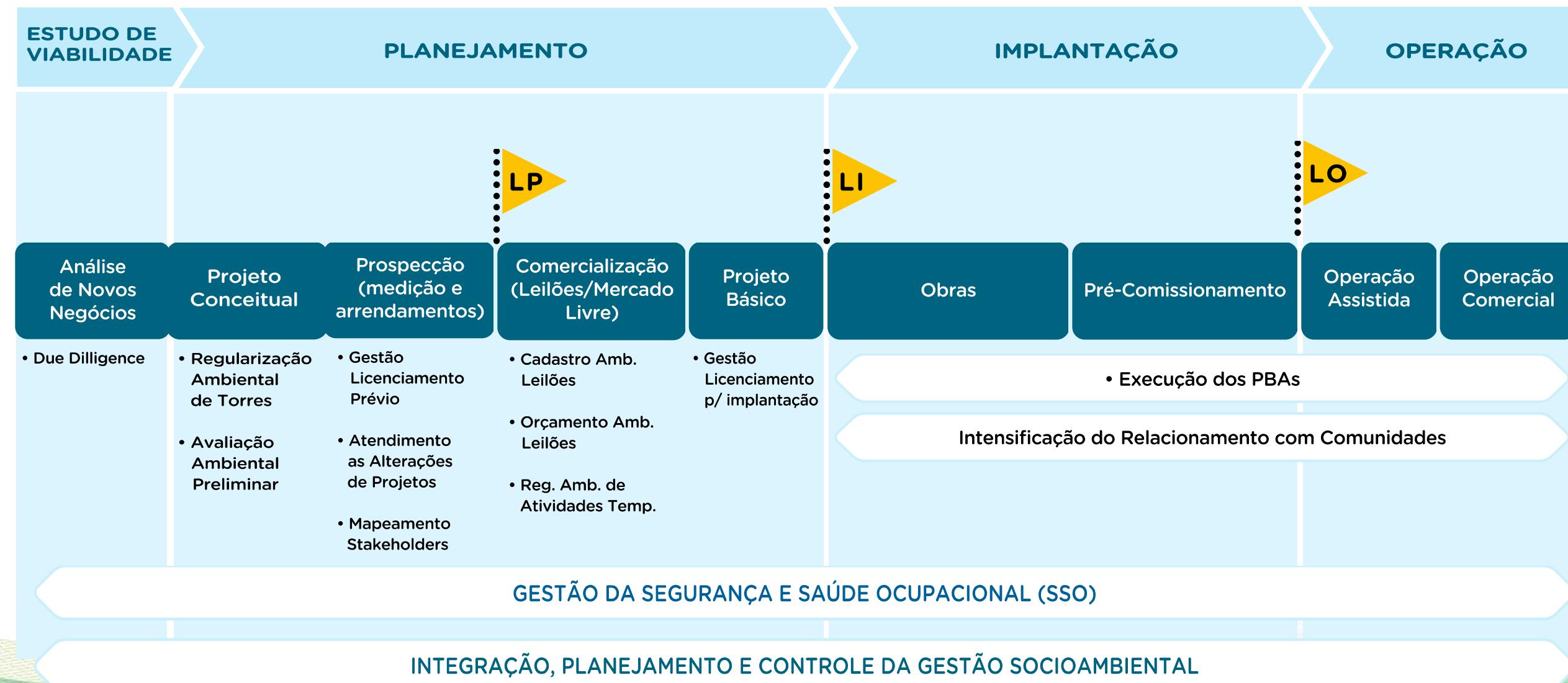
Estudo de Transmissão contratado pela ABEEólica – PSR - 2017

- **Módulo 1:** Acesso ao Sistema de Transmissão – Margens de Escoamento
- **Módulo 2:** Revitalização do mecanismo de instalações de transmissão de interesse exclusivo de geração para conexão compartilhada (ICG)
- **Módulo 3:** Leilões coordenados de geração e instalações da rede básica para escoamento da potência de geradores
- **Módulo 4:** Planejamento proativo da transmissão
- **Módulo 5:** Leilões de Concessões de transmissão

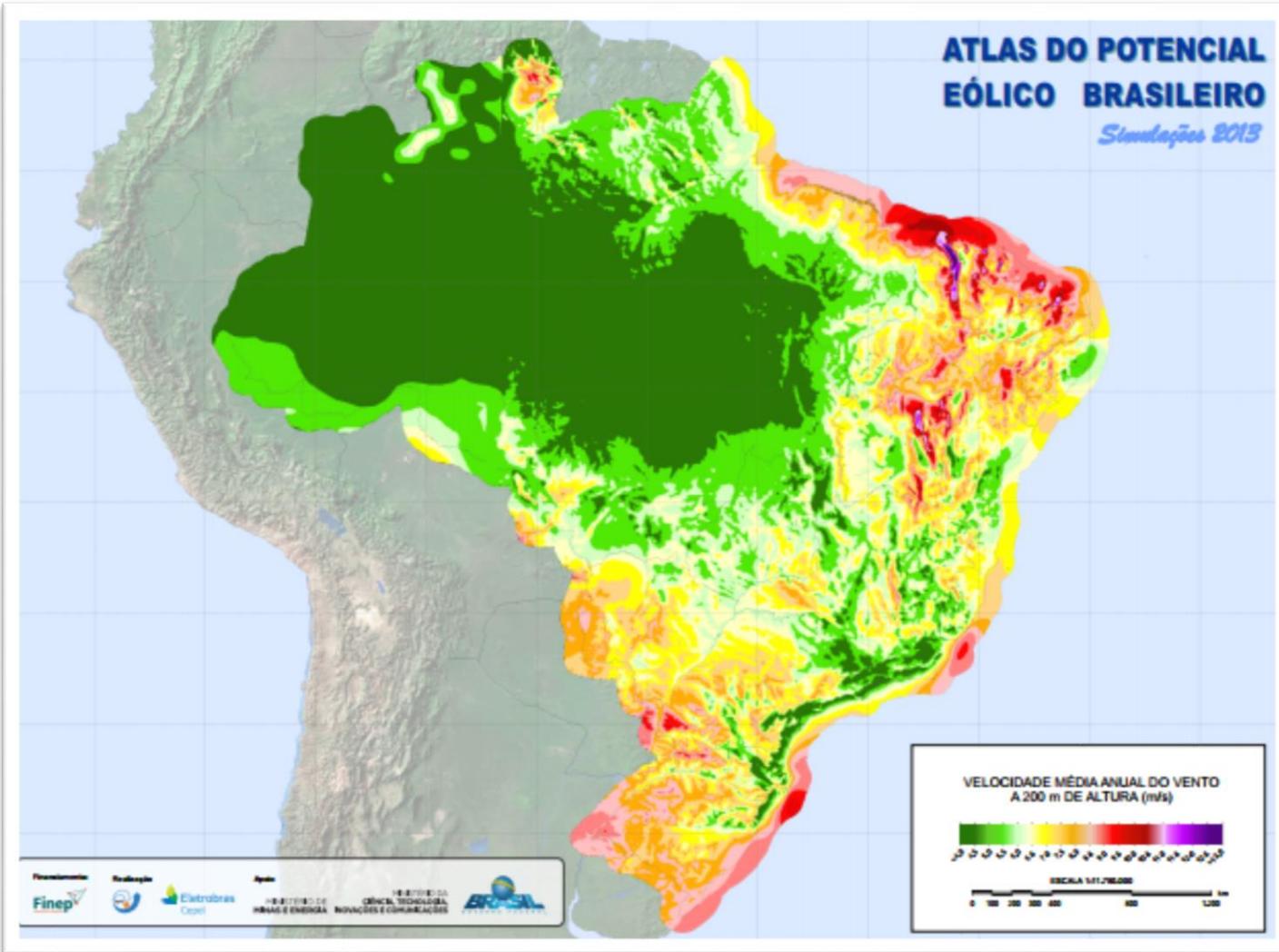
Processo de Desenvolvimento de um Parque Eólico



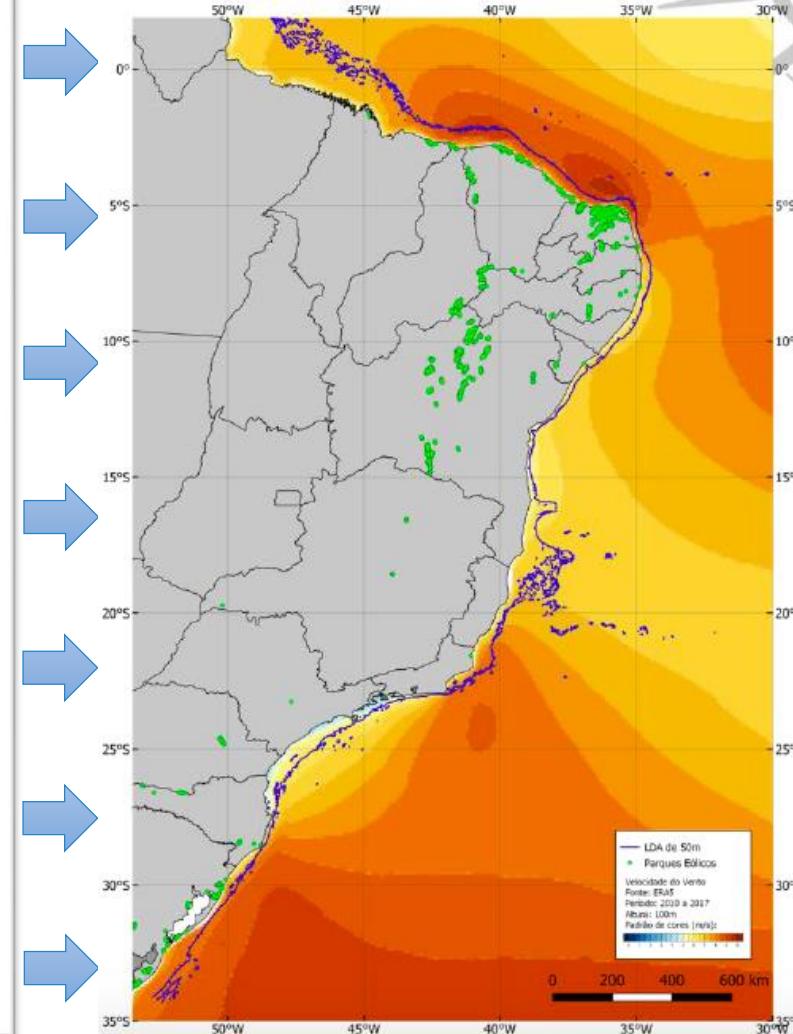
Licenciamento Socioambiental: Etapas para a regular implantação de um Parque Eólico



Potencial Eólico Brasileiro



Onshore



Offshore

Nordeste

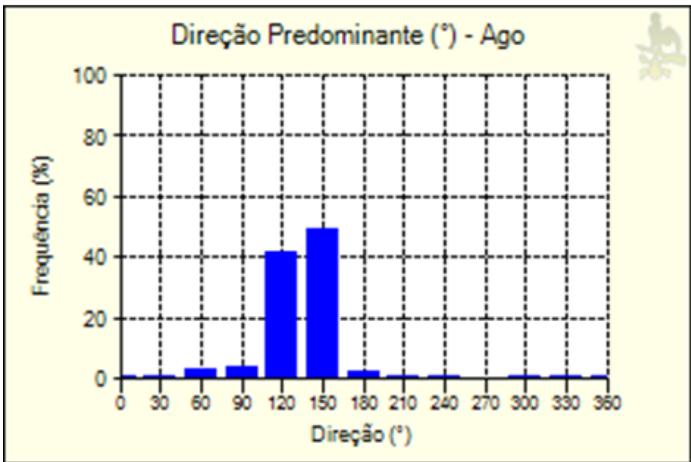
Elevado potencial
próximo à costa e
com baixa
profundidade -
Maior velocidade
média do que em
terra.

Sul e Sudeste

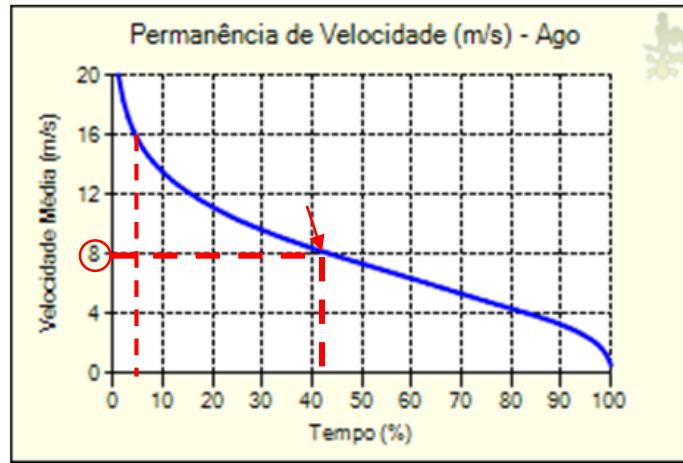
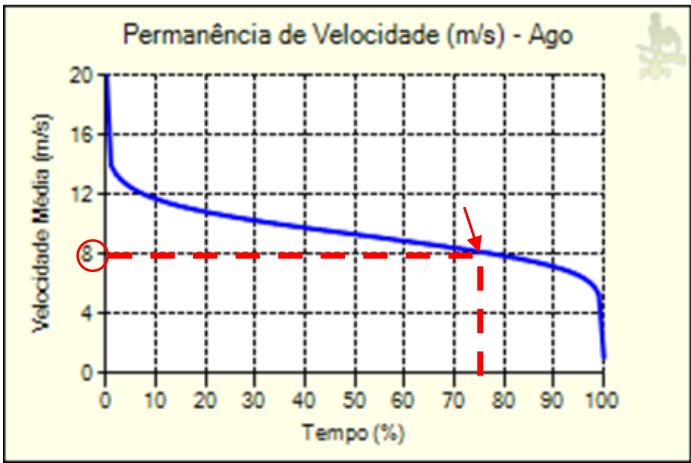
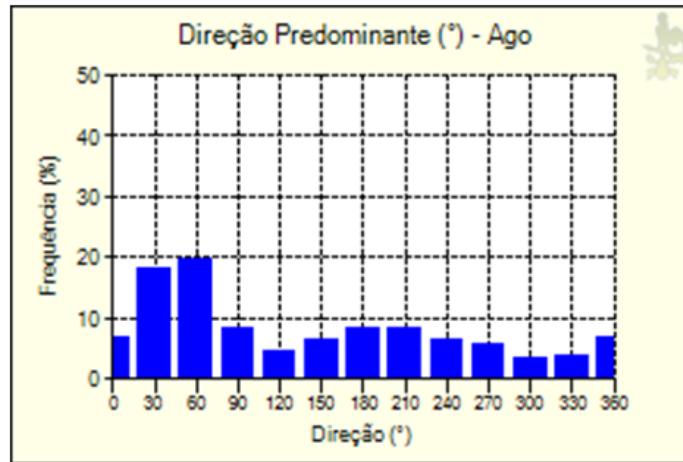
Grande potencial
próximo à carga.

Características do Vento Brasileiro

Nordeste -RN

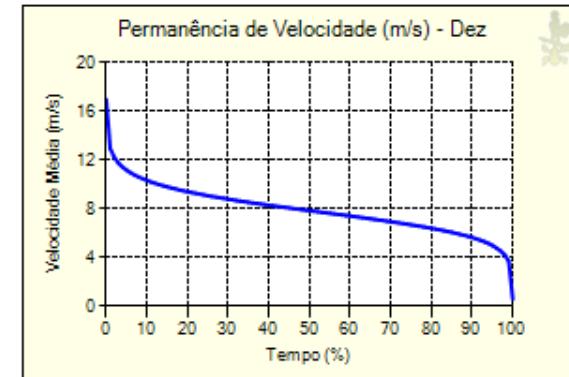
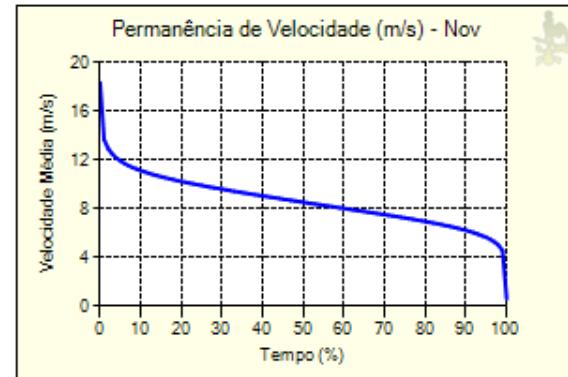
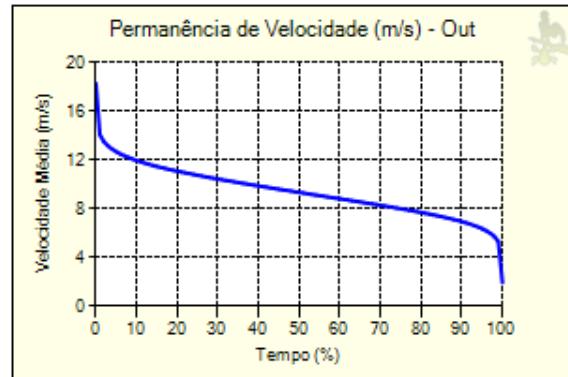
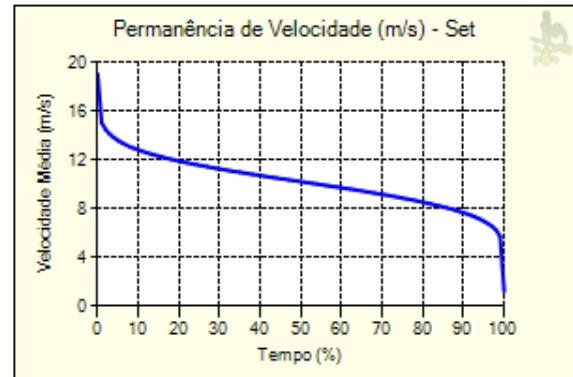
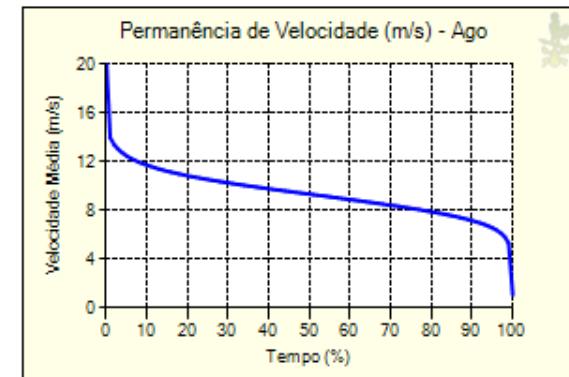
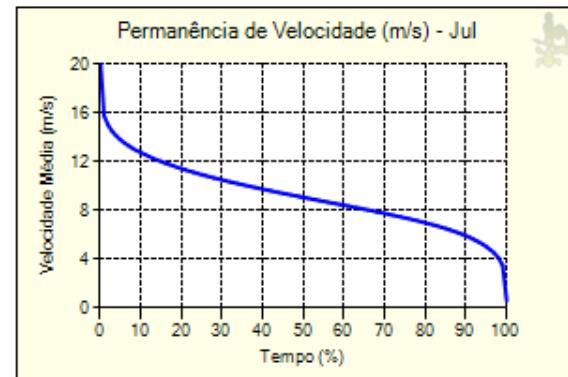
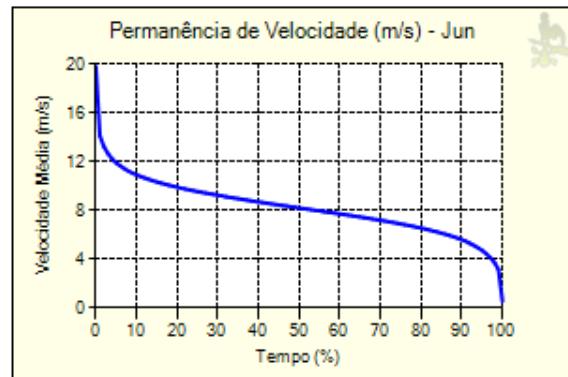
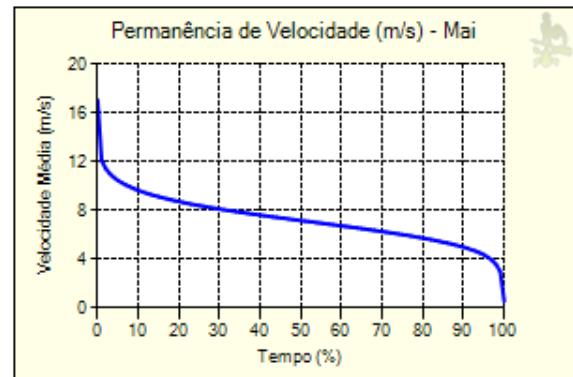
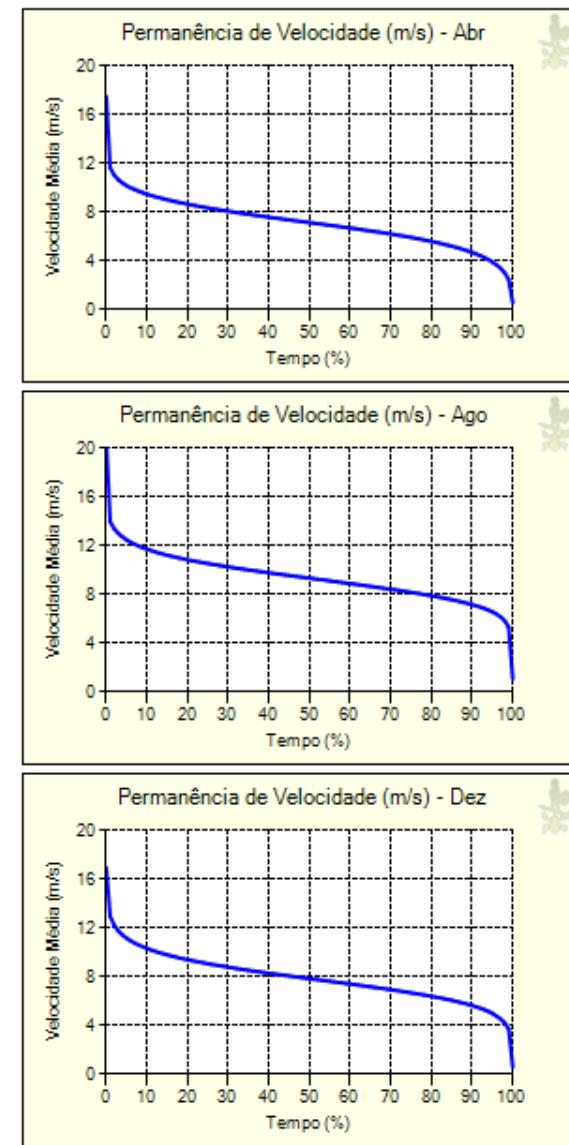
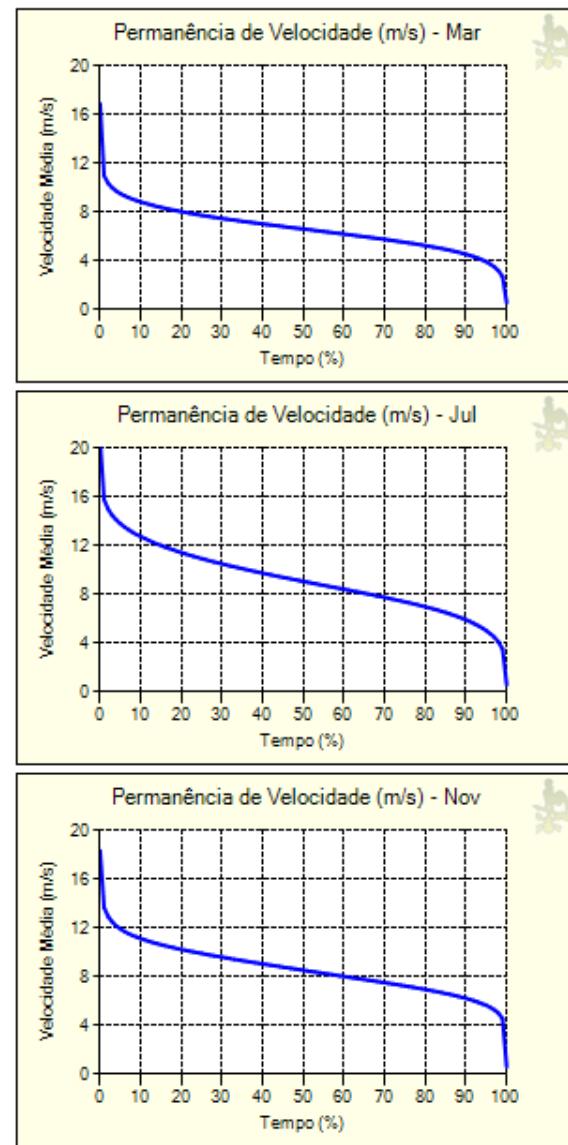
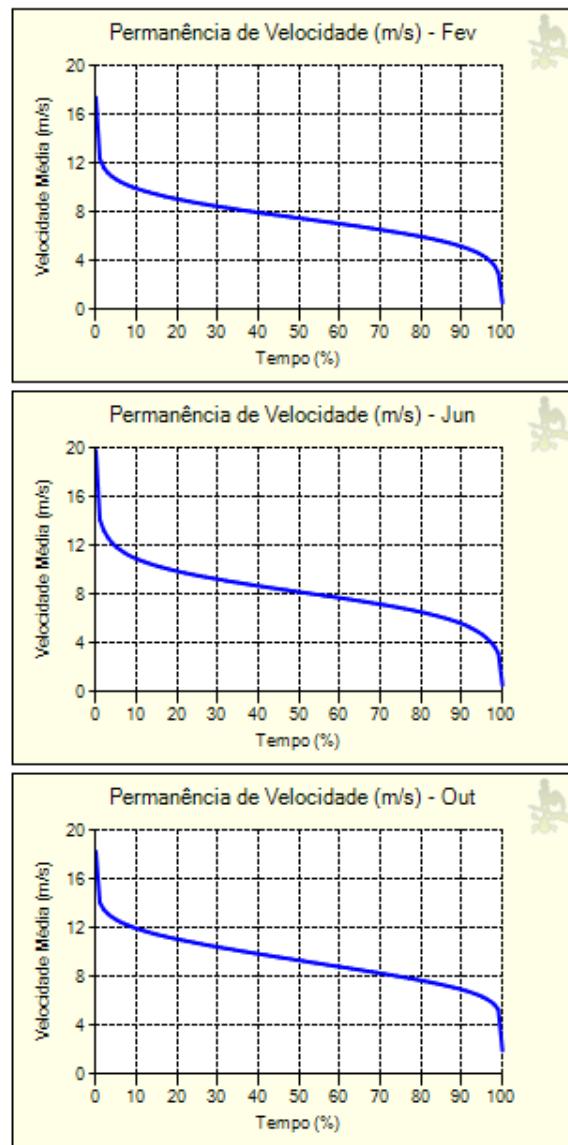
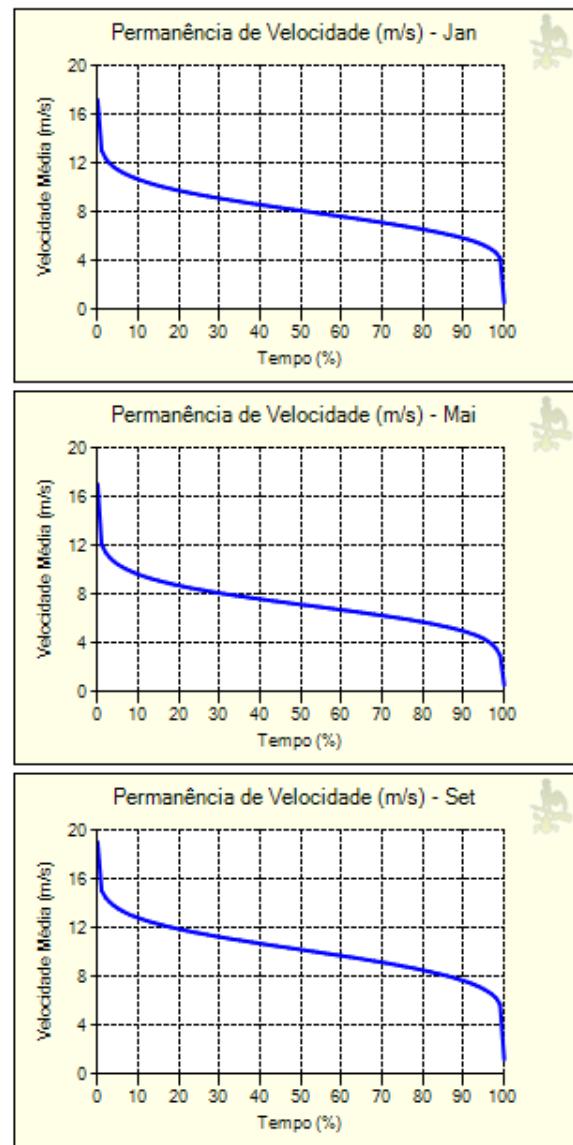


Sul - RS



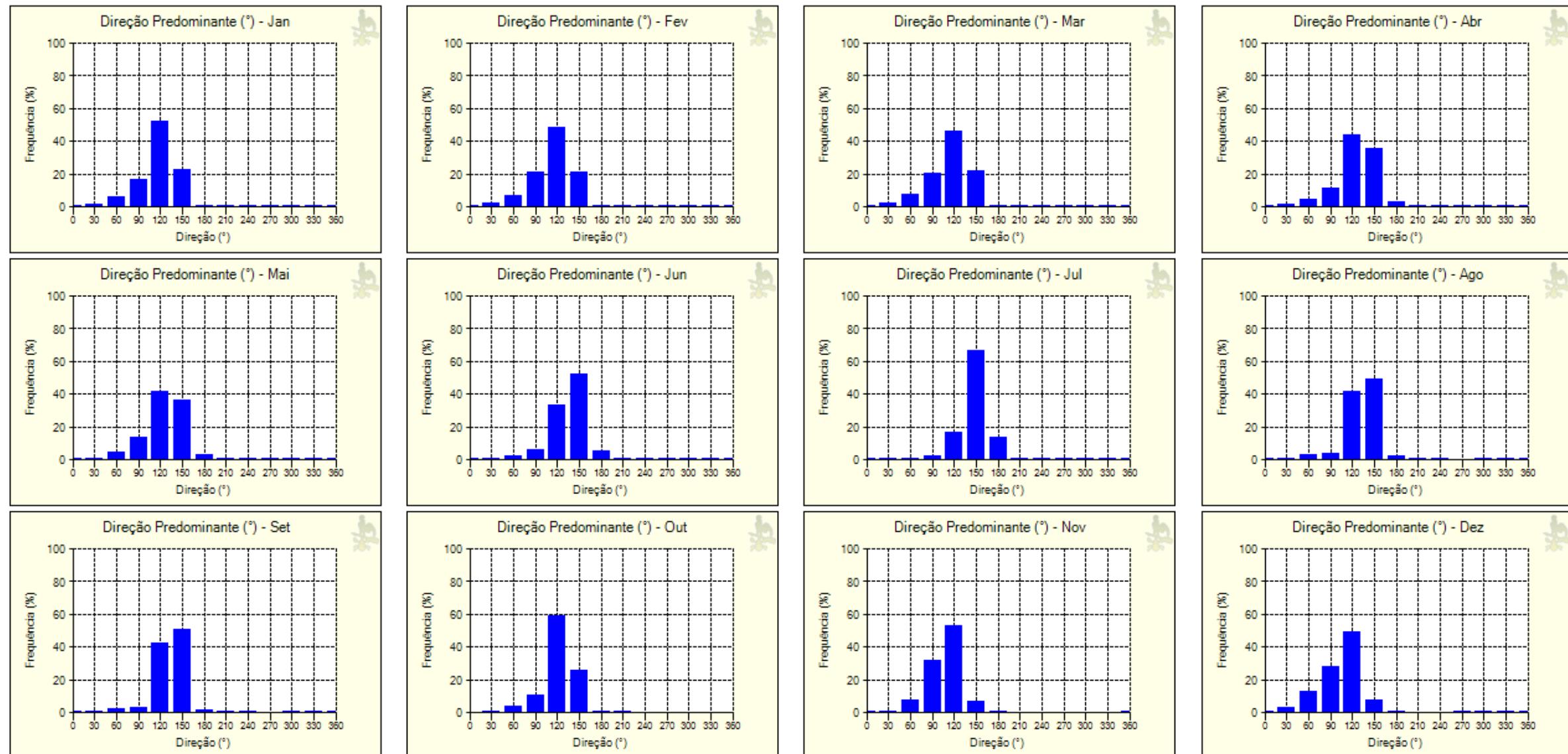
Fonte: AMA EPE (Dados 2017)

Permanência de Velocidade do Vento – RN - 2017



Fonte: AMA EPE (Dados 2017)

Direção Predominante do Vento – RN - 2017



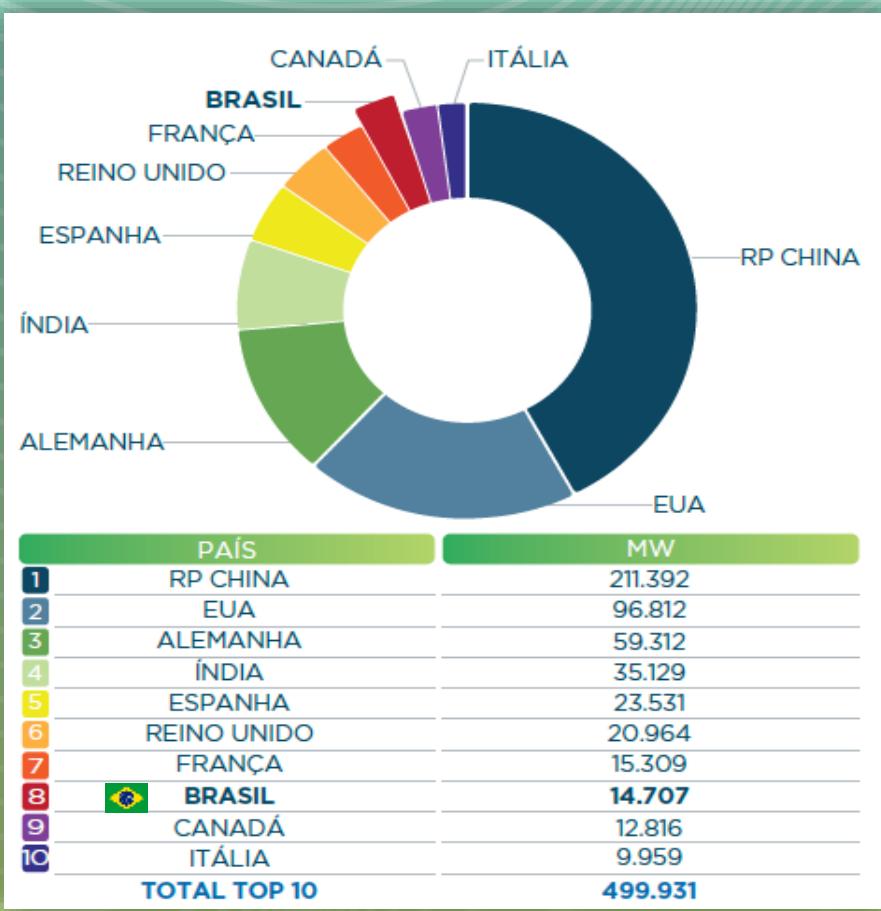
Fonte: AMA EPE (Dados 2017)



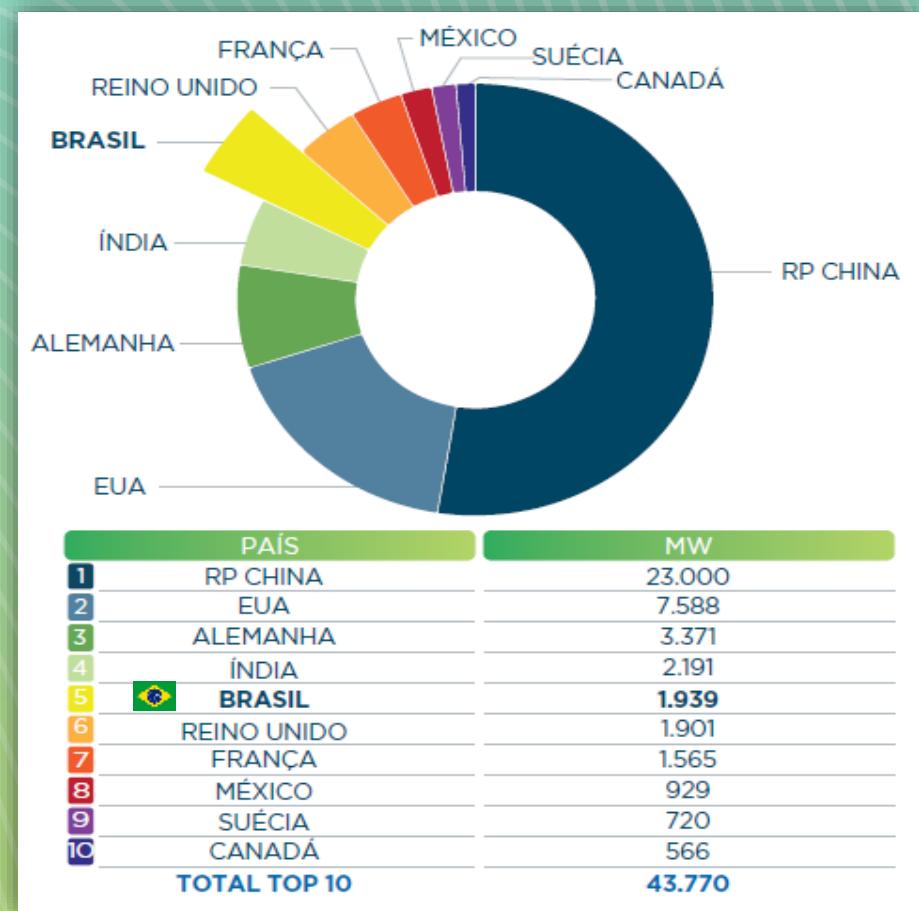
CONTEXTO MUNDIAL E BRASILEIRO

TRAJETÓRIA MUNDIAL

CAPACIDADE INSTALADA TOTAL



CAPACIDADE INSTALADA NOVA



Fonte: GWEC | ABEEólica (2018)

LINHA DO TEMPO DA EÓLICA



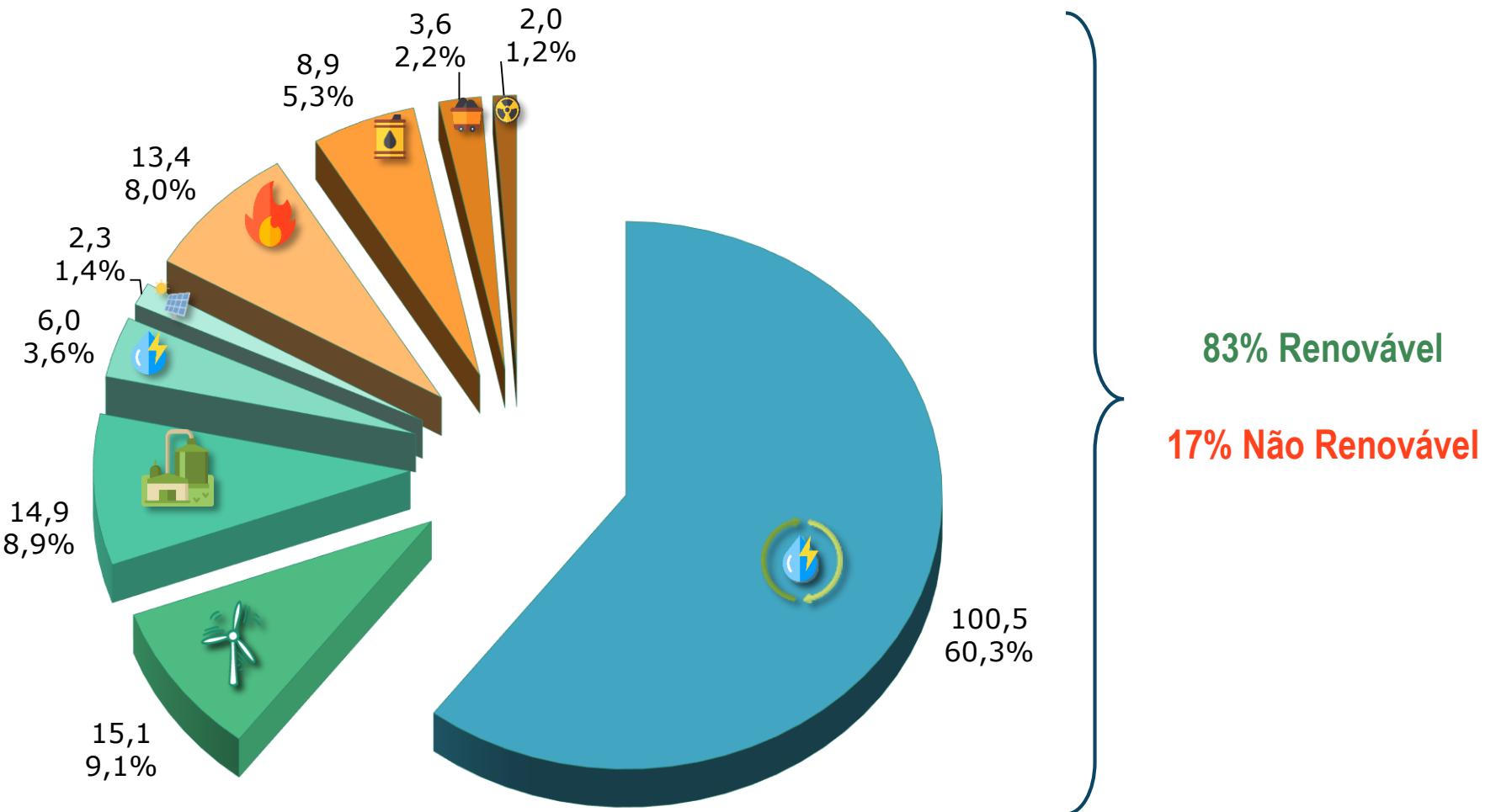
11 de abril de 2019

Eólica já é a segunda fonte da matriz elétrica brasileira com 15 GW de capacidade instalada

- 1992** 1ª turbina em operação no Brasil
- 1997** Convênio CONFAZ 101/97 – Isenção de ICMS para eólica
Prorrogação do convênio em 2010, 2011, 2014, 2017 – validade até 2028
- 2002** Criação do PROINFA e da ABEEólica
- 2004** Regulamentação do Novo Modelo do Setor Elétrico
- 2009** 1º Leilão com participação eólica (LER 2009)
Existência da Cláusula 5.12 – isenção do risco da transmissão
- 2010** 1ª Participação no Leilão de Fontes Alternativas (LFA 2010)
- 2011**  1 GW
- 2012** Novo Regra de Conteúdo Local do BNDES – 2013 a 2016
Criação do Selo e Certificado de Energia Renovável
- 2013** 2ª fonte mais competitiva
Extinção da Cláusula 5.12
- 2014**  5 GW
Resolução CONAMA 462 Licenciamento Ambiental Eólica
- 2015** PRT 416 de Revisão da Garantia Física das Eólicas
- 2016**  10 GW
- 2017** Fim do Quadriênio no CCEAR por Disponibilidade
- 2018** Contrato por Quantidade para fonte eólica
- 2019**  15 GW

Matriz Elétrica Brasileira (GW)

Potência Instalada



Hidrelétrica

Eólica

Biomassa

PCH e CGH

Fotovoltaica

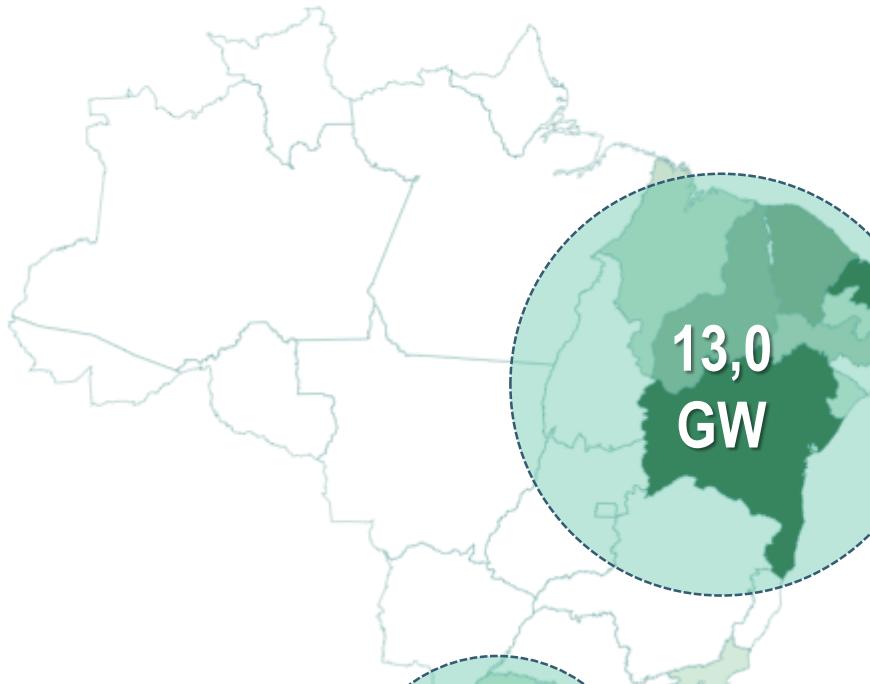
Gás natural

Petróleo

Carvão mineral Nuclear

Fonte: ANEEL | ABEEólica

Capacidade Instalada por Estado



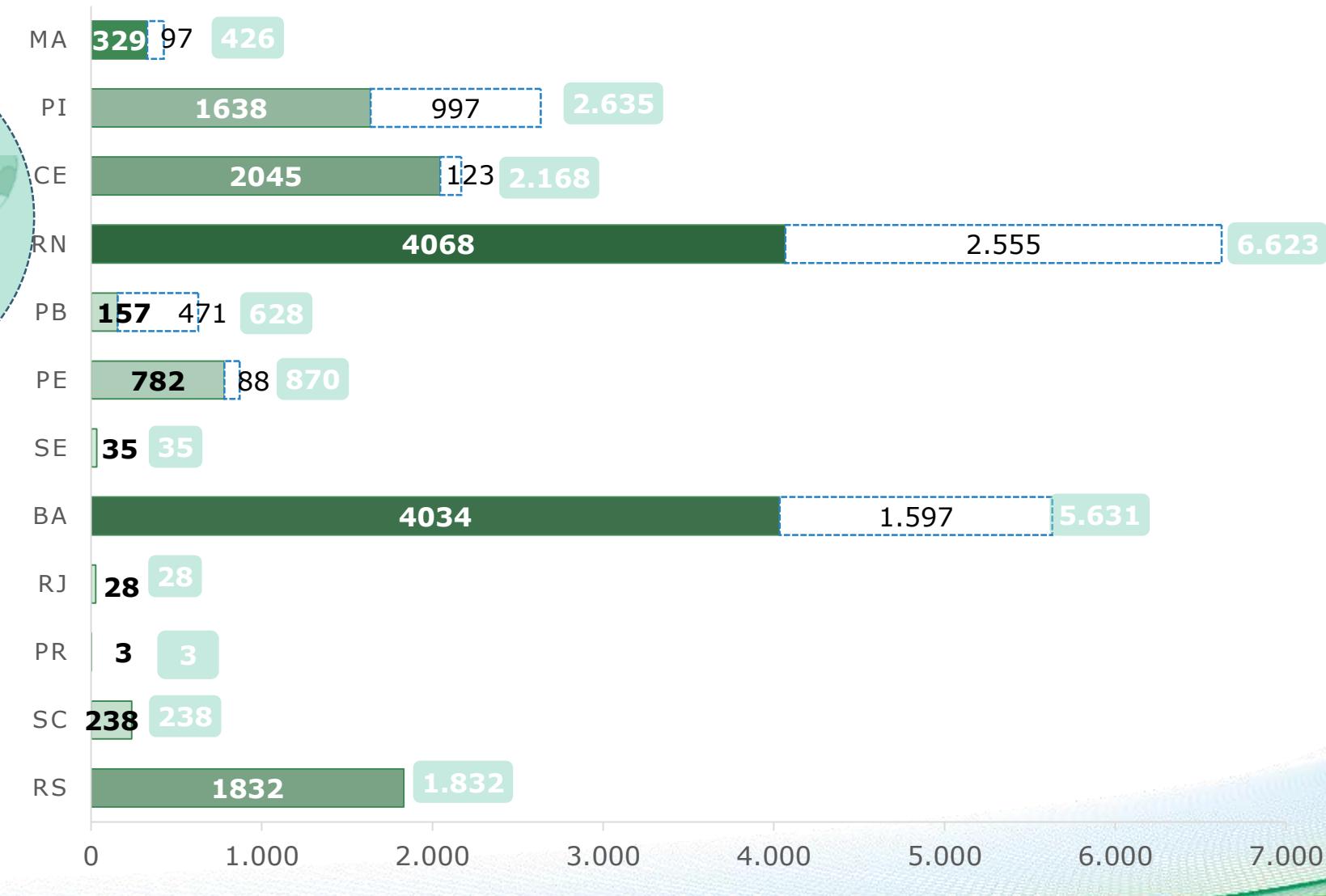
2,1
GW

13,0
GW

Capacidade instalada
15,19 GW (609 parques)

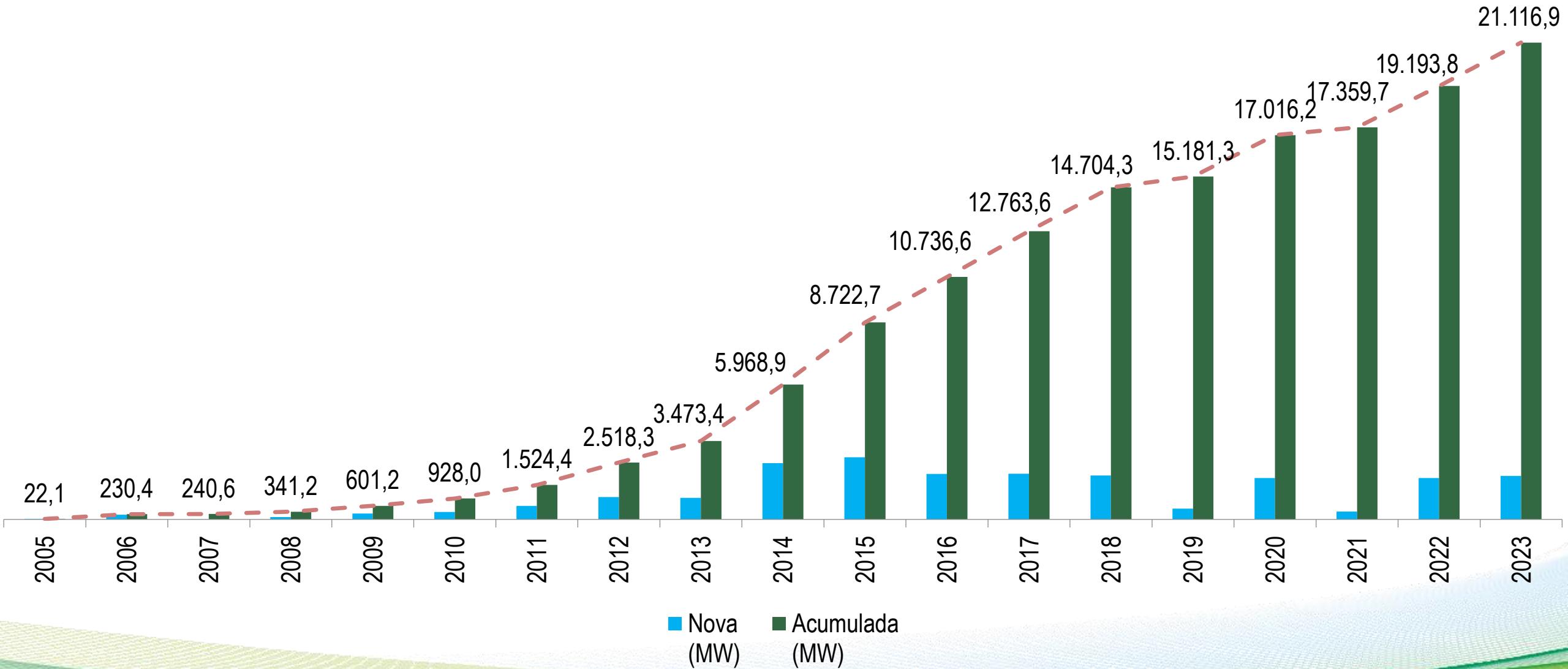
Capacidade contratada
5,93 GW (186 parques)

Total
21,1 GW (795 parques)



Fonte: ANEEL | ABEEólica

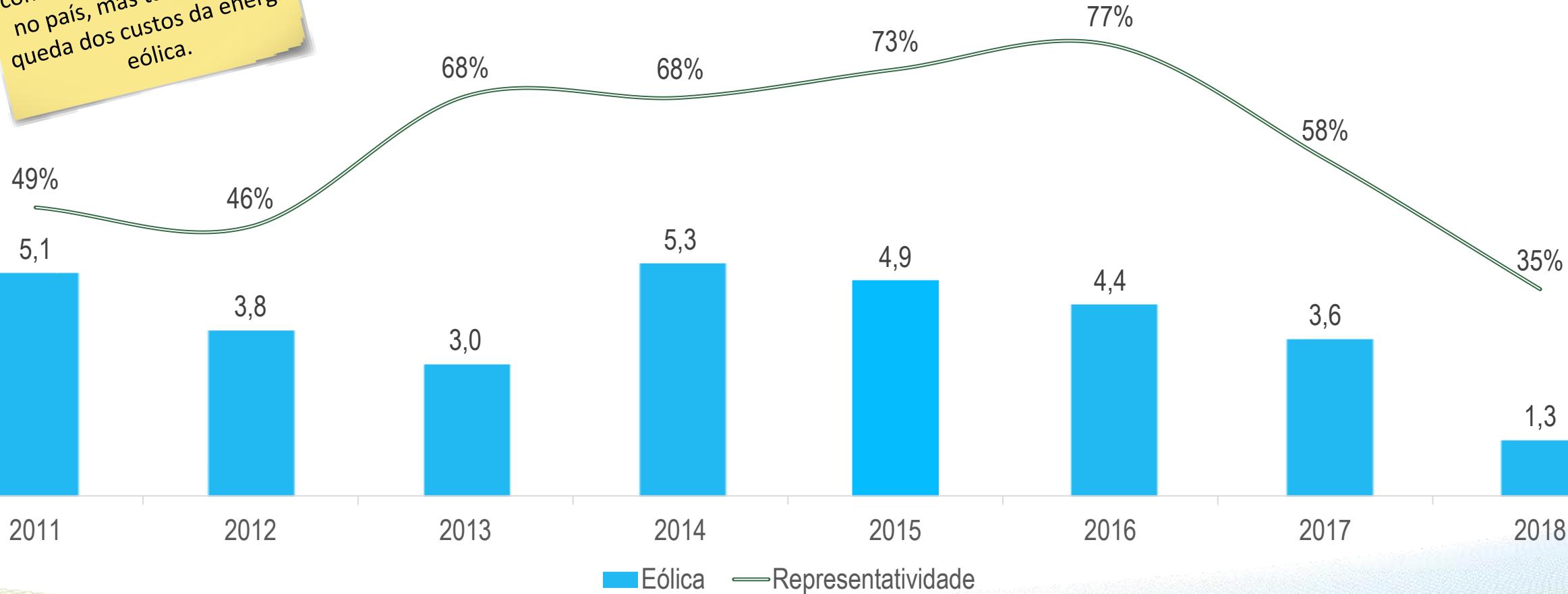
Evolução da Capacidade Instalada



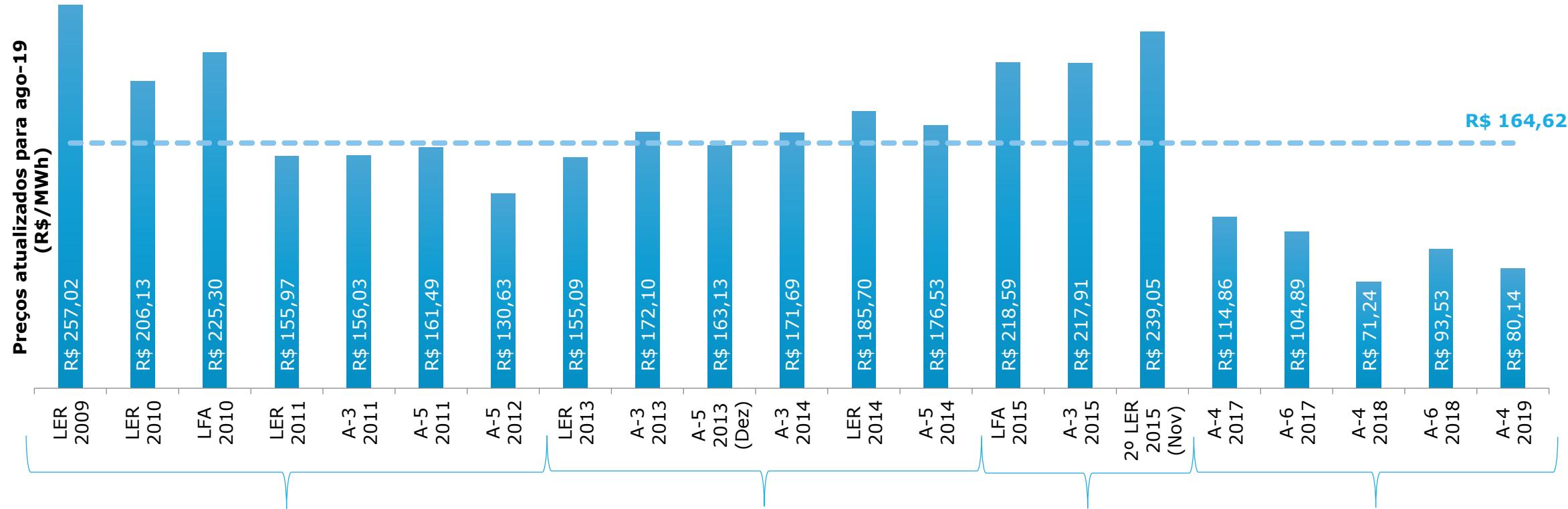
Investimentos em US\$ bi

Representatividade em relação aos investimentos em renováveis

A redução do volume de investimentos nos últimos dois anos está relacionada com a redução da demanda no país, mas também pelo queda dos custos da energia eólica.



Preços nos leilões regulados x evolução da eólica



- Evolução Tecnológica x aproveitamento da área
- Competição natural de setor de infraestrutura

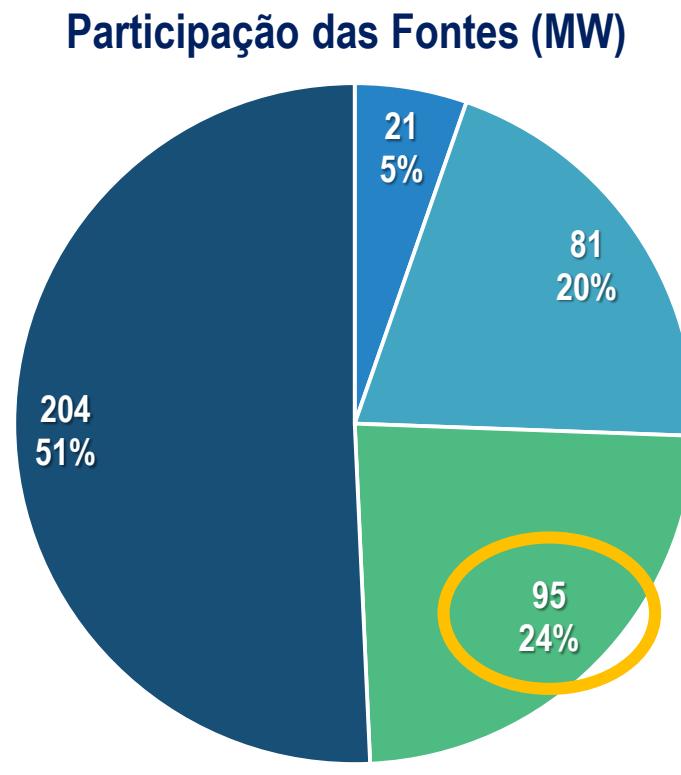
- Ampliação dos índices de nacionalização
- Novo FINAME
- Evolução Tecnológica
- Reestabelecimento de melhor TIR

- Índice de nacionalização (até 80%)
- Taxa de câmbio
- Custo Brasil

- Antecipação do início de suprimento
- ACR + ACL
- Conexão
- Oferta represada
- Estratégias globais de equipamento

Taxa de câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 3,76

- Realização do Leilão: 28 de junho de 2019
- Início do suprimento de energia elétrica: 1º de janeiro de 2023.



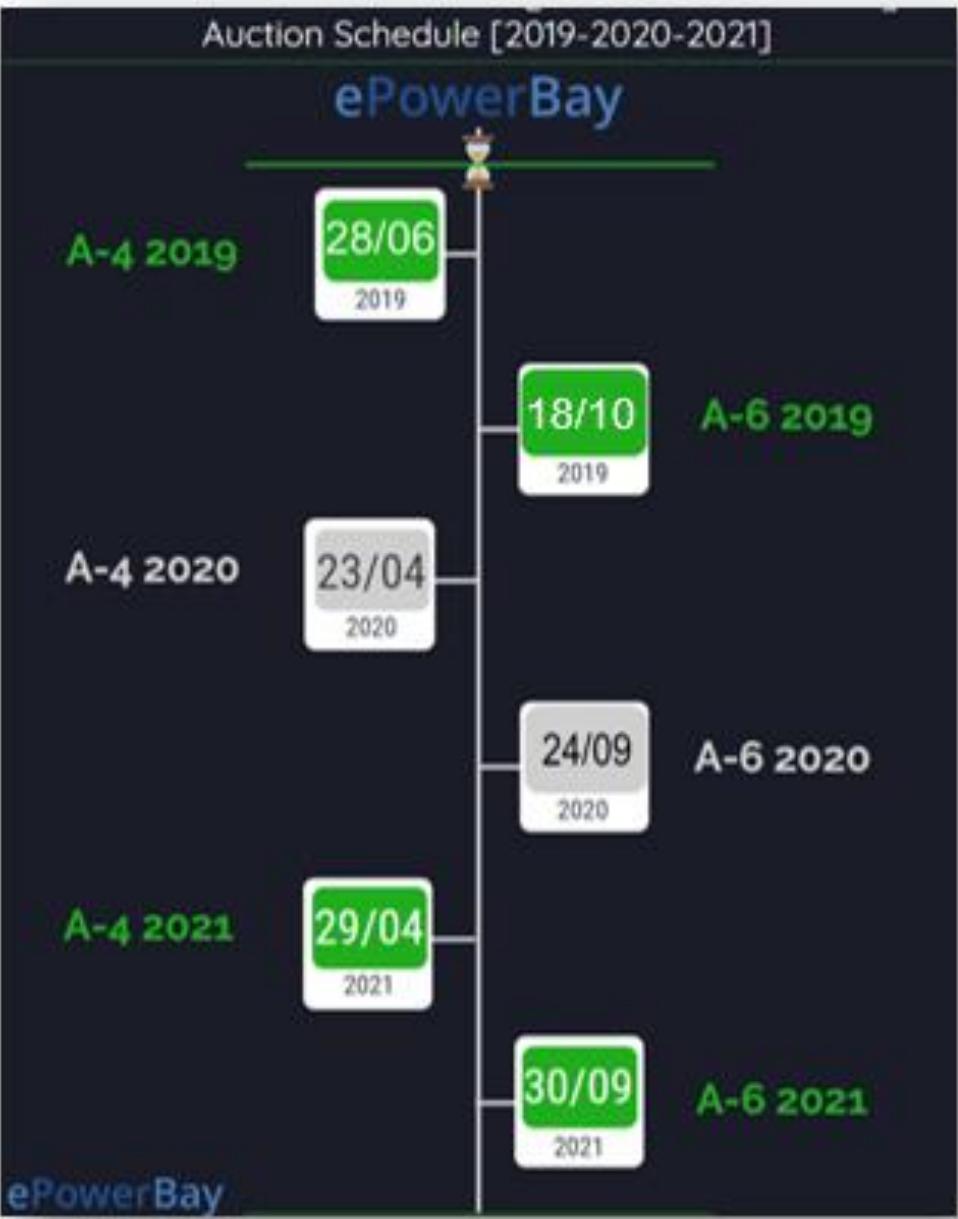
Proprietário	Parque	UF	Pot. (MW)	GF (MWm)	Preço de Venda (R\$ / MWh)
Força Eólica do Brasil	OITIS 1	Piauí	37,1	19,8	80,00
Força Eólica do Brasil	OITIS 8	Piauí	37,1	19,4	80,01
Voltaíria	VILA ALAGOAS III	Rio Grande do Norte	21	11	79,92

Parque	GF Vendida no leilão (MWm)	GF Disponível (MWm)
OITIS 1	5,9	13,9
OITIS 8	5,8	13,7
VILA ALAGOAS III	3,3	7,7

30,3% 69,7%

■ Biomassa ■ Pequena Central Hidroelétrica ■ Eólica ■ Fotovoltaica

Agenda de Leilões



A-6 2019

- **Início de Suprimento:** 1º de janeiro de 2025

- **Cadastramento:**

Fonte	Projetos	Oferta (MW)
Eólica	845	25.158
Fotovoltaica	825	29.780
Hidrelétricas - UHE	5	213
Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH	59	939
Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGH	14	39
Termelétricas a Biomassa	25	1.360
Termelétricas a Carvão	4	1.667
Termelétricas a Gás Natural	52	41.718
Total	1.829	100.874

- **Serão negociados os CCEAR:**

- quantidade, suprimento de 30 anos, hidrelétricas;
- disponibilidade, suprimento de 25 anos, termelétrica a biomassa, carvão mineral nacional e a gás natural, inclusive em ciclo aberto, ciclo combinado e ampliação de empreendimento existente a gás natural por meio de fechamento do ciclo térmico;
- quantidade, suprimento de 20 anos, eólica;
- quantidade, suprimento de 20 anos, solar fotovoltaica.

Aero gerador



SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY



Vestas



WOB BEN
WINDPOWER ENERCON

Capacidade Produtiva: 4 GW/ano
(80% nacionalizada)

Pás

- Aeris Energy – LM – Tecsis – Wobben Windpower

Torres

- Acciona – Cassol
- CTZ Eolic Tower – Dois A Engenharia – Engebasá – Eólicabréas – Gestamp – TEM - Torrebrás – Wobben Windpower

Peças e Componentes

- Mais de 1.000 fornecedores

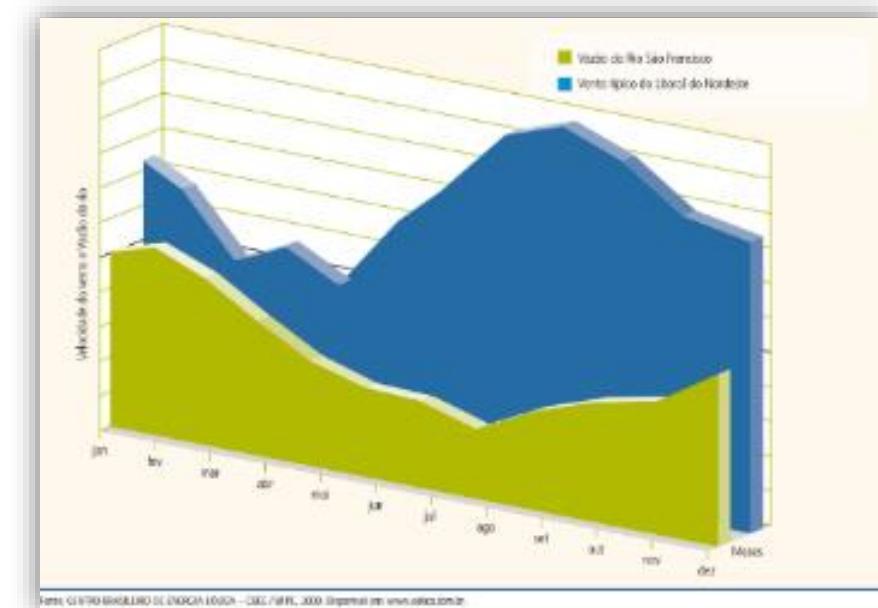
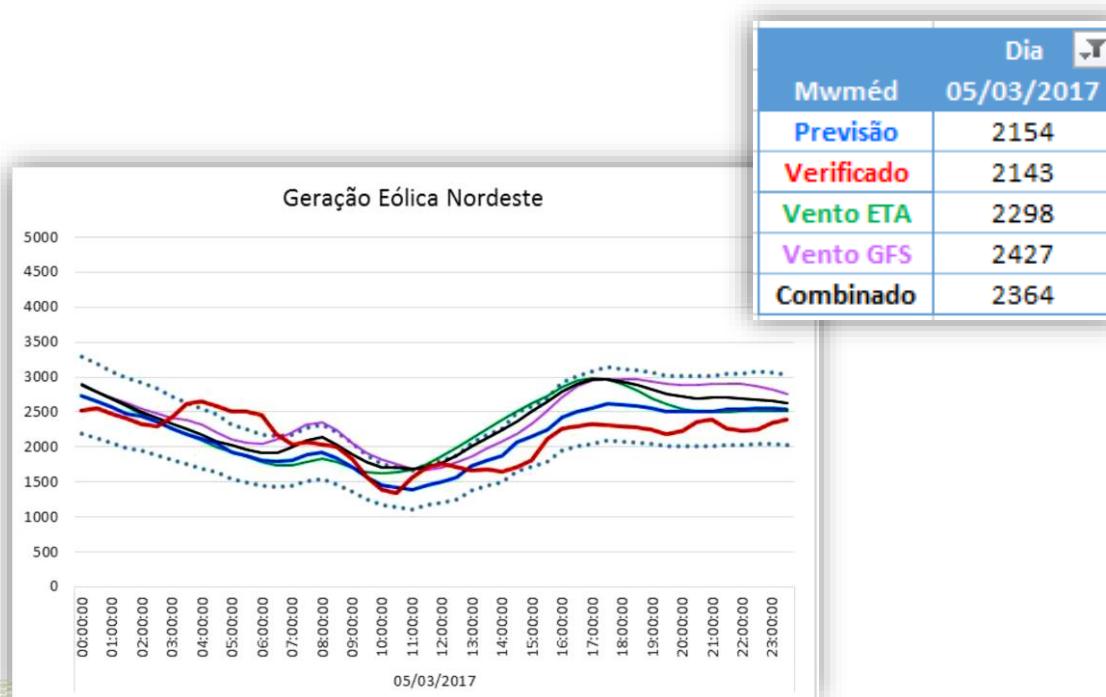


DESEMPENHO OPERACIONAL

Características Gerais da Fonte Eólica

- **Um dos melhores ventos do mundo está no Brasil**
 - Vento constante (sem grandes rajadas)
 - Baixa Volatilidade
 - Vento forte
 - Vento previsível (Modelo de Previsão de Geração Eólica)

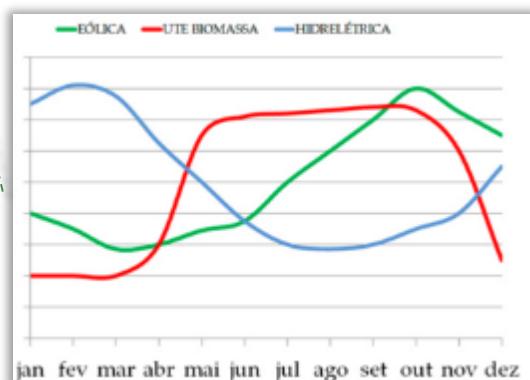
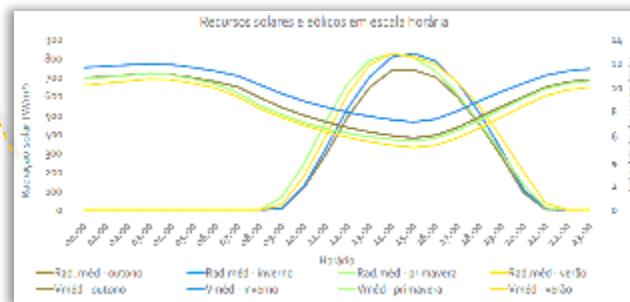
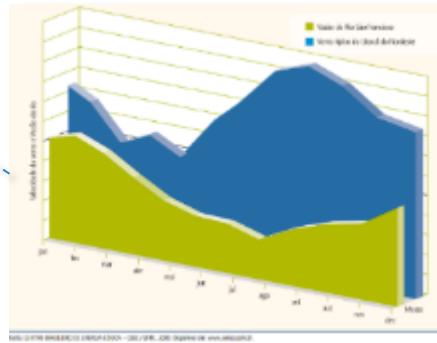
- **Complementariedade**
 - Hidrelétricas (Sazonalidade Inversa)
 - Solar Fotovoltaica
 - Biomassa
 - Eólica (agregação diminui variabilidade)



Operando a variabilidade

Complementariedade

- Hidrelétrica (sazonalidade reversa)
- Fotovoltaica
- Biomassa
- Eólica (agregação)



Armazenamento



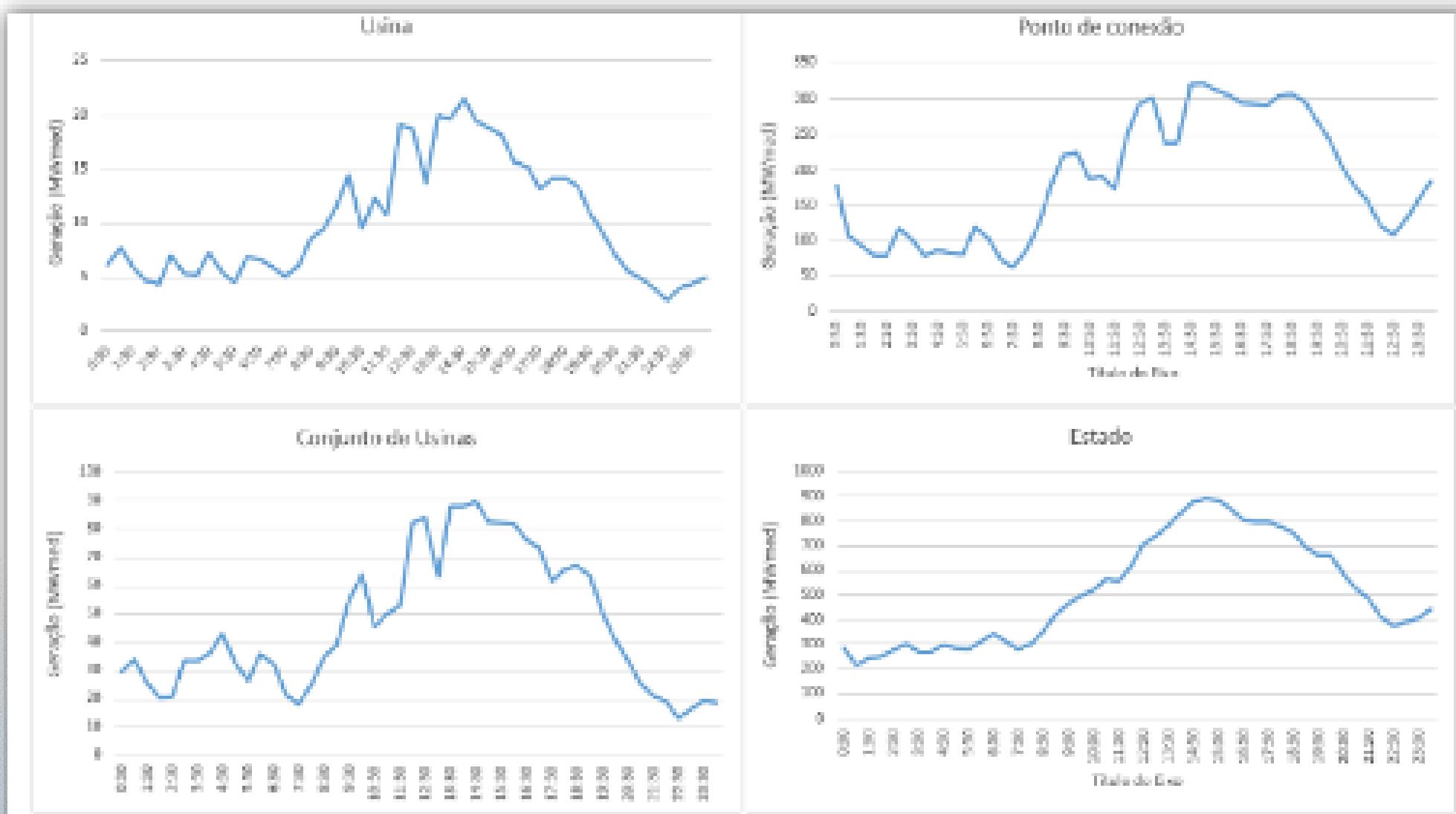
Sistema Nacional



Sistemas tecnológicos



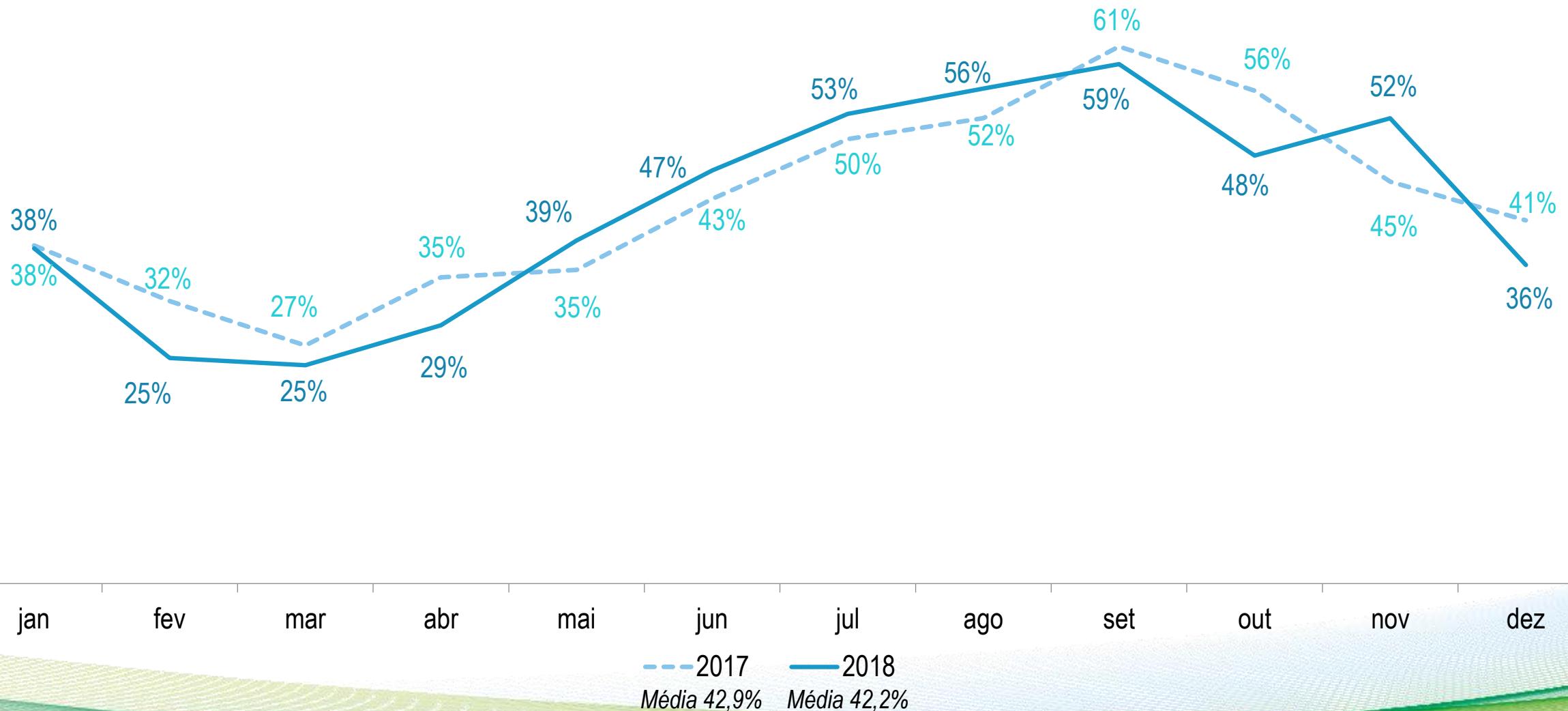
Operando a Variabilidade da Geração Eólica



Fonte: Elaborado com dados ONS

Fonte: ONS | MRTS | ABEEólica

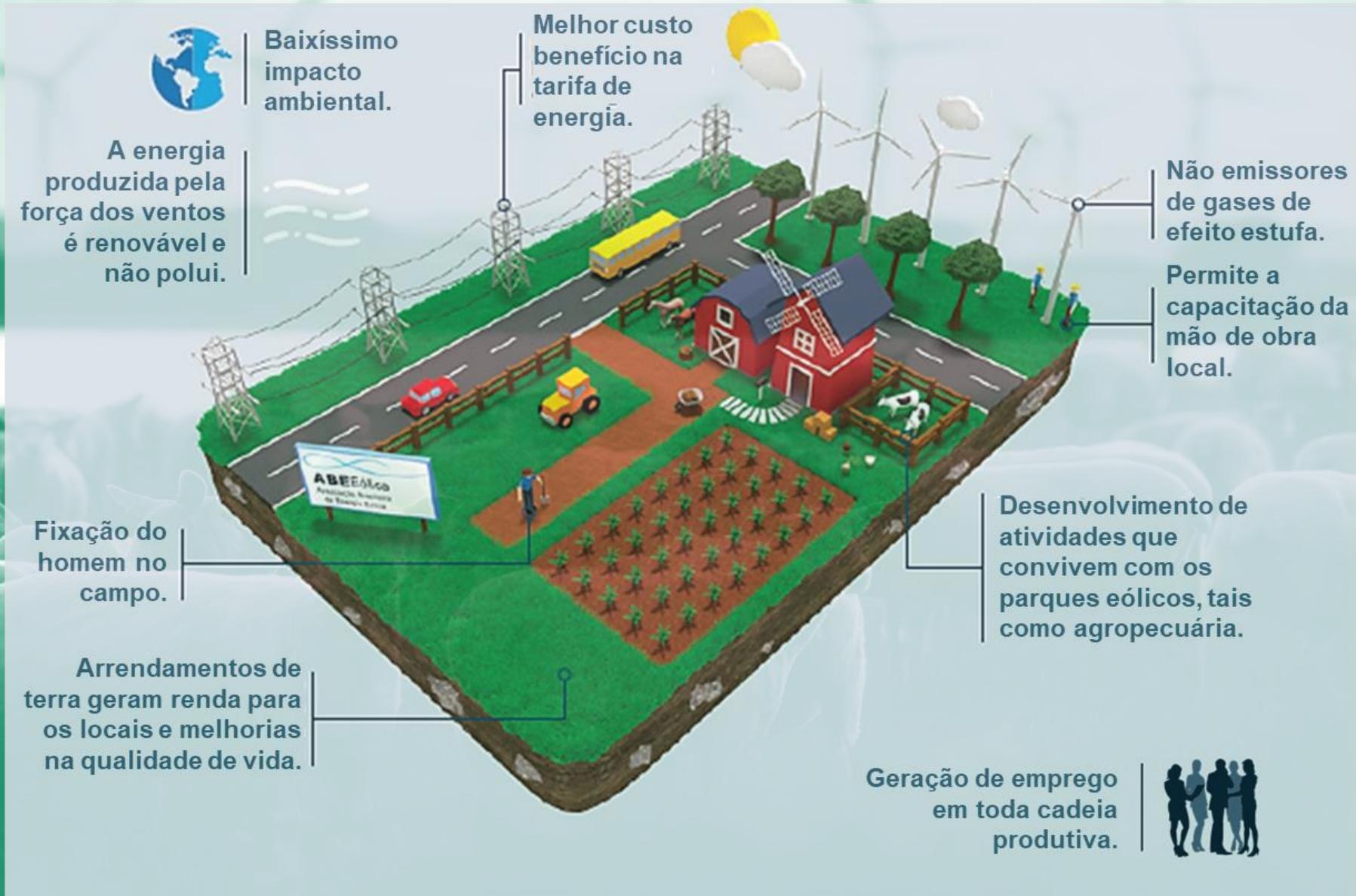
Fator de Capacidade





ASPECTOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS

Benefícios sociais e ambientais intrínsecos à geração eólica



Benefícios e Índices da Eólica 2018



25 milhões de casas abastecidas mensalmente, em média



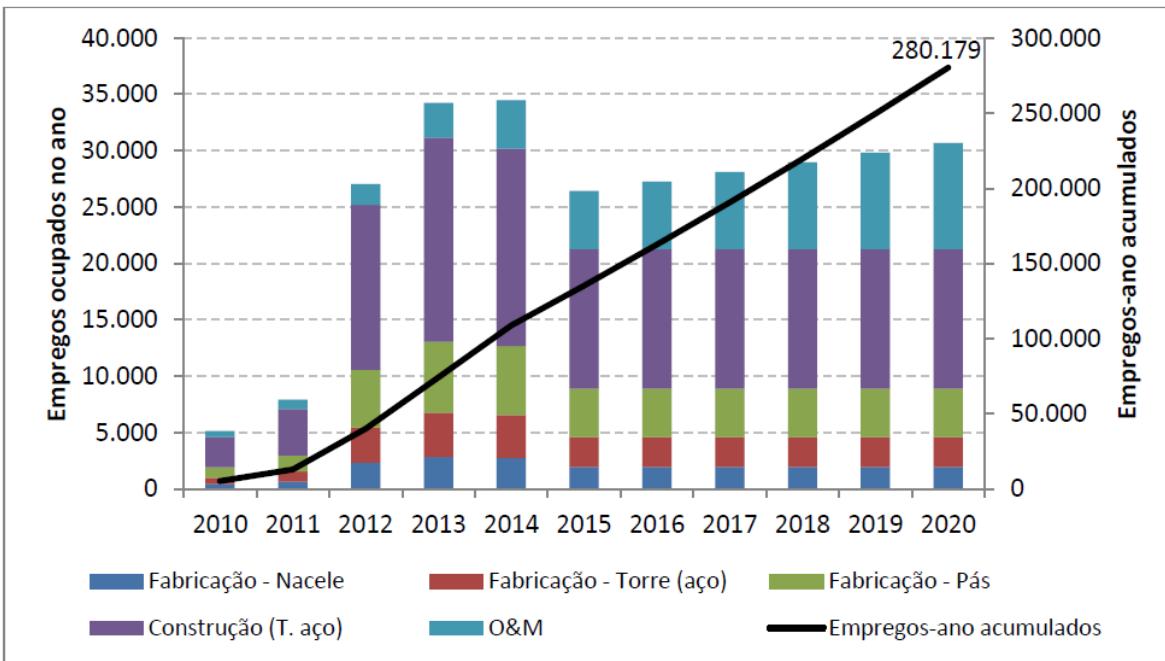
Fonte: ABEEólica | CCEE

Geração de Empregos

No período todo serão 280.179 empregos diretos e indiretos acumulados;

A maior parte na fase de construção de parques eólicos;

No período serão criados 6.230 novos postos de trabalho permanente em O&M.



Cada MW instalado = 15 postos de trabalho

Mais de 190 mil postos até o momento.

Como não é possível contratar a fração de uma pessoa, estima-se 15 postos de trabalho por MW instalado.

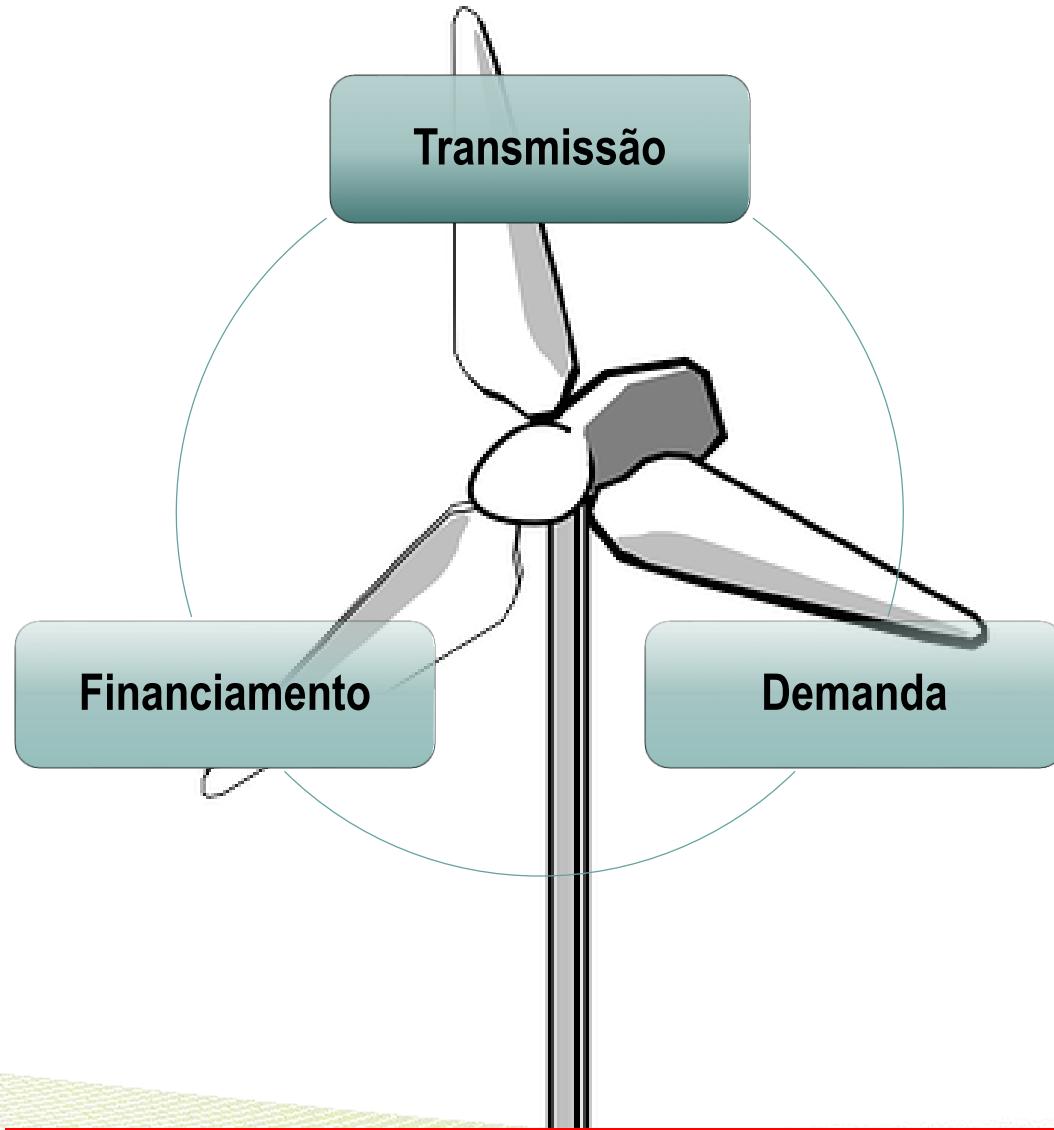
Fabricação							Total
Nacelle	Torre de aço	Torre de concreto	Pá	Transporte	Construção	Operação	
0,91	0,81	0,79	1,75	0,19	7,51	0,57	11.74 / 11.72

Mapa de Carreiras da Energia Eólica

- ✓ 54 profissões mapeadas
- ✓ 5 áreas de atuação
- ✓ Níveis de experiência
- ✓ Competências
- ✓ Salários



Desafios e Oportunidades para eólicas Onshore



Restrição de
Geração Eólica
• *Constrained - Off*



Expansão do
Mercado Livre



Tributação
Impostos e Taxas



Modernização do
Setor Elétrico



Regulação e
processos claros



Regularização
Fundíaria



Aprimoramento
TUST



Projeto Híbridos
Usinas Offshore



Logística e Evolução
Tecnológica



Armazenamento e
uso de baterias



Cadeia Produtiva
Nacional



Custos e Benefícios
de cada Fonte

Mudança de regras com base em estudos sólidos, análises de impacto regulatório, financiabilidade dos projetos, previsibilidade e mecanismos de transição

C3E – Woman of Distinction Award

A Presidente da ABEEólica recebeu o prêmio em 29 de maio de 2019



- ❖ O C3E é uma iniciativa internacional do “Clean Energy Ministerial” e da “Agência Internacional de Energia”.
- ❖ A premiação reconhece e homenageia mulheres profissionais que se destacam na **indústria de energias limpas** no mundo, pela excelência em áreas como liderança, política, defesa da fonte, avanço técnico, entre outros fatores, contribuindo para o avanço das mulheres no setor.
- ❖ O Clean Energy Ministerial, do qual fazem parte 25 países e a Comissão Europeia, é um fórum global com objetivo de **promover políticas e programas** que façam **avançar a tecnologia de energia limpa**, compartilhando as lições aprendidas e as melhores práticas e incentivando a transição para uma economia global de energia limpa.
- ❖ A entrega da premiação aconteceu durante o “**CEM10/MI-4**”, evento do Clean Energy Ministerial que reuniu ministros e diversas autoridades de mais de 25 países para discutir como acelerar o progresso em direção a um futuro de energia limpa.
- ❖ Durante a entrega da premiação, também foi **lançada a campanha “Equal by 30”**, um compromisso público das organizações dos setores público e privado para trabalhar em direção à igualdade de remuneração, liderança igualitária e **igualdade de oportunidades para as mulheres no setor de energia limpa** até 2030.



<http://abeeolica.org.br/>

Acompanhe a ABEEólica



22 de agosto de 2018

Brazil Windpower 2018: a discussão de um futuro que chega cada vez mais rápido



21/Ago/2018

Energia eólica abastece quase 100% do Nordeste no domingo, das 8h às 10h.

LEIA ➔



25/Abr/2018

Mais de 50 GW de energia eólica foram instalados no mundo em 2017

LEIA ➔

Notícias

Vídeos



ABEEólica 2018 - Vídeo Institucional

26 visualizações •
3 semanas atrás



ABEEólica - Benefícios Sociais



Relatórios

InfoVento

[PDF](#) InfoVento 04

[PDF](#) InfoVento 03

[PDF](#) InfoVento 01

[PDF](#) InfoVento 02

Números ABEEólica

[PDF](#) Dados Mensais ABEEólica | Novembro de 2017

[PDF](#) Dados Mensais ABEEólica | Outubro de 2017



OBRIGADO!

Sandro Yamamoto – Diretor Técnico

CONTATOS

Av. Paulista, 1337 • 5º andar • Conj. 51
Bela Vista • São Paulo • CEP 01311-200
Tel: 55 (11) 3674.1100

-  www.abeeolica.org.br
-  facebook.com/abeeolica
-  instagram.com/abeeolica
-  youtube.com/abeeolica
-  twitter.com/abeeolica