

4^o WORKSHOP SISTEMA AMA

Rio de Janeiro, 07/04/2026



4^o WORKSHOP SISTEMA AMA

Programação

- 14:00 hs** – Abertura do Workshop — **EPE**
- 14:15 hs** – Sistema AMA e o Setor Eólico – **ABEEólica**
- 14:30 hs** – Os Avanços do Sistema AMA – **EPE**
- 14:45 hs** - Importância Dados Anemométricos para a Modelagem Atmosférica do Vento - **INPE**
- 15:00 hs** - O Operador do Sistema e a Anemometria – **ONS**
- 15:15 hs** – As Incertezas da Medição Anemométrica – **Cepel**
- 15:35 hs** – Perguntas da plateia
- 16:00 hs** – Coffee Break
- 16:30 hs** – Mesa Redonda Lidars – **ISI/RN – Vaisala/Hobeco – ZXLidars/Barlovento - Retec**
- 18:00 hs** - Encerramento

4^o WORKSHOP SISTEMA AMA

ABERTURA DO EVENTO

2026

IV Workshop do Sistema AMA

Francisco Silva

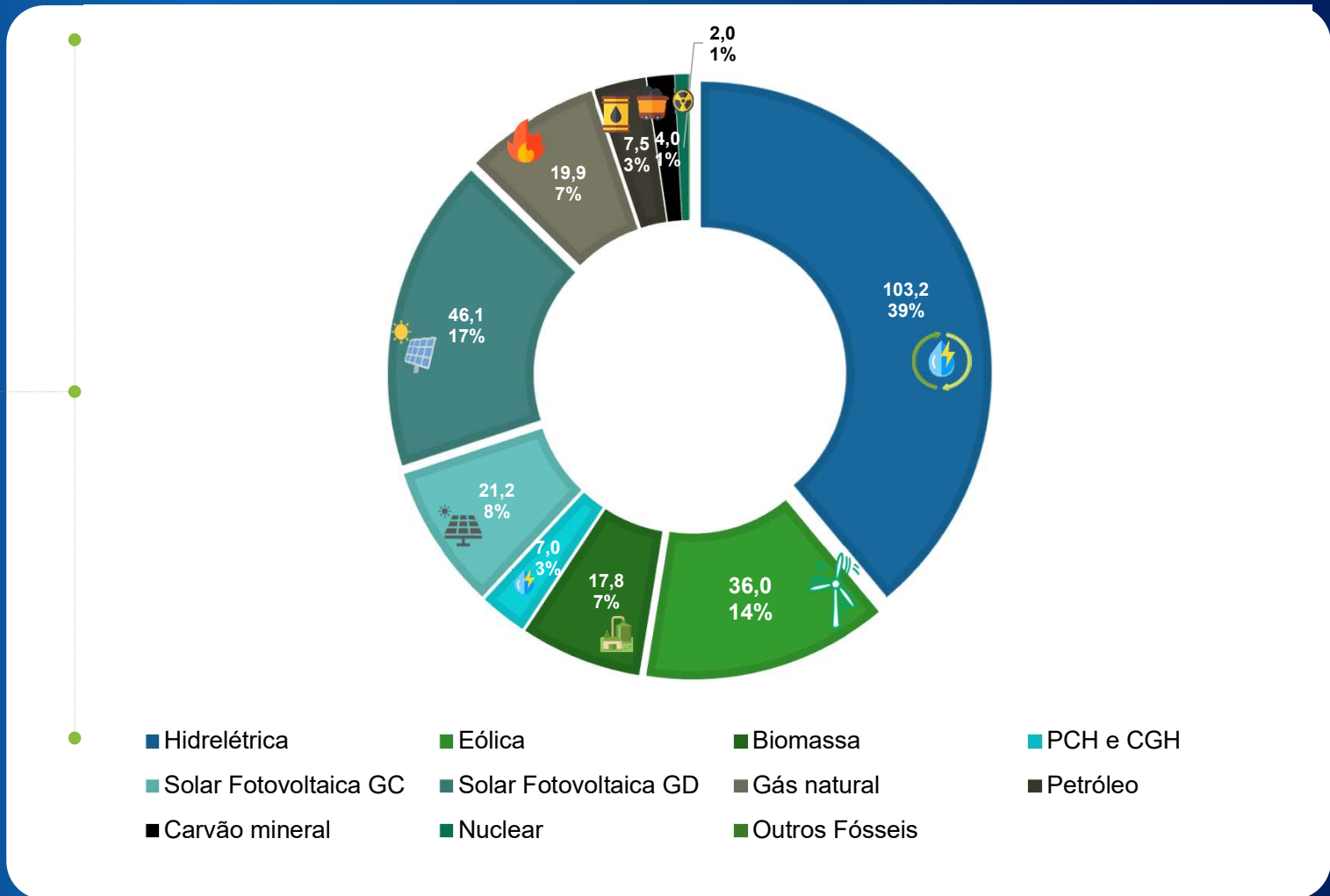
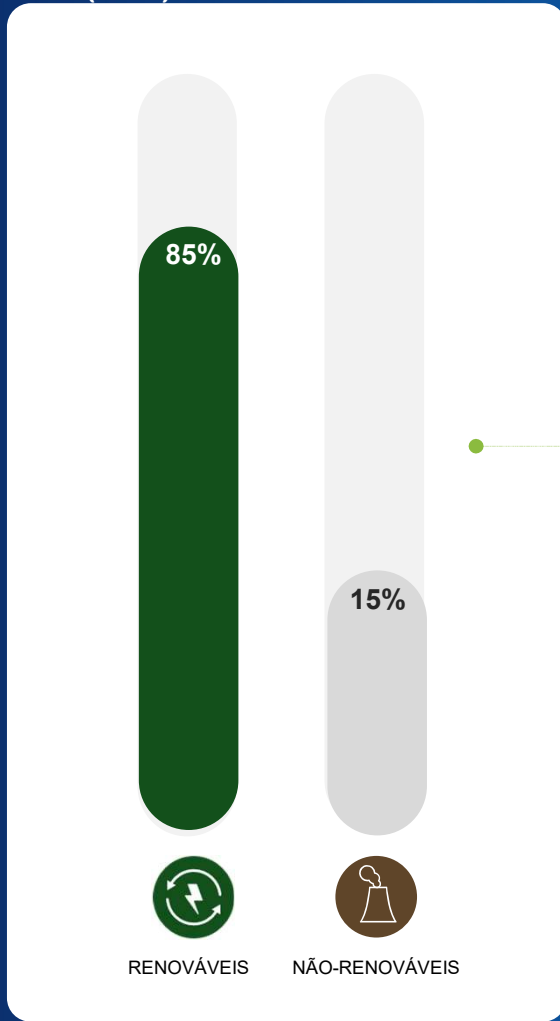
Diretor Regulatório



Membros da ABEEólica

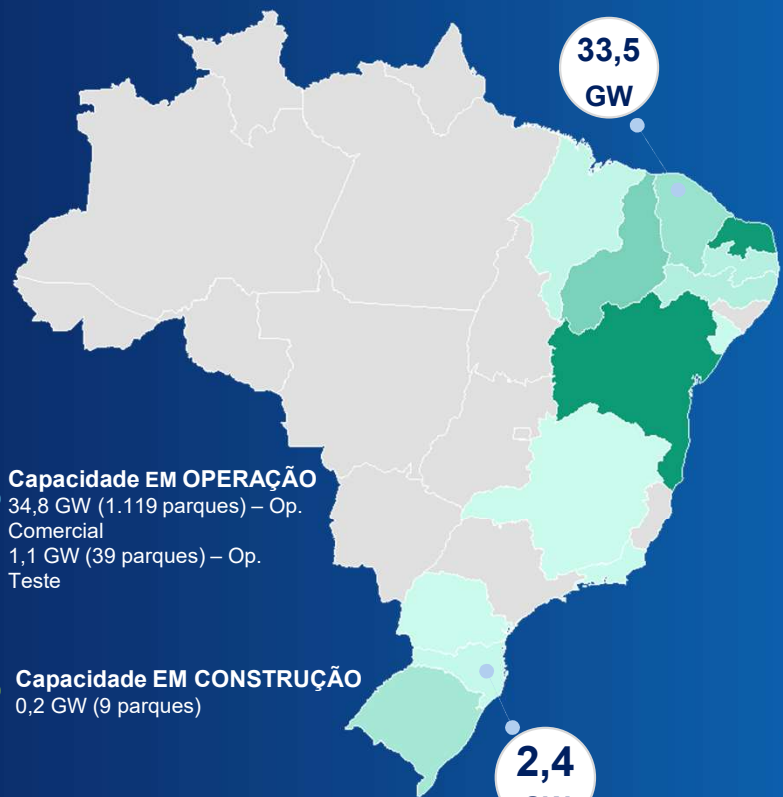


Matriz Elétrica Brasileira (GW)



Fonte: ANEEL (Março, 2026) | ABEEólica

Capacidade Instalada por Estado (MW)



Capacidade EM OPERAÇÃO

34,8 GW (1.119 parques) – Op. Comercial
1,1 GW (39 parques) – Op. Teste

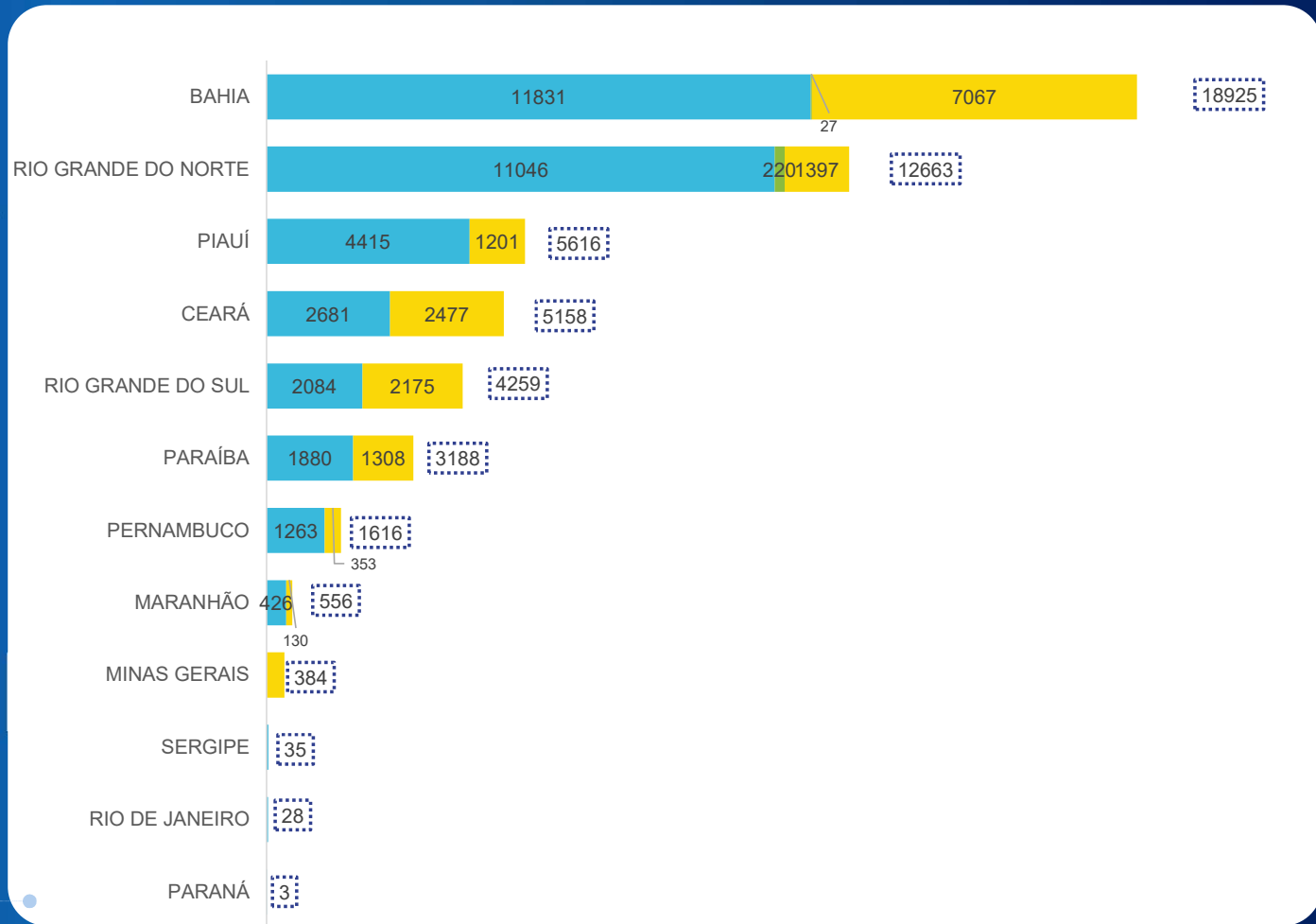
Capacidade EM CONSTRUÇÃO

0,2 GW (9 parques)

Capacidade AUTORIZADA

15,4 GW (375 parques)

Total
51,7 GW
(1545 parques)



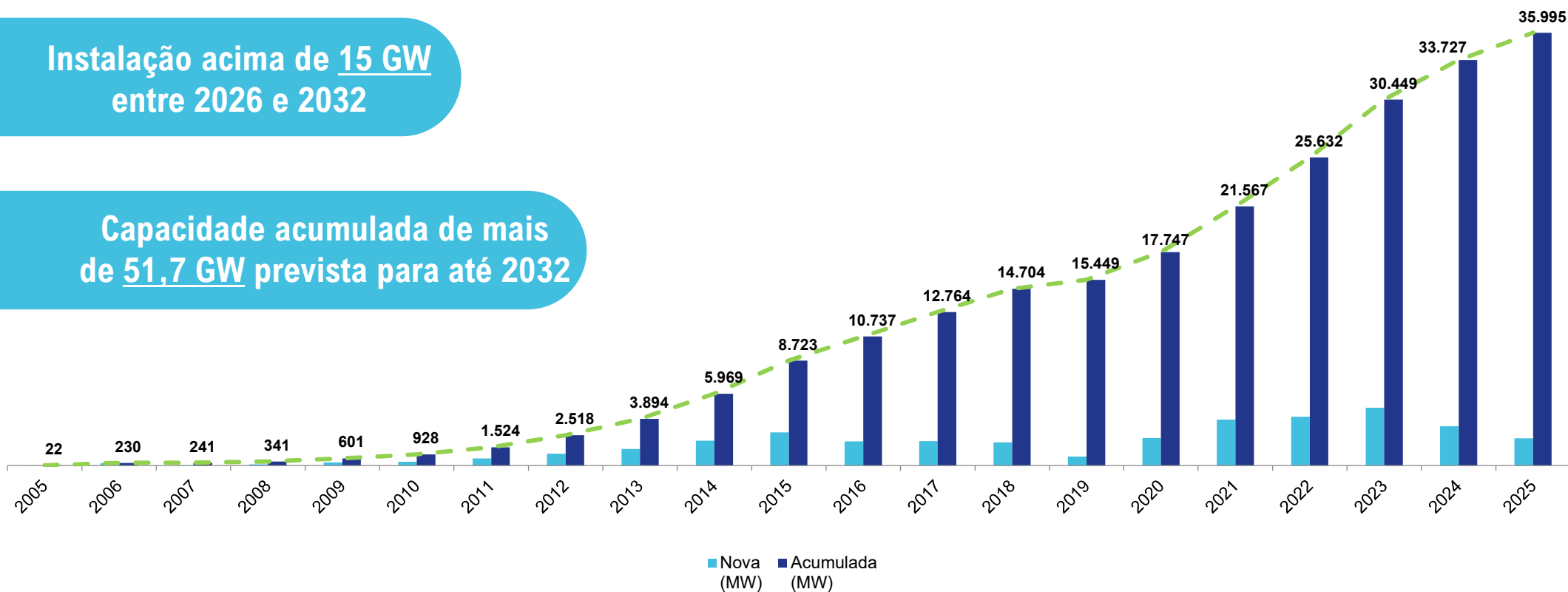
Fonte: ANEEL (Março, 2026) | ABEEólica

Evolução da Capacidade Instalada

RALIE - ANEEL

Instalação acima de 15 GW
entre 2026 e 2032

Capacidade acumulada de mais
de 51,7 GW prevista para até 2032



Fonte: ABEEólica/RALIE-ANEEL (Março, 2026)

IV Workshop do Sistema AMA

Certificação, Medição e Tecnologias Anemométricas: Pilar para Projetos Eólicos Sustentáveis

- **Medição e qualidade dos dados**
 - Campanhas anemométricas robustas
 - Séries históricas consistentes e representativas
 - Base para redução de incertezas do recurso eólico
- **Certificação e confiabilidade**
 - Integração entre dados medidos, modelagem e certificação energética
 - Metodologias consolidadas para estimativa de produção
 - Revisão contínua de premissas com base na experiência operacional
- **Tecnologia e evolução do setor**
 - Avanços em modelagem do recurso eólico e extrapolações
 - Maturidade na execução e análise de campanhas
 - Uso crescente de dados e ferramentas para suporte à decisão
- **Sistema AMA como elemento estruturante**
 - Base de dados anemométricos e climatológicos de longo prazo
 - Apoio ao aprimoramento metodológico dos estudos
 - Reforço à consistência, rastreabilidade e transparência



The image is a composite of three parts. On the left is a photograph of a wind turbine in a field. In the center is the cover of a technical note titled 'NOTA TÉCNICA SISTEMA AMA – 13 ANOS DE ACOMPANHAMENTO DE MEDIÇÕES ANEMOMÉTRICAS' with the subtitle 'Aprendizados e Visão de Futuro'. On the right is a webinar announcement for 'WEBINAR Sistema AMA - 13 anos de acompanhamento de medições anemométricas: Aprendizados e Visão de Futuro' on 27/05/2024 at 14h. The webinar is online and features a grid of participants. Logos for EPE (Empresa de Pesquisa Energética) and ANOS (Associação Nacional de Estudos e Pesquisas em Anemometria) are visible throughout.

epe
Empresa de Pesquisa Energética

anos

NOTA TÉCNICA

SISTEMA AMA – 13 ANOS DE ACOMPANHAMENTO DE MEDIÇÕES ANEMOMÉTRICAS

Aprendizados e Visão de Futuro

NOVEMBRO DE 2024

ABEEólica

WEBINAR
Sistema AMA - 13 anos de acompanhamento de medições anemométricas: Aprendizados e Visão de Futuro

Data e horário:
27/05/2024, às 14h

Evento online

SISTEMA AMA - 13 Anos de Acompanhamento de Medições Anemométricas

Aprendizados e Visões do Futuro

Equipe AMA
Supervisão de
Geração de Energia

Estação Física da Roraima (Extremo)

epe

Associe-se à ABEEólica

Faça parte da transformação energética do Brasil.
Junte-se à Associação Brasileira de Energia Eólica e Novas
Tecnologias.

WHATSAPP



PATRICIA@ABEEOLICA.ORG.BR





Obrigado!

Os Avanços do Sistema AMA

Rafael Furtado
Analista de Pesquisa Energética

Sobre a EPE – Empresa de Pesquisa Energética



Empresa pública federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia



Desenvolvemos estudos e estatísticas energéticas para subsidiar a formulação, implementação e avaliação da política energética nacional.

Sistema AMA

Edital do LER/2009

Estabeleceu obrigatoriedade de realização de medições anemométricas e climatológicas para Empreendimentos vencedores do leilão.

Com base neste Edital, iniciou-se o processo de desenvolvimento e implementação do Sistema AMA.

Portaria MME nº29, de 28 de janeiro de 2011

Parques Vencedores dos Leilões de Energia – CCEAR e CER

Deverão iniciar as medições anemométricas e climatológicas permanentes dos ventos:

- no local do parque de geração
- na altura do eixo dos aerogeradores
- **em até 60 dias após a data de início das obras (alteração de julho/2024)**
- medições recebidas a cada 15 dias e armazenadas pela EPE

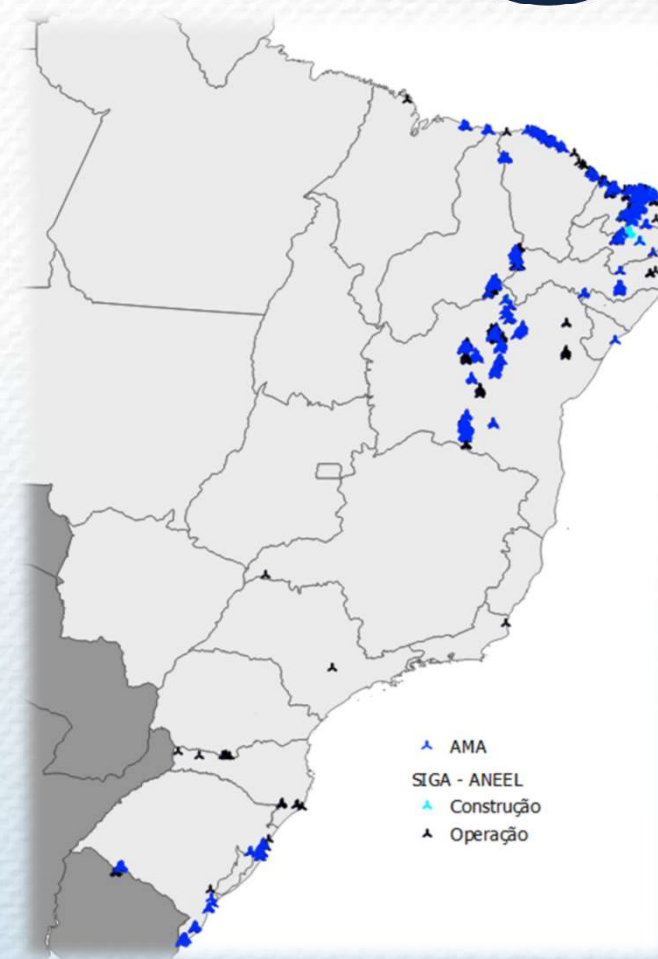
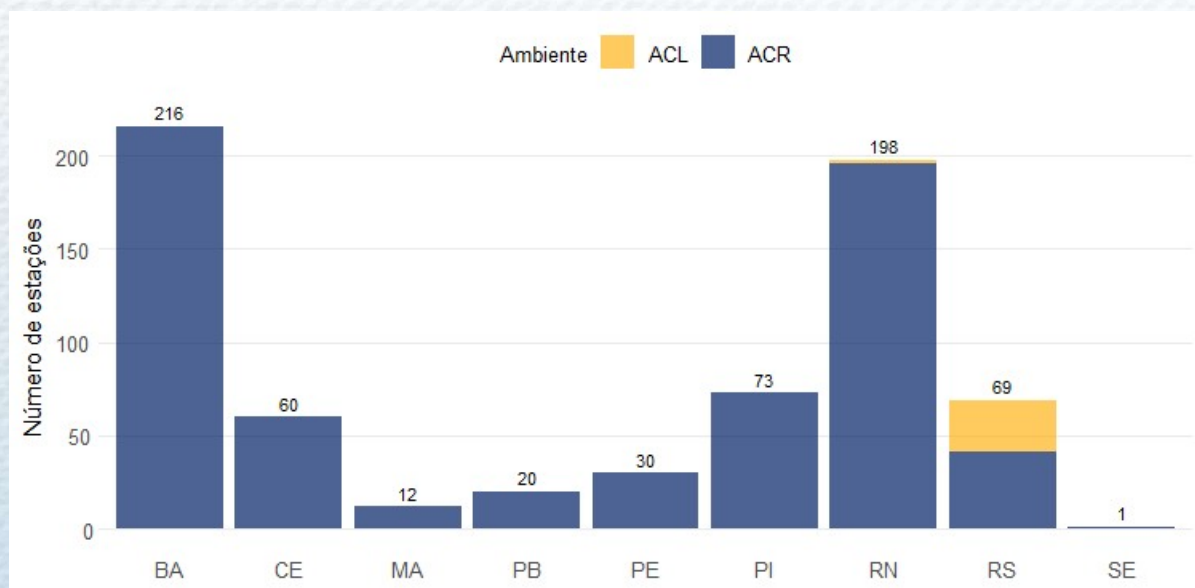
Objetivo: Formar base referencial de longo prazo do recurso eólico



Sistema AMA

Alguns números

- 680 estações anemométricas (abr/2026)
- Aproximadamente 60% dos parques eólicos do país
- 45 agentes envolvidos
- 278 estações com mais de 10 anos de medição



Sistema AMA

Website

Acesso Restrito

- Sistema AEGE
- Sistema AMA
- Sistema BEN
- Sistema INFOGÁS
- Sistema SIMPLES
- Upload / Download de Arquivos

Sistema de Acompanhamento de Medições Anemométricas - AMA

Sistema para registro das medições anemométricas e climatológicas fornecidas pelos parques eólicos produtores dos seltes de compra de energia elétrica promovidos pelo Governo Federal através do Ministério de Minas e Energia.

Acesso ao Sistema

- Sistema AMA

Especificações Vigentes e Manuais

- Manual do Sistema
- Instruções e Especificações
- Instruções para a Elaboração de Relatórios
- Guia de Boas Práticas para Instalação de Estações Anemométricas (versão PDF)
- Guia de Boas Práticas para Instalação de Estações Anemométricas (versão interativa)
- Equipamentos Autorizados
- Nota de Estabelecimento

Divulgação dos dados do AMA

- Quintanilha - Disponibilização Dados do AMA
- Contas públicas consolidadas por estado
- Balancim Trimestral da Energia Eólica

Estudos, Artigos e Apresentações

- 2025: NT "NT EPE/DEE/IGR/015/2025-R0 - Metodologia de Agregação de Dados Anemométricos - Sistema AMA - Disponibilização dos seltes de dados anemométricos e climatológicos"
- 2025: Informe Técnico EPE/DEE/IGR/020/25-01 - Metodologia Aplicada na Análise dos Dados Enviados ao Sistema AMA
- 2024: NT EPE/DEE/IGR/003/2024-R1 - SISTEMA AMA - 15 ANOS DE ACOMPANHAMENTO DE MEDIÇÕES ANEMOMÉTRICAS - Aprendizagem e Visão do Futuro
- 2024: First Month Energy Eólica na Nordeste
- 2018: Revista Conexões Eólicas - PERSPECTIVAS PARA PRESERVAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NA EXPANSÃO DO SIN
- 2017: Avaliação da geração de energia em fontes eólicas fotovoltaicas: Projeto metodológico e estudos de caso
- 2017: 3000 SITES - Viabilidade de Recursos Eólicos e Potenciais Impactos no Sítio
- 2016: Empreendimentos Eólicos - Algumas instalações eólicas da expansão da geração eólica na região Nordeste
- 2016: Windtech - Desafios Operacionais de Parques Eólicos - SISTEMA AMA, Uma Base de Dados para Estudos Eólicos
- 2015: Avaliação da Confiabilidade de Parques Eólicos na Região Nordeste do Brasil
- 2015: DEWEC - Reliability Indices of Wind Farms in Brazil
- 2015: DEWEC - Brazilian Wind Indices
- 2014: IPECPE - Avaliação da Confiabilidade de Parques Eólicos na Região Nordeste
- 2014: Brazil Wind Power - Simulação da Geração Eólica Utilizando Medições Anemométricas de Alta Qualidade
- 2014: Windpower Tech Brazil - Validação do Sistema AMA como Ferramenta de Apoio ao Planejamento Energético
- 2013: Caracterização da recarga eólica e resultados preliminares de sua aplicação no sistema elétrico
- 2012: Brazil Wind Power - Avaliação Preliminar da Confiabilidade de Parques Eólicos na Região Nordeste

Workshops AMA - Usos e Experiências

- 2020: Apresentação
- 2014: Apresentação
- 2012: Apresentação

Instruções e Especificações

ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA GERAÇÃO

Empreendimentos Eólicos

Instruções para medições meteorológicas em parques eólicos

MARÇO DE 2023

GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Guia de Boas Práticas para Instalação de Estações Anemométricas (Versão PDF)

Instalação de Estações Anemométricas

Boas práticas

epe
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
GIZ

Instruções para a Elaboração de Relatórios

SÉRIE RECURSOS ENERGÉTICOS

NOTA TÉCNICA DEEA 04/13

Leilões de Energia: Instruções para a Elaboração de Relatórios de Instalação e Manutenção das Estações Anemométricas do Sistema AMA - R1

Rio de Janeiro, Junho de 2013

epe
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
BRASIL



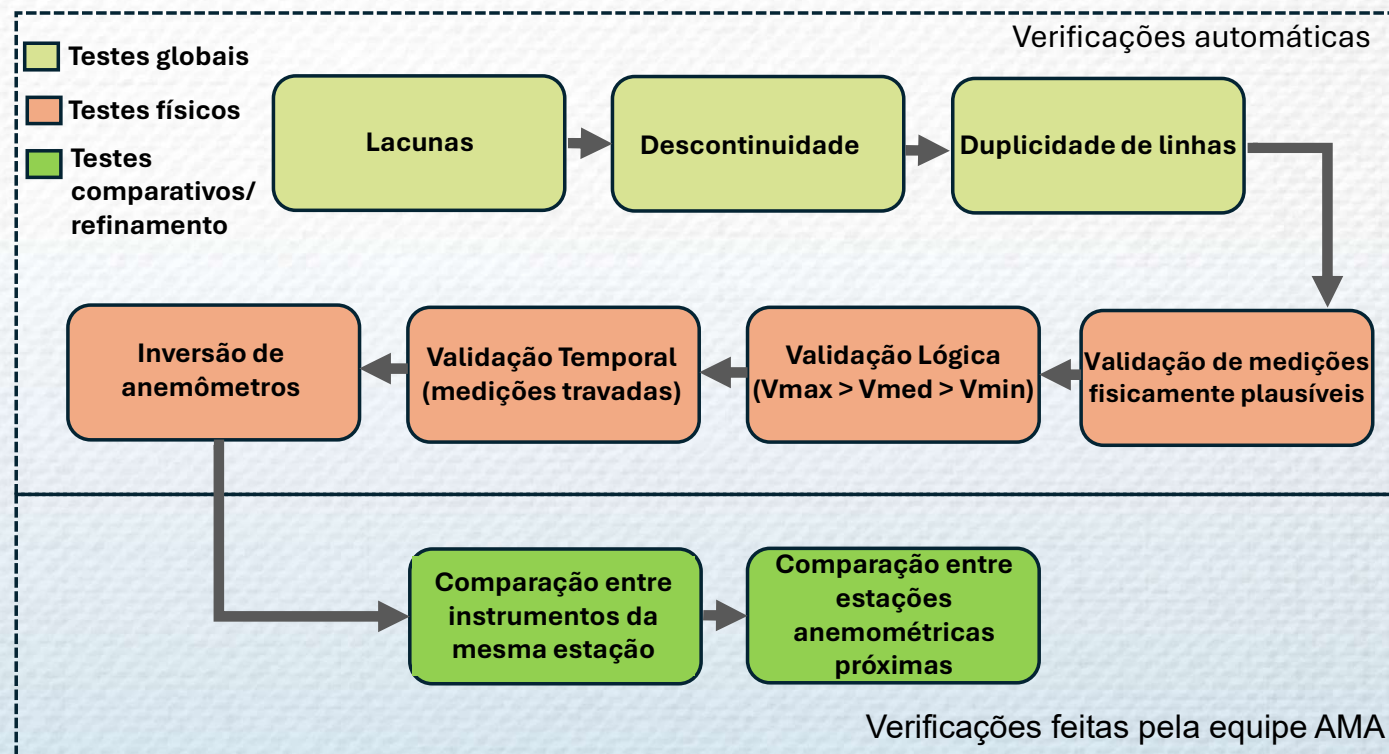
Sistema AMA

Como funciona?

Análise e Controle da documentação e manutenções

- Relatório de Instalação e Comissionamento (**Padronizado AMA**)
- Substituição de equipamentos
- Registro das Manutenções
- Calibração dos anemômetros
- Substituição de estações
- Relatório de Manutenção preventiva (**Padronizado AMA**)

Análise das Medições

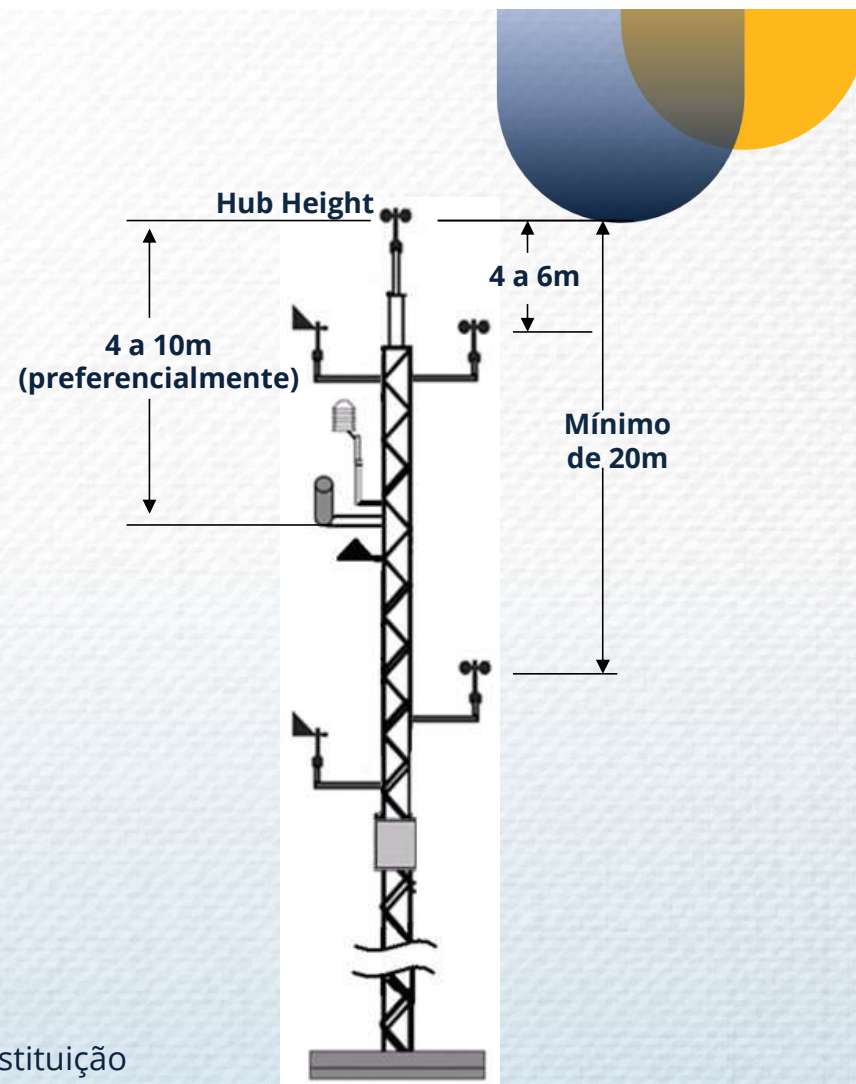


Sistema AMA

Instruções para medições em parques eólicos

Anemômetro	Classes A 1,9 e B 5,0 Velocidade de partida $\leq 0,8\text{m/s}$ Calibração MEASNET/IECRE Recalibração a cada 3 anos
Wind Vane	Resolução $\leq 1^\circ$ Precisão $\pm 3^\circ$ Banda morta $\leq 5^\circ$ Velocidade de partida $\leq 0,8\text{ m/s}$
Termômetro	Precisão $\pm 0,5^\circ\text{ C}$
Higrômetro	Precisão $\pm 2\%$
Barômetro	Precisão $\pm 5\text{ hPa}$
Data logger	Frequência de aquisição: 1Hz GPS para sincronismo horário Médias de 10 minutos Memória suficiente para armazenamento de pelo menos 60 dias

“A recalibração do **anemômetro de topo** da estação deverá ser realizada por instituição acreditada **MEASNET** ou **IECRE**. Já os **demais anemômetros** podem ser recalibrados em laboratório acreditado de acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 ou acreditados pela **MEASNET**, **IECRE** ou **RBC-INMETRO**.”



Sistema AMA

Instruções para medições em parques eólicos



2.15 Poderão ser utilizados equipamentos de medição remota (RSD), como LIDAR (light detection and ranging) e SODAR (sound detection and ranging), com as seguintes condições:

- Todas as regras válidas (quando aplicáveis) para torres também são aplicadas para estes equipamentos;
- Cada equipamento só será representativo de 1 (um) parque eólico;
- As medições de velocidade e direção do vento devem ser feitas em 3 alturas e 2 alturas, respectivamente.
- Os equipamentos devem ser instalados no solo em local definitivo com medição válida apenas nesta coordenada;
- Para cada equipamento, deve ser enviada uma declaração do fabricante atestando a adequação para o terreno em que o equipamento será instalado;
- Cada equipamento deve ser individualmente testado antes de ser utilizado, de acordo com o Anexo L da IEC 61400-12-1:2017 e as melhores práticas do anexo C da MEASNET (Evaluation of site-specific Wind conditions; Version 2);
- O equipamento de medição remota deverá ser testado obrigatoriamente a cada 3 (três) anos. O teste deve ser feito por uma terceira parte (consultoria) e poderá utilizar torres de medição no Brasil ou outro RSD (Ex: Golden Lidar), a critério do empreendedor.

Sistema AMA

Instruções para medições em parques eólicos

- Interrupção contínua de dados dos anemômetros e datalogger – 30 dias
- Interrupção contínua de dados demais instrumentos – 60 dias
- Interrupção de dados por problemas no sistema de alimentação – 60 dias
- Prazos diferenciados para interrupção de medição por problemas de corrosão (60 dias) e acidentes e/ou vandalismo (90 dias).
- Manutenções preventivas a cada a cada 6 meses e corretivas sempre que necessárias.
- **Índice de perda de dados no ano calendário – menor que 20%**
- Recalibração de anemômetros a cada 36 meses, medições consideradas inválidas após vencimento.
- EPE é responsável pela verificação de atendimento aos requisitos
- Penalidades aplicadas pela CCEE.

Sistema AMA

Problemas verificados



Sistema AMA

Problemas verificados

Invasão do terreno



Alagamento



Sistema AMA

Últimas Publicações

Perguntas – Disponibilização dos dados

- a) Você é favorável à divulgação dos dados individuais por usina? **9 sim (123 estações), 6 não (197 estações)**
- b) Em não sendo favorável à divulgação dos dados individuais por usina, qual seria agregação espacial sugerida?
- c) Qual a discretização temporal dos dados AMA sugerida para a disponibilização?
- d) Qual periodicidade mínima para a disponibilização dos dados?
- e) Devem ser disponibilizados os dados brutos ou tratados?
- f) Seria indicado disponibilizar todo o histórico de medições da torre ou seria suficiente somente período a partir de uma data determinada?
- g) Quais seriam os benefícios e riscos da abertura e publicidade dos dados do Sistema AMA?

Pontos importantes da análise

Divulgação dos dados por “bacias eólicas”, a cada 1 hora.

Evita “uso indevido” **CE1** exposição de dados dos agentes na apresentação das regiões detalhadas.



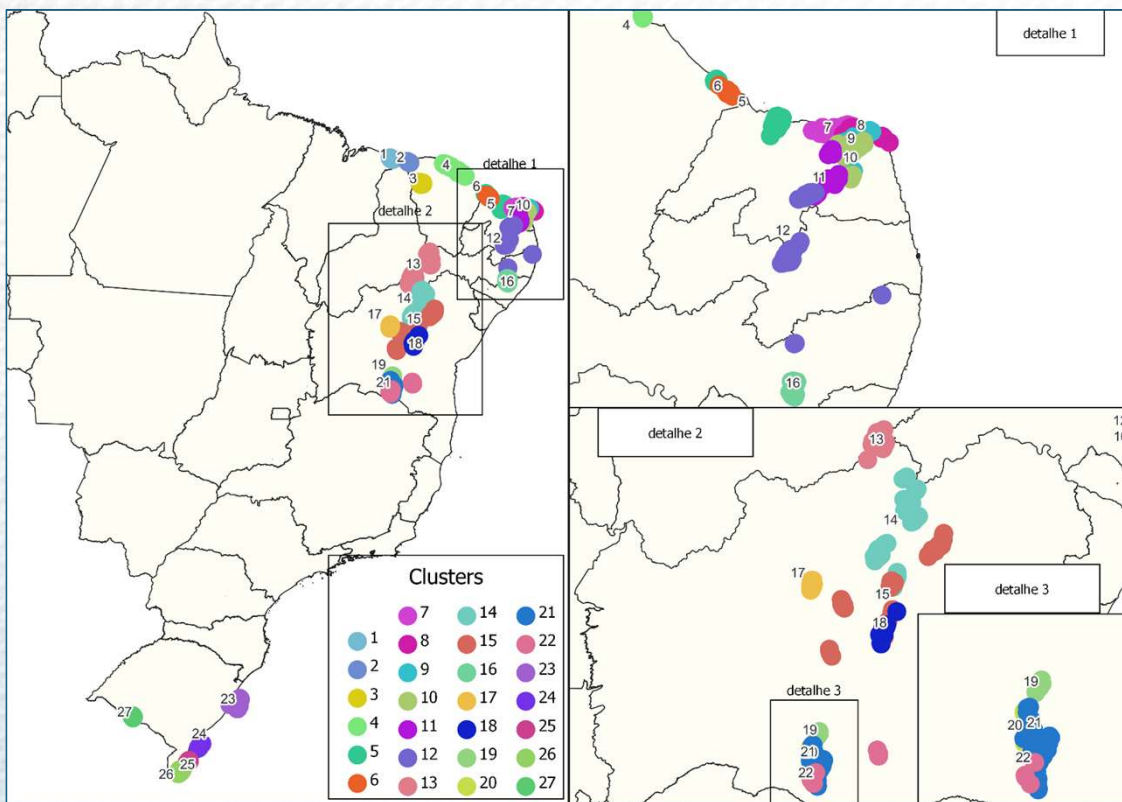
Slide 23

CE1 Risco de competição desleal? O que acha deste termo?

Charles Egberto Guedes Vonnegut; 2026-04-06T16:13:42.028

Sistema AMA

Últimas Publicações



- Foram definidos 27 Clusters representativos
- Cada cluster com no mínimo 5 estações



NOTA TÉCNICA

METODOLOGIA DE AGREGAÇÃO DE DADOS ANEMOMÉTRICOS

*SISTEMA AMA – Disponibilização
das séries de dados anemométricos e
climatológicos*

AGOSTO DE 2025

Sistema AMA

Últimas Publicações



Sistema AMA

Cluster

1

Download dos dados:

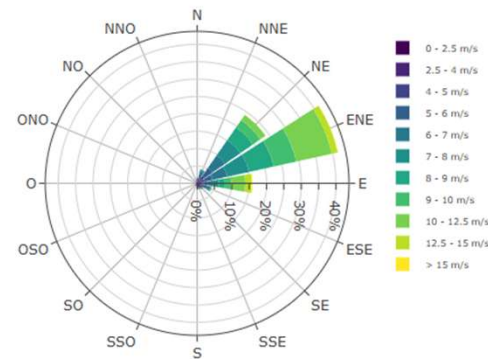
- Horários
- Mensais
- Anuais

Download

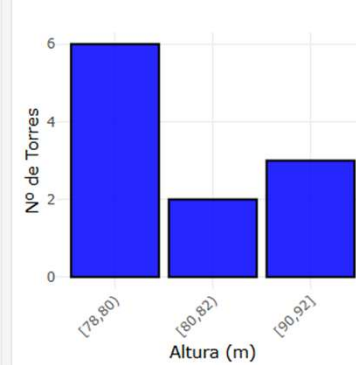
Localização



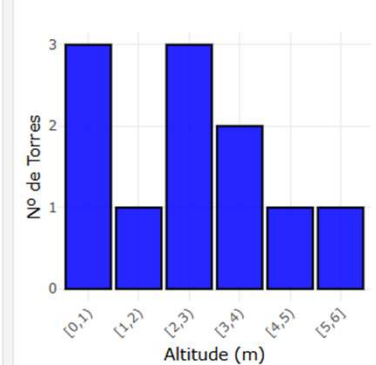
Rosa dos Ventos



Altura



Altitude



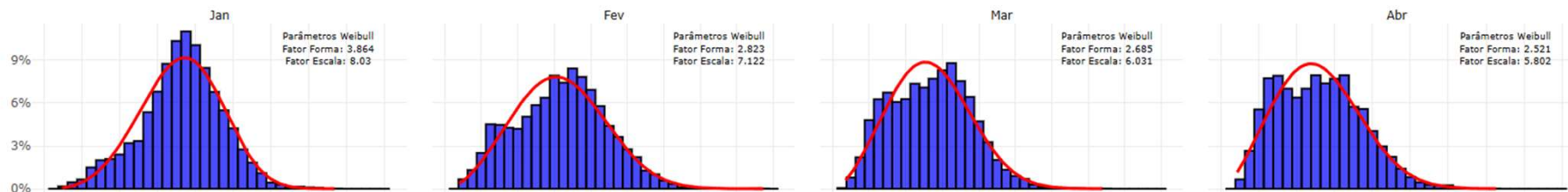
Velocidade Perfil Horário Perfil Mensal Distribuição Permanência da Velocidade

Período

Mensal

Ano

Todos

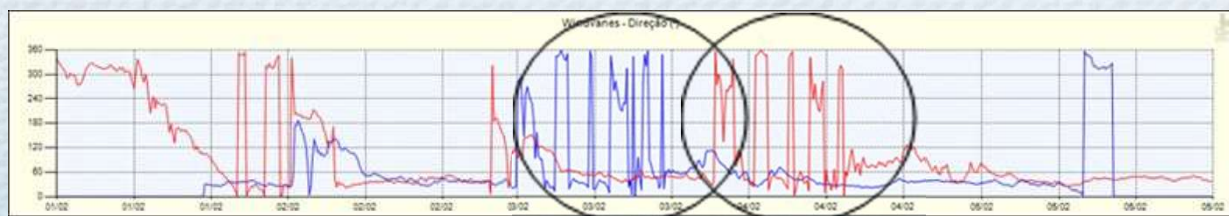


Sistema AMA

Últimas Publicações

Coordenada UTM Norte (N)	Temperatura (T) [°C]
N > 9.150.000	$14 \leq T \leq 38,5$
$8.150.000 \leq N \leq 9.150.000$	$8 \leq T \leq 39$
N < 8.150.000	$-3,5 \leq T \leq 40$

Coordenada UTM Norte (N)	Medição	Velocidade (V) [m/s]
Todas	Média	$0 < V < 45$
	Máxima	$0 < V < 55$
	Mínima	$0 < V < 30$
N > 9.150.000	Desvio Padrão	$0 < V < 7$
$8.150.000 \leq N \leq 9.150.000$		$0 < V < 7$
N < 8.150.000		$0 < V < 11$



INFORME TÉCNICO	No. EPE-DEE-IT-050/2025-r0
	Data: 15/07/2025
Metodologia Aplicada na Análise dos Dados Enviados ao Sistema AMA para Identificação de Medições Suspeitas de Erro	

1. Introdução

A base de dados de acompanhamento de medições anemométricas (AMA) foi concebida a partir da identificação da ausência de informações sobre as características energéticas da fonte eólica, informações essas, cada vez mais pertinentes para o planejamento da expansão do sistema elétrico nacional.

A partir do edital do Leilão de Energia de Reserva (LER) realizado em 2009, foi incluída cláusula de obrigatoriedade de realização de medições anemométricas e climatológicas no local dos parques vencedores de leilão durante todo o período de vigência do contrato. Estes dados devem ser enviados periodicamente à Empresa de Pesquisa Energética (EPE) com o objetivo de reunir informações com a qualidade necessária para fundamentar estudos elétricos e energéticos.

A base do Sistema AMA começou a receber medições em 2011 e dada sua importância, a cláusula de obrigatoriedade de envio de medições à EPE continua em vigor, fazendo com que a EPE receba atualmente medições realizadas em estações anemométricas instaladas em mais de 650 parques eólicos vencedores dos leilões de energia do ambiente regulado (ACR).

Diferentemente das campanhas de medição de curta duração, tipicamente de um a três anos, realizadas para a identificação do potencial energético em local destinado à construção de parque eólico, busca-se com a base de dados do Sistema AMA, a construção de um histórico de longo prazo que permita a identificação de diversidades regionais, conhecimento do comportamento e variabilidade do recurso e obtenção de correlações com outros recursos renováveis, em especial o hídrico.

O Sistema AMA recebe, quinzenalmente, arquivos padronizados contendo as medições realizadas no mesmo intervalo de tempo em cada estação anemométrica. As estações são compostas por três anemômetros, dois indicadores da direção do vento (*wind vane*), um barômetro, um termômetro e um higrômetro, seguindo instruções definidas pela EPE para as medições anemométricas e climatológicas em parques eólicos (EPE, 2016), que por sua vez são baseadas em normas internacionais, como (IEC, 2005; MEASNET, 2009).

Conforme procedimento internacional, as medições são realizadas a cada segundo e disponibilizadas em intervalos de 10 minutos. Para os anemômetros são coletadas as velocidades máxima, mínima, média e o desvio padrão verificados no intervalo. Dos *wind vanes* obtêm-se a direção média e o desvio-padrão. Dos instrumentos climáticos somente são coletadas as médias de 10 minutos. Todas as medições são sincronizadas em UTC-3 horas (*Coordinated Universal*



OBRIGADO!

Rafael Furtado – rafael.furtado@epe.gov.br

Sistema AMA – ama@epe.gov.br



www.epe.gov.br



Praça Pio X, nº 54, 5º andar

4º WORKSHOP DO SISTEMA AMA 2026

A IMPORTÂNCIA DOS DADOS ANEMOMÉTRICOS PARA A MODELAGEM ATMOSFÉRICA DO VENTO

André R. Gonçalves

Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia
Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades
Coordenação-Geral de Ciências da Terra
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



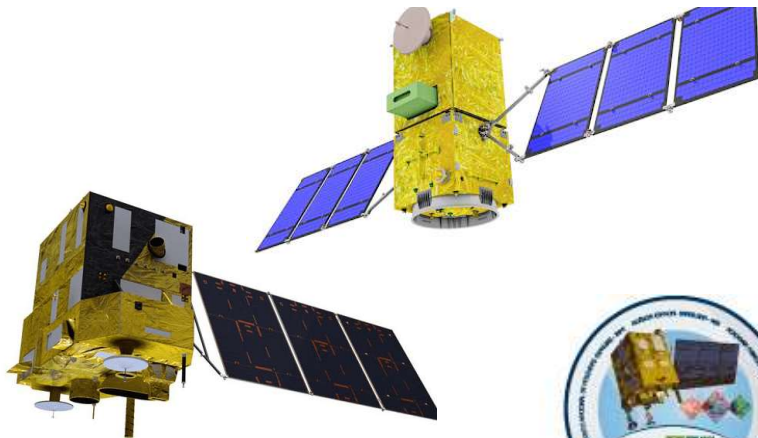
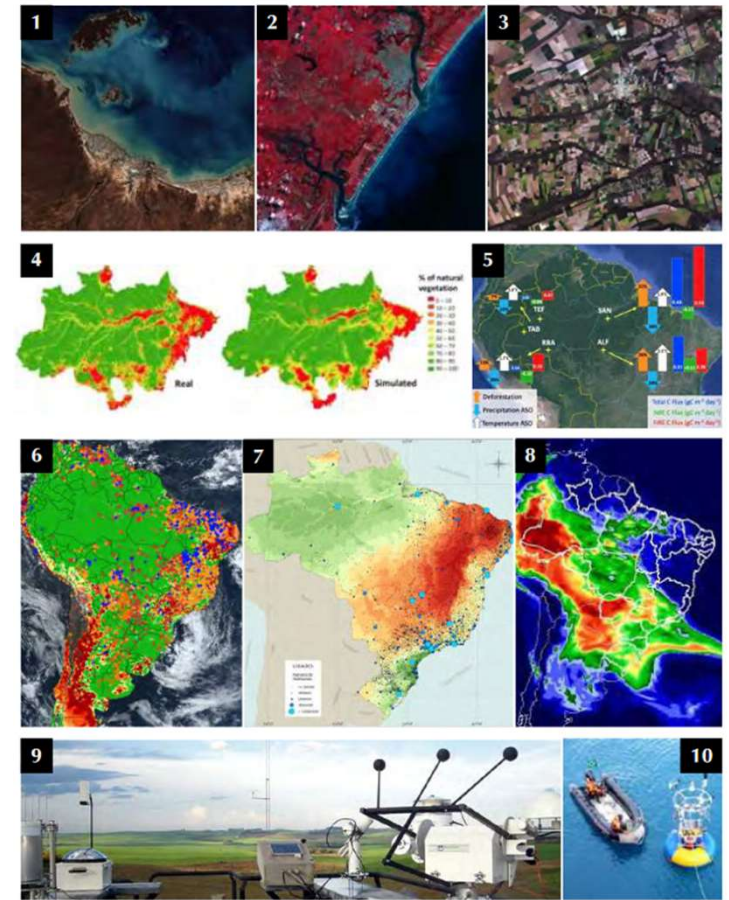
MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



INPE: produtos e serviços para a sociedade

Missão

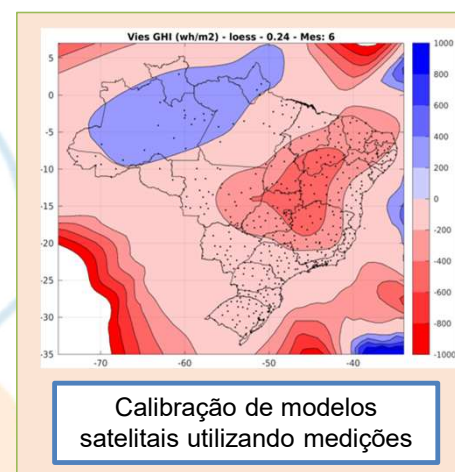
*“Produzir ciência e tecnologia, operar sistemas, formar pessoas e oferecer **produtos e serviços singulares** e soluções inovadoras nas áreas do espaço exterior e do **sistema terrestre**, para o avanço e a difusão do conhecimento e o desenvolvimento sustentável, em benefício do Brasil e do mundo”*



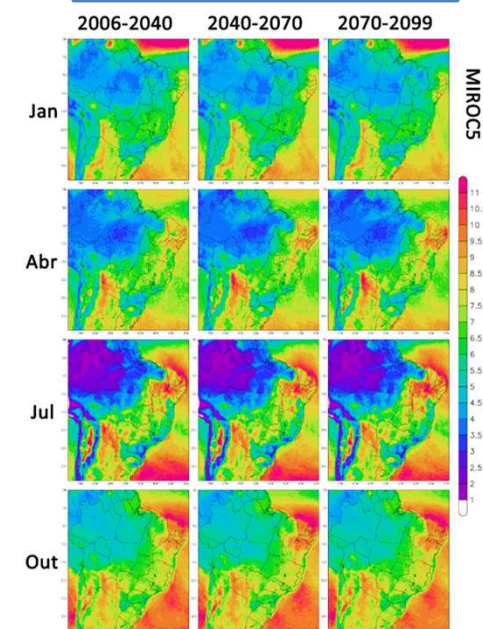
Quem somos: LABREN

METEOROLOGIA DA ENERGIA

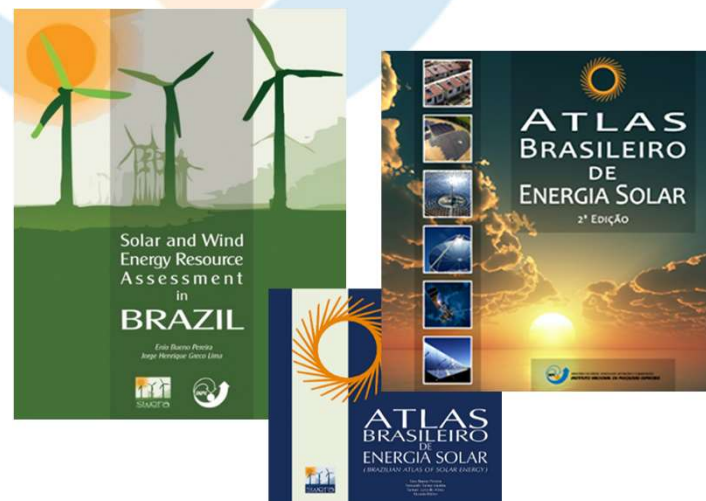
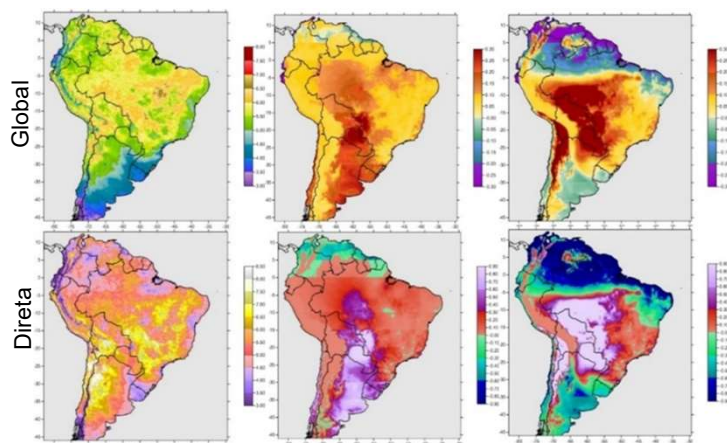
- **Observação, caracterização e modelagem** dos recursos solar e eólico
- **Clima e variabilidade do recurso solar e eólico.**
- **Previsão de curto prazo de geração solar e eólica.**
- **Energia e mudanças climáticas**



Projeções futuras para o recurso solar e eólico



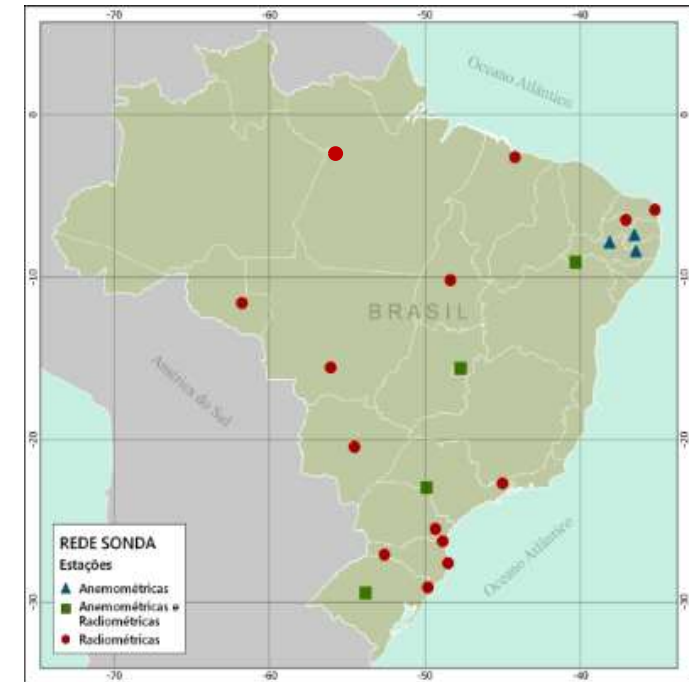
Modelos para estimativa do recurso solar e eólico





<http://sonda.ccst.inpe.br/>

- 21 anos em operação
- Plataformas solarimétricas
- Torres anemométricas
- Dados públicos



Por quê precisamos de medições anemométricas?

□ Motivação

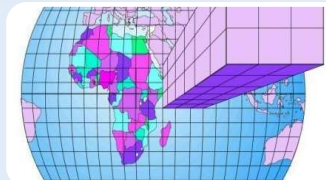
- Desenvolver novos métodos de correção de modelos atmosféricos para produzir séries para **qualquer local e período**
- Séries mais longas => **estimativa confiável** dos parâmetros estatísticos de geração => Planejamento de longo-prazo

Calibração



Medições

- ✓ Estimativa + fiel do recurso local
- ✓ Resolução temporal
- ✗ **Representatividade espacial**
- ✗ Séries curtas
- ✗ Dados privados (compromete reprodutibilidade por agentes)
- ✗ **Séries longas de baixa qualidade** (em geral sensores menos precisos)



Modelos Atmosféricos (Reanálises)

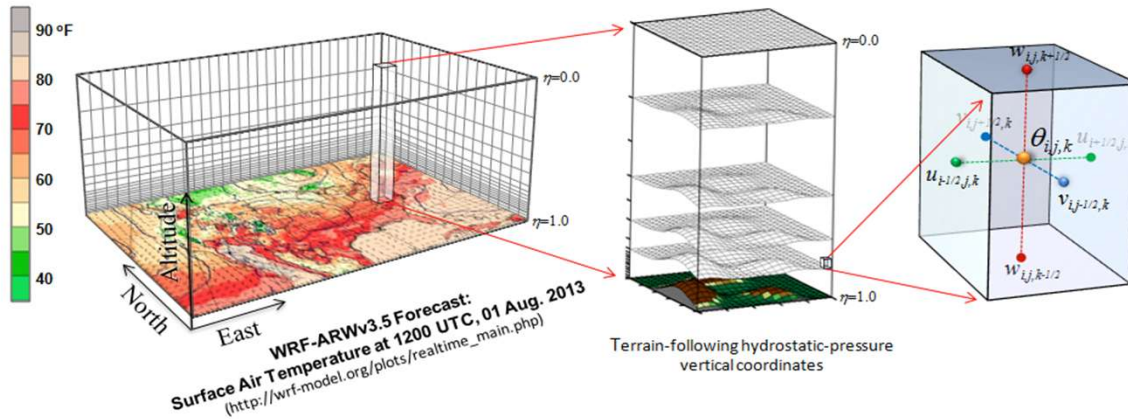
- ✓ Longos períodos > 30 anos
- ✓ Representatividade espacial
- ✗ Subdispersivos. Não captam circulações locais (brisas, vale-montanha, orografia, etc..)
- ✗ **Limitações na representação do cisalhamento do vento**



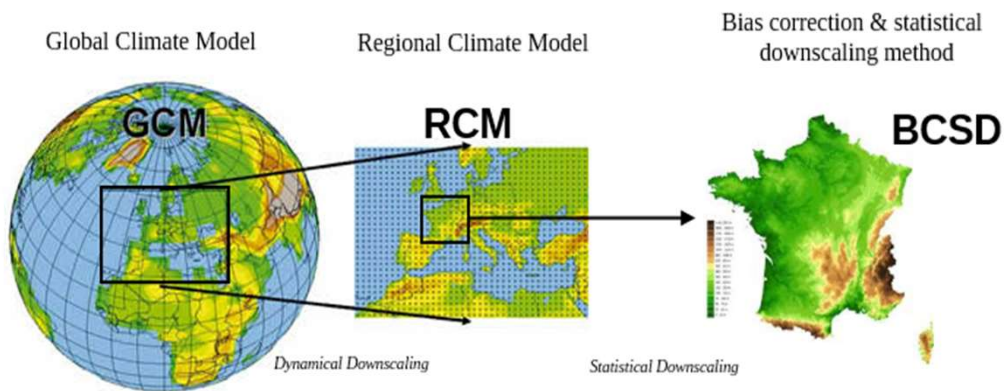
Modelos Satelitais

- ✓ Representatividade espacial
- ✓ Estimativa +fiel de nebulosidade
- ✗ Séries mais curtas (~20 anos)
- ✗ **Limitações na estimativa de vento onshore em superfície**

Modelagem Atmosférica



- Cons. Momentum (Navier-Stokes)
- Cons. Massa (Continuidade)
- Cons. Energia
- Hidrostática
- Lei dos Gases

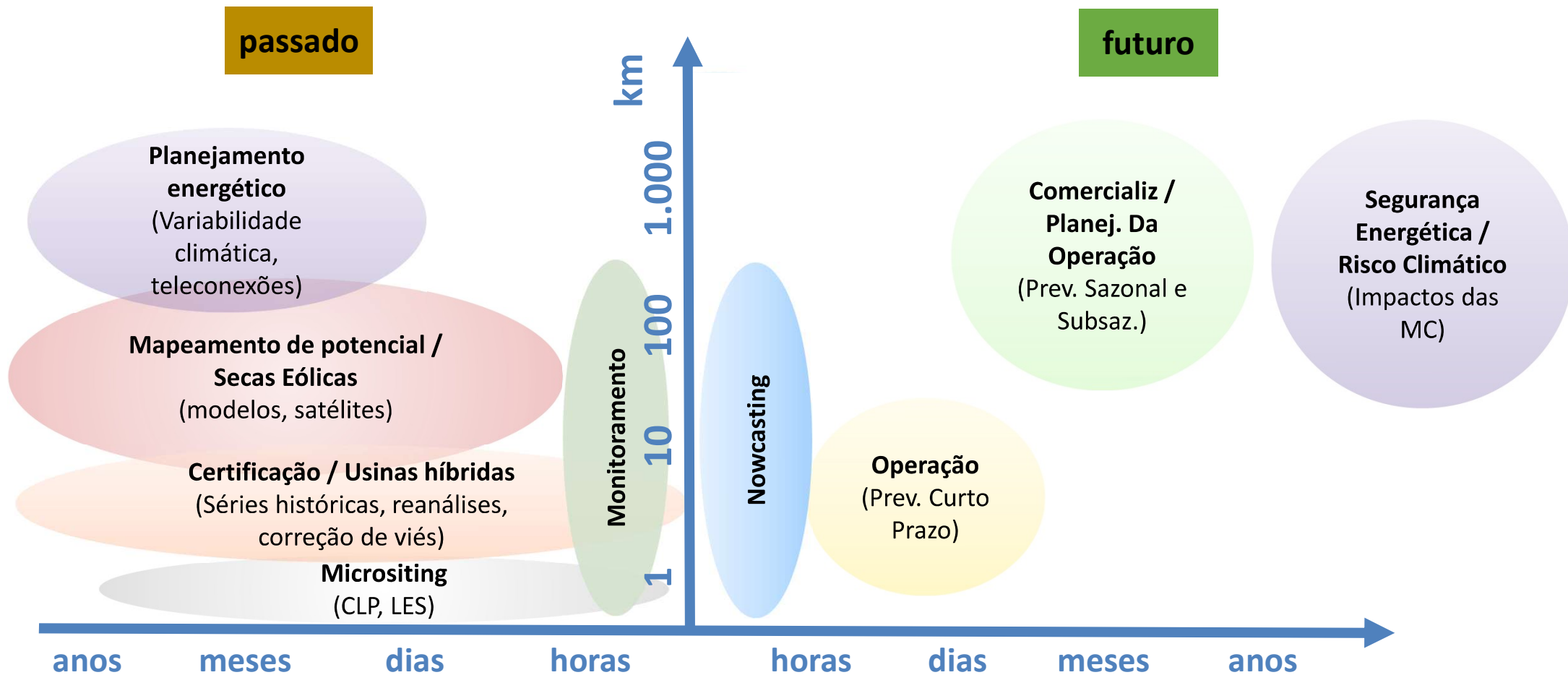


Refinamento Dinâmico e Estatístico



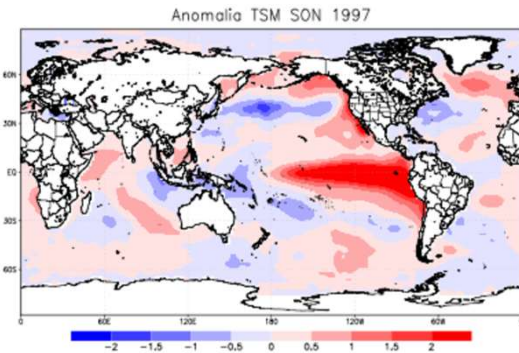
Novo Supercomputador JACI

Aplicações para o setor elétrico



A variabilidade do vento

- Variabilidade espacial (horizontal e vertical)
- Variabilidade temporal (intrahorária a interanual)
- Tendências e MC

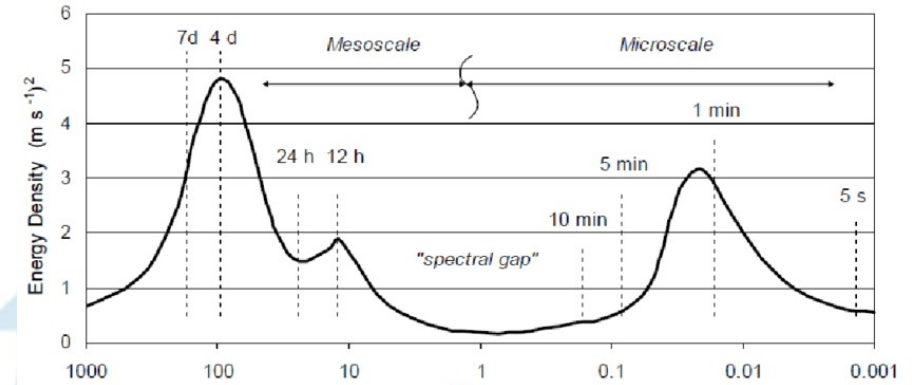


El Niño

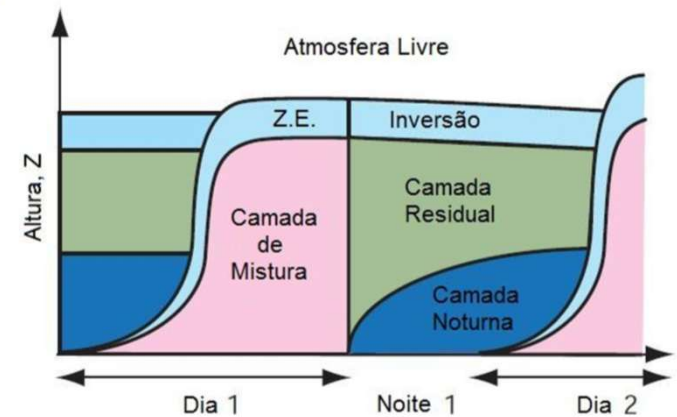
- Anomalias positivas de vento no NE

La Niña

- Anomalias negativas de vento no NE



Espectro de potência do vento
(Van der Hoven, 1957)



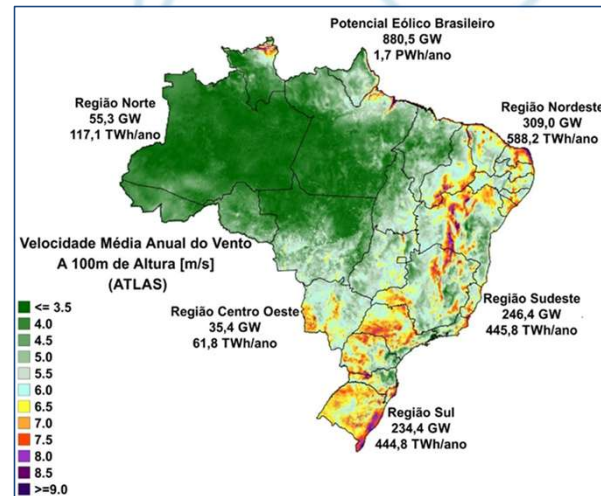
Evolução da CLP
(Stull, 1989)

Alguns exemplos

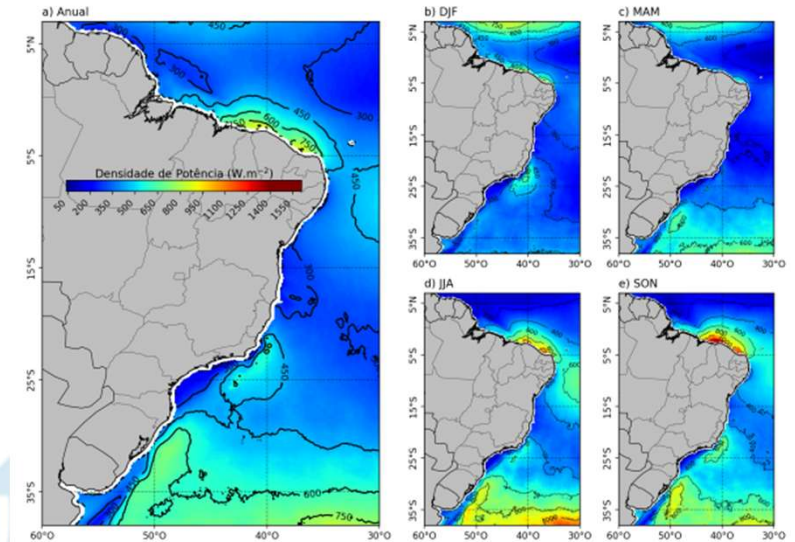
Mapeamentos de potencial eólico



SWERA – Solar and Wind Energy Resource Assessment – Modelo ETA (PNUD, 2005)



Reavaliação do Potencial Eólico a 100m (INCT-MC CNPQ/FAPESP, 2018)



Mapeamento Offshore por Escaterômetros, (Paiva, 2019)

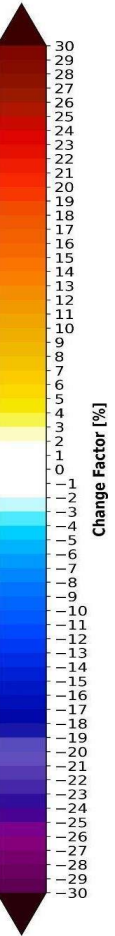
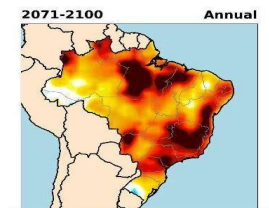
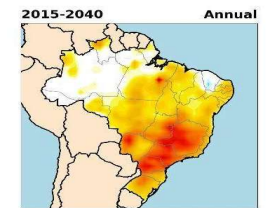
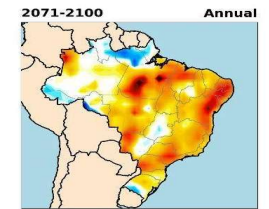
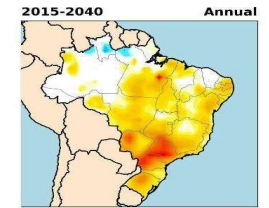
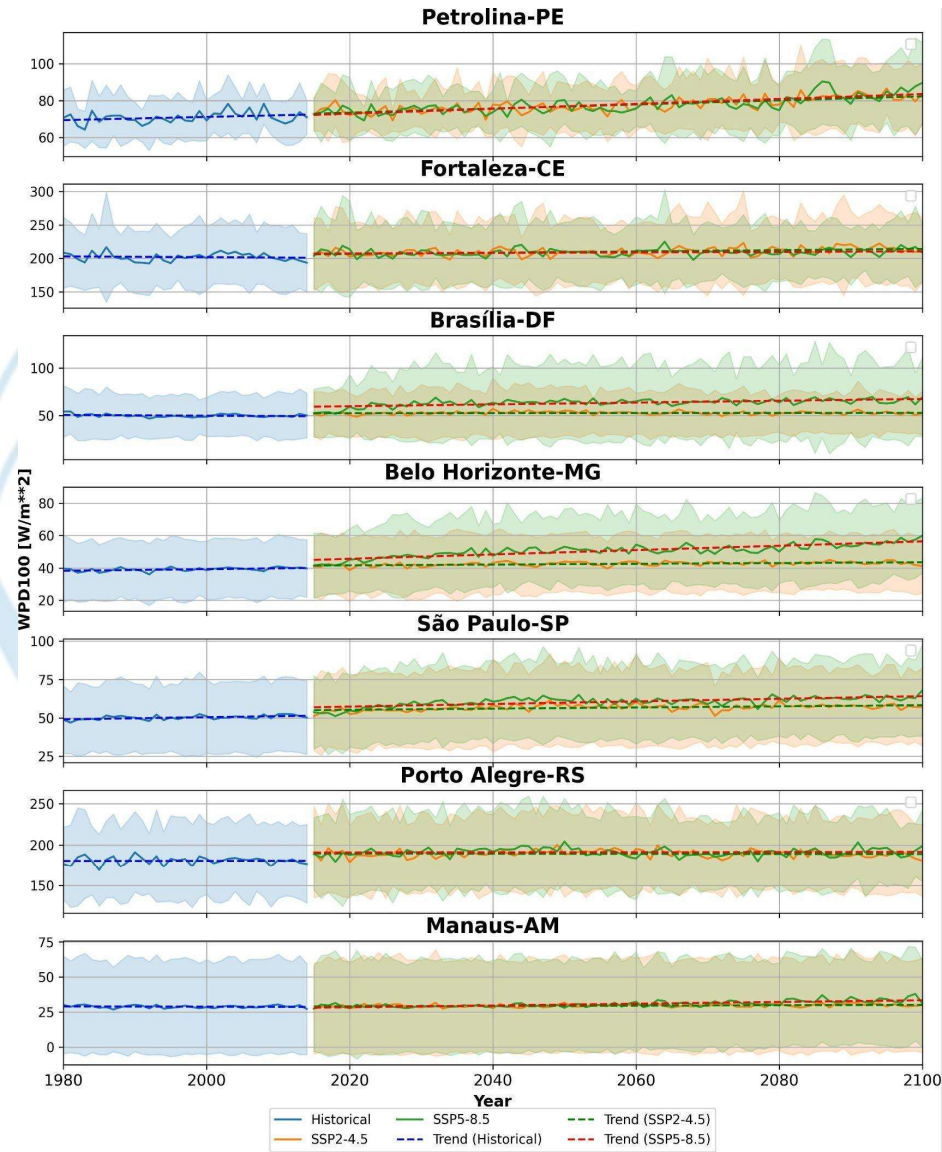
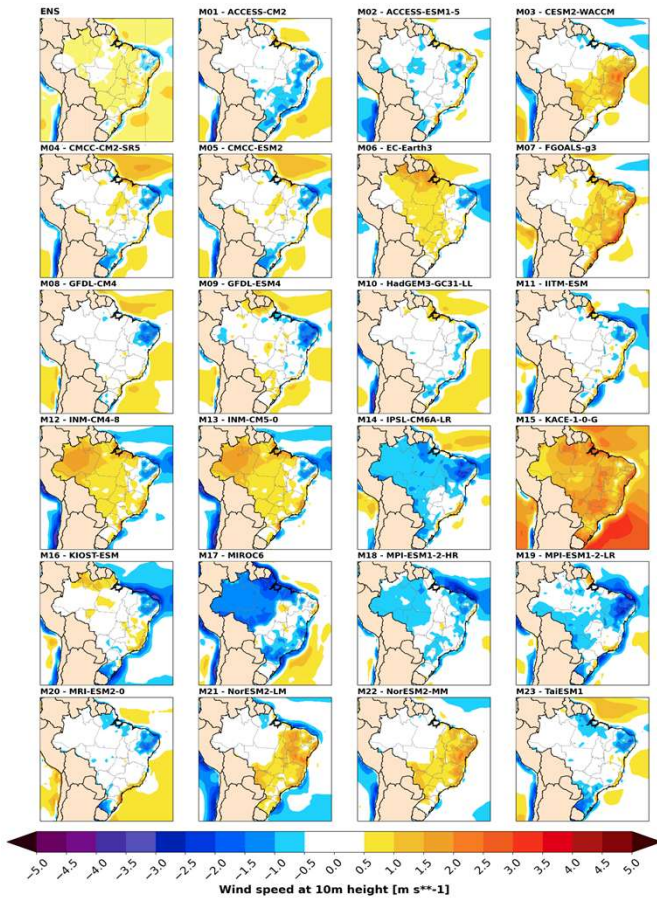


Novo Atlas Eólico – Modelo BRAMS (CEPEL/INPE, 2016)



Alguns exemplos

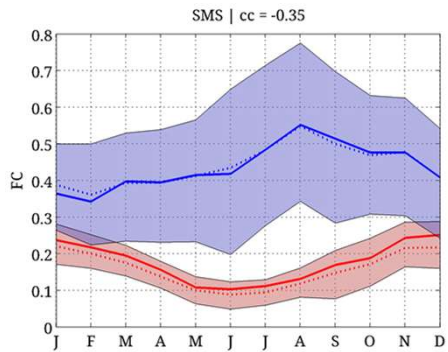
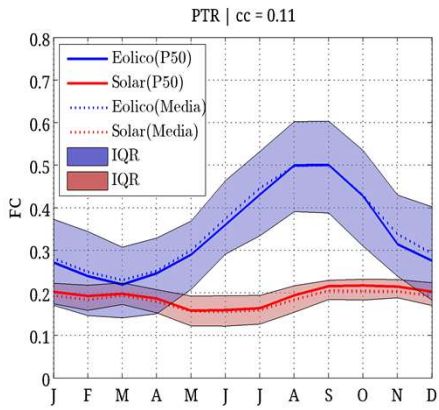
Projeções de Mudança do Clima



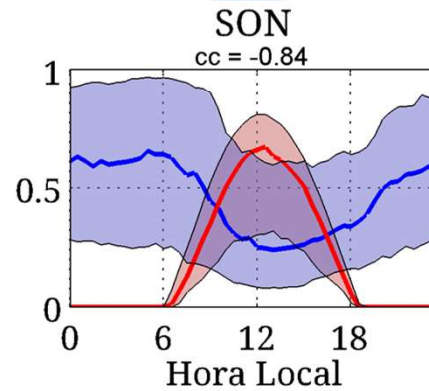
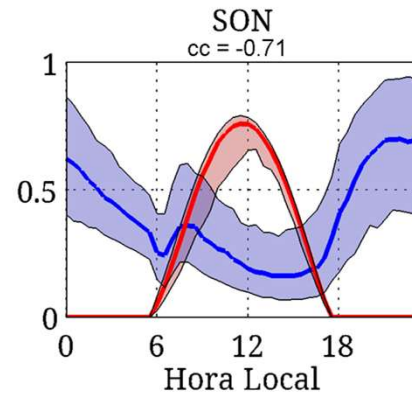
Alguns exemplos

Usinas híbridas (associadas)

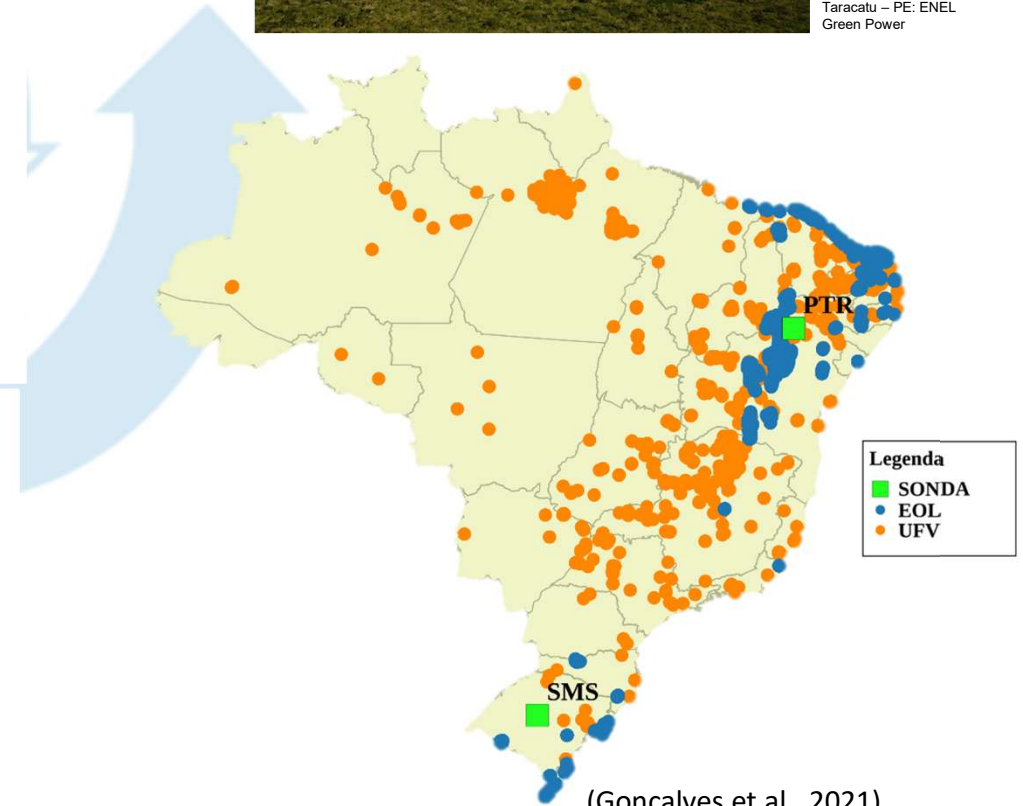
Ciclo sazonal



Ciclo diário



Complexo Fontes,
Taracatu – PE: ENEL
Green Power

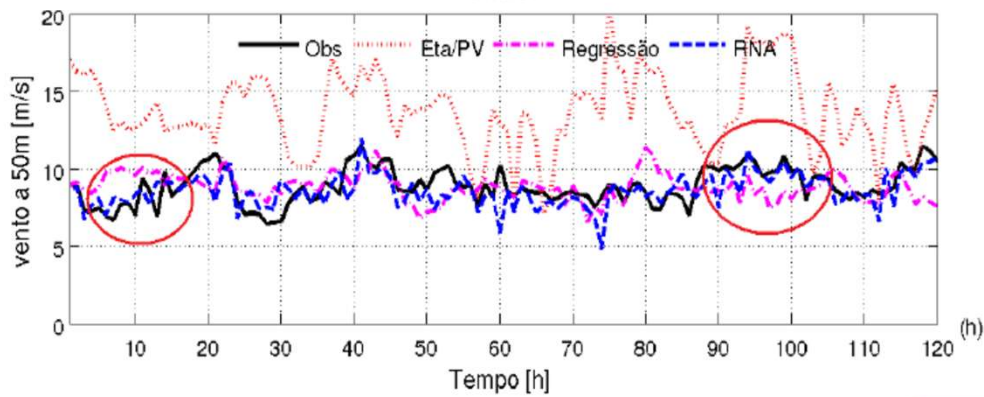


Alguns exemplos

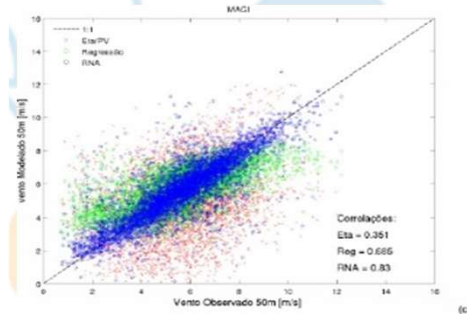
Previsão de vento de curto-prazo

Previsão de vento e potência a partir de modelos de mesoescala

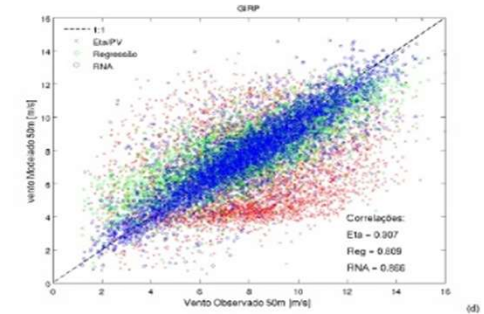
PALM



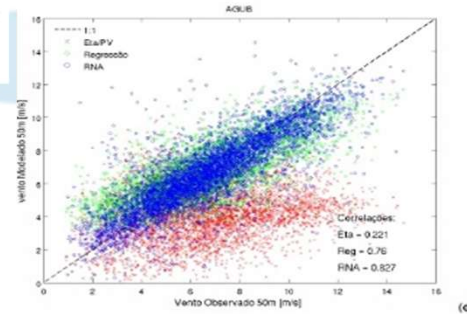
(h)



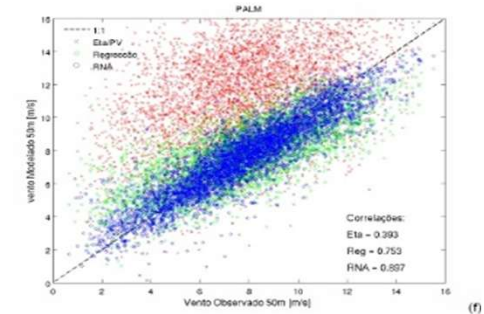
(c)



(d)



(e)



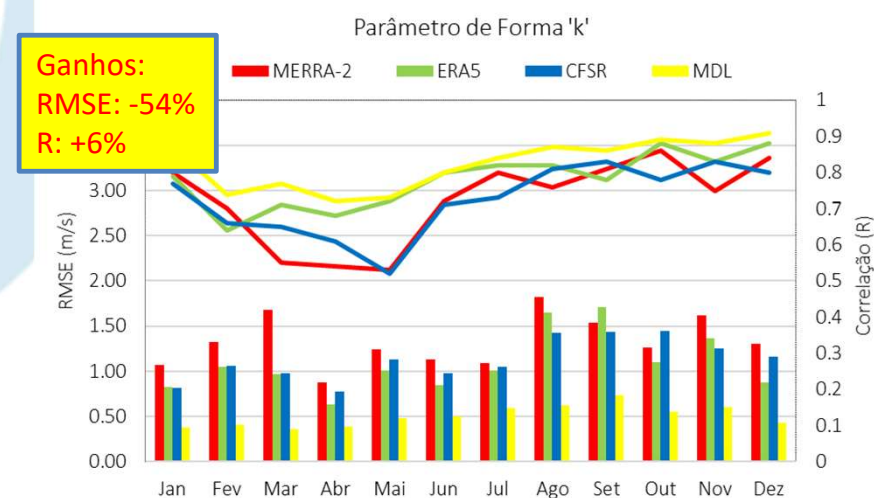
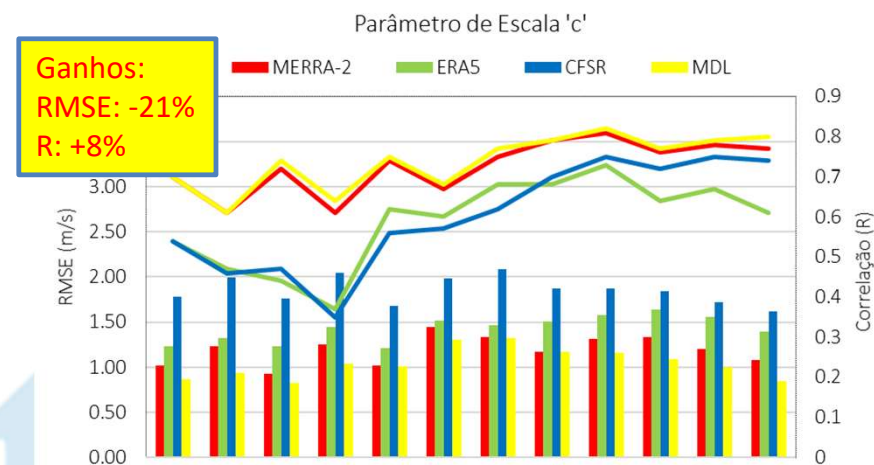
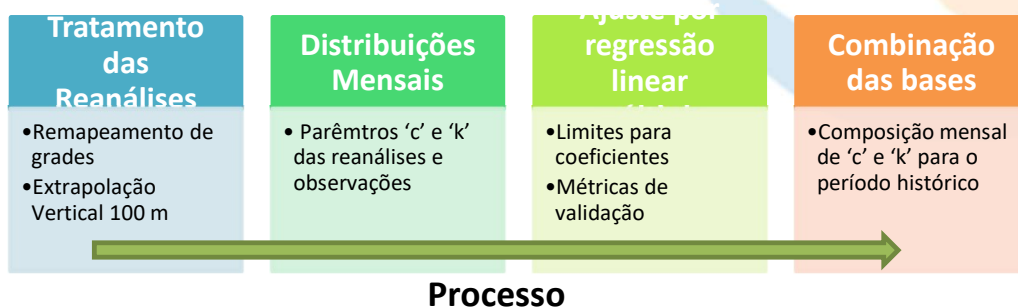
(f)

Alguns exemplos

Calibração de reanálises

➤ Reanálises Combinadas¹ por modelo linear (MDL)

- Dados públicos (ERA5 + MERRA-2 + CFSR)
- Calibradas para o Brasil (84 estações: Aeroportos + Torres Anemométricas AMA)
- Objetivo:
 - Maximizar correlação na escala mensal (forçantes climáticas)
 - Minimizar erros na distribuição de frequência intrasazonal (C e K de Weibul)



Métricas de desempenho RMSE e coef. Correlação para simulações mensais dos parâmetros de escala e forma a partir de reanálises individuais e combinadas. Correlações dadas por linhas contínuas

Fonte: Relatório CSI (GIZ/INPE)

¹ Base de dados desenvolvida no âmbito do projeto "Ampliação dos Serviços Climáticos para Investimentos em Infraestruturas (CSI)" cooperação GIZ/MMA/INPE/EPE (Jan/2020)

Considerações finais

- Medições anemométricas **são essenciais** para estudos eólicos rigorosos
- Acesso aos dados do AMA **pode alavancar** a pesquisa aplicada ao setor
- Há uma gama de **questões em aberto**: variabilidade interanual, secas eólicas, previsão (sub)sazonal, usinas híbridas solar-eólica, otimização espacial (*spatial smoothing*), armazenamento e H2V, dinâmica de jatos noturnos, etc..
- Momento oportuno para fomentar um **evento técnico regular** da comunidade de pesquisa em energia eólica (especialmente recurso eólico)



OBRIGADO!

andre.goncalves@inpe.br
labren@inpe.br



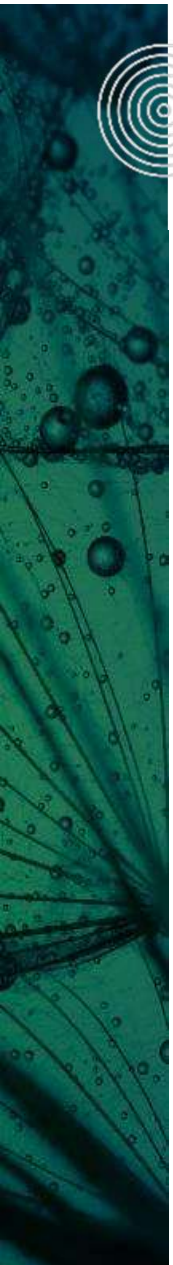
MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO





O Operador do Sistema e a Anemometria

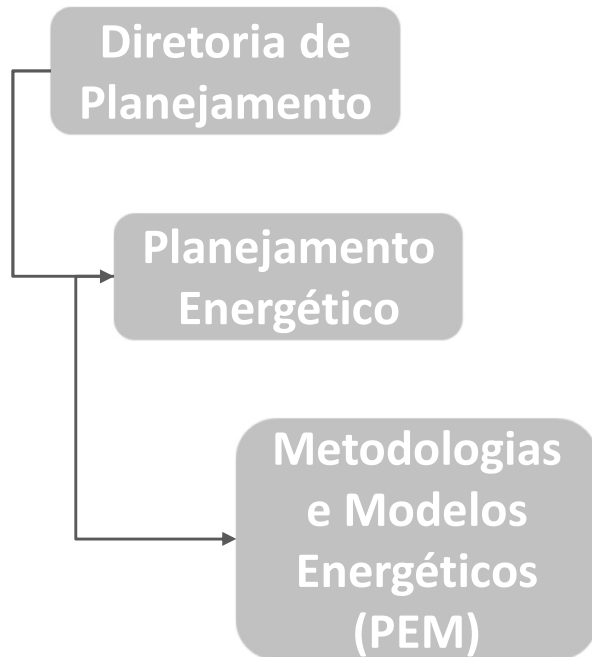
Rio de Janeiro, 07 de abril de 2026



Sumário

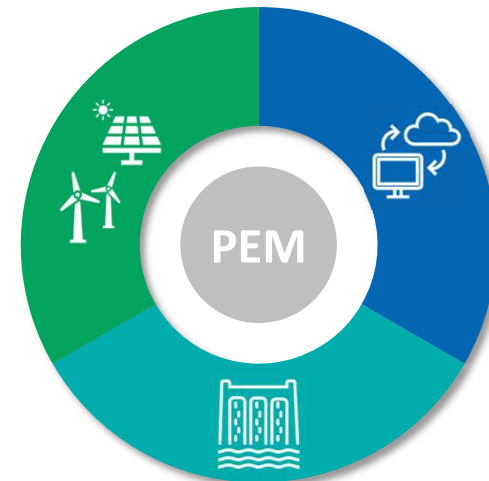
- Apresentação
- Base de dados e preparação dos dados históricos
- Análise dos dados do sistema AMA
- Modelos de previsão e de estimação de geração eólica
- Modelo de estimação para fins de *constrained-off*

Apresentação da área



Geração Eólica e Solar Fotovoltaica

- Previsão de geração eólica e solar fotovoltaica;
- Estimação de geração eólica e solar fotovoltaica para fins de *constrained-off*;
- Desenvolvimento, cálculo e análise dos indicadores de previsão eólica e solar fotovoltaica



Modelos Energéticos

Gestão de Recursos Hídricos

Base de dados



Dados cadastrais

- Potência instalada
- Coordenadas
- Data de operação

Séries observadas

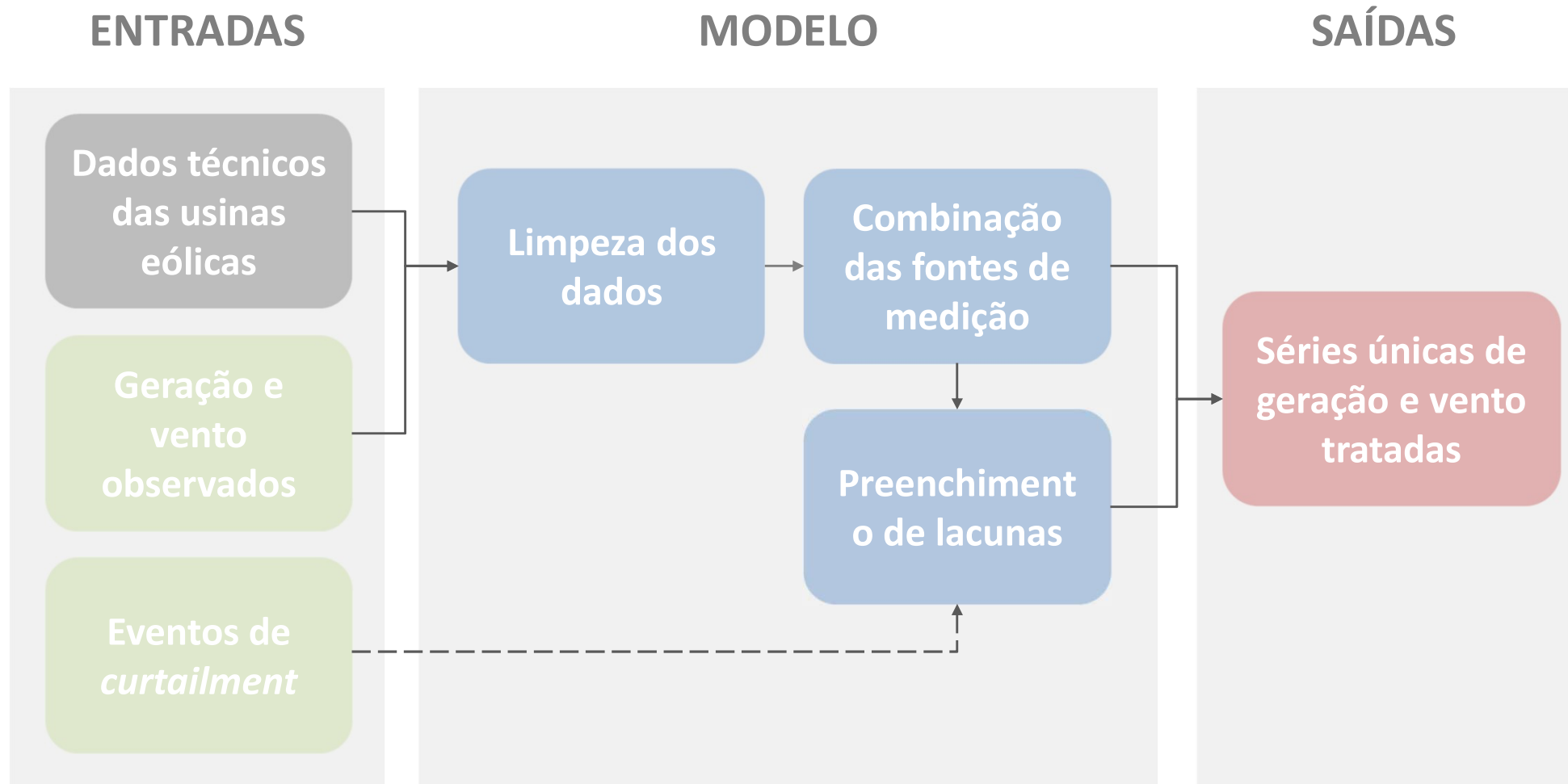
- Geração
- Velocidade do vento

Séries previstas

- Velocidade do vento



Preparação dos dados históricos



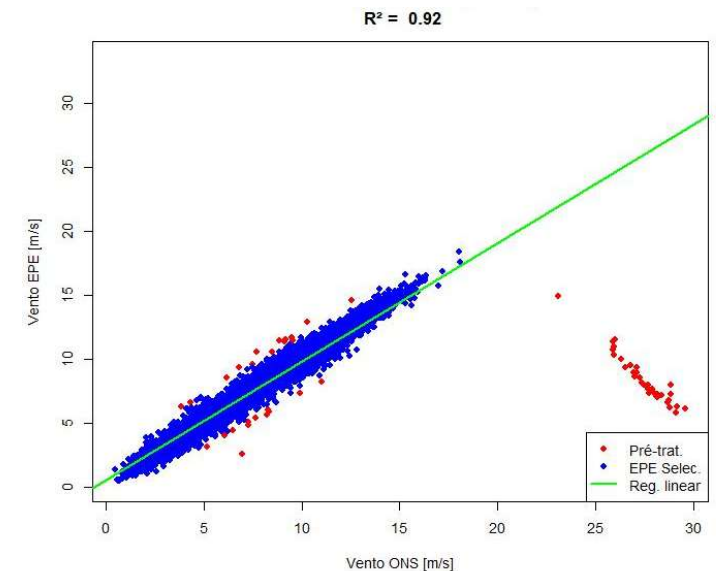
Etapas da preparação dos dados de vento

Limpeza dos dados

- **Adequação** aos limites físicos da usinas;
- Filtragem de dados com baixa variabilidade;
- **Deteção** de dados congelados;
- Avaliação da qualidade do dado

Combinação das fontes de medição

- **Seleção** da fonte do dado seguindo hierarquia ONS e EPE;
- Na ausência do dado prioritário, **utilização do dado da outra fonte, ajustado linearmente**;
- Avaliação da correlação entre as fontes (**R^2 superior a 0.7**)





Etapas da preparação dos dados de vento

Limpeza dos dados

- **Adequação** aos limites físicos da usinas;
- Filtragem de dados com baixa variabilidade;
- **Detecção** de dados congelados;
- Avaliação da qualidade do dado

Combinação das fontes de medição

- **Seleção da fonte** do dado seguindo hierarquia ONS e EPE;
- Na ausência do dado prioritário, **utilização do dado da outra fonte, ajustado linearmente**;
- Avaliação da correlação entre as fontes (**R^2 superior a 0.7**)

Preenchimento de lacunas

- **Identificação** das usinas vizinhas;
- Ajuste linear entre as séries;
- **Ordenação** e seleção das usinas de acordo com o valor de R^2 ;
- Utilização do **físico reverso**.



Análises dos dados do sistema AMA

640/1052

Usinas com medições do
AMA

602/640

Usinas do AMA com
correlação superior a 0.7

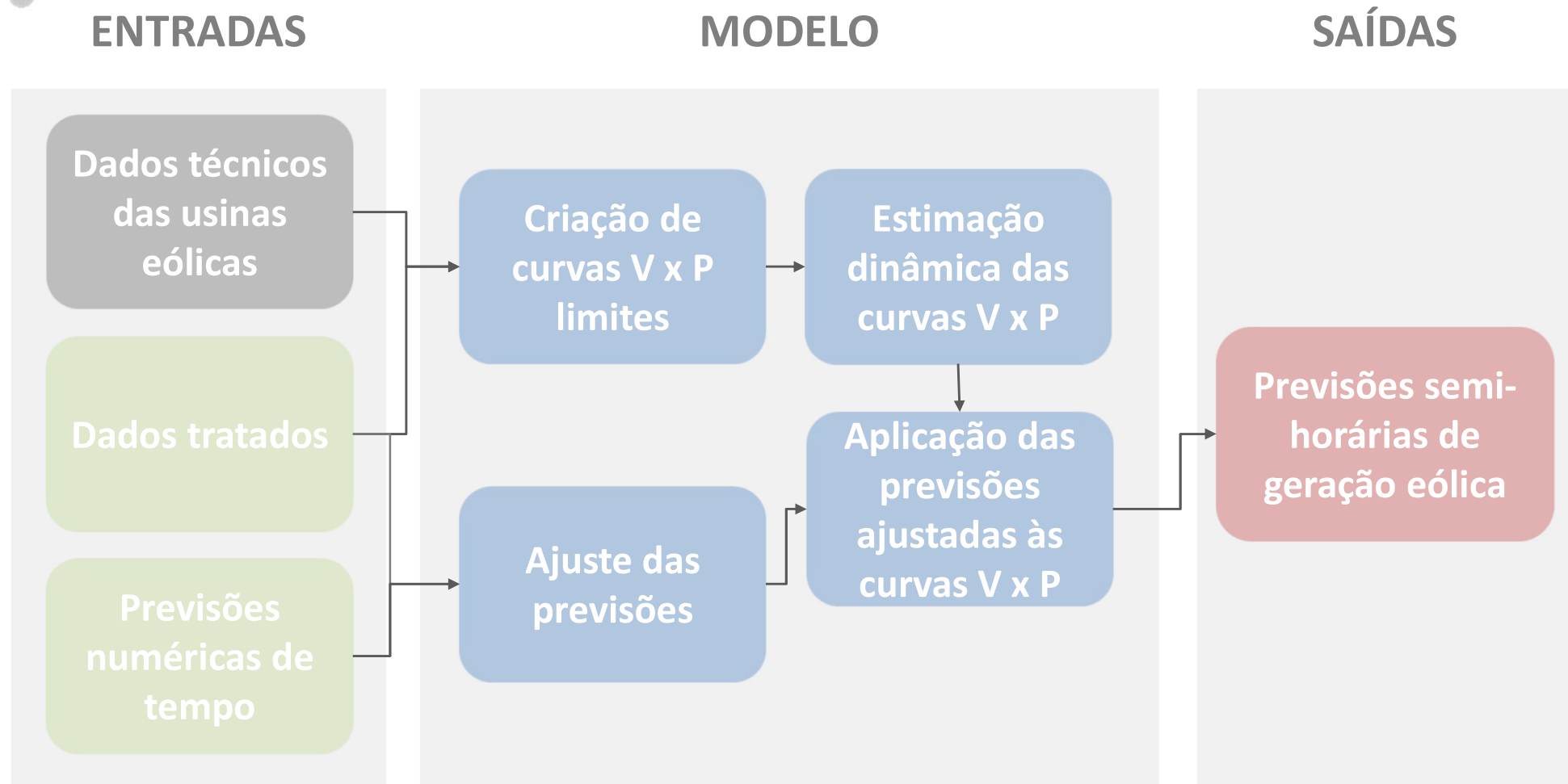
94.9%

Índice de dados
aproveitados em usinas do
AMA

89.44%

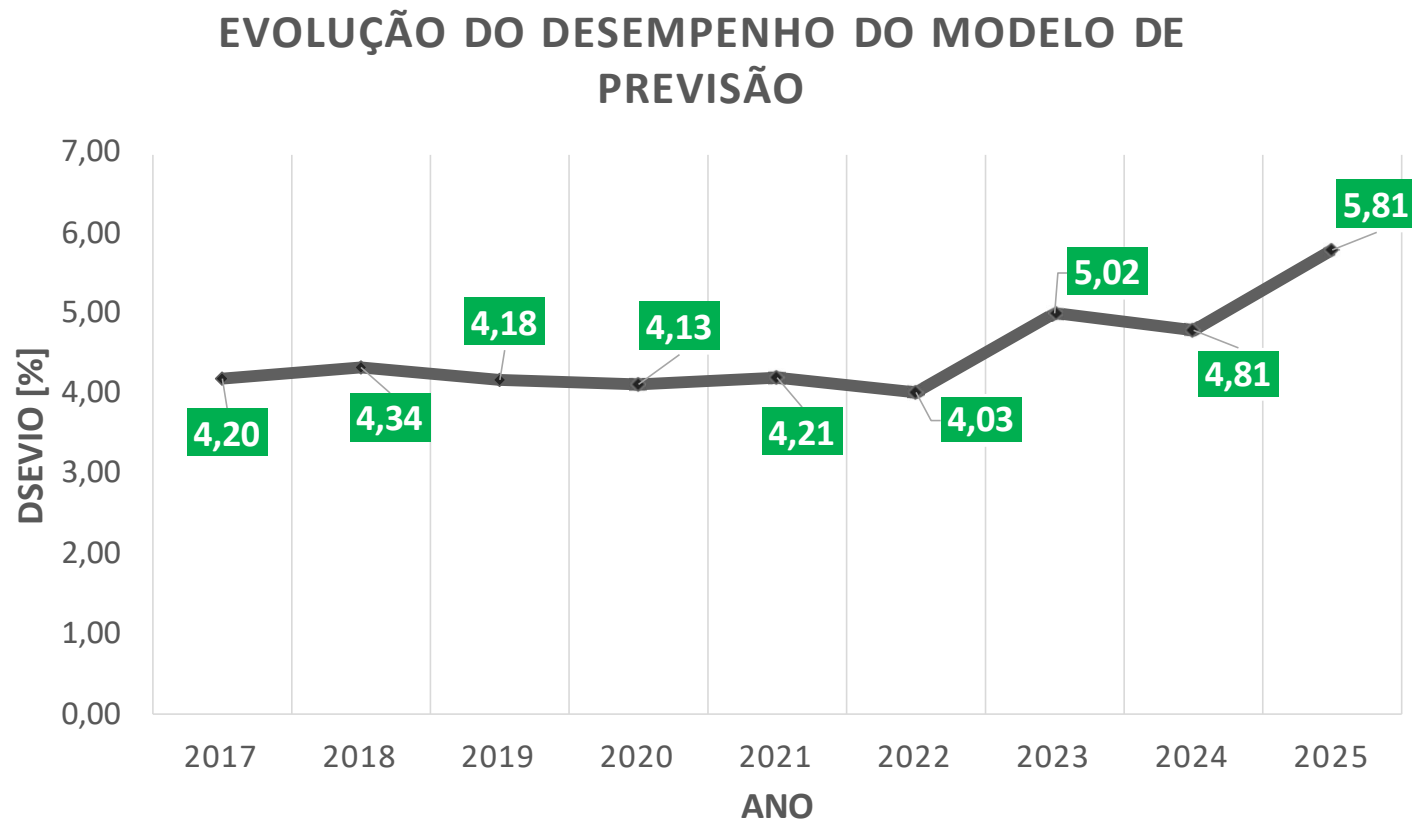
Índice de dados
aproveitados em usinas sem
medições do AMA

Modelo de previsão eólica



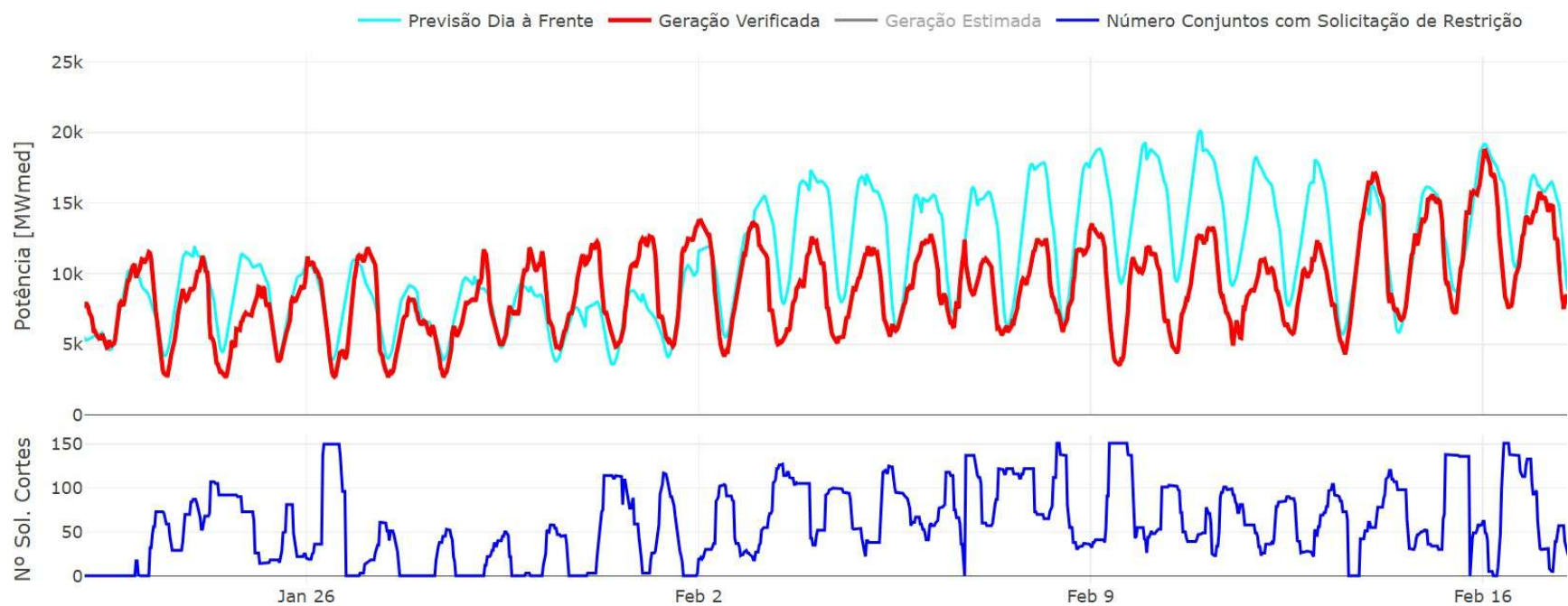
Desempenho de previsão eólica

- Deterioração dos índices do modelo em função dos eventos de *curtailment* a partir de 2023.



Resultados do modelo de previsão

GERAÇÃO EÓLICA DO SIN

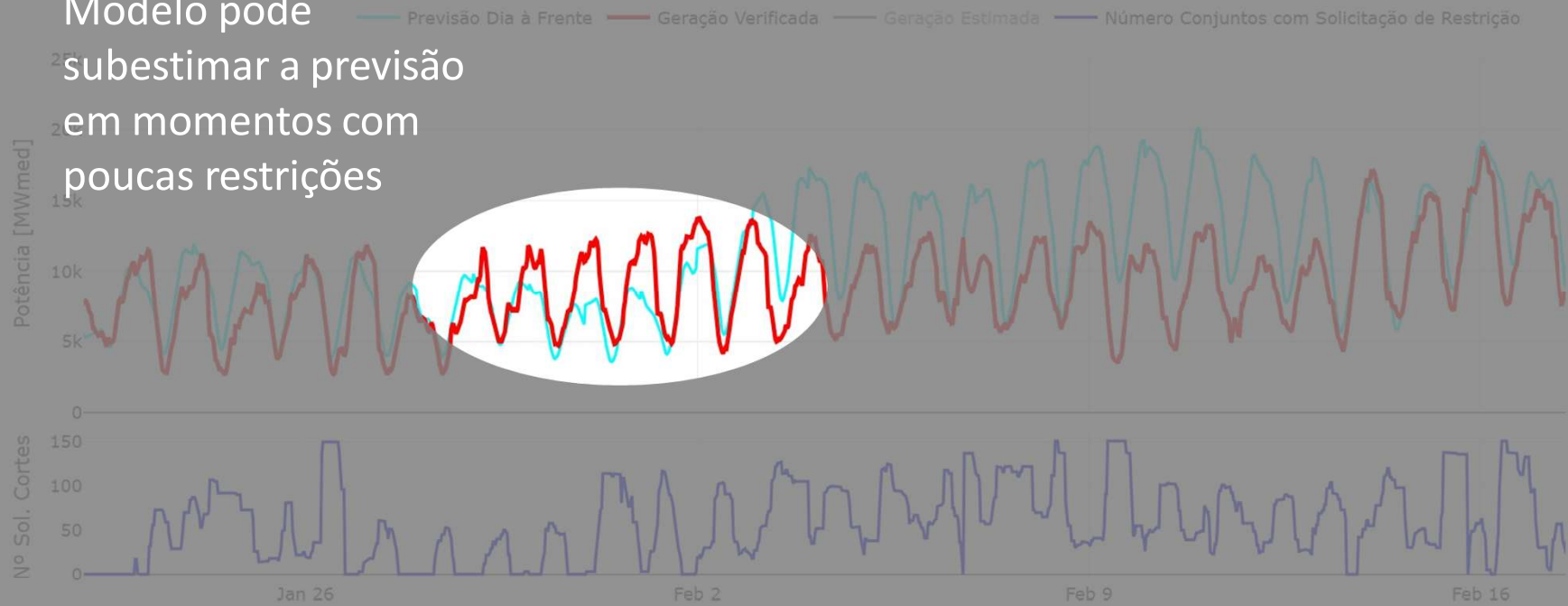


Resultados do modelo de previsão

GERAÇÃO EÓLICA DO SIN

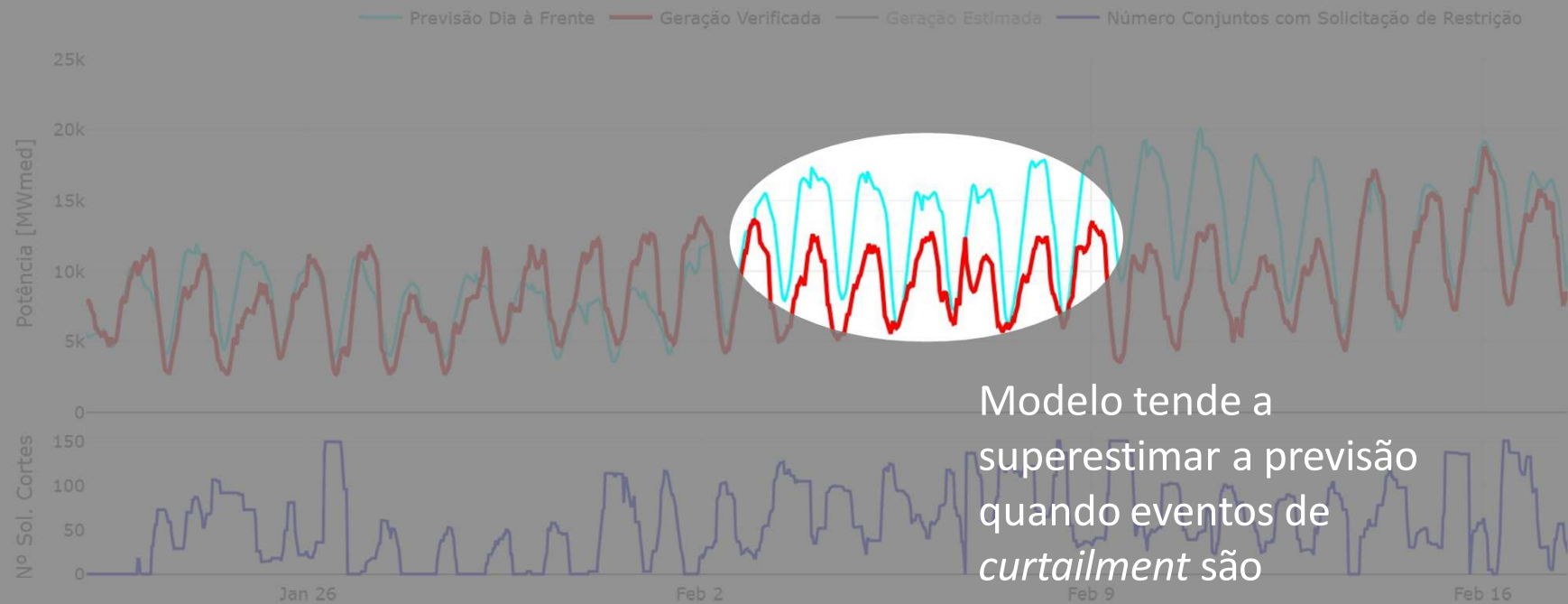
Modelo pode

subestimar a previsão
em momentos com
poucas restrições



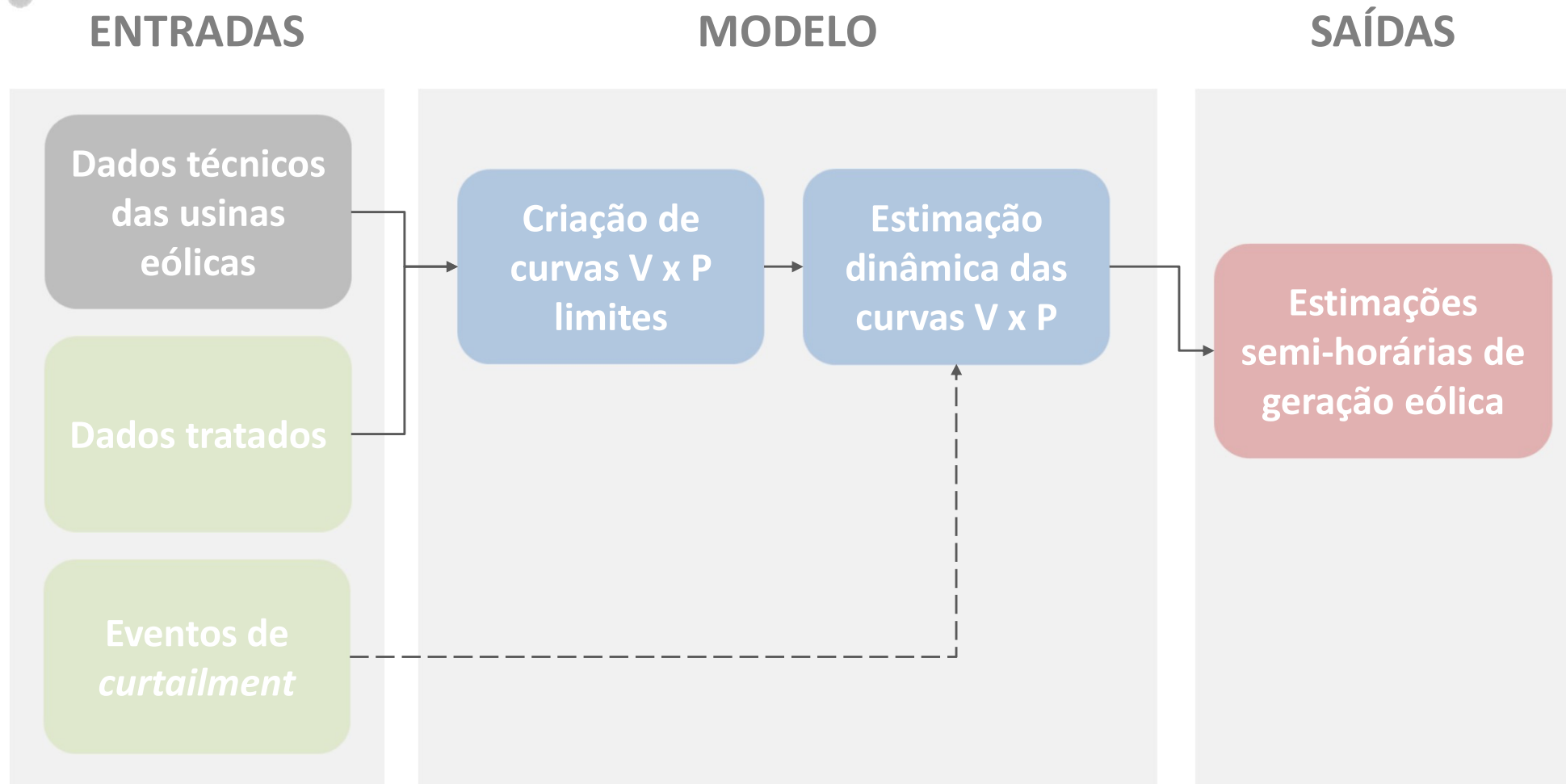
Resultados do modelo de previsão

GERAÇÃO EÓLICA DO SIN



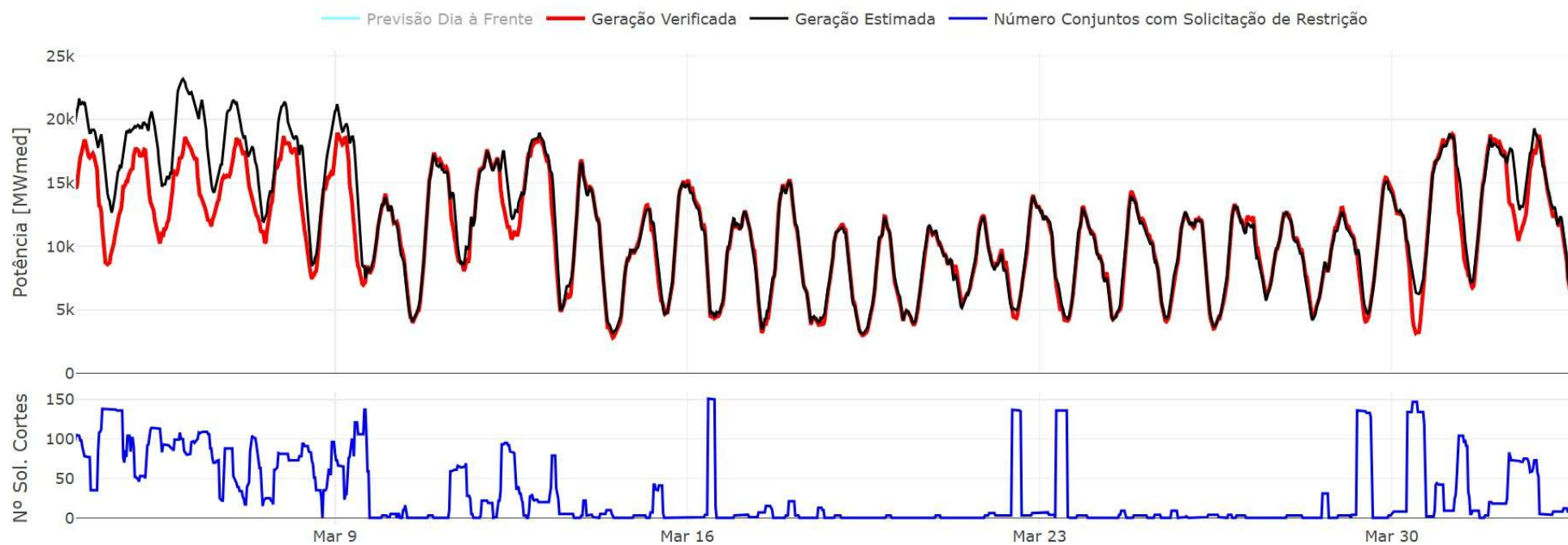
Modelo tende a superestimar a previsão quando eventos de *curtailment* são intensificados

Modelo de estimação



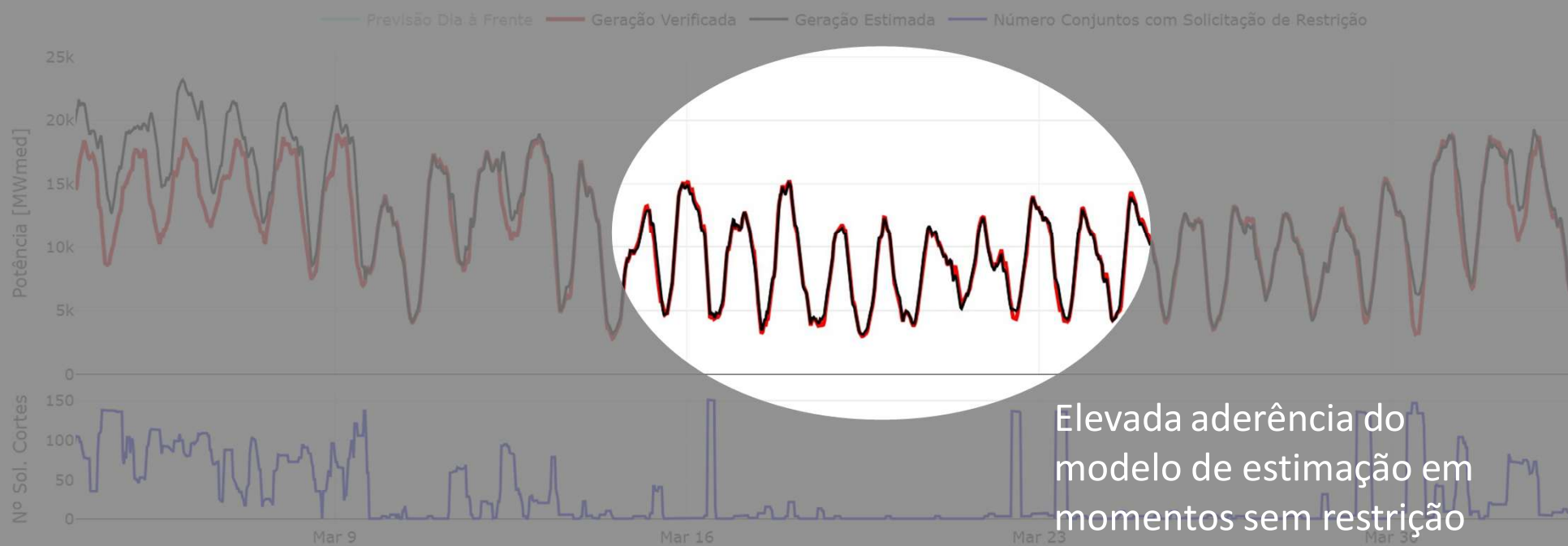
Resultados do modelo de estimação

Geração Estimada SIN



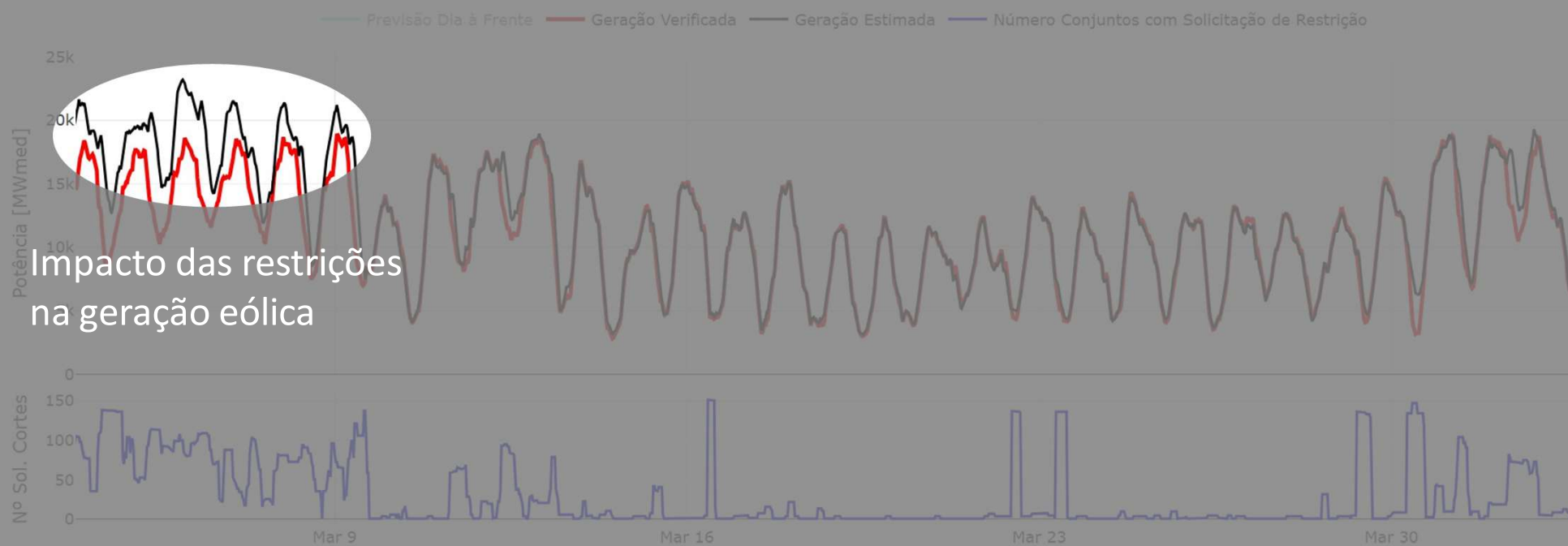
Resultados do modelo de estimação

Geração Estimada SIN



Resultados do modelo de estimação

Geração Estimada SIN



Modelo de estimação para fins de *constrained-off* eólico

- Regulamentado pela REN 1030/2022 da ANEEL e descrito em Procedimentos de Rede.
- ONS é responsável pela elaboração das curvas de produtividade e pelo cálculo da geração de referência.
- Para a elaboração das curvas, as variáveis consideradas são geração, velocidade do vento, potência disponível e registros de solicitação de corte.
- Os dados utilizados devem ser **exclusivamente os dados enviados diretamente ao ONS**.



DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 02/08/2022 | Edição: 145 | Seção: 1 | Página: 132

Órgão: Ministério de Minas e Energia/Agência Nacional de Energia Elétrica

RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.030, DE 26 DE JULHO DE 2022

ONS
Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Submódulo 2.4

Premissas, critérios e metodologias para estudos energéticos

Critérios

Revisão	Motivo da revisão	Data de aprovação
2024.12	Despacho ANEEL 3.806/2024	16/12/2024



Informações complementares

- Maiores informações sobre metodologia e resultados dos modelos de previsão e estimação podem ser encontrados nas referências:

IEEE Access

1. *Wind Power Forecasting for Independent System Operators: Modeling Approaches, Practical Applications, and Operational Challenges in the Brazilian Context*

Link: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11398097>

 **atmosphere**

2. *An Integrated Methodology for Assessing Wind Power Curtailment Using Anemometric Measurements and Operational Data in the Brazilian Context*

Link: <https://www.mdpi.com/2073-4433/17/4/333>





Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Obrigada!

Gerência de Metodologias e Modelos Energéticos
renovaveispem@ons.org.br

lais.araujo@ons.org.br



A circular collage of images related to energy. The central image shows a tall white tower with a spherical top made of white panels, with the logo 'Enebrobras Cepel' on it. The tower is set against a blue sky with clouds and power lines. To the left, there's a close-up of a large electrical insulator. To the right, there's a yellow corrugated metal wall. The entire collage is framed by two concentric blue circles.

Onde tem energia, vai ter Cepel sempre!

As incertezas da medição anemométrica – A experiência CEPTEL

D.Sc. Mecânica - Vanessa G. Guedes


D.Sc. Plan. Energ. - Ricardo M. Dutra



Sumário

- Conceitos básicos de incerteza da medição
- Metodologia Cepel para cálculo de incerteza de projetos eólicos

Conceitos básicos de incerteza da medição



Definição - Vocabulário Internacional de Metrologia - VIM 2012

Grandeza

Propriedade de um fenômeno de um corpo ou de uma substância, que pode ser expressa quantitativamente sob a forma de um número e de uma referência.

Mensurando

Grandeza que se pretende medir

Resultado de medição

Conjunto de valores atribuídos a um mensurando, juntamente com toda outra informação pertinente disponível. Um resultado de medição é geralmente expresso por um único valor medido e uma incerteza de medição.

Incerteza de medição

Parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a um mensurando. Representa a dúvida que existe acerca do resultado de medição.



http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf

Definição - Guia para a Expressão de Incerteza de Medição - GUM - Avaliação de Dados de Medição (2008)

Medição

O objetivo de uma medição é determinar o valor do mensurando, isto é, o valor da grandeza específica a ser medida. Uma medição começa, portanto, com uma especificação apropriada do mensurando, do método de medição e do procedimento de medição.

Incerteza (de uma medição)

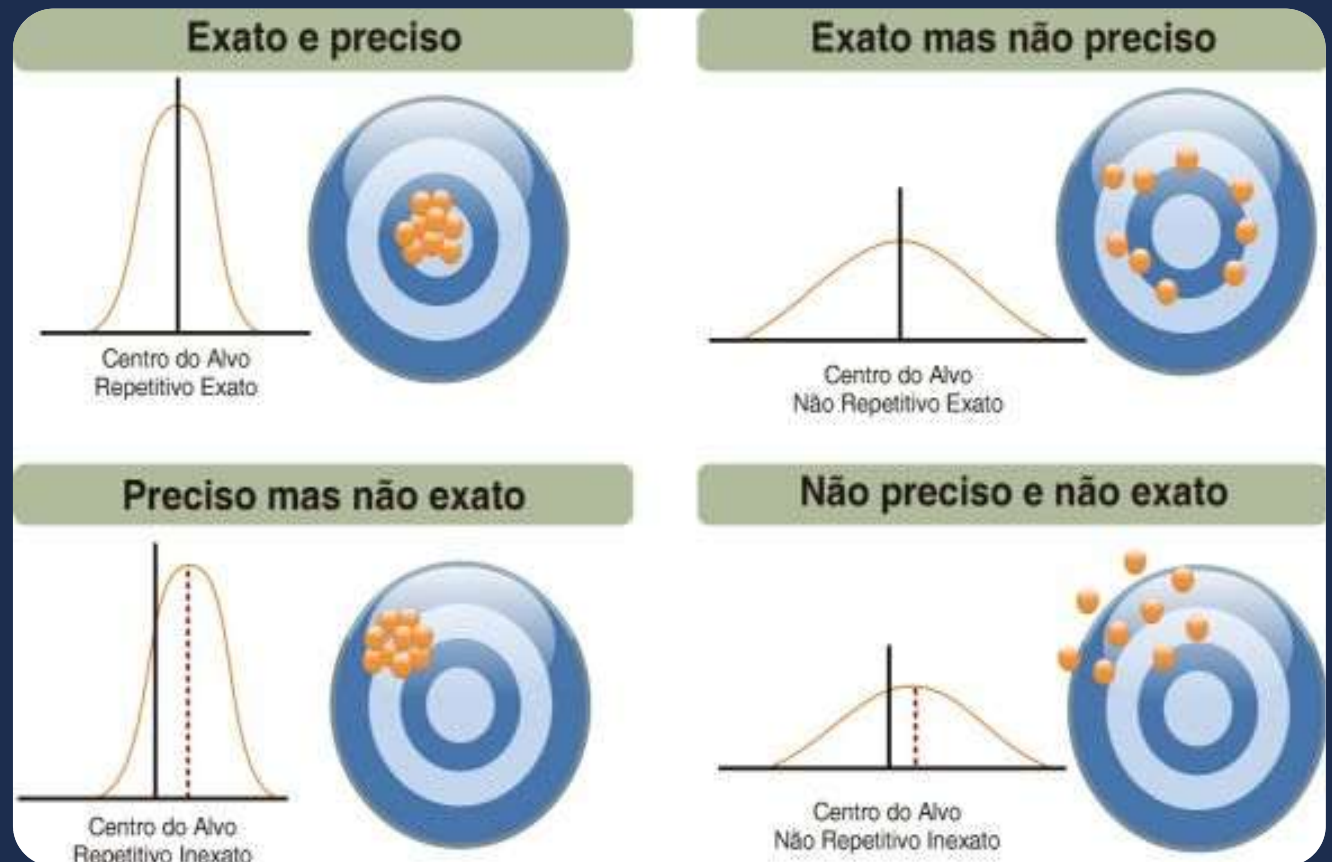
Parâmetro, associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que poderiam ser razoavelmente atribuídos ao mensurando. A incerteza padrão é obtida pelo desvio padrão com relação à média de dados obtidos de um parâmetro. Para tanto, assume-se que a grandeza segue uma distribuição normal (Gaussiana).



https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/documentos-tecnicos-em-metrologia/gum_final.pdf/@@download/file

Exatidão x Precisão

A **precisão** é um termo relacionado com a **distribuição dos dados**, e a **exatidão** é relacionada a **diferença entre o resultado médio e o valor de referência**, que se considera como **verdadeiro**.



Metodologia de estimativa da incerteza padrão

- Segundo Damasceno et al. (“Curso de Avaliação de Incertezas”, 2019), a estimativa da incerteza de uma medida é obtida da seguinte forma:
 - Definir **mensurando** e como obtê-lo
 - Traçar diagrama causa efeito
 - Determinar o valor das **grandezas de entrada**
 - Avaliar incerteza-padrão de cada grandeza de entrada (**desvio-padrão**)
 - Calcular os coeficientes de sensibilidade (**passar para a unidade do mensurando**)
 - Calcular **correlação entre grandezas de entrada** (indicação da norma)
 - Calcular as **componentes de incerteza**
 - **Determinar incerteza-padrão combinada**

Conceitos Básicos

Avalie a incerteza padrão de cada estimativa de entrada

Avaliação do tipo A da incerteza padrão - obtida a partir de observações repetidas

$$u(\bar{x}_i) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} \quad \text{distribuição normal}$$

Avaliação do tipo B da incerteza padrão - não obtida a partir de observações repetidas

$$u(x_i) = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad \text{distribuição retangular}$$

$$u(x_i) = \frac{a}{\sqrt{6}} \quad \text{distribuição triangular}$$

$$u(\text{certificado}) = \frac{U}{k}$$



Informações sobre incerteza de um equipamento

Certificado de calibração do equipamento



CERTIFICADO DE CALIBRACION
Certificate of Calibration

Número 3253BAC
Number

Página 1 de 5 páginas
Page 1 of 5 pages

Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva"
Laboratorio de Calibración en Túnel Aerodinámico, LAC, IDRUPM
E.T.S.I. Aeronáutica y del Espacio
Plaza del Cardinal Cisneros, 3, E-28940 Madrid
Tel: +34 907 6083
http://www.idrupm.es, email: lac.ub@upm.es




OBJETO Item	Cup Anemómetro
MARCA Mark	THIES
MODELO Model	4.3350.00.000
IDENTIFICACION Identification	00080681
SOLICITANTE Applicant	
FECHA DE CALIBRACION Date of Calibration	October 21, 2020

Signatarios autorizados
Authorized signatories


Fecha de emisión
Date of issue

October 22, 2020

Firmado digitalmente por VEGA RAMIRO ENRIQUE - 02642109F
Fecha: 2020.10.22 11:52:47 +02'00'




Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de acreditación concedidas por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.
ENAC es miembro de Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MRA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (ECA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC, which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national or international standards.
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (ECA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.



Laboratorio de Calibración en Túnel Aerodinámico, LAC, IDRUPM
Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva"

Página 3 de 5
Page 3 of 5
3253BAC

4. AMBIENT CONDITIONS

	Mean	Min	Max
Air temperature [°C]	23.73	23.34	23.93
Air pressure [hPa]	996.78	996.33	997.08
Air humidity [%]	49.4	42.8	44.0

5. RESULTS


The results included in this certificate are only applicable to the calibrated instrument used to the time instant and conditions at which the calibration was carried out.

Table 1. Calibration Results


Anemometer Output F [Hz]	Reference Wind Speed F' [m/s]	Uncertainty of F' (k=2) [m/s]	Residuals* [m/s]
81.869	4.15	0.10	-0.0342
120.170	5.99	0.10	-0.0209
160.908	8.00	0.10	0.0268
201.945	9.99	0.10	0.0406
244.793	12.00	0.12	-0.0529
286.448	14.04	0.14	0.0377
327.451	15.99	0.16	-0.0573
368.306	17.04	0.15	-0.0258
367.973	17.06	0.13	-0.0612
223.641	11.00	0.11	0.0384
181.712	8.99	0.10	0.0414
141.175	7.03	0.10	-0.0571
98.851	5.03	0.10	-0.0199

* Residuals: difference between the anemometer output and the linear regression result.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor k = 2, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EAF Publication EA-4/02.



Señal/Sig



Laboratorio de Calibración en Túnel Aerodinámico, LAC, IDRUPM
Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva"

Página 4 de 5
Page 4 of 5
3253BAC

Linear Regression Results

The statistical uncertainty is given by

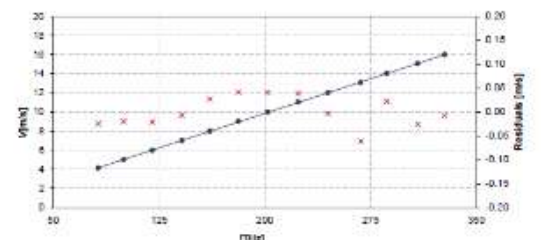
$$\sigma(y_{10}) = \left\{ u_a^2 \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + 2u_a \text{COV}(A, B) \right\}^{1/2}$$

For 10 m/s wind speed the statistical uncertainty $\sigma(y_{10})$ is 0.0092 [m/s].


Table 2. Linear Regression Results

Parameter	Value	sd	Comments
A	0.04810	0.00012	Slope
B	0.33541	0.07572	Offset
r	0.99997		Regression Coefficient
sd(F)	0.03301		Standard Deviation

The linear regression has been carried out by using a least squares fitting.



The graph shows a scatter plot of Freq [Hz] (x-axis, 0 to 300) versus F' [m/s] (y-axis, 0 to 20). A solid black line represents the linear regression fit. Red 'x' marks represent the residuals. The residuals are plotted on a secondary y-axis on the right, ranging from -0.20 to 0.20.



Señal/Sig

Informações sobre incerteza de um equipamento

Certificado de calibração do equipamento

Classe de exatidão (data sheets)

$$u = \frac{CE}{\sqrt{3}}$$

Accuracy	
Total accuracy	±0.3 hPa (+15 ... +25 °C) ±0.6 hPa (0 ... +40 °C) ±1.0 hPa (-20 ... +45 °C) ±1.5 hPa (-40 ... +60 °C)

Accuracy		
Total accuracy (-10 ... 60 °C)	±1 % FSO*	[±3 hPa; FSO is 300 hPa]
Repeatability		±0.1 % FSO*
Long term stability		±0.1 % FSO*

Incerteza expandida (data sheets)

$$u = \frac{U}{k}$$

Accuracy	Uncertainty (k=2): ±0.200 °C (±0.360 °F)
----------	---

Accuracy	Uncertainty (k = 2):	Uncertainty (k = 2):
	• ± 0.83 hPa (@ 25°C)	• ± 1.12 hPa (@ 25°C)
	• ± 3.14 hPa (-20 to 40°C)	• ± 3.43 hPa (-20 to 40°C)
	• ± 1.83 hPa (0 to 40°C)	• ± 2.13 hPa (0 to 40°C)

Conceitos Básicos

Coeficiente de Sensibilidade:

$$u_{AEP} = C u_V$$

Para se obter a incerteza da produção energética anual, deve-se calcular o coeficiente de sensibilidade para cada bin de velocidade ($c_{V,i}$), em função da curva de potência, segundo a equação:

$$c_{V,i} = \frac{P_i - P_{i-1}}{V_i - V_{i-1}}$$

Conceitos Básicos

Combinação das Incerteza:

Grandezas de entrada não correlacionadas

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) = \sum_{i=1}^N [c_i u(x_i)]^2 = \sum_{i=1}^N u_i^2(y)$$

Grandezas de entrada correlacionadas

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N c_i^2 u^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=1}^N c_i c_j u(x_i) u(x_j) r(x_i, x_j)$$

$$u_c^2(y) = \left[\sum_{i=1}^N \frac{\partial f}{\partial x_i} u(x_i) \right]^2 = \left[\sum_{i=1}^N c_i u(x_i) \right]^2 \quad (r(x_i, x_j)=1)$$

Conceitos Básicos

Combinação das Incerteza:

Resumo para efeito de combinação de incertezas em função de sua categoria (IEC, 2017)

Categoria	Correlação	Coefficiente de Correlação
A	Não correlacionadas	0
B	Correlacionadas	1

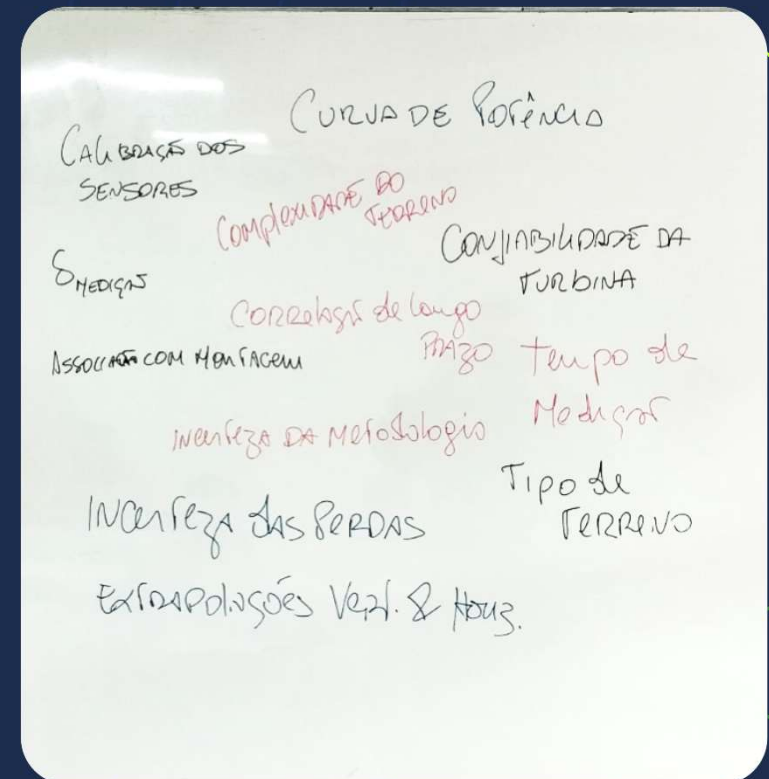
$$u_A = \sqrt{(c_0 u_0)^2 + (c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2 + \dots + (c_n u_n)^2}$$

$$u_B = c_0 u_0 + c_1 u_1 + c_2 u_2 + \dots + c_{n-1} u_{n-1} + c_n u_n$$

IV Workshop do Sistema AMA - 07 de abril de 2026, das 14 às 18 h, no Auditório EPE

Metodologia Cepel para cálculo de incerteza

Quais são as incertezas envolvidas na expectativa de produção energética de um parque eólico?



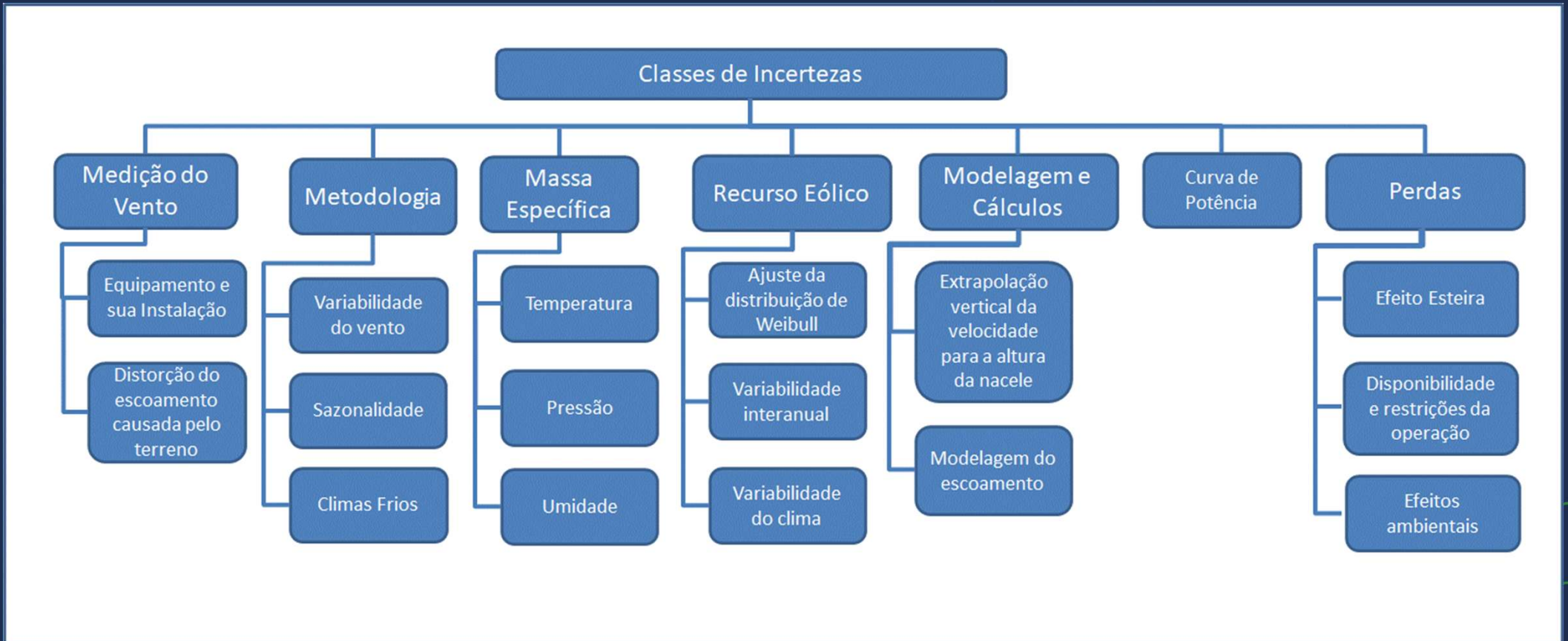
IEC 61400-12-1: 2017: especifica um procedimento para medir as características de desempenho de energia de uma única turbina eólica e se aplica ao teste de turbinas eólicas de todos os tipos e tamanhos conectadas à rede de energia elétrica.

IEC 61400-12-1(2017) Power Performance Measurements of Electricity Producing Wind Turbines

Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição GUM 2008

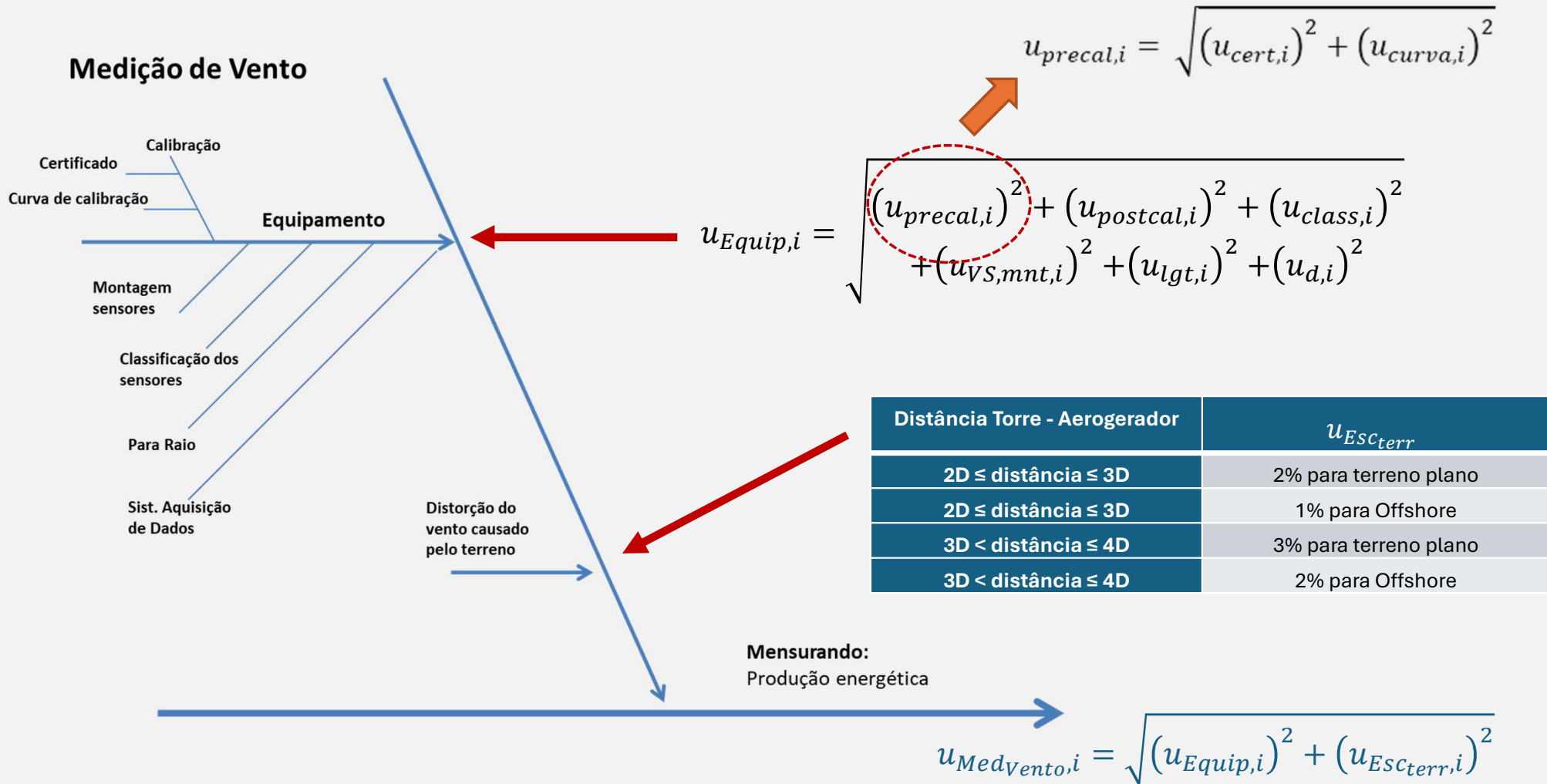
Referencias Acadêmicas

Cálculo da Incerteza da produção energética em empreendimentos eólicos



A classificação das incertezas adotada neste trabalho foi elaborada com base na norma IEC 61400-12-1:2017, em Brower (2012), Zhang (2015), Lackner (2007), na literatura acadêmica disponível e na experiência do Cepel.

Medição de Vento



Incerteza da certificação e da curva de calibração

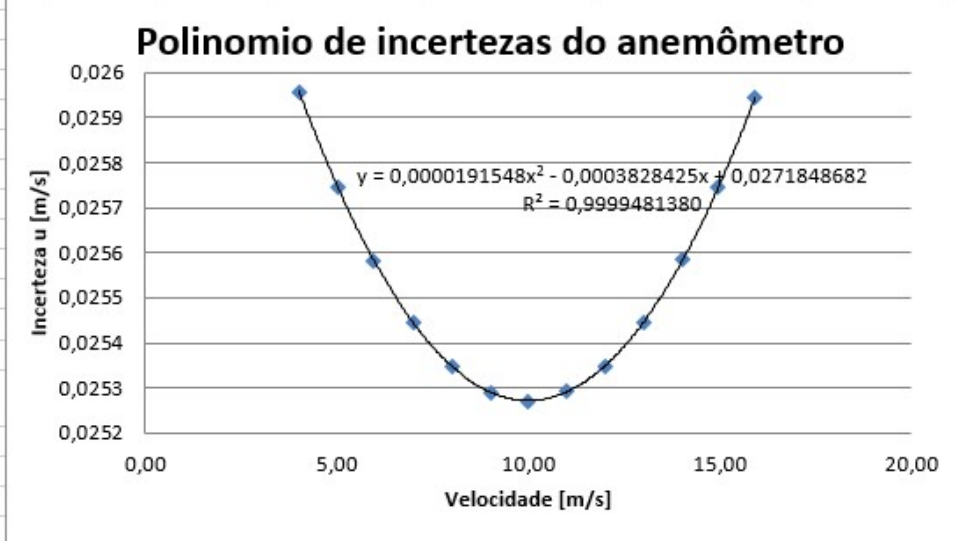
$$u_{curva,i} = \sqrt{Sa^2 + v_i^2 \cdot Sb^2 + 2 \cdot v_i \cdot}$$



Informações da certificação		
frequencia	velocidade	Incerteza de V (k=2)
85,8670	4,16	0,10
125,3490	6,00	0,10
168,8620	8,00	0,10
212,0600	10,00	0,10
255,9010	12,02	0,12
299,6440	14,04	0,14
340,6380	15,94	0,16
321,7930	15,05	0,15
278,9370	13,07	0,13
234,4880	11,03	0,11
189,7480	9,00	0,10
147,6190	7,02	0,10
104,8920	5,02	0,10

n	Valor indicado - frequencia (1/s)	Velocidade do tunel (m/s)	Velocidade calculada	delta ao quadrado	frequencia ao quadrado
1	85,87	4,16	4,166	0,000038	7.373,142
2	125,35	6,00	6,000	0,000105	15.710,270
3	168,86	8,00	8,000	0,000400	22.924,000
4	212,06	10,00	10,000	0,001600	30.840,000
5	255,90	12,02	12,020	0,002884	39.648,040
6	299,64	14,04	14,040	0,005056	49.108,160
7	340,64	15,94	15,940	0,008168	59.732,360
8	321,79	15,05	15,050	0,004530	50.350,020
9	278,94	13,07	13,070	0,001718	41.364,490
10	234,49	11,03	11,030	0,000443	33.866,090
11	189,75	9,00	9,000	0,000180	27.180,000
12	147,62	7,02	7,020	0,000097	21.140,440
13	104,89	5,02	5,020	0,000025	15.160,440

Vel.	Incerteza
4,16	0,10
6,00	0,10
8,00	0,10
10,00	0,10
12,02	0,12
14,04	0,14
15,94	0,16
15,05	0,15
13,07	0,13
11,03	0,11
9,00	0,10
7,02	0,10
5,02	0,10



$$u_{curva,i} = \sqrt{Sa^2 + v_i^2 \cdot Sb^2 + 2 \cdot v_i \cdot}$$

$$S_e^2 = \frac{\sum \Delta^2}{n_t - 2}$$

$$S_a^2 = \frac{S_e^2 \sum x^2}{D}$$

$$S_b^2 = \frac{n_t S_e^2}{D}$$

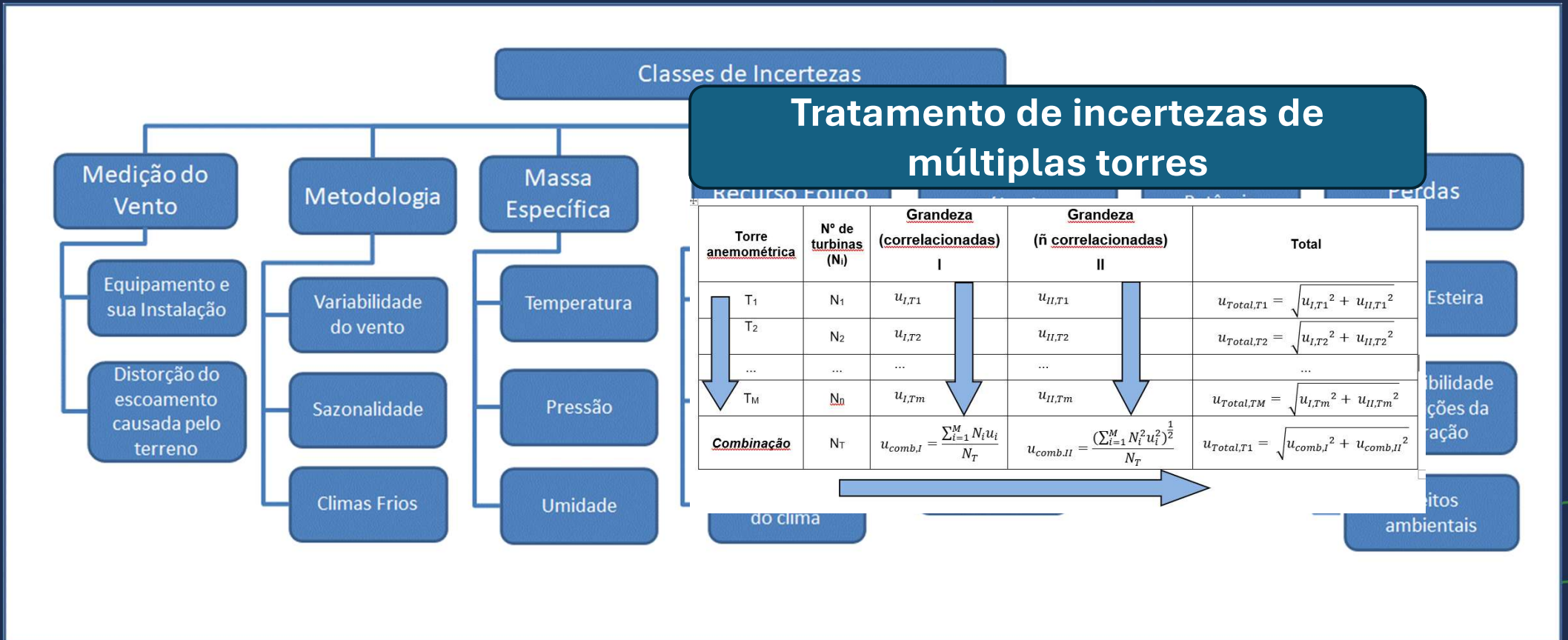
$$D = n$$

$$u_a = \sqrt{S_a^2}$$

$$u_b = \sqrt{S_b^2}$$

$$r_{a,b} = -\frac{\sum x}{\sqrt{n_t \sum x^2}}$$

soma das freq.	2765,7980 1/s
Quad (soma da freq.)	7649638,577 (1/s)2
D	1099551,73 (1/s)2
Sa2	0,000137677 (m/s)2
Sb2	2,65937E-09 ((m/s)/(1/s))2
Rab	-0,935053643
ua	0,01173 m/s
ub	5,2E-05 (m/s)/(1/s)



A classificação das incertezas adotada neste trabalho foi elaborada com base na norma

IEC 61400-12-1:2017, em Brower (2012), Zhang (2015), Lackner (2007), na literatura acadêmica disponível e na experiência do Cepel.

Definição de Incertezas da EPE



Incerteza	Definição
Incerteza das Medições Anemométricas (%)	Incerteza relativa às tolerâncias da calibração, degradação do instrumento, orientação da torre de medição, entre outras relacionadas aos dados medidos no local do empreendimento.
Incerteza da Correlação de Longo Prazo (%)	Incerteza relativa à representatividade do período medido e ao fato da correlação com dados de longo prazo de satélites não apresentarem correlação de 100% em relação aos dados medidos.
Incerteza da Extrapolação Horizontal Total (%)	Incerteza das extrapolações dos dados anemométricos da torre de medição até os pontos de localização dos aerogeradores, que não apresentam medição nos locais.
Incerteza da Extrapolação Vertical Total (%)	Incerteza das extrapolações dos dados anemométricos da altura de medição para as alturas dos rotores dos aerogeradores.
Incerteza da Metodologia de Cálculo do Efeito Esteira (%)	Incerteza inerente ao processo de cálculo do efeito esteira e as limitações inerentes a modelagem.
Incerteza da Variabilidade Interanual (%)	Incerteza relativa à variabilidade futura do recurso eólico durante o período de vigência do contrato.
Incerteza da Curva de Potência (%)	Incerteza da estimativa ou cálculo da curva de potência da turbina eólica.
Outras Incertezas (%)	Demais incertezas consideradas pela metodologia usada. Devem ser descritas detalhadamente na Certificação.
Incerteza Padrão na Estimativa de Produção Anual Certificada de Longo Prazo (%)	A incerteza corresponde ao desvio-padrão dos valores previstos de geração anual durante o período de vigência do contrato, considerando que estes valores seguem uma Distribuição Normal.
Incerteza Padrão na Estimativa de Produção Anual Certificada de Curto Prazo (%)	A incerteza corresponde ao desvio-padrão dos valores previstos de geração anual durante o período de vigência do contrato, considerando que estes valores seguem uma Distribuição Normal.

https://www.epe.gov.br/sites-pt/leiloes-de-energia/Documents/EPE-DEE-017_2009_R17_EOL.pdf

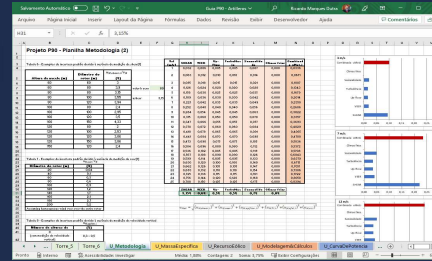
Resultados obtidos



Classe de Incerteza	kW	%
Medição do vento	44,448	2,61%
Aplicação de metodologias	46,095	2,71%
Correção em função da massa específica	5,344	0,31%
Incertezas relacionadas ao Recurso eólico (com MCP)	148,372	8,73%
Incertezas relacionadas ao recurso eólico (sem MCP)	313,326	18,43%
Modelagem e cálculos	60,730	3,57%
Curva de potência	14,656	0,86%
Perdas	68,033	4,00%

Incerteza das Medições Anemométricas	2,61%
Incerteza da Correlação de Longo Prazo	0,72%
Incerteza da Extrapolação Horizontal Total	3,57%
Incerteza da Extrapolação Vertical Total	0,00%
Incerteza da Metodologia de Cálculo do Efeito Esteira	3,36%
Incerteza da Variabilidade Interanual	8,70%
Incerteza da Curva de Potência	0,86%
Outras Incertezas	4,03%
Incerteza Padrão na Estimativa de Produção Anual Certificada de Longo Prazo	11,14%
Incerteza Padrão na Estimativa de Produção Anual Certificada de Curto Prazo	19,69%

Plano de Ação para Captação de Novos Clientes para Primarização

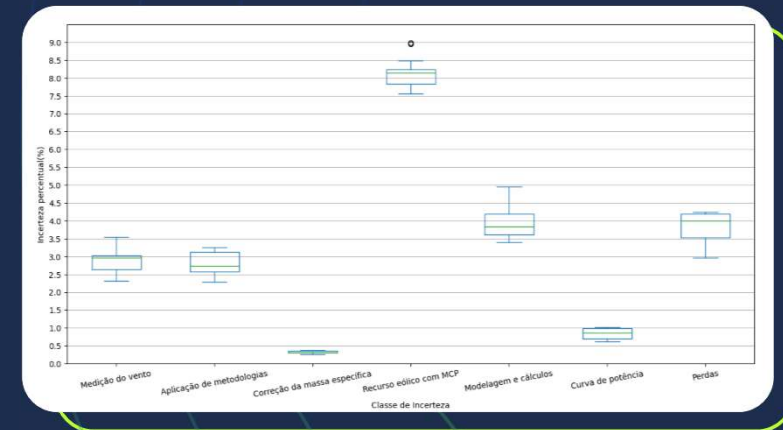
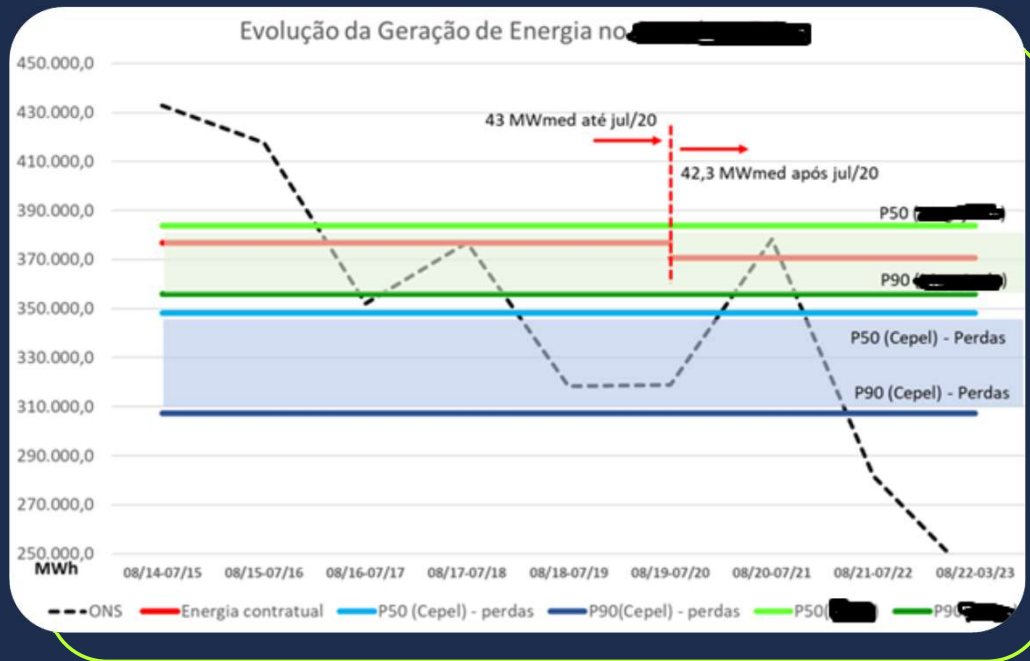


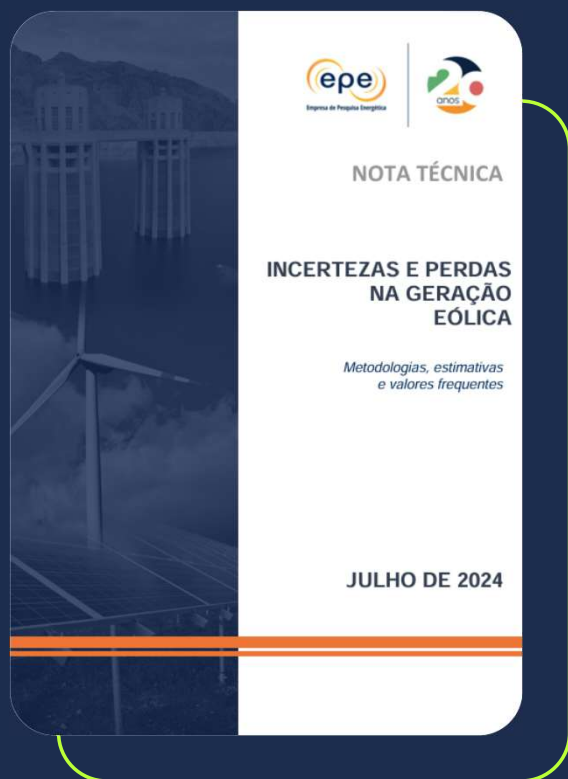
Plataforma web Calc-P90e



2º Lugar do Prêmio Inovação Eletrobras 2023

Resultados da aplicação da metodologia





'A aplicação da metodologia desenvolvida pelo Cepel apresentou resultados bem coerentes ao estudo da EPE sobre incertezas declaradas'

Onde tem energia, vai ter Cepel sempre!

Vanessa G. Guedes & Ricardo M. Dutra

+55 21 2598-8187

dutra@cepel.br

 cepel.br

 [/cepeloficial/](https://www.instagram.com/cepeloficial/)

 [/cepel/](https://www.linkedin.com/company/cepel/)

4^o WORKSHOP SISTEMA AMA

1^o Painel - Moderação

CAROLINA KIMURA - ABEEólica

The background features a dark blue grid pattern. On the left, there are two overlapping yellow curved lines. On the right, there are two overlapping semi-circles, one yellow and one blue.

COFFEE BREAK

RETORNAMOS ÀS 16:30 HS