



# Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais (SONDA)

Fomentando o desenvolvimento das energias renováveis no Brasil

Enio B. Pereira, D.Sc.; André R. Gonçalves, M.Sc.; Rodrigo S. Costa, D.Sc.



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA



# Tópicos a serem abordados

1. Introdução sobre LABREN e o SONDA: quem somos e qual a nossa motivação?
2. Mapa da rede
3. Instrumentos e medidas
4. Qualificação e armazenamento
5. Disseminação
6. Calibração de sensores
7. Furto e vandalismo
8. Logística de manutenção
9. Financiamento
10. Conclusões e observações relevantes

# Introdução sobre o LABREN e o SONDA: quem somos e qual a nossa motivação?

O Laboratório de Estudos de Modelagem de Recursos Renováveis de Energia (LABREN) realiza atividades de pesquisa e ensino de meteorologia aplicada ao setor de energia e sobre os impactos das energias no sistema climático, através de atividades de modelagem computacional e de dados observacionais.

Atua:

Na estimativa de recursos solar e eólico, utilizando dados de satélites e modelos computacionais;

No desenvolvimento de ferramentas de previsão de geração de energia solar e eólica;

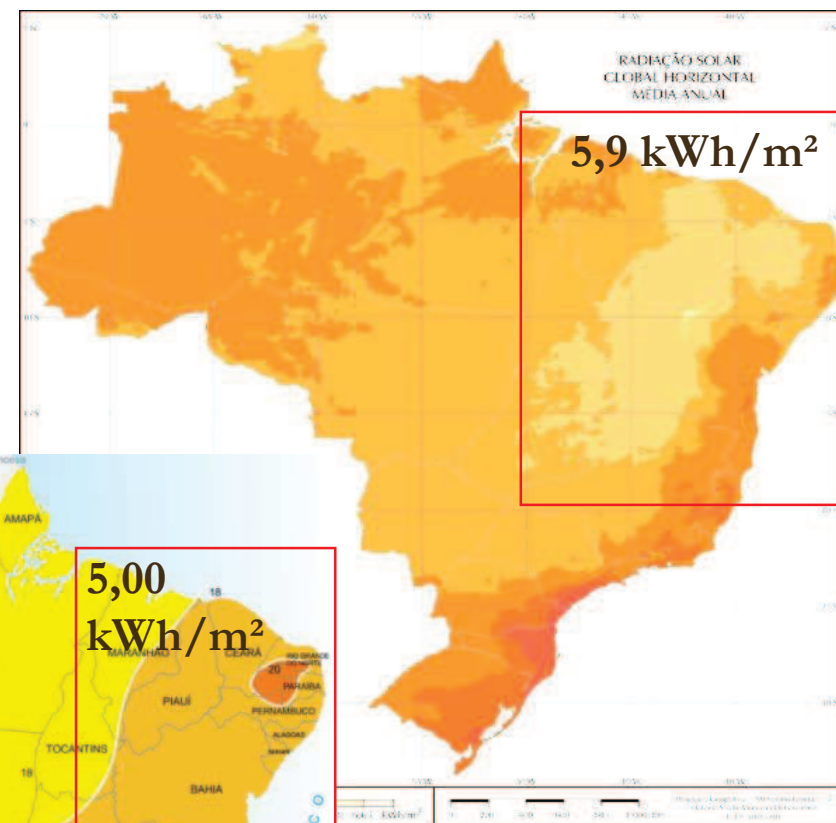
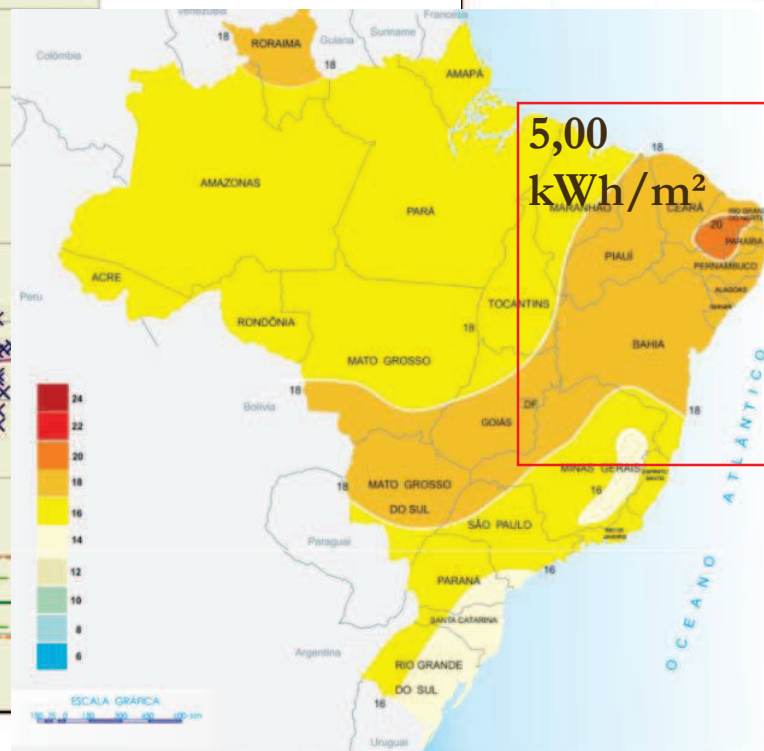
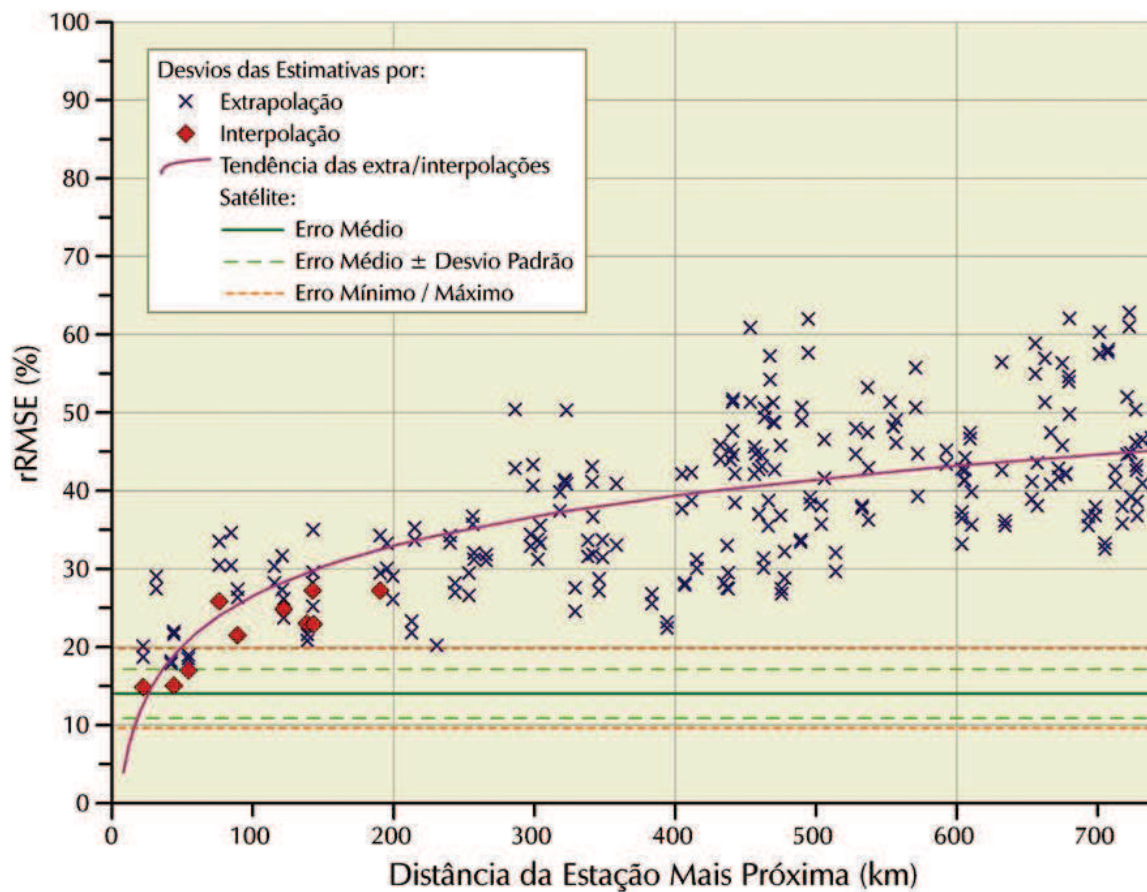
Energia, variabilidade e impacto das mudanças ambientais globais sobre os recursos solar e eólico;

Interações com áreas afins.

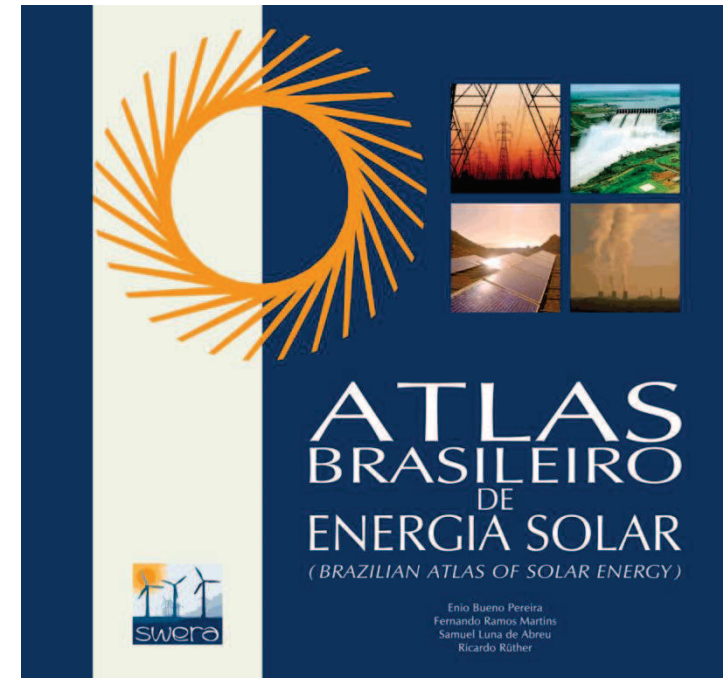
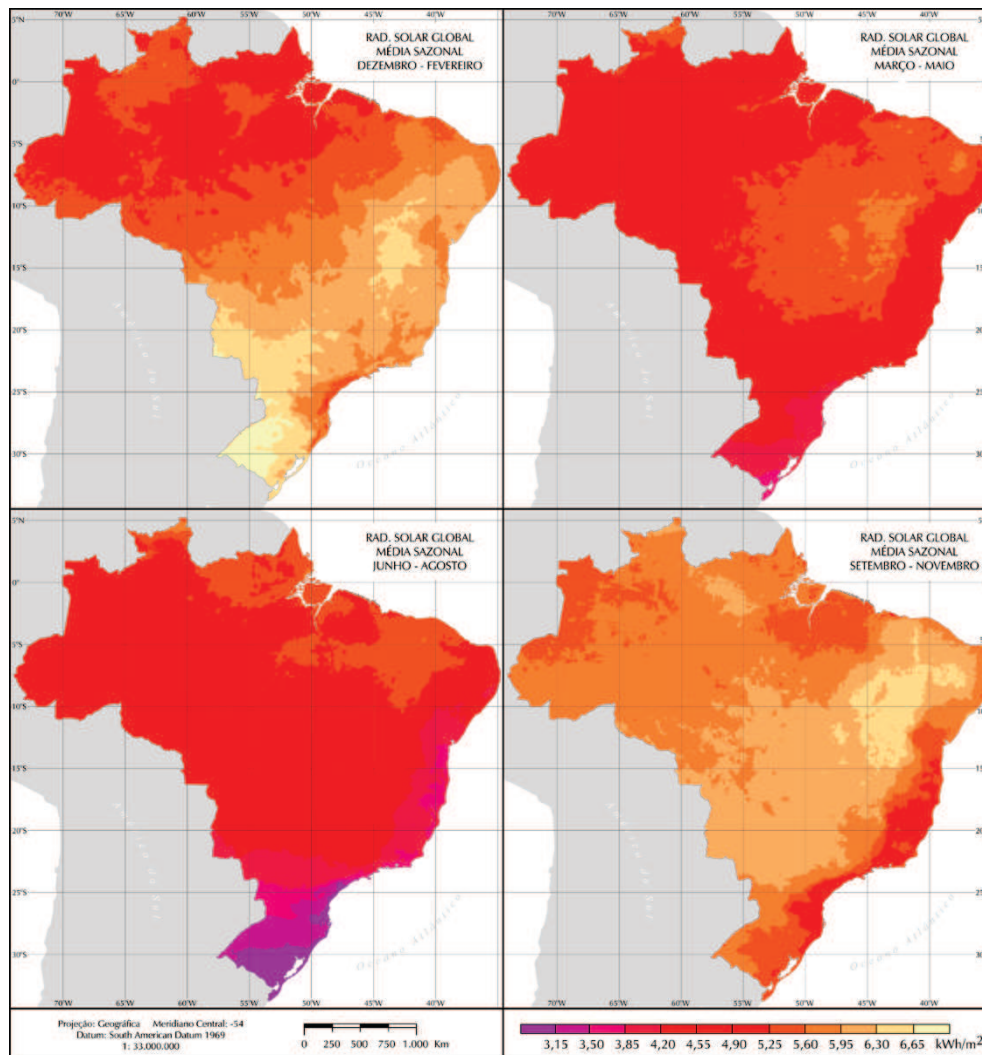


# Grandes diferenças no potencial solar

Interpolação tem representatividade restrita



# Atlas Brasileiro de Energia Solar – 1ª Edição



INPE/UFSC, 2006



# Introdução sobre o LABREN e o SONDA: quem somos e qual a nossa motivação?

Dentro das atividades de campo, o LABREN instalou e mantém o SONDA - Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais – que trata da coleta de dados solarimétricos e anemométricos, bem como dados meteorológicos complementares aos estudos de energia solar e eólica.



# Rede SONDA

## Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais



Implementação de infra-estrutura física e de recursos humanos destinada a levantar e melhorar a base de dados dos recursos de energia solar e eólica no Brasil;

Dados voltados para quantificação dos recursos solar e eólico no território brasileiro, aplicados na validação de modelos, estudos de perfis de vento, dentre outros.



# Mapa da Rede SONDA

## Tipos de estações

### Solarimétricas:

Medem radiação solar incidente global, difusa, direta normal, PAR, iluminância, espectrofotometria solar.

### Anemométricas:

Torres anemométricas com 50 metros de altura, dotadas de anemômetros e termômetros a 10, 25 e 50 metros.

**Também são medidos dados meteorológicos para análises complementares de recursos energéticos, como umidade relativa, pressão atmosférica e precipitação.**





# Mapa da Rede SONDA

## Estações próprias

Estação	Tipo	UF	Altitude (m)
Belo Jardim	A	PE	718
Brasília	SA	DF	1023
Cachoeira Paulista	S	SP	574
Caicó	S	RN	176
Campo Grande	S	MS	677
Cuiabá	S	MT	185
Ourinhos	SA	SP	446
Palmas	S	TO	216
Petrolina	SA	PE	387
Rolim de Moura	S	RO	252
São Luiz	S	MA	40
São João do Cariri	A	PB	486
São Martinho da Serra	SA	RS	489
Triunfo	A	PE	1123

## Estações parceiras

Estação	Tipo	UF	Altitude (m)
Chapecó	S	SC	700
Curitiba	S	PR	891
Florianópolis	S	SC	31
Joinville	S	SC	48
Natal	S	RN	58
Sombrio	S	SC	15



Totalizando 20 estações de coleta



# Mapa da Rede SONDA

## Localização das estações

Distribuição espacial busca cobrir os regimes climáticos brasileiros;

## Estabelecimento de parcerias e cooperações

Instituições parceiras fornecem dados para a rede;

Cooperações e parcerias são interessantes para apoio, estrutura, segurança...

**EMBRAPA, EMPARN, UNIDERP, INPE\*, UNESP, UFT, UNIR, UFCG, UFSM, EPAGRI, TECPAR, UFSC, UNIVILLE, IFC-Sombrio, Aeronet – NASA, BSRN, dentre outras...**



# Instrumentos e medidas

## Solarimétricos

Piranômetro:

Radiação Global; Difusa com dispositivos de sombreamento;  
Precisão dos sensores classificada em 1ª e 2ª classes;

Luxímetro:

Iluminância;

Sensor PAR:

Radiação Fotossinteticamente Ativa;



# Instrumentos e medidas

## Solarimétricos

Pirgeômetro:

Onda longa;

Pireliômetro:

Radiação Direta;

Rastreador solar:

Radiação Difusa;



# Instrumentos e medidas

## Anemométricos

Anemômetro de hélice:  
Intensidade e direção do vento;

Anemômetro sônico:  
Intensidade e direção do vento  
(alguns modelos com componentes verticais);





# Instrumentos e medidas

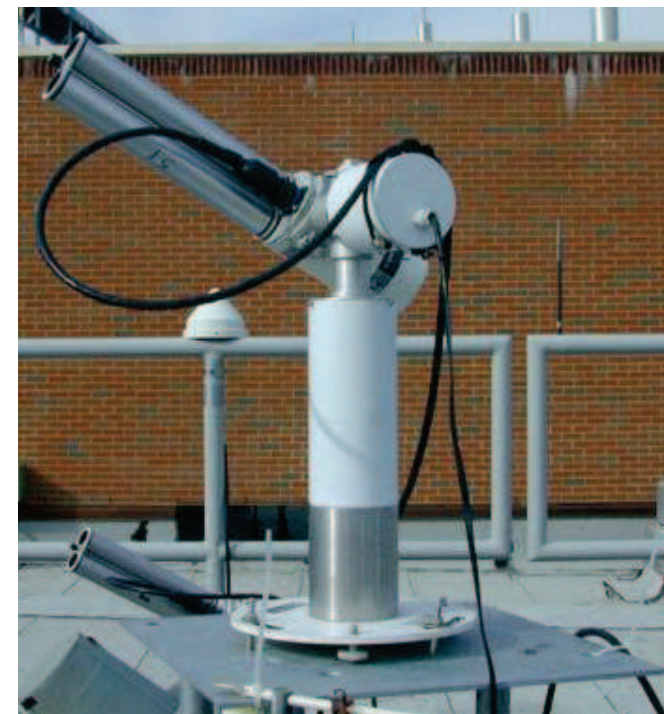
## Sensores complementares

Fotômetro Aeronet:

Diversos produtos de aerossóis atmosféricos;

Imageador All Sky:

Imagens para identificação de nuvens;



# Instrumentos e medidas





# Qualificação e armazenamento

## Qualificação

Dados disponibilizados passam por processos de validação, para garantir sua confiabilidade;

O processo de qualificação é baseado no controle de qualidade de dados adotado pela BSRN (Baseline Surface Radiation Network);

Dados meteorológicos e anemométricos usam critérios de análise estabelecidos pela Webmet.com;

Assim como o WRMC (World Radiation Monitoring Center) procede com relação aos dados da BSRN, a rede SONDA não altera sua base de dados original;



# Qualificação e armazenamento

## Etapas dos algoritmos

<b>Etapas</b>	<b>Variáveis Anemométricas</b>	<b>Variáveis Meteorológicas</b>	<b>Variáveis Radiométricas</b>
<b>1</b>	<b>Algoritmo 1</b> Dado suspeito quando fisicamente impossível.		
<b>2</b>	<b>Algoritmo 2</b> Dado suspeito quando o evento é extremamente raro.		
<b>3</b>	<b>Algoritmo 3</b> Dado suspeito quando apresenta uma evolução temporal não condizente com o esperado para a variável.		<b>Algoritmo 3</b> Dado suspeito quando inconsistente com medidas apresentadas por outras variáveis da mesma estação.
<b>4</b>	<b>Algoritmo 4</b> Dado suspeito quando inconsistente com medidas apresentadas por outras variáveis da mesma estação.	<b>Algoritmo 4</b> (ainda não aplicado) Dado suspeito caso a medida esteja inconsistente quando comparada com estimativas de modelos computacionais.	

resultados das etapas:

- 0 - nenhum procedimento foi executado
- 2 - dado suspeito de ser incorreto
- 5 - procedimento não pode ser executado
- 9 - dado de boa qualidade ou não suspeito

# Qualificação e armazenamento

## Estatísticas de qualidade

Disponibilizadas no site do SONDA, junto aos dados;

Dependência dos critérios de qualificação;

Existem critérios “perfeitos”?

Qualificação humana: necessária?

Petrolina (PTR 11)  
2013



# Qualificação e armazenamento

## Armazenamento

Bases em formato ASCII;

“Dificuldade” na realização / integração de consultas;

Solução: Banco de Dados?

Desenvolvimento do modelo entidade-relacionamento;

Testes de implementação;

Questões técnicas – SGBD, desempenho, tamanho da base, etc...



# Disseminação

## Website SONDA

Informações sobre as estações, critérios de qualificação, qualidade e disponibilidade dos dados, etc;

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

SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS Domingo, 27 de Setembro de 2015

- Notícias
- Projeto
- Equipe
- Mapa do Site
- Login
- AJUDA

- INÍCIO
- BASE DE DADOS
- ESTAÇÕES
- VALIDAÇÃO DOS DADOS
- VARIÁVEIS MEDIDAS
- VENTO EM AEROPORTOS
- PUBLICAÇÕES
- OUTRAS FONTES
- FOTOS

Atlas Brasileiro de Energia Solar

**NOTÍCIAS**

11/03/2015 - Atualização na base de dados solarimétricos: dezembro de 2014 e janeiro de 2015 estão disponíveis. Para download, clique abaixo:

- Brasília
- Cachoeira Paulista
- Campo Grande

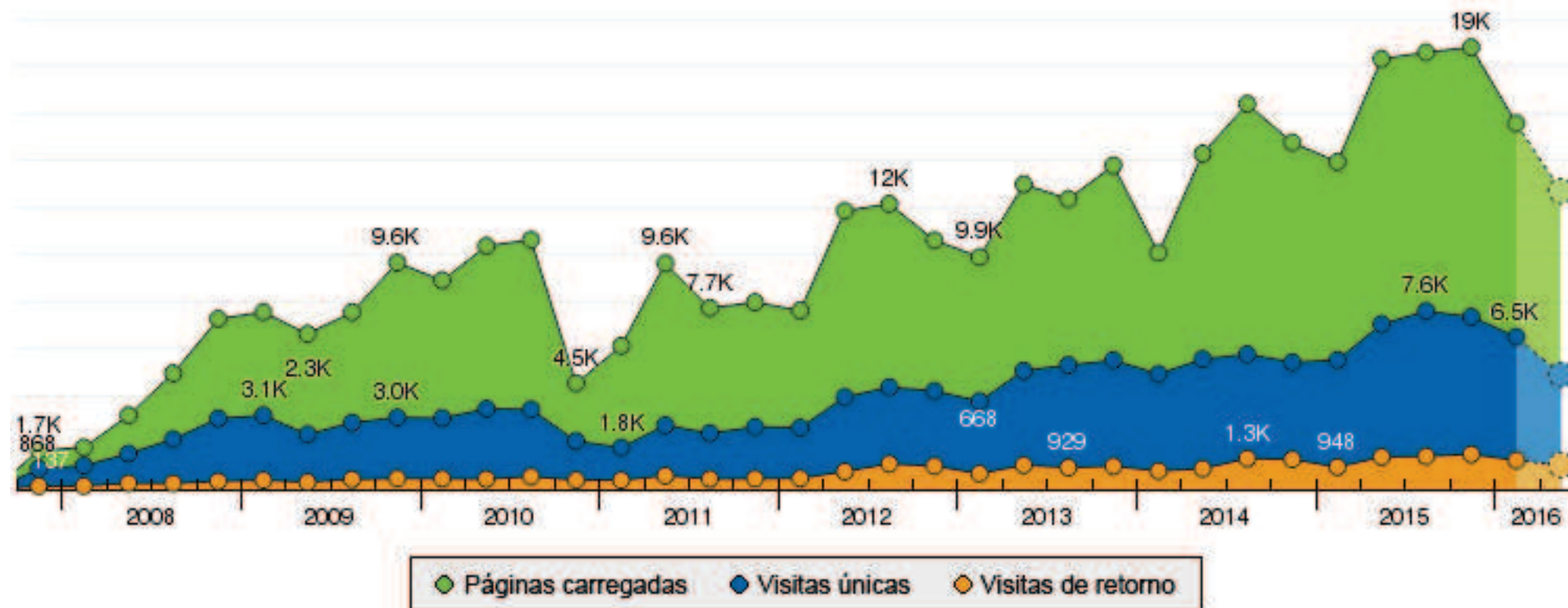
**REDE SONDA**

**SONDA - Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais**  
A rede SONDA de dados nasceu de um projeto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para implementação de infra-estrutura física e de recursos humanos destinada a levantar e melhorar a base de dados dos recursos de energia solar e eólica no Brasil.

**Localização das estações SONDA:**

Passo o mouse ou clique nas estações.

# Disseminação



# Calibração de sensores

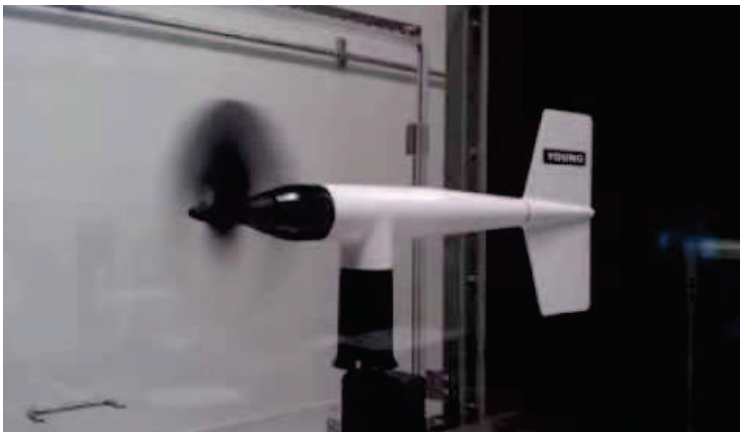
- Demanda estimada: **20 calibrações/mês**
  - 10 a 15 sensores por estação / aprox. 20 estações
  - Intervalo de 2 anos (média) entre calibrações
- Limitações do LIM/CPTEC
  - Tempo requerido por calibração (falta de pessoal)
  - Infraestrutura para calibrações anemométricas



# Calibração de sensores

Calibrações externas:

- No Brasil:
  - Sensores anemométricos
- No exterior:
  - Fotômetro Aeronet, pireliômetros
  - 3 a 6 meses => necessidade de nro maior de sobressalentes





# Furto e vandalismo

- Estação de Referência de Ouro Preto D' oeste – RO  
(Fazenda particular)



# Furto e vandalismo

- Estação Anemométrica de Belo Jardim - PE  
(Área da prefeitura)



# Furto e vandalismo

- Estação Anemométrica de Piranhas-AL  
(Cooperativa de Caprinocultores)



# Falta de apoio local

- Estação de Referência de Rolim de Moura – RO  
(Campus UNIR)



# Falta de apoio local

- Estação Solarimétrica de Cuiabá  
(Campus INPE)



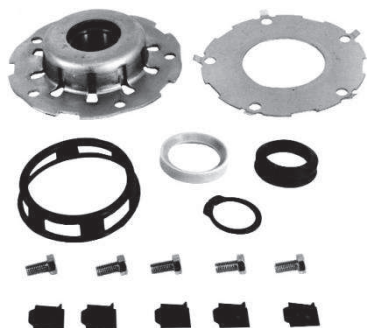
# Gestão Técnico-administrativa



Capacitação de equipe



Documentação de manutenção  
(relatórios de visita, certificados,  
etc..)



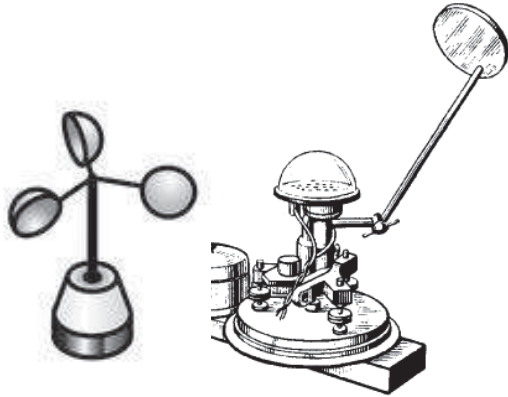
Controle técnico (estado,  
estoque e patrimônio)



Telemetria e acesso remoto



# Gestão Logística e Financeira



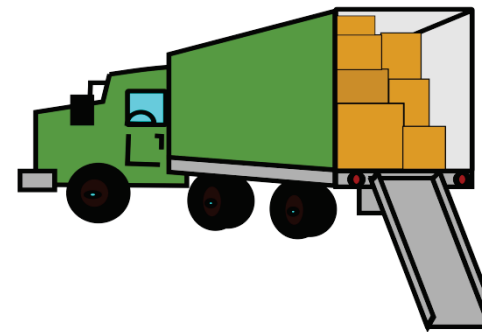
Aquisição sobressalentes



Pequenos gastos



Reparo e garantia



Transporte de equipamentos



# Gestão da rede



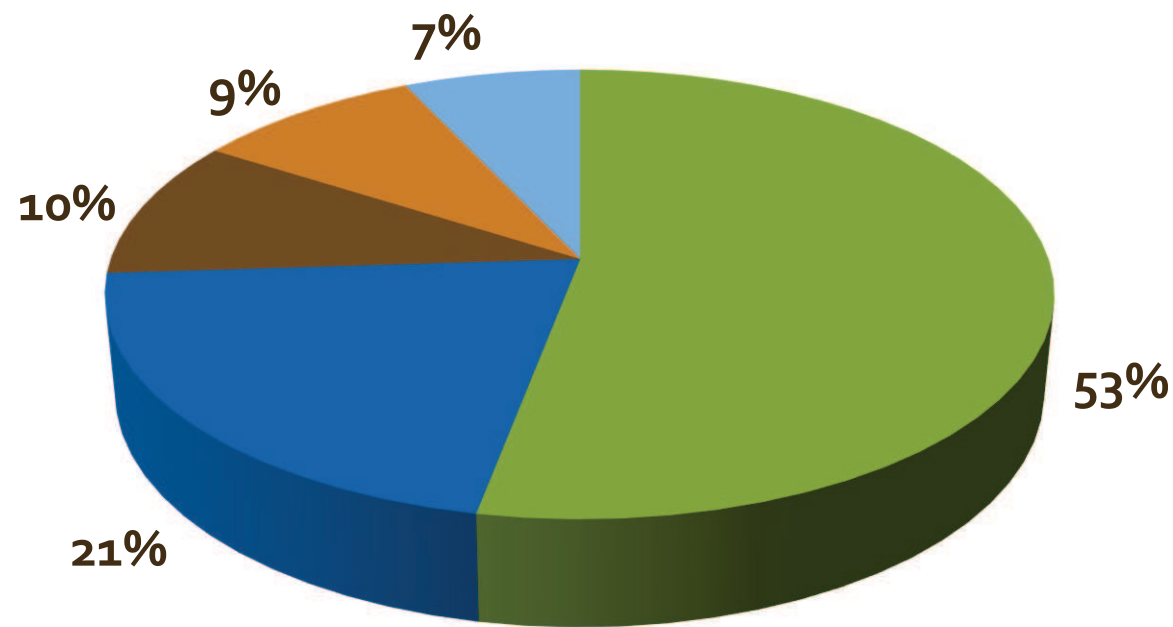




# Custo estimado

Custo anual estimado por estação

- R\$ 20.000/estação/ano (20 a 30% custo equipamentos)



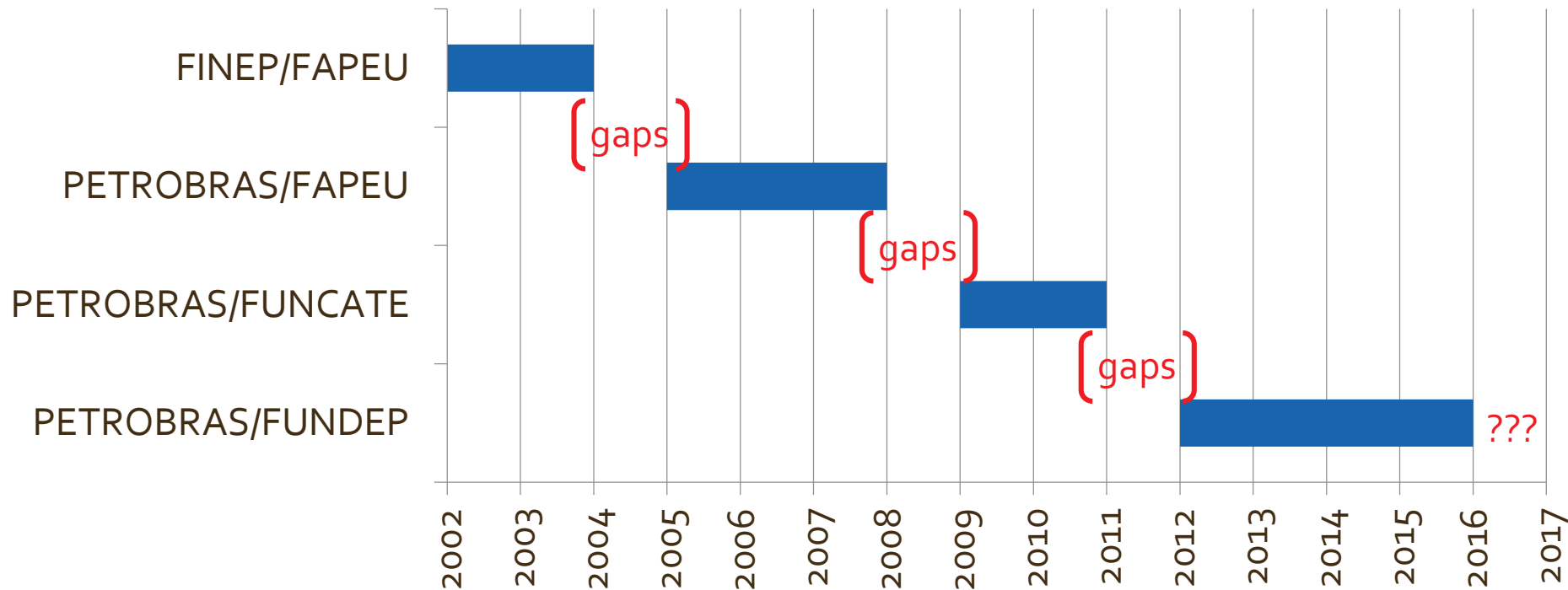
- Sobressalentes
- Diárias e passagens
- Ferramentas e consumo
- Telemetria e calibração
- Transporte e locomoção



# Financiamento



- Natureza do serviço (logística, gastos, agilidade, etc...) dificulta a manutenção exclusivamente por recursos institucionais;
- Histórico de financiadores SONDA (12 anos)



# Financiamento



- Ou seja, projetos de P&D mantêm a rede funcionando – precisamos deles!
- Pelos motivos diversos, estamos sendo cada vez mais demandados pela indústria, mas temos toda uma burocracia para vencer;
- NIT nos auxilia nestes processos;
- Precisamos buscar uma solução eficiente...



# Conclusões e observações relevantes



- Complexidade na operação de uma rede de coleta de dados de superfície;
- Peculiaridades das observações operacionais em relação às experimentais;
- Dificuldade de se manter uma rede observacional pública no Brasil, por razões logísticas e financeiras;
- Precisamos buscar uma solução eficiente para a prestação destes serviços que a sociedade e a indústria demanda cada vez mais!



OBRIGADO!



“Fornecer conhecimento e quando possível, propor soluções que permitam o desenvolvimento com equidade e redução dos impactos sobre o ambiente no planeta Terra.”



enio.pereira@inpe.br  
andre.goncalves@inpe.br  
rodrigo.costa@inpe.br

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