

Atlas Solarimétrico do Estado do Tocantins

Final Workshop
Palmas, TO, 31 July, 2018



**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

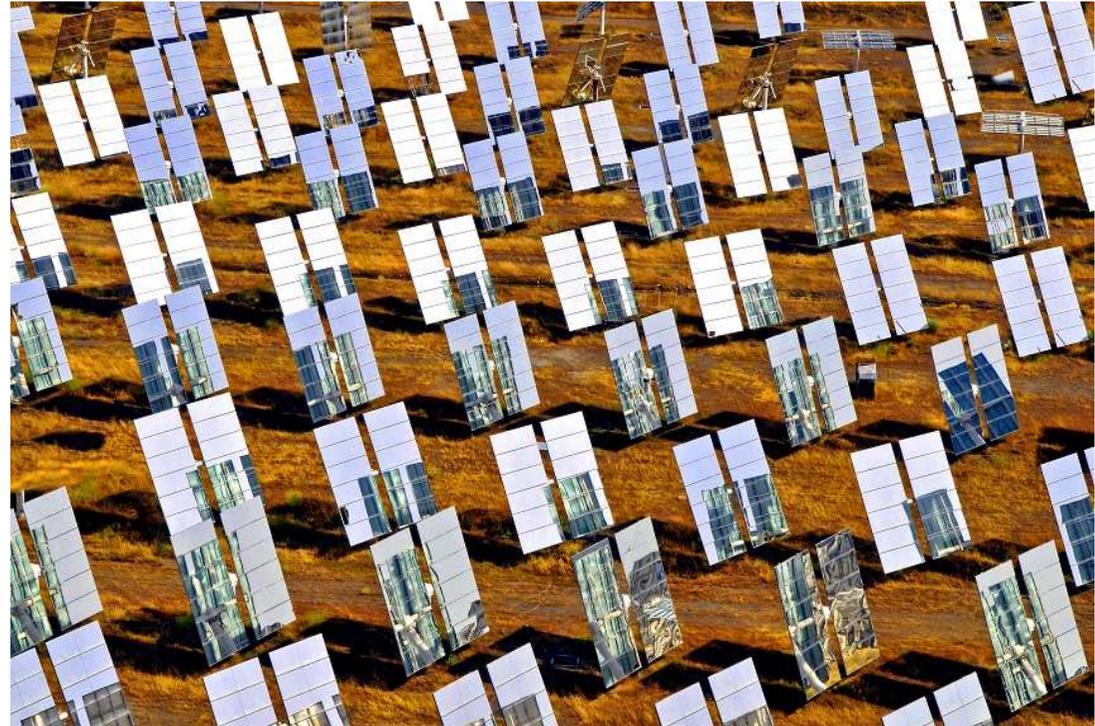
**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Final Workshop, Palmas (TO), 31 July 2018



Sumário

-  1. Introdução
-  2. Objetivos
-  3. Metodologia
-  4. Resultados
-  5. Solar Atlas
-  6. Conclusões



Introdução

- A avaliação do recurso solar é o primeiro passo para o estudo de qualquer sistema energético, uma vez que é o combustível das usinas solares, principalmente CSP, CPV e PV.
- Sua exploração é diretamente influenciada pela natureza do recurso solar, que apresenta limitações e desvantagens, por isso, a importância de realizar vários estudos iniciais.
- É necessário um conhecimento prévio da natureza do recurso e uma disponibilidade mínima de dados para planejar qualquer projeto de energia solar.



Introdução

Natureza da radiação solar

A existência de ciclos

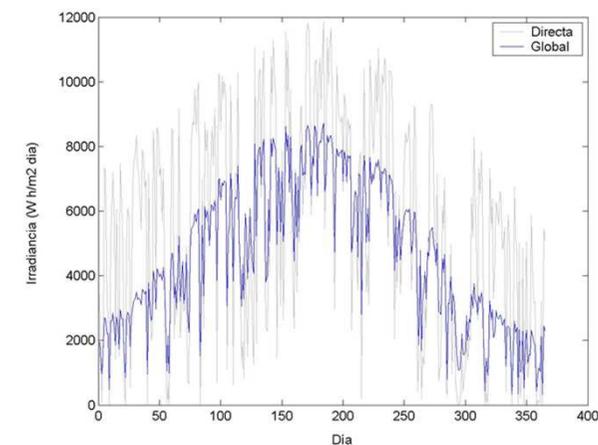
• A energia solar atinge a terra de forma descontínua, mostrando ciclos ou períodos :

■ Ciclos diários:

- Corresponde por 50% da disponibilidade total de horas diárias.
- Outro efeito do ciclo diário é a modulação da energia recebida ao longo do dia.

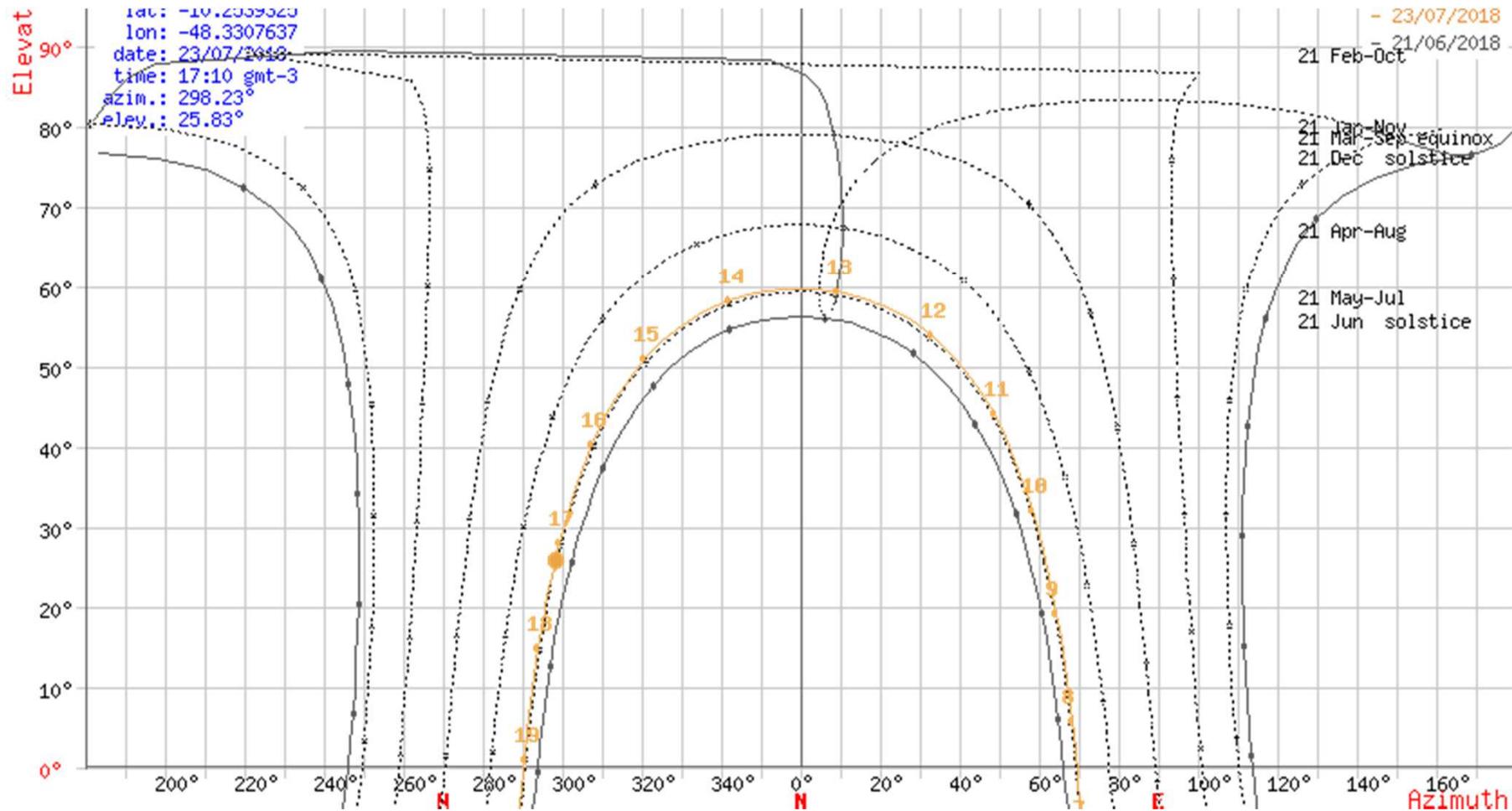
■ Ciclo sazonal:

- Modulação da energia recebida ao longo do ano



Introdução

Natureza da radiação solar

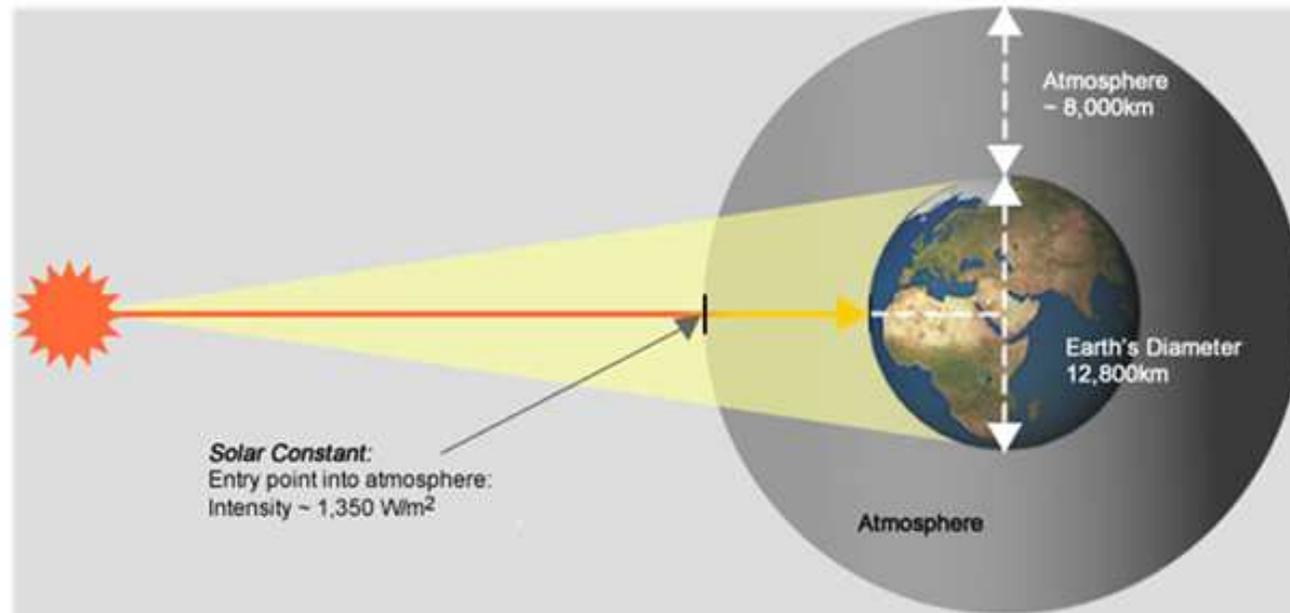
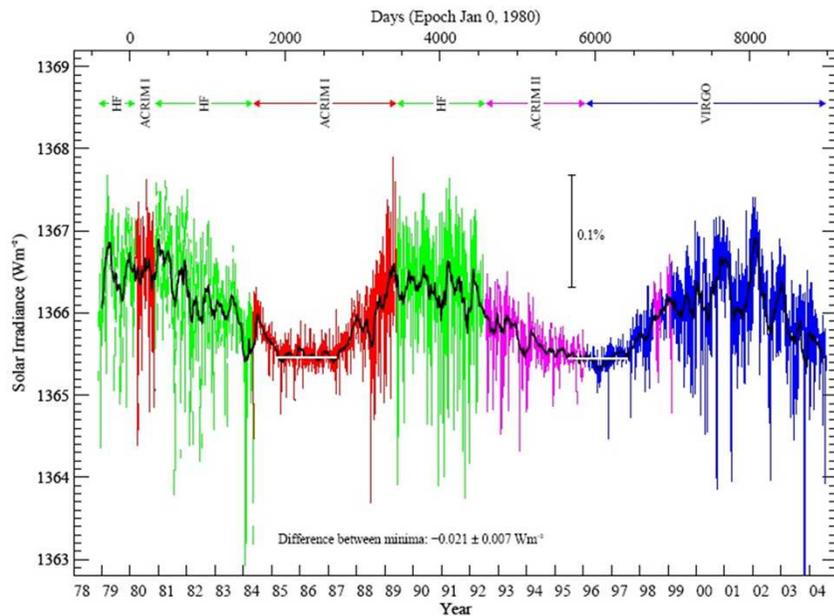


Introdução

Natureza da radiação solar

Características. Densidade Baixa

- A quantidade máxima possível de radiação solar recebida pela superfície da atmosfera em 1 AU é 1361 W/m^2 .



Introdução

Natureza da radiação solar

Características. Densidade Baixa

- A quantidade máxima possível de radiação solar recebida pela superfície da atmosfera a 1 UA é de 1361 W / m^2 .
- Grandes superfícies são necessárias para alcançar altas potências.
- Para aumentar a densidade, a concentração pode ser usada.
- Uma limitação à concentração é apenas sobre a componente da radiação solar direta (para locais com predominância de condições de céu claro e baixa concentração dos componentes atmosféricos (Vapor de água, Ozônio O_3 , Aerossóis)).

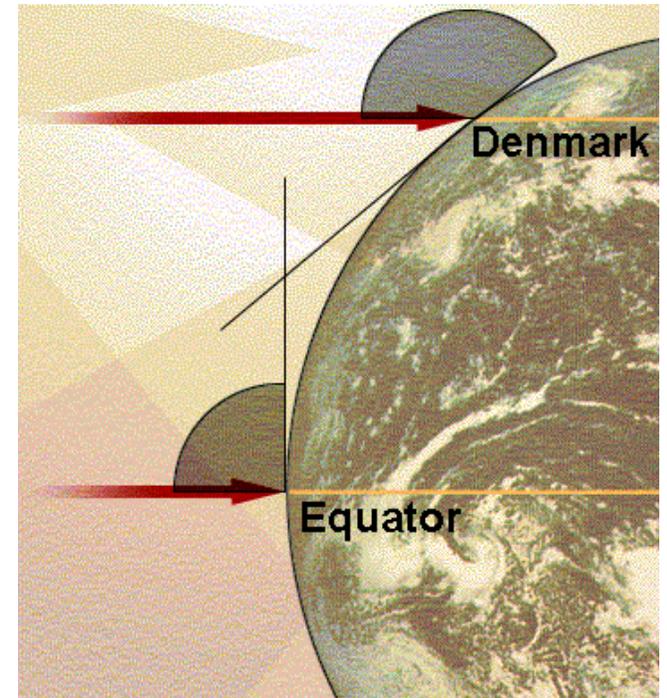


Introdução

Natureza da radiação solar

Variação Geográfica

- Sob **condições de céu claro**: a radiação solar (na superfície da Terra) depende principalmente da latitude.
- O **efeito da latitude** é equivalente à modificação do ângulo de incidência da radiação solar.
- Devido ao **efeito da modulação**, a quantidade de energia recebida pode ser otimizada usando:
 - Plano de inclinação
 - Rastreadores solares
 - A inclinação ótima do plano implica:
 - Diminuição do efeito da latitude.
 - Modificação da distribuição anual.

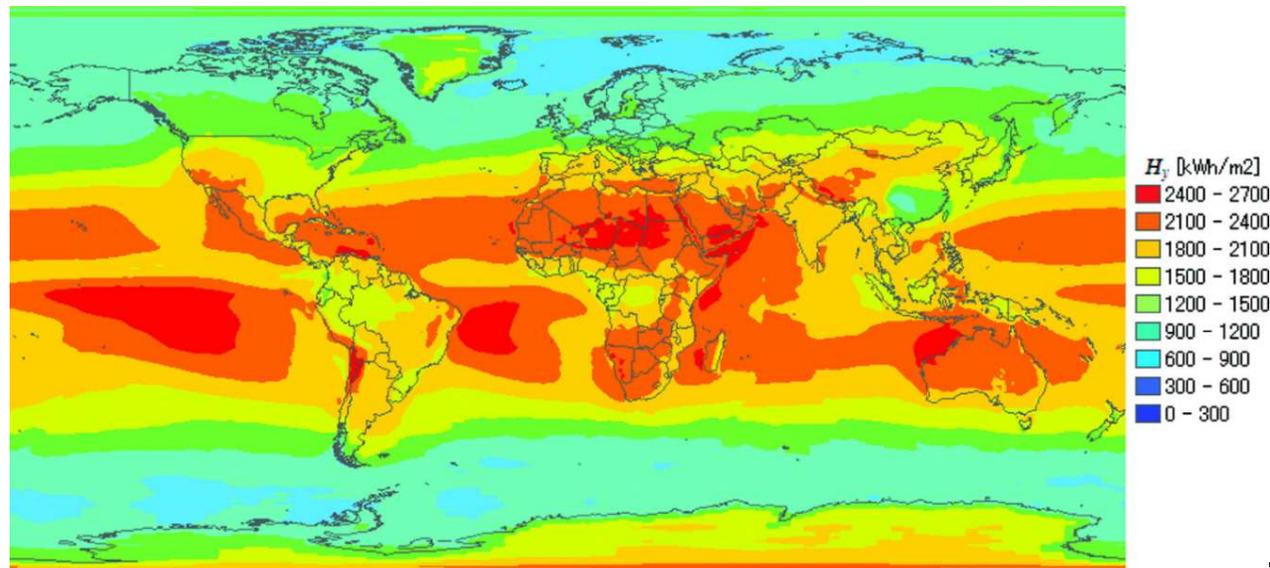


Introdução

Natureza da radiação solar

Situações Aleatórias

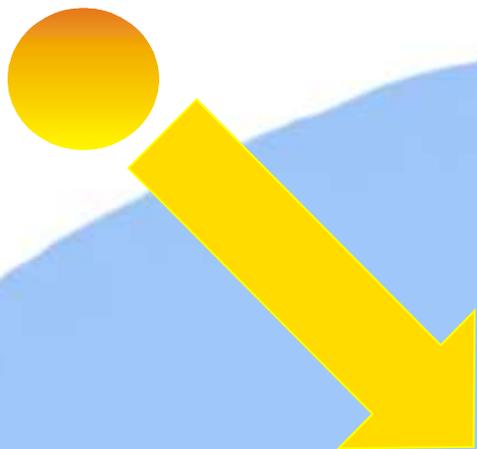
- A radiação solar na superfície da Terra é modulada pelas condições meteorológicas.
- Condições de céu claro, não são comuns.
- A latitude indica um alcance máximo, mas a energia recebida é determinada pelas condições meteorológicas locais.



Componentes da radiação solar

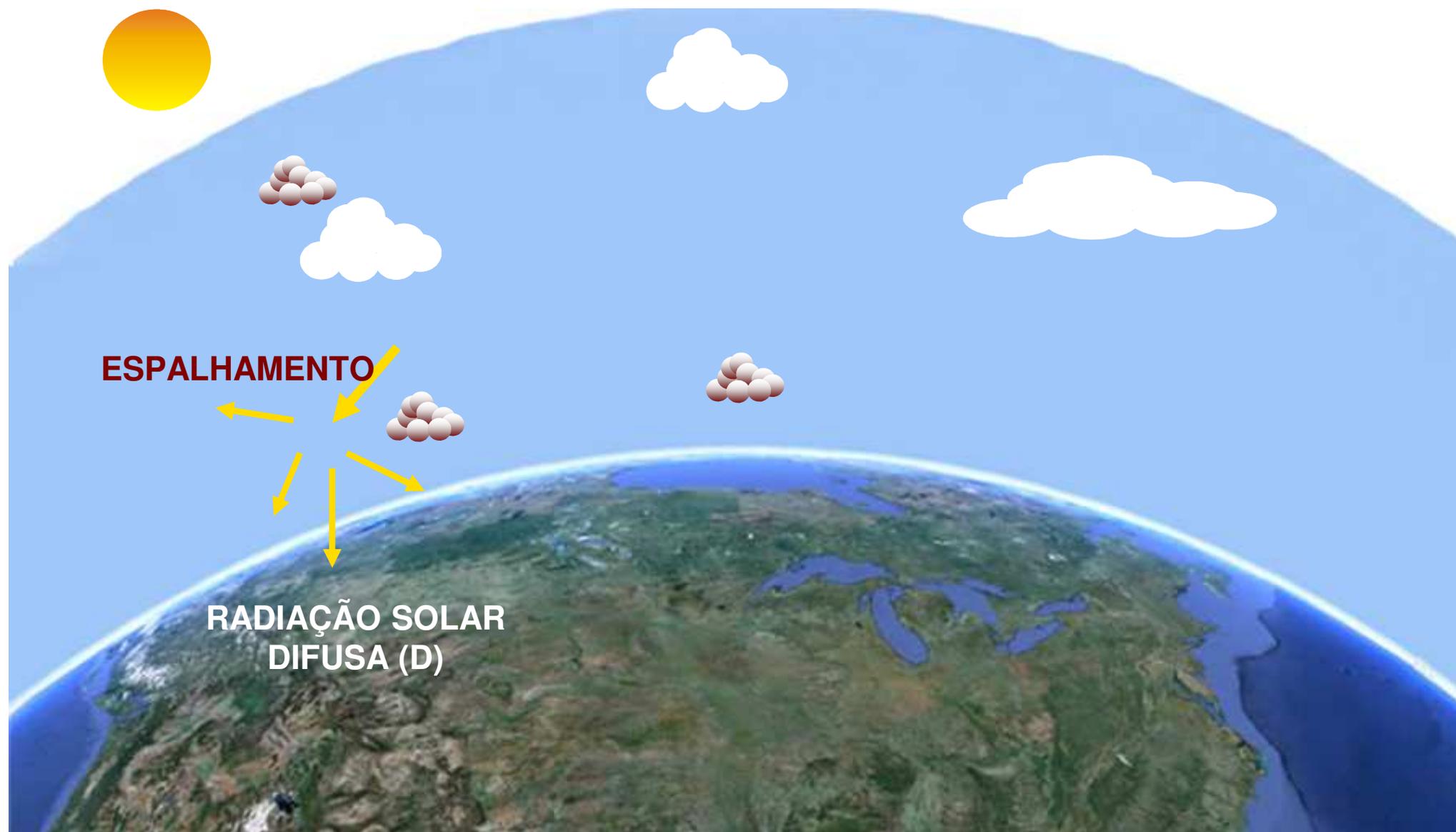


Componentes da radiação solar



RADIAÇÃO SOLAR DIRETA NORMAL
(DNI)

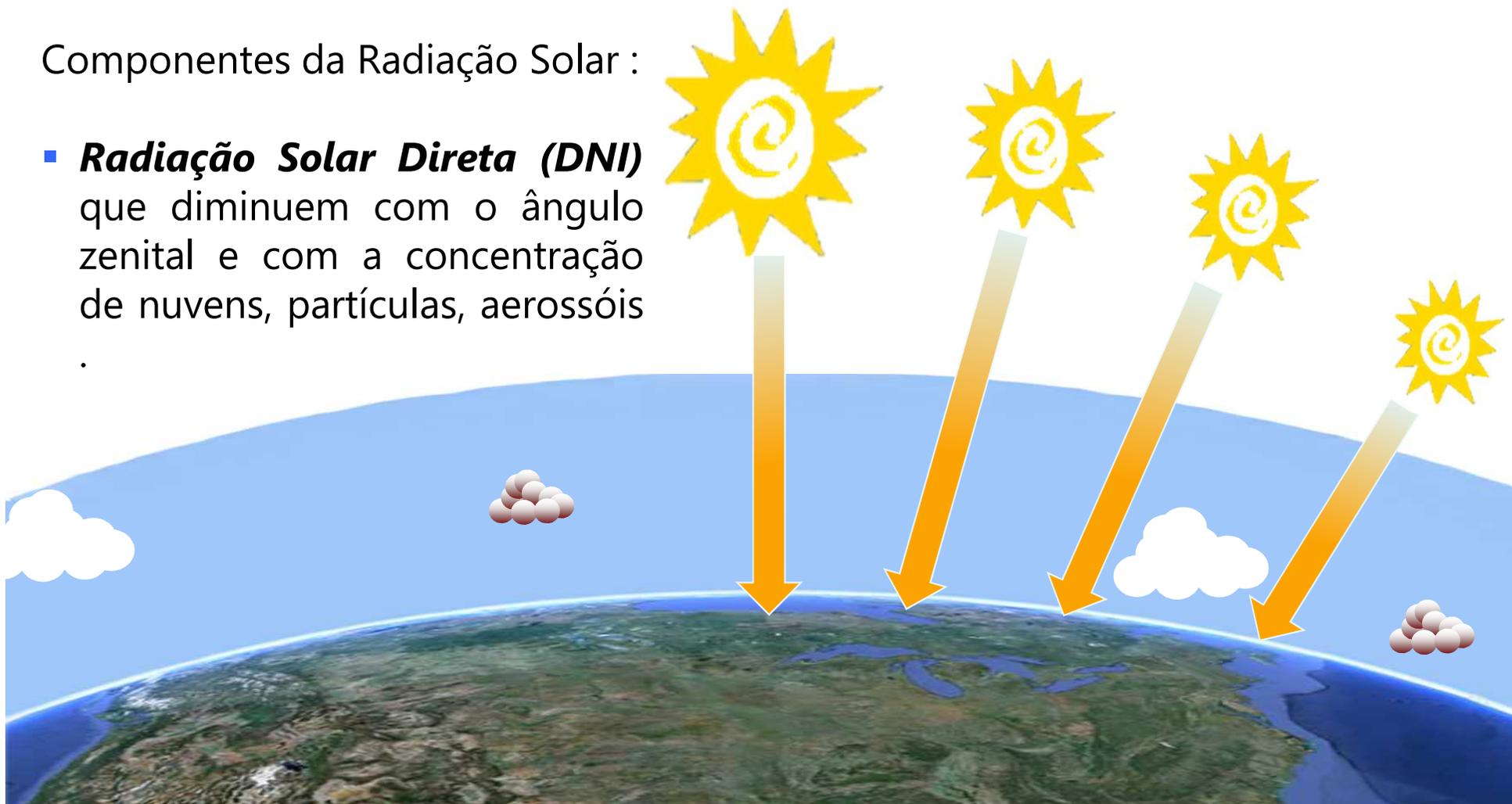
Componentes da radiação solar



Componentes da radiação solar

Componentes da Radiação Solar :

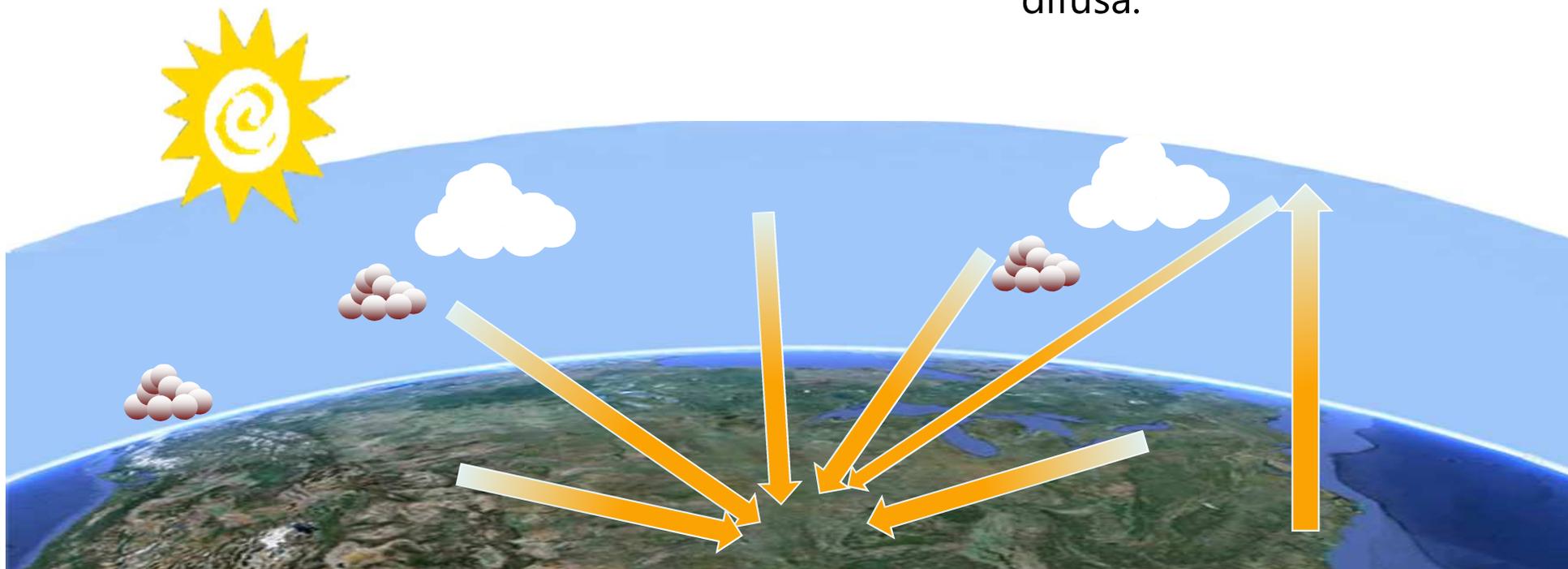
- **Radiação Solar Direta (DNI)** que diminuem com o ângulo zenital e com a concentração de nuvens, partículas, aerossóis .



Componentes da radiação solar

- **Radiação Solar Difusa (D)** é a parte da radiação espalhada pela atmosfera e pelas nuvens.

- **Radiação Solar Global (G)** é a soma da radiação solar direta e da radiação solar difusa.



Avaliação da radiação solar

- A avaliação do recurso solar é um primeiro passo necessário para o estudo de qualquer sistema energético.
- O objetivo é a determinação da radiação solar coletada em um local específico, para uso em uma tecnologia solar específica.
- Como insumos, são necessárias informações relacionadas à fonte e à tecnologia.
- A metodologia pode ser classificada em:
 - **Avaliação clássica** (a partir de medidas radiométricas).
 - **Métodos baseados na estimativa de imagens de satélites.**



Medições em superfície vs dados derivados de satélites

Medições em superfície

Vantagens

- + Alta precisão (dependendo do sensor)
- + Alta resolução temporal



Desvantagens

- Altos custos de instalação, operação e manutenção
- Sujeira dos sensores
- As vezes falha do sensor
- Nenhuma possibilidade de obter dados históricos
- Somente sites selecionados

Dados derivados de satélite

Vantagens

- + Alta cobertura espacial
- + Dados históricos (mais de 20 anos)
- + efetivamente sem falhas
- + sem sujeira
- + baixo custo

Desvantagens

- Menor resolução temporal
- Baixa precisão em alta resolução temporal
- As vezes falha no sensor



	2%					10%
						
	SR20-D1	SR20	SR12	SR11	SR03	LP02
ISO 9060 classification	Secondary standard	Secondary standard	First class	First class	Second class	Second class
PV industry standards ASTM E2848, IEC 61427	++++	++++	+++	++	-	-
Achievable measurement accuracy	++++	++++	+++	++	+	+
Ease of implementation and servicing	++++	++	++	++	++	++
Low need for recalibration at first class performance	++++	++++	++	++	-	-
Response time	+++	+++	++	++	++++	+
Incorporated heater	-	+	+	-	-	-
Temperature sensor	+	+	+	-	-	-
Low relative loss of accuracy at a low cleaning interval	+	+	++	++	+++	+++

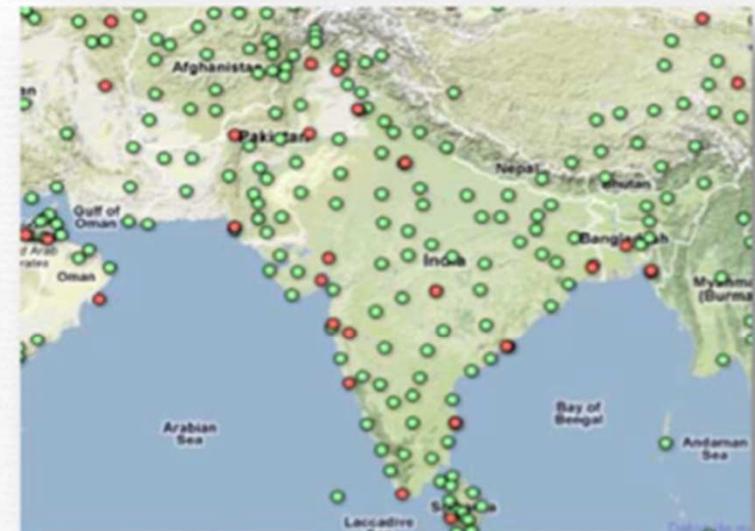
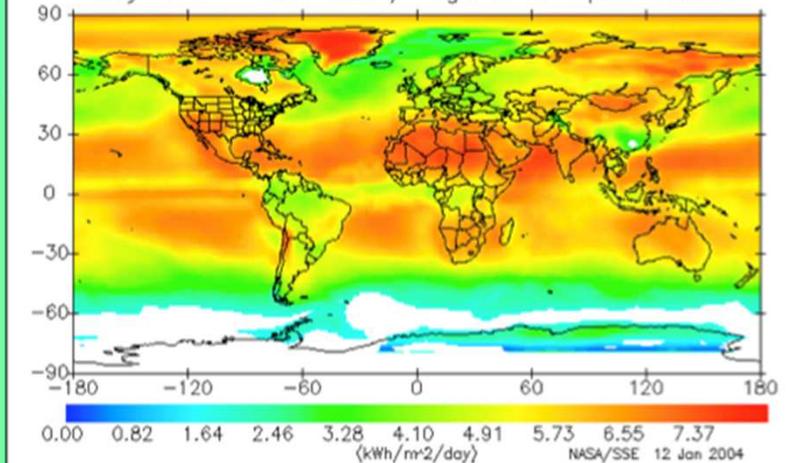


Medições em superfície vs dados derivados de satélites

Banco de dados de Radiação Solar

- Baseline Surface Radiation Network (BSRN)
- World Radiation Data Centre (WRDC)
- Meteonorm
- NASA-SSE (<http://eosweb.larc.nasa.gov/sse>)

April Radiation on Equator-pointed tilted surfaces (Perez/Erbs et al.)
July 1983 – June 1993 / Angle of tilt equals latitude



Legend

Meteorological stations with irradiation measurements (GHI)

Meteorological stations without irradiation measurement (GHI interpolated)

Medições em superfície vs dados derivados de satélites

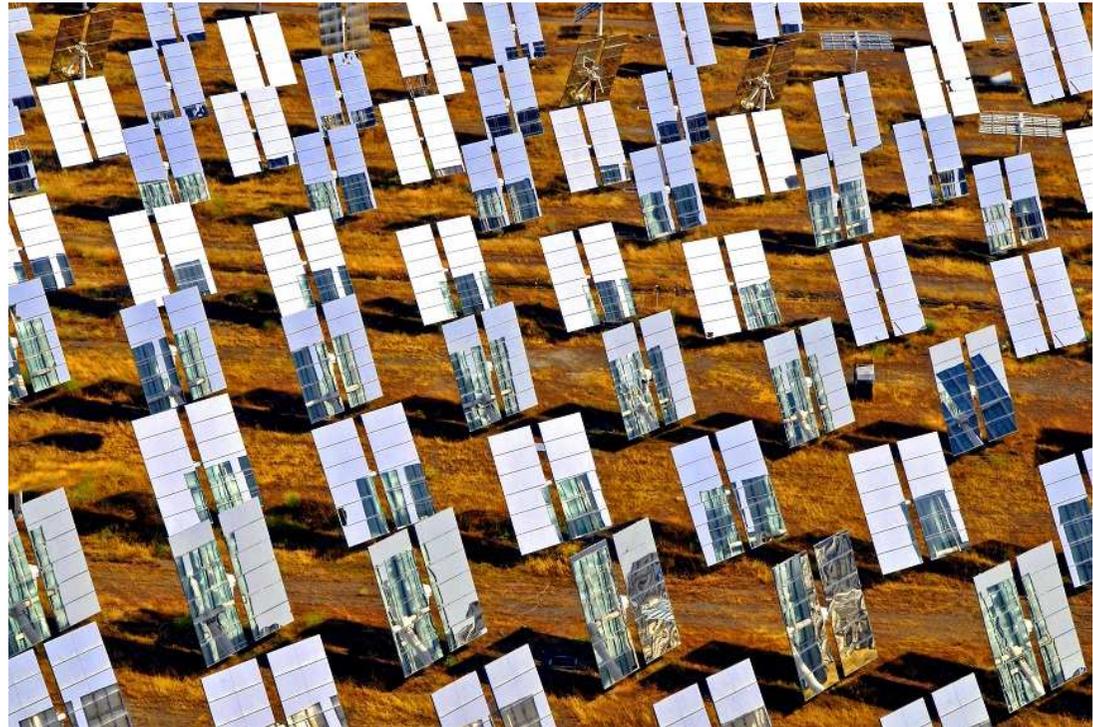
Fuente	Gh (kWh/m ² -y)	Dh (kWh/m ² -y)	Bn (kWh/m ² -y)	Ta (°C)	FF (m/s)
Meteonorm	1642	850	1152	18,9	2,8
NASA-SSE	1897	759	1666	16,7	-

Fuente	Gh (kWh/m ² -y)	Dh (kWh/m ² -y)	Bn (kWh/m ² -y)	Ta (°C)	FF (m/s)
Meteonorm	2110	748	2040	16,9	2,4
NASA-SSE	2197	679	2309	12,4	-



Sumário

-  1. Introdução
-   2. Objetivos
-  3. Metodologia
-  4. Resultados
-  5. Atlas Solar
-  Conclusões



Objetivos

Objetivo Geral

1

Contratar serviços de consultoria especializada a fim de preparar o Atlas Solarimétrico do Estado do Tocantins, como forma de consolidar o uso da energia limpa e renovável para contribuir com o desenvolvimento sustentável do Estado do Tocantins.

Objetivos Específicos

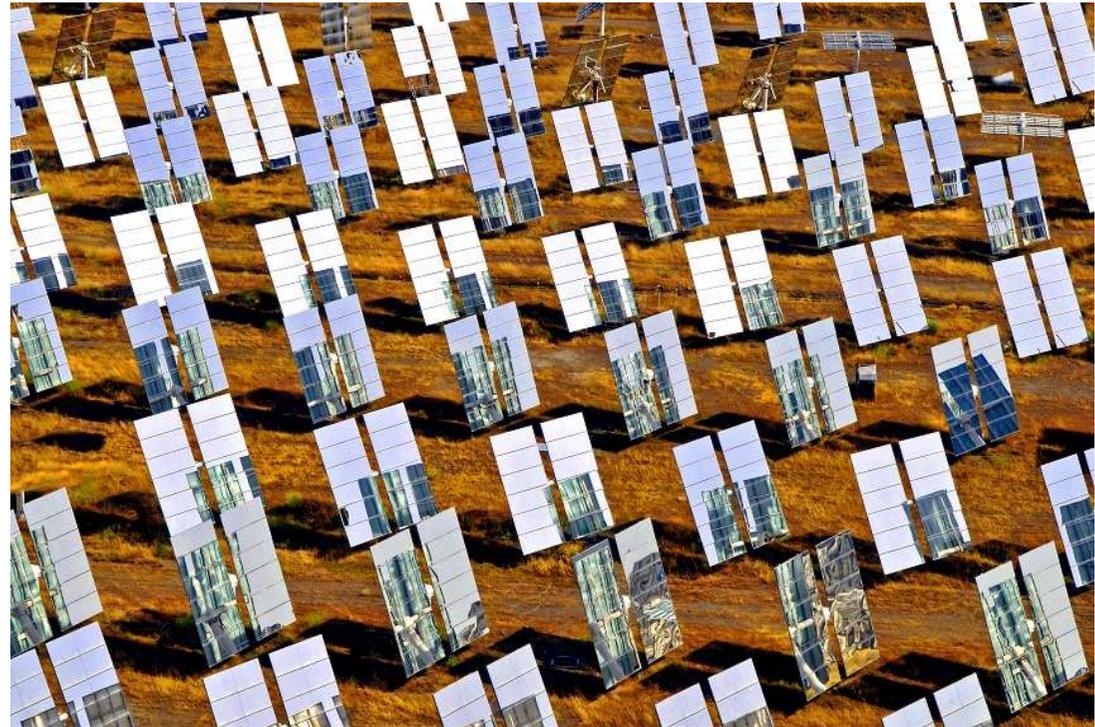
2

- a) Atualizar, melhorar e consolidar a base de dados abrangente da radiação solar e dados meteorológicos relacionados com a elaboração do Atlas.
- b) Conhecer a distribuição espacial e temporal do potencial solarimétrico em todo o território do Estado para a preparação do Atlas.
- c) Gerar informações do estado para impulsionar o mercado da utilização da energia solar e sua transformação em geração energia elétrica de forma isolada (fotovoltaica e termo solar) e em energia térmica.
- d) Gerar base de gráficos de isolinhas e mapas de fluxo de radiação solar global, contendo, médias: diária, mensal e anual de dados especializados para todo o estado

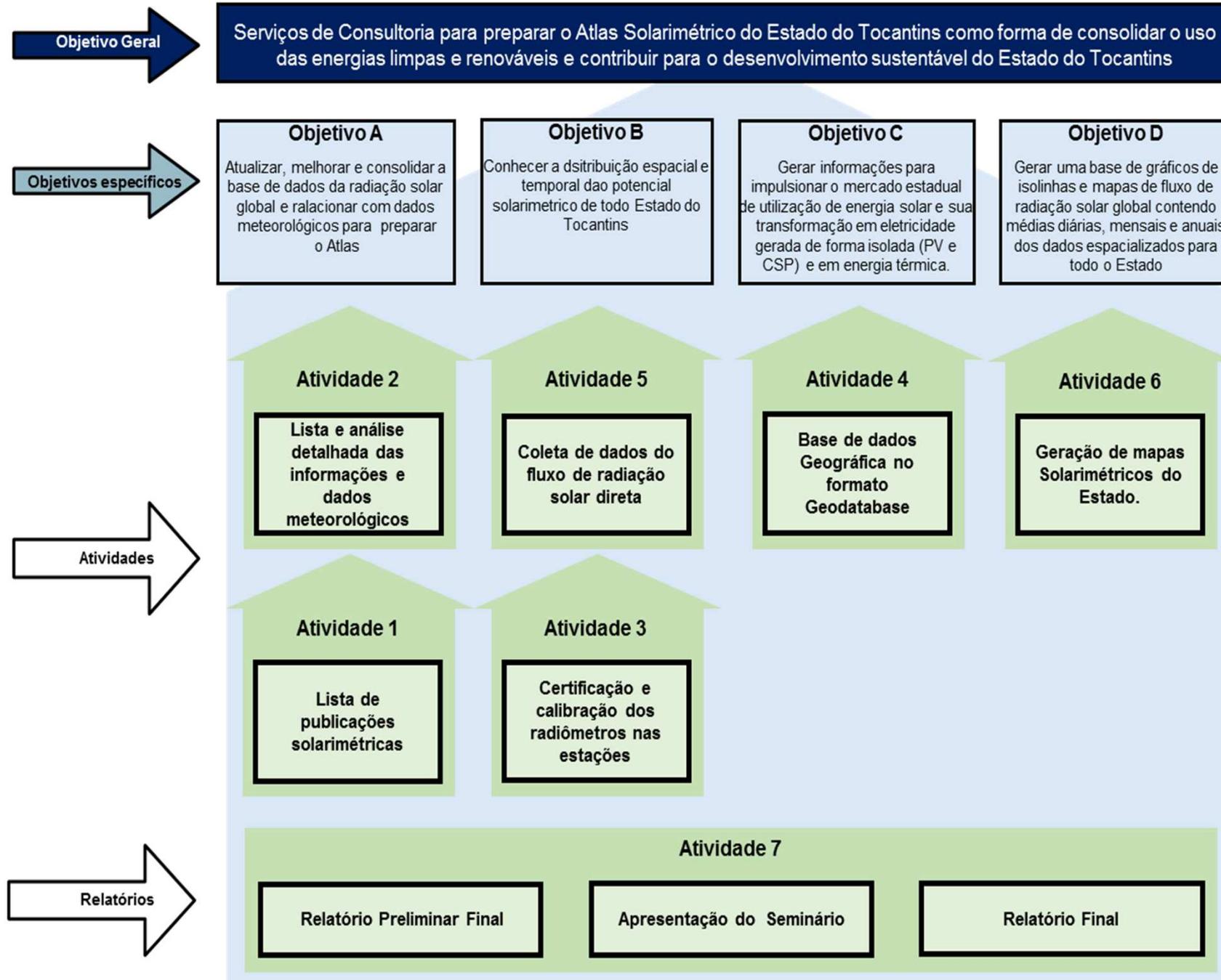


Sumário

-  1. Introdução
-  2. Objetivos
-  3. Metodologia
-  4. Resultados
-  5. Atlas Solar
-  6. Conclusões



Metodologia

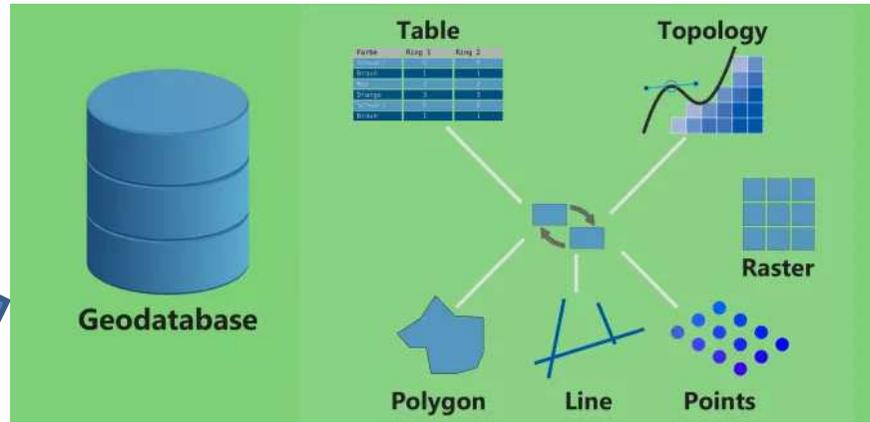
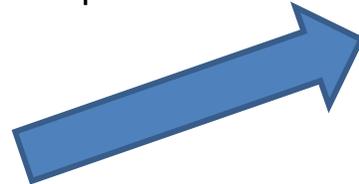


Metodologia



- Validação de GHI
- Validação de DNI
- Validação de GHI para DNI
- Novo Modelo de GHI para DNI

Coleta e
Processo de
Verificação
de qualidade



Interpolação
Kriging/Downscaling



AtlasSolar
do Tocantins



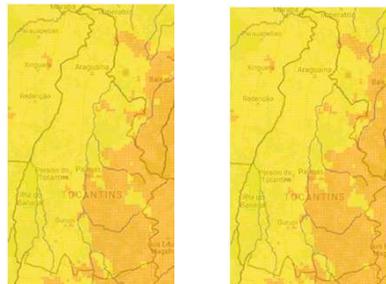
Calibração dos
Piranômetros/
Melhoria de
medidas

Satélites
Dados
Brutos



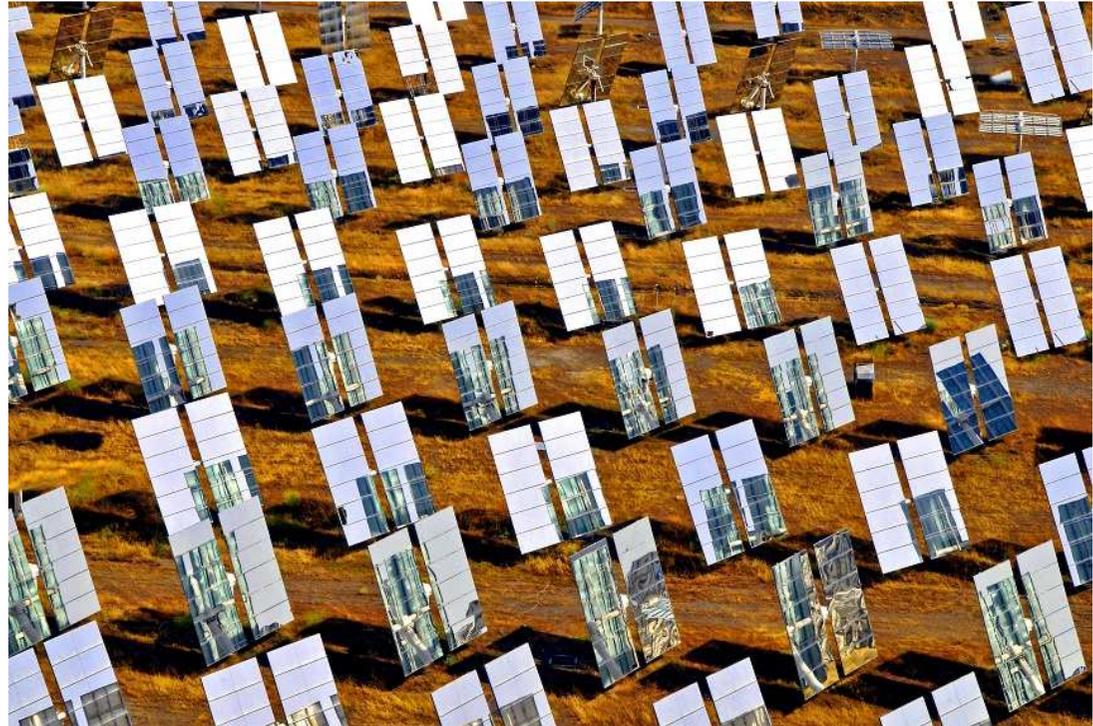
Validação de GHI
Validação de DNI
em Palmas
(local Adaptado)
Modelagem de
DNI

Relatórios



Sumário

-  1. Introdução
-  2. Objetivos
-  3. Metodologia
-   4. Resultados
-  5. Atlas Solar
-  6. Conclusões



Resultados

OBJETIVO A: Atualizar, melhorar e consolidar o banco de dados de radiação solar global e dados meteorológicos relacionados a preparação do Atlas

Atividade 1

Listas das publicações solarimétricas

Atividade 2

Lista e análise detalhada dos dados e informações sobre o clima.



Atividade 3

OBJETIVO C

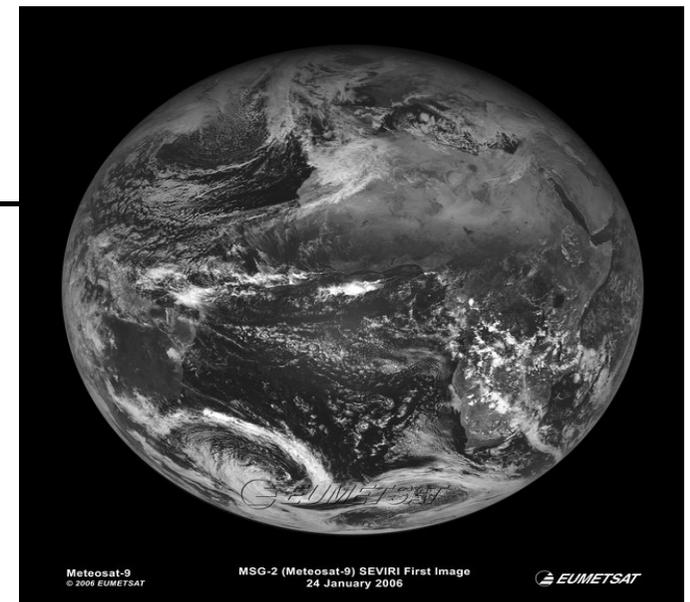
Gerar informações para impulsionar o mercado estadual de utilização de energia solar e sua transformação em eletricidade gerada de forma isolada e em energia térmica (PV e CSP)

Atividade 3

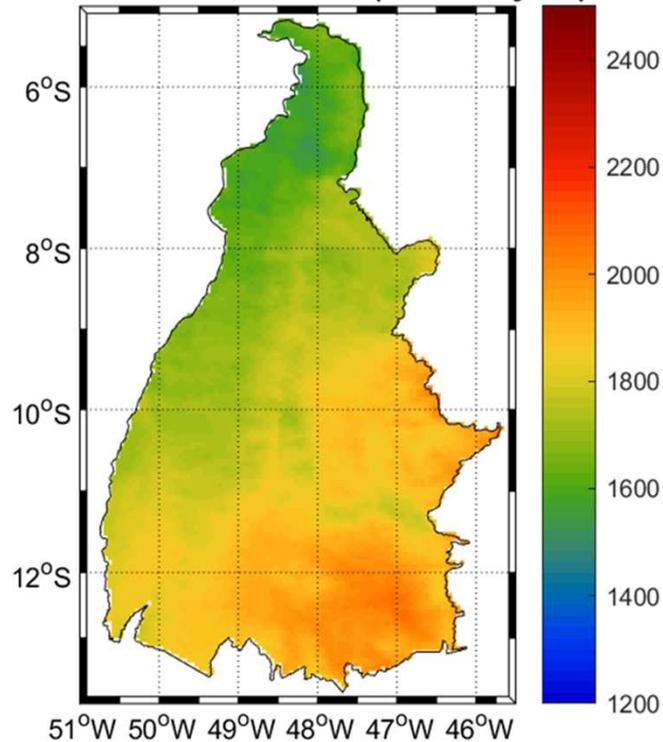
Banco de dados geográfico em formato Geodatabase.

Imagens de Satélite do Satélite Meteosat :

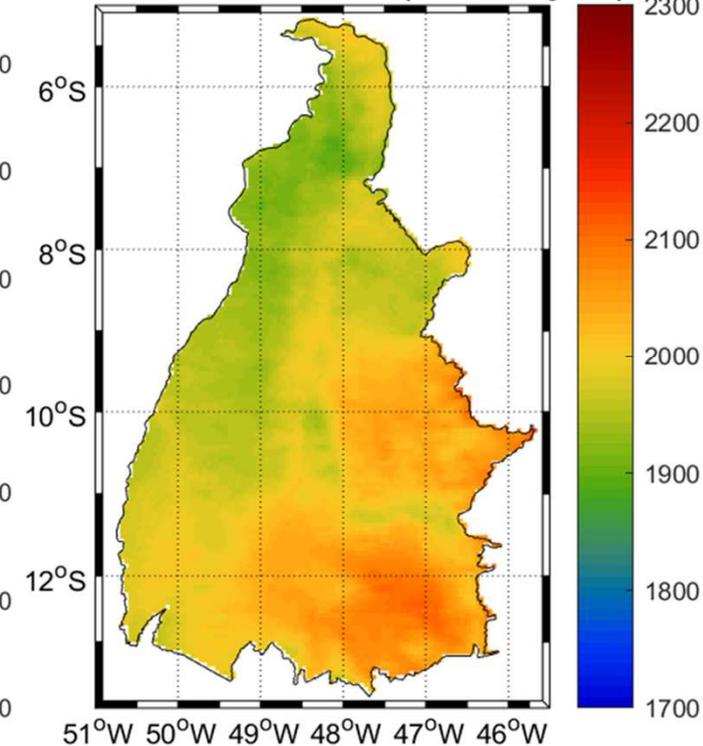
- 30 minutos de resolução temporal
- 5x5 km²
- Período: 1983-2015
- GHI do Modelo Heliosat
- DNI do Modelo Skartveit



YEARLY DNI 1983-2015 (kWh/m² year)



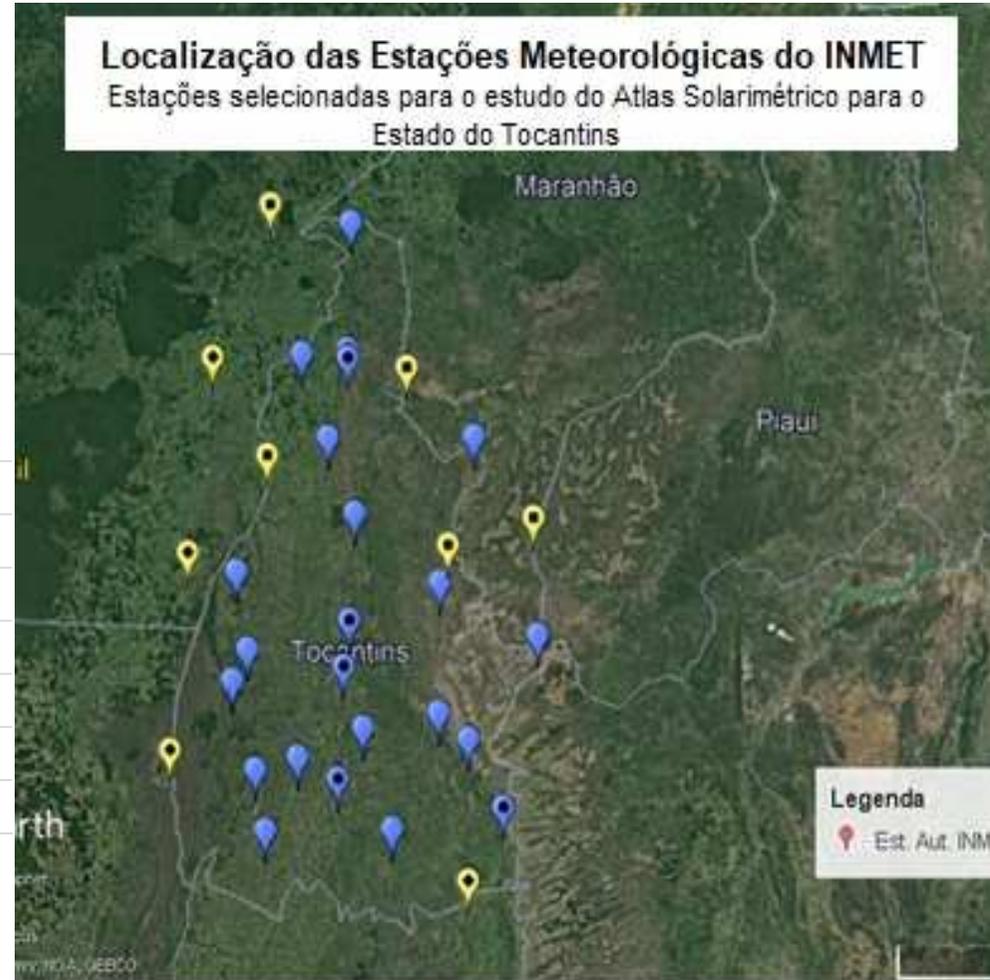
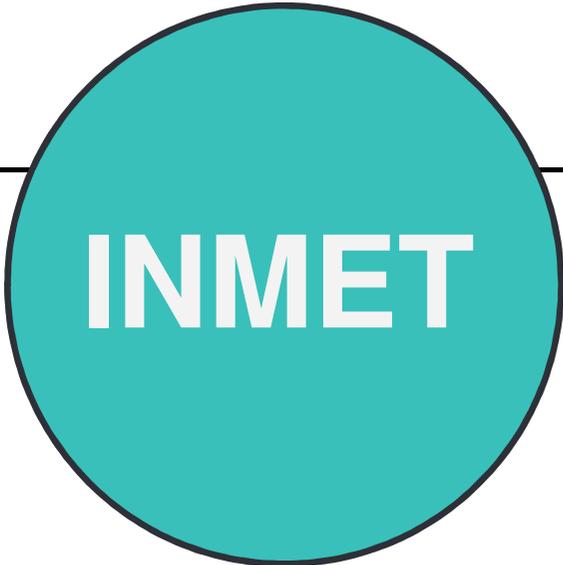
YEARLY GHI 1983-2015 (kWh/m² year)



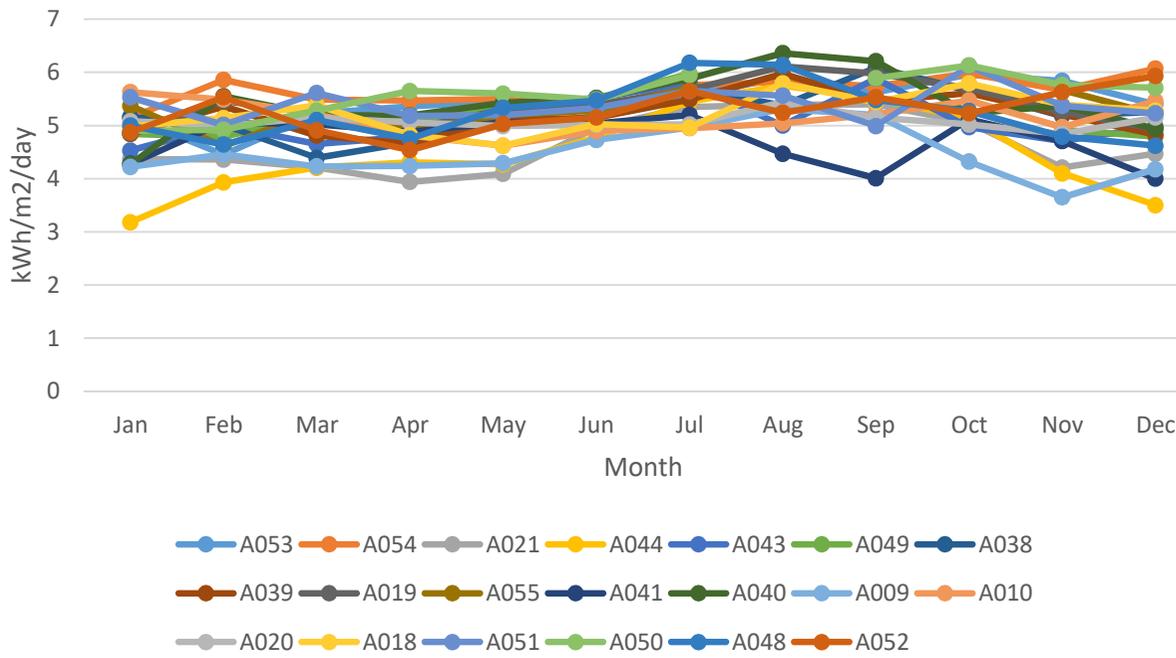
GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS

SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS

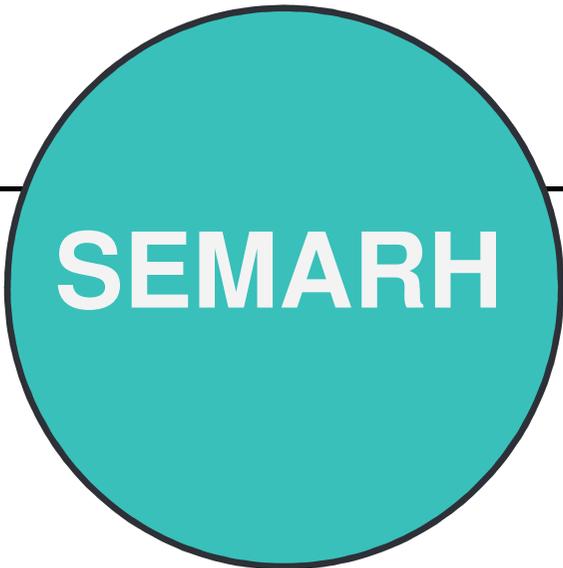
Atividade 3



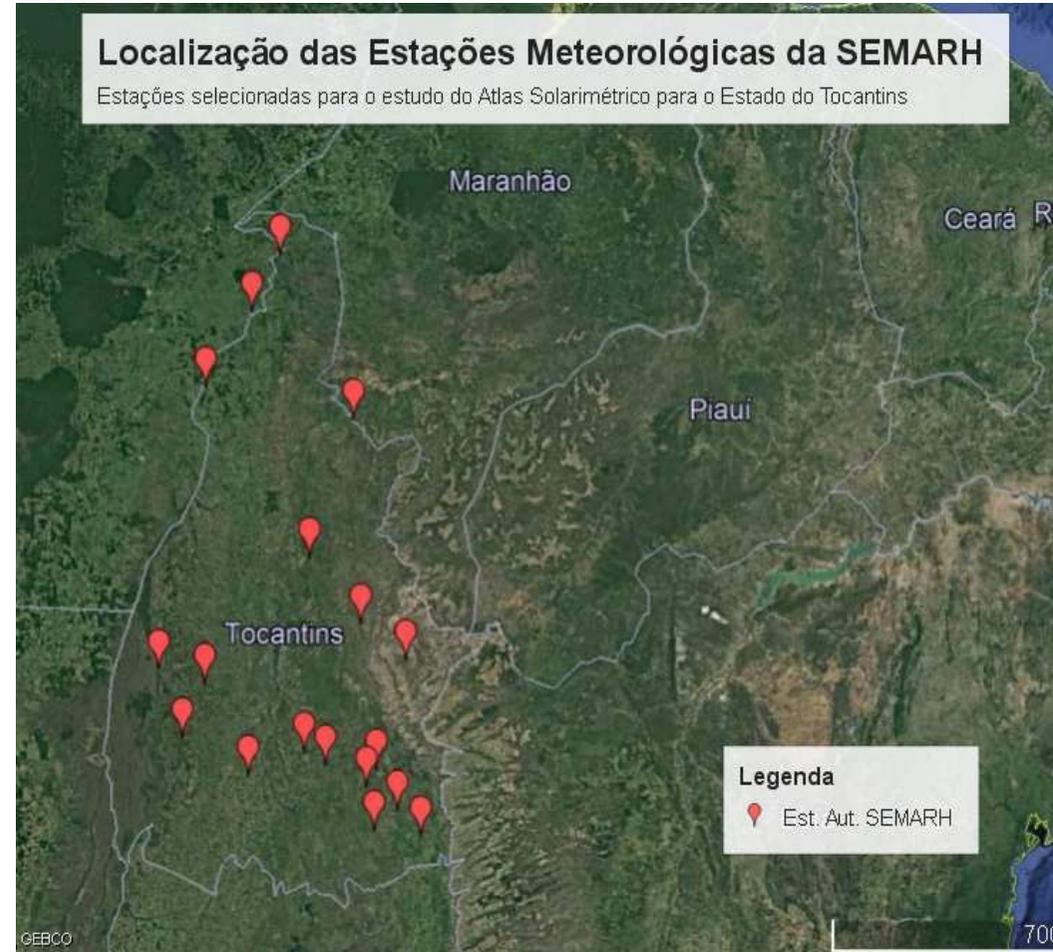
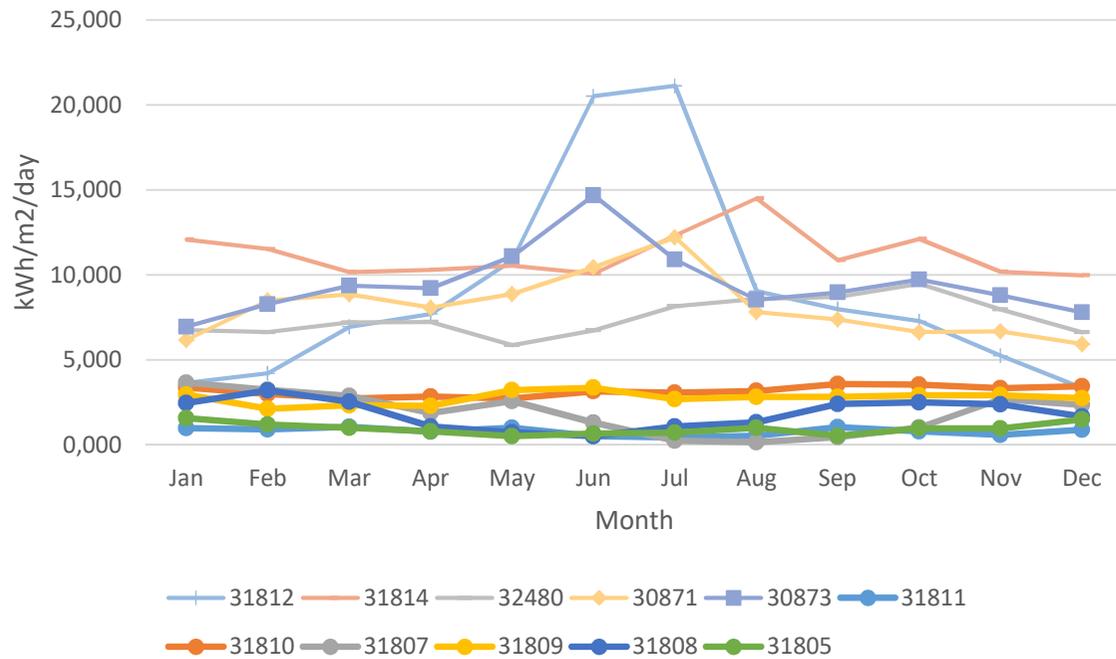
GHI Monthly - INMET



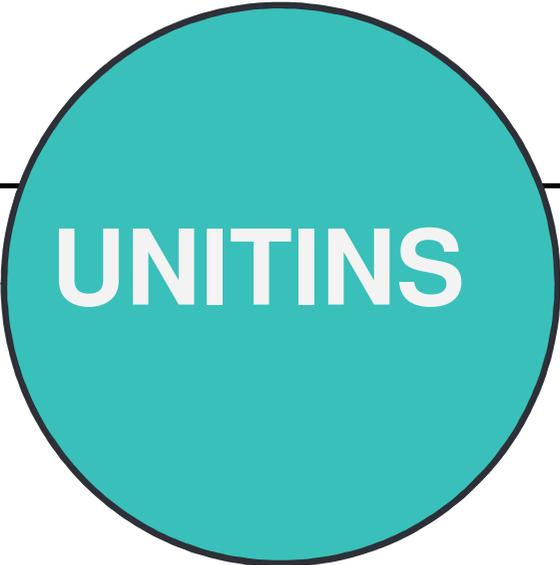
Atividade 3



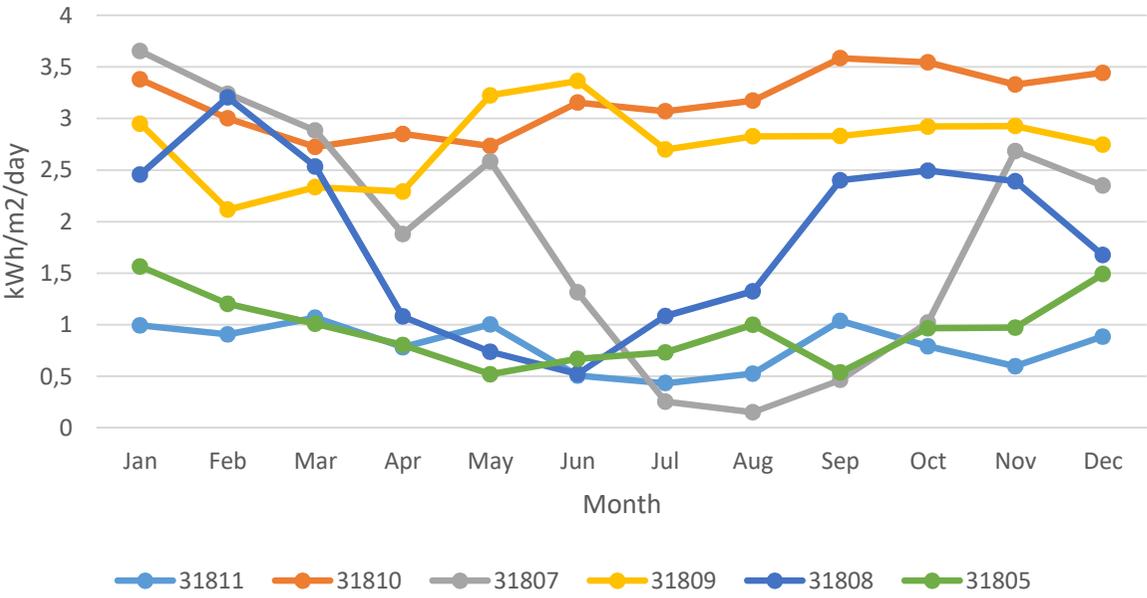
GHI Monthly - SEMARH

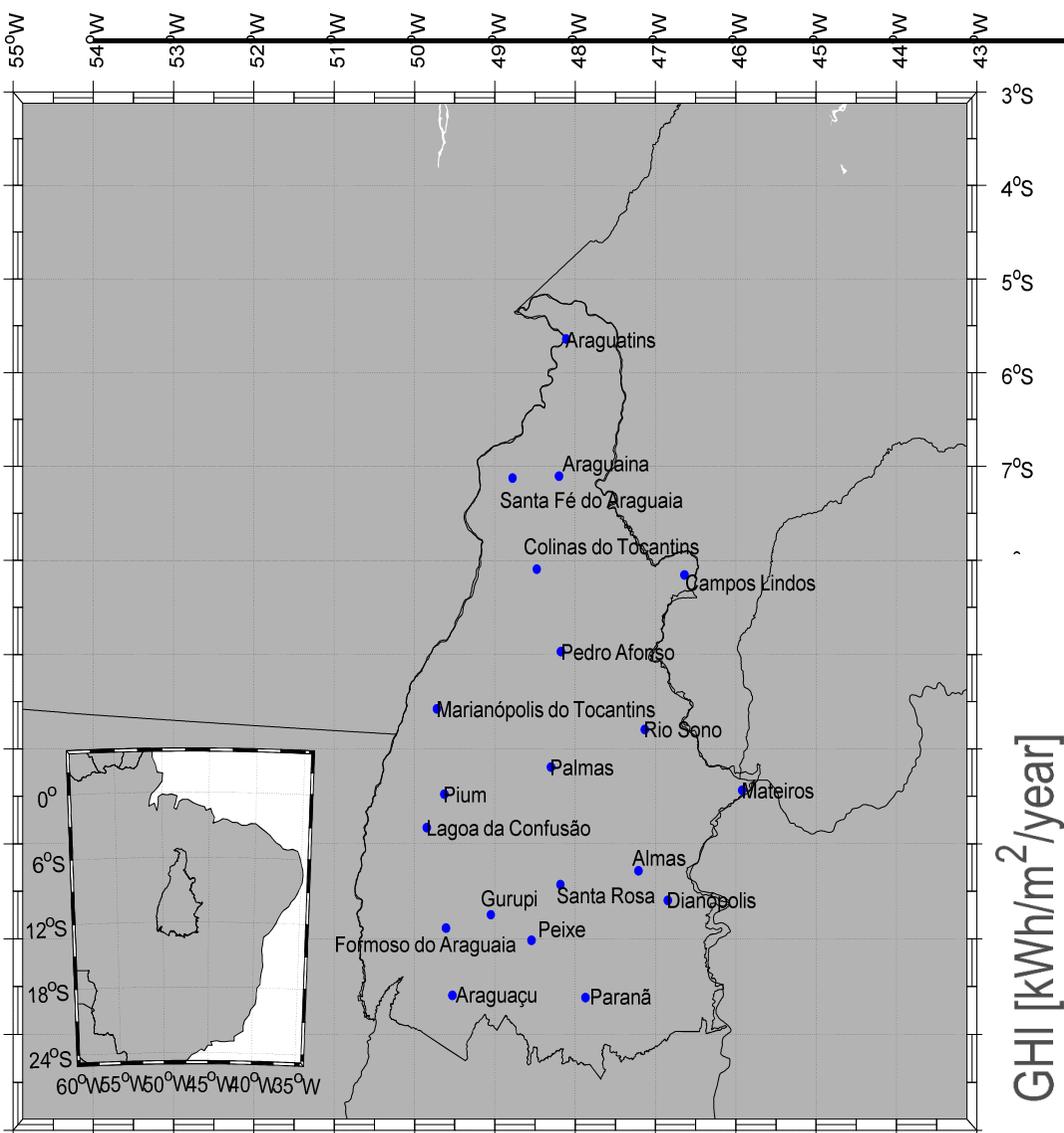


Atividade 3

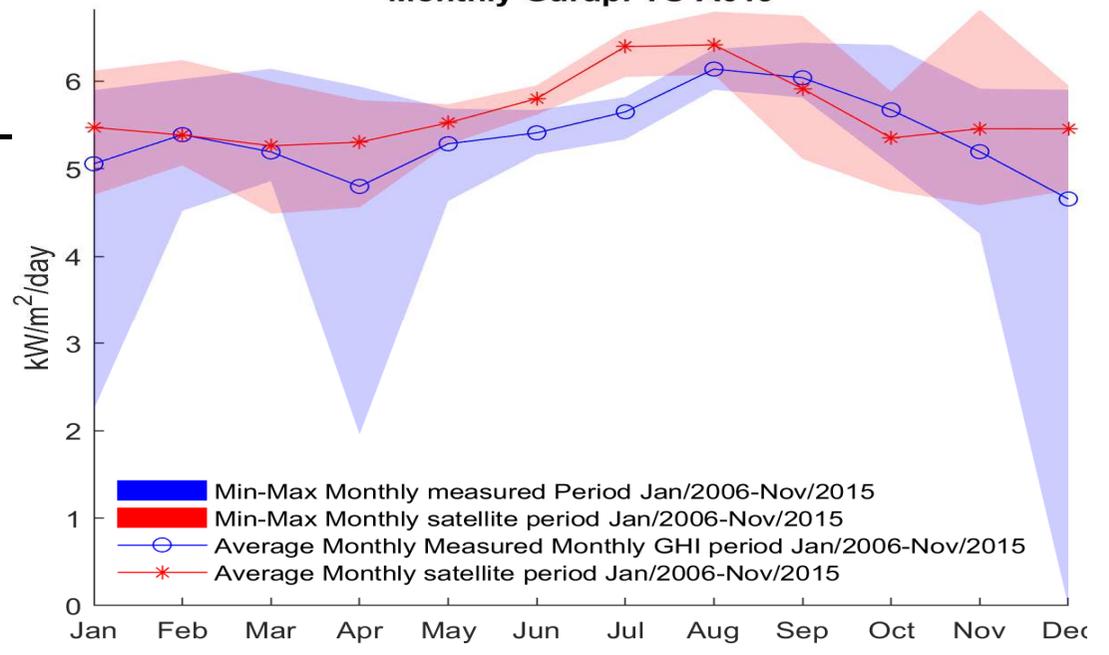


GHI Monthly - UNITINS

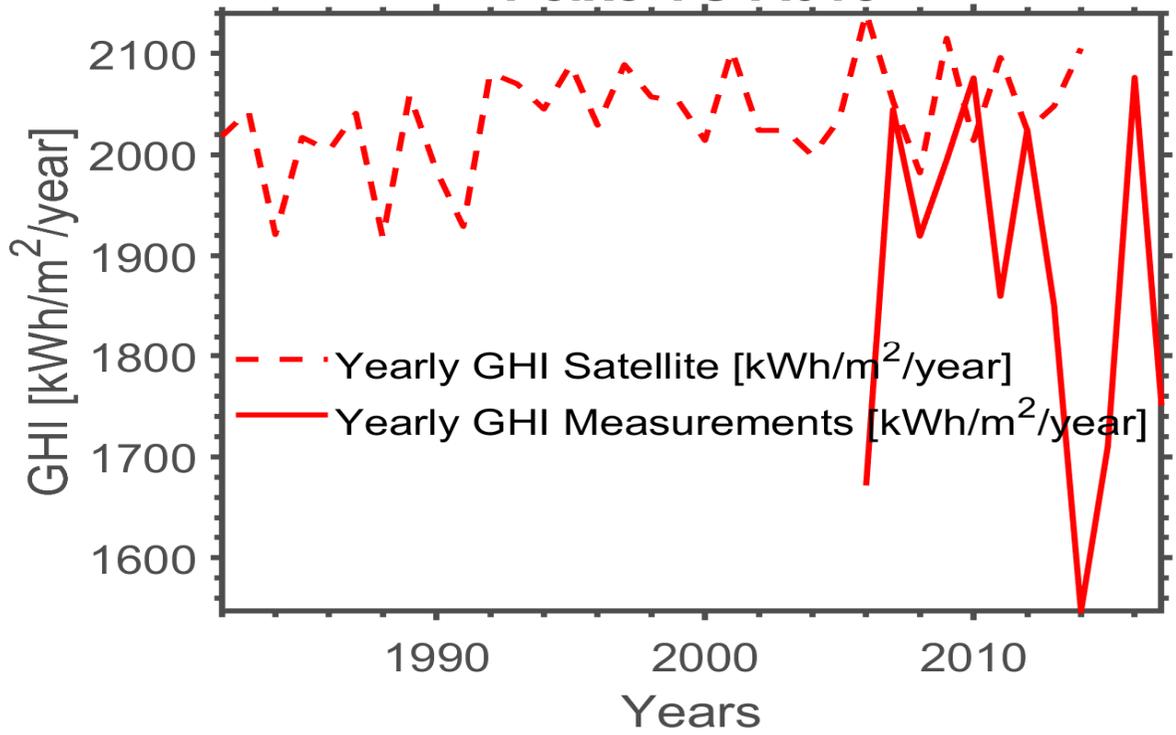




Monthly Gurupi-TO A019



Peixe-TO A018



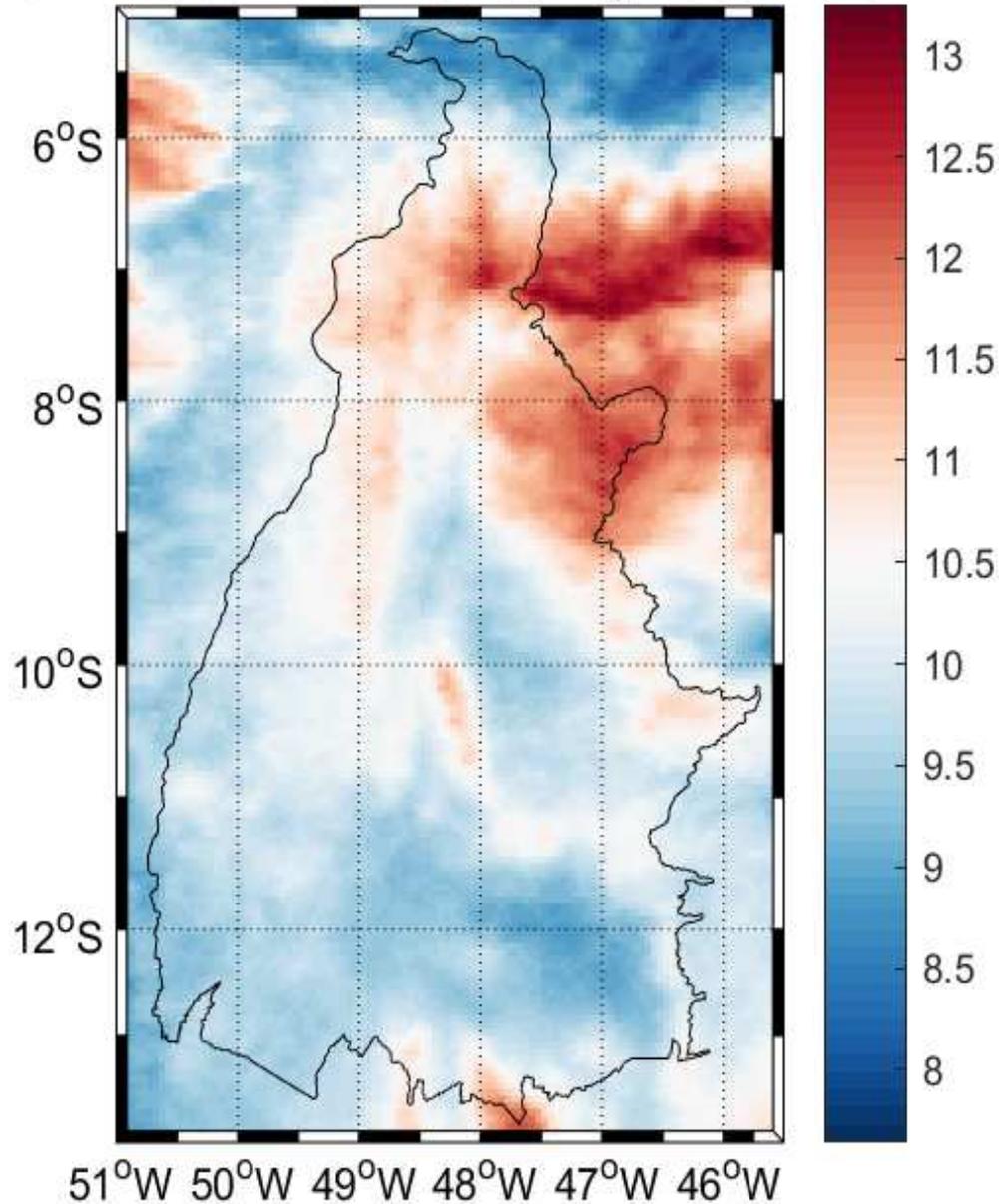
**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

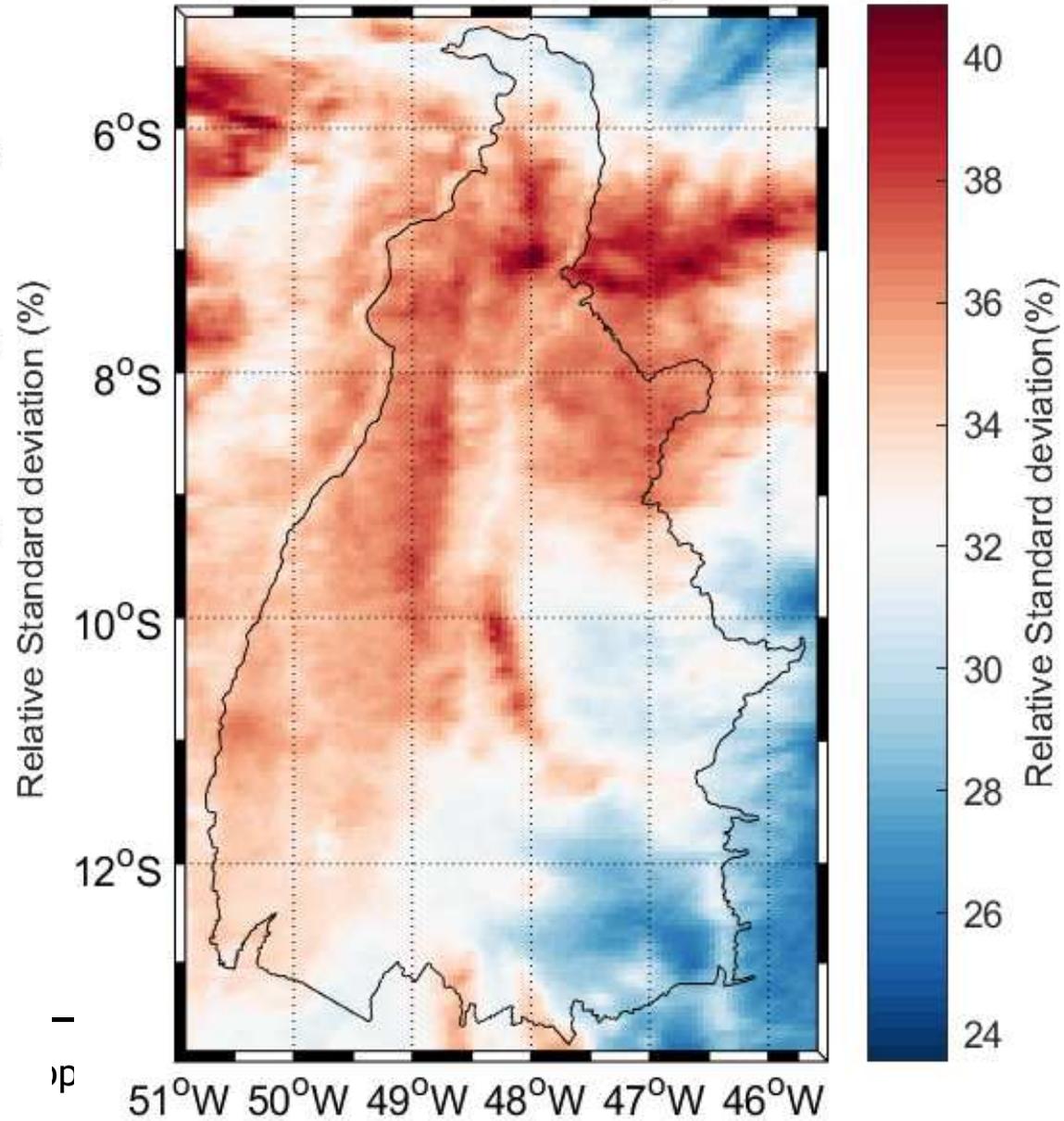
Final W

Atividade 3

GHI intra-annual variability 1983-2015

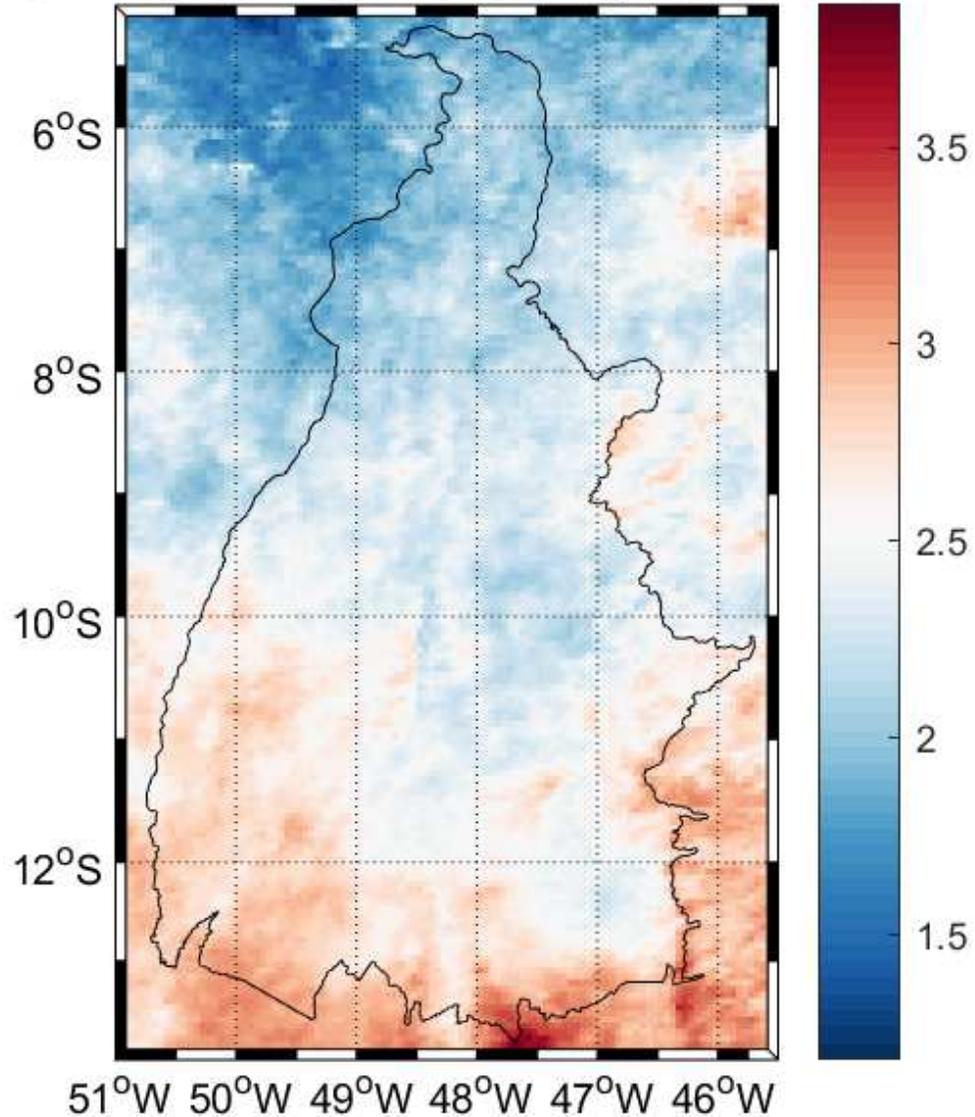


DNI intra-annual variability 1983-2015

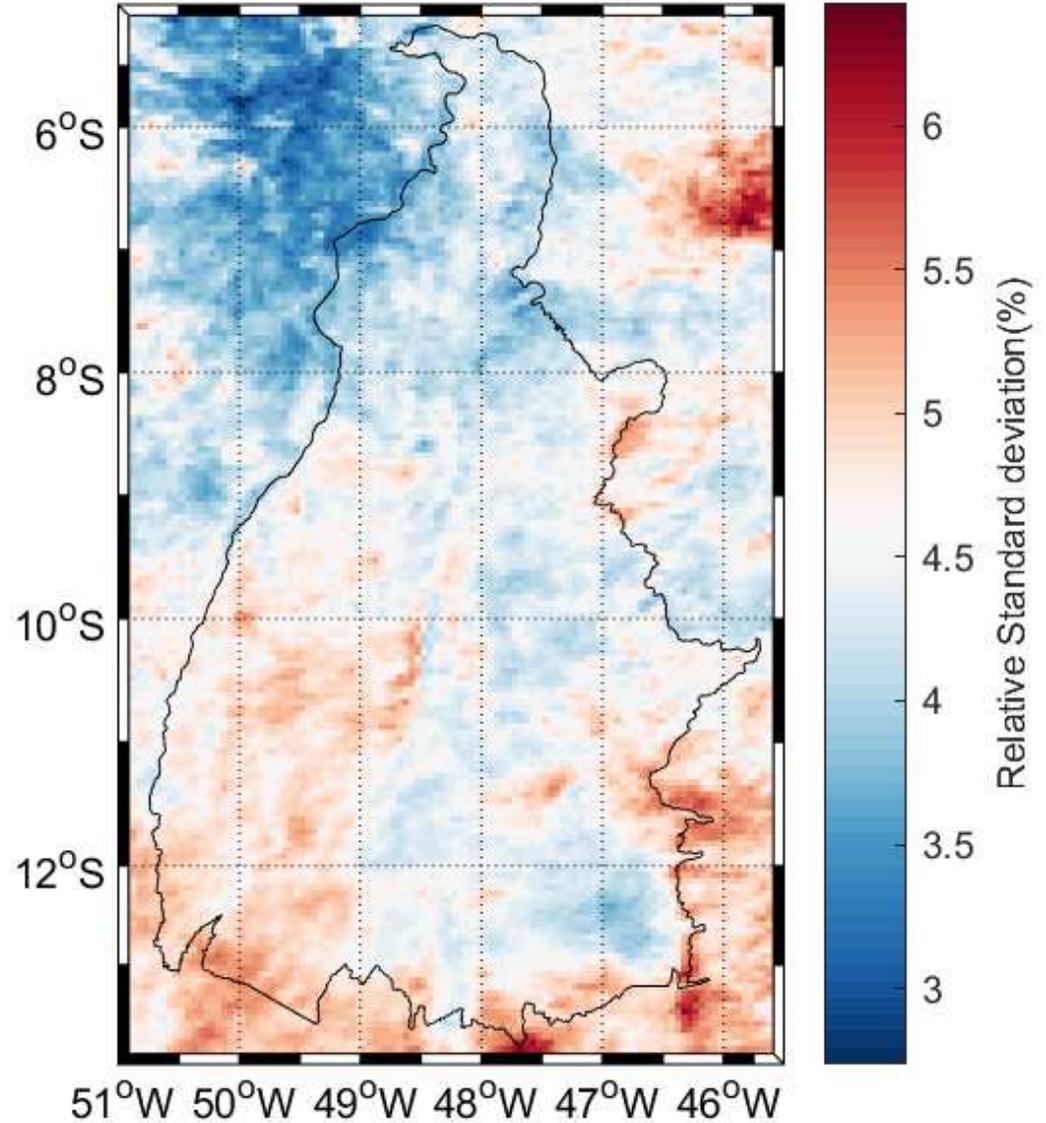


Atividade 3

GHI inter-annual variability 1983-2015



DNI inter-annual variability 1983-2015



Atividade 4

OBJETIVO D:
Conhecer a distribuição espacial e temporal do potencial solarimétrico em todo o território do Tocantins

Atividade 4

Coleta dos dados do fluxo de radiação solar direta.



**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Final

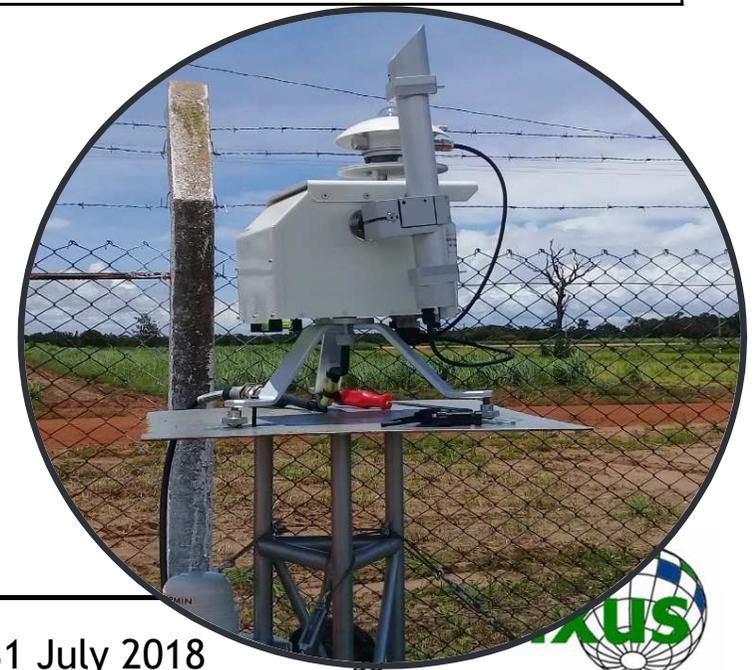
Atividade 4

Latitude (sexagesimal)	10°24'0.27"S
Longitude (sexagesimal)	48°21'26.64"W
Latitude (graus)	-10.400075° S
Longitude (graus)	-48.357401° W
Altitude acima do nível do mar	231 m



Atividade 4

Parâmetro	Marca	Modelo
Data logger	GEONICA (SPAIN)	Meteodata 3008CM
Sensor de Radiação Solar Direta	HUKSEFLUX (THE NETHERLANDS)	DR-01
Sensor de Radiação Solar Global	HUKSEFLUX (THE NETHERLANDS)	SR-20
Rastreador Solar	GEONICA (SPAIN)	SUNTRACKER-2000
GPS	GARMIN (USA)	19X
PAINEL SOLAR	-	95Wp
TORRE METEOROLÓGICA	MANUFATURADO EM PALMAS-TO	



**ESTADO DO
TOCANTINS**

**MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Final Workshop, Palmas (TO), 31 July 2018



Atividade 4



Pireliômetro da normal incidente

- Model DR01
- Classificação ISO: Primeira classe
- Ângulo de abertura: 5°
- Faixa espectral: 200 a 4000 nm

Atividade 4



Piranômetro Termoelétrico

- Classificação ISO: Segunda Classe
- Faixa de medida: 0-2000 W/m²
- Faixa espectral: 305 a 2800 nm

Atividade 4



Seguidor Solar

- Model SunTracker-3000
- Seguidor: 02 eixos
- Sistema: Automático
- Azimute: 360°
- Elevação: 90°
- Precisão: 0.1°

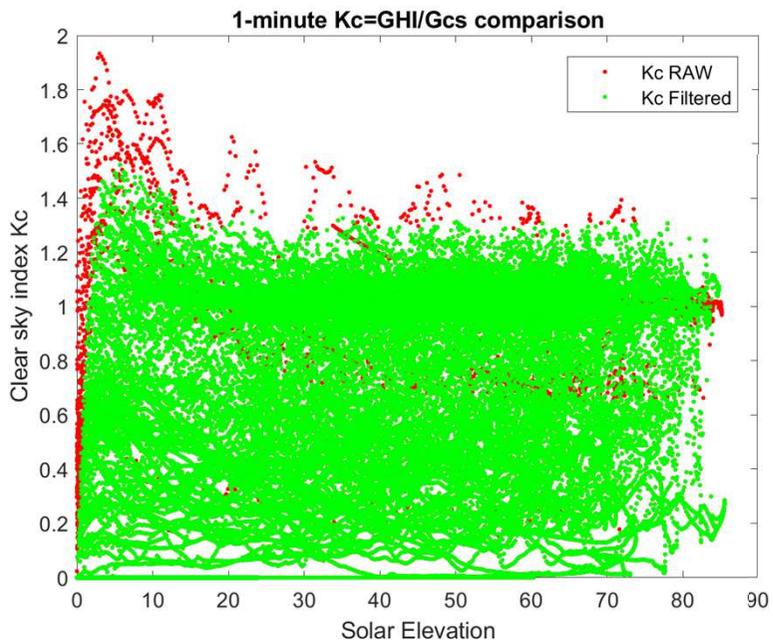


**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

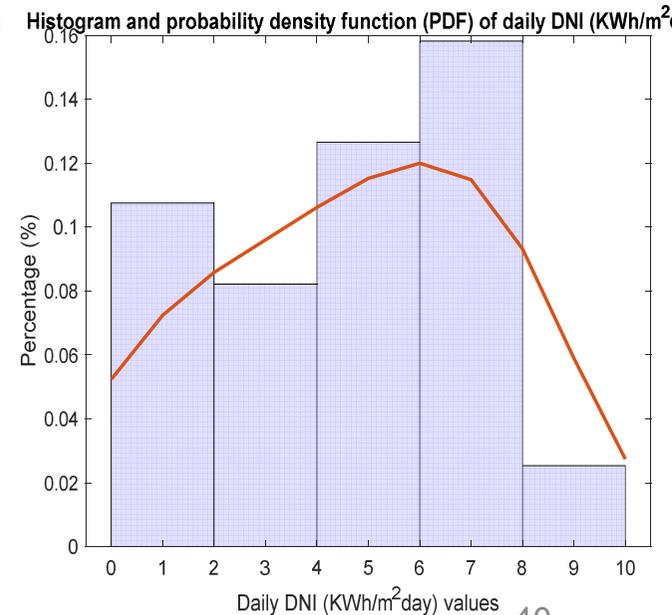
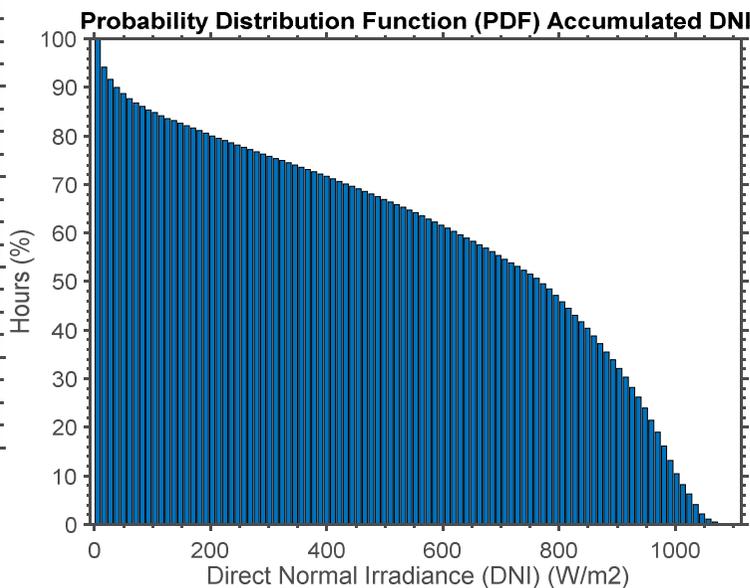
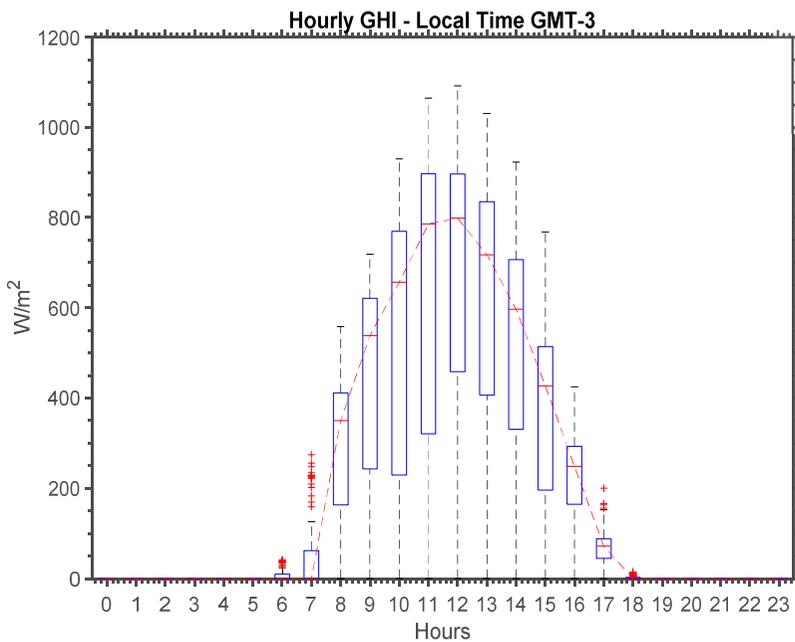
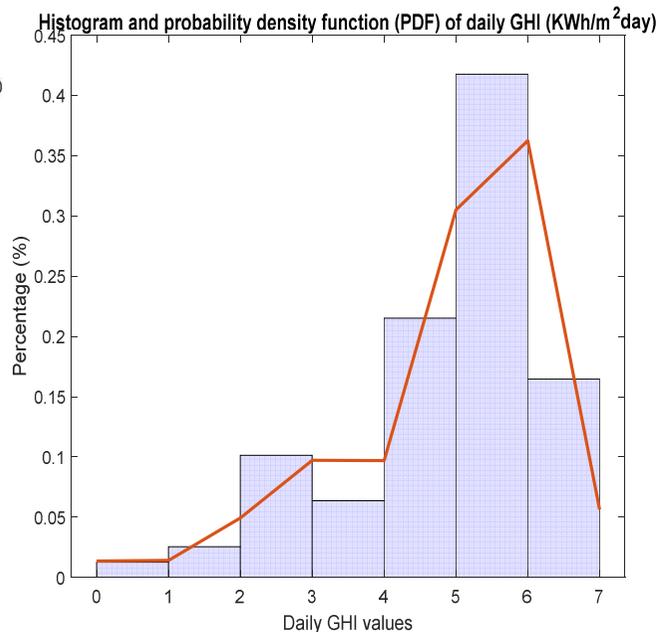
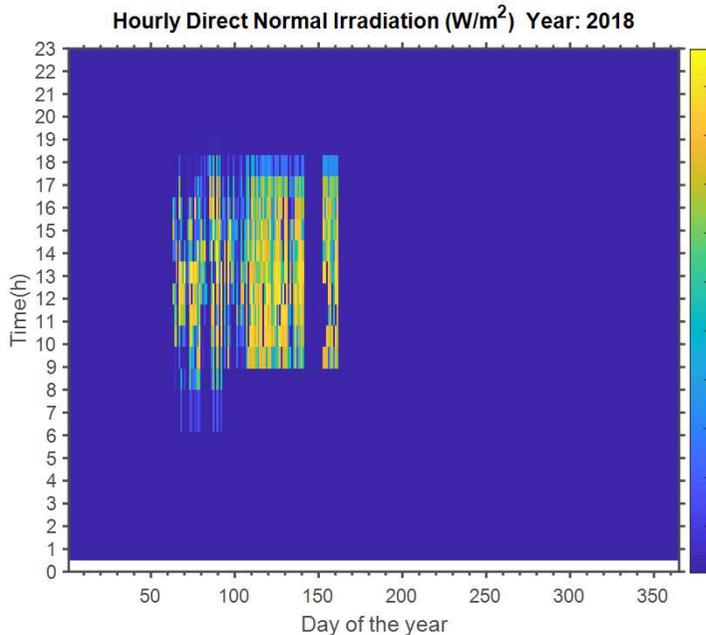
**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Final Workshop, Palmas (TO), 31 July 2018





VARIABLE	Mar	Apr	May	Jun	MEAN MONTHLY	YEARLY ESTIMATED
GHI	5.21	5.06	5.27	5.10	5.16	1883
DNI	3.95	4.78	6.48	7.28	5.62	2052



Final Workshop, Palmas (TO), 31 July 2018

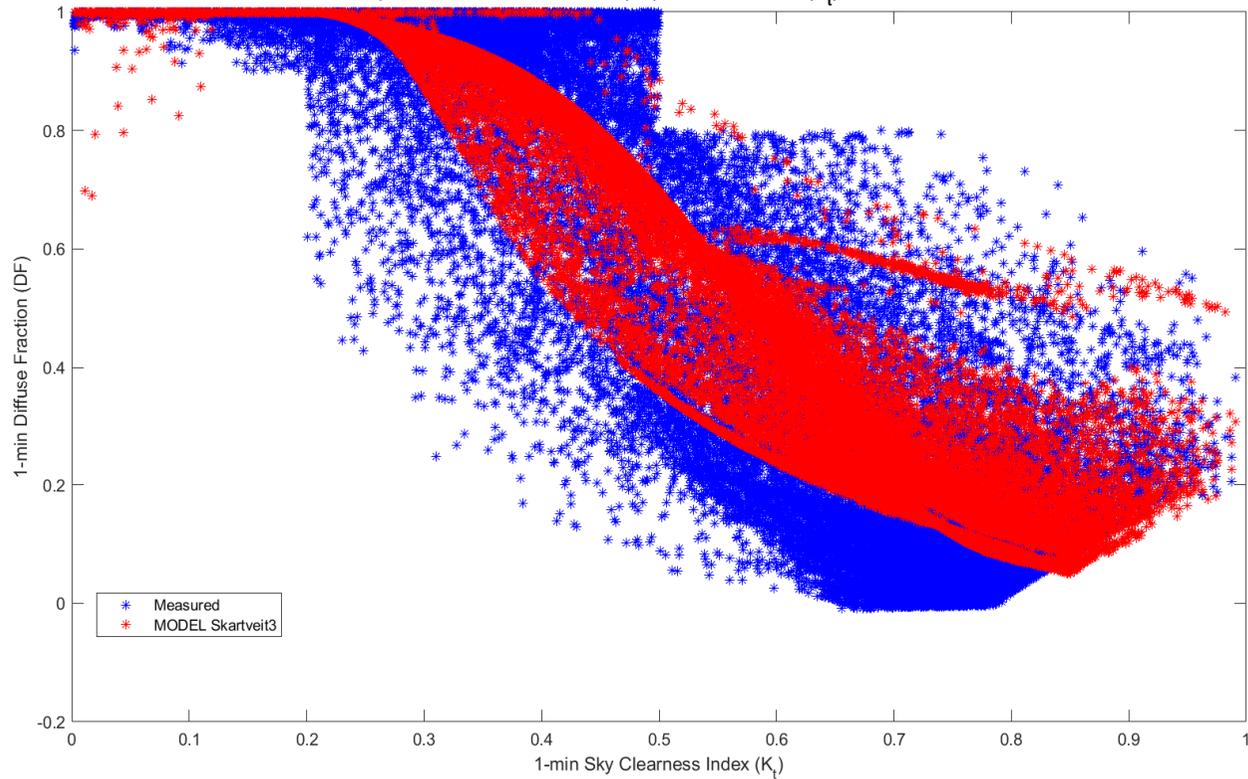
Atividade 4

- Modelos para gerar DNI da GHI considerando etapas de tempo de 1 minuto:
 - Geometria Solar;
 - Aerossóis e vapor de água na atmosfera;
 - Nebulosidade;
 - Variabilidade das nuvens para instantes anteriores e próximos;
 - Múltipla reflexão da radiação solar em situações de intervalo de nuvens ()

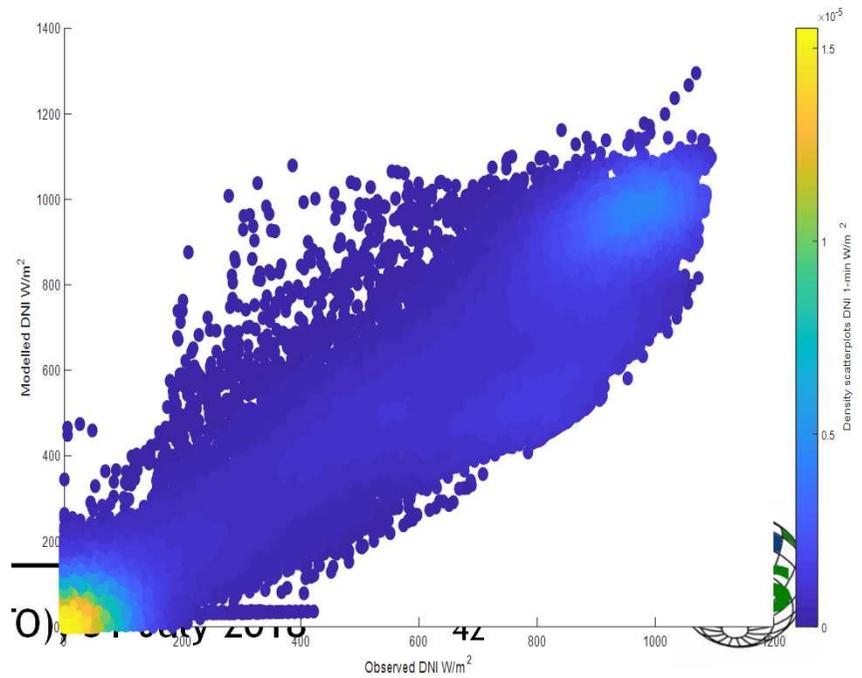
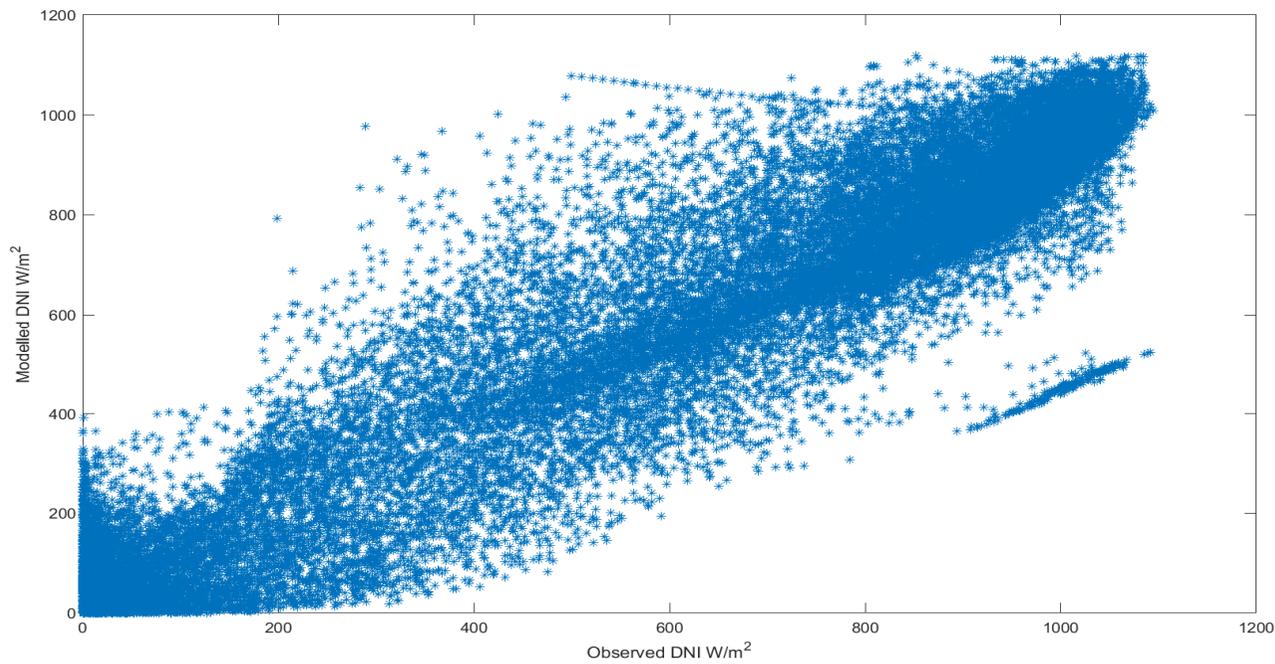
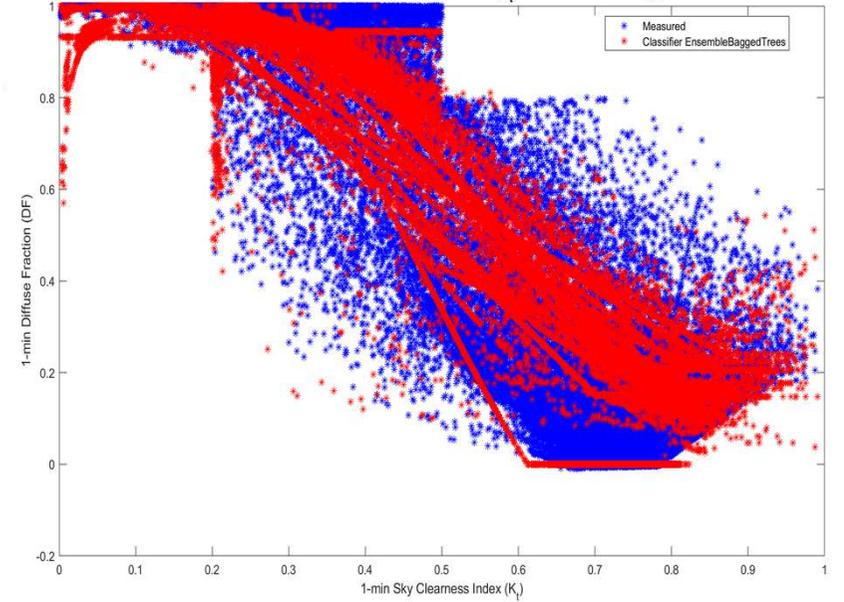
Modelo	rMBD (%)	rRMSD (%)	R	#
EnsembleBaggedTrees Classifier	-5,12	24,70	0,96	47,318
Perez1	-6,92	21,85	0,96	43,182
Perez2	-7,94	22,67	0,96	43,182
Perez3	-7,71	23,46	0,95	43,182
Skartveit2	-7,94	22,50	0,96	42,629
Skartveit3	-5,77	21,75	0,96	43,153
Boland5	-18,90	32,98	0,96	49,288
Engerer1	-4,56	31,46	0,95	50,303
Engerer2	11,57	32,02	0,95	50,303



Scatterplot 1-min Diffuse Fraction (DF)/Clearness index (K_t) MODEL Skartveit3



Scatterplot 1-min Diffuse Fraction (DF)/Clearness index (K_t) Classifier EnsembleBaggedTrees



Atividade 5

OBJETIVO B

Atividade 5

Certificação e calibração dos radiômetros nas estações.

Capacitação de pessoal local em Palmas e pessoal do INMET. O Dr. Miguel Alonso, do CIEMAT, na Espanha, viajou ao Tocantins para oferecer um curso de uma semana sobre a calibração de radiômetros e a medição da radiação solar.



Atividade 5

Equipamentos de amostragem para a calibração



Secondary Standard Reference



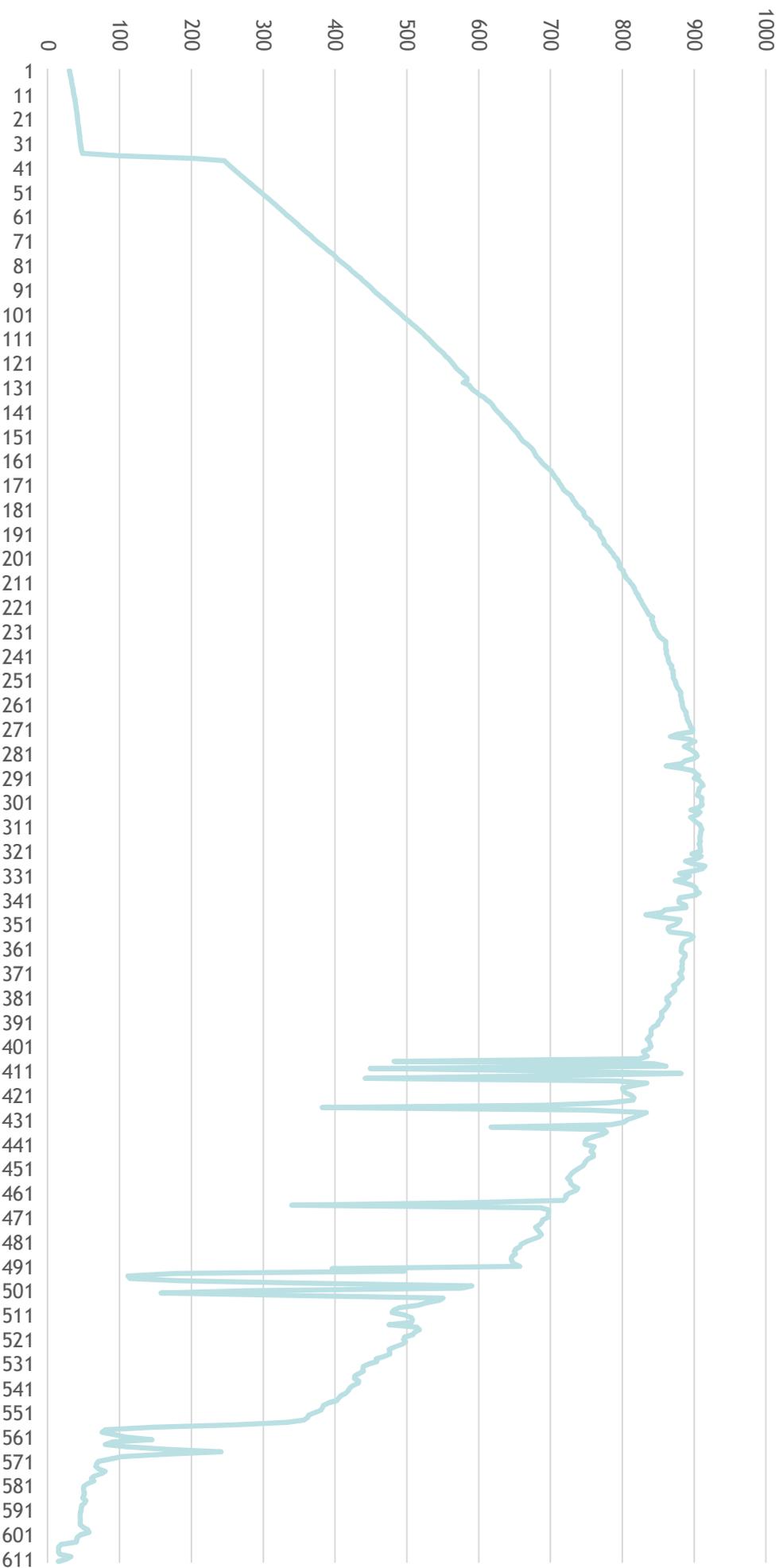
Atividade 5



- No total foram visitadas nove estações, oito apresentaram condições propícias para o procedimento de calibração.
- Concluimos que os equipamentos da rede de monitoramento visitada se encontram em perfeito funcionamento.

Atividade 5

W/m²



GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS

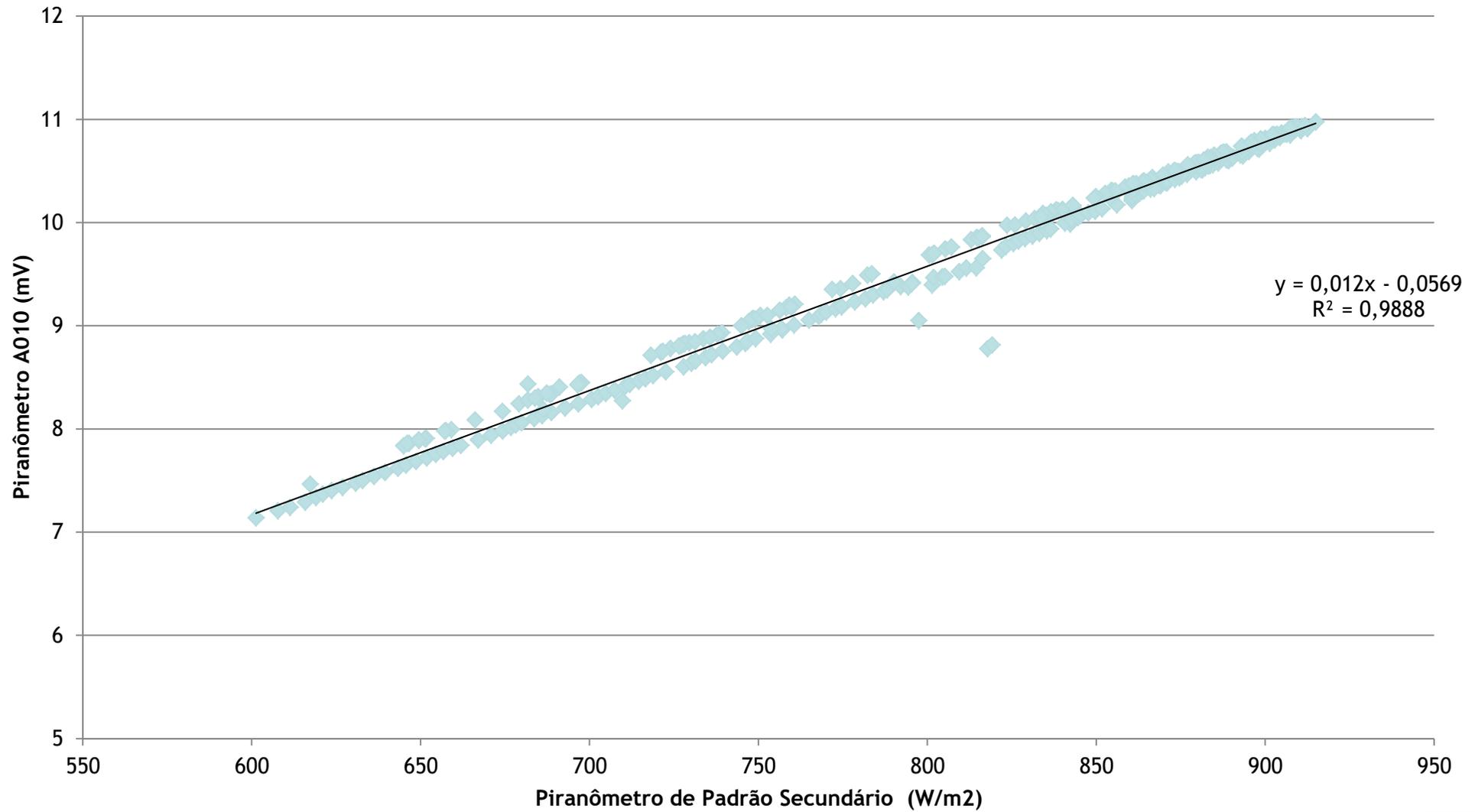
SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS

Final Workshop, Palmas (TO), 31 July 2018

46



Atividade 5



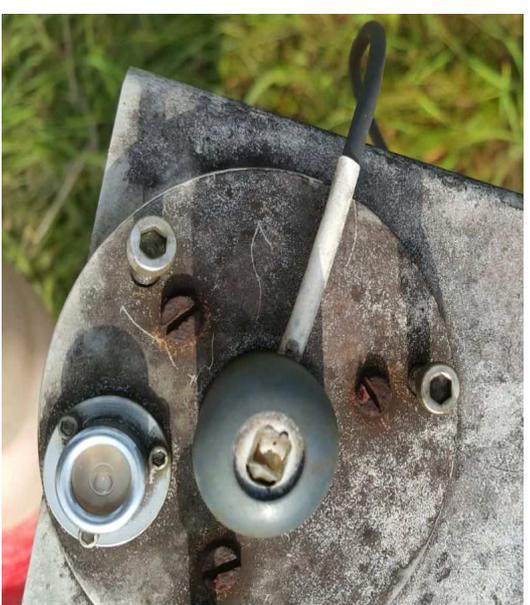
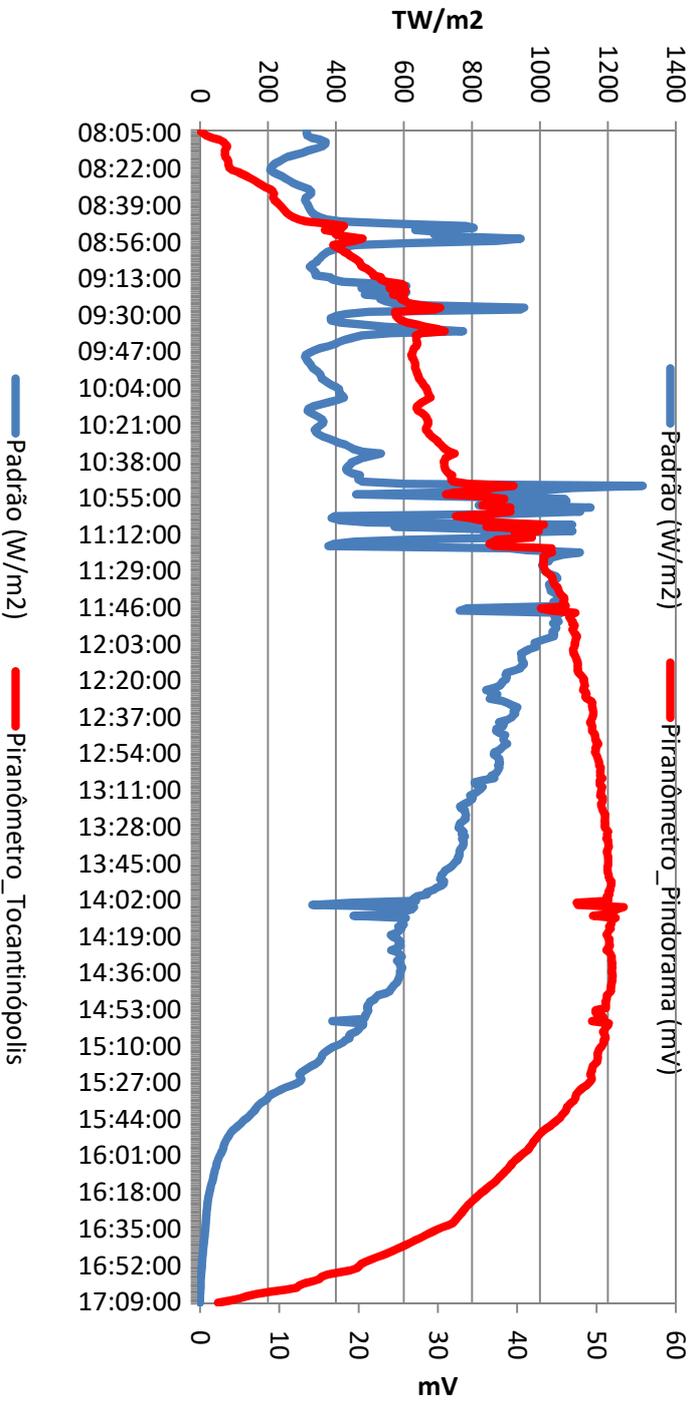
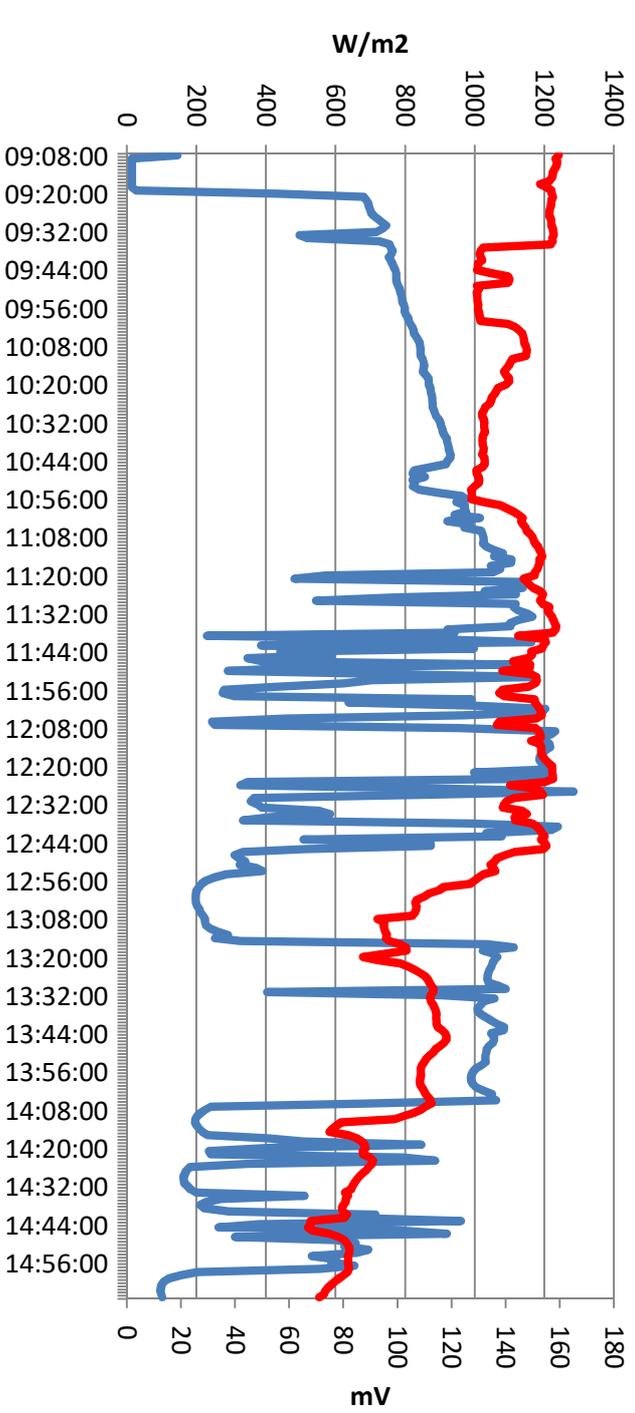
Atividade 5



Detalhe do equipamento de amostragem para calibração com a árvore de sombreamento atrás.



Estação Meteorológica Automática do INMET (esquerda) e uma estrutura metálica (direita) no município de Paranã-TO.

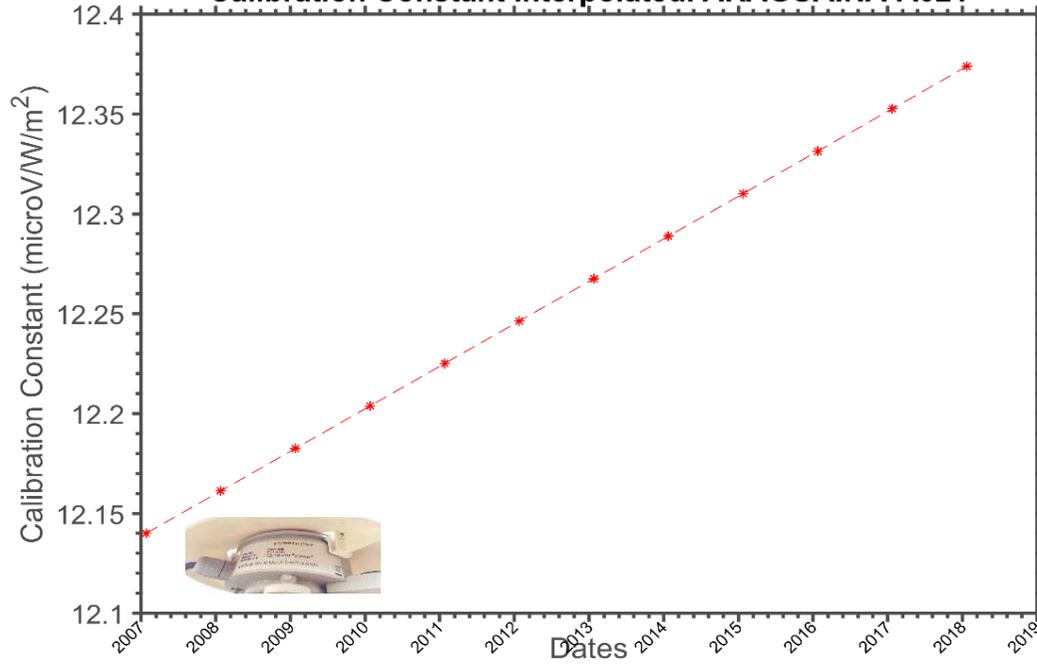


Station	Network	ID	ISSO Standard	Brand	Serial number	CTE (microV/W/m2)	Date_CAL1	Date_RECALIB	CTE (microV/W/m2)	Equation
PALMAS	INMET	A009	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	4618	12,04		20/06/2018	11,75	$y = 0,01175x + 0,08706$ ($R^2 = 0,99761$)
LAGOA DA CONFUSAO	INMET	A055	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	140326	13,84	13/05/2014	19/04/2018	13,99	$y = 0,01399x + 0,04614$ ($R^2 = 0,99942$)
GURUPI	INMET	A019	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	58120	12,19		20/04/2018	12,49	$y = 0,01249x + 0,20530$ ($R^2 = 0,99613$)
FORMOSO DO ARAGUAIA	INMET	A039	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	68767	13,18		21/04/2018	12,77	$y = 0,01277x + 0,47238$ ($R^2 = 0,98712$)
ARAGUACU	INMET	A054	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	80335	14,45	25/07/2008	22/04/2018	14,86	$y = 0,01486x + 0,02310$ ($R^2 = 0,99493$)
PEIXE	INMET	A018	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	58117	11,90		23/04/2018	11,96	$y = 0,01196x + 0,35610$ ($R^2 = 0,98462$)
PARANA	INMET	A010	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	80364	11,80	25/07/2008	24/04/2018	12,05	$y = 0,01205x - 0,05386$ ($R^2 = 0,99457$)
ALMAS	INMET	A053	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	140056	19,52	17/01/2014	25/04/2018	19,91	$y = 0,01991x + 0,21359$ ($R^2 = 0,99470$)
DIANÓPOLIS	INMET	A038	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	68729	13,00		25/04/2018	12,95	$y = 0,01295x + 0,17756$ ($R^2 = 0,98444$)
ARAGUAINA	INMET	A021	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	0???53	12,14	25/07/2008	05/08/2018	12,38	$y = 0,01238x - 0,01118$ ($R^2 = 0,99669$)
ARAGUATINS	INMET	A044	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	140286	16,12	05/06/2014	05/09/2018	14,19	$y = 0,01419x + 1,30801$ ($R^2 = 0,96115$)
CAMPOS_LINDOS	INMET	A043	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	80355	12,26	25/07/2008	05/11/2018	12,23	$y = 0,01223x + 0,19282$ ($R^2 = 0,99896$)
SANTA_FE_DO_ARAGUAIA	INMET	A048	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	140183	17,25	04/11/2014	13/5/2018	17,13	$y = 0,01713x + 0,44952$ ($R^2 = 0,99115$)
COLINAS_DO_TOCANTINS	INMET	A049	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	140323	16,29	13/5/2014	14/5/2018	16,28	$y = 0,01628x + 0,14908$ ($R^2 = 0,99442$)
PEDRO_ALFONSO	INMET	A018	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	58114	11,27		16/5/2018	11,66	$y = 0,01166x + 0,16689$ ($R^2 = 0,99765$)
MARIANÓPOLIS	INMET	A041	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	80346	11,84	25/07/2008	17/5/2018	11,94	$y = 0,01194x - 0,04192$ ($R^2 = 0,99666$)
MATEIROS	INMET	A040	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	80345	11,29	25/07/2008	18/06/2018	11,09	$y = 0,01109x + 0,26822$ ($R^2 = 0,99240$)
PIUM	INMET	A051	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	140027	16,58	16/01/2014	13/06/2018	16,99	$y = 0,01699x + 0,03658$ ($R^2 = 0,99797$)
SANTA ROSA DO TOCANTINS	INMET	A052	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	80332	17,37	25/07/2008	12/06/2018	16,18	$y = 0,01618x + 0,89131$ ($R^2 = 0,99697$)
RIO SONO	INMET	A050	FIRST CLASS	Kipp&Zonen	140321	15,14	13/05/2014	16/06/2018	15,21	$y = 0,01521x + 0,01987$ ($R^2 = 0,99836$)

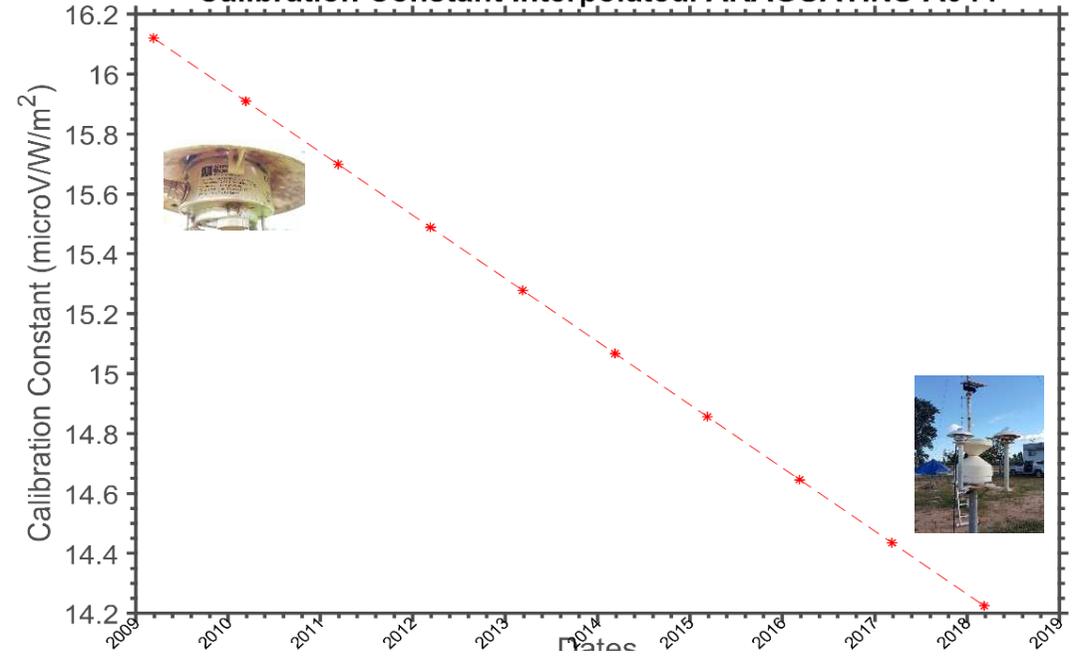


Atividade 5

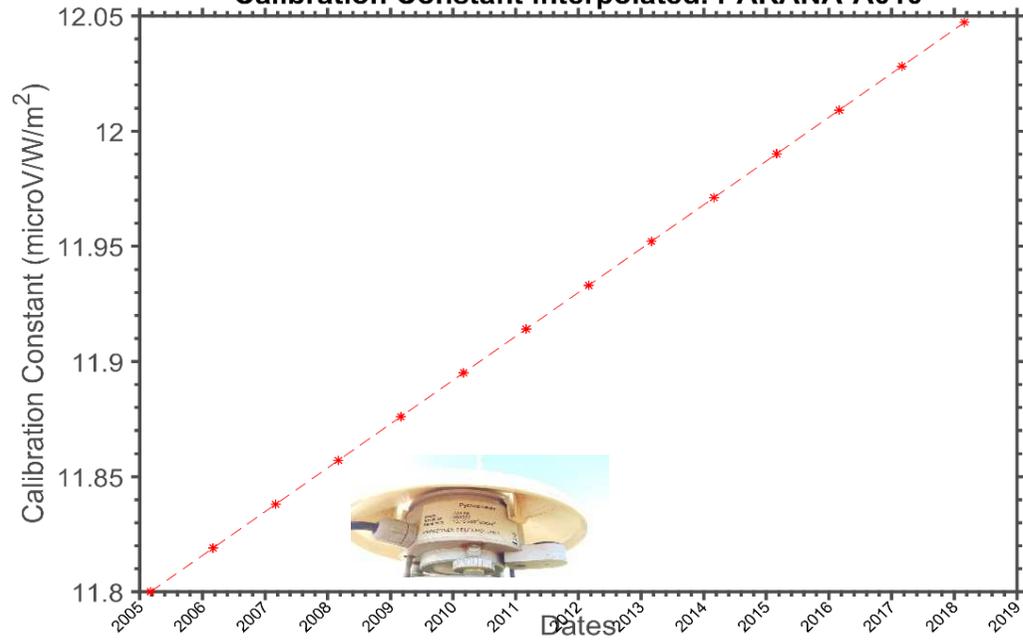
Calibration Constant Interpolated. ARAGUAINA-A021



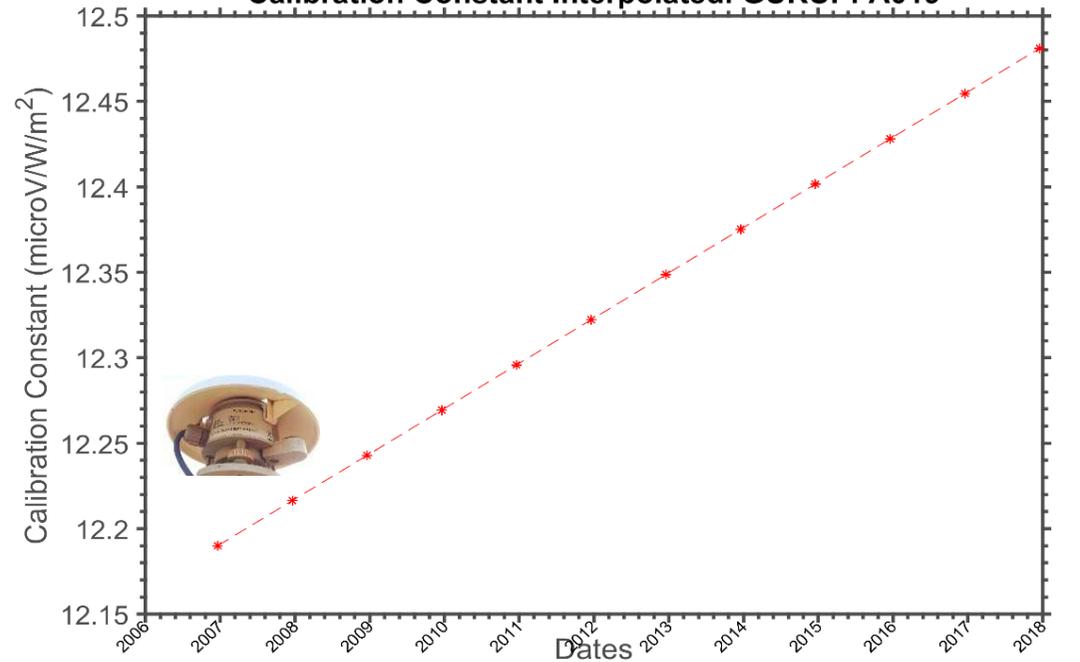
Calibration Constant Interpolated. ARAGUATINS-A044



Calibration Constant Interpolated. PARANA-A010

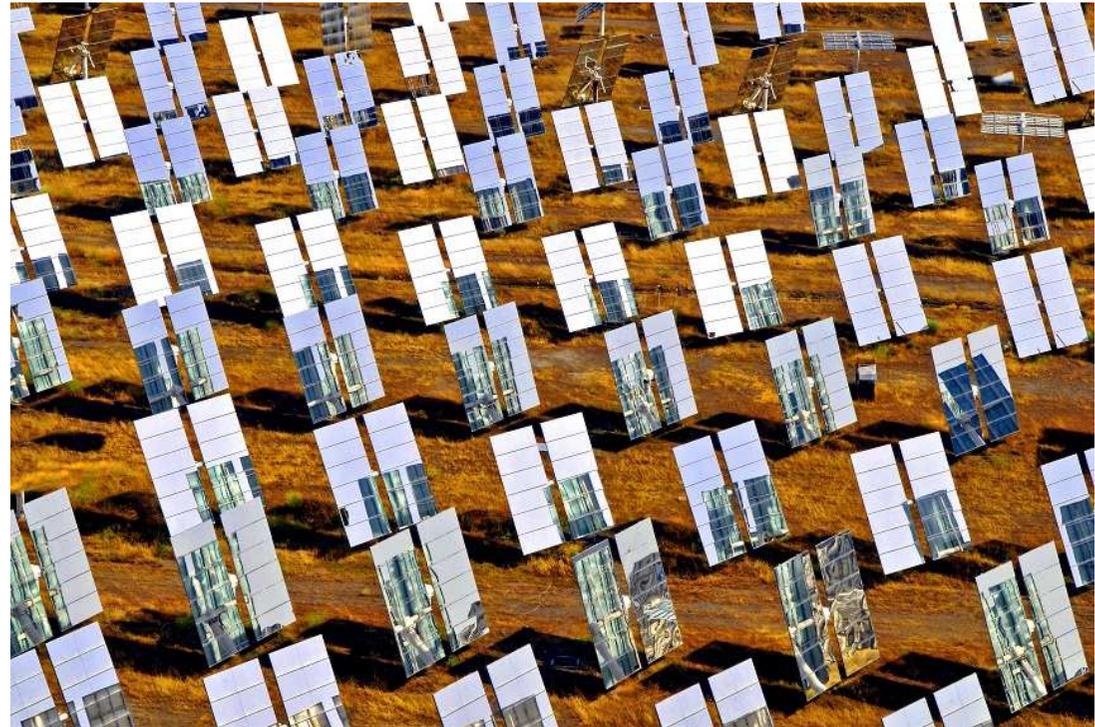


Calibration Constant Interpolated. GURUPI-A019



Sumário

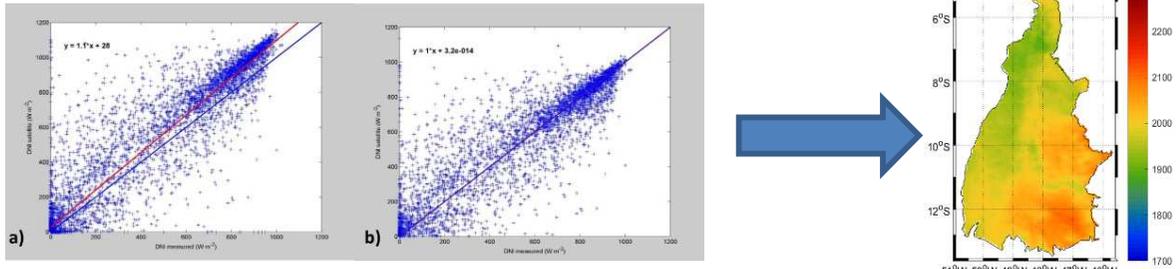
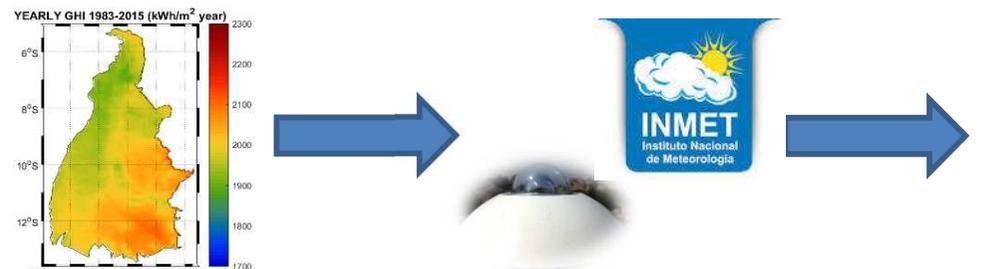
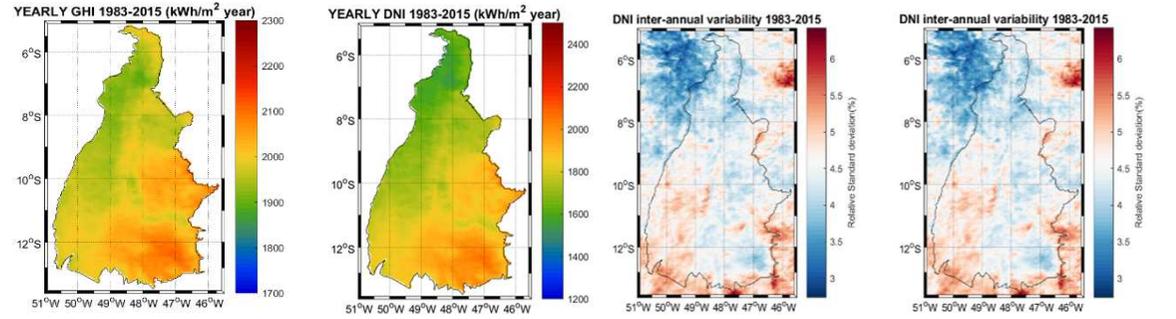
-  1. Introdução
-  2. Objetivos
-  3. Metodologia
-  4. Resultados
-  5. Atlas Solar
-  6. Conclusões



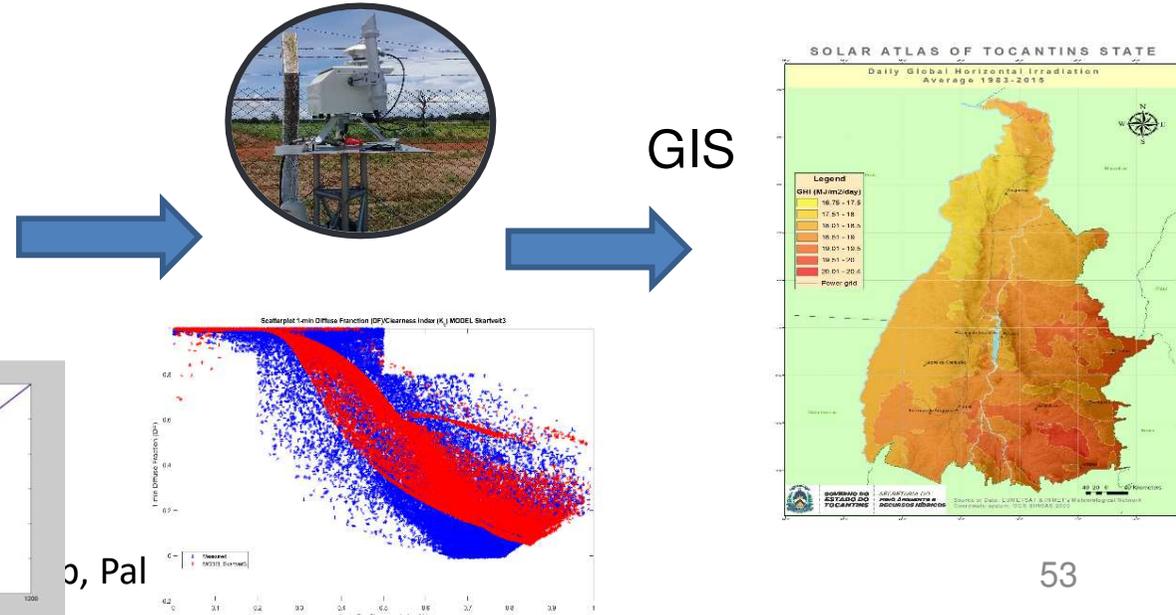
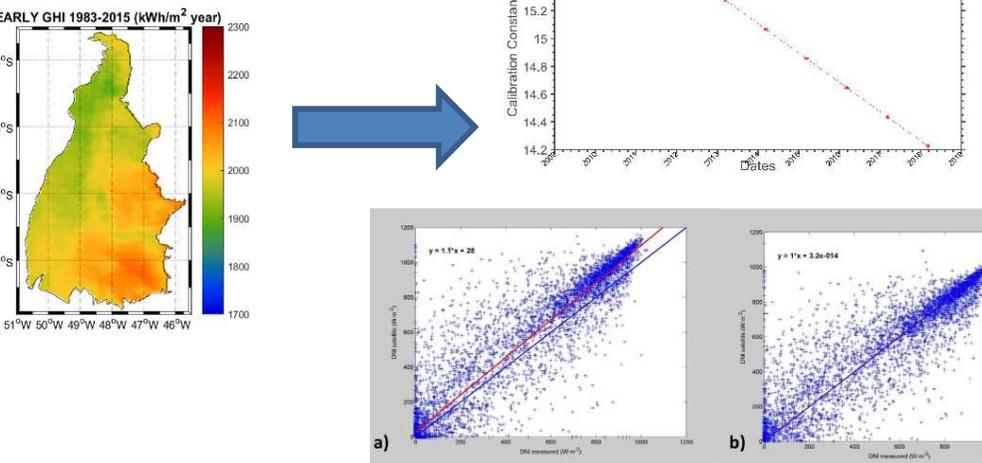
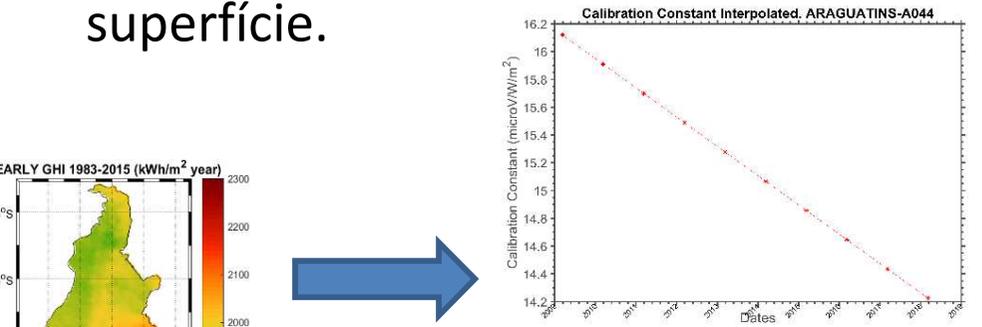
Atlas Solarimétrico Final

Validação dos três conjuntos de dados:

- Imagens de Satélite Brutas
- Imagens de satélite corrigidas por viés

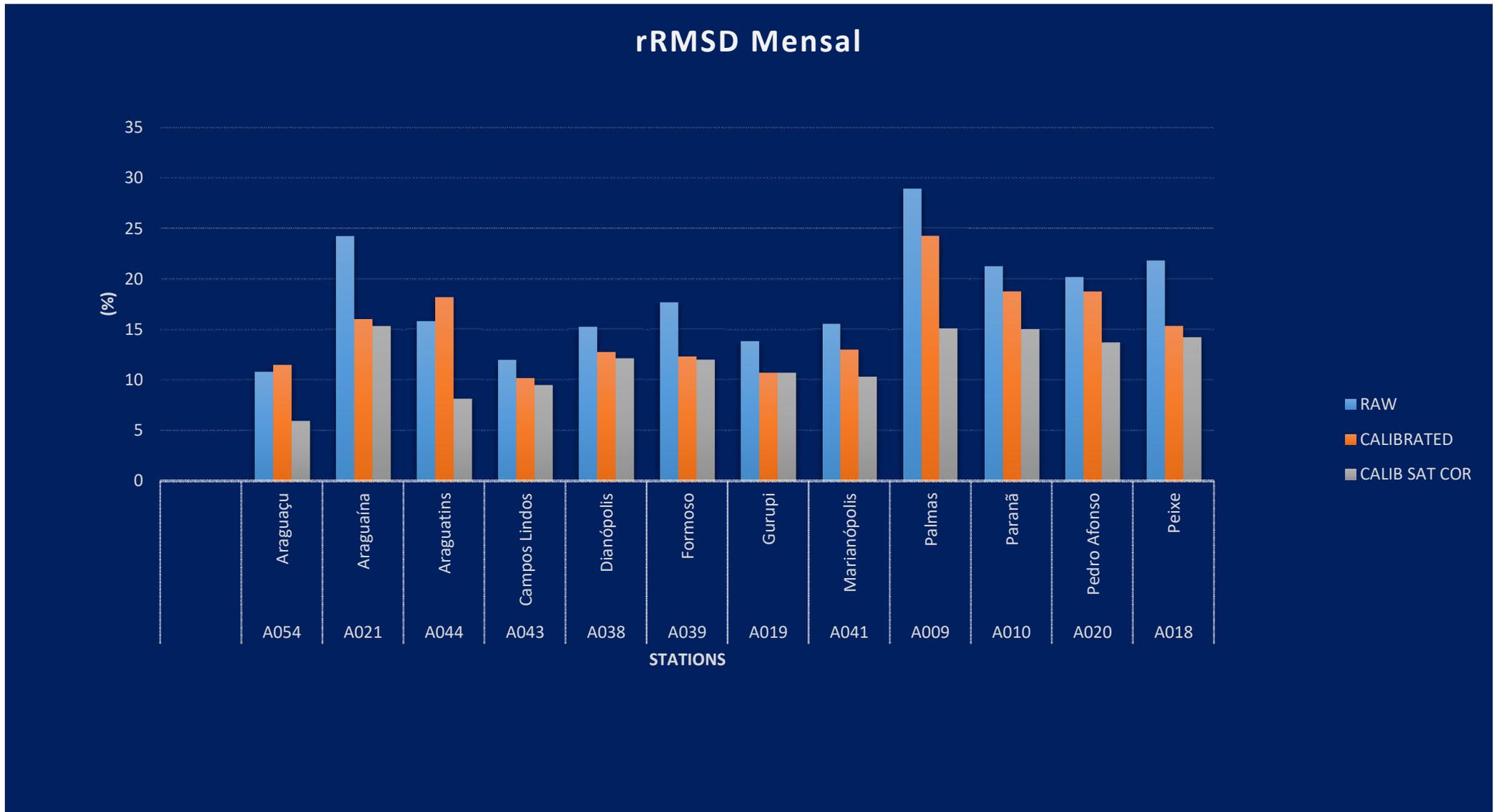


- Imagens de satélite corrigida pelo viés com medições radiométricas calibradas em superfície.



o, Pal

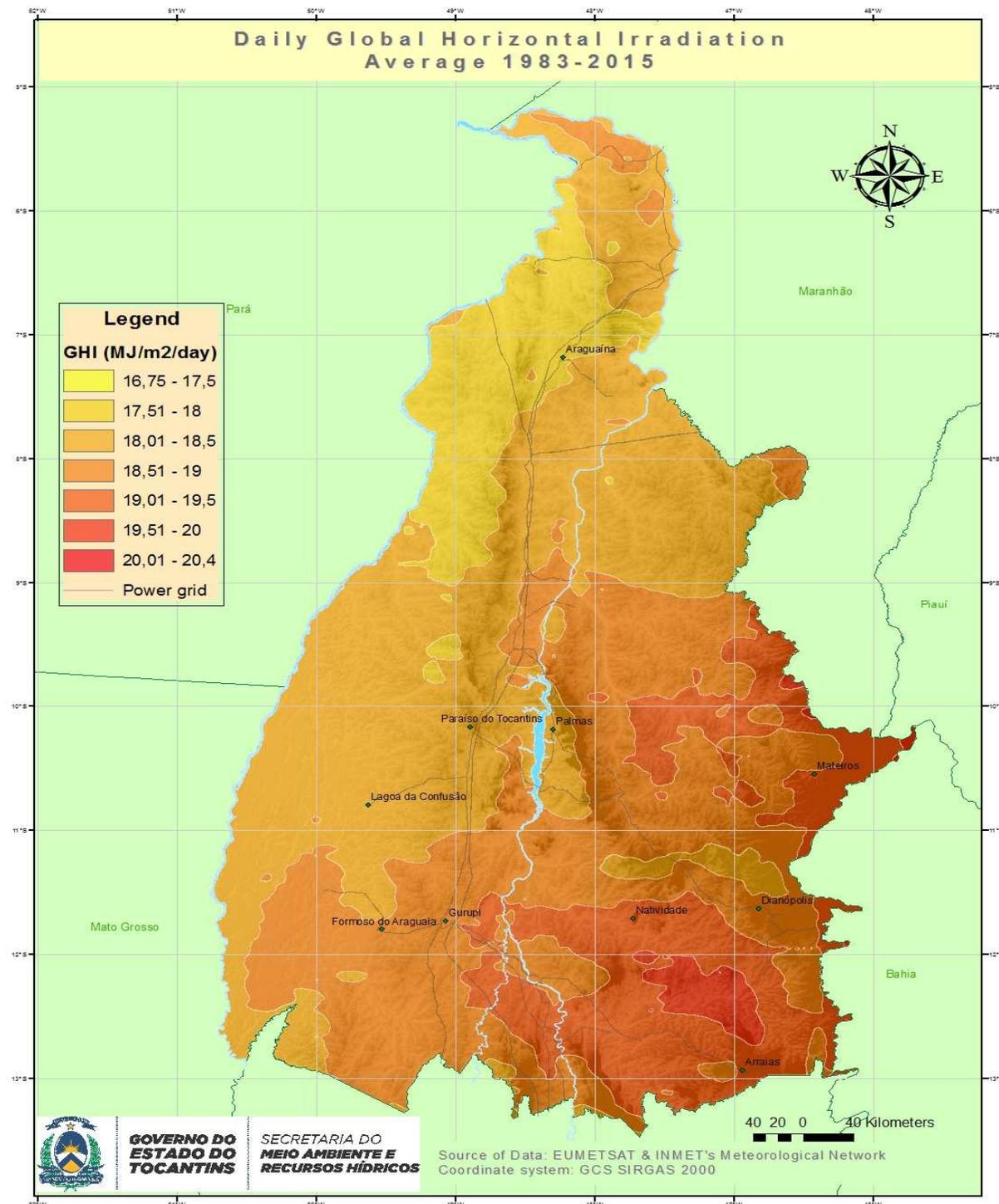
Atlas Solarimétrico Final



Mapas de GHI

- Média mensal da soma diária da variável solar
- (12 mapas, um por mês do ano)
- Média diária da soma diária da variável solar (1 mapa)
- Média anual da soma diária da variável solar (1 mapa)

SOLAR ATLAS OF TOCANTINS STATE



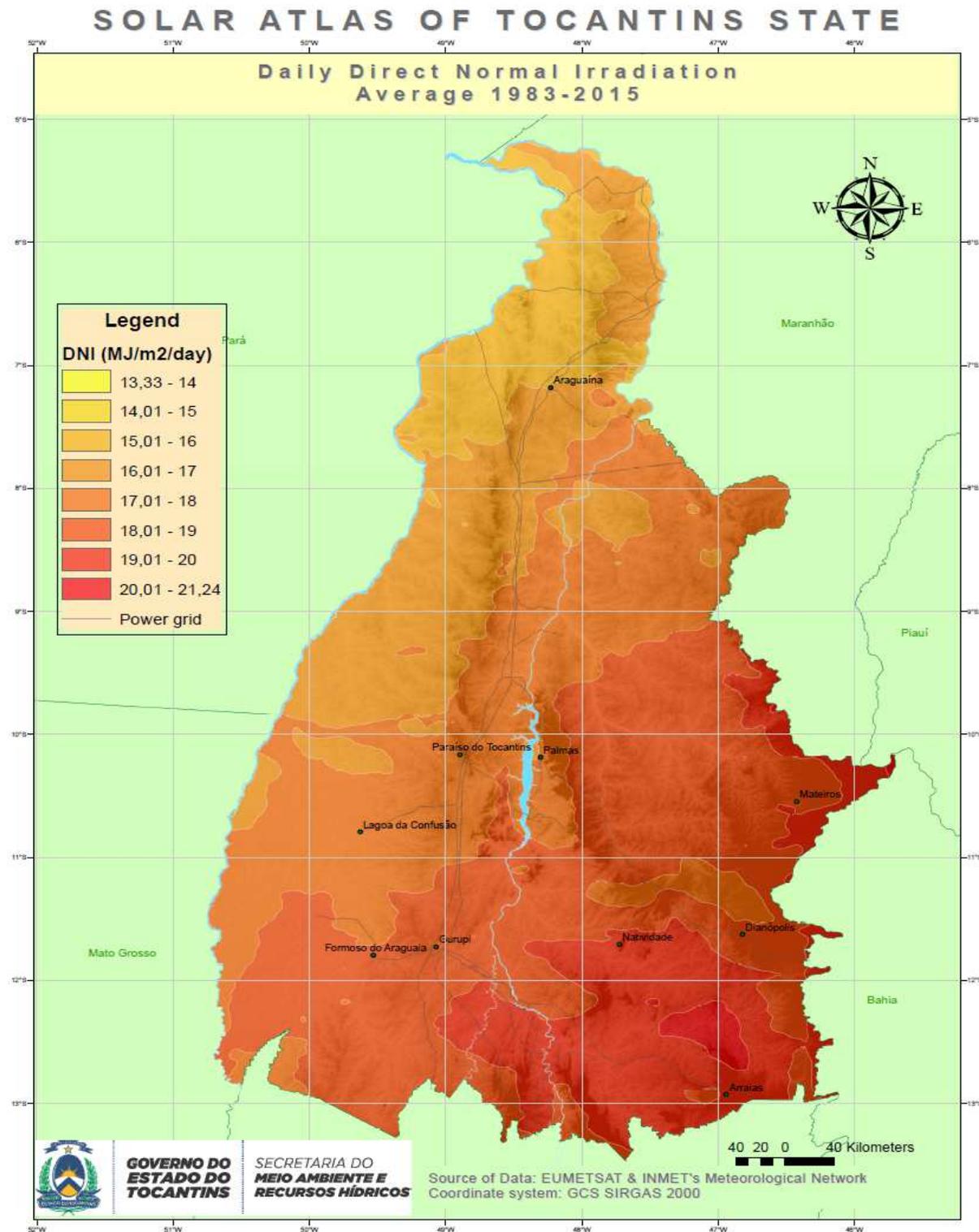
**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Final W

Mapas de DNI

- Média mensal da soma diária da variável solar
- (12 mapas, um por mês do ano)
- Média diária da soma diária da variável solar (1 mapa)
- Média anual da soma diária da variável solar (1 mapa)



**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Final W



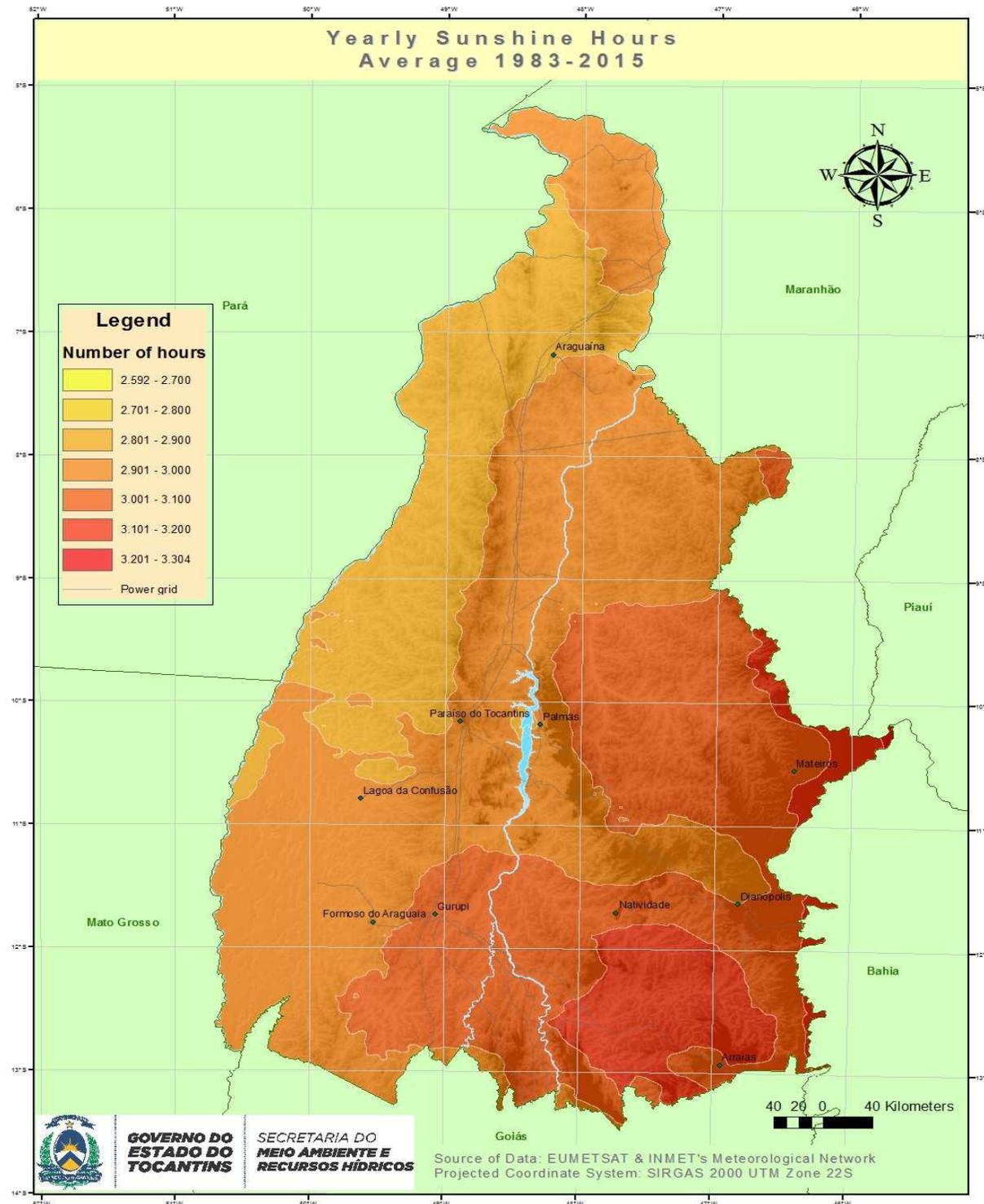
**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Mapas de horas do brilho solar

- Média mensal da soma diária da variável solar
- (12 mapas, um por mês do ano)
- Média diária da soma diária da variável solar (1 mapa)
- Média anual da soma diária da variável solar (1 mapa)

SOLAR ATLAS OF TOCANTINS STATE



**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Final W

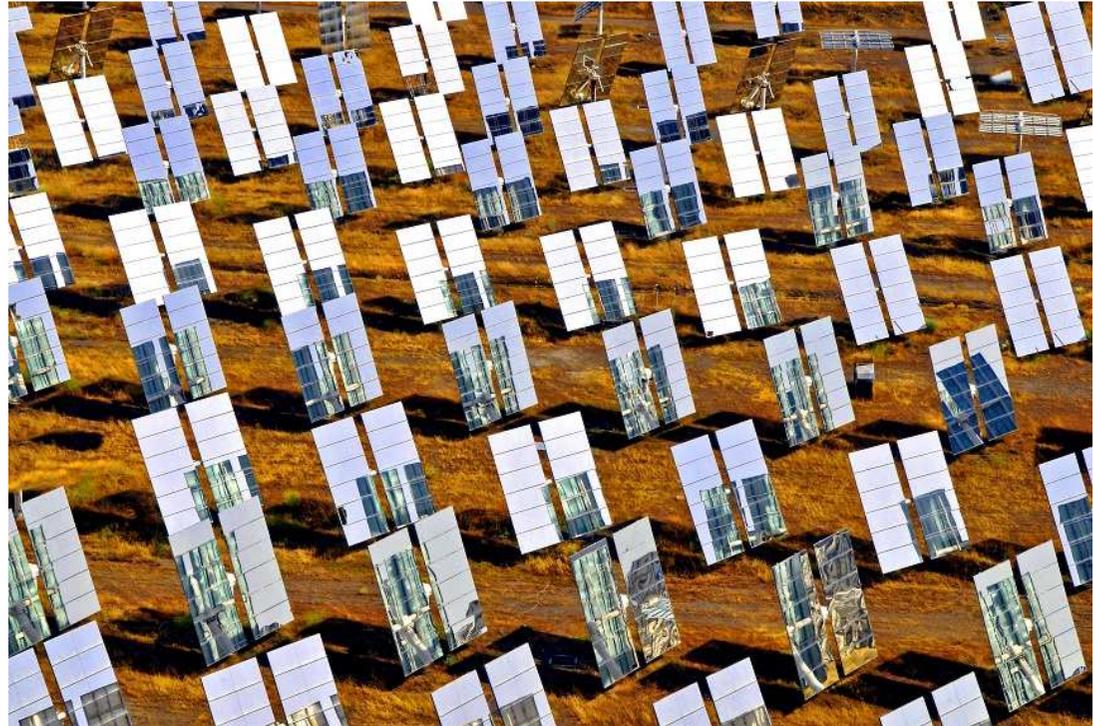


**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Sumário

-  1. Introdução
-  2. Objetivos
-  3. Metodologia
-  4. Resultados
-  5. Atlas Solar
-  6. Conclusões



CONCLUSÕES

- O Tocantins possui uma densa rede de estações radiométricas, mas muitas delas não são bem mantidas ou seus piranômetros não estão em bom estado para aplicações de energia renovável. A Rede do INMET é a melhor.
- A calibração dos piranômetros ajudou a aproximar as medições em superfície da realidade. A recomendação é calibrar os radiômetros a cada 2 anos (no máximo).
- A DNI medida no Tocantins apresentou grande potencial para aplicações de CSP. No entanto, se faz necessário medir mais 1 ano, para melhor caracterizar a variabilidade sazonal, ou ainda, mais anos devido à sua grande variabilidade interanual.
- Todo o estado de Tocantins tem um grande potencial para aplicações fotovoltaicas. O sudeste de Tocantins tem potencial para CSP. Contudo, mais trabalhos serão necessários para atrair investidores internacionais, juntamente, com a implementação e consolidação das políticas voltadas para este segmento.



Thanks for your attention!
Muito obrigado!!



**GOVERNO DO
ESTADO DO
TOCANTINS**

**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS**

Final Workshop, Palmas (TO), 31 July 2018

