

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA**



<http://acrebioclima.net>

**ABC**

***Sistema de Energia Fotovoltaica  
para a UFAC***

**Alejandro Fonseca Duarte**  
**Francisco Eulálio Alves dos Santos**

**Rio Branco, 18 de janeiro de 2017**

## **Introdução**

Os antecedentes da utilização de energia solar na Universidade Federal do Acre vêm dos projetos desenvolvidos pelo Grupo de Estudos e Serviços Ambientais (AcreBioClima), junto ao Ministério de Minas e Energia, e das pesquisas sobre interação da radiação solar com os componentes da atmosfera, junto à Universidade de São Paulo e o Experimento de Larga Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA-Eco).

A aplicação que se projeta nesta apresentação contempla a instalação de um campo de painéis solares e unidades de inversores grid tie, para conformar uma usina de produção de energia elétrica com os objetivos de:

- diminuir, inicialmente, e zerar, perspectivamente, o consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, o valor da conta de energia da UFAC;
- servir de exemplo para a extensão da aplicação em função da sustentabilidade.

## Grupo de Estudos e Serviços Ambientais - AcreBioClima

Ciência e tecnologia

Serviços de informação

Monitoramentos

Contribuições à UFAC

### ***Projetos nacionais e internacionais***

- Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM),
- Núcleo de Energias Renováveis,
- Instituto do Milênio 1 e 2,
- Programa de Larga Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA e LBA-Eco),
- Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Serviços Ambientais da Amazônia (INCT),
- Capacitação em Hidrometria e Hidroquímica,
- Pluviometria no Acre,
- Outros.

### ***Redes locais, regionais e internacionais de geração de Bancos de Dados***

- Energia solar,
- Poluição do ar,
- Deposição úmida,
- Hidroquímica,
- Água na atmosfera,
- Meteorologia,
- Hidrologia,
- Química e transporte de sedimentos.

Ciência e tecnologia

**Produtos:** Relatórios aprovados pelos órgãos financiadores, Publicações, Participação em congressos.

Monitoramento

### ***Divulgação de informações à sociedade***

- Pareceres para o Estado do Acre e municípios (Enchentes, Fumaça, Queimadas),
- Respostas a perguntas da ouvidoria,
- Colaboração com a imprensa escrita e televisiva.

Serviço de informação

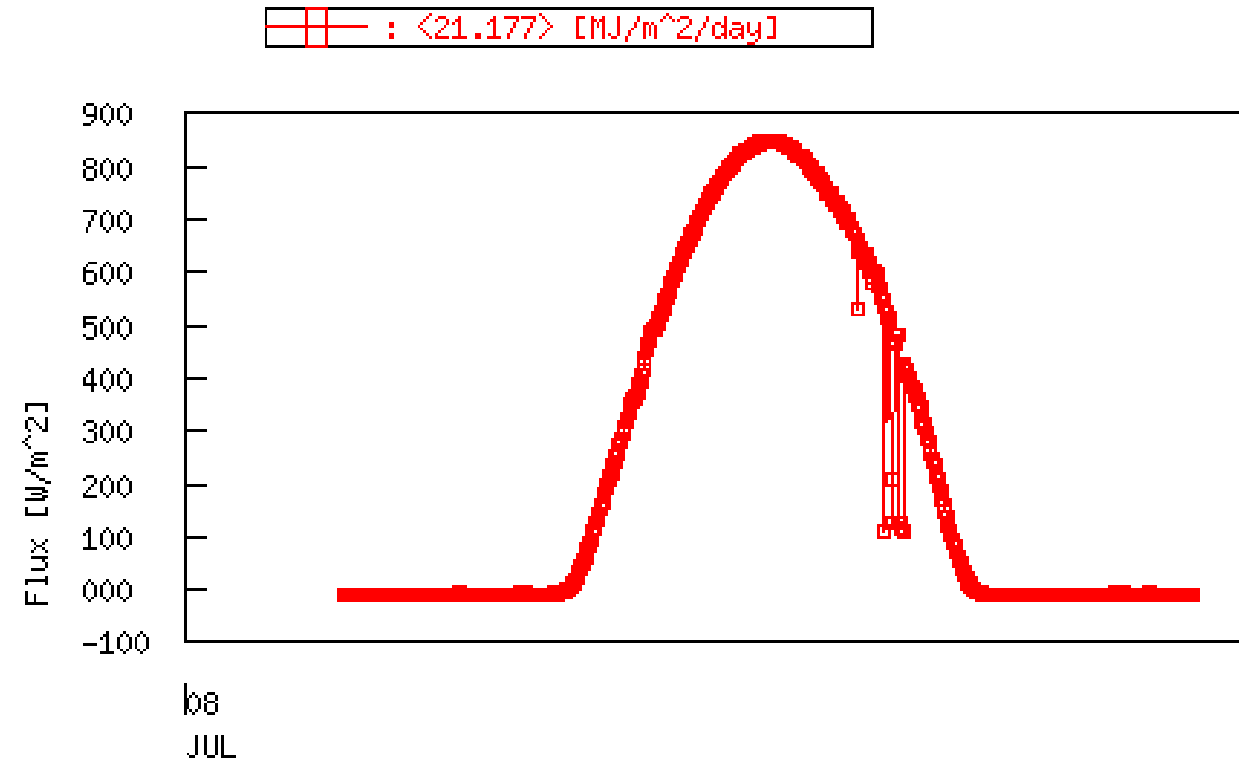
### ***Projetos e execuções diretamente dirigidos ao crescimento físico da Ufac***

- Edificações para pesquisa e pós-graduação (Energia, Clima, Biotecnologia),
- Laboratórios e equipamentos,
- Rede meteorológica automática,
- Laboratório de Radiometria Solar,
- Laboratório de Deposição Úmida,
- Laboratórios de Hidroquímica,
- Laboratório de Meteorologia por Satélite (em desenvolvimento),
- Laboratório de Hidrologia e Dinâmica Fluvial (junto ao curso de Engenharia Civil, em desenvolvimento),
- Unidade de Demonstração de Energias Alternativas (Limoeiro),
- Laboratório e torre de 30 m para telecomunicação entre Catuaba – Embrapa – Ufac (junto à RNP),
- Rede de Energia elétrica convencional para o interior de Catuaba (junto a Luz para Todos),
- Beliches e colchões para a casa de estudantes de Catuaba (oriundo de um projeto com o INPE),
- Usina solar de produção de energia elétrica,
- Outros

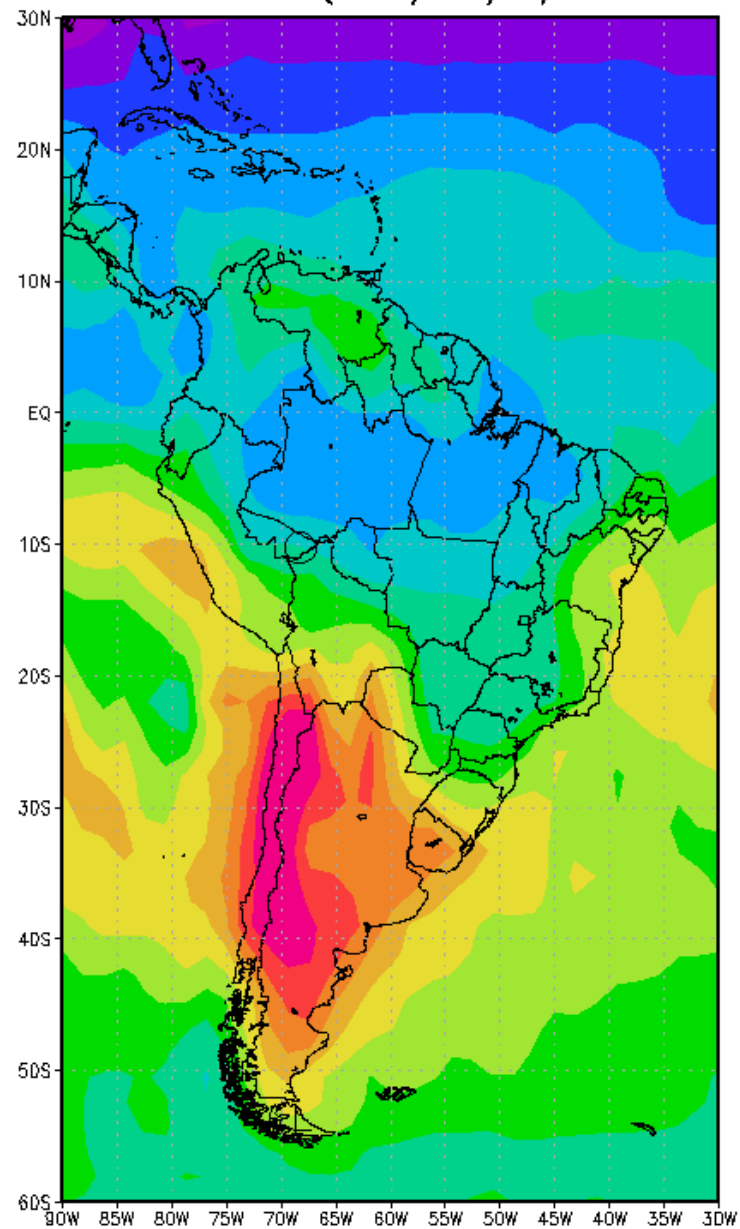
Contribuições à Ufac

# Estação de monitoramento da radiação solar - AcreBioClima, UFAC

2016	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
E (kWh/m <sup>2</sup> /dia)	5,5	5,5	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5

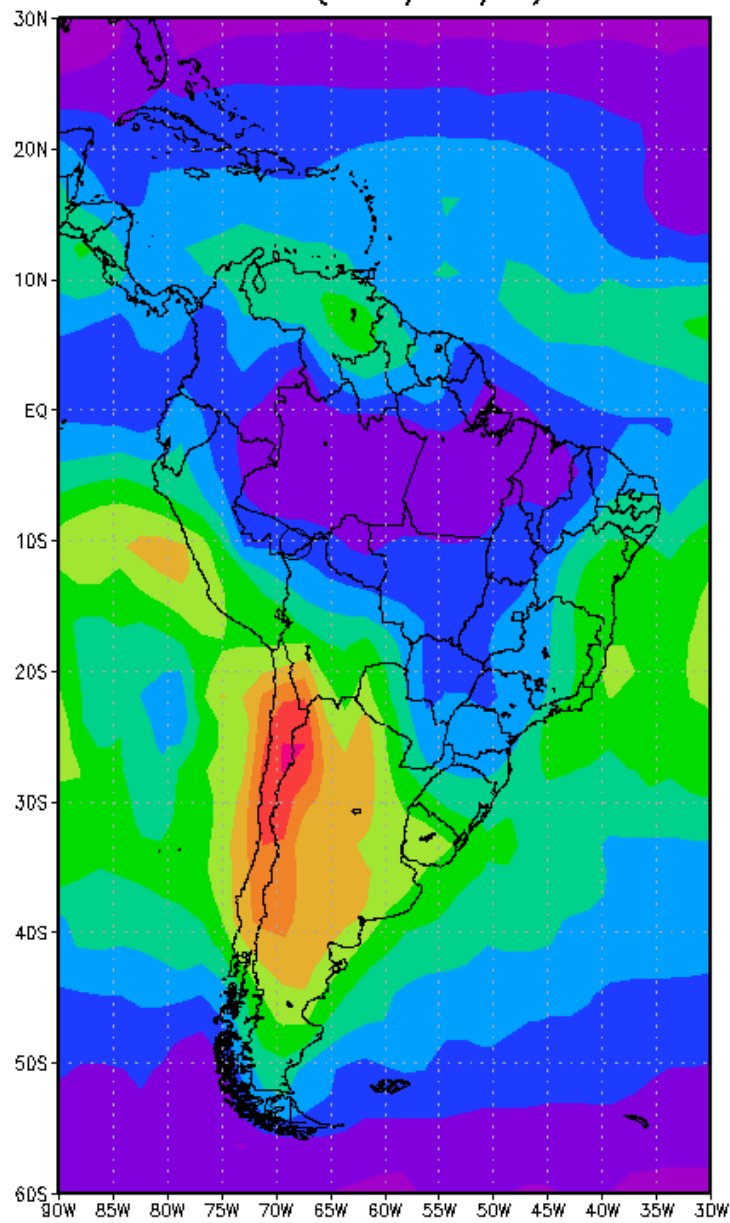


JAN (kWh/m<sup>2</sup>/d)



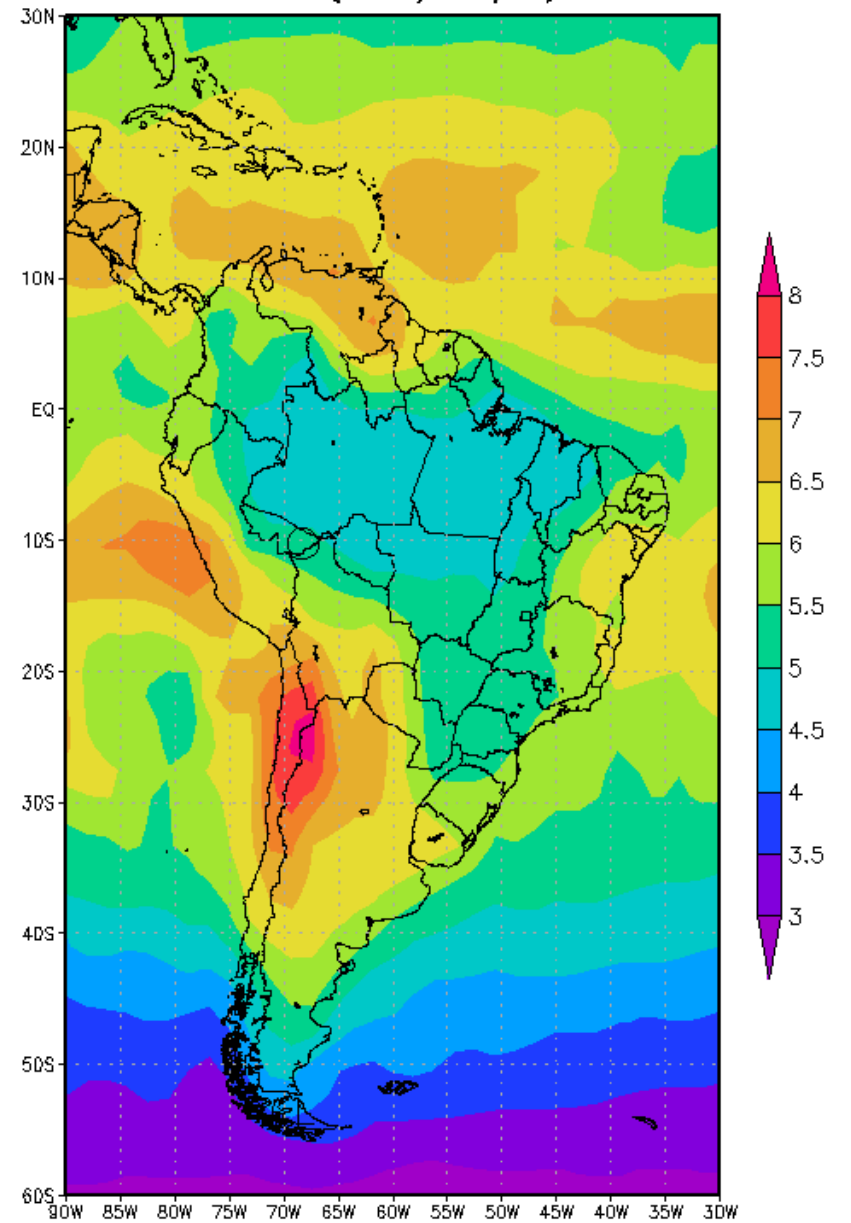
2018-07-16-09j

FEV (kWh/m<sup>2</sup>/d)



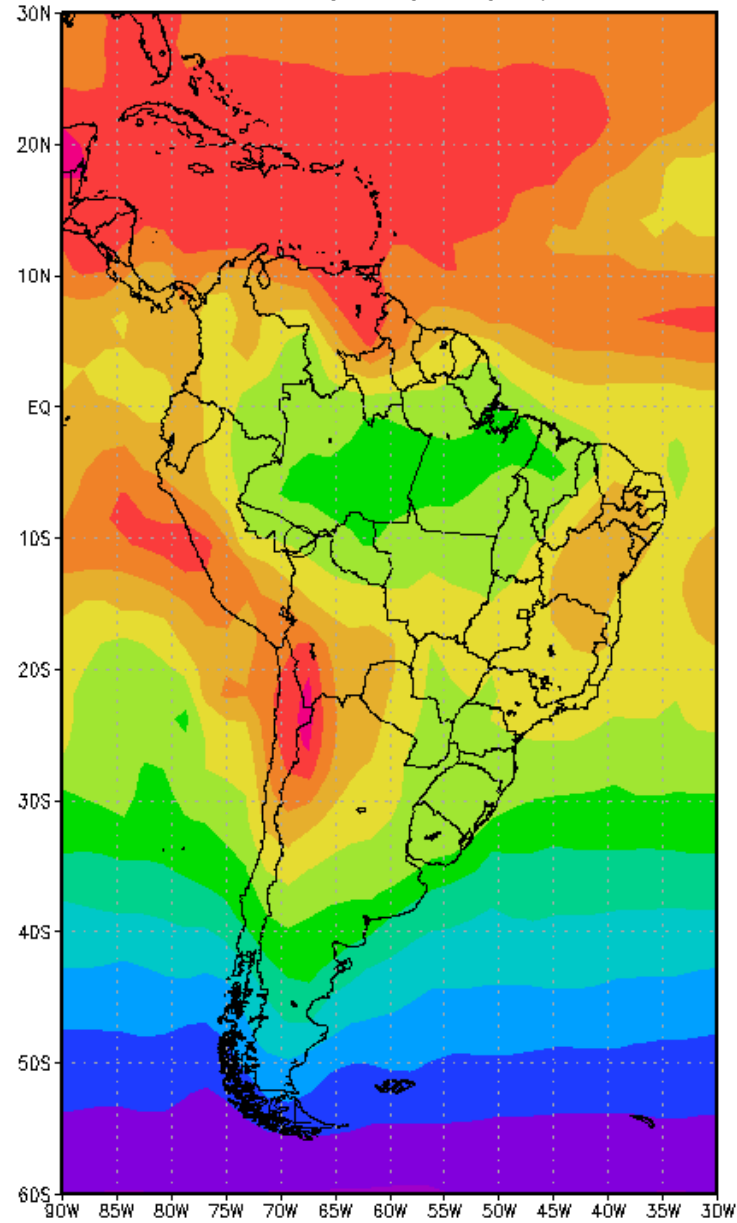
2018-07-16-0ES

MAR (kWh/m<sup>2</sup>/d)



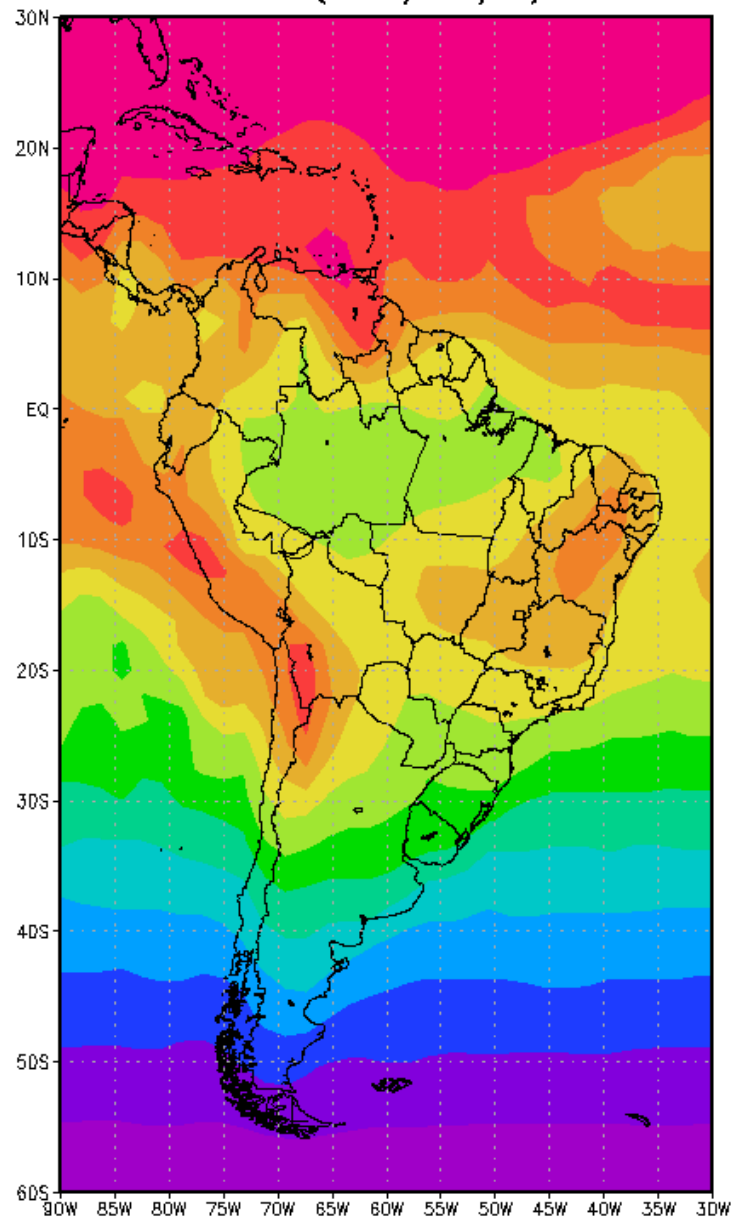
2018-07-16-09

ABR (kWh/m<sup>2</sup>/d)



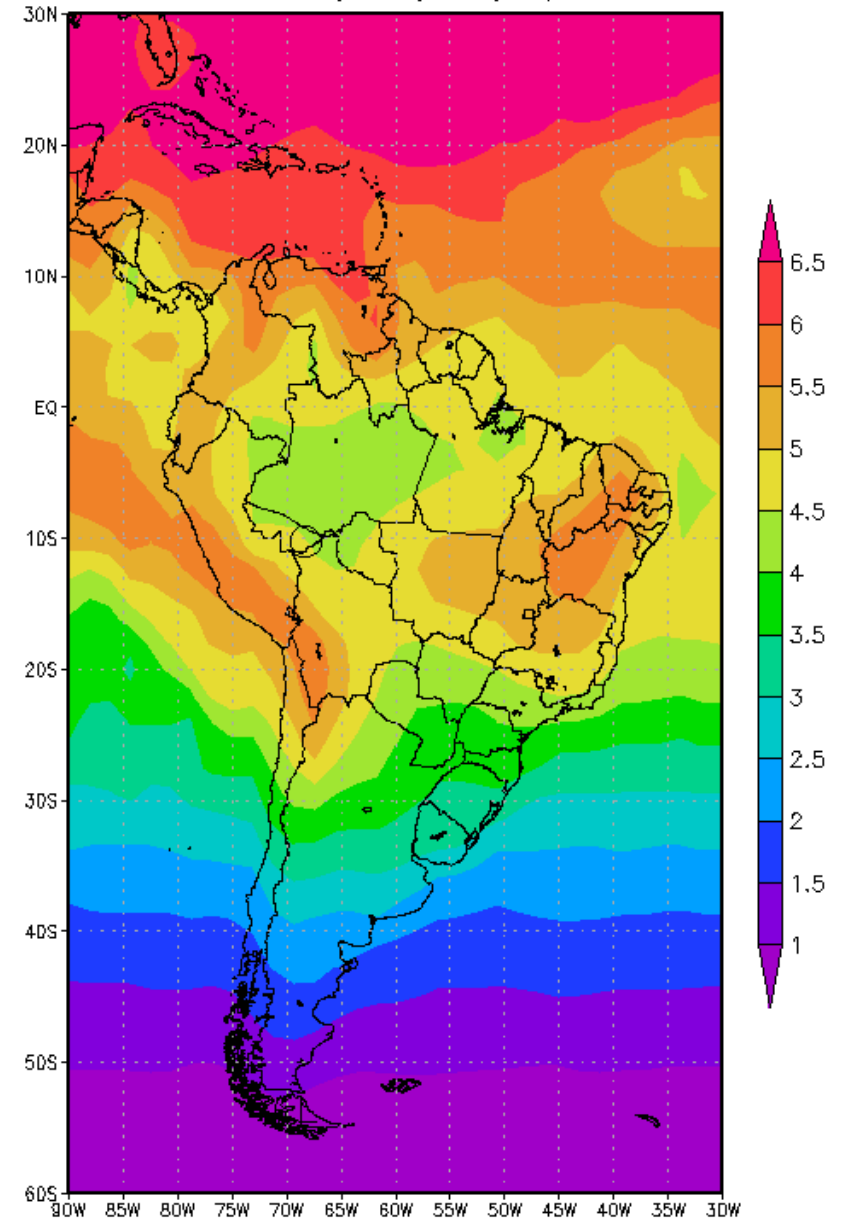
2018-07-16-IGES

MAI (kWh/m<sup>2</sup>/d)



2018-07-16-IGES

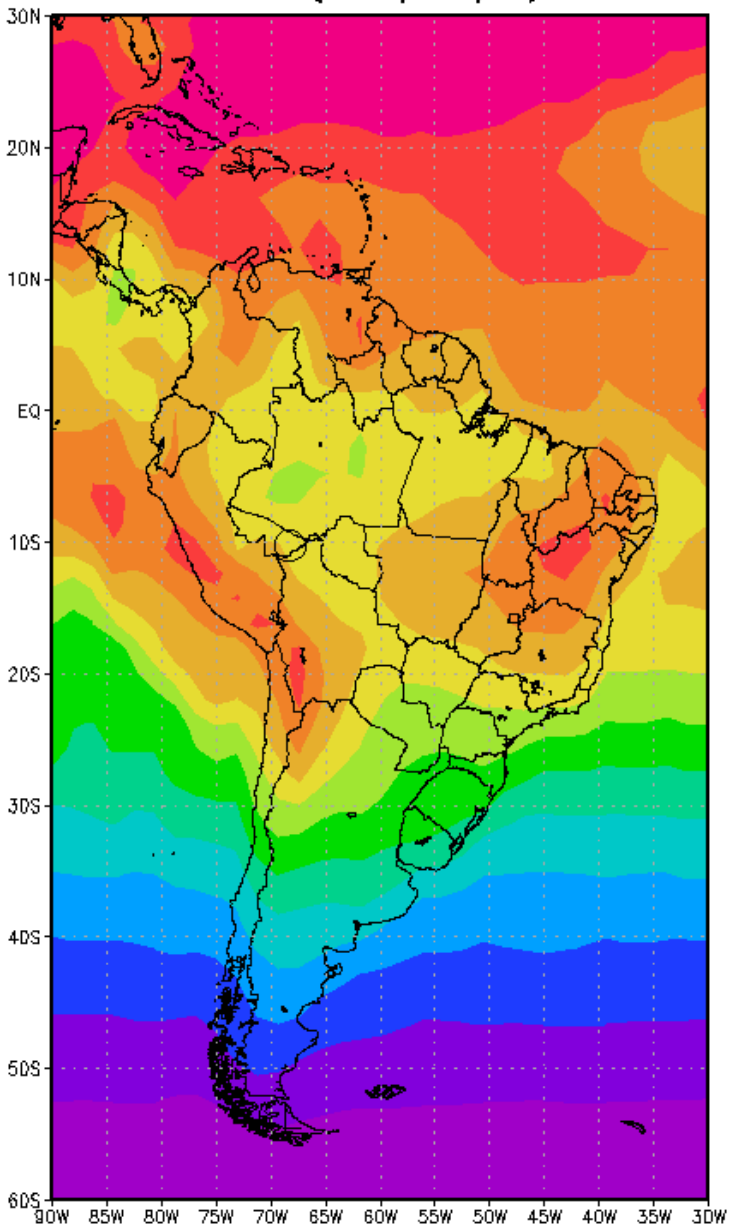
JUN (kWh/m<sup>2</sup>/d)



2018-07-16-IGES

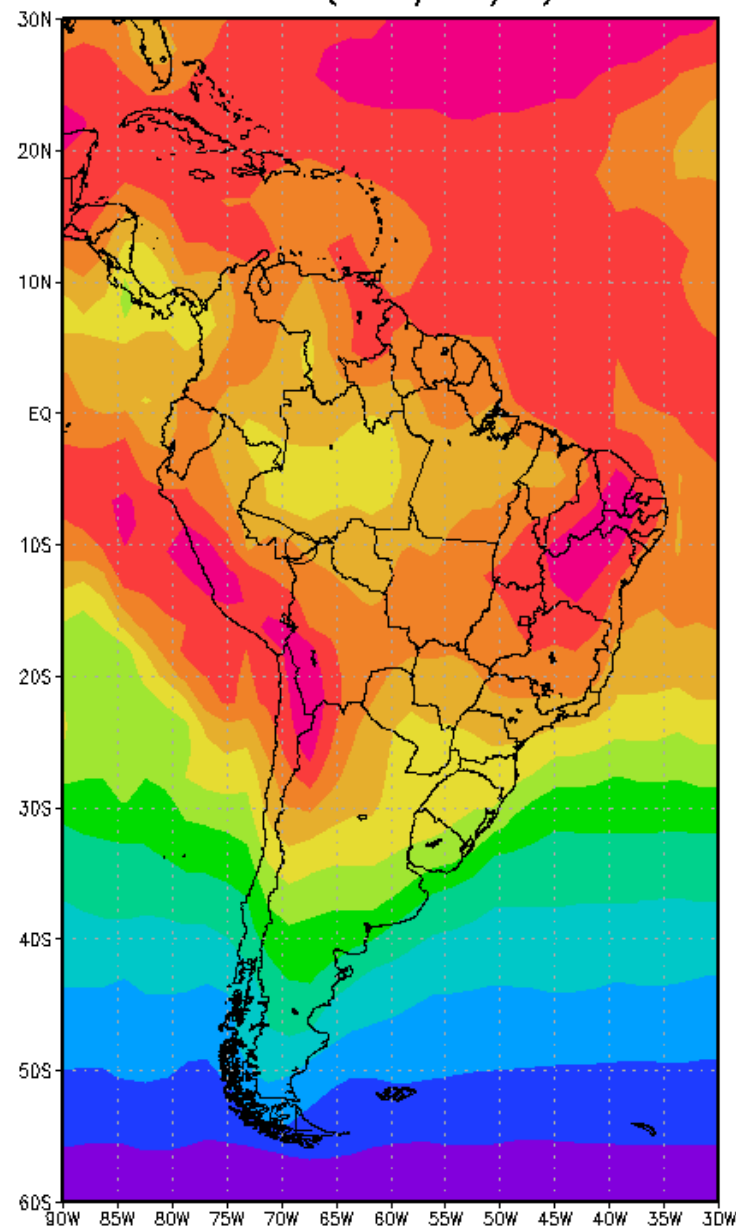


JUL (kWh/m<sup>2</sup>/d)



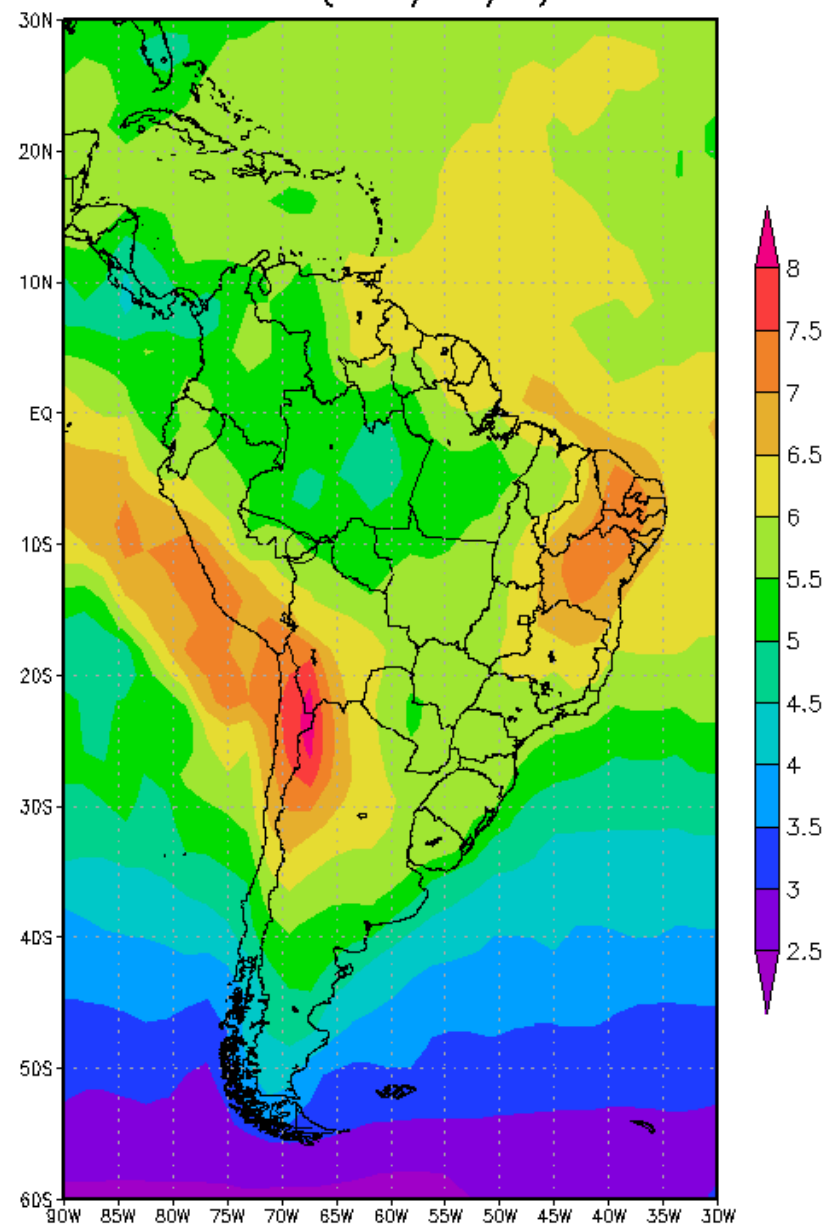
2016-07-16-09:5

AGO (kWh/m<sup>2</sup>/d)



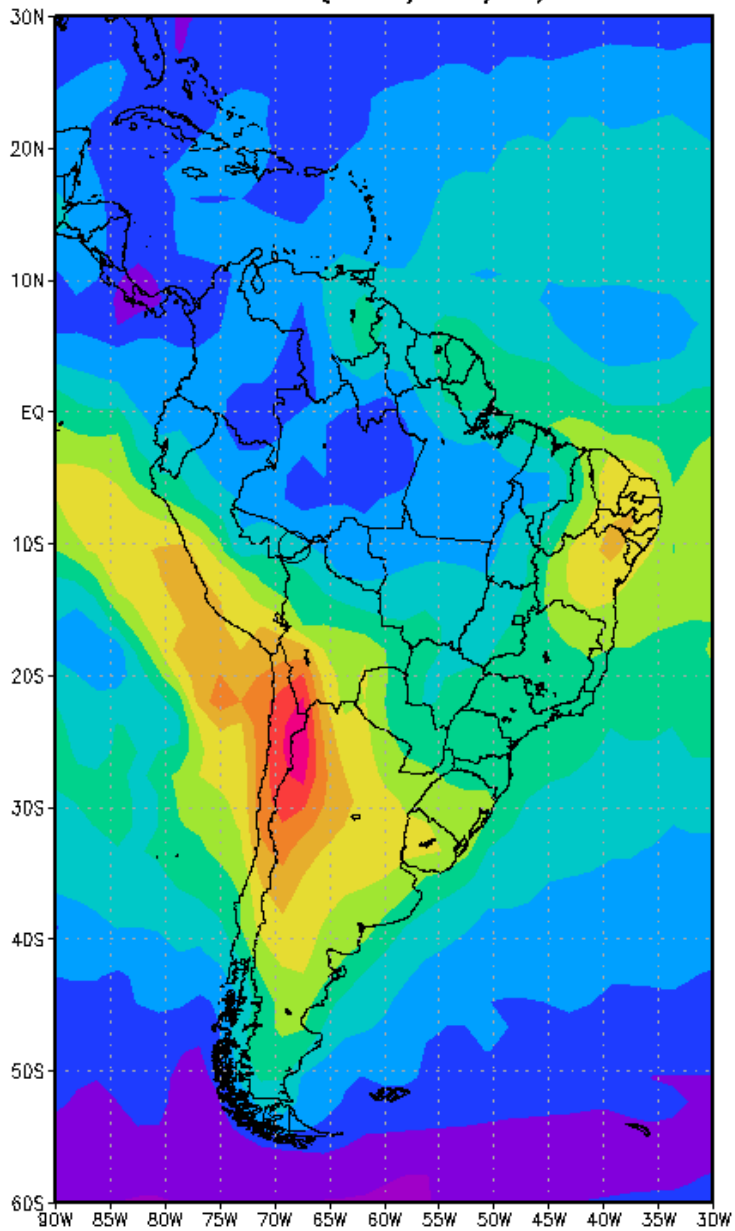
2016-07-16-09:5

SET (kWh/m<sup>2</sup>/d)



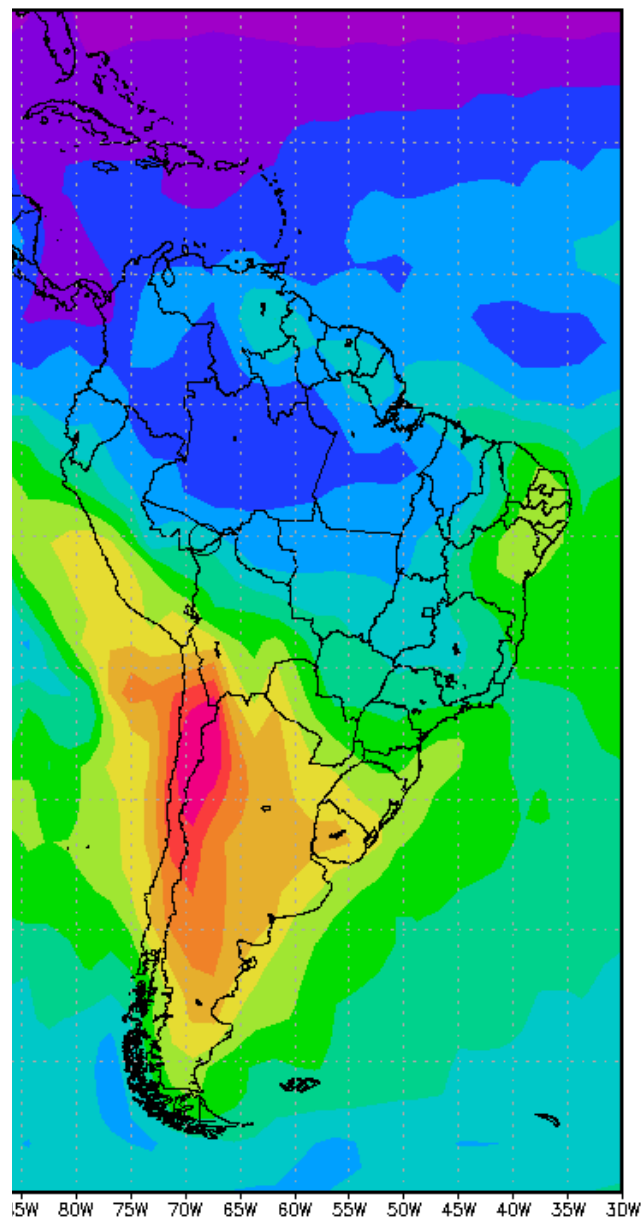
2016-07-16-09:5

OUT (kWh/m<sup>2</sup>/d)



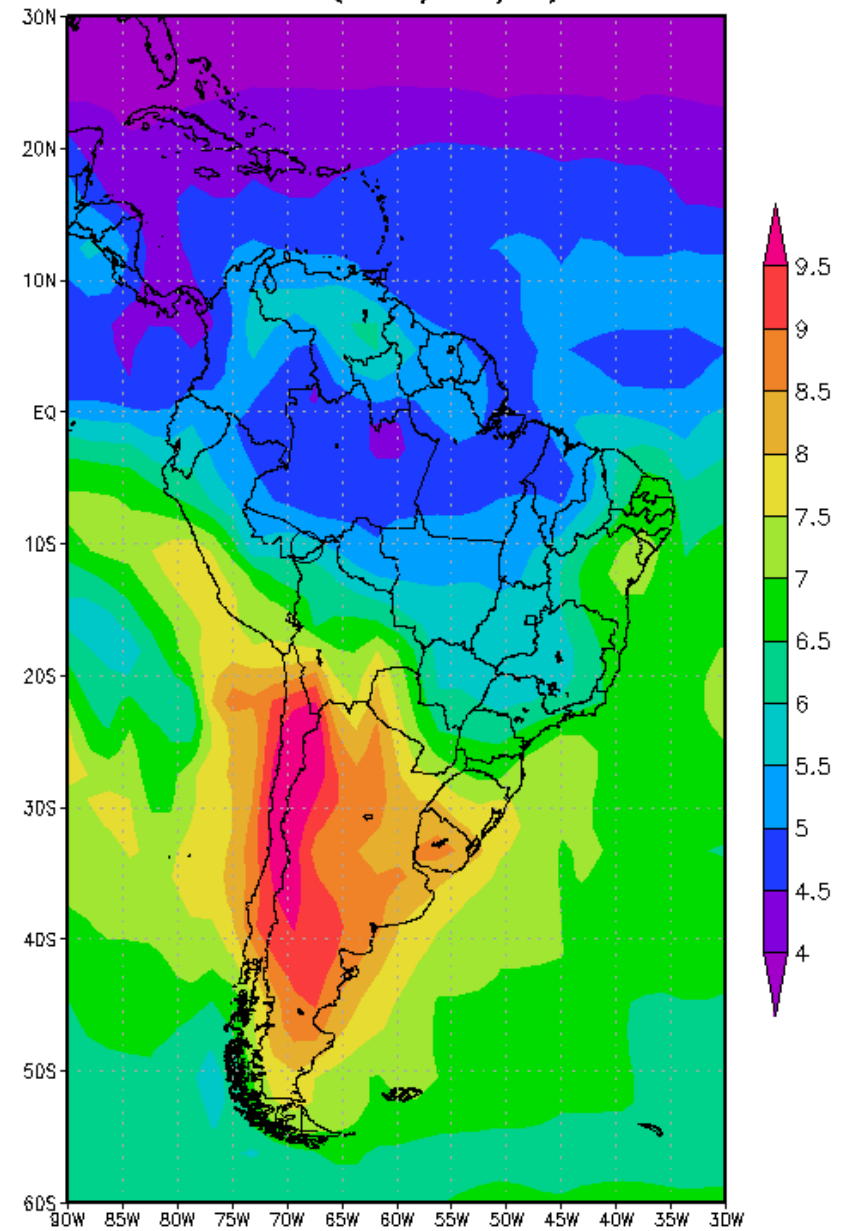
2016-07-16-09:12

NOV (kWh/m<sup>2</sup>/d)



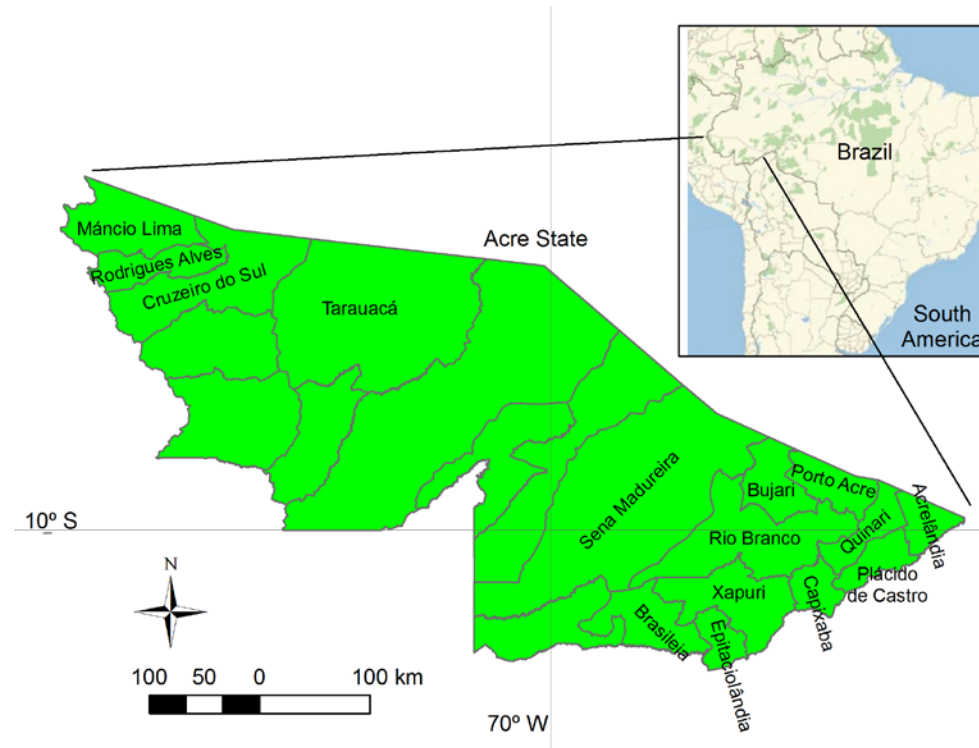
2016-07-16-09:12

DEC (kWh/m<sup>2</sup>/d)

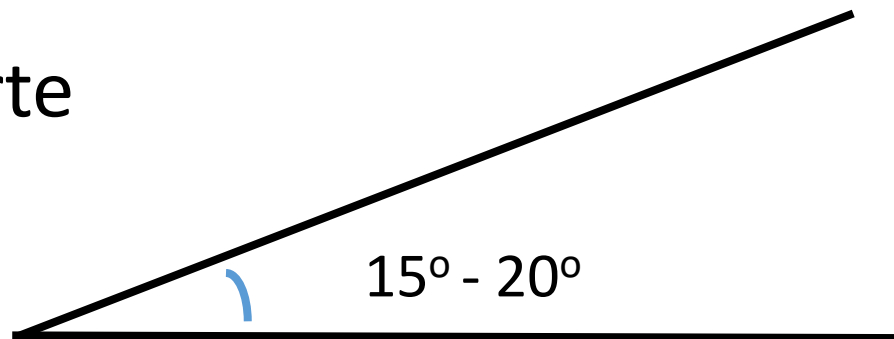


2016-07-16-09:12

# Inclinação das painéis solares



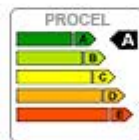
Norte



## ***Pontos para o projeto de suporte metálico estrutural***



- Dimensão da superfície das placas solares de 300 W: 1,60 x 0,92 m<sup>2</sup>
- Quantidade de placas: 667
- Inclinação das placas: 15° - 20° com a horizontal (face para o Norte).
- Área de estrutura metálica para suporte das placas: 1000 m<sup>2</sup> (cobertura total do bloco de clima e energia).
- Peso de cada placa: 27 kg.
- Considerar: as Normas Técnicas Brasileiras correspondentes; as cargas mecânicas; a eventual incidência de rajadas de ventos; a canalização das águas pluviais; os corredores de acesso para manutenção das placas e instalações elétricas; e outras exigências da construção civil.





Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL  
 167 - Ligação Gratuita de telefones fixos e  
 tarifada na origem para telefones celulares

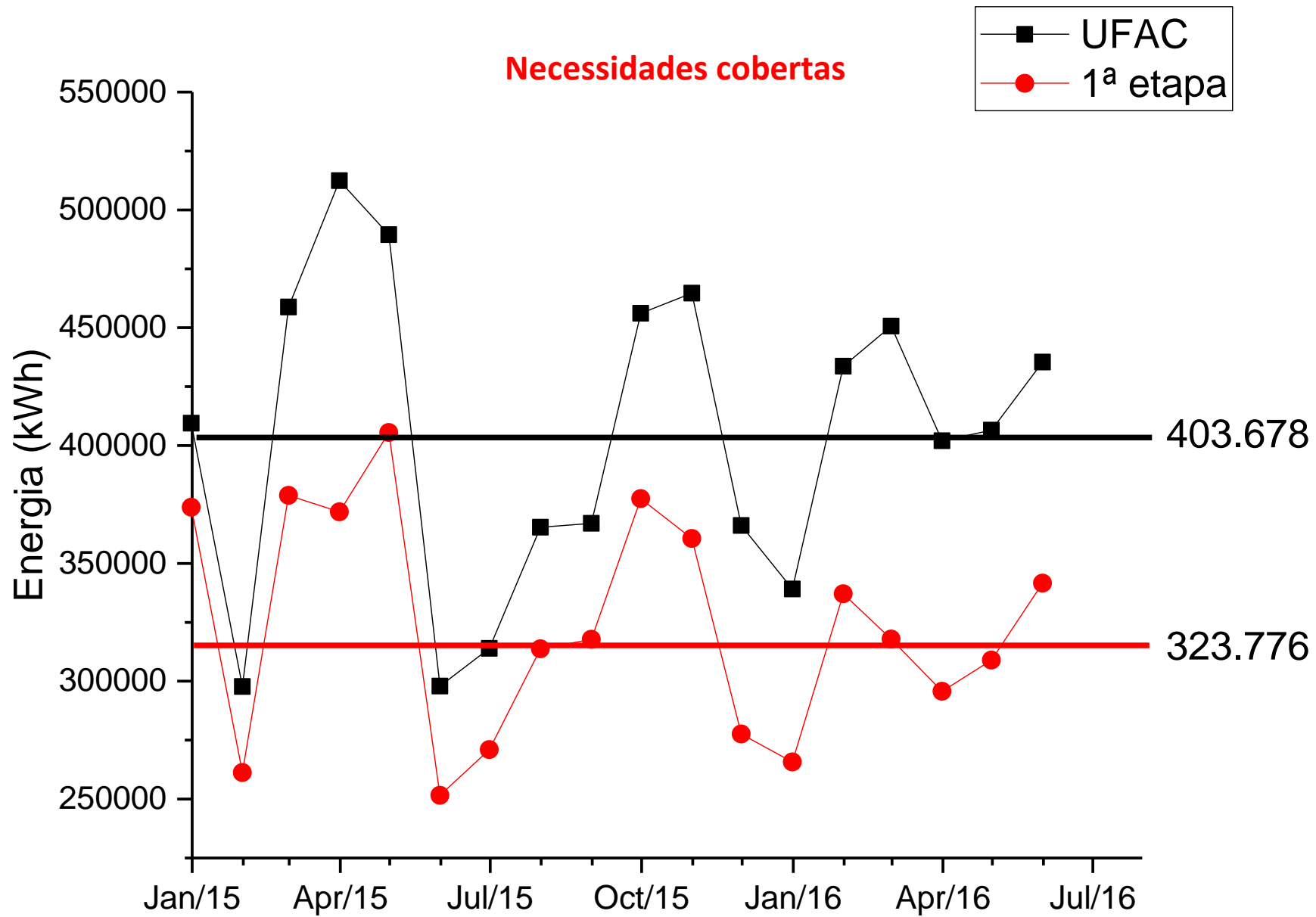
## Setores da 1ª etapa de instalação do Sistema fotovoltaico, UFAC

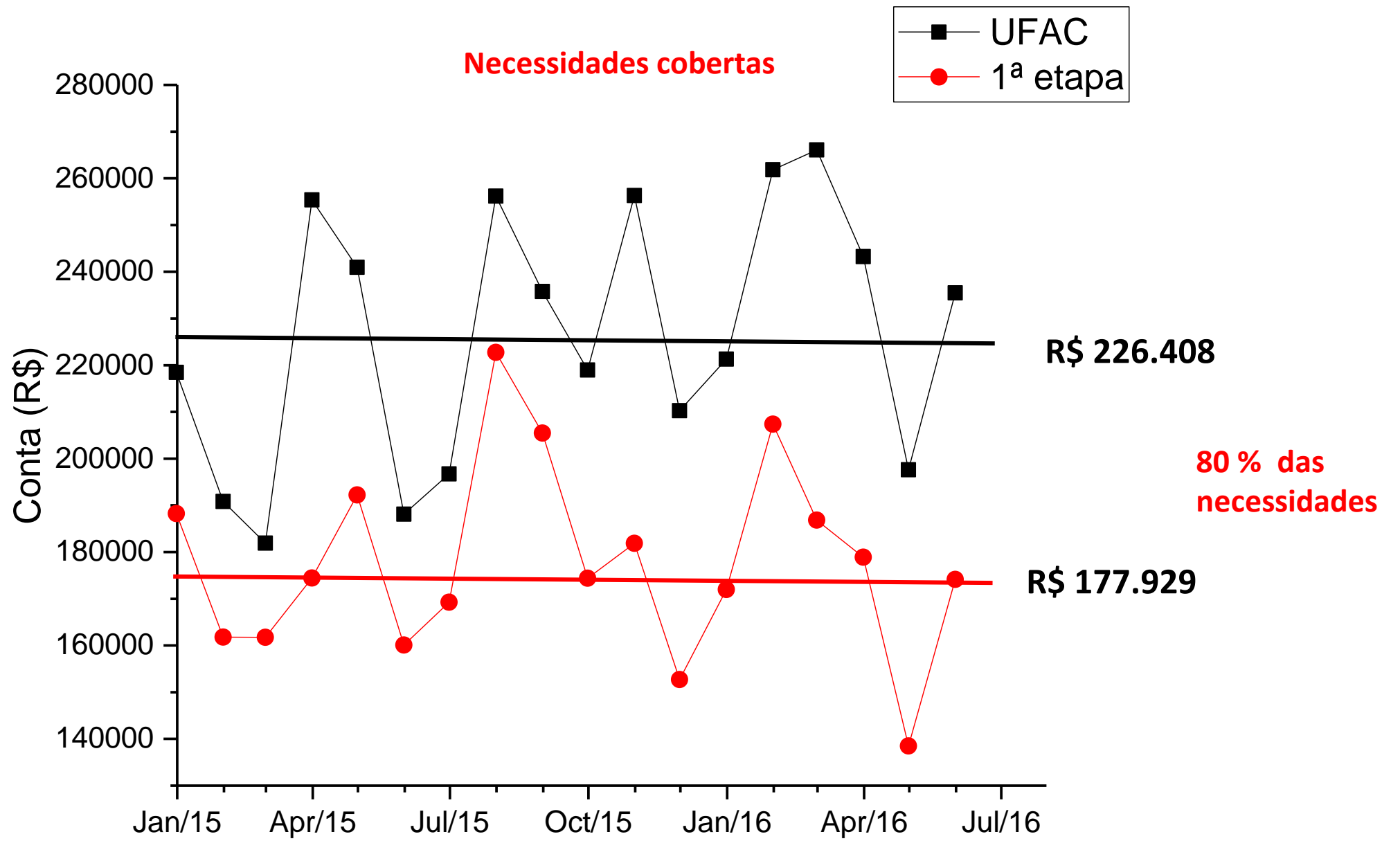
UC	FD	NF	Nome	Endereço	Bairro	Valor
0237550-8	00	265920	Centro Cultural Florestania	R. Umberto De A. Castelo Branco	Centro	84,48
0122521-9	00	3101	Complexo Esc Fco P Bezerra ( U	R. Monsenhor Tavora , 526	Centro	55,97
0091277-8	00	240136	Nucleo Da Univ Federal Ac	R. Benjamin Constant , 204	Centro	141,81
0101707-1	00	195830	Ufac - Campos Avancado De Xap	R. Coronel Brandao , 392	Centro	1.315,76
0086967-8	00	42379	Ufac Herbario	ET Dias Martins (4121 A 7800) . 3	Chacara Ipe	5.880,46
0151820-8	00	267442	Universidade Federal Do Acre	RD Br 364 , 26550 RIO BRANCO	Baixa Verde	161,65
0207475-3	00	267443	Universidade Federal Do Acre	RD Br 364 (12300 Ao Fim) (Rural)	Baixa Verde	0,00
0202218-4	00	267444	Universidade Federal Do Acre	RD Br 364 (12300 Ao Fim) (Rural)	Baixa Verde	28,95
0086979-1	00	42289	Universidade Federal Do Acre	AV Getulio Vargas (01 A 740) , 65	Centro	13.353,11
0296973-4	00	3111	Universidade Federal Do Acre	R. Monsenhor Tavora , 536	Centro	1.287,39
0125222-4	00	266722	Universidade Federal Do Acre	TV Hermanegildo Macambira , 141	Cidade Nova	1.440,00
0086965-1	00	42382	Universidade Federal Do Acre	RD Br 364 (3580 A 5099) , 6637	Conj. Tucuma	194.759,63
0086966-0	00	42381	Universidade Federal Do Acre	RD Br 364 (3580 A 5099) , 7301	L Conj. Tucuma	2.000,06
0285683-2	00	267446	Universidade Federal Do Acre	RM Da Ufac (Rural) , 3284 KM 02	Corrente (Rur	47,29
0280016-0	00	266657	Uniyersidade Federal Do Acre	AV Copacabana , 1880	Czs Do Sul	1.177,34
0226360-2	00	42242	Universidade Federal Do Acre	RM Da Ufac , 615 UNIVERSIDA	Czs Do Sul	16.875,94
0303555-7	00	42553	Universidade Federal Do Acre	RM Da Ufac (Rural) , 829 UNIVE	Czs Do Sul (	5.878,18
0077185-6	00	42392	Universidade Federal Do Acre	TV Dias Martins , 0 PQ ZOOBO	Distrito Indust	1.227,82
0287605-1	00	266622	Universidade Federal Do Acre	RM Canide , 12705 DRV DA RUA	Porto Acre	152,74
0357308-7	00	42338	Universidade Federal Do Acre Un	ET Dias Martins (4121 A 7800) . 0	Chacara Ipe	2.968,09

Consumo de energia da UFAC e dos setores da 1ª etapa do Sistema fotovoltaico.

Os 5 setores considerados ou outros poderiam integrar a 1ª etapa, segundo ajustes.

	Total mês (kWh)	dia (kWh)	Total (R\$)	1ª etapa (mês) kWh	dia (kWh)	1ª etapa (R\$)
jan/2015	409.515	13.651	218.451	373.799	12.460	188.240
fev/2015	297.707	9.924	190.821	261.265	8.709	161.811
mar/2015	458.744	15.291	181.895	378.858	12.629	161.748
abr/2015	512.370	17.079	255.371	371.822	12.394	174.420
mai/2015	489.508	16.317	240.936	405.493	13.516	192.229
jun/2015	297.909	9.930	188.102	251.559	8.385	160.109
jul/2015	313.889	10.463	196.718	270.961	9.032	169.241
ago/2015	365.340	12.178	256.174	313.753	10.458	222.740
set/2015	366.947	12.232	235.774	317.806	10.594	205.480
out/2015	456.106	15.204	218.968	377.512	12.584	174.385
nov/2015	464.702	15.490	256.318	360.561	12.019	181.863
dez/2015	366.109	12.204	210.242	277.586	9.253	152.694
jan/2016	339.129	11.304	221.296	265.779	8.859	171.983
fev/2016	433.626	14.454	261.815	337.112	11.237	207.396
mar/2016	450.673	15.022	266.077	317.839	10.595	186.826
abr/2016	401.996	13.400	243.251	295.685	9.856	178.916
mai/2016	406.557	13.552	197.634	308.934	10.298	138.493
jun/2016	435.368	14.512	235.491	341.643	11.388	174.156
<b>Média</b>	<b>403.678</b>	13.456	<b>226.408</b>	<b>323.776</b>	10.793	<b>177.929</b>







## UFAC - Sistema fotovoltaico

### 1ª etapa

	UFAC	5 Setores da 1ª etapa
Consumo mensal	403.678 kWh	323.776 kWh
Consumo diário	13.456 kWh	10.793 kWh
Energia solar, acumulado por dia	5,5 kWh/m <sup>2</sup>	5,5 kWh/m <sup>2</sup>
Potencia média do painel solar	300 W	300 W
Superfície do painel	1,6 x 0,92 m <sup>2</sup> = 1,5 m <sup>2</sup>	1,6 x 0,92 m <sup>2</sup> = 1,5 m <sup>2</sup>
Quantidade de painéis	9.594	7.696
Superfície total	14.391 m <sup>2</sup>	11.543 m <sup>2</sup>

Área da cobertura ABC	1000 m <sup>2</sup>
Painéis para cobrir o teto de ABC	667
Geração mensal de energia ABC	6.000 kWh

Para produzir a energia projetada na 1ª etapa, são necessários ~ 15 prédios como o bloco de ABC.

#### Compras (1ª etapa)

- 4 inversores Grid tie de 500 kW (R\$ 1.200.000)
- 7.700 Painéis solares
- Estruturas metálicas de suporte dos painéis
- Sistema de monitoramento

# Energia fotovoltaica para a UFAC

## Pontapé inicial

## Instalações

Um campo de painéis solares nas coberturas de 15 prédios da UFAC (de área aproximada à do Bloco ABC).

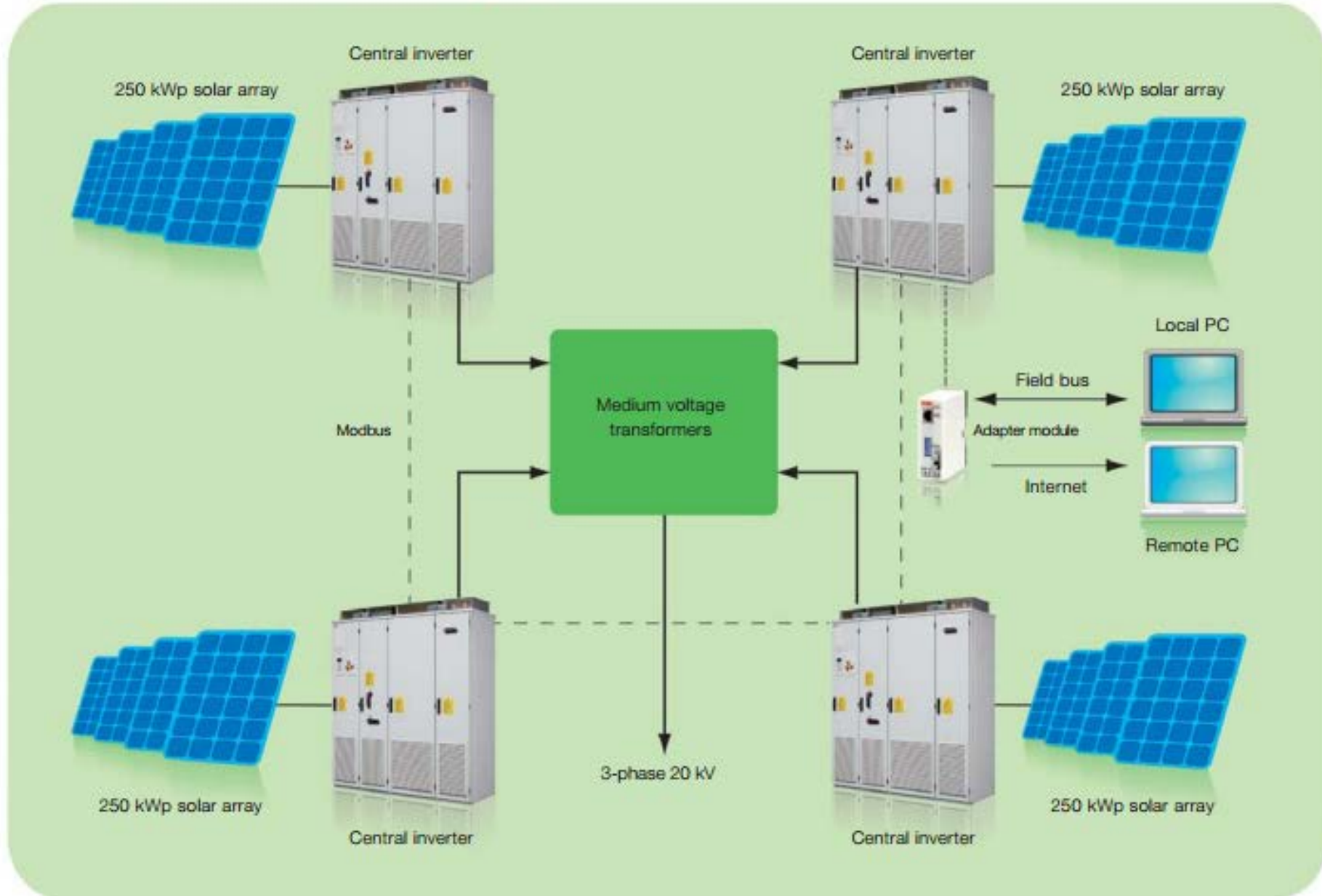
Um inversor grid tie (ou mais de um) na sala do Laboratório de Energia do ABC.

Um sistema de monitoramento e controle central, ou por inversor.

O projeto arquitetônico e de engenharia civil dos apoios e suportes dos painéis solares está em andamento na Prefcam.

Os painéis solares procedem do projeto PRODEEM. Uma parte desses painéis está no Laboratório de Energia (ABC) e outra parte nas sedes da Eletronorte em Rio Branco.

# ABB central inverter data communication principle



## ABB central inverters

Maximum energy and feed-in revenues ABB central inverters have a high efficiency level.

Optimized and accurate system control and a maximum power point tracking (MPPT) algorithm ensure that maximum energy is delivered to the power network from the solar modules.

For end users this generates the highest possible revenues from the feed-in tariffs now common in many countries.

## Proven ABB components

The inverters comprise proven ABB components with a long track record of performance excellence in demanding applications and harsh environments.

Equipped with extensive electrical and mechanical protection, the inverters are engineered to provide a long and reliable service life of at least 20 years.



## Compact and modular design

The inverters are designed for fast and easy installation.

The industrial design and modular platform provides a wide range of options like remote monitoring, fieldbus connection and integrated DC cabinets.

The inverters are customized and configured to meet end user needs and are available with short delivery times.

Effective connectivity ABB's transformerless central inverter series enables system integrators to design the solar power plant using a combination of different power rating inverters, which are connected to the medium voltage grid centrally.

In certain conditions, the ABB central inverter's topology allows a parallel connection directly to the AC side, enabling electricity to be fed to the grid via a single transformer. This avoids the need for each central inverter to have its own transformer, thereby saving cost and space. However, in systems where the DC side needs to be grounded, an inverter dedicated winding within a transformer, or a separate transformer, must be used always.

## Technical data and types

Type designation	PVS800-57-0100kW-A	PVS800-57-0250kW-A	PVS800-57-0500kW-A
	100 kW	250 kW	500 kW
<b>Input (DC)</b>			
Recommended max input power ( $P_{PV}$ ) <sup>1)</sup>	120 kW <sub>p</sub>	300 kW <sub>p</sub>	600 kW <sub>p</sub>
DC voltage range, mpp ( $U_{DC}$ )	450 to 750 V (- 825 V*)	450 to 750 V (- 825 V*)	450 to 750 V (- 825 V*)
Maximum DC voltage ( $U_{max(DC)}$ )	900 V (1000 V*)	900 V (1000 V*)	900 V (1000 V*)
Maximum DC current ( $I_{max(DC)}$ )	245 A	600 A	1145 A
Voltage ripple	< 3%	< 3%	< 3%
Number of protected DC inputs (parallel)	1 (+/-) / 4 <sup>2)</sup>	2 (+/-) / 8 <sup>2)</sup>	4 (+/-) / 16 <sup>2)</sup>
<b>Output (AC)</b>			
Nominal AC output power ( $P_{N(AC)}$ )	100 kW	250 kW	500 kW
Nominal AC current ( $I_{N(AC)}$ )	195 A	485 A	965 A
Nominal output voltage ( $U_{N(AC)}$ ) <sup>3)</sup>	300 V	300 V	300 V
Output frequency <sup>4)</sup>	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Harmonic distortion, current <sup>5)</sup>	< 3%	< 3%	< 3%
Power factor compensation (cosφ)	Yes	Yes	Yes
Distribution network type <sup>6)</sup>	TN and IT	TN and IT	TN and IT
<b>Efficiency</b>			
Maximum <sup>7)</sup>	98.0%	98.0%	98,6%
Euro-eta <sup>7)</sup>	97.5%	97.6%	98,2%
<b>Power consumption</b>			
Own consumption in operation	< 350 W	< 300 W	< 600 W
Standby operation consumption	< appr. 55 W	< appr. 55 W	< appr. 55 W
External auxiliary voltage <sup>8)</sup>	230 V, 50 Hz	230 V, 50 Hz	230 V, 50 Hz
<b>Dimensions and weight</b>			
Width / Height / Depth, mm (W / H / D)	1030 / 2130 / 644	1830 / 2130 / 644	3030 / 2130 / 644
Weight appr.	550 kg	1100 kg	1800 kg

<sup>1)</sup> Inverter limits the power to a safe level

<sup>2)</sup> Optional MCB inputs, 80 A each

<sup>3)</sup> Grid voltage (+/- 10%)

<sup>4)</sup> Grid frequency (48 to 63 Hz)

<sup>5)</sup> At nominal power

<sup>6)</sup> 300 V output must be IT type

<sup>7)</sup> Without auxiliary power consumption at 450 V  $U_{DC}$

<sup>8)</sup> 115 V, 60 Hz optional

\* Max 1000 V<sub>DC</sub> input voltage as an option with mppt range 450 to 825 V. If DC is > 1000 V<sub>DC</sub> inverter is not damaged, but will not start.



### Accessories

- Solar array junction boxes with string monitoring
- Remote monitoring solutions
- Warranty extensions possible
- Solar inverter care contracts



Integrated DC input extension cabinets

### Options

- Increased IP ratings for cabinets
- Integrated DC input extension cabinets
- AC output grounding switch
- Cabinet heating
- I/O extensions
- Extended voltage range, 1000 V<sub>DC</sub> max.
- DC grounding (negative and positive)
- Fieldbus and Ethernet connections



Junction box with monitoring

### Support and service

ABB supports its customers with a dedicated service network in more than 60 countries and provides a complete range of life cycle services from installation and commissioning to preventative maintenance, spare parts, repairs and recycling.

For more information please contact your local ABB representative or visit:

[www.abb.com/solar](http://www.abb.com/solar)

[www.abb.com](http://www.abb.com)

© Copyright 2011 ABB. All rights reserved.  
Specifications subject to change without notice.

Power and productivity  
for a better world™



## **Produzir e economizar**

Estratégias de eficiência contribuirão a otimizar ou minimizar o consumo de energia e, em consequência, diminuir a estrutura de geração do Sistema Fotovoltaico e custos associados.

As estratégias incluem:

- Substituição de lâmpadas de maior consumo.
- Desligamento de dispositivos nos momentos em que não estejam em uso.
- Outras.





**Obrigado!**