

# Aula 3 – Softwares para Simulações de Sistemas Fotovoltaicos

Prof. Dr. João Lucas de Souza Silva  
Email: ProfJL@unicamp.br  
Disciplina IT306-I



**LESF-MV**

LABORATÓRIO DE ENERGIA E SISTEMAS  
FOTOVOLTAICOS - MARCELO VILLALVA  
UNICAMP

# Agenda

- **Introdução aos softwares de simulação fotovoltaica;**
- **Arquiteturas Fotovoltaicas em simulação;**
- **Estudo de Caso de Plantas do projeto Campus Sustentável em softwares FV;**
- **Considerações para simulação Fotovoltaica;**
- **Dimensionamento de sistema fotovoltaico conectado à rede manual;**
- **Dimensionamento de sistema fotovoltaico conectado à rede no PVsyst;**
- Modo Rápido;
- Modo Completo;
- Sombreamento;
- Avaliação Econômica;
- Fatores P90 e P95.

# Software Fotovoltaicos

- Tem o objetivo de **estimar a geração de energia** considerando as mais diversas perdas existentes, como exemplo: perdas por sombras, temperaturas, condutores, transformadores, degradação, entre outras.
- Na literatura pode-se encontrar referências que indicam que a diferença de geração de energia pode ser de  $\pm 30\%$  mensal e  $\pm 10\%$  anual [1].
- O erro está atrelado principalmente a questão da **irradiância que é de difícil predição** ou o uso incorreto do software e de aplicação de elementos causadores de sombra.

# Diferença entre principais software FV

## Principais softwares do Mercado

- **PVsyst:**
  - Destaque para simulação de sistemas conectados à rede com excelente precisão e reconhecimento do mercado;
  - Software Pago;
  - Requer treino para melhorar a usabilidade.
- **PV\*SOL:**
  - Destaque para simulação de sistemas conectados à rede com uma interface *user-friendly* (facilidade principalmente para quem está começando);
  - Software Pago;
  - Menos configurável que o PVsyst, o que pode dificultar o uso para atividades científicas.

# Diferença entre principais software FV

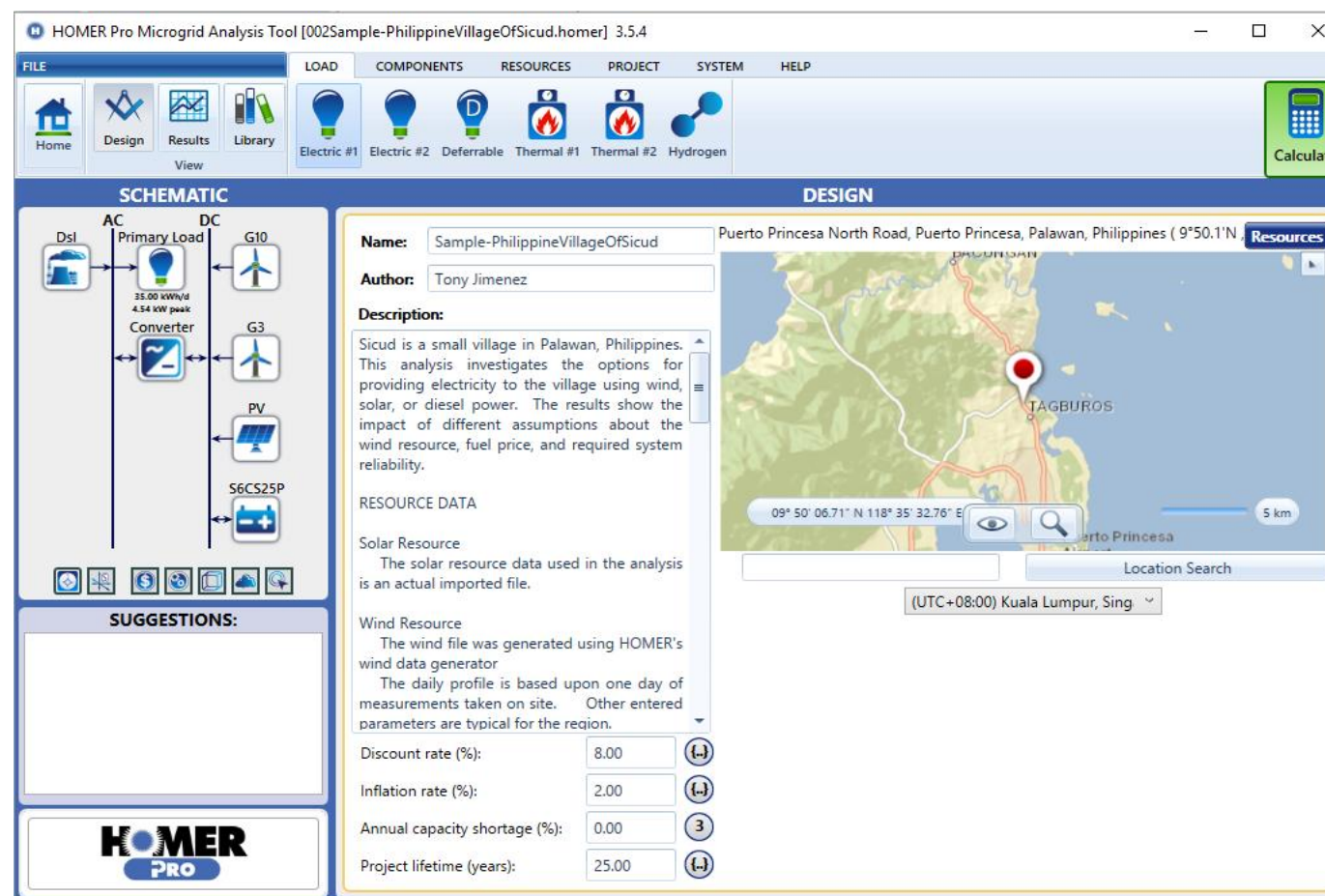
- **SOLergo:**
  - Destaque para a possibilidade de gerar diagramas elétricos completos;
  - Software Pago;
- **Helioscope:**
  - Facilidade para simulações rápidas em qualquer lugar e computador (site);
  - Site Pago;
  - É recomendável para uma simulação inicial do projeto.

# Diferença entre principais software FV

- **HOMER:**
  - Destaque para possibilidade de simular diversos tipos de sistemas de geração de energia em conjunto;
  - Software Pago;
  - Simulações com parâmetros mais genéricos por padrão, sem desenho 3D.
- **SAM (System Advisor Model):**
  - Destaque para simulações de grandes usinas FV e possibilidade de integração com MATLAB e outros softwares FV;
  - Software Gratuito;
  - Usabilidade muito complexa, sendo indicado para uso mais científico.

# Diferença entre principais software FV

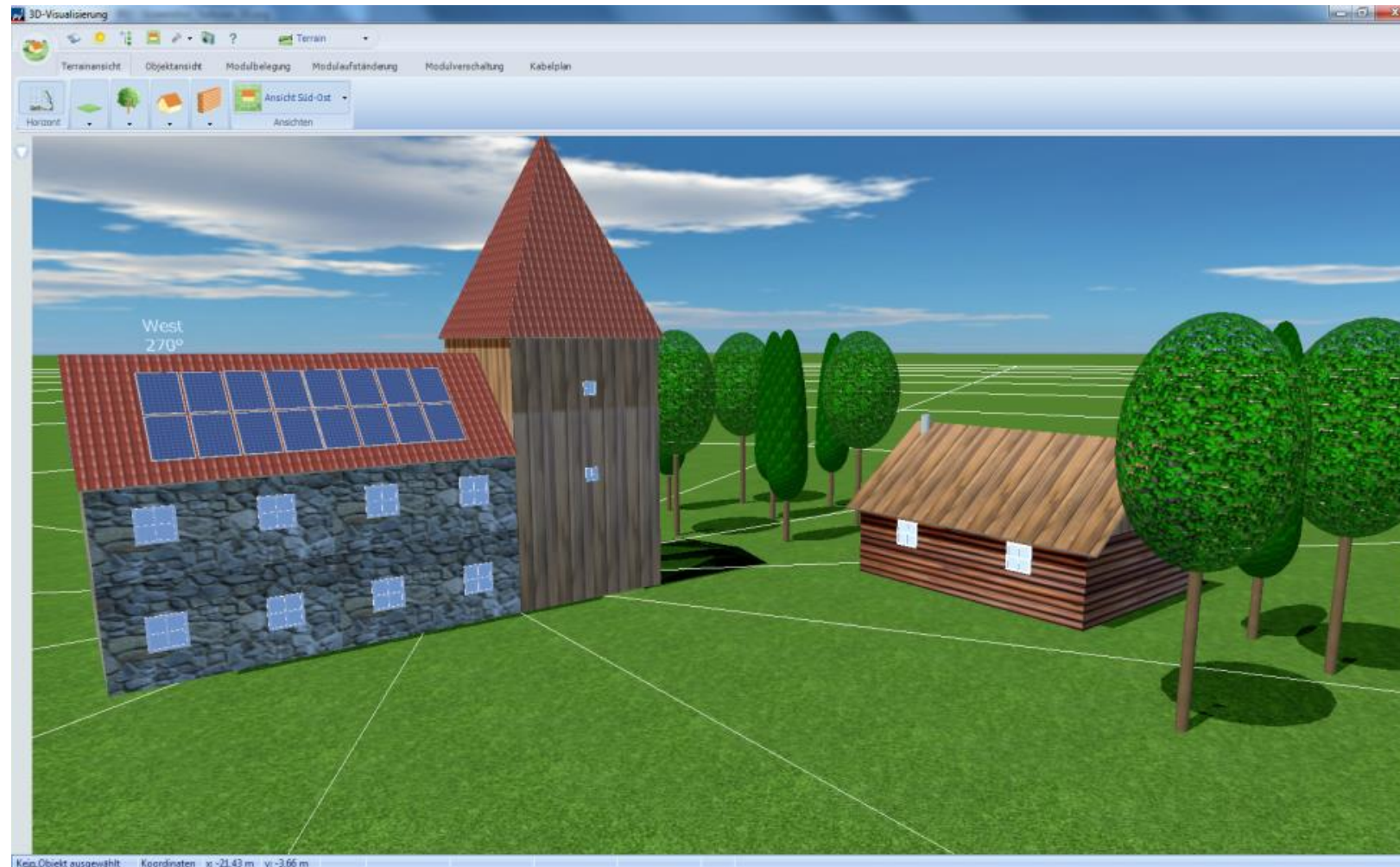
- **HOMER: \$1500/Ano + Módulos extras...**





# Diferença entre principais software FV

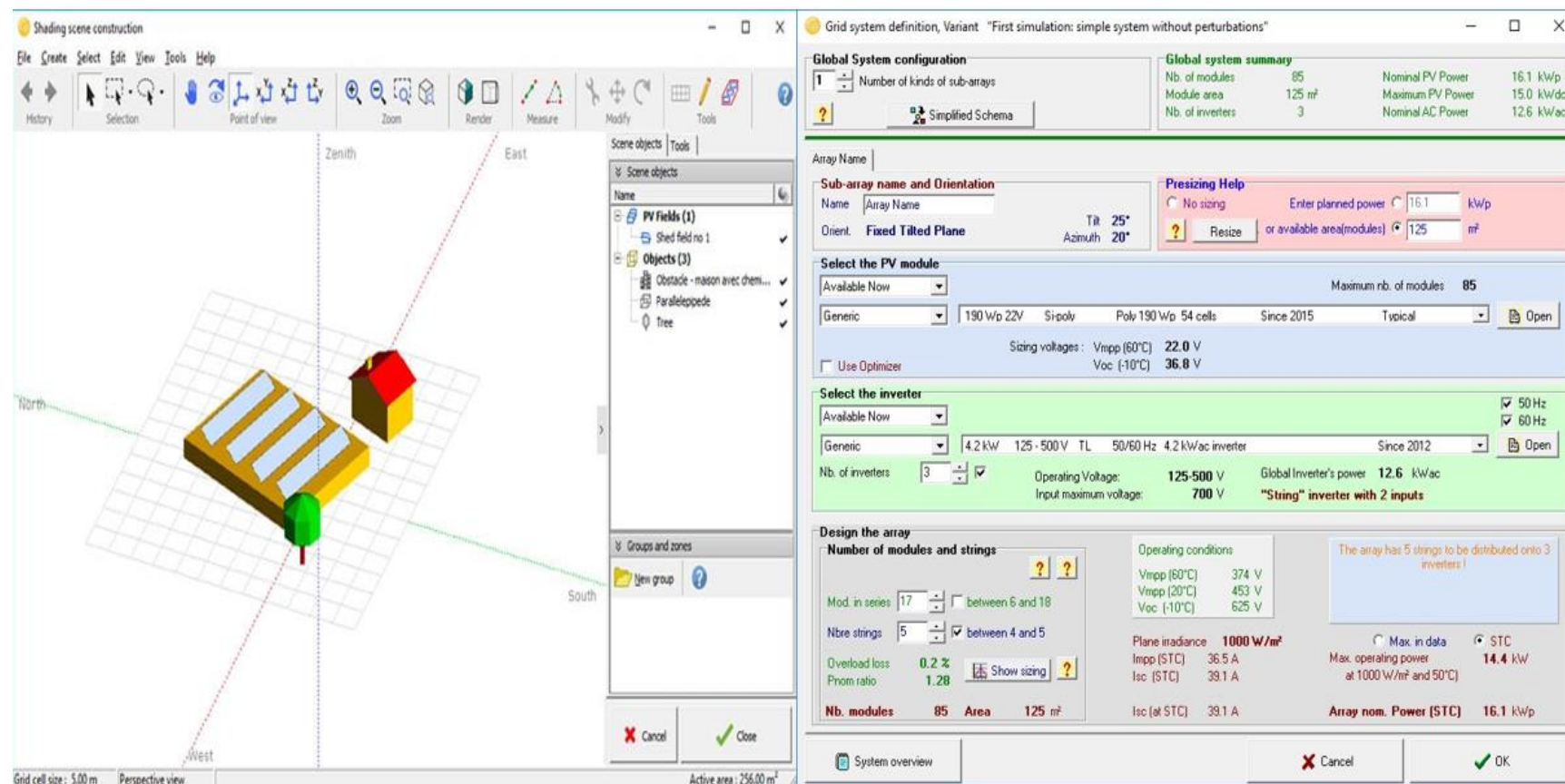
- **PVSOL: \$878 + Atualizações anuais...**





# Diferença entre principais software FV

- PVsyst: \$789/Ano



# Diferença entre principais software FV

Object	Description	HOMER	PV*SOL	PVsys
System Simulations	Stand-alone (Off-grid)	✓	✓	✓
	Grid-Tie PV systems (On-grid)	✓	✓	✓
	Pump systems		✓	✓
	Hybrid systems Photovoltaic and Battery	✓	✓	
	Others Hybrid systems	✓		
	Photovoltaic System for Electric Vehicles		✓	
Site Paramethers	Analysis of the terrain data			
	Weather database	✓	✓	✓
	Temperature Settings of the Site	✓	✓	✓
Building Physics	Building 3D modeling		✓	✓
	Image capturing/Geo maps		✓	
	Import maps image		✓	✓
	Shading analysis due to neighboring buildings		✓	✓
Building Energy Performance	Monthly	✓	✓	✓
	Hourly	✓	✓	✓
Mounting Forms System	Ground	✓	✓	✓
	Roof	✓	✓	✓
	Roof integrated	✓	✓	✓
	Facade integrated			✓
	Solar Tracker	✓	✓	✓
Financial	Payback prediction	✓	✓	✓
	Direct Finance	✓	✓	✓
	Loan/Lease/Mortgage	✓	✓	✓
Emissions avoided	CO <sub>2</sub>	✓	✓	✓
Operating System Compatibility	Windows Vista, 7, 8 e 10	✓	✓	✓
	MACOS			
	Linux			
	Virtualization of Windows in Linux or MACOS with VirtualBox	✓		✓
	Virtualization of Windows in Linux with VMWare	✓	✓	✓
	Virtualization of Windows in Linux or MACOS with Parallels	✓	✓	✓

# Exemplo de Situação em que é importante...



Situações em que se tem  
que trabalhar com perdas!

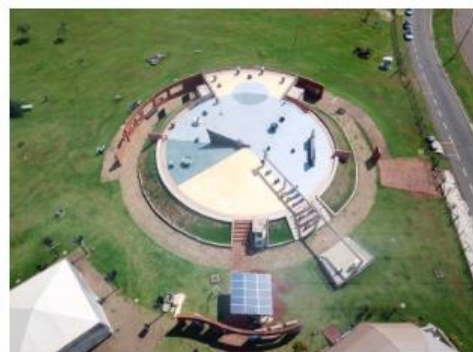


# Aqui já são erros de projeto...



# Estudo de Caso da UNICAMP

# 534kWp





# Estudo de Caso da UNICAMP



Elementos	Modelo	Quantidade
Módulos FV	Canadian CS6K- 270P	1248 (336.96 kWp)
Inversores	Ingecon Sun 55TL PRO	5

**Ginásio FEF/UNICAMP**



# Estudo de Caso da UNICAMP



## Ginásio FEF/UNICAMP

# Estudo de Caso da UNICAMP



Sistema FEEC 1		
Elementos	Modelo	Quantidade
Módulos FV	BYD 320P6D-36	174 (55.68 kWp)
Inversores	Fronius Symo 15.0-3 208	3
	Fronius Primo 8.2-1	1

**FEEC/UNICAMP**

# Estudo de Caso da UNICAMP



**FEEC/UNICAMP**



# Estudo de Caso da UNICAMP



Sistema FEEC 2		
Elementos	Modelo	Quantidade
Módulos FV	Canadian CS6K-270P	34 (9.18 kWp)
	BYD 320P6D-36	93 (29.76 kWp)
Inversores	Fronius Symo 15.0-3	2
	Fronius Primo 4.0-1	1
	Fronius Primo 8.2-1	1

**FEEC/UNICAMP**



# Estudo de Caso da UNICAMP





# Estudo de Caso da UNICAMP



FEEC/UNICAMP



# Estudo de Caso da UNICAMP



ELEMENTOS	MODELO	QUANTIDADE
Módulos FV	Canadian CS6K-270P	144 (38.88 kWp)
Inversores	Fronius Symo 15.0-3	1
	Fronius Primo 8.2-1	2
	Fronius Primo 6.0-1	1

NIPE/UNICAMP

# Estudo de Caso da UNICAMP



NIPE/UNICAMP



# Estudo de Caso da UNICAMP



Elementos	Modelo	Quantidade
Módulos FV	Canadian CS6K-270P	15 (4.05 kWp)
Inversores	Fronius Primo 6.0-1	1

**MUSEU/UNICAMP**

# Estudo de Caso da UNICAMP



Elementos	Modelo	Quantidade
Módulos FV	Canadian CS6K-270P	85 (22.95 kWp)
Inversores	Fronius Symo 12.0-3 208-240	2

## EXTECAMP/UNICAMP



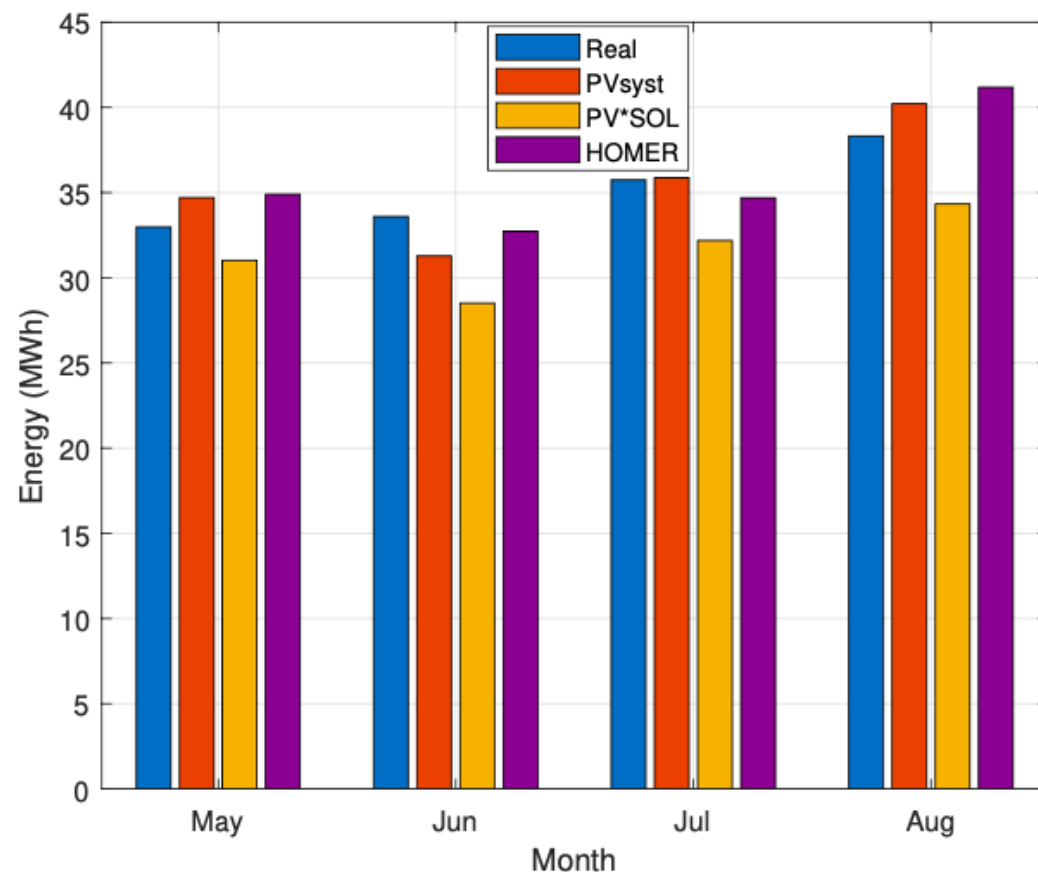
# Estudo de Caso da UNICAMP



Elementos	Modelo	Quantidade
Módulos FV	Canadian CS6K-270P	140 (37.80 kWp)
Inversores	Fronius Symo 12.0-3 208-240	3

## EXTECAMP/UNICAMP

# Estudo de Caso Ginásio da Unicamp



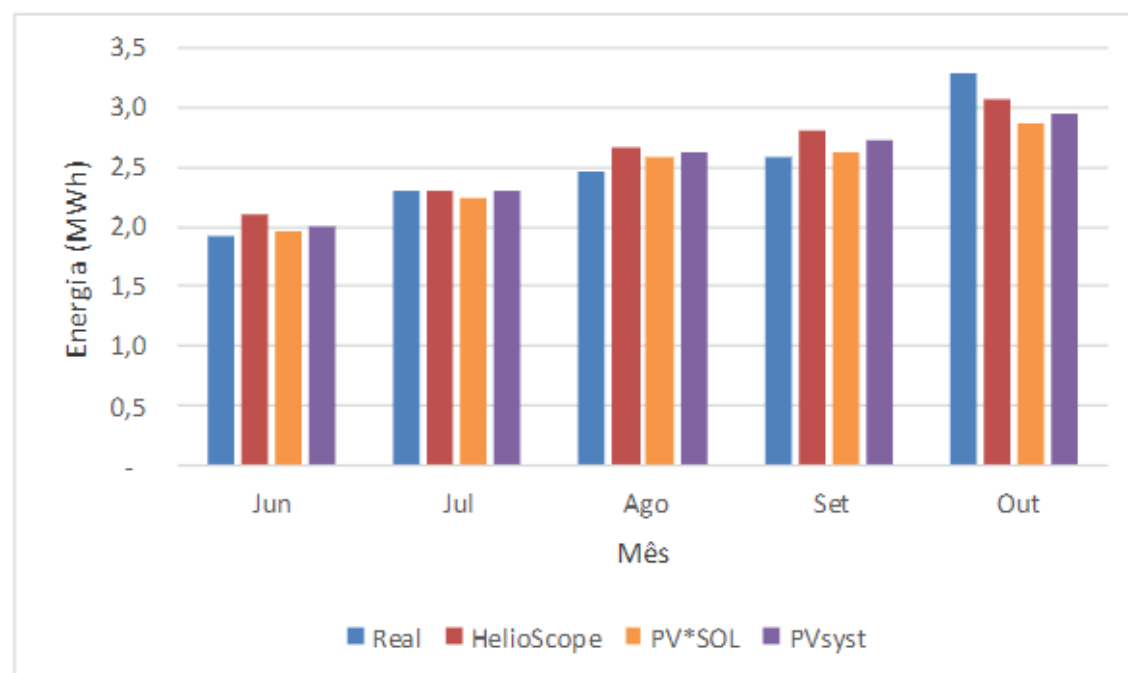
Month	Energy (MWh)		Error (%)
	Real	PVsyst	
January	48.62	42.60	12.38
February	38.92	41.98	-7.86
March	50.83	41.26	18.83
April	42.02	36.88	12.23
May	32.98	34.70	-5.22
June	33.59	31.28	6.88
July	35.74	35.87	-0.36
August	38.32	40.21	-4.93
September	41.76	40.41	3.23
October	52.67	42.98	18.40
November	48.70	47.94	1.56
December	49.47	45.05	8.93
<b>Average</b>	<b>42.80</b>	<b>40.10</b>	<b>6.32</b>
<b>Total</b>	<b>513.62</b>	<b>481.16</b>	<b>-</b>



# Estudo de Caso Ginásio da Unicamp

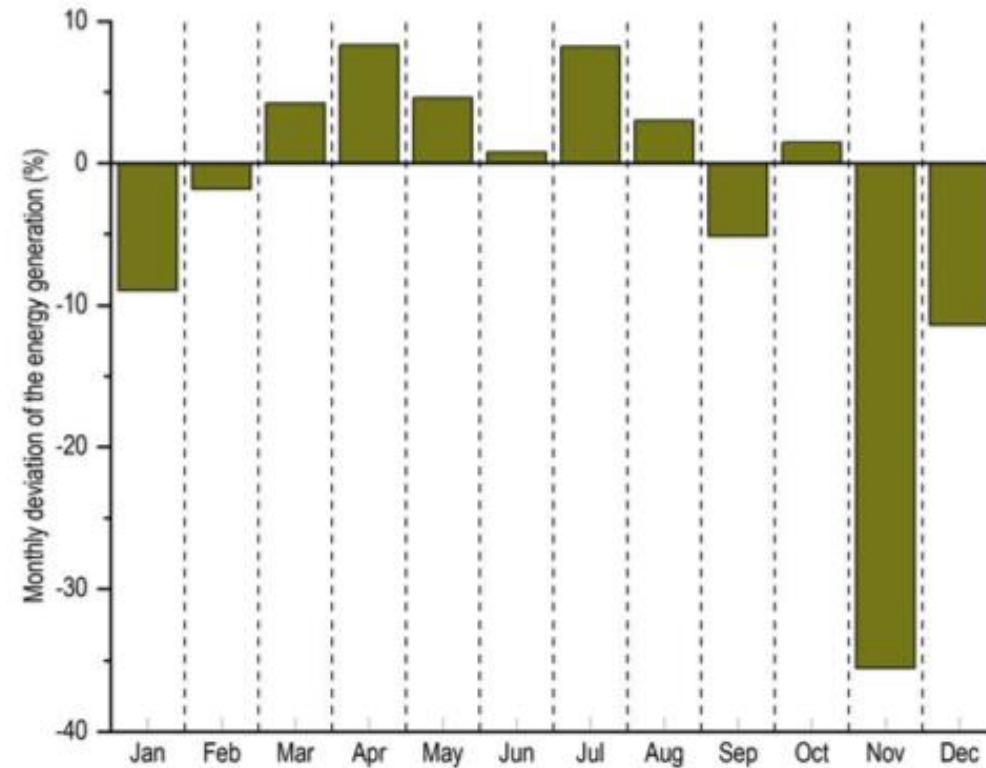
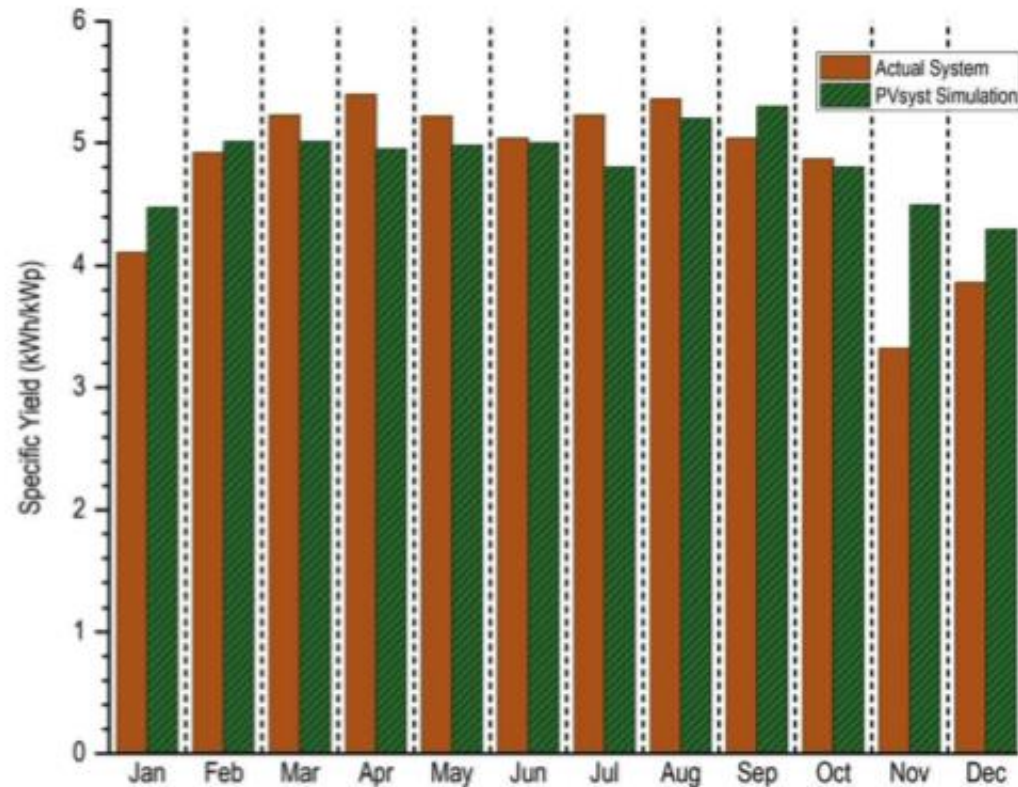
- HOMER foi mais otimista, PV\*SOL mais conservador, e o PVsyst foi o mais preciso (isso pode ser diferente em outras cidades e sistemas);
- PV\*SOL é mais fácil de ser utilizado, com poucos cliques para realização de uma simulação;
- Homer possui maior variedades de fontes de energia para simulações híbridas;
- PVsyst é o mais difícil para utilização, mas tem geralmente maior precisão e mais configurações.

# Estudo de Caso Extecamp



<i>SOFTWARE</i>	<i>MÊS</i>	<b>REAL</b>	<b>SIMULAÇÃO</b>	<b>ERRO</b>
<b>HelioScope</b>	Junho	1,92	2,11	10,18 %
	Julho	2,30	2,31	0,52 %
	Agosto	2,47	2,67	7,89 %
	Setembro	2,59	2,81	8,62 %
	Outubro	3,30	3,07	-6,71 %
	<b>Total</b>	<b>12,57</b>	<b>12,97</b>	<b>3,21 %</b>
<b>PV*SOL</b>	Junho	1,92	1,96	2,51 %
	Julho	2,30	2,23	-2,79 %
	Agosto	2,47	2,58	4,29 %
	Setembro	2,59	2,62	1,31 %
	Outubro	3,30	2,88	-12,75 %
	<b>Total</b>	<b>12,57</b>	<b>12,27</b>	<b>-2,36 %</b>
<b>PVsyst</b>	Junho	1,92	2,01	4,80 %
	Julho	2,30	2,31	0,30 %
	Agosto	2,47	2,62	6,07 %
	Setembro	2,59	2,72	5,06 %
	Outubro	3,30	2,94	-10,71 %
	<b>Total</b>	<b>12,57</b>	<b>12,60</b>	<b>0,21 %</b>

# Estudo de Caso University of Kashan (12 kWp)



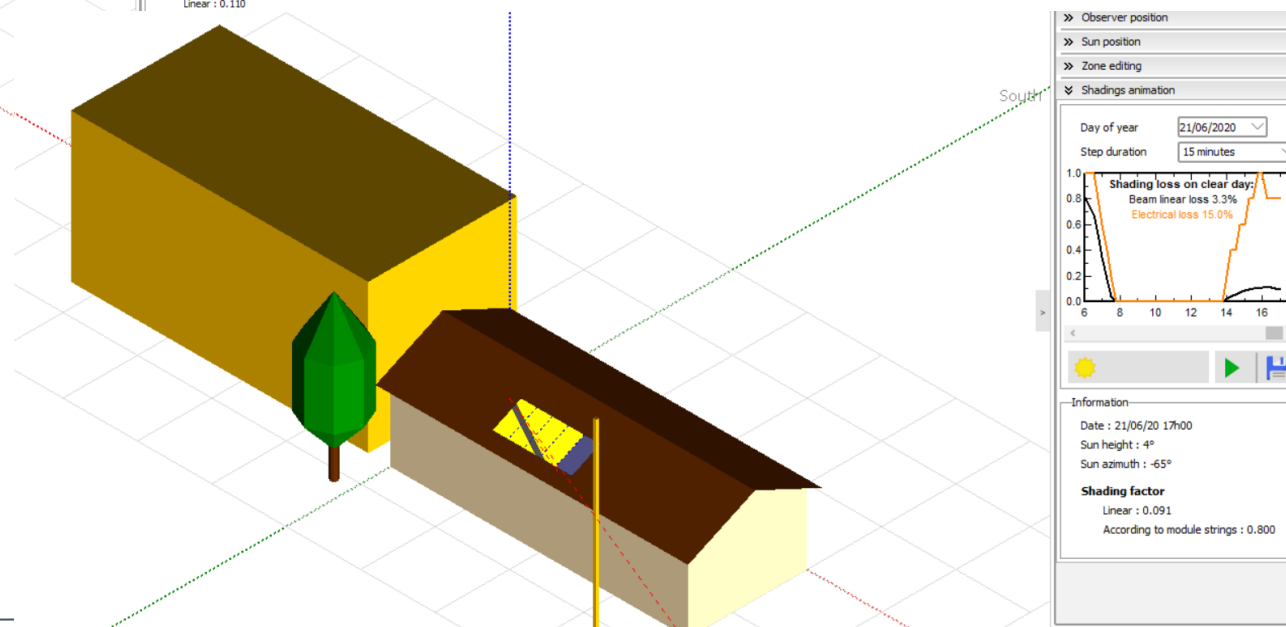
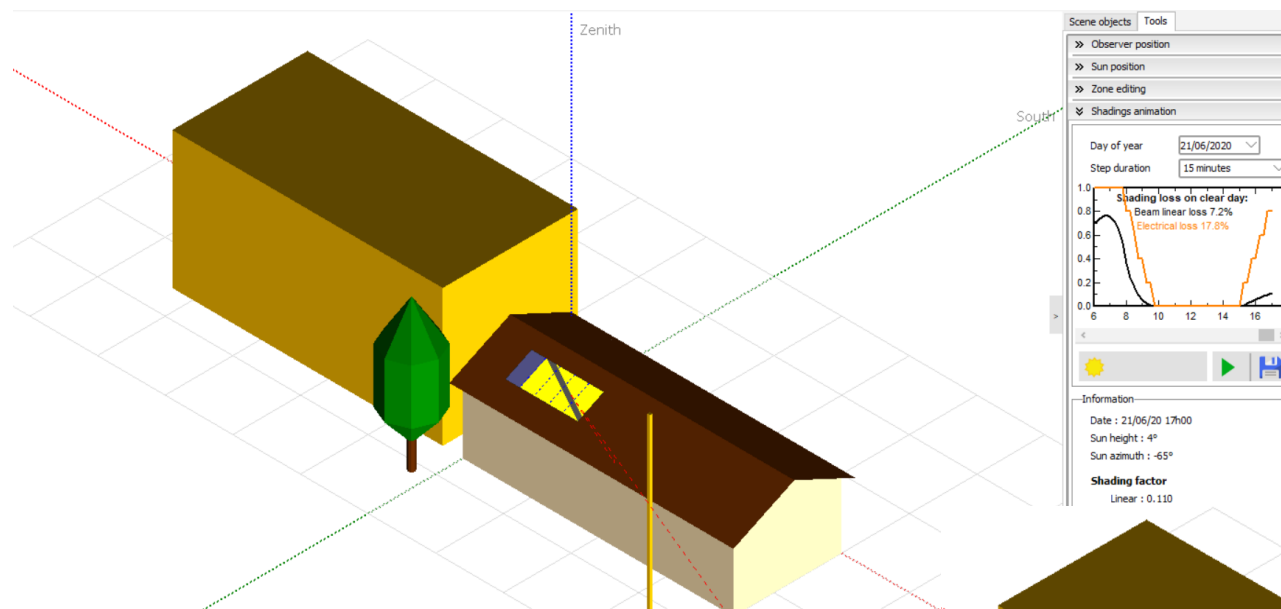
[11]

# Estudo de Caso Sri Lanka (1 MW)

<b>Month</b>	<b>Actual Energy output (MWh)</b>	<b>Simulated (P90) Using MT8 (MWh)</b>	<b>Error compared to actual</b>
December	90.92	103.8	14.2%
January	111.28	125.7	13.0%
February	132.42	118.8	-10.3%
March	138.04	140.1	1.5%
April	135.69	128.7	-5.2%
May	119.1	111.9	-6.0%

[12]

# Estudo de Caso de Otimizadores Tigo com PVsyst



# Estudo de Caso de Otimizadores Tigo com PVsyst



**Resultado sem sombras:** 3556 kWh/Ano

**Resultado com sombras:** 3264 kWh/Ano

**Resultado com organização dos módulos FV no telhado:** 3400 kWh/Ano

**Resultado com organização dos módulos FV e Tigo:** 3551 kWh/Ano



Ganho com o otimizador no primeiro ano em relação ao sistema com sombras, 4,44%. Esse ganho aumenta com a degradação dos módulos.



# Considerações para Dimensionamento

- A ideia da aula é mostrar **quanto** um sistema fotovoltaico para consumidor do Grupo B (tensão inferior a 2,3 kV), com base em uma conta de energia real, irá **produzir nas diferentes formas de dimensionamento**;
- Na prática seria necessário também testar diferentes arquiteturas fotovoltaicas, avaliar perdas, modelos de módulos fotovoltaicos, melhor forma de conectar os módulos com base na arquitetura (distribuição das *strings*), impactos do sombreamento, impactos da temperatura no conversor, proteções, avaliação econômica de cada tipo de arquitetura, testar diferentes bases solarimétricas, e entre outros;

# Considerações para Dimensionamento

- O bom projetista fotovoltaico irá saber (**com software e experiência**) a hora certa de utilizar **cada tecnologia**, e isso vai ser um fator para o sucesso de suas instalações fotovoltaicas;
- Quem utiliza software consegue **estimar a geração de energia mais próxima do real** e oferecer garantias até um certo nível de entrega;
- O projetista limitado, irá sempre recorrer a um kit fotovoltaico com base em uma potência e utilizar, sem realizar refinamentos, e muitas vezes sem uso do software. Isso pode ser um problema, que aumenta em conjunto com a potência do sistema.

1000000

DESCRIÇÃO			QUANTIDADE	PREÇO	VALOR (R\$)
Consumo Ativo(kWh)-TUSD			405,00	0,51397283	208,15
Consumo Ativo(kWh)-TE			405,00	0,34053887	137,91
Acréscimo Bandeira VERMELHA					19,98
Contrib. Ilum. Pública Municipal					37,04
Seguro Proteção Familiar - 0800-200-9032					3,82
Compensação DMIC 10/20					1,47-
TOTAL DA FATURA					405,43

INFORMAÇÕES DE TRIBUTOS								
ICMS			PIS			COFINS		
BASE DE CÁLCULO	%	VALOR DO IMPOSTO	BASE DE CÁLCULO	%	VALOR DO IMPOSTO	BASE DE CÁLCULO	%	VALOR DO IMPOSTO
366,04	27,00	98,83	267,20	1,35	3,60	267,20	6,23	16,64

Tarifas Aplicadas			HISTÓRICO DO CONSUMO		
			kWh		
Consumo Ativo(kWh)-TUSD	0,34676000		DEZ 20		405
Consumo Ativo(kWh)-TE	0,22975000		NOV 20		430
			OUT 20		260
			SET 20		170
			AGO 20		137
			JUL 20		223
			JUN 20		274
			MAI 20		323
			ABR 20		339
			MAR 20		321
			FEV 20		304
			JAN 20		350
			DEZ 19		369

COMPOSIÇÃO DO CONSUMO		
	R\$	%
Geração de Energia	109,80	30,00
Transmissão	13,61	3,72
Distribuição (Coelba)	87,92	24,02
Encargos Setoriais	14,30	3,91
Tributos	119,07	32,52
Perdas de Energia	21,34	5,83
TOTAL	366,04	100

**Casa, com inclinação de telhado de 25°, orientação norte, Cidade: Paulo Afonso - BA**



# Dimensionamento Manual

- Verificar a potência FV necessária para essa fatura, com base no consumo médio ajustado e descontar ou não a demanda mínima (30 kWh instalações monofásicas, 50 kWh instalações bifásicas e 100 kWh instalações trifásicas);

Mês	kWh
Janeiro	350
Fevereiro	304
Março	321
Abril	339
Maio	323
Junho	274
Julho	223
Agosto	137
Setembro	170
Outubro	260
Novembro	430
Dezembro	405
<b>Média</b>	<b>295</b>

## Metódo 1:

$$\text{Consumo Médio} = \frac{\text{Janeiro} + \text{Fevereiro} + \text{Março} + \text{Abril} + \text{Maio} + \text{Junho} + \text{Julho} + \text{Agosto} + \text{Setembro} + \text{Outubro} + \text{Novembro} + \text{Dezembro}}{12}$$

$$\text{Consumo Médio Ajustado} = \text{Consumo Médio} - \text{Taxa de Demanda}$$

$$\text{Consumo Médio Ajustado} = 295 - 30 \text{ kWh} = 265 \text{ kWh}$$

$$\text{Consumo Anual} = 265 * 12 = 3180 \text{ kWh} = \frac{3180}{1000} = 3,18 \text{ MWh}$$

## Metódo 2:

$$\text{Consumo Anual Puro} = 295 * 12 = 3540 \text{ kWh} = \frac{3540}{1000} = 3,54 \text{ MWh}$$

# Dimensionamento Manual

## 1. Achar a irradiância, pode usar o CRESESB

Irradiância de Paulo Afonso é  $5,54 \text{ kWh/m}^2 \text{ dia} \cdot 365 = 2022,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ ano}$

## 2. Potência FV

$$Potência_{fv} = \frac{\left( \frac{Energia\ Anual}{Irradiância\ anual} \right)}{Fator\ de\ performance}$$

$$Potência_{fv} = \frac{\left( \frac{3540 \text{ kWh}}{\frac{2022,1 \text{ kWh/m}^2}{1 \text{ kW/m}^2}} \right)}{0,85} = 2,05 \text{ kW}$$

## 3. Número de Placas

$$Num = \frac{Potência_{fv}}{Potência\_uma\_placa} = \frac{2,05}{0,405} = 5,06$$

# Dimensionamento Manual

## 4. Inversor

Potência do Inversor FV = *Número de módulos* \* *Potência de um módulo* \* 75%

$$Potência_{inv} = 6 \text{ placas} * 0,405kW * 0,75 = 1,82 \text{ kW}$$



# Pré-Dimensionamento no PVsyst

- Sistema de 2.1 kWp;
- Quantidade de Módulos, supondo que meu fornecedor tem módulo de 405 Wp:

$$\text{Qnt. de Módulos FV} = \frac{\text{Potência total}}{\text{Potência de um módulo FV}} = \frac{2.1\text{kWp} * 1000}{405} = 5,18 \text{ módulos}$$

**Ou 6 módulos considerando um número inteiro.**

- Inversor FV:  
 $\text{Potência do Inversor FV} = \text{Número de módulos} * \text{Potência de um módulo} * 75\%$   
 $\text{Potência do Inversor FV} = 6 * 405 * 75\% = 1822,5 \text{ W} = \frac{1822,5}{1000} \cong 1,8 \text{ kW}.$

**Logo, tem-se um kit de 6 módulos FV de 405 W, e um inversor na faixa de 1,8 kW.**

Posteriormente, é interessante simular o kit FV no modo completo para mostrar ao cliente a energia final que o sistema irá produzir.

# Dimensionamento Completo no PVsyst

Definição de um sistema em rede, Variante VC0: "Nova variante da simulação"

### Sub-grupo

**Nome e orientação do sub-grupo**

Nome:

Orientação: **Plano inclinado fixo**

Inclinação: **25°**

Azimute: **0°**

**Ajuda para o dimensionamento**

☒ Sem pré dim. Introduza Pnom desejado  kWp

☐ ... ou superfície disponível(módulos)  m²

**Seleção do módulo FV**

Disponíveis:

CSI Solar 405 Wp 37V Si-mono CS1U - 405MS 1500V Desde 2019 Manufacturer 2019

☐ Utilizar otimizador

Dimens. das tensões : Vmpp (60°C) **38.4 V**

Vco (-10°C) **59.2 V**

**Seleção do inversor**

Disponíveis:

Fronius International 2.5 kW 165 - 440 V HF Tr 50/60 Hz Galvo 2.5-1 Desde 2013

N.º de inversores:  ☒ Tensão de funcionamento: **165-440 V** Potência global inv. **2.5 kWca**

Tensão máxima entrada: **550 V**

**Dimensionamento do grupo**

**Número de módulos e strings**

Mod. em série:  ☐ entre 5 e 9

Nr. strings:

Perdas sobre-pot. **0.0 %**

Rácio Pnom **0.97**

**Nº de módulos: 6 Superfície: 12 m²**

**Condições de funcionamento**

Vmpp (60°C) 230 V

Vmpp (20°C) 271 V

Vco (-10°C) 355 V

Irradiân. no plano **1000 W/m²**

Imp (STC) 9.2 A

Isc (STC) 9.6 A

Isc (em STC) 9.6 A

☐ Max. dados ☒ STC

Potênc. Máx. em funcionamento (em 1000 W/m² e 50°C) **2.2 kW**

**Potência nom. grupo (STC) 2.4 kWp**

**Resumo do sistema global**

Número de módulos: 6

Superfície módulos: 12 m²

N.º de inversores: 1

Potência nominal FV: 2.4 kWp

Potência máxima FV: 2.3 kWDC

Potência AC nominal: 2.5 kWAC

Rácio Pnom: 0.972

**Lista dos sub-grupos**

Nome	#Mód #Inv.	#String #MPPT
Grupo FV		
CSI Solar - CS1U - 405MS 1500V	6	1
Fronius International - Galvo 2.5-	1	1

# Dimensionamento Completo no PVsyst

Definição de um sistema em rede, Variante VC0: "Nova variante da simulação"

### Sub-grupo

**Nome e orientação do sub-grupo**

Nome:

Oriente: **Plano inclinado fixo**      Inclinação: **25°**      Azimute: **0°**

**Ajuda para o dimensionamento**

☒ Sem pré dim.      Introduza Pnom desejado  kWp ?

... ou superfície disponível(módulos)  m²

### Seleção do módulo FV

Todos os módulos  Todos os módulos FV

Canadian Solar Inc.

☐ Utilizar otimizador

Dimens. das tensões : Vmpp (60°C) **38.4 V**

Vco (-10°C) **59.2 V**

### Seleção do inversor

Disponíveis  ☒ 50 Hz ☒ 60 Hz

Fronius International

N.º de inversores:  ☒      Tensão de funcionamento: **120-335 V**      Potência global inv. **2.0 kWca**

Tensão máxima entrada: **420 V**

### Dimensionamento do grupo

**Número de módulos e strings**

Mod. em série:  ☒ entre 4 et 7

Nr. strings:

Perdas sobre-pot. **0.1 %**       ?

Rácio Pnom **1.22**

Nº de módulos: **6**      Superfície: **12 m²**

**Condições de funcionamento**

Vmpp (60°C) 230 V

Vmpp (20°C) 271 V

Vco (-10°C) 355 V

Irradiân. no plano **1000 W/m²**

Impp (STC) 9.2 A      Potênc. Máx. em funcionamento (em 1000 W/m² e 50°C) **2.2 kW**

Isc (STC) 9.6 A      Potência nom. grupo (STC) **2.4 kWp**

Isc (em STC) 9.6 A

☐ Max. dados      ☒ STC

### Lista dos sub-grupos

Nome	#Mód #Inv.	#String #MPPT
Grupo FV		
Canadian Solar Inc. - CS1U - 4...	6	1
Fronius International - Galvo 2...	1	1

### Resumo do sistema global

Número de módulos	6
Superfície módulos	12 m²
N.º de inversores	1
Potência nominal FV	2.4 kWp
Potência máxima FV	2.3 kWDC
Potência AC nominal	2.0 kWAC
Rácio Pnom	1.215



# Dimensionamento Completo no PVsyst

Definição de um sistema em rede, Variante VC0: "Nova variante da simulação"

### Sub-grupo

**Nome e orientação do sub-grupo**

Nome:

Orientação: **Plano inclinado fixo**

Inclinação: **25°**

Azimute: **0°**

**Ajuda para o dimensionamento**

☒ Sem pré dim. Introduza Pnom desejado  kWp

... ou superfície disponível(módulos)  m²

### Seleção do módulo FV

Disponíveis

CSI Solar

☐ Utilizar otimizador

Dimens. das tensões : Vmpp (60°C) **38.4 V**

Vco (-10°C) **59.2 V**

### Seleção do inversor

Disponíveis

Tensão de saída 230 V Mono 50Hz

1.8 kW 80 - 400 V TL 50/60 Hz GES2-2KTL GESolar

N.º de inversores

Tensão de funcionamento: **80-400 V** Potência global inv. **1.8 kWca**

Tensão máxima entrada: **450 V** **Inversor "string" com 1 entradas**

### Dimensionamento do grupo

**Número de módulos e strings**

Mod. em série  entre 3 et 7

Nr. strings

Perdas sobre-pot. **0.8 %**

Rácio Pnom **1.35**

**Nº de módulos 6 Superfície 12 m²**

**Condições de funcionamento**

Vmpp (60°C) 230 V

Vmpp (20°C) 271 V

Vco (-10°C) 355 V

Irradiân. no plano **1000 W/m²**

Imp (STC) 9.2 A

Isc (STC) 9.6 A

Isc (em STC) 9.6 A

**A potência do inversor está ligeiramente subdimensionada.**

☐ Max. dados ☒ STC

Potênc. Máx. em funcionamento (em 1000 W/m² e 50°C) **2.2 kW**

**Potência nom. grupo (STC) 2.4 kWp**

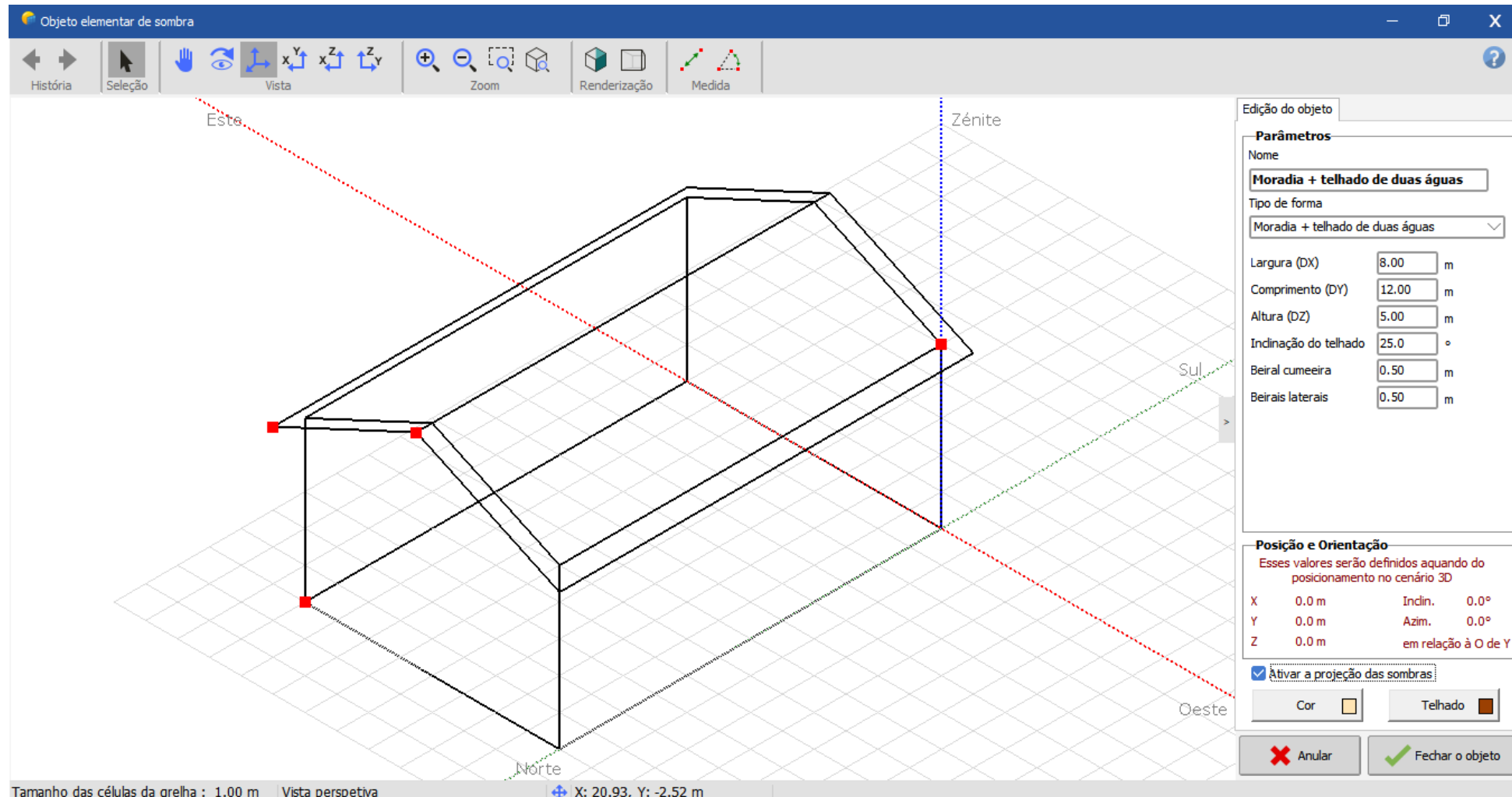
### Lista dos sub-grupos

Nome	#Mód #Inv.	#String #MPPT
Grupo FV		
CSI Solar - CS1U - 405MS 1500V	6	1
GESolar - GES2-2KTL	1	1

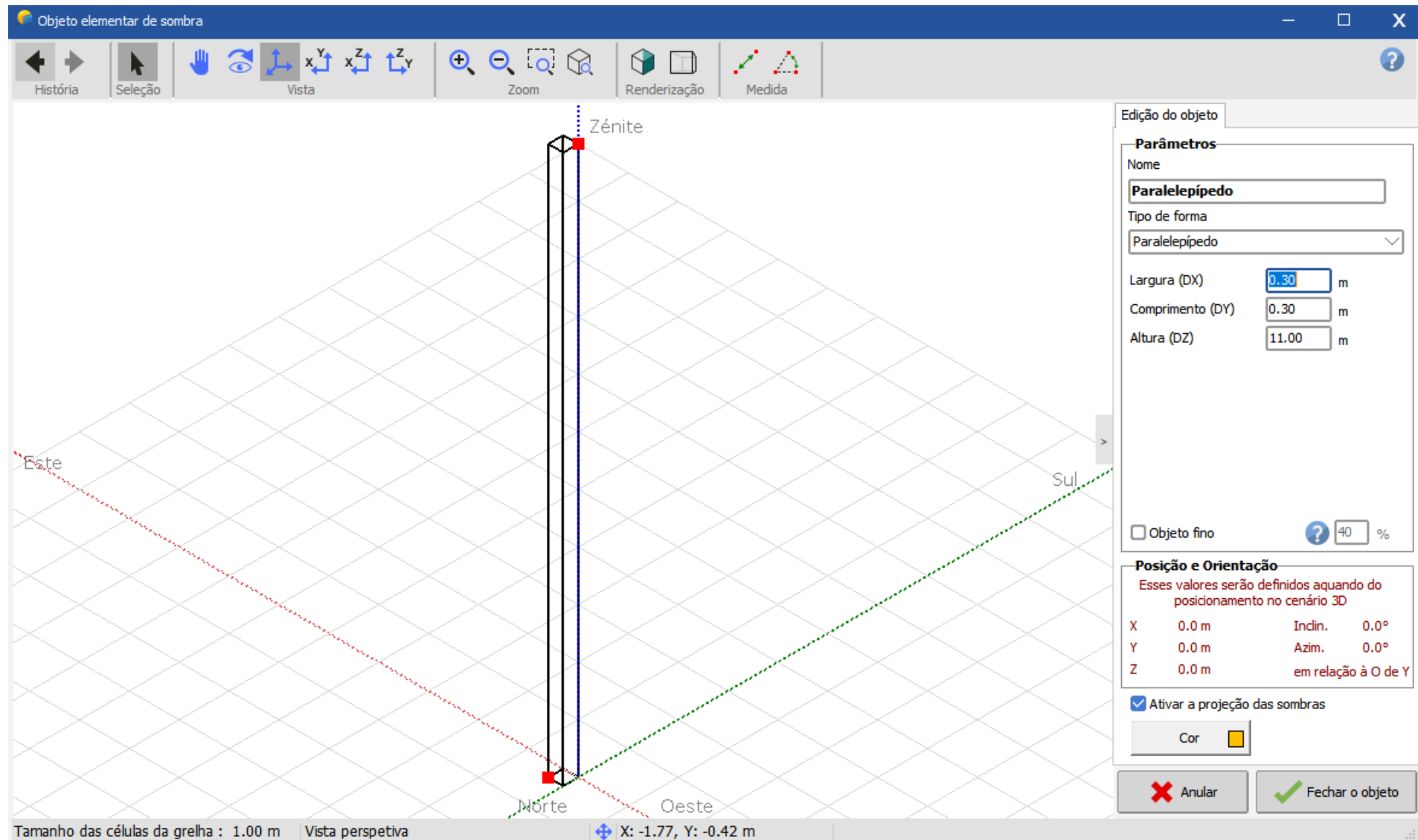
### Resumo do sistema global

Número de módulos	6
Superfície módulos	12 m²
N.º de inversores	1
Potência nominal FV	2.4 kWp
Potência máxima FV	2.3 kWDC
Potência AC nominal	1.8 kWAC
Rácio Pnom	1.350

# Dimensionamento Completo no PVsyst

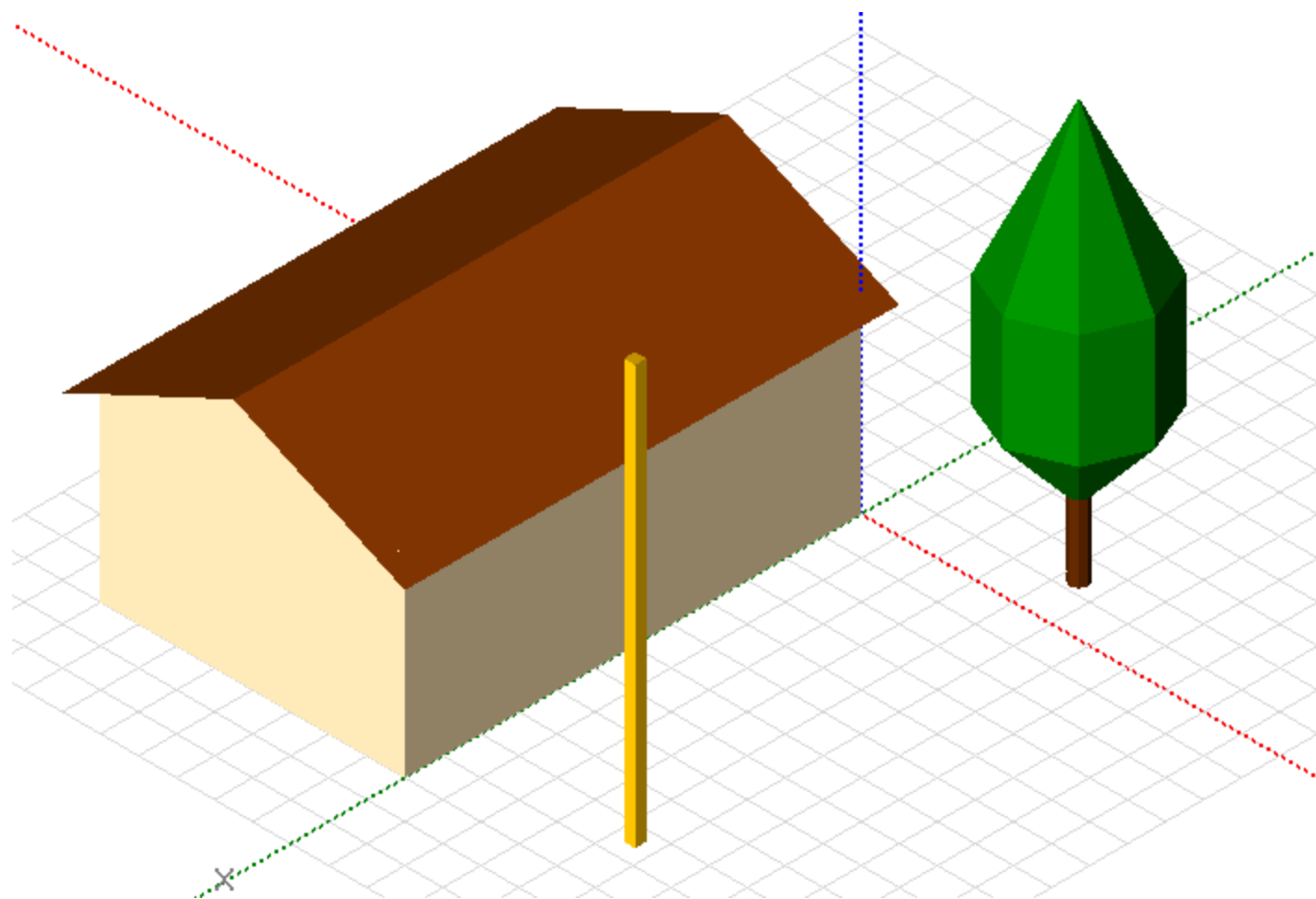


# Dimensionamento Completo no PVsyst





# Dimensionamento Completo no PVsyst



# Dimensionamento Completo no PVsyst

- **Preços;**
  - Módulo FV: R\$2,50/Wp;
  - Suporte: R\$0,2/Wp;
  - Inversor: R\$1,50/Wp;
  - Projeto e Engenharia: R\$0,3/Wp;
  - Instalação: R\$0,2/Wp;
  - Lucro: R\$0,3/Wp;
  - BOS (Balance of System, são os componentes restantes, como proteção e cabos): R\$0,2/Wp.
  - Manutenção R\$ 250,00/Ano...
  - Inflação 7%
  - Taxa de Desconto 10%

# Considerações Finais

- Observamos que em um sistema fotovoltaico existem muitas variáveis e só o software pode estimar as perdas e considerar quase tudo que temos na prática;
- Quanto mais considerações forem realizadas no software (mais perdas inseridas, sombras...), o resultado da modelagem vai ser mais próximo do real;
- Vários refinamentos são necessários em uma simulação, essa foi somente um exemplo para uma palestra, e que já é bem melhor que calcular na mão ou planilhas;
- Sistemas maiores o impacto é muito maior.

O bom projetista tem que conhecer os softwares, e tecnologias para realizar diferentes combinações e obter o sistema ótimo, isso garante menor *payback*, maior lucro, e maior segurança!

# Referências

- [1] E. Lorenzo, "Energy Collected and Delivered by PV Modules," Hand- book of Photovoltaic Science and Engineering, 2005. 984–1042 p. ISBN 9780470721698.
- [2] Features of HOMER, <https://www.homerenergy.com/products/pro/> (current sep. 05, 2019)
- [3] Features of PVSol, <https://www.valentin-software.com/en/products/photovoltaics/57/pvsol-premium> (current sep. 05, 2019)
- [4] Features of PVSyst, <https://www.pvsyst.com/> (current sep. 05, 2019)
- [5] J. L. de Souza Silva, T. S. Costa, K. B. de Melo, E. Y. Sakô, H. S. Moreira and M. G. Villalva, "A Comparative Performance of PV Power Simulation Software with an Installed PV Plant," 2020 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Buenos Aires, Argentina, 2020, pp. 531-535, doi: 10.1109/ICIT45562.2020.9067138.



# Referências

- [6] Minhacasasolar. Inversor Fronius. Disponível em: <https://www.minhacasasolar.com.br/produto/inversor-fronius-25-0kw-grid-tie-eco-light-25-0-79189>. Acesso em 09/03/20.
- [7] SolarEdge Technologies, "Power Optimizer," 2018.
- [8] Tigo, "TS4 Platform One Smart Platform," 2018.
- [9] Solcentral. Enphase. Disponível em: <http://www.solcentral.com.br/produtos/inversores/enphase/>. Acesso em 09/03/20.
- [10] MACHADO, G. M. V. ; SILVA, J. L. S. ; MOREIRA, H. S. ; VARGAS, T. N. ; PRYM, G. C. S. ; LIMA, G. P. ; VILLALVA, M. G. . Estudo de Caso de um Sistema Fotovoltaico instalado no Campus da Unicamp em diferentes Softwares de Simulação. Revista Brasileira de Energia Solar, v. XI, p. 124, 2020.
- [11] M. Nazififard, H. Hashemi-Dezaki and K. Nazififard, "Comparing Actual Measurement and PVsyst Simulation Results for Energy Generation of Microgrid-Connected PV Systems," 2023 13th Smart Grid Conference (SGC), Tehran, Iran, Islamic Republic of, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/SGC61621.2023.10459295.

# Referências

[12] G. Viduruwan and D. K. A. Induranga, "Validation of Meteonorm 8 for energy estimation of Solar Power Plants in Sri Lanka, Using PVsyst Software," 2021 3rd International Conference on Electrical Engineering (EECon), Colombo, Sri Lanka, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/EECon52960.2021.9580960.



# Meu Obrigado!



Mais informações:  
[www.lesfmv.com](http://www.lesfmv.com)  
[www.cursosolarunicamp.com](http://www.cursosolarunicamp.com)