



**nPEE**

Núcleo de Processamento  
de Energia Elétrica

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC  
Centro de Ciências Tecnológicas - CCT  
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE



# **SISTEMA DE GERAÇÃO RENOVÁVEL**

## **PROF. JOSÉ RENES PINHEIRO**

# **SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A REDE ELÉTRICA**

**Fábio Cadore Posser**

**Setembro 2015**

# TÓPICOS

---

- **Objetivos**
- **Introdução**
- **Análise do cliente**
- **Dimensionamento do sistema**
- **Requisitos da concessionária**
- **Projeto**
- **Encaminhamento a concessionária**
- **Análise do resultado**
- **Considerações Finais**

# Objetivo

---

Apresentar o processo envolvido na instalação de um sistema conectado a rede, especificamente na concessionária de Santa Catarina, CELESC, aplicado em um caso real na cidade de Jaraguá do Sul.

Será abordado nesta apresentação os requisitos da concessionária, procedimento de projeto utilizado e análise dos resultados.

# Introdução

---

Em 2012 a Resolução Normativa Nº 482 estabeleceu os conceitos de Mini e Microgeração, o funcionamento do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, bem como os critérios para conexão das usinas às distribuidoras.

Ficou definido que Microgeração distribuída é qualquer central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada.

E Minigeração distribuída qualquer central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada .

# Introdução

---

Desde então, qualquer consumidor pode solicitar o acesso a rede de distribuição para instalar uma microgeração ou minigeração na sua propriedade.

Porém, a geração excedente deste consumidor não poderá ser comercializada, o excedente de energia será contabilizado como créditos a serem consumidos em até 36 meses ou em mais 5 estabelecimentos com o mesmo CPF ou CNPJ.

Em virtude disto e dos consequentes aumentos na tarifa de energia, diversas pessoas começaram a busca pela independência energética. Porém esta independência ainda necessita da rede elétrica da distribuidora em funcionamento, porque como não há armazenamento de energia neste sistema, é necessário gerar um excedente durante o dia, para consumir energia durante a noite.

# Análise do Cliente

Nome do Cliente: Fábio Cadore Posser

UC: 20434929

End: R N SRA APARECIDA, 185, ILHA DA FIGUEIRAZ JARAGUA DO SUL/SC - 89258-810

## HISTÓRICO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - Kwh

Ago/2014	Set/2014	Out/2014	Nov/2014	Dez/2014	Jan/2015	Fev/2015	Mar/2015	Abr/2015	Mai/2015	Jun/2015	Jul/2015
142	329	307	393	490	444	656	500	476	386	343	315

Média mensal de consumo: 421,72 kWh/mês

Obs: O consumo nesta residência iniciou na metade do mês de Agosto, desta maneira a média a ser considerada levou em conta Setembro/2014 a Julho/2015.

# Análise do Cliente

---

Radiação média anual em Jaraguá do Sul.

Latitude: 26.485833 Sul

Longitude: 49.066944 Oeste

Estação meteorológica de referência localizada em Indaial a 48Km de Jaraguá do Sul.

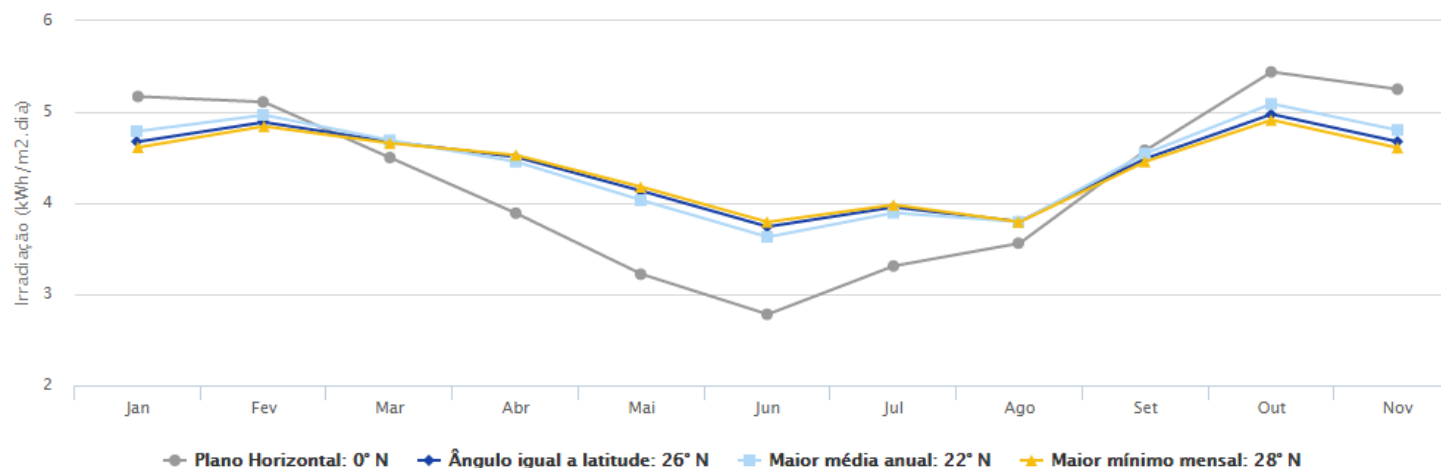
# Análise do Cliente

**Estação:** Indaial  
**Município:** Indaial, SC - BRA  
**Latitude:** 26,9° S  
**Longitude:** 49,231666° O  
**Distância do ponto de ref. ( 26,485833° S; 49,066944° O ):** 48,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
✓	Plano Horizontal	0° N	5,17	5,11	4,50	3,89	3,22	2,78	3,00	3,31	3,56	4,58	5,44	5,25	4,15	2,66
✓	Ângulo igual a latitude	26° N	4,67	4,89	4,67	4,51	4,13	3,74	3,96	3,96	3,80	4,49	4,98	4,67	4,37	1,23
✓	Maior média anual	22° N	4,79	4,97	4,69	4,46	4,03	3,63	3,85	3,89	3,80	4,54	5,09	4,80	4,38	1,46
✓	Maior mínimo mensal	28° N	4,61	4,84	4,66	4,53	4,18	3,79	4,01	3,98	3,79	4,46	4,91	4,61	4,36	1,12

Irradiação Solar no Plano Inclinado –Indaial–Indaial, SC–BRA

26,9° S; 49,231666° O



Média anual de 4,38 horas de sol pleno por dia.

Geração de energia necessária =  $421,72 / (30 * 4,38) = 3,21\text{kWp}$

Posicionamento: Norte com inclinação de 22°



# Requisitos da Celesc

---

REQUISITOS PARA A CONEXÃO DE MICRO OU MINIGERADORES DE ENERGIA AO SISTEMA ELÉTRICO DA CELESC DISTRIBUIÇÃO:  
<http://novoportal.celesc.com.br/portal/images/arquivos/normas/l4320004.pdf>

Perguntas Frequentes sobre a conexão de Sistemas de Microgeração Fotovoltaicos ao Sistema de Distribuição da Celesc em Baixa Tensão:  
<http://novoportal.celesc.com.br/portal/images/arquivos/normas/FAQ-Microgeracao-Fotovoltaica.pdf>

# Requisitos da Celesc

## Etapa 1: Solicitação de Acesso

Acessante formaliza à Celesc Distribuição a Solicitação de Acesso ao sistema como micro/mini gerador, e encaminha as informações necessárias (subitem 5.1)

Caso falem informações, o acessante terá 60 dias para reapresentar a documentação

## Etapa 2: Parecer Técnico de Acesso

Celesc Distribuição emitirá o Parecer Técnico de Acesso da instalação em até 30 dias

Caso haja necessidade de reforços/obras no sistema, o prazo será de até 60 dias

## Etapa 3: Implantação da Conexão

Acessante encaminha à Celesc Distribuição a Solicitação de Vistoria, conforme modelo Anexo 4

Celesc Distribuição efetua vistoria nas instalações, em até 30 dias da solicitação

Celesc Distribuição emite Relatório de Vistoria, em até 15 dias após a vistoria

## Etapa 4: Aprovação do Ponto de Conexão

Acessante efetua as adequações pertinentes e comunica à Celesc Distribuição

Após a constatação das adequações, Celesc Distribuição aprova a operação da micro/mini geração em até 7 dias

Informações necessários do item 5.1:

- Formulário de Solicitação de Acesso;
- Memorial descritivo da instalação;
- Anotação de Responsabilidade Técnica;

# Projeto

---

Conforme verificado anteriormente, seria necessário um kit de 3,2kWp instalado com 22° de inclinação Norte para suprir o consumo anual de energia elétrica da residência.

Porém devido a restrições da instalação o sistema fotovoltaico só possui possibilidade de instalação Oeste, com a inclinação de 30° do próprio telhado.

Outro fator negativo para a geração de energia é o posicionamento do poste de energia da concessionária, próximo ao telhado de instalação do sistema fotovoltaico, o que provoca sombreamento nas placas a partir de 15:30 (considerando posição do sol no mês de Agosto).

Desta maneira foi escolhido realizar a instalação do sistema com um inversor Fronius Galvo 3.0-1 e 13 placas de 255W Yingli, totalizando 3,315kWp.

# Projeto

---

No lado CC e CA do inversor foram colocados Dispositivos de Proteção contra Surto, para proteger o inversor de eventuais surtos na rede de distribuição, ou nos próprios painéis fotovoltaicos devido a descargas atmosféricas por exemplo.

A conexão dos painéis ao inversor ocorre por meio de uma seccionadora. A conexão do inversor a rede elétrica é através de um disjuntor residual.

O esquema elétrico a seguir apresenta o projeto elétrico.

# Projeto

## 60Hz Energias Renováveis LTDA

Cnpj: 18.305.012/0001-90 Fone: (47) 3370-8865

### DADOS GERAIS

Cliente	Fábio Cadore Posser
Técnico	Eng. Fábio Cadore Posser
A.R.T N°	5378063-0
CREA-SC	124855-4
Assinatura:	








### DADOS DO SISTEMA

Cliente	Fábio Cadore Posser
Local de Instalação	Jaraguá do Sul
Endereço:	Rua Nossa Senhora Aparecida, 185
Concessionária de energia	Celesc

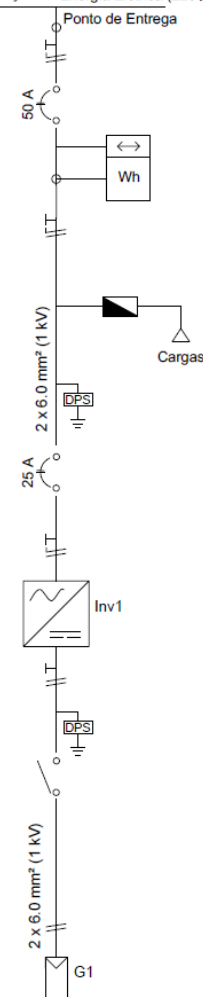
G1	14 Módulos Fotovoltaicos 250Wp
Potência	Wp, tot = 3500 W
Módulos	Yingli YL250P-29b 250W
Inv1	1 Inversor Fronius Galvo 3.0-1

Configuração	Uma string com 14 módulos em série; Um inversor;
--------------	---

### Legendas

	Inversor
	Módulo Fotovoltaico
	Medidor de Energia
	Disjuntor Termomagnético
	Quadro de Distribuição
	Seccionadora
	Dispositivo de Proteção contra Surto Classe 2

### Rede de distribuição de Energia Elétrica (220V)



# Encaminhamento a concessionária

---

O projeto para microgeração foi encaminhado a Celesc e recebeu aprovação para execução da obra.

No atual momento está em processo de vistoria.

# Análise do resultado

---

O inversor Fronius Galvo possui datalogger integrado, possibilitando o monitoramento do sistema.

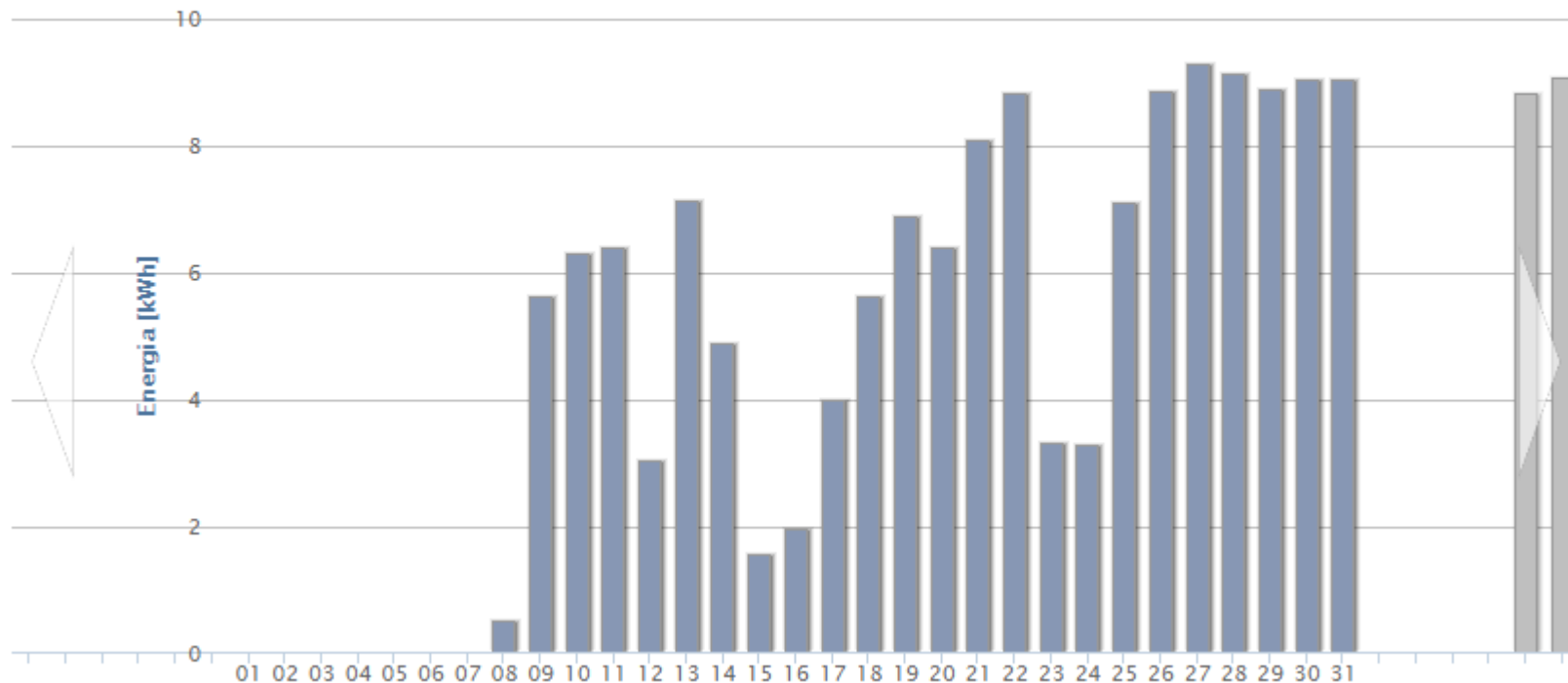
Segue a seguir resultados de geração obtidos até o momento.

# Análise do resultado

O inversor Fronius Galvo possui datalogger integrado, possibilitando o monitoramento do sistema.

**145,00 kWh**  
julho de 2015

■ Galvo 3.0-1 (# 1)



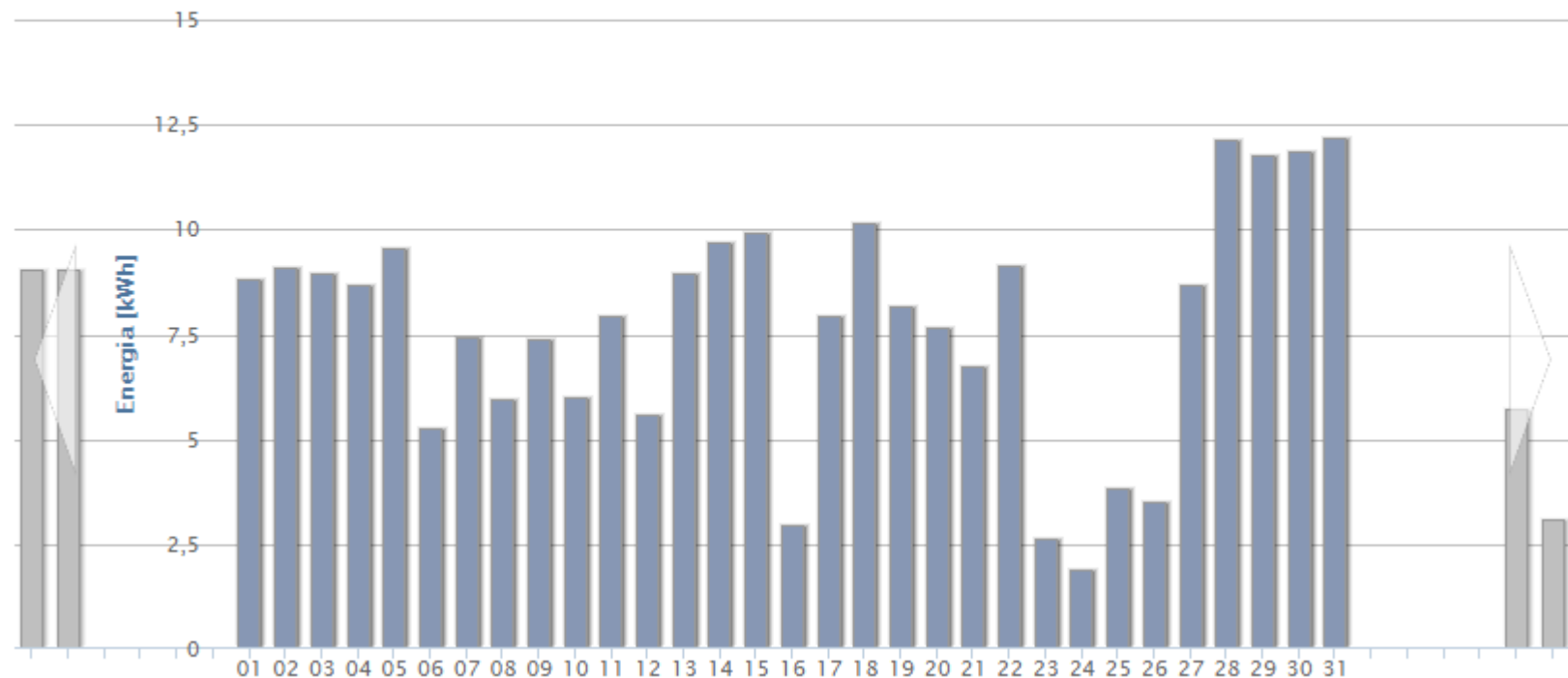


# Análise do resultado

Geração esperada para o mês de Agosto: 386,86kWh.

**239,66kWh**  
agosto de 2015

Galvo 3.0-1 (# 1)

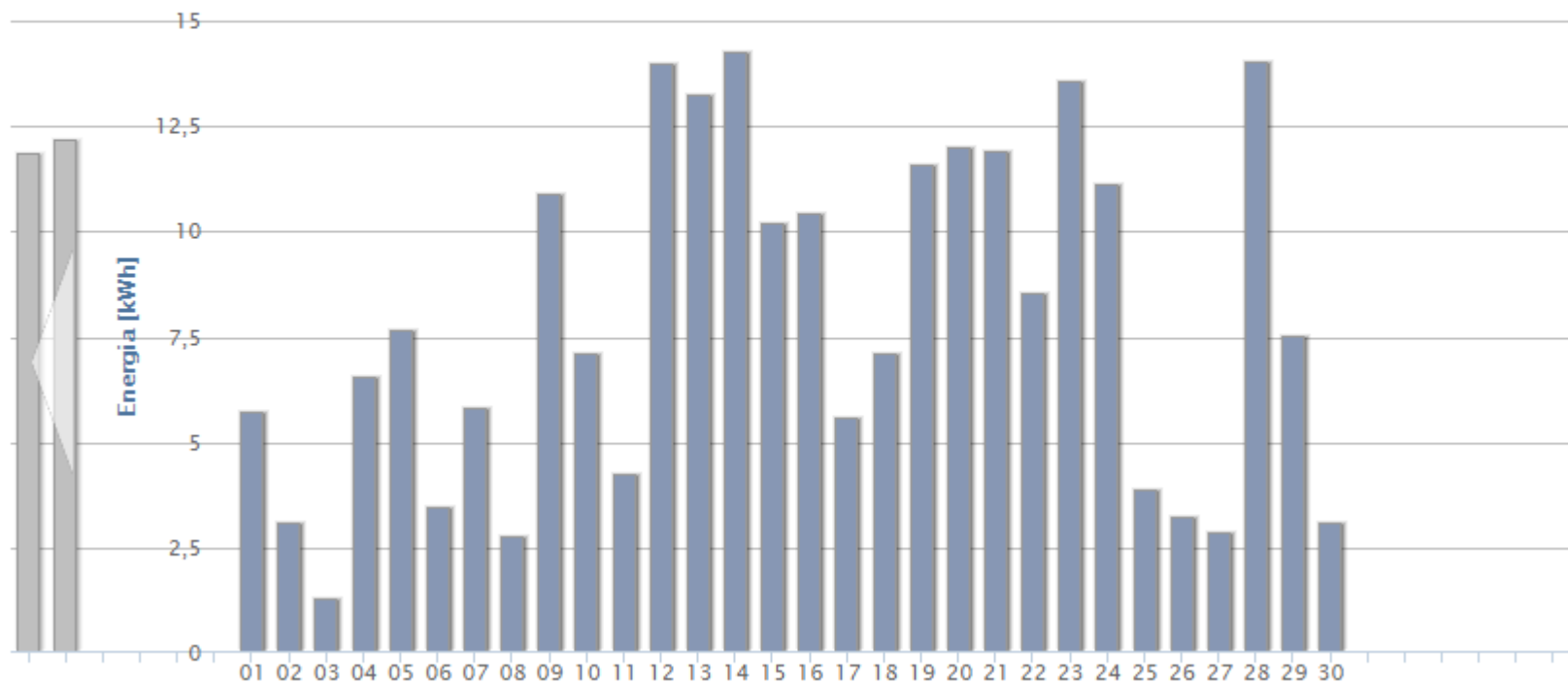


# Análise do resultado

Geração esperada para o mês de Setembro: 377,91kWh.

**236,01 kWh**  
setembro de 2015

Galvo 3.0-1 (# 1)



# Análise do resultado

---

Podemos observar que a energia gerada mensalmente está abaixo do esperado.

Dois fatores contribuíram para isto:

- Os painéis estão direcionados a Oeste;
- Sombreamento ocasionado pelo poste da concessionária de energia durante o período da tarde.

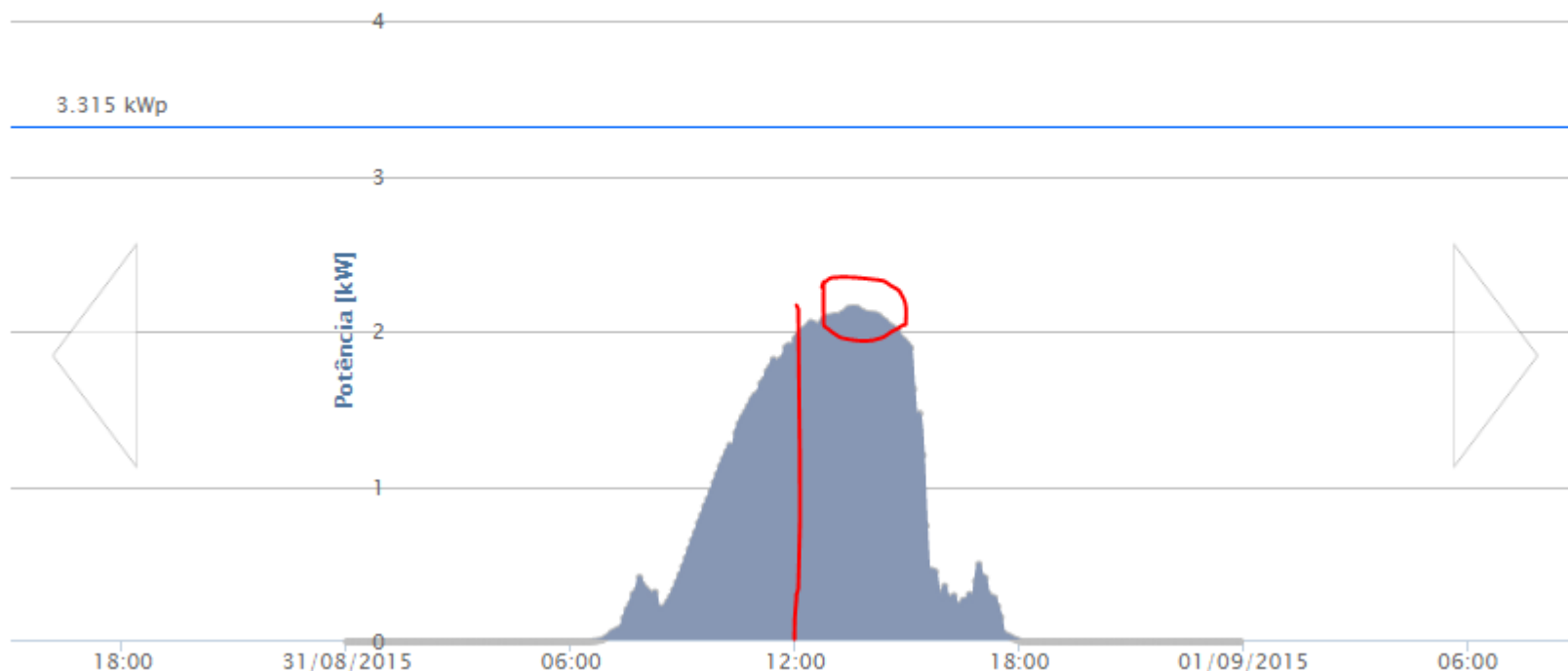
# Análise do resultado

A orientação incorreta ocasiona um alinhamento do sol com os painéis em um horário onde a radiação não é a mais elevada.

No momento de radiação mais elevada do dia o sol está fora de alinhamento em relação a face dos painéis.

12,15 kWh  
31/08/2015

Galvo 3.0-1 (# 1)

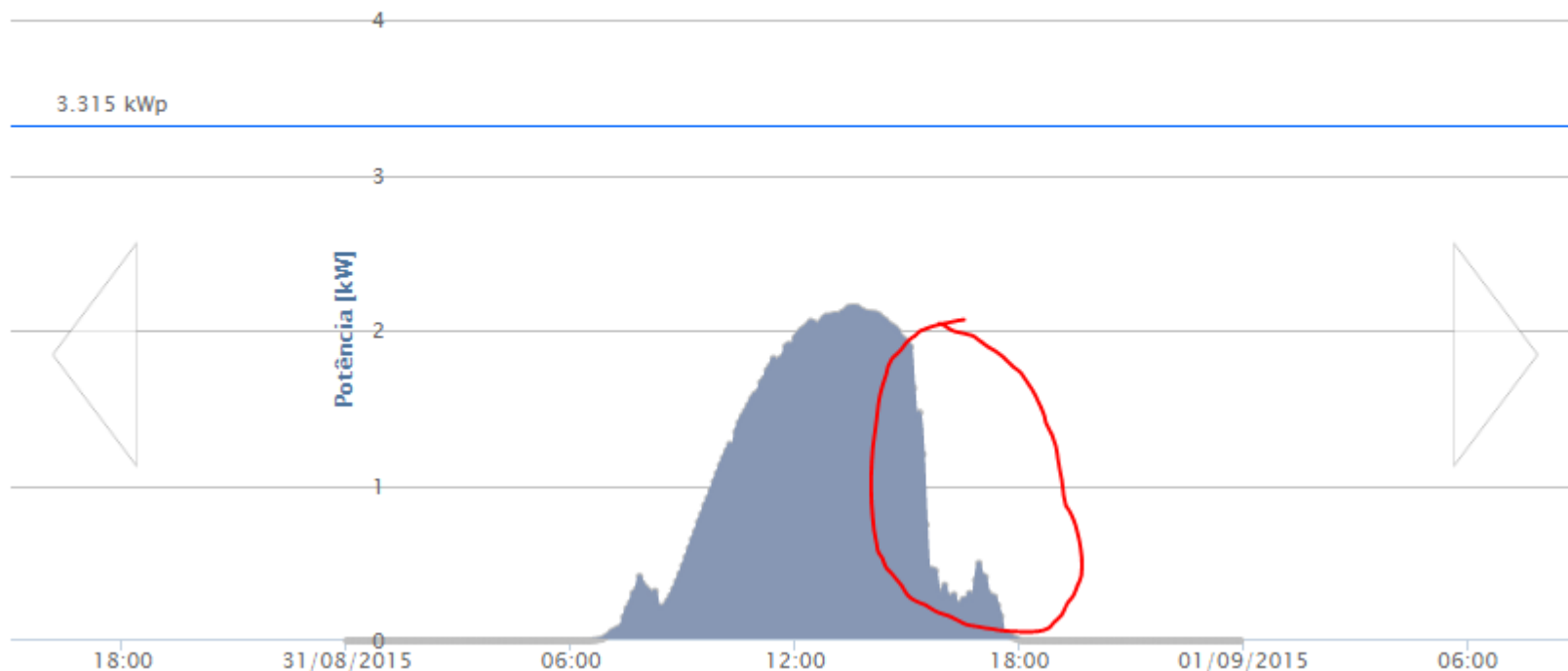


# Análise do resultado

Perda devido ao sombreamento ocasionado pelo poste da concessionária de energia durante o período da tarde.

**12,15**kWh  
31/08/2015

Galvo 3.0-1 (# 1)



# Considerações finais

---

Como podemos observar, o resultado de geração não apresentou os valores esperados, porém, isto ocorreu devido a dificuldades na questão de instalações físicas.

O principal objetivo deste projeto foi verificar a real implantação junto a Celesc. A qual não obtivemos problemas e impecílios até o presente momento.

# Referências

---

- Requisitos para Conexão de Micro ou Minigeradores de Energia ao Sistema Elétrico da Celesc Distribuição:  
<http://novoportal.celesc.com.br/portal/images/arquivos/normas/I4320004.pdf>
- Perguntas Frequentes sobre a conexão de Sistemas de Microgeração Fotovoltaicos ao Sistema de Distribuição da Celesc em Baixa Tensão:  
<http://novoportal.celesc.com.br/portal/images/arquivos/normas/FAQ-Microgeracao-Fotovoltaica.pdf>