

# Eficiência Energética e Monitoramento de Energia Elétrica

Prof. Eduardo Parente Ribeiro  
Projeto de Extensão EEMEPP

Apresentação ao Proj. REAMB em 02/04/2024

# Contexto Ambiental

- **Efeito estufa:** Emissão de gases: Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ), Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Clorofluorcarbonetos (CFCs).
- **Aquecimento global:** elevação das temperaturas; derretimento das calotas polares; aumento do nível do mar; tempestades severas; inundações; deslizamento de terra; insegurança alimentar; secas intensas; escassez de água; incêndios severos; extinção de espécies e danos ao ecossistema;
- **Ações:** Reduzir o consumo de combustíveis fósseis. Aumentar a eficiência energética. Plantar árvores e conservar florestas. Adotar energias renováveis. Consumir de forma consciente. Reduzir, reutilizar e reciclar resíduos. Apoiar políticas ambientais.

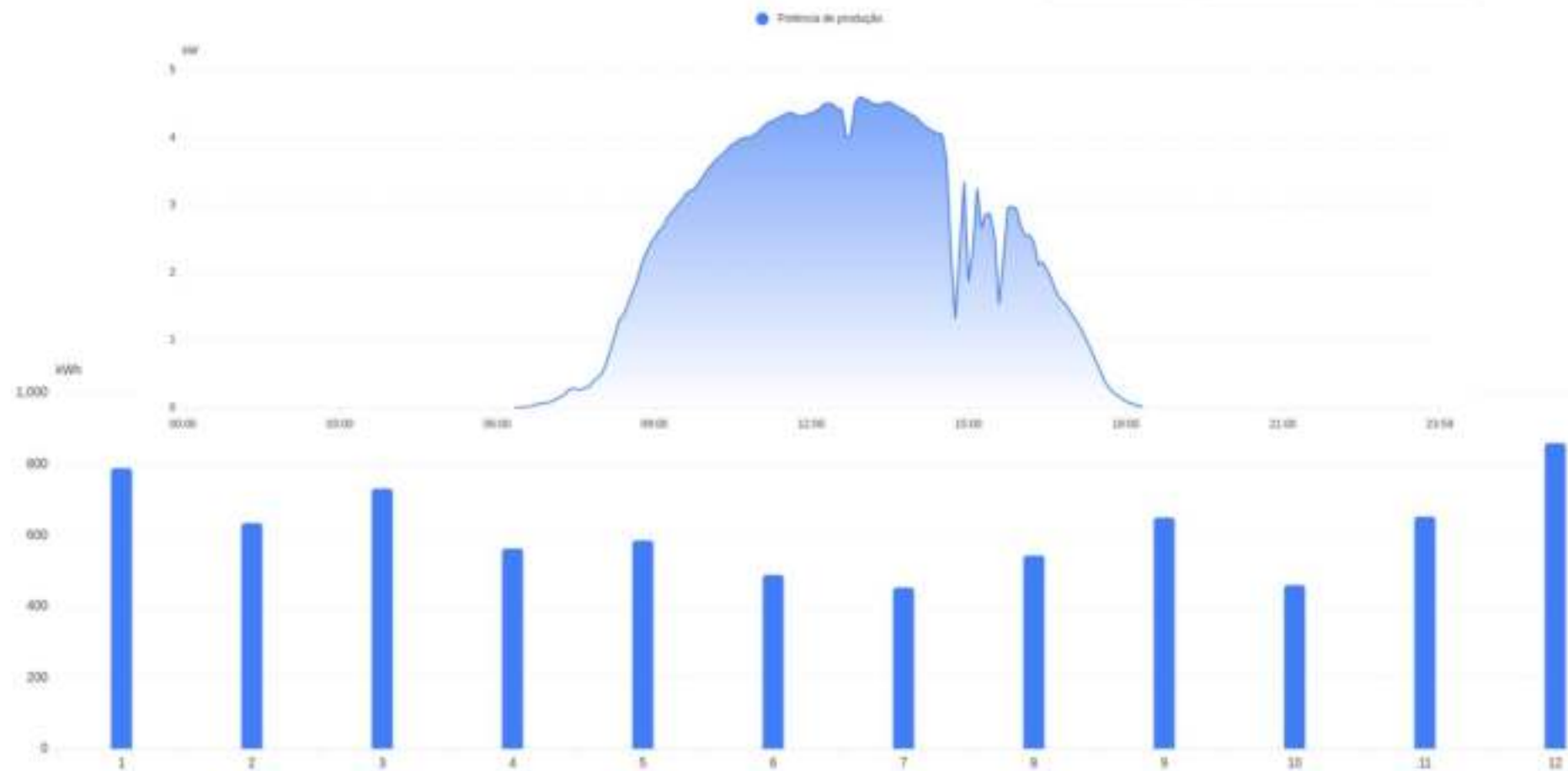


# Energia Solar

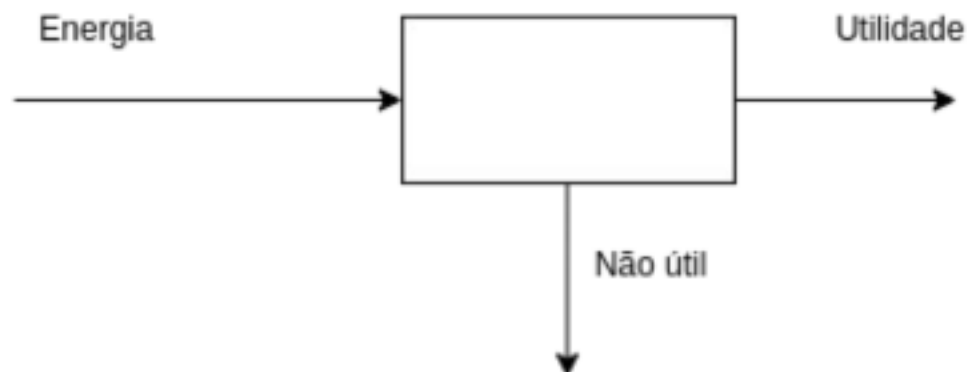
- Limpa, Renovável, Sustentável



# Geração fotovoltaica residencial



## Eficiência na conversão de energia



Geração: E.cinética em Elétrica

Uso: Elétrica em cinética, calor, luz

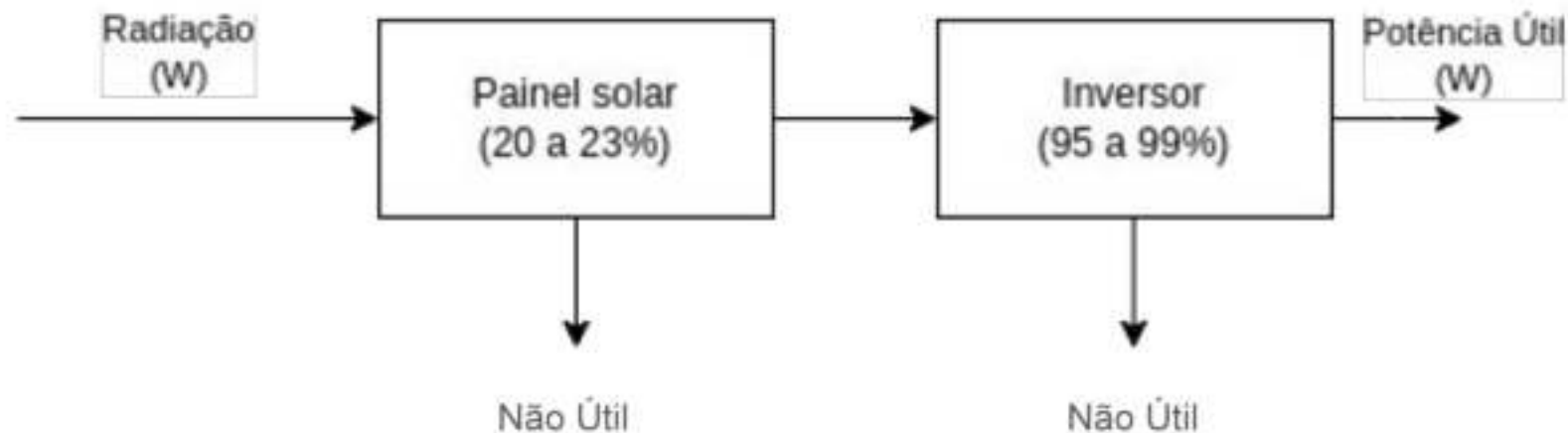
## Exemplos de Ações para eficiência

### Substituição por dispositivos mais eficientes

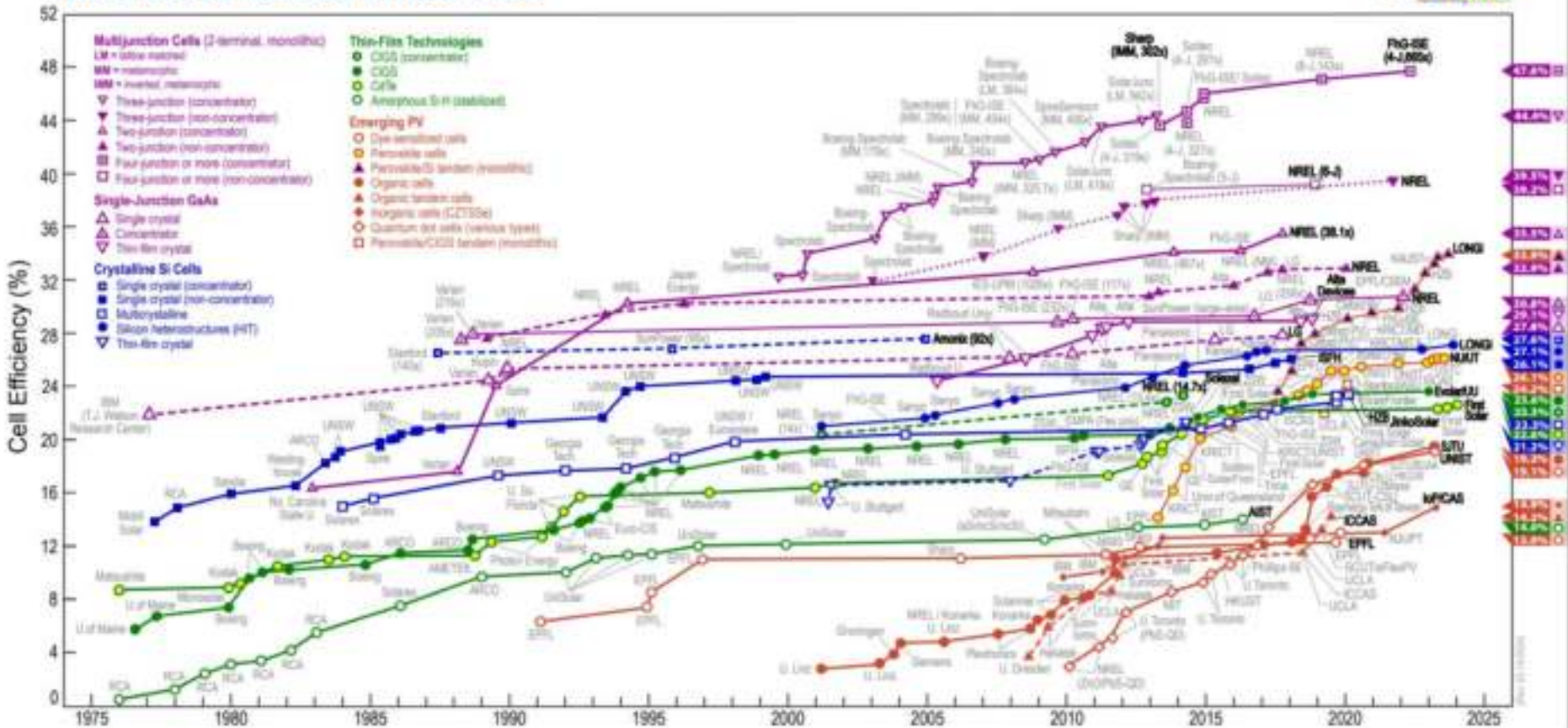
- Indústria: Motores, Equipamentos em geral, iluminação, controle de reativo, ar-condicionado.
- Empresa: Ar-condicionado, Equipamentos, Iluminação.
- Residência: Iluminação, Eletrodomésticos (geladeira, lavadora), ar-condicionado.
- Universidade: Iluminação, Equipamentos, Ar-condicionado.

Todos: aquecimento solar, geração fotovoltaica, eólica.

# Eficiência Geração Solar

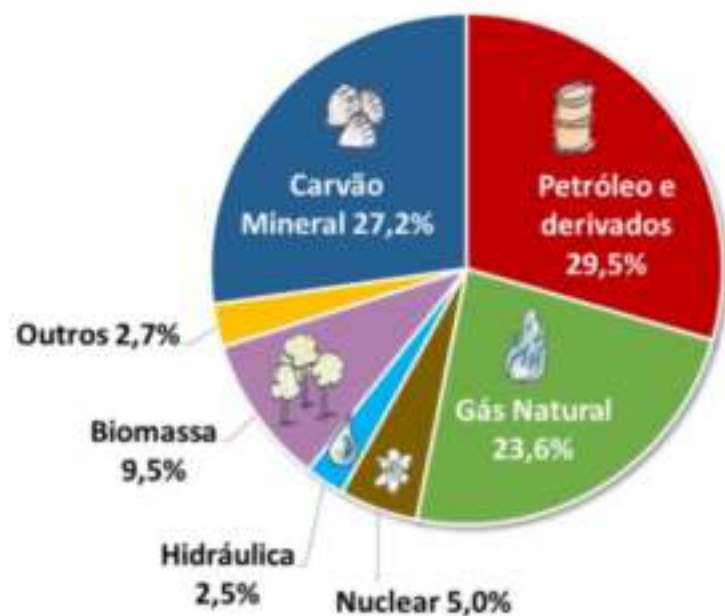
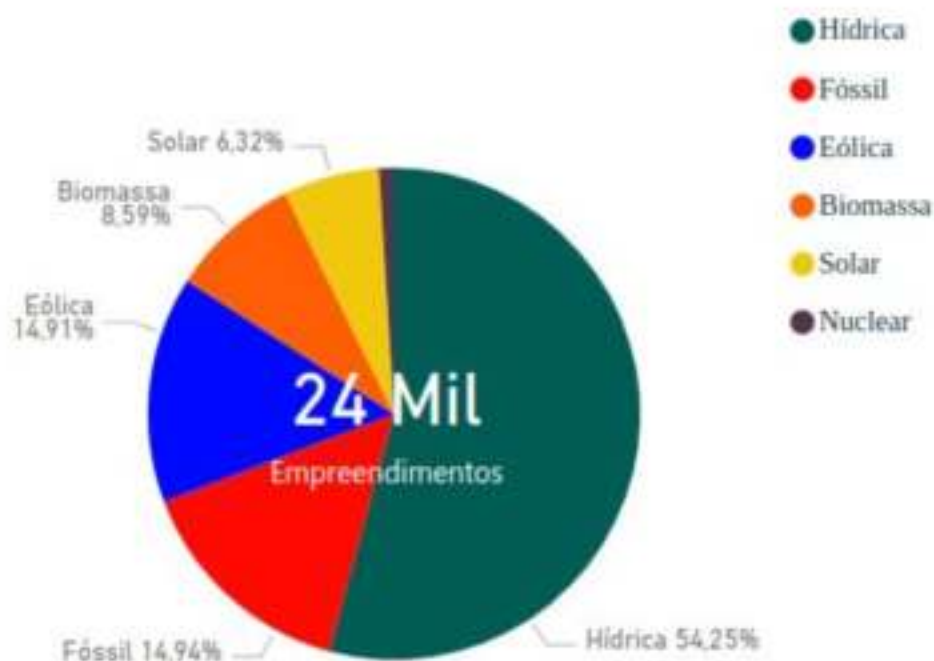


# Best Research-Cell Efficiencies





# Matriz por origem de combustível



Matriz Energética Mundial 2021

(IEA, 2023; total em 2021: 618 milhões de TJ - terajoule)

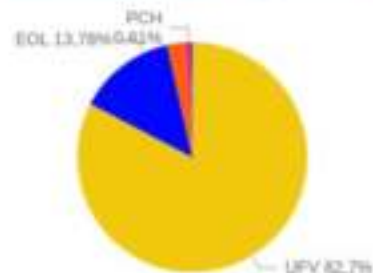
# Matriz por Fase de Construção

## Empreendimentos Com Construção Não Iniciada

Tipo	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	% (Pot. Outorgada)
EOL	20.019.109,00	0,00	303	13,70%
PCH	910.302,65	0,00	07	0,01%
UFV	124.976.762,60	0,00	2029	82,70%
UHE	254.000,00	0,00	3	0,20%
UTE	4.040.683,00	0,00	40	2,00%
<b>Total</b>	<b>151.117.016,25</b>	<b>0,00</b>	<b>3452</b>	<b>100,00%</b>

% Potência Outorgada com Construção não Iniciada / Total

40,70%

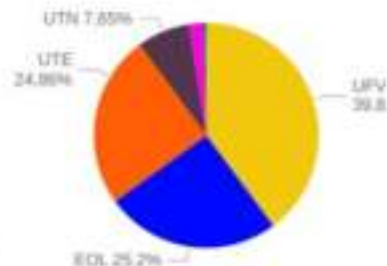


## Empreendimentos Em Construção

Tipo	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	% (Pot. Outorgada)
CGH	15.096,00	0,00	0	0,09%
EOL	4.447.100,00	0,00	106	25,20%
PCH	304.960,00	0,00	20	2,00%
UFV	7.029.760,00	0,00	108	39,94%
UHE	40.000,00	0,00	1	0,20%
UTE	4.386.100,00	0,00	42	24,80%
UTN	1.350.000,00	0,00	1	7,80%
<b>Total</b>	<b>17.645.620,00</b>	<b>0,00</b>	<b>352</b>	<b>100,00%</b>

% Potência Outorgada em Construção / Total

4,75%

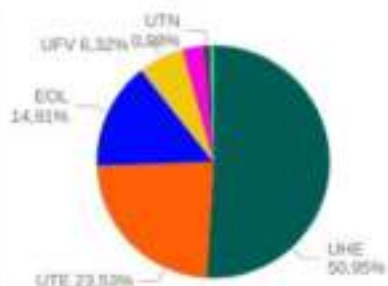


## Empreendimentos Em Operação

Tipo	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	% (Pot. Outorgada)
CGH	803.430,31	803.430,31	007	0,4%
EOL	30.200.023,06	29.768.823,06	1035	14,91%
PCH	5.824.512,57	5.822.056,57	430	2,00%
UFV	12.807.223,12	12.806.312,77	16208	6,32%
UHE	103.175.523,00	103.197.797,00	213	30,95%
UTE	47.637.000,00	46.134.127,31	3023	23,53%
UTN	1.900.000,00	1.900.000,00	2	0,90%
<b>Total</b>	<b>202.498.822,77</b>	<b>200.583.770,82</b>	<b>23650</b>	<b>100,00%</b>

% Potência Outorgada em Operação / Total

54,54%



# Matriz Elétrica Brasileira

SCE - Superintendência de Concessões, Permissões e

Autorizações dos Serviços de Energia Elétrica

Data de referência dos dados: 31/3/2024 13:01

**Tipo**

CGH  EOL  PCH  UFV  UHE  UTE  UTN

**UF**

AC  BA  GO  MT  PI  RO  SE  
 AL  CE  MA  PA  RN  RR  SP  
 AM  DF  MG  PB  RJ  RS  TO  
 AP  ES  MS  PE  RN  SC

**Fase**

Construção não iniciada  
 Construção  
 Operação



Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	% (Pot. Fiscalizada)
UHE	221	385.589.621,88	385.197.797,88	51,45%
UTE	3111	58.073.863,91	46.134.127,31	25,00%
EOL	3546	55.486.251,86	29.768.623,96	14,94%
UFV	23255	144.813.752,53	12.888.512,77	6,35%
PCH	525	7.108.903,22	5.822.656,57	2,99%
UTN	3	3.343.000,00	1.963.000,00	0,19%
CGH	860	879.335,31	863.453,31	0,47%
<b>Total</b>	<b>27454</b>	<b>371.261.467,83</b>	<b>288.565.778,82</b>	<b>100,00%</b>

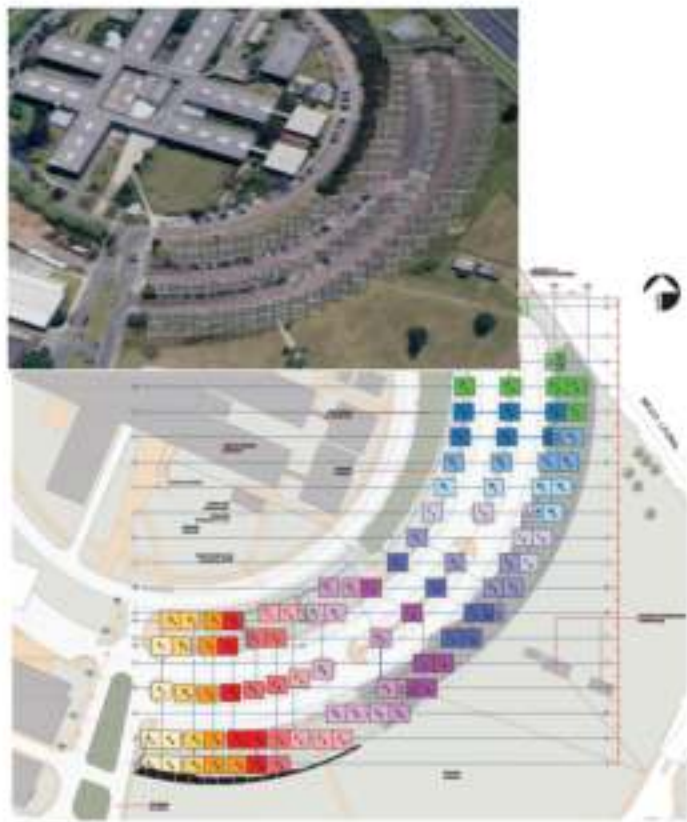
na UFPR, estacionamento Biológicas



no DELT  
bloco PK



# Geração fotovoltaica



**Sistema 1 (estacionamento)**  
6 inversores (175 kW cada)  
1,1 MWp

**Sistema 2 (DELTA)**  
1 inversor (100 kW)  
0,1 MWp



## Projetos

- PEE / ANEEL (Copel) - Programa de Eficiência Energética - 2017 a 2020
- P&D / ANEEL (Copel) - Pesquisa e Desenvolvimento - 2017 a 2020: Eng. Elétrica, Eng. Ambiental, Eng. Mecânica, Eng. Química, Arquitetura, Física, DEE Palotina.
- ENERGI - <https://energi.eletrica.ufpr.br> (Eng. Elétrica, Design, Arquitetura)
- EEMEPP - <https://eemepp.eletrica.ufpr.br>

# Micro PMU, Analisador de Energia, Multimedidor

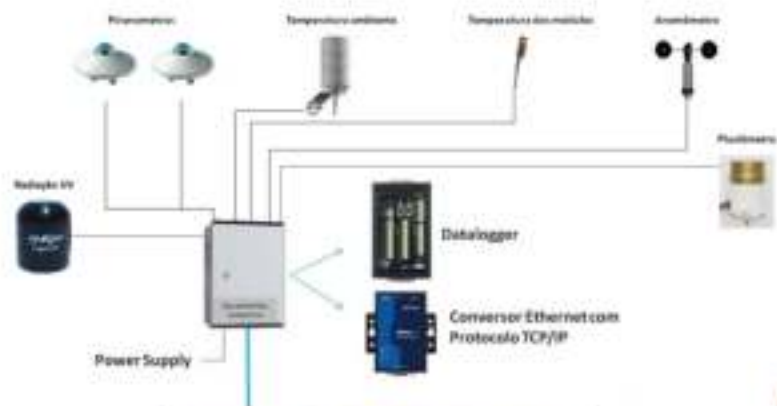




## Grandezas medidas

- Tensão, corrente
- potência (ativa, reativa, aparente), fator de potência,
- energia acumulada (ativa e reativa),
- frequência,
- distorção harmônica total (tensão e corrente), harmônicos (40)
- Inversores: DC, Temperatura

# monitoramento meteorológico, em tempo real



Descrição dos equipamentos e sensores

Sensor de medição de raios UV - A

Sensor de temperatura do ar

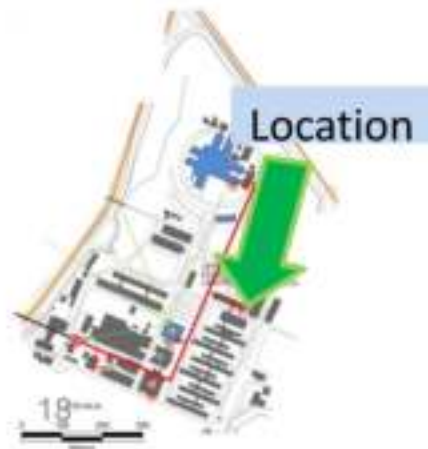
Sensor de umidade relativa do ar

Piranômetro padrão secundário – Medição no plano inclinado e na inclinação dos painéis fotovoltaicos

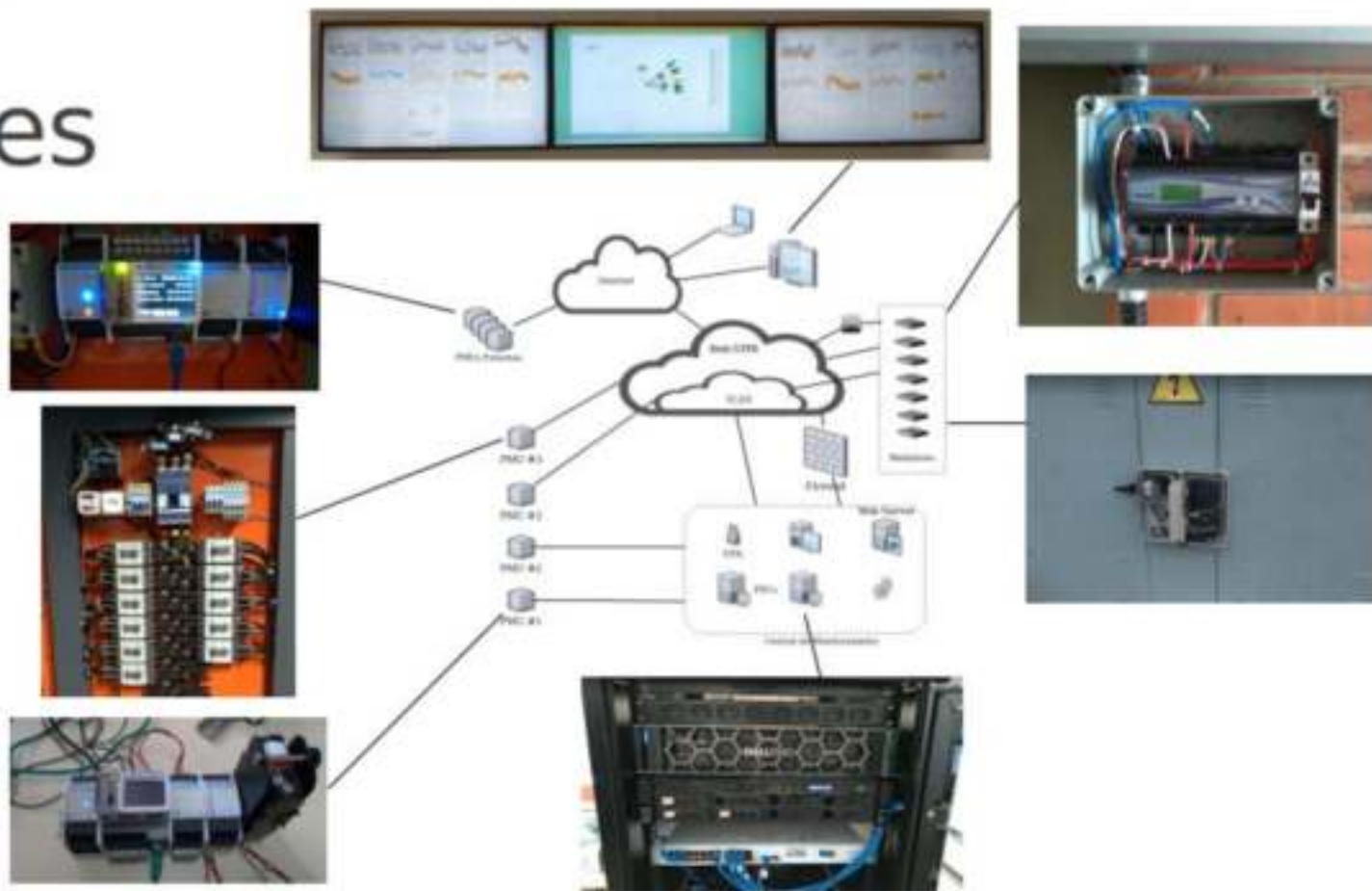
Sensor de velocidade do vento

Sensor de direção do vento

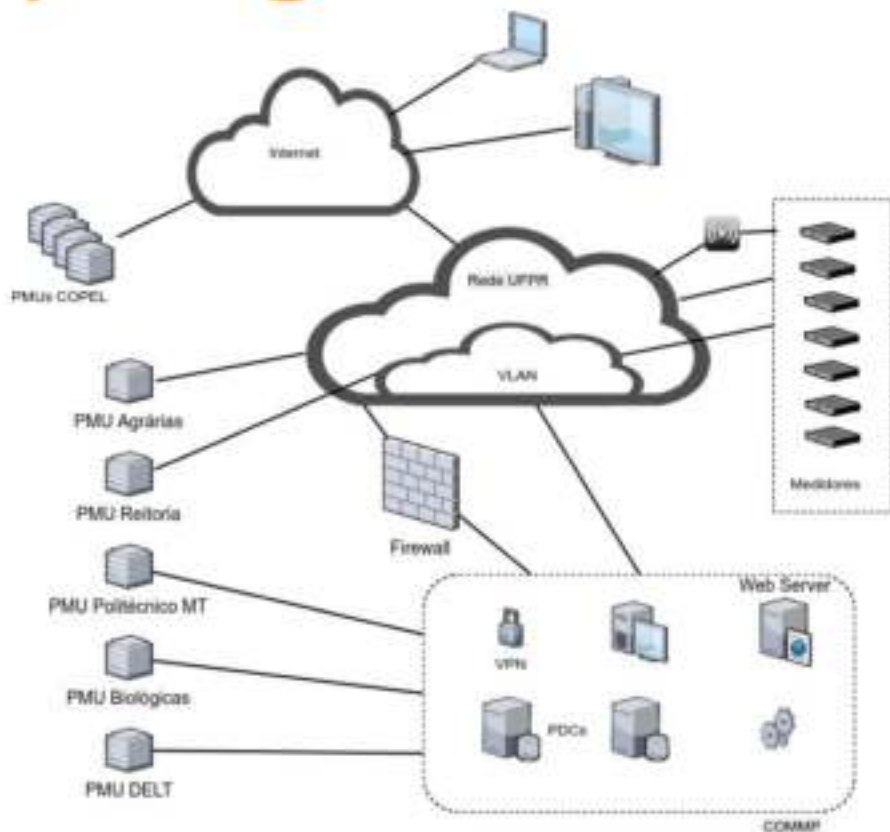
Sensor de temperatura PT100 auto-adesivo para os módulos fotovoltaicos



# Devices



# Topologia da Rede de Dados

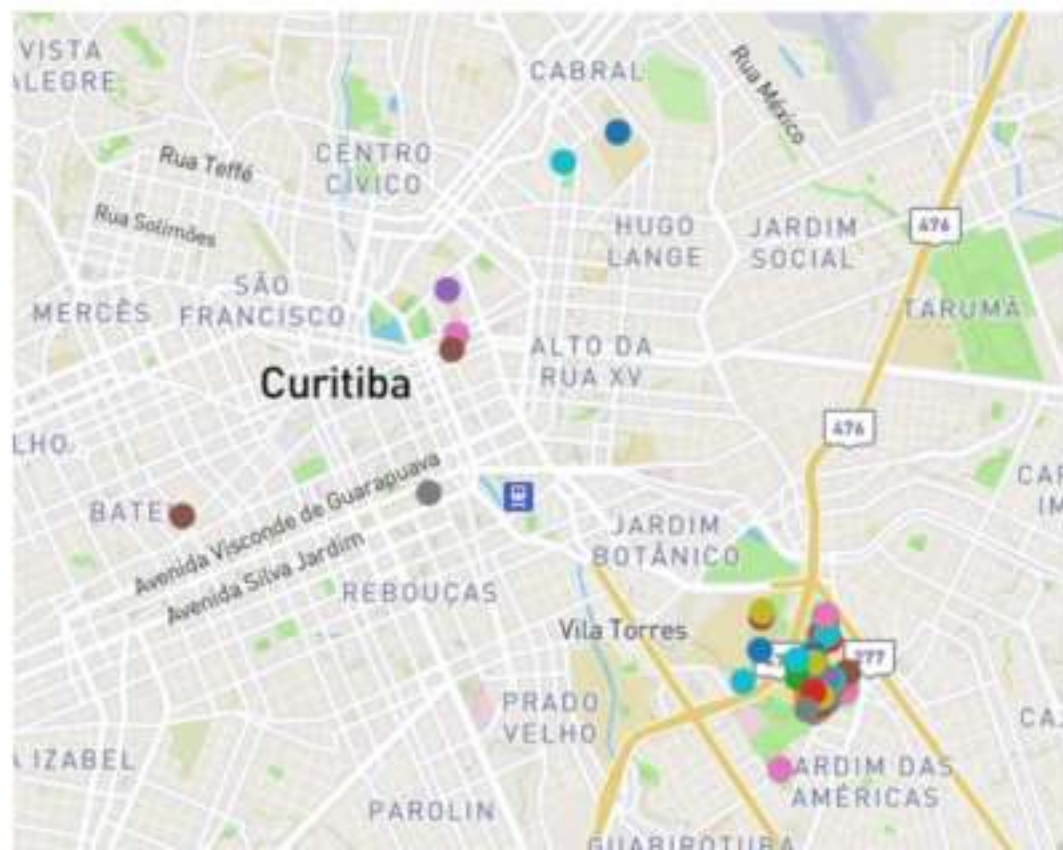


# Central monitoramento



- Monitores
- Servidores (armazenamento e processamento)
- *Living Lab.*

# Localização Medidores



# Medidores Centro Politécnico



- QD - BIO - ANATOMIA - PISO 1
- QL - BIO - ANATOMIA - PISO 1
- QD - BIO - ANATOMIA - PISO 2
- QL - BIO - ANATOMIA - PISO 2
- QD - BIO - BIOLOGIA CELULAR - PISO 3
- QD - BIO - ANATOMIA ANTIGO - PISO 1
- QD - BIO - BIOQ - PISO 1
- QL - BIO - BIOQ - PISO 1
- QD - BIO - BIOQ - PISO 3
- QL - BIO - BIOQ - PISO 3
- QD - BIO - BOTAN - PISO 1
- QD - BIO - BOTAN - PISO 2
- QL - BIO - BOTAN - PISO 2
- QD - BIO - BOTAN - PISO 3
- QD - BIO - GENÉTICA - PISO 1
- QL - BIO - GENÉTICA - PISO 1
- QD - BIO - GENÉTICA - PISO 3
- QD - BIO - FARMACO - PISO 1
- QL - BIO - FARMACO - PISO 1
- QD - BIO - FISIOL - PISO 2
- QD - BIO - PATO - PISO 1
- QL - BIO - PATO - PISO 1
- QD - BIO - PATO - PISO 2

Gasto total no ano  
8.051.191 kWh/ano  
(2019)

LEGENDA

● Setor 01

● Paineis da usina solar

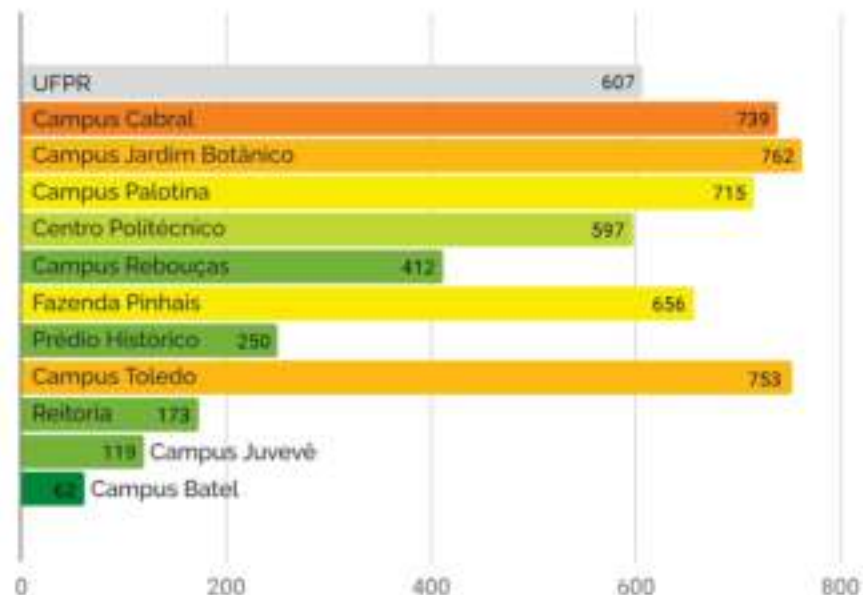




## Relação do consumo energético dos campi UFPR por área construída em kWh/m<sup>2</sup> (2019)



Consumo energético anual por estudante dos principais Campi UFPR em kWh (2019)



# Projeto Extensão

[eemepp.eletrica.ufpr.br](http://eemepp.eletrica.ufpr.br)



**EEMEPP**

Eficiência Energética e Monitoramento de Energia em Prédios Públicos

[Sobre](#)

[Equipe](#)

[Exemplos](#)

[Monitoramento na UFPR](#)

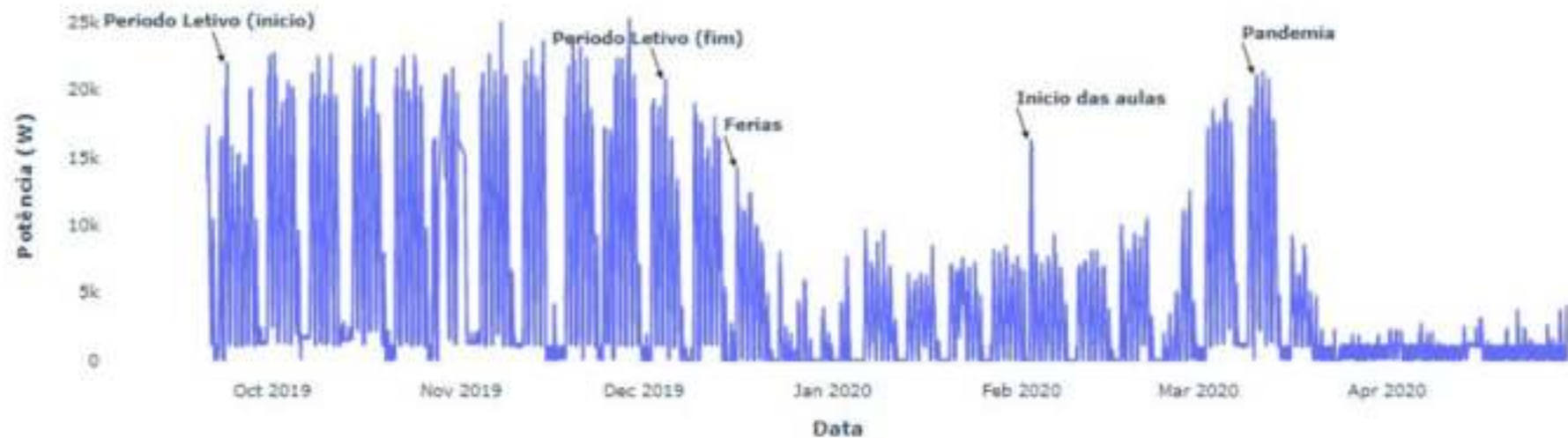
## MONITORAMENTO NA UFPR

- [Potência e Energia consumida nos prédios/departamento/setores da UFPR \(jan/22 a jul/23\)](#)
- [Potência e Energia no Setor de Ciências Biológicas \(jan-out/2022\)](#)
- [Geração Fotovoltaica](#)
- [Energia fotovoltaica acumulada](#)
- [Estação Meteorológica](#)
- [ENERGI](#)
  - [Indicadores de Desempenho Energético \(2018 a 2021\)](#)
  - [Consumo Energético dos Campi e Indicadores \(2018 a 2021\)](#)
  - [Potência Medidores Centro Politécnico Medidores Setor 1 \(blocos didáticos\)](#)
- [Localização dos Medidores e Analisadores de Energia](#)
- [Dados completos Medidores e Analisadores](#)
- [Medidores fasoriais](#)
- [Geração Fotovoltaica 3 kWp DELT bloco PK](#)

## Energia durante os meses do ano [kWh]



## Potência consumida ao longo de um ano

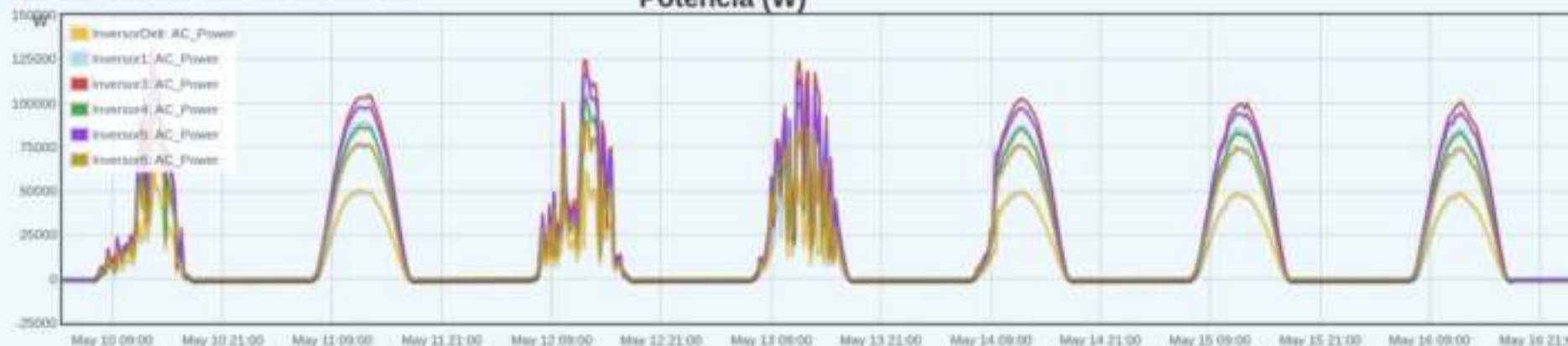


Potência ativa (Watt) medida no quadro do prédio de Engenharia Química,

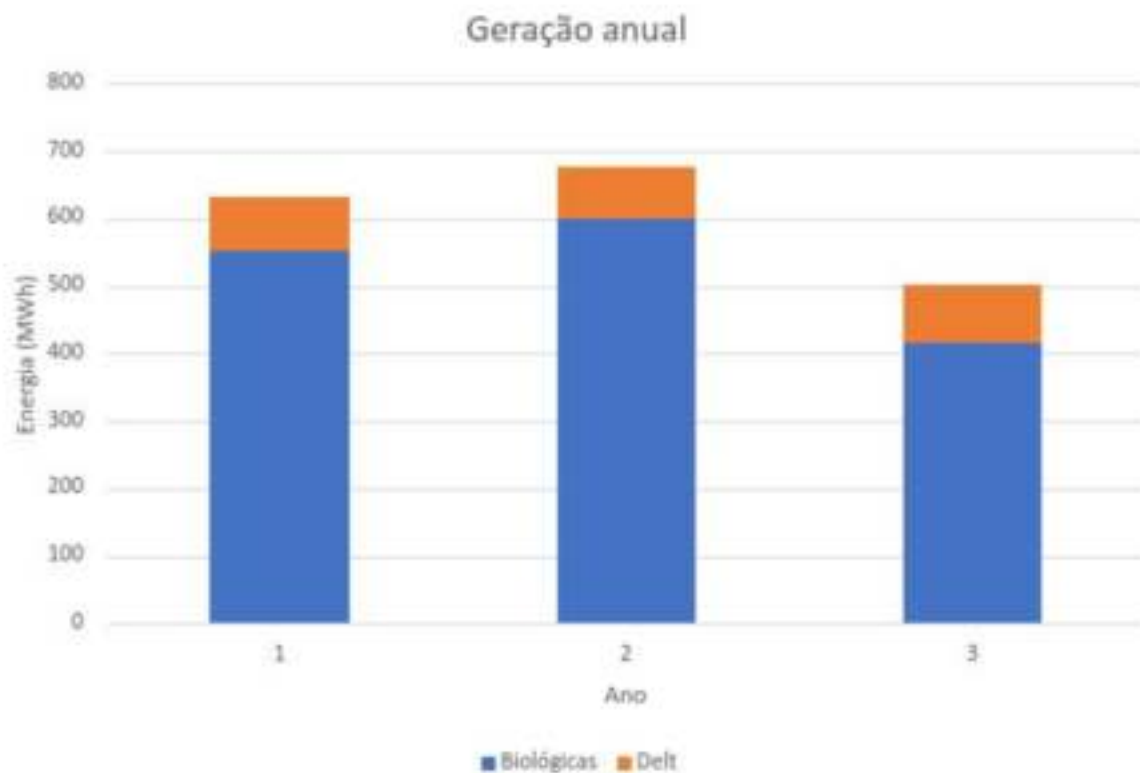
# Potência gerada pelos inversores

D W M Y ← + - < >

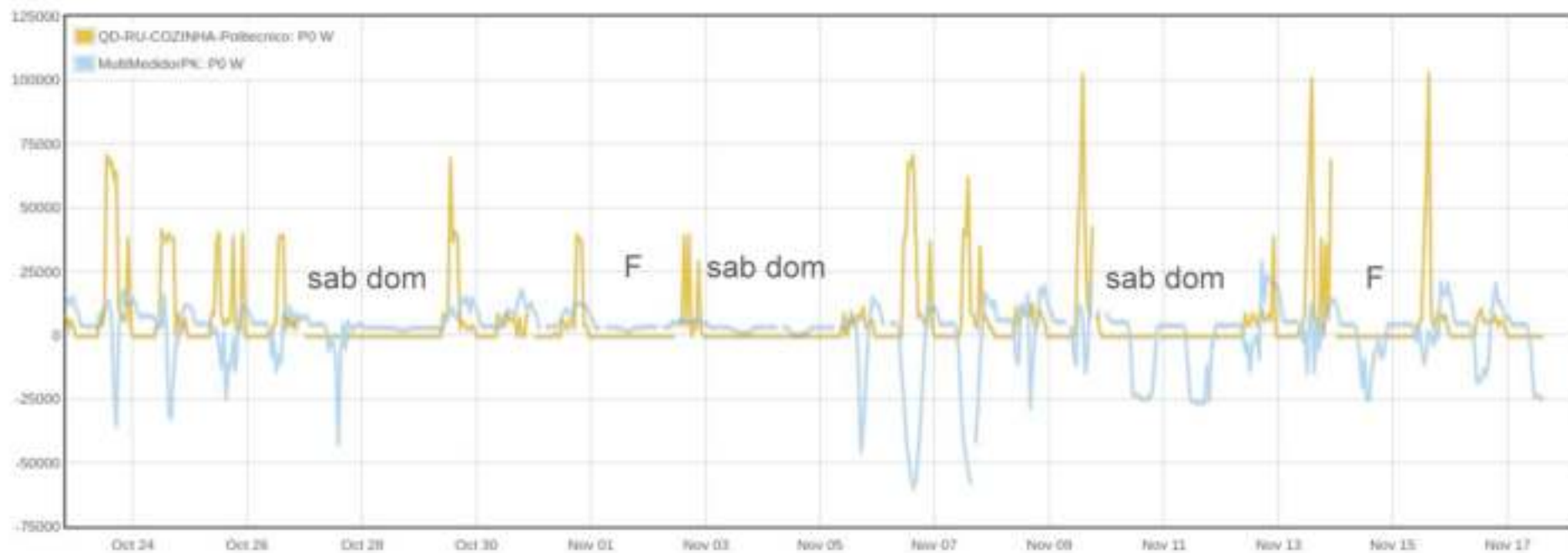
Potência (W)



# Geração Total Anual (2021 a 2023)



# RU e DELT



# Meteorologia



Temperatura

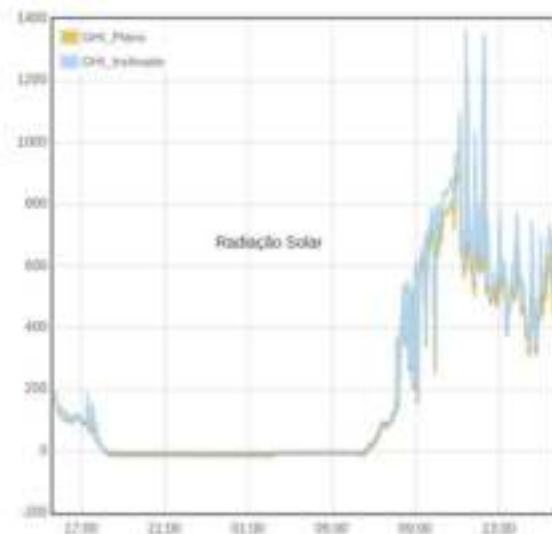
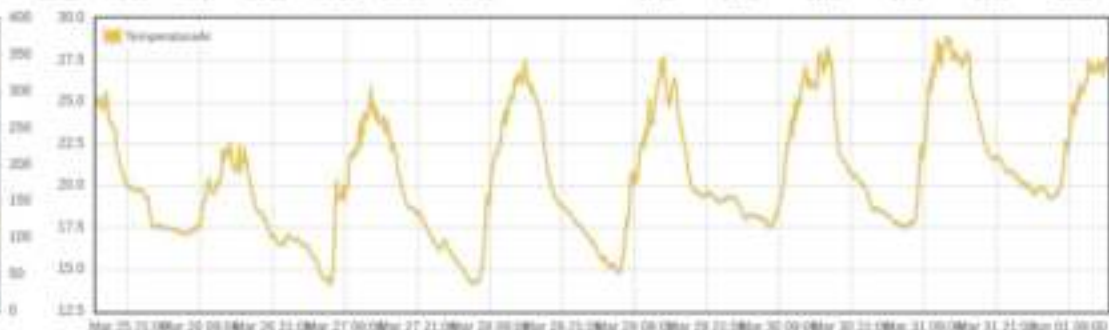
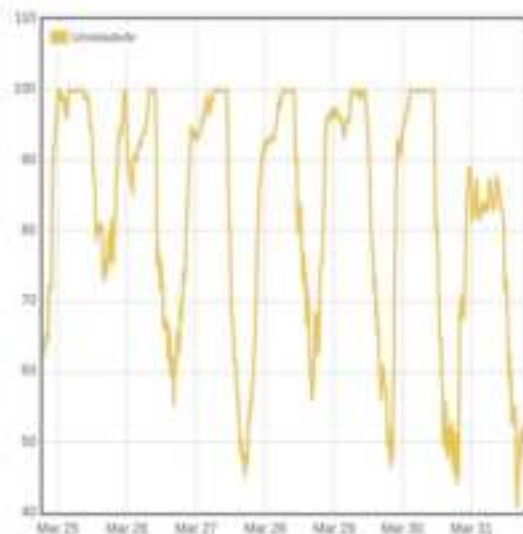
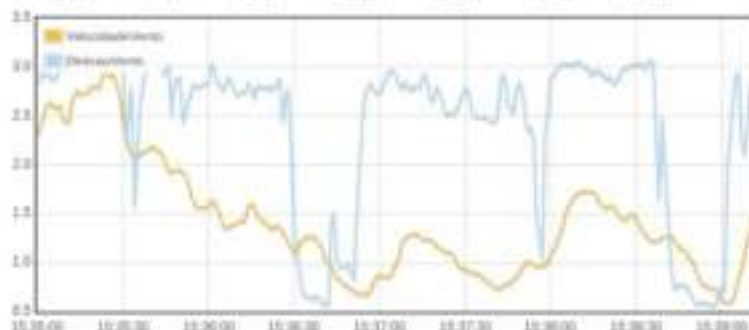
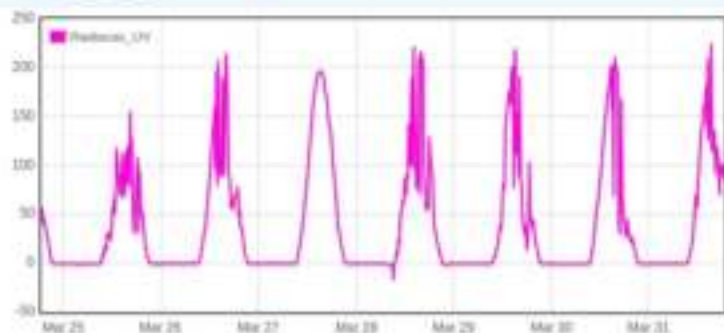
27.7°C

Umidade relativa

46.5 %

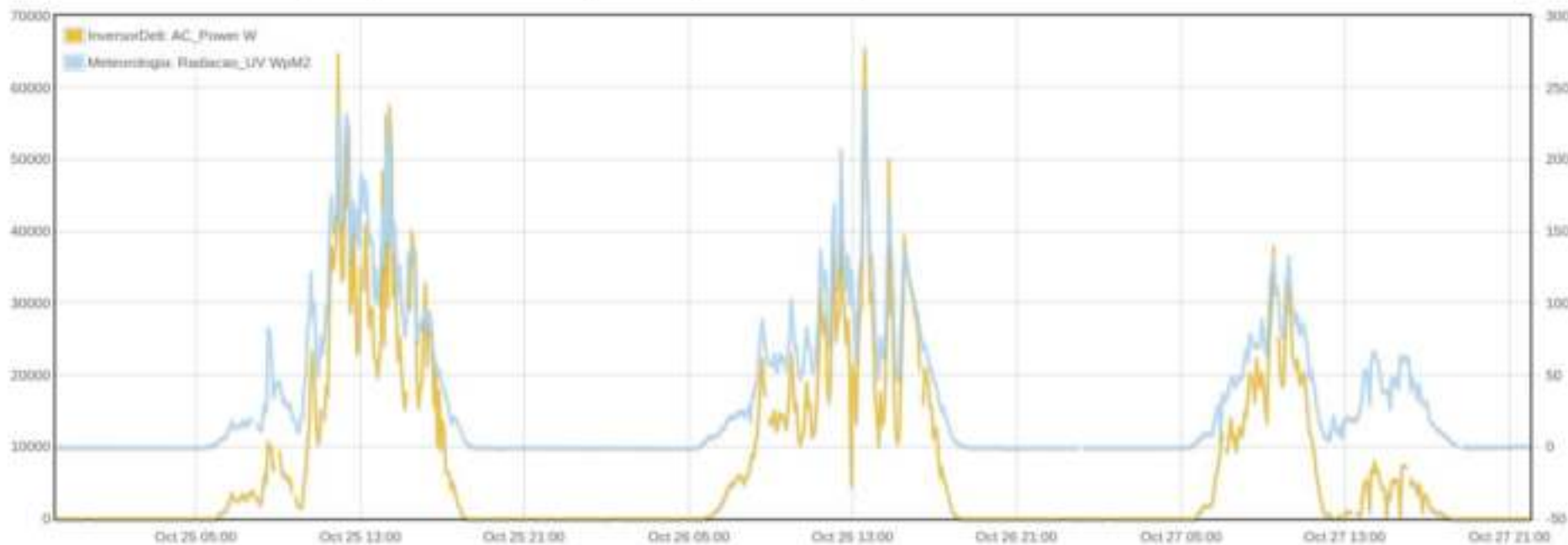
Ponto de orvalho

32.8°C

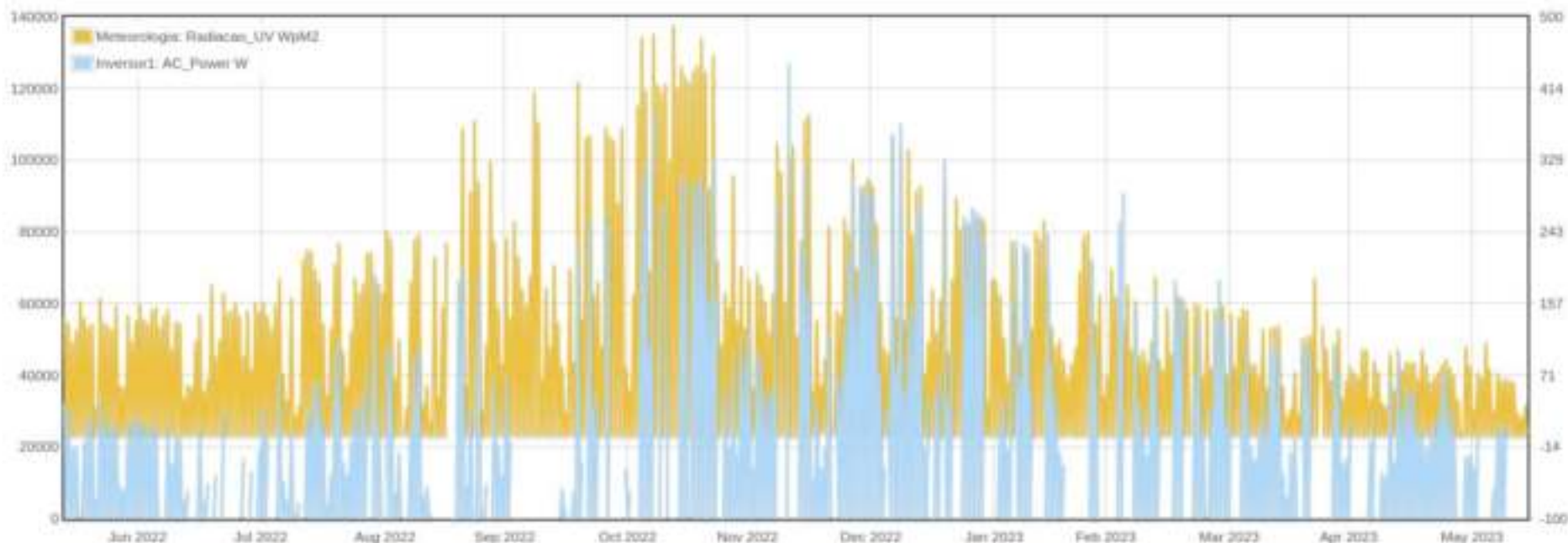




# Potência (W) e radiação (W/m<sup>2</sup>)



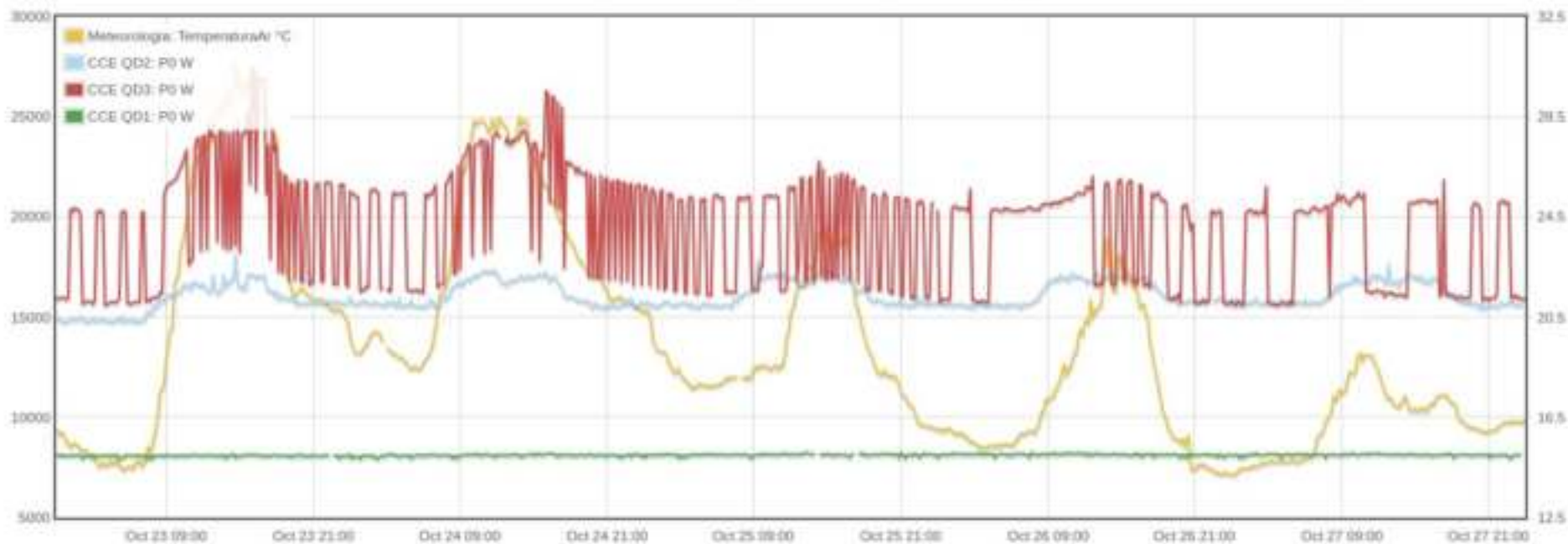
# Potência (W) e radiação (W/m<sup>2</sup>) ao longo do ano



# Consumo com geração, temperatura



# Consumo Ar-condicionado (datacentro) e temperatura



Obrigado !

Projeto de Extensão [eemepp.eletrica.ufpr.br](http://eemepp.eletrica.ufpr.br)

Prof. Eduardo Parente / DELT / UFPR (edu@ufpr.br)