

# OS DESAFIOS DA MINI E MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Comitê Permanente de Energia da Academia Nacional de Engenharia (CPE-ANE)

Walmir Freitas

University of Campinas – UNICAMP

<http://www.dsee.fee.unicamp.br/~walmir>

17/08/2023

**Observação:** as opiniões apresentadas aqui não refletem, necessariamente, os posicionamentos de qualquer entidade parceira (UNICAMP, CPFL Energia, ERA)

## ✓ Contextualizações

- Principais impactos técnicos
- Potenciais soluções

## ✓ Desafios

- Perspectiva: sistemas de distribuição
  - Gestão
  - Custos
- Perspectiva: Sistema Interligado Nacional (SIN)
  - Segurança

## ✓ Comentários

$75 \text{ kW} < \text{MGD} < 3(5) \text{ MW}$

GD

$\mu\text{GD} < 75 \text{ kW}$

**Geração distribuída:** ... **qualquer potência**... conectadas diretamente no sistema elétrico de distribuição....

**Microgeração distribuída:** ... por meio de unidade consumidora ... **menor ou igual a 75 kW** ...;

**Minigeração distribuída:** ... por meio de unidade consumidora ... **maior que 75 kW e menor ou igual a:**

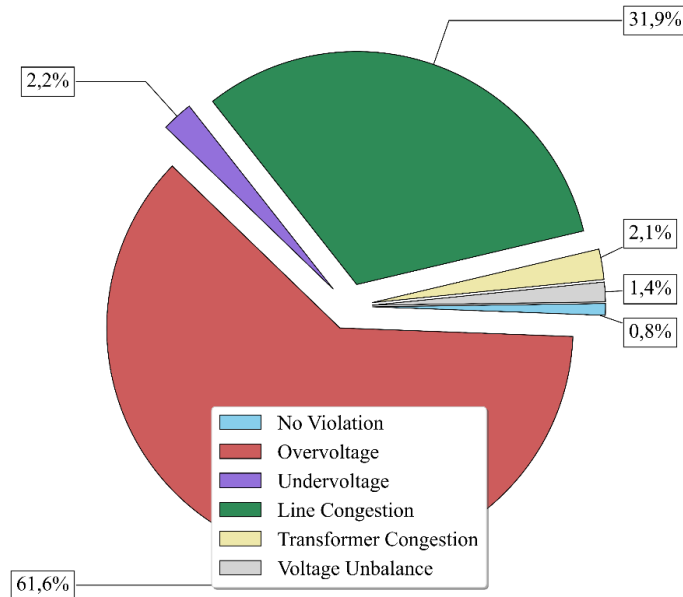
- a) **5 MW** para as centrais geradoras de fontes despacháveis, exceto fotovoltaicas;
- b) **3 MW** para as demais fontes não enquadradas como centrais geradoras de fontes despacháveis ...

Modelos de negócios (excedentes)

- ✓ MMGD: Sistema de compensação (net metering):
- ✓ GD: Comercialização

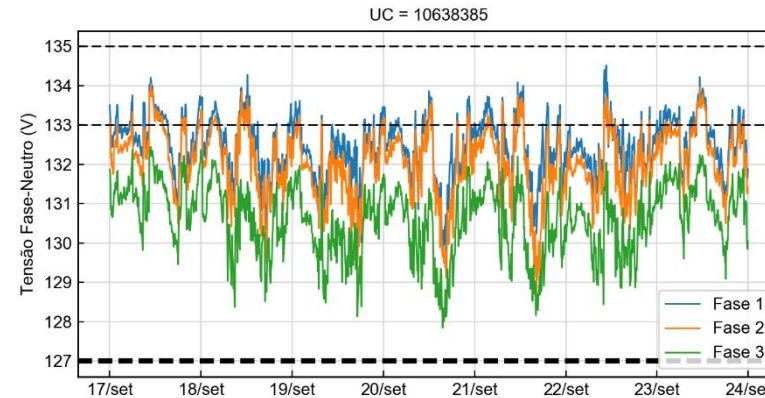
## Simulação:

- ✓ +10 bilhões de cálculos de fluxo de potência (+100.000 redes analisadas)



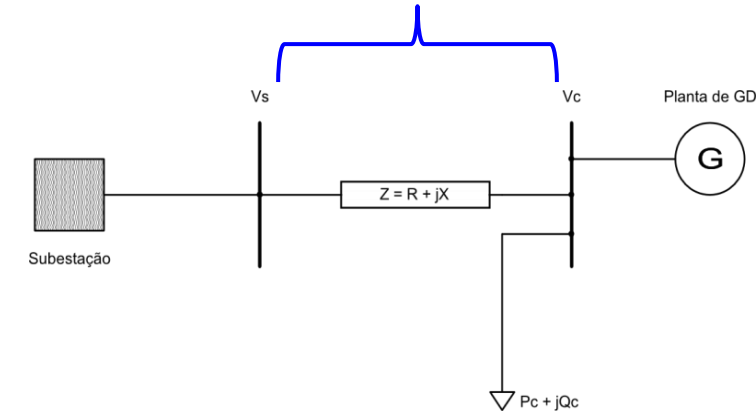
## Campanha de medição:

- ✓ +5 bilhões de dados medidos (centenas de UCs e MT/BT trafos)



## Análise analítica:

$$\Delta V$$



$$\Delta V_G \approx RP_G + XQ_G$$

Os impactos e soluções dependem do nível de tensão do ponto de conexão (**3 problemas distintos**):

- ✓ GD: 34,5 kV / 69 kV / 138 kV
- ✓ MGD: 13,8 kV / 34,5 kV
- ✓  $\mu$ GD: 220 V / 380 V

## ✓ PA3012: Telhados solares

- Reforço de rede BT:
  - Recondutoramento
  - Divisão de redes
  - Remanejamento de cargas/trecho

Eficiente para problemas localizados  
(baixo nível de penetração < 20%)

Ineficiente para problemas generalizados  
(alto nível de penetração > 20%)

## ✓ PA3047: Volt/var

- Readequação de procedimentos em rede MT
  - ✓ Regulador de tensão de subestação e de linha
  - ✓ Banco de capacitores chaveados

Eficiente para problemas generalizados  
(alto nível de penetração > 20%)

Ineficiente para problemas localizados  
(baixo nível de penetração < 20%)

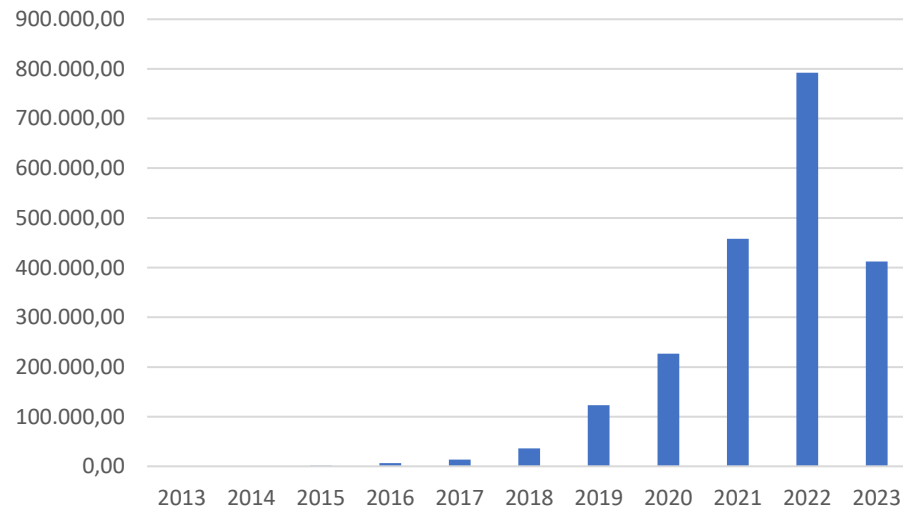
## ✓ Potenciais soluções de longo prazo (futuro):

- Novas tecnologias e modelos regulatórios

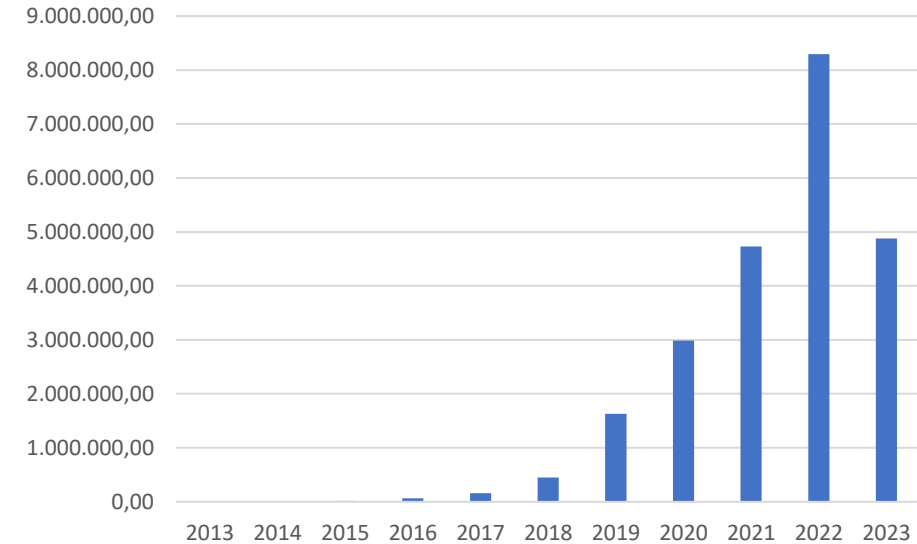
✓ **Necessidade de readequação de procedimentos**

- ✓ Smart inverter (novos modelos regulatórios: *e.g.*, corte de geração)
- ✓ Sistemas de armazenamento de energia (custo elevado)
- ✓ Compensadores eletrônicos (custo elevado e necessidade de maturidade tecnológica)

Unidades instaladas por ano



Potência instalada por ano (kW)



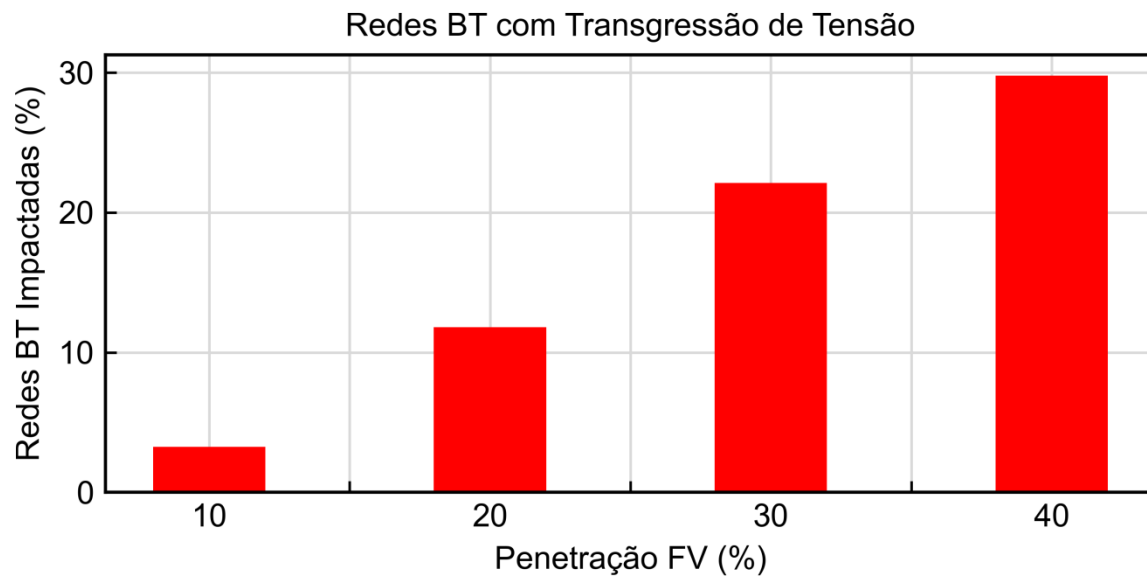
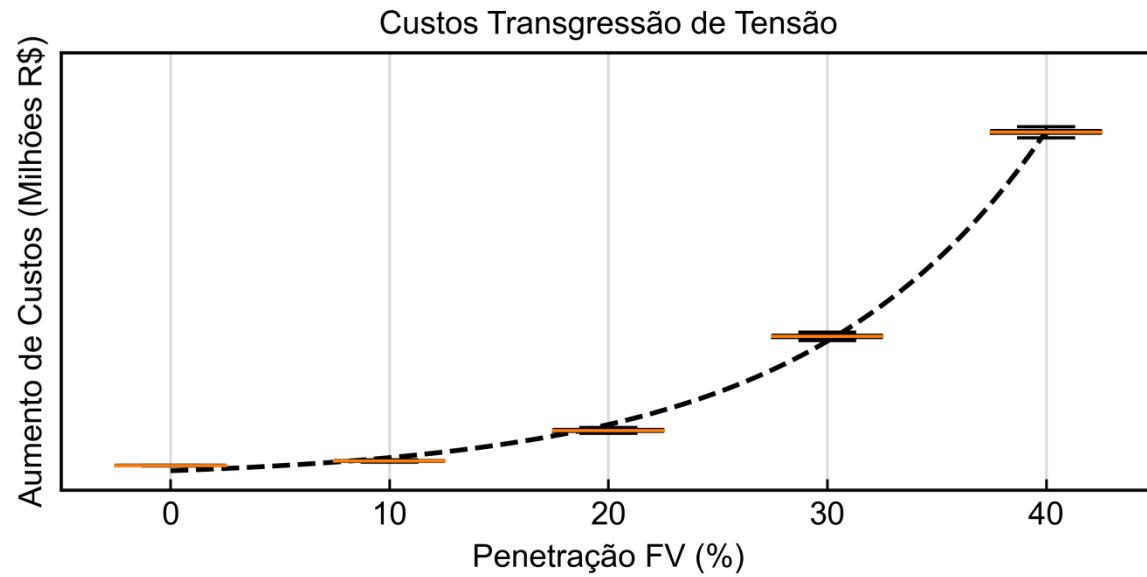
- ✓ Capacidade instalada: 23,2 GW
- ✓ Unidades instaladas: 2.070.444
- ✓ Novas instalações considerando horário comercial:
  - 2021: 1 a cada 16 segundos!
  - 2022: 1 a cada 9 segundos!
  - 2023: 1 a cada 11 segundos!

- ✓ Conexões por tipo de rede
  - MT: 29.371 unidades (4,5 GW)
  - BT: 2.070.871 unidades (18,7 GW)

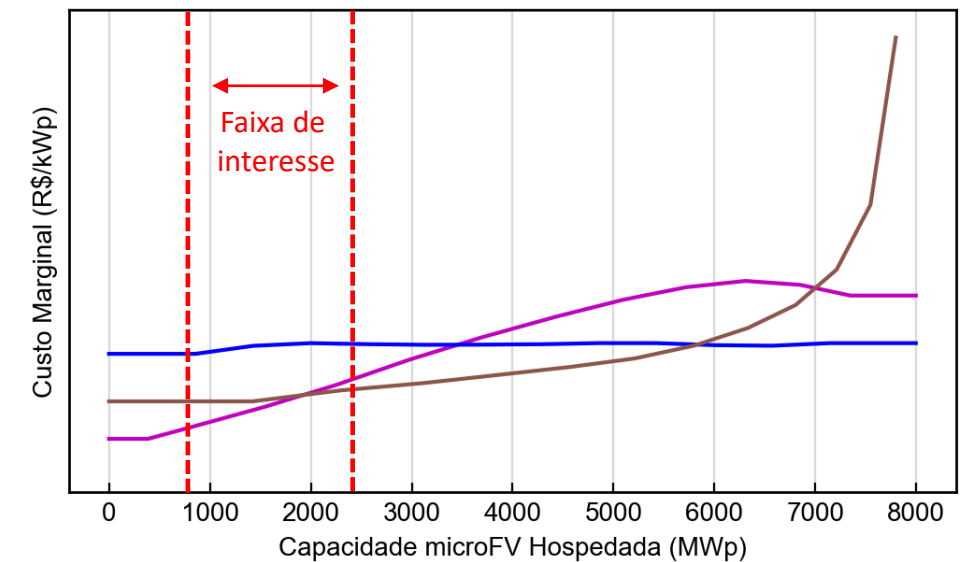
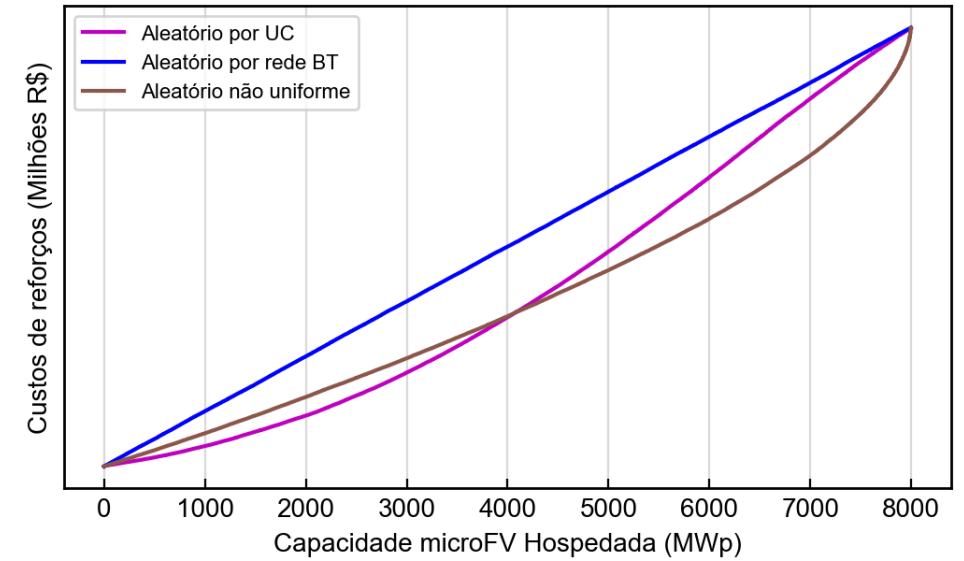
Fonte: SisGD – ANEEL: acesso: 12/08/2023

✓ Como gerir essas solicitações?

## Sem reforço de rede



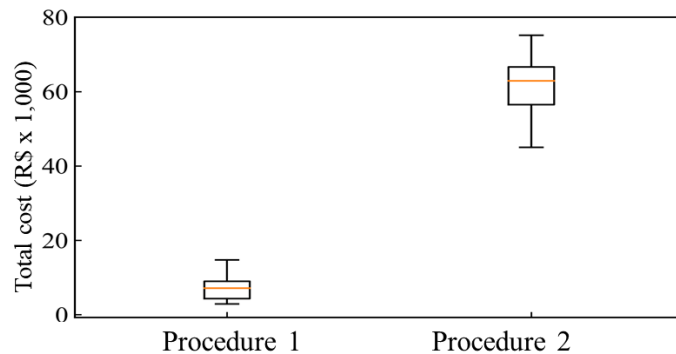
## Com reforço de rede



# Investimento: Custos (μGD)

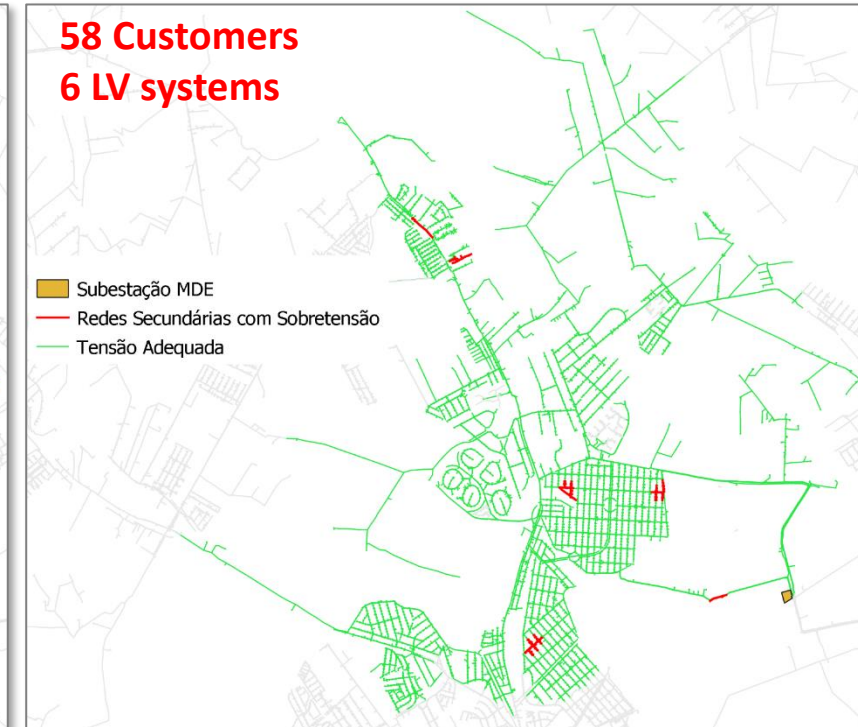
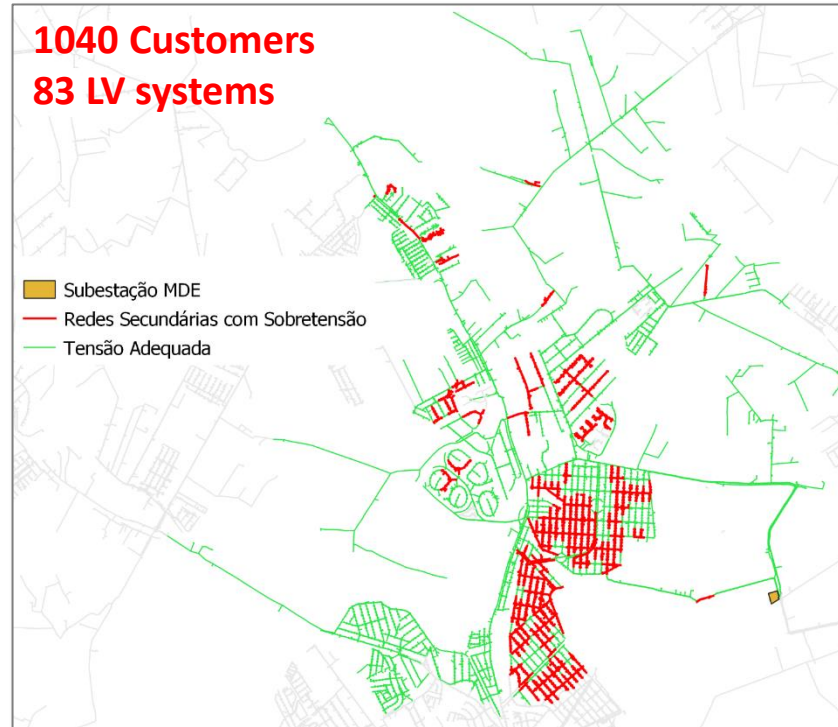
**Issue:** how to determine the best Volt/var strategy for PV-rich distribution systems

**Solution:** develop a probabilistic technical-economic method for the **decision-making process**



Probabilistic-technical-economic approach for decision-making process

Substation: 20% - residential customers with PV



**Observation:** it was necessary to conduct a long-term, detailed study by using simulation and filed test, to determine the solution to be used with confidence, as the quality of supplied to all customers must be guaranteed (2+ years)

**Potential savings:**

- ✓ Operation: R\$ 50-100 million/year
- ✓ Investment: R\$ 100-200 million/year

PV penetration	Sub VR setting (10h/15h)	Line VR setting (10h/15h)
10%	-1.0%	0.0%
20%	-2.0%	-0.5%
30%	-2.5%	-1.0%
40%	-3.0%	-2.5%



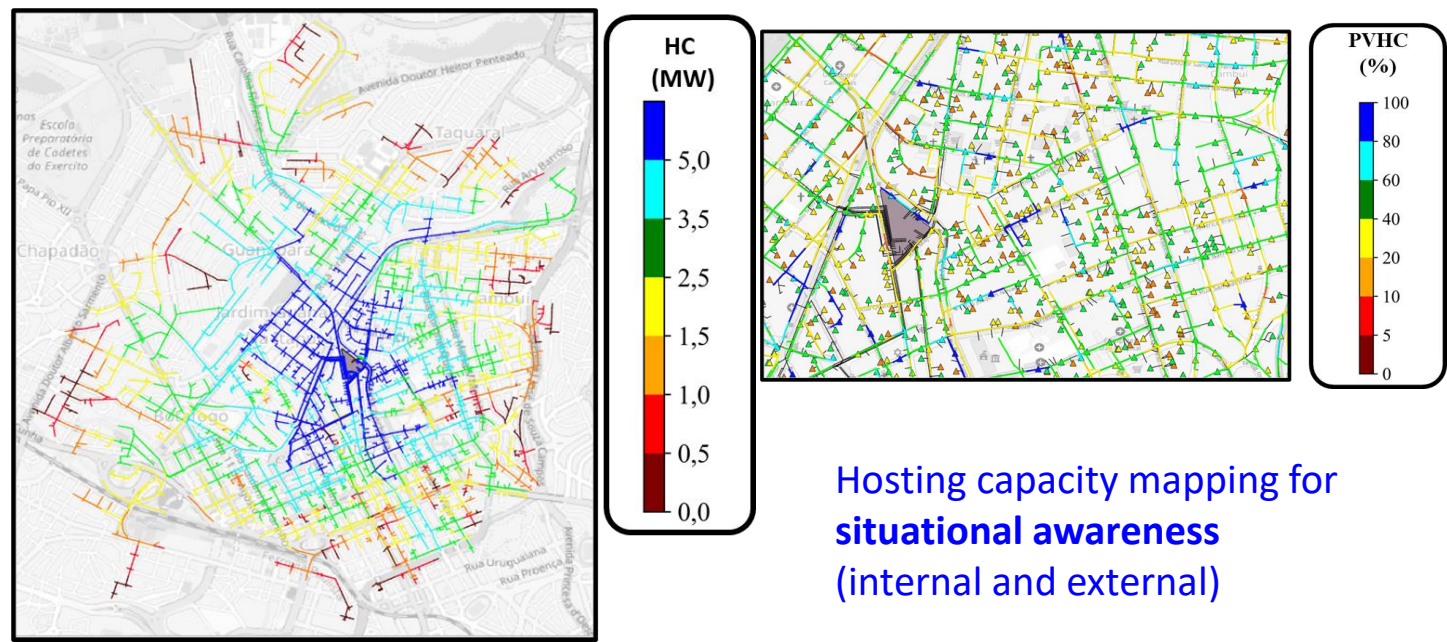
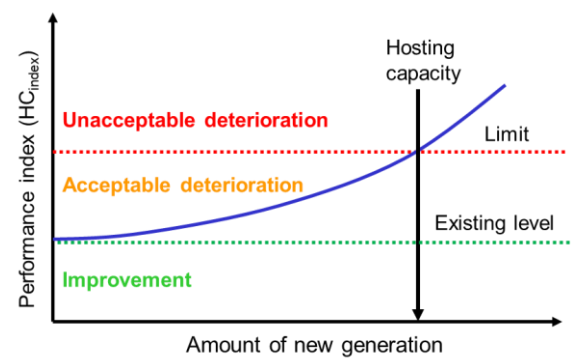
# Investimento: Gestão (MGD e $\mu$ GD)

**Issue 1:** how to calculate the DER hosting capacity efficiently for MV and LV systems?

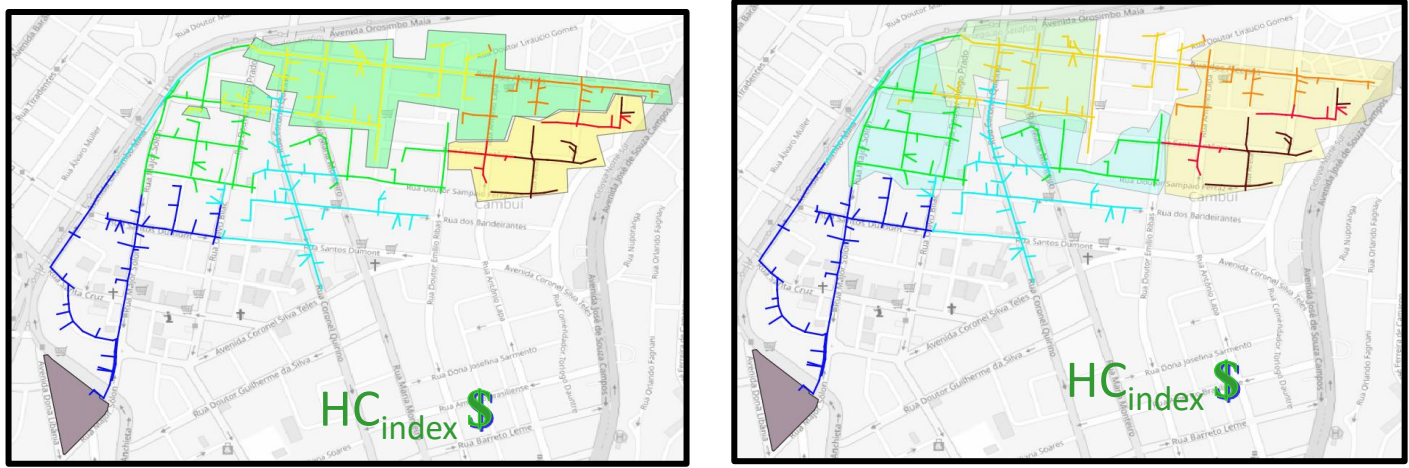
**Issue 2:** how to use such results for HC management?

**Solutions:**

- ✓ develop analytical and expedite methods to dynamically update the results
- ✓ develop GIS-based methods (mapping) to aggregate the results for engineers and customers
- ✓ develop methods for decision-making process on system upgrade with integration of hosting capacity and costs



Hosting capacity mapping for situational awareness (internal and external)



Hosting capacity mapping for decision-making process on upgrade investment

# DIAGNÓSTICO DA REDE BÁSICA DE FRONTEIRA DAS REGIÕES NORTE E TRIÂNGULO DE MINAS GERAIS

NT-ONS DPL 0067/2023

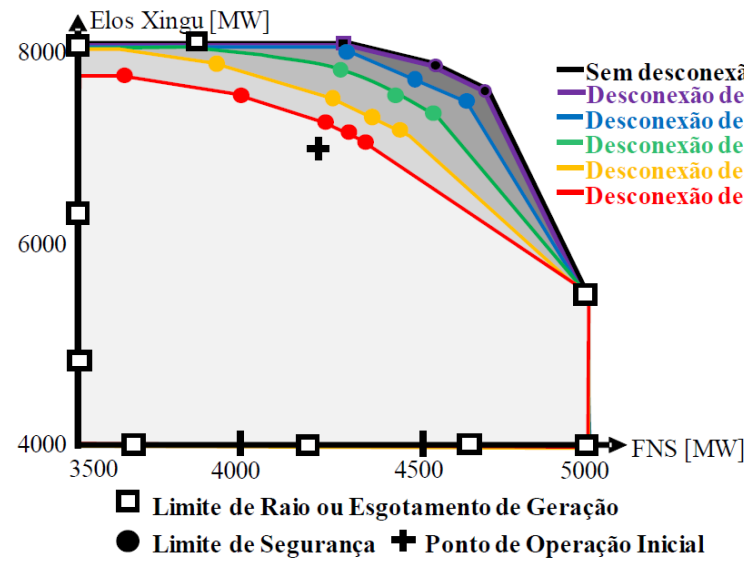
Julho de 2023

Data e Hora	Ocorrência	Inércia (GW.s)	Corte UHE Belo Monte (nº UGs. / MW)	Desconexão de UTEs (MW)	Desconexão de GDs (MW)	Corte de Carga ERAC (MW)	Freq. Mín. (Hz)
10/04/2020 22:41	Bloqueio XGET	323	5 / 2.860	460	1.000	0	58,60
28/05/2021 11:26	Bloqueio XGET	348	7 / 4.250	960	1.700	3.968	58,49

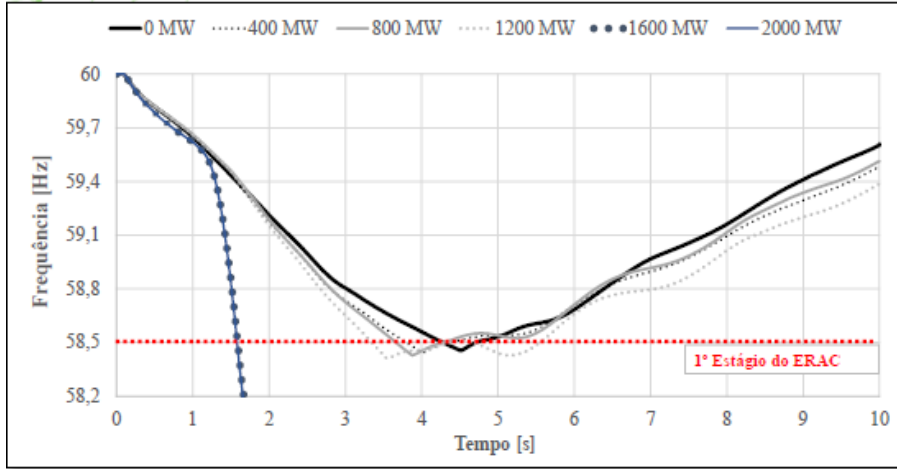
## EVOLUÇÃO DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA POTENCIALIZAR A INSERÇÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SEM IMPACTOS ADVERSOS À ESTABILIDADE DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

DEZEMBRO 2020

ONS DPL-RE-0317/2020



F. A. Mourinho and T. M. L. Assis, "A new approach to retrofit plans for distributed energy resources to mitigate adverse impacts on bulk power systems stability," *IEEE Latin America Transactions*, vol. 20, no. 4, pp. 669-676, April 2022



- ✓ A quantidade da MMGD instalada é relevante: ~10% da capacidade instalada e ~5% da energia gerada
- ✓ Há desafios técnicos, econômicos e de gestão para acomodar a atual taxa de crescimento
- ✓ Os custos das soluções são repassados para **todos os consumidores**
- ✓ Os benefícios da GD são proporcionais à simultaneidade com a carga (espaço e tempo).  
**Remota!**
- ✓ Há necessidade de tempo e aprendizado para atualização de procedimentos e implementação de novas soluções
- ✓ Há necessidade de modelo regulatório para incentivar monitoramento/medição (*smart meter*)
- ✓ Há preocupação por parte do ONS sobre segurança sistêmica

- ✓ Devemos ter um modelo regulatório (técnico e econômico) **diferente** para carga e MMGD?
- ✓ Estamos empregando os **incentivos adequados (compensação)** considerando um balanço entre consumidores com GD, **consumidores sem GD** e distribuidoras?
- ✓ **Geração solar**: MMGD versus Centralizada:
  - MMGD: ~23 GW instalados\*
  - SIN: 10 GW instalados; ~7 GW em construção e **115 GW outorgados** (construção não iniciada)\*\*

\* SISGD/ANEEL: 14/08/2023

\*\* SIGA/ANEEL: 14/08/2023

# Obrigado

Walmir Freitas

University of Campinas – UNICAMP

<http://www.dsee.fee.unicamp.br/~walmir>