



O futuro da  
energia no Brasil é  
distribuído!



## ■ Contextualização e metodologia dos estudos

- Dorel Soares Ramos (MRTS)
- José Wanderley Marangon Lima (ABGD)





# Agenda da Apresentação

1	Introdução / Visão Global do Projeto
2	Benchmarking Internacional e rebatimentos para o Brasil
3	Estudos Energéticos (Resumo da Metodologia)
4	Estudos Elétricos (Resumo da Metodologia)



# Escopo do Projeto

## Estudos Elétricos e Energéticos

- i. **Desenvolvimento de premissas, critérios e metodologia para o cálculo de custos e benefícios da inserção da MMGD, de forma sistemática e plenamente fundamentada, considerando aspectos técnicos e regulatórios.**

## Estudos Econômicos

- ii. **Desenvolvimento de premissas, critérios e metodologia robusta para identificação e quantificação dos benefícios econômicos, sociais e ambientais da inserção da MMGD, tais como impacto do investimento no PIB, arrecadação de tributos federais, estaduais e municipais, geração de emprego e renda, etc.**

## Comunicação (Posicionamento da ABGD)

- iii. **Identificação dos stakeholders mais relevantes ( Institucionais e Associações ) e elaboração de material específico, focado na melhor comunicação a cada “público alvo”.**



# Cronograma

Atividades	Meses										
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	jul/25	ago/25
I. Desenvolvimento de premissas, critérios e metodologia para o cálculo de custos e benefícios da inserção da MMGD											
I.a. Experiência Internacional - Expansão MMGD											
I.b. Identificar os requisitos técnicos mínimos para a integração da MMGD às redes de distribuição											
I.c. Proposição de Metodologia de Quantificação de Benefícios/Malefícios MMGD											
I.d. Proposição de Metodologias de Precificação de Serviços Ancilares											
II. Desenvolvimento de premissas, critérios e metodologia para identificação e quantificação dos benefícios econômicos, sociais e ambientais											
II.a. Relatório preliminar sobre as premissas, critérios e metodologia para identificação e quantificação dos benefícios econômicos, sociais e ambientais (Power											
II.b. Desenvolvimento do modelo econométrico											
II.c. Relatório final sobre as premissas, critérios e metodologia para identificação e quantificação dos benefícios econômicos, sociais e ambientais (Power											
II.d. Finalização e entrega da versão final do modelo econométrico (planilha Excel)											
III. Desenvolvimento de estratégia de atuação da ABGD na defesa do tema											
III.a. Identificação de Stakeholders e Elaboração de Macro Estratégica (incluindo draft Material)											
Workshop sobre MMGD na Universidde de São Paulo											
III.b. Elaboração de Material de Posicionamento ABGD											
Realização do Workshop e entrega do material de posicionamento											

M1 = Outubro de 2024  
M9 = Junho de 2025



# **Benchmark Internacional**



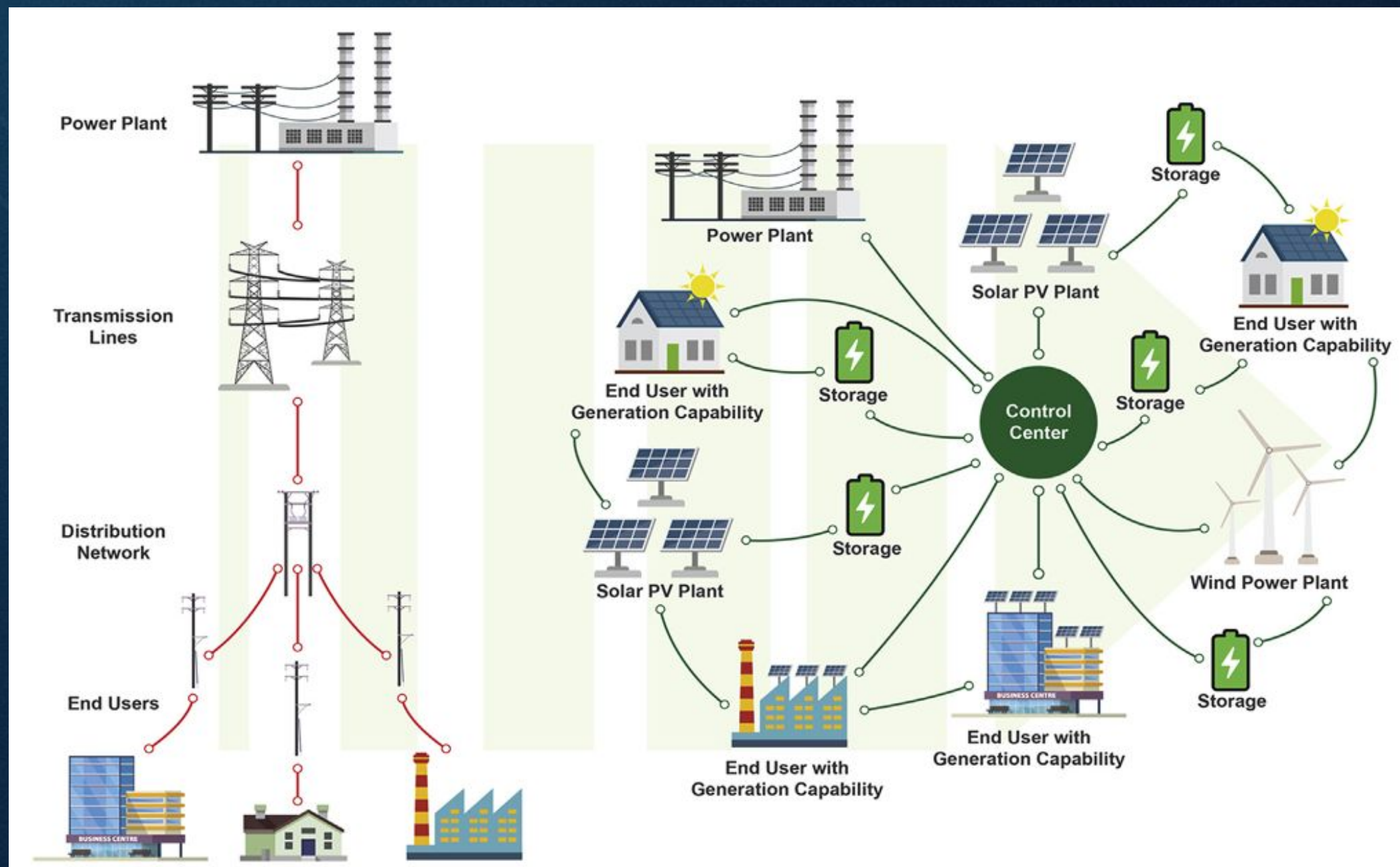
# Benchmark Internacional \_ Contextualização

- **Recursos Energéticos Distribuídos (REDs):** Dispositivos de propriedade do consumidor que podem gerar ou armazenar eletricidade, tendo a "inteligência" para permitir o gerenciamento ativo de sua geração / demanda de energia.

## A inserção dos REDs traz desafios:

### Geração Centralizada

### Geração Descentralizada



- A introdução e aumento dos REDs gera desafios para operação da rede, em relação à lógica dos fluxos de potência observada em horizonte relativamente recente (≈10 anos).

## Mas também traz vantagens:

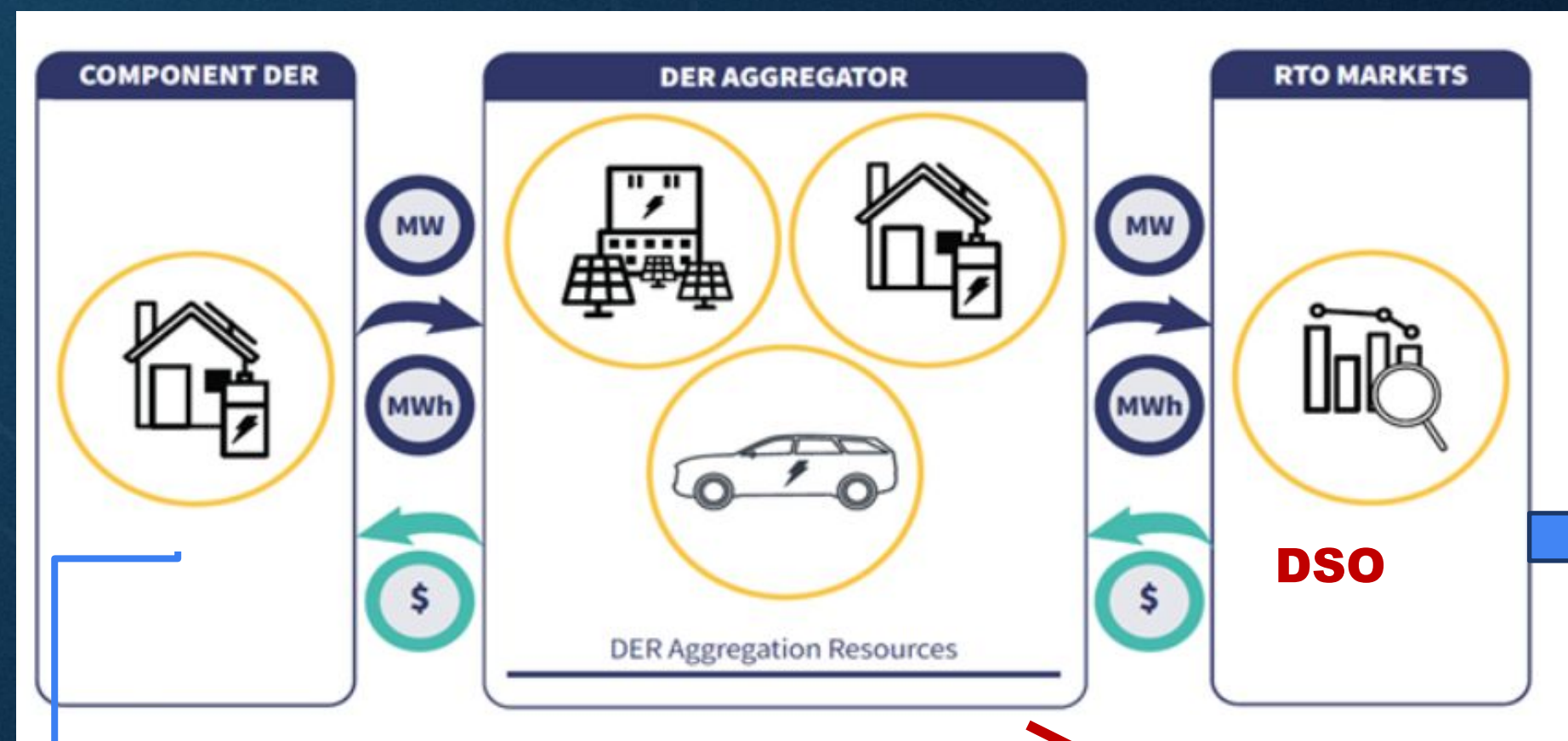
- **Facilita atingir a universalização do Atendimento.**
- **Diminuição das Emissões de CO2 e Custos na Geração.**
- **Aumento da Resiliência, como também a potencial contribuição para minimizar a necessidade de Flexibilidade no Sistema Tronco.**

(a partir da figura do Comercializador Agregador).



# Benchmark Internacional – Agregador de Cargas

## Modelo de Negócio de um Comercializador Agregador ou Agregador de Cargas



Os REDs oferecem produtos de energia em MW ou MWh para o Agregador que agrupa esses produtos energéticos e os entrega ao mercado regional (RTO) ou mesmo Sistema Interligado (ISO).

**TSO**

Pequeno em porte, podendo ser, p. ex., um painel solar FV, um Condomínio Inteligente, um BESS "stand alone" ou uma planta industrial com autoprodução.

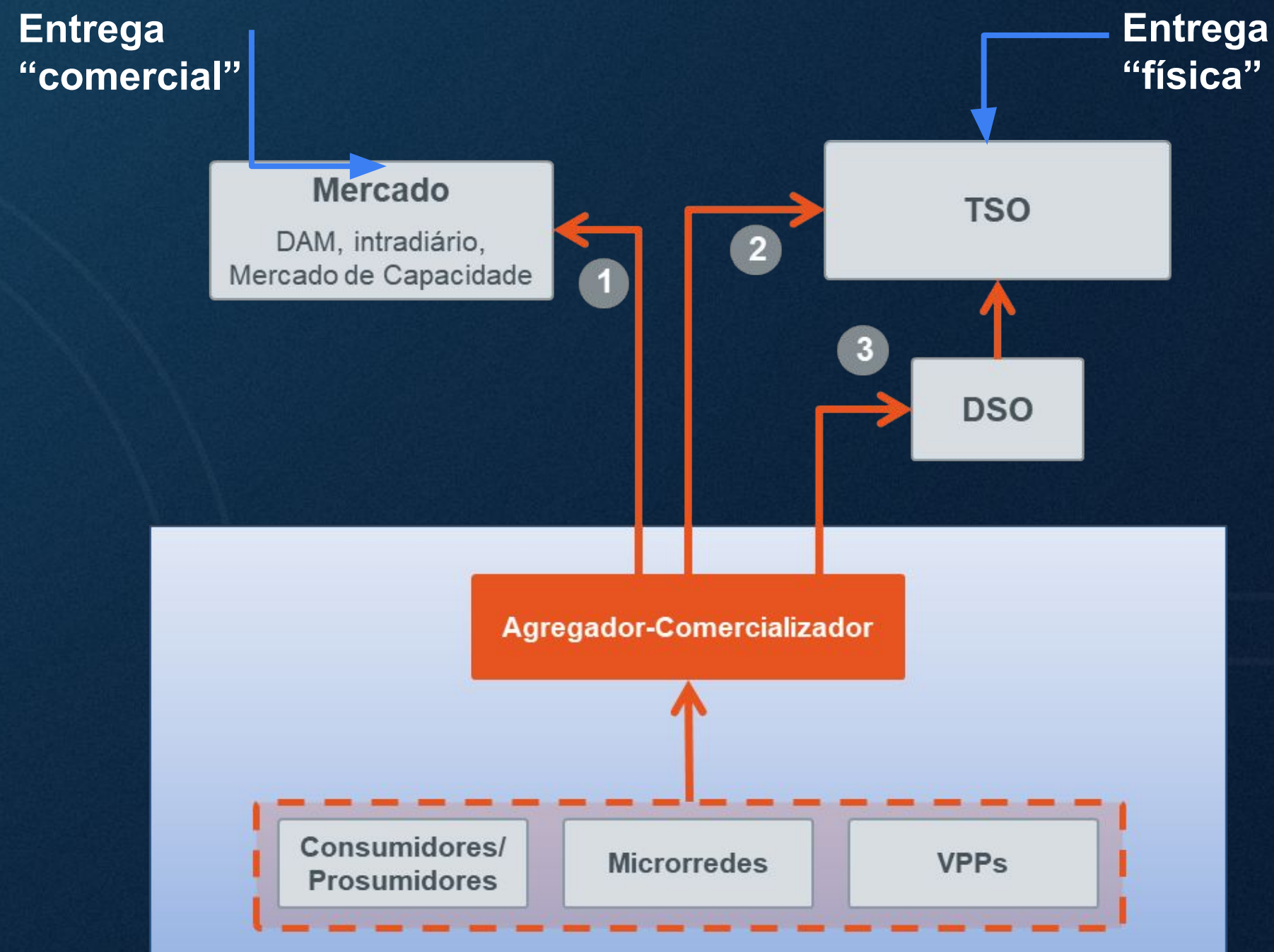
Operando como uma unidade combinada dos REDs, a agregação garante que o conjunto seja grande o suficiente para satisfazer as regras de mercado, viabilizando novos modelos de negócio.

Esse tipo de arranjo já está sendo apontado pelo ONS como potencial solução para minimizar problemas de sobrecarga e apagões no âmbito do SIN nos próximos anos (**recente PAR-PEL**) !!



# Comercializador Agregador (catalisador de RD de RED's)

- ✓ Agregadores promovem a visibilidade dos Recursos Energéticos Distribuídos (REDs) para o Planejador / Operador do sistema e para os mercados (frequentemente são recursos “behind the meter” sobre os quais o Operador não tem nem Observabilidade e tampouco Controlabilidade)



- ✓ Os DSO's podem prestar serviços aos TSO's com respostas distintas em termos locais.

## ❑ Serviços disponibilizados:

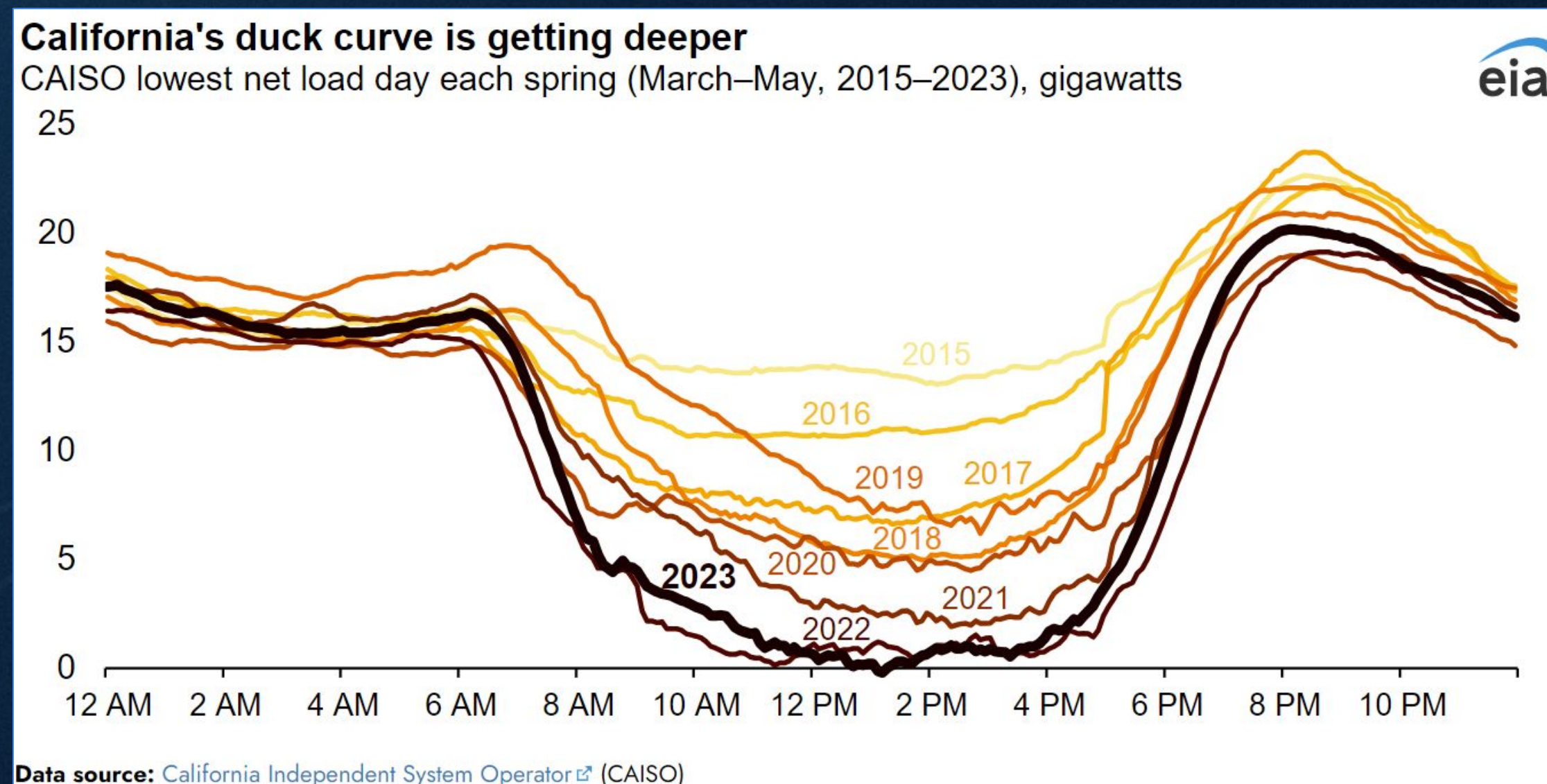
- Redução da demanda de ponta da distribuidora e do sistema;
- Regulação de frequência;
- Controle de tensão;
- Flexibilidade.

**Sistemas onde essa configuração de mercado está em vigor : CAISO / PJM / ERCOT (USA) ; AEMO (Austrália) ; etc.**



# Desafios - Flexibilidade

- Um dos maiores desafios relacionados ao aumento dos REDs na rede corresponde à necessidade de recursos de flexibilidade advinda pelo descasamento na previsibilidade da geração e carga e atendimento dos requisitos durante a “Rampa de Saída do Sol” (**Curva do Pato**).
- **Ressalta-se que os próprios REDs podem contribuir para flexibilidade ao se associarem com sistemas de armazenamento, ou a partir de mecanismos de resposta a demanda.**





# Inserção dos REDs \_ Preceitos para Abertura do Mercado

- ✓ Estabelecer as funções e deveres / responsabilidades dos agregadores de carga, especialmente na compensação dos consumidores e comercializadores varejistas pela energia transferida no atendimento ao **Programa de Resposta da Demanda**.
- ✓ Desenvolver modelos de participação no mercado e regulação pertinente, viabilizando a integração de recursos tecnológicos emergentes, tais como o armazenamento por bateria e os veículos elétricos, por exemplo.
- ✓ Compensar de forma justa os REDs pelo valor de sua capacidade flexível, o que ajuda garantir a adequação de recursos de longo prazo para um sistema de energia com dominância de energias renováveis, por exemplo, introduzindo preço de acionamento e prestação efetiva do serviço, complementado por um mecanismo de remuneração de capacidade (disponibilidade).
- ✓ Contemplar a análise de benchmark internacional, que mostrou países avançados em políticas, programas e desenhos de mercado, em que se incentiva a inserção de recursos distribuídos nos sistemas elétricos, visando a redução da emissão de GEE e o aumento da resiliência do sistema.



# Benchmark Internacional – Avanços por Países



## EUA

- O CAISO e o PJM permitem que os REDs participem dos mercados de energia, capacidade e serviços ancilares a partir do Comercializador Agregador (capacidade mínima de 100 kW).
- Os Agregadores permitem explorar a possibilidade de redução de compra de energia da distribuidora pelos Clientes, a partir da aquisição resultante da agregação dos REDs.
- O ERCOT tem uma estrutura parecida a partir do projeto piloto “Aggregated Distributed Energy Resource (ADER)” que permite a agregação de REDs de até 1MW de capacidade para participação nos mercados de energia e serviços ancilares.
- Destaca-se que no ERCOT, distribuidoras podem atuar como Virtual Power Plants. Seus modelos de negócio vão desde o fornecimento de serviços ancilares e energia pela agregação da VPP para o ERCOT, até a manutenção e suporte de *Internet of Things* para os REDs.

**A Figura do Agregador e a resposta coordenada da Demanda, atendendo sinalização dada pelo DSO e o TSO permitem endereçar um problema relevante sendo vivenciado no Brasil, que é a necessidade de “curtailment” bastante intensos !**



## Em síntese ...

- A inserção dos REDs traz benefícios como universalização do acesso à energia, aumento da resiliência e diminuição das emissões de CO<sub>2</sub> e de custos de geração.
- Os desafios residem na operação do sistema ao se alterar as características da rede anteriormente programada para operar com fluxo unidirecional e passar operar com o fluxo bidirecional de energia, tendo recursos *behind-the-meter* fornecendo energia para a rede.
- A variabilidade da carga líquida resulta em aumento da necessidade de flexibilidade operativa, que pode ser fornecida pelos próprios recursos distribuídos, através da associação de sistemas de armazenamento e mecanismos de resposta da demanda, por exemplo.
- A figura do Agregador de Cargas, desde que a confiabilidade seja garantida, também se mostra essencial para que se viabilize a contribuição de recursos de pequeno porte em soluções para os principais desafios relacionados à visibilidade e agregação de dados no nível do consumidor, de forma que seja possível prever e monitorar problemas na rede.
- Para tanto, deve-se criar uma estrutura regulatória que remunere adequadamente os recursos, **principalmente aqueles que mais contribuem para flexibilidade do sistema.**

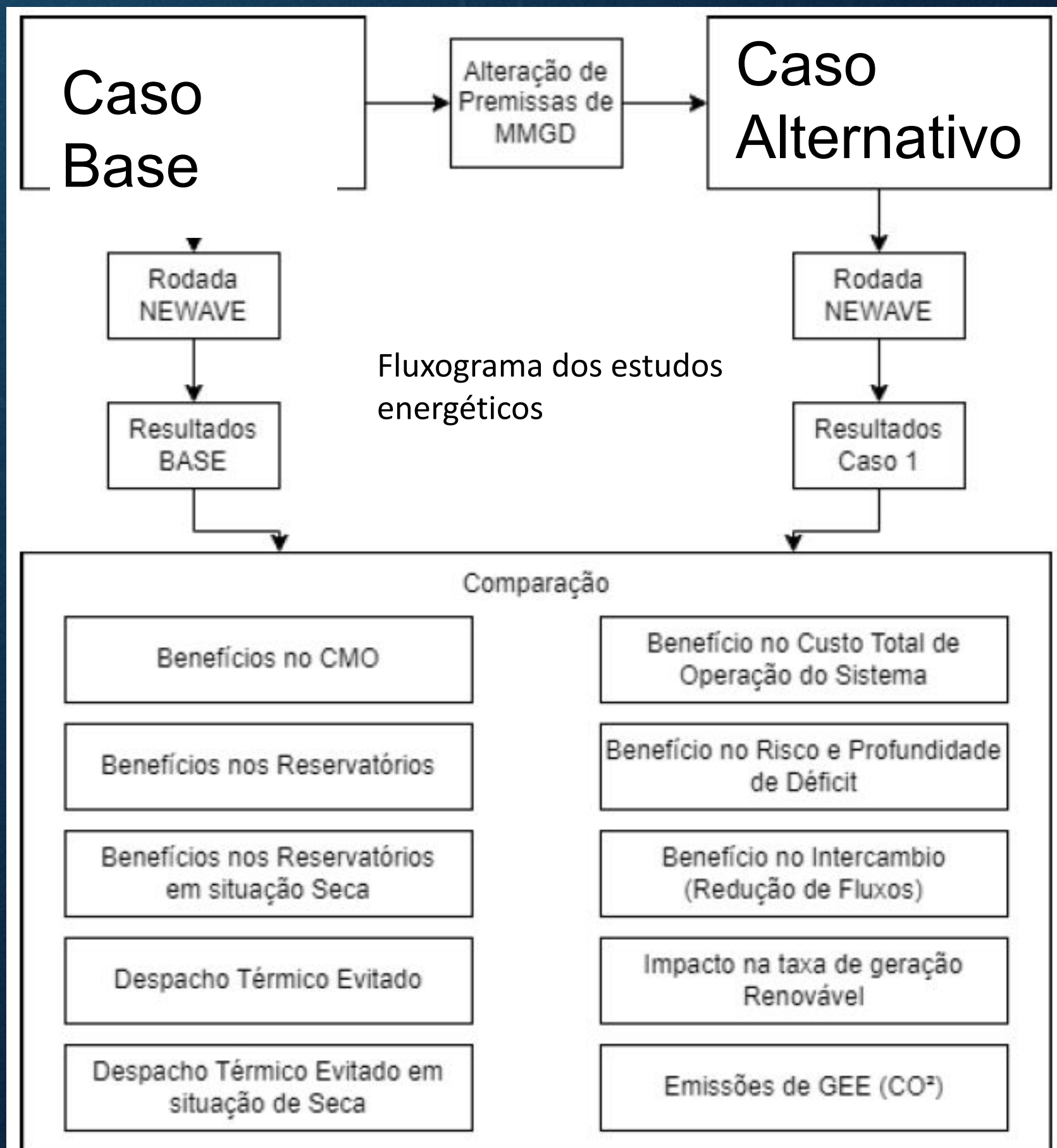


# **Estudos Energéticos**

## **Resumo da Metodologia**



# Metodologia de quantificação de impacto energético



- ❑ Metodologia de Quantificação dos Benefícios e Impactos da MMGD (Estudos Energéticos) viabiliza promover :
  - Minimização da ponta do sistema com postergação da necessidade de novas adições de geração centralizada.
  - A contribuição na otimização energética evitando o acionamento de geração térmica.
  - Quantificação dos Benefícios Ambientais da MMGD
    - ❑ A diferença das emissões das UTE's do SIN no cenário base e no cenário com incremento da GD fornece a expectativa de redução das emissões de GEE atribuída à GD.

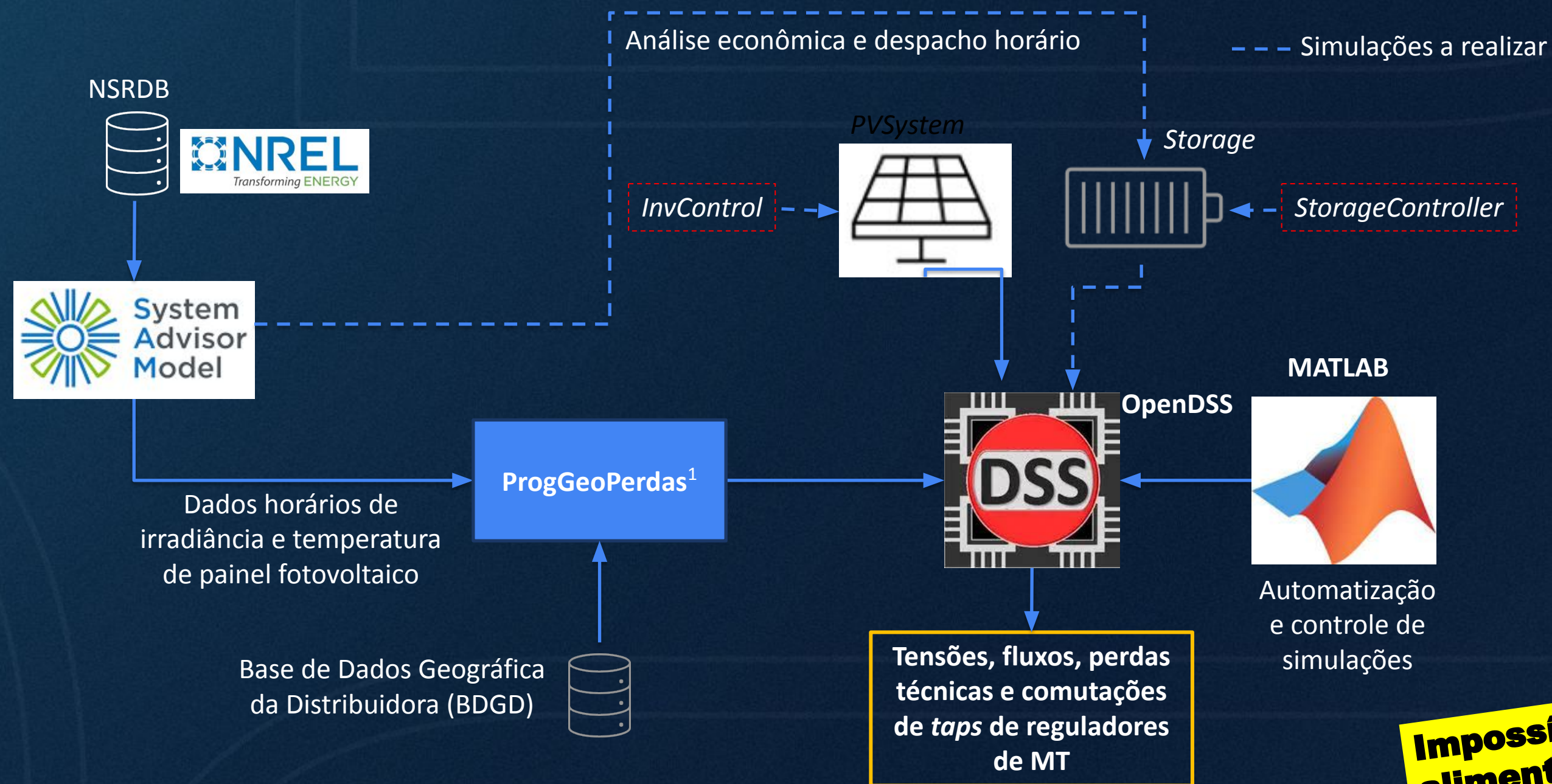


# **Estudos Elétricos**

## **Resumo da Metodologia**



# Análise Redes MT e BT – Metodologia



**Impossível avaliar cada alimentador de forma individual em um universo de 40 mil !!**

<sup>1</sup> Utilizado para criar arquivos em formato do OpenDSS dos modelos típicos de rede, em etapa anterior do projeto.



# Metodologia – Seleção dos Alimentadores

## Clusterização de Alimentadores de Distribuição

Análise de ~26 mil alimentadores em 37 distribuidoras brasileiras



- Alimentador – CEMIG – Buritizeiro/MG (Norte do estado)
- Alimentador – CEMIG – Alfenas/Serrânia/MG (Sul do estado)
- Alimentador – EDP SP – Pindamonhangaba/SP – (Vale do Paraíba)
- Alimentador – EQTL PI – Teresina/PI

**Eliminação de viés**

## Distribuição dos Alimentadores por Cluster

Como os 26 mil alimentadores se agrupam nos perfis identificados

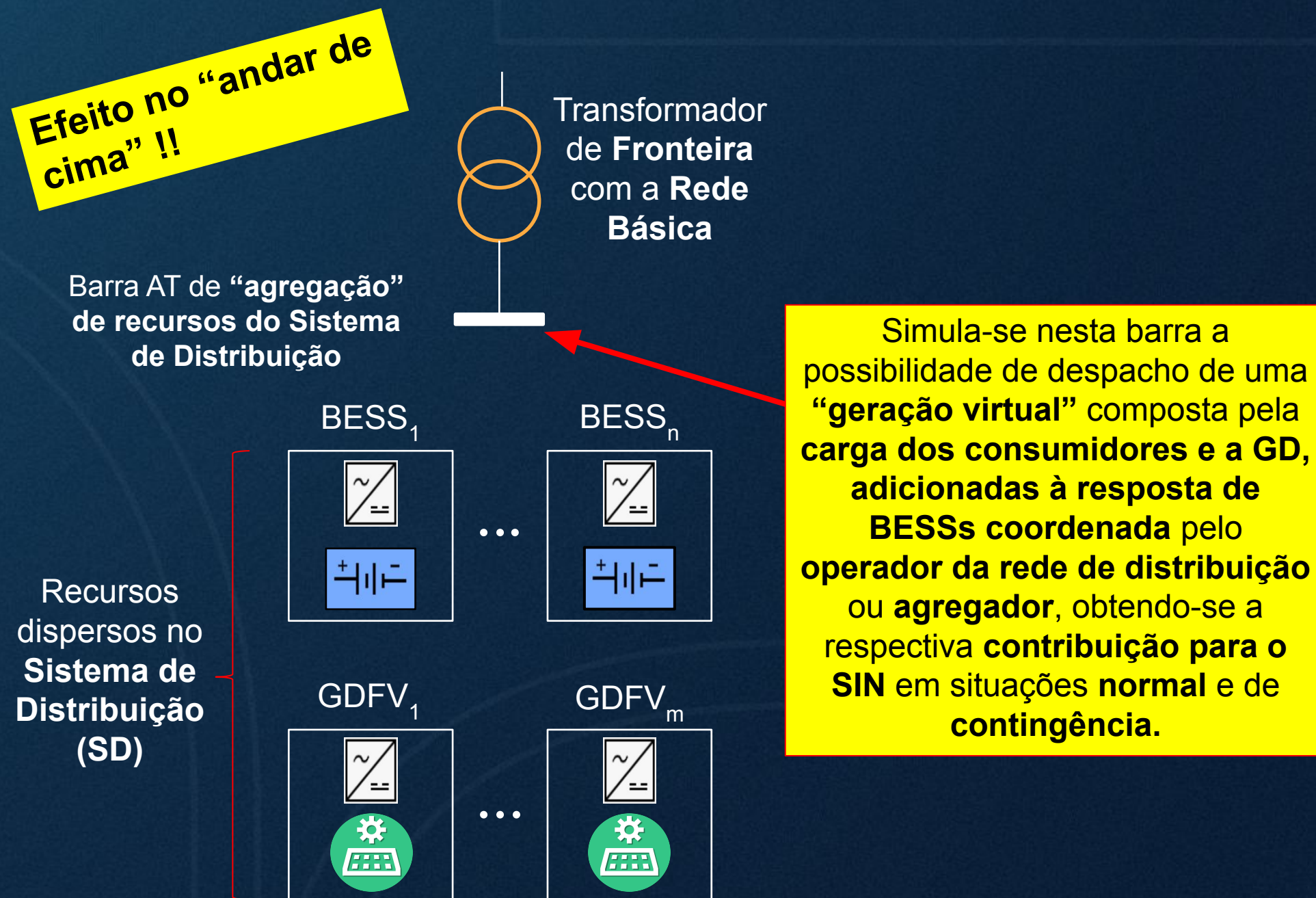


- CEMIG -> elevada demanda de GD
- EDP-SP -> alta densidade de carga
- Equatorial -> qualidade BDGD e representatividade nacional



# Metodologia de quantificação de impacto elétrico

## – Metodologia de Quantificação dos Benefícios/Impactos Sistêmicos da MMGD



Esquema simplificado para as simulações de desempenho da Rede de AT

Simulação do potencial de contribuição de RED's, incluindo armazenamento no Sistema de Distribuição (SD), para a flexibilidade e confiabilidade do SIN em situação normal e de contingência.

- **Casos contemplam as regiões de interesse envolvendo a fronteira entre a Rede Básica e o Sistema de Distribuição .**



# Obrigado!

