



## GT MMGD

### 7ª Reunião com os agentes

Subcomitê Temático para Dados, Processos e Regulação

05/12/2022

## Agenda

1. Abertura
2. Processo de atualização da MMGD nos modelos
3. Metodologia para estimativa da carga atendida por MMGD horária
4. Informações disponibilizadas e simulações realizadas: Setembro, Outubro e Novembro
5. Premissas de atualização de dados e apresentação sobre o 4MD e considerações acerca da disponibilização do código
6. Próximos passos

O material apresentado nas reuniões anteriores está disponível no link:  
<https://ctpmopld.org.br/group/ct-pmo-pld/gt-mmgd>

## Objetivos

**Propor a representação da Micro e Mini Geração Distribuída (MMGD) na cadeia de modelos computacionais**

Projeções por subsistemas e fontes (UFV, UEE, PCT e PCH), com discretização anual/mensal/semanal e horizonte de 5 anos:

- Planejamento Anual da Operação Energética – PLAN 2022/2026 e suas revisões (NEWAVE)
- Programa Mensal da Operação Energética – PMO e Cálculo do PLD (DECOMP e NEWAVE)

Projeção de geração representada nos barramentos/subsistemas considerando todas as fontes (UFV, UEE, PCT e PCH), com discretização semi-horária e horizonte de até 10 dias:

- Programação diária da operação – PDP e Cálculo do PLD (DESSEM)

## Redefinição da representação da MIMGD

Reunião com Comissão Deliberativa: 23/09/2022

<https://ctpmopld.org.br/group/ct-pmo-pld/comissao-deliberativa>

## Faseamento da representação da MIMGD

**1ª Fase: Setembro de 2023 – Segunda Revisão Quadrimestral da Carga de 2023** (Podendo ser antecipada para o PMO de maio/2023, a depender da revisão de instrumentos infralegais necessários)

- Proposta parcial
- **Desconsiderar a expansão de geração de MIMGD.** A Carga líquida permanecerá praticamente a mesma.
- Propicia período para adequação regulatória – REN ANEEL 843/2019 (CP ANEEL 43/2022, até 14/nov) e procedimentos de rede (conforme consta na nova minuta da REN 843/2019)

**2ª Fase: Janeiro de 2024 – PLAN (2024-2028)**

- **Inclusão da expansão da MIMGD**
- Expectativa: **alinhamento de parametrização do CVaR com calendário CPAMP (Início de avaliação em dez/2022)**



## GT MMGD

**Processo de atualização da MMGD nos modelos**  
Subcomitê Temático para Dados, Processos e Regulação

## Atualização da informações de MMGD nos modelos

### NEWAVE

- Planejamento Anual da Operação Energética – PLAN e revisões quadrimestrais da carga: PMOs de Janeiro, Maio e Setembro.
  - Carga atendida e Geração de MMGD atualizados em todo o horizonte do planejamento.
- Programa Mensal de Operação Energética (PMO).
  - Carga atendida e Geração de MMGD atualizados no mês corrente e próximo.

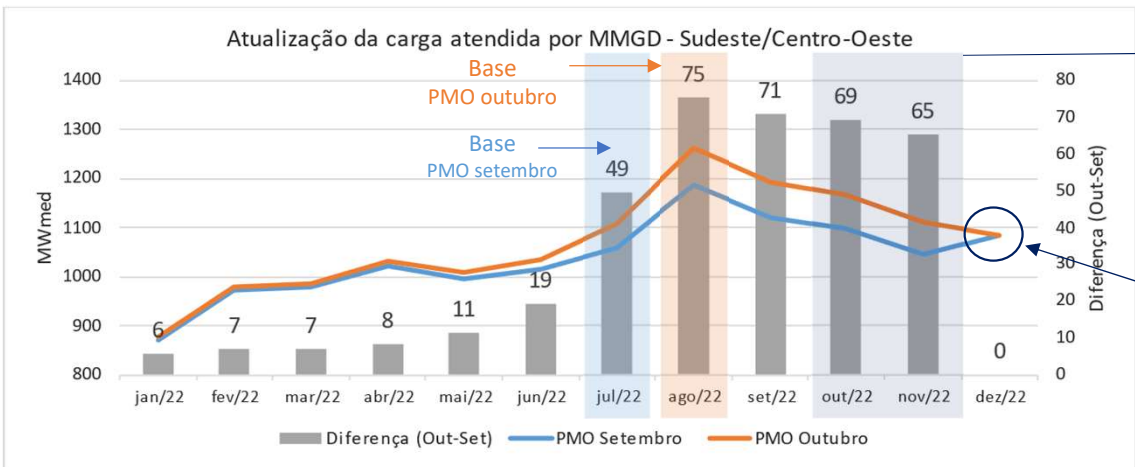
### DECOMP

- Atualização: Programa Mensal de Operação Energética (PMO).
  - Carga atendida e Geração de MMGD discretizados por semanas operativas/submercados atualizados no mês corrente e próximo.

### DESSEM

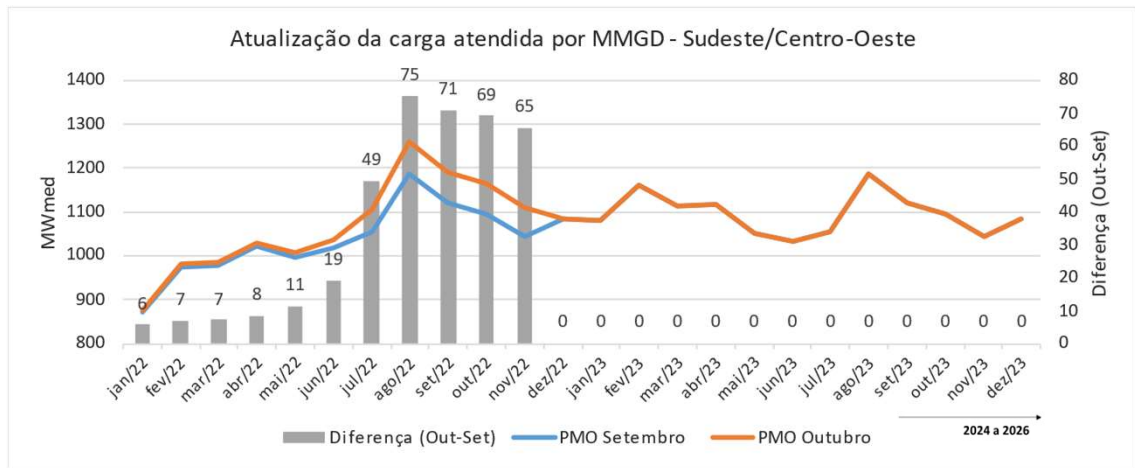
- Atualização: Programa Mensal de Operação Energética (PMO).
  - Carga atendida e Geração de MMGD com discretização semi-horária/barramento atualizados no mês corrente.

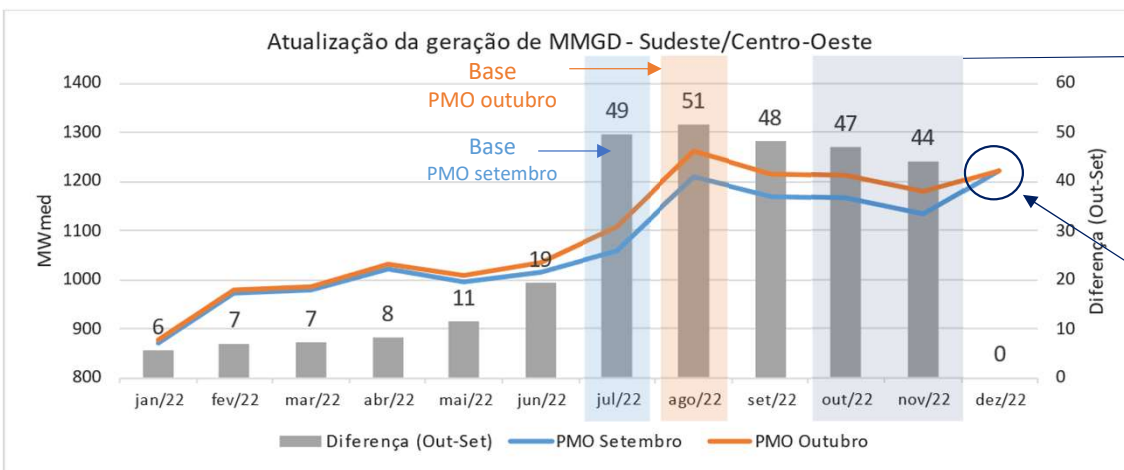
## Base de dados de MMGD atualizados em m-2



Proposta de atualização no mês corrente e próximo

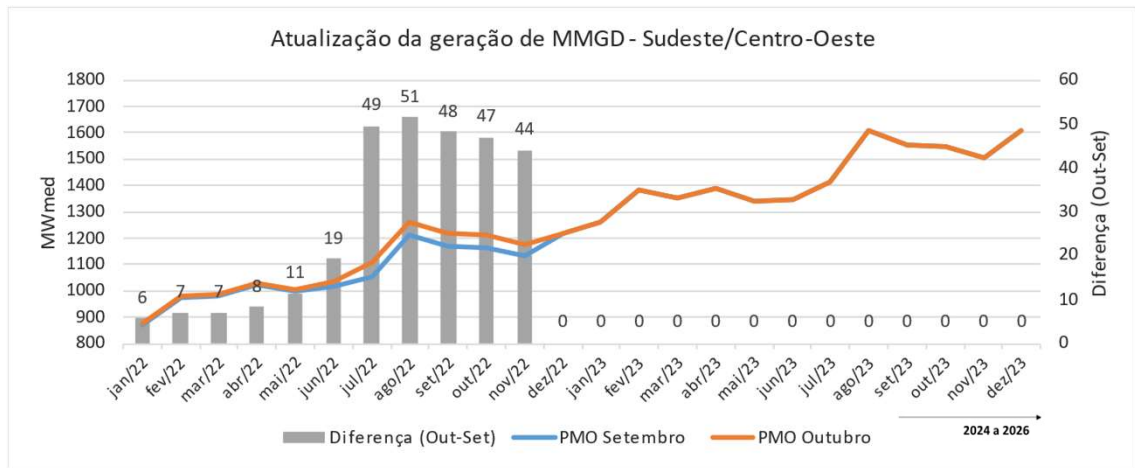
Sem atualização para dezembro/3º mês em diante





Proposta de atualização no mês corrente e próximo

Sem atualização para dezembro/3º mês em diante









## GT MIMGD

**Metodologia para estimativa da carga atendida por MIMGD horária**

Subcomitê Temático para Dados, Processos e Regulação

- Dados de Radiação Verificados
  - Dados de reanálise (ERA-5 - Surface solar radiation downwards) – grade de 25km
  - **Disponível em D-5**
- Dados de Radiação Previstos
  - Dados de reanálise (ECMWF - Surface solar radiation downwards) – grade de 25km
- Operacional:
  - **Anteriores a D-5** - Dados Verificados
  - **De D-5 a D-1** – Dados previstos 24 passos a frente
  - **D a D+7** – Dados previstos
- Potência instalada e posição Geográfica
  - Dados cadastrais da ANEEL
  - **Disponível em M-2**

- Metodologia:
  - Ponto de grade mais próximo da instalação de MMGD
  - Cálculo da geração
  - Agregação por área geométrica e subsistema
  - Desagregação semi-horária por spline cúbica
  - Rateio por barramento segundo previsão de carga atendida por geração MMGD disponibilizada no estudo elétrico mensal

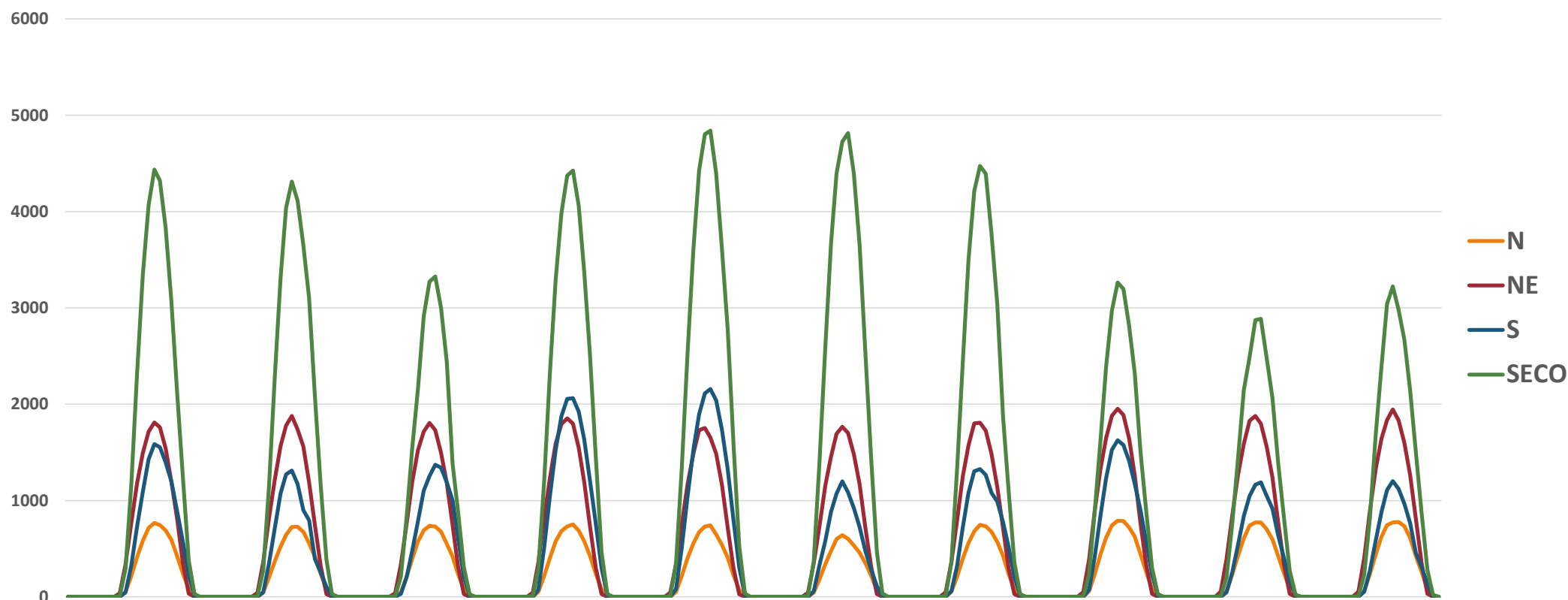
$$G(h) = \frac{P * R(h)}{3600 * I_{STC}}$$

*P é a potência instalada verificada, em kW*

*R(h) é a radiação líquida na superfície, em  $\frac{J}{m^2}$  na hora h*

*I<sub>STC</sub> é a irradiância nas condições padrões de teste  $\left(1000 \frac{W}{m^2}\right)$*

Estimativa de Geração MMGD – 20 a 29/set de 2022 - Subsistemas





## GT MMGD

Informações disponibilizadas e simulações realizadas: Setembro, Outubro e Novembro

Subcomitê Temático para Dados, Processos e Regulação

<https://ctpmopld.org.br/group/ct-pmo-pld/gt-mmgd>





PMO  PLD

COMUNIDADES AGENDA NOTÍCIAS LINKS ÚTEIS FALE CONOSCO

CT PMO PLD > Comunidades > Subcomitê Dados, Processos e Regulação > GT MMGD




GT MICRO E MINI GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

PASTAS

-  **Dados e Decks**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Dia atrás.  
Início > MMGD
-  **Apresentações**  
Test Test, modificado 6 Meses atrás.  
Início > MMGD
-  **Videos**  
Test Test, modificado 6 Meses atrás.  
Início > MMGD
-  **Documentos**  
Test Test, modificado 5 dias atrás.  
Início > MMGD

# GT MMGD

PASTAS

-  **DESSEM**  
Rodrigo Azambuja, modificado 22 dias atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
-  **Dados - MMGD**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
-  **NEWAVE**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
-  **DECOMP**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks




**As informações de MMGD serão divulgadas em 05/12.**

- 1. Carga e Geração\_2022-2026.xlsx
- 2. Carga - Bloco DP\_RV0.txt
- 3. Geração - Bloco UNSI.xlsx

MMGD - Carga

MMGD - Geração




DATE	SOURCE	TYPE	GAUGE	LOAD_Liquida	Base_MMGD	LOAD_MMGD	Eólica	Hidro	Termelétrica	Fotovoltaica	Todas_MMGD_Previsao
09/01/2022	SUDESTE	HIGH	210	45675	2159	47834	0.03	21.82	74.12	2143	2239
09/01/2022	SUDESTE	LOW	348	35313	842	36156	0.03	21.82	74.12	782	878
09/01/2022	SUDESTE	MIDDLE	162	43223	725	43948	0.03	21.82	74.12	661	757
10/01/2022	SUDESTE	HIGH	200	47745	2060	49805	0.03	22.73	79.07	2074	2175
10/01/2022	SUDESTE	LOW	380	36933	922	37855	0.03	22.73	79.07	878	980
10/01/2022	SUDESTE	MIDDLE	164	44923	676	45599	0.03	22.73	79.07	619	721
11/01/2022	SUDESTE	HIGH	160	46805	2399	49204	0.03	29.71	83.62	2460	2573
11/01/2022	SUDESTE	LOW	360	36653	861	37514	0.03	29.71	83.62	819	933
11/01/2022	SUDESTE	MIDDLE	200	44789	561	45350	0.03	29.71	83.62	499	612
12/01/2022	SUDESTE	HIGH	176	45963	2496	48458	0.03	37.35	91.16	2633	2762
12/01/2022	SUDESTE	LOW	356	36525	839	37364	0.03	37.35	91.16	814	942
12/01/2022	SUDESTE	MIDDLE	212	44194	596	44791	0.03	37.35	91.16	547	676
01/01/2023	SUDESTE	HIGH	176	49145	2487	51632	0.03	38.34	101.03	2696	2835
01/01/2023	SUDESTE	LOW	356	38818	840	39658	0.03	38.34	101.03	837	977
01/01/2023	SUDESTE	MIDDLE	212	46928	587	47516	0.03	38.34	101.03	552	692
02/01/2023	SUDESTE	HIGH	152	50361	2718	53078	0.03	39.56	110.26	3014	3164
02/01/2023	SUDESTE	LOW	332	39094	924	40017	0.03	39.56	110.26	950	1099
02/01/2023	SUDESTE	MIDDLE	188	47132	618	47751	0.03	39.56	110.26	598	748
03/01/2023	SUDESTE	HIGH	184	49631	2605	52237	0.04	42.50	118.91	2916	3078
03/01/2023	SUDESTE	LOW	344	38385	789	39174	0.04	42.50	118.91	801	962

-  1. Carga e Geração\_2022-2026.xlsx
-  2. Carga - Bloco DP\_RV0.txt
-  3. Geração - Bloco UNSI.xlsx

Bloco de Carga considerando a MMGD

			PESADA			MEDIA		LEVE		
			20	30	40	50	60	70		
&	5	10	15	20	30	40	50	60	70	
&	++	+	+	+	+	+	+	+	+	
&	IP	S	PAT	MWmed	Pat_1(h)	MWmed	Pat_2(h)	MWmed	Pat_3(h)	
&	++	+	+	+	+	+	+	+	+	
DP	1	1	3	45102.0	56.0	40996.0	35.0	33852.0	77.0	
DP	1	2	3	14124.0	56.0	12391.0	35.0	9478.0	77.0	
DP	1	3	3	12429.0	56.0	11771.0	35.0	10330.0	77.0	
DP	1	4	3	7256.0	56.0	6903.0	35.0	6488.0	77.0	
DP	1	11	3		56.0		35.0		77.0	
&										
DP	2	1	3	45839.0	40.0	41784.0	36.0	34576.0	92.0	
DP	2	2	3	14560.0	40.0	12620.0	36.0	9848.0	92.0	
DP	2	3	3	12649.0	40.0	11807.0	36.0	10437.0	92.0	
DP	2	4	3	7292.0	40.0	6973.0	36.0	6443.0	92.0	
DP	2	11	3		40.0		36.0		92.0	
&										
DP	3	1	3	48730.0	50.0	44841.0	38.0	36894.0	80.0	
DP	3	2	3	15053.0	50.0	13248.0	38.0	10222.0	80.0	
DP	3	3	3	13031.0	50.0	12295.0	38.0	10771.0	80.0	
DP	3	4	3	7417.0	50.0	7147.0	38.0	6575.0	80.0	
DP	3	11	3		50.0		38.0		80.0	
&										
DP	4	1	3	48916.0	50.0	45017.0	38.0	37038.0	80.0	
DP	4	2	3	15156.0	50.0	13343.0	38.0	10294.0	80.0	
DP	4	3	3	13251.0	50.0	12509.0	38.0	10957.0	80.0	
DP	4	4	3	7457.0	50.0	7187.0	38.0	6611.0	80.0	
DP	4	11	3		50.0		38.0		80.0	
&										
DP	5	1	3	49055.0	50.0	45149.0	38.0	37146.0	80.0	
DP	5	2	3	15130.0	50.0	13319.0	38.0	10276.0	80.0	
DP	5	3	3	13374.0	50.0	12630.0	38.0	11062.0	80.0	
DP	5	4	3	7495.0	50.0	7224.0	38.0	6645.0	80.0	
DP	5	11	3		50.0		38.0		80.0	
&										
DP	6	1	3	49807.0	200.0	45605.0	164.0	37856.0	380.0	
DP	6	2	3	16168.0	200.0	14085.0	164.0	11038.0	380.0	
DP	6	3	3	13821.0	200.0	13052.0	164.0	11524.0	380.0	



-  1. Carga e Geração\_2022-2026.xlsx
-  2. Carga - Bloco DP\_RV0.txt
-  3. Geração - Bloco UNSI.xlsx

**Valores de geração de MMGD  
Patamares/Semanas operativas  
Bloco 9 – UNSI**

SO	Patamar	subsistema	Duracao	Eólica	Hidro	Termelétrica	Fotovoltaica
09/02/2022	Leve	SE/CO	77	0.03	21.82	74.12	751
09/02/2022	Média	SE/CO	35	0.03	21.82	74.12	808
09/02/2022	Pesada	SE/CO	56	0.03	21.82	74.12	1917
09/02/2022	Leve	NE	77	11.23	0.10	7.02	327
09/02/2022	Média	NE	35	11.23	0.10	7.02	396
09/02/2022	Pesada	NE	56	11.23	0.10	7.02	693
09/02/2022	Leve	N	77	0.00	0.00	2.30	110
09/02/2022	Média	N	35	0.00	0.00	2.30	112
09/02/2022	Pesada	N	56	0.00	0.00	2.30	280
09/02/2022	Leve	S	77	0.13	7.94	22.99	271
09/02/2022	Média	S	35	0.13	7.94	22.99	274
09/02/2022	Pesada	S	56	0.13	7.94	22.99	835
09/09/2022	Leve	SE/CO	92	0.03	21.82	74.12	947
09/09/2022	Média	SE/CO	36	0.03	21.82	74.12	568
09/09/2022	Pesada	SE/CO	40	0.03	21.82	74.12	2148
09/09/2022	Leve	NE	92	11.23	0.10	7.02	406
09/09/2022	Média	NE	36	11.23	0.10	7.02	261
09/09/2022	Pesada	NE	40	11.23	0.10	7.02	775
09/09/2022	Leve	N	92	0.00	0.00	2.30	138
09/09/2022	Média	N	36	0.00	0.00	2.30	78
09/09/2022	Pesada	N	40	0.00	0.00	2.30	313
09/09/2022	Leve	S	92	0.13	7.94	22.99	358
09/09/2022	Média	S	36	0.13	7.94	22.99	206
09/09/2022	Pesada	S	40	0.13	7.94	22.99	923
09/16/2022	Leve	SE/CO	80	0.03	21.82	74.12	761
09/16/2022	Média	SE/CO	38	0.03	21.82	74.12	670
09/16/2022	Pesada	SE/CO	50	0.03	21.82	74.12	2142
09/16/2022	Leve	NE	80	11.23	0.10	7.02	340
09/16/2022	Média	NE	38	11.23	0.10	7.02	309
09/16/2022	Pesada	NE	50	11.23	0.10	7.02	776
09/16/2022	Leve	N	80	0.00	0.00	2.30	110
09/16/2022	Média	N	38	0.00	0.00	2.30	92

<https://ctpmopld.org.br/group/ct-pmo-pld/gt-mmgd>





PMO  PLD

COMUNIDADES AGENDA NOTÍCIAS LINKS ÚTEIS FALE CONOSCO

CT PMO PLD > Comunidades > Subcomitê Dados, Processos e Regulação > GT MMGD

GT MICRO E MINI GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

PASTAS

-  **Dados e Decks**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Dia atrás.  
Início > MMGD
-  **Apresentações**  
Test Test, modificado 6 Meses atrás.  
Início > MMGD
-  **Videos**  
Test Test, modificado 6 Meses atrás.  
Início > MMGD
-  **Documentos**  
Test Test, modificado 5 dias atrás.  
Início > MMGD

PASTAS

-  **DESSEM**  
Rodrigo Azambuja, modificado 22 dias atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
-  **Dados - MMGD**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
-  **NEWAVE**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks
-  **DECOMP**  
Rodrigo Azambuja, modificado 1 Mês atrás.  
Início > MMGD > Dados e Decks

Os decks de entrada dos modelos serão divulgados ao longo da semana



## GT MMGD

Premissas de atualização de dados e apresentação sobre o 4MD

Considerações acerca da disponibilização do código

Subcomitê Temático para Dados, Processos e Regulação

# O Modelo de Mercado da Micro e Minigeração Distribuída (4MD)

- Baseado na Teoria da Difusão de Inovações de Rogers e no Modelo de Bass;
- Adaptado do Modelo dGen do NREL e da dissertação de Konzen (2014);
- Utilizado pela EPE desde 2015.



## Segmentos

- Residencial
- Residencial Remoto
- Comercial BT
- Comercial AT
- Comercial AT Remoto

## Resolução espacial

- 54 Distribuidoras
- 6 Subsistemas

## Fontes Incluídas

- Fotovoltaica
- Eólica
- Térmica
- CGHs

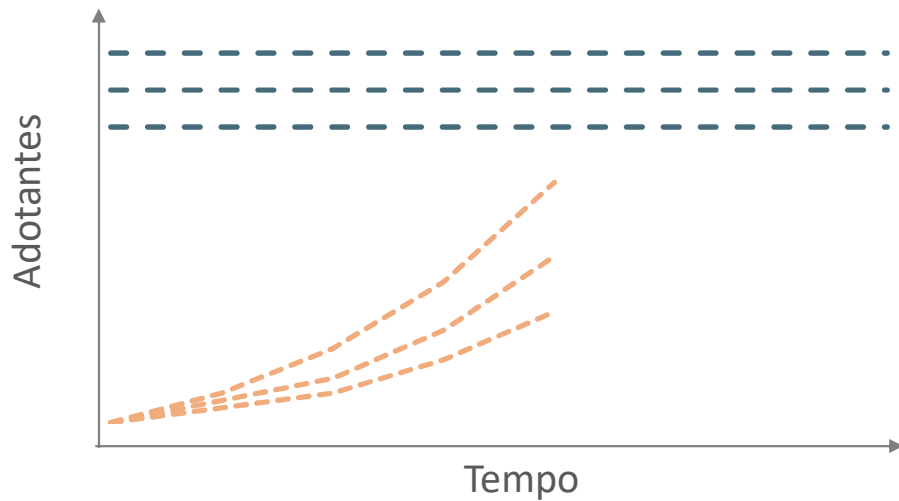
## Horizonte Temporal

- Até 2050

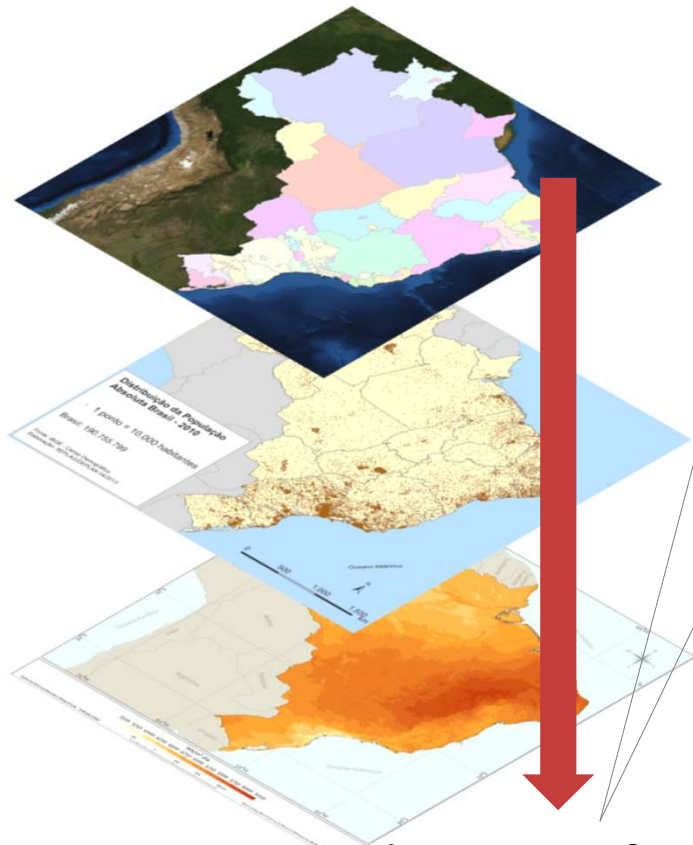


## Resumo das etapas do 4MD

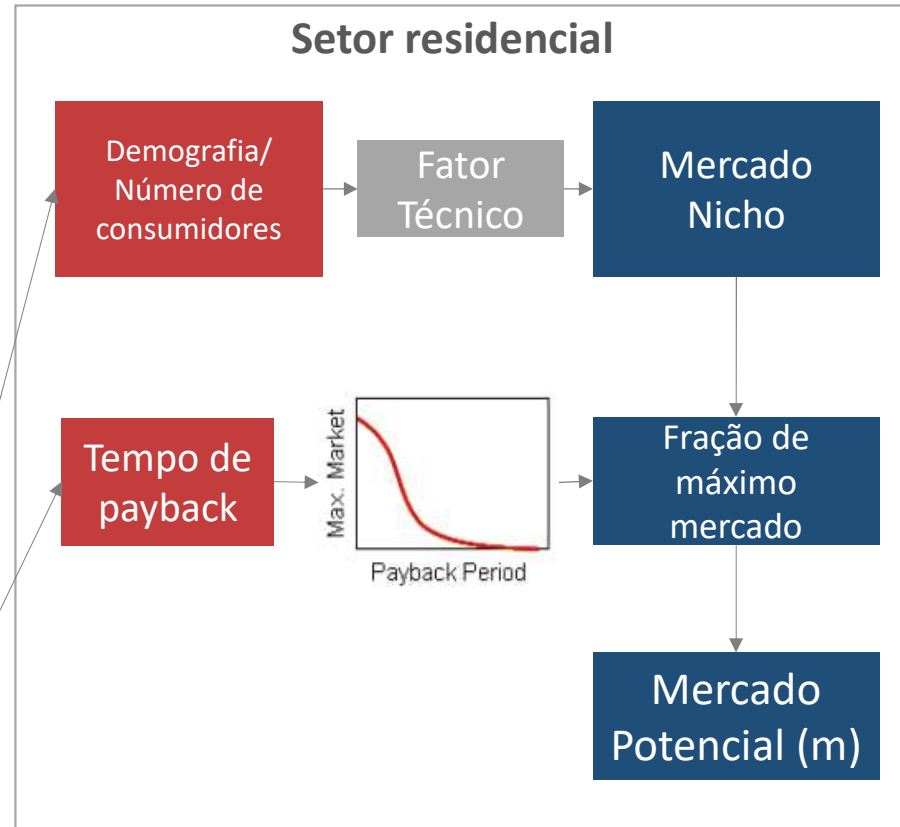
1. Estimar o mercado potencial (m);
2. Definir a taxa de adoção;
3. Distribuir os adotantes entre as fontes;
4. Calcular a capacidade instalada;
5. Calcular a geração de energia.



# I<sup>a</sup> Etapa: estimar o mercado potencial (m)



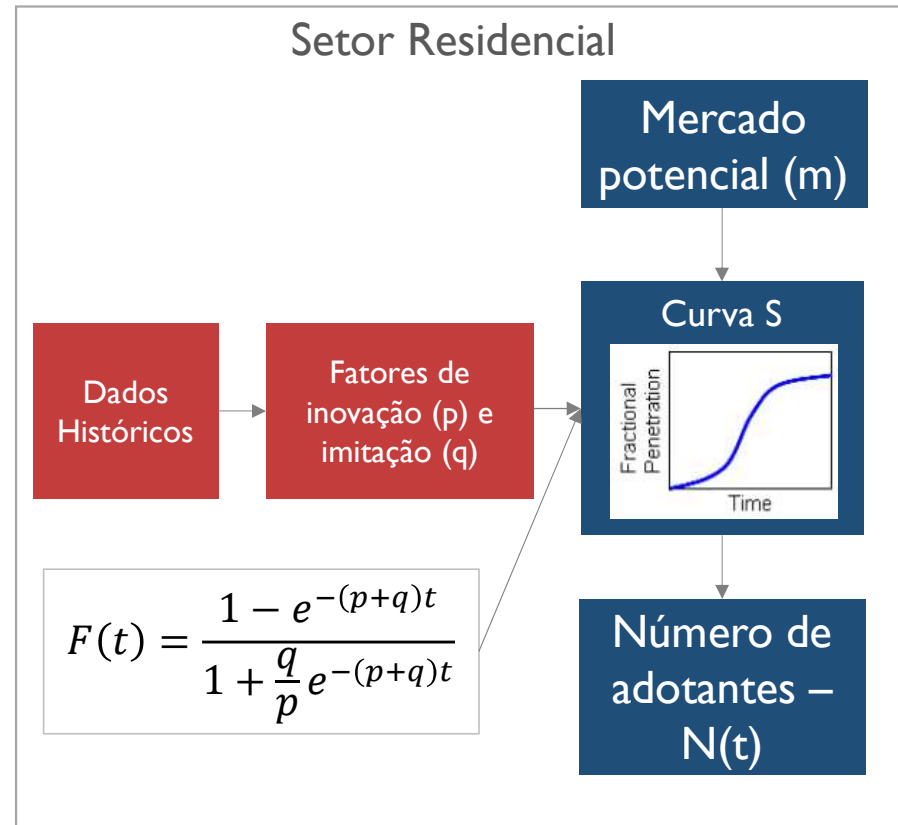
Dados Georreferenciados



+ Outros Setores (análogo)

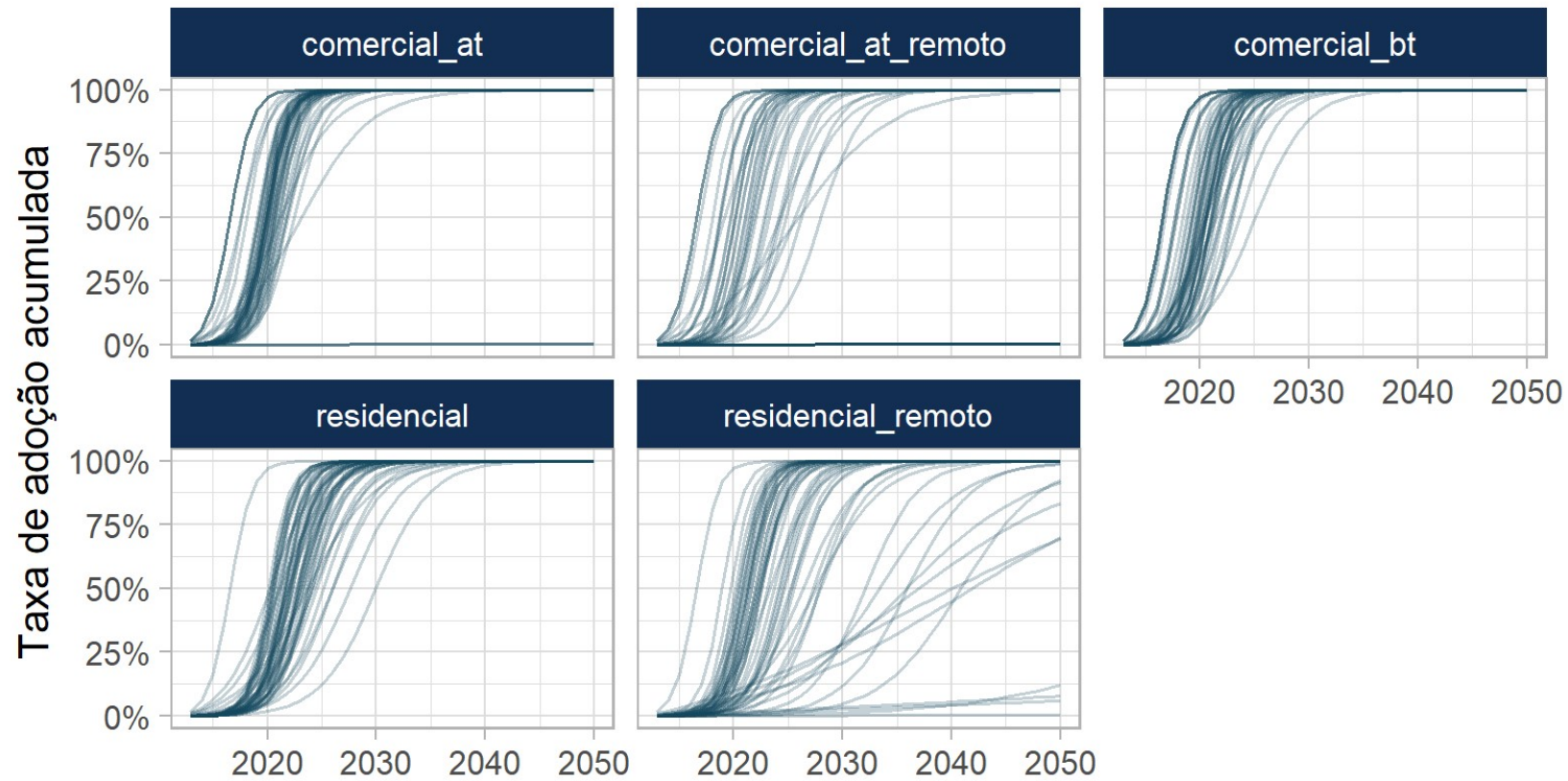
## 2ª Etapa: definir a taxa de adoção

- Utilizados dados históricos para calibrar o modelo;
- Método dos Mínimos Quadrados para encontrar p e q para cada setor.
- Calibração é feita por distribuidora e por segmento (270 curvas).



+ Outros Setores  
(análogo)

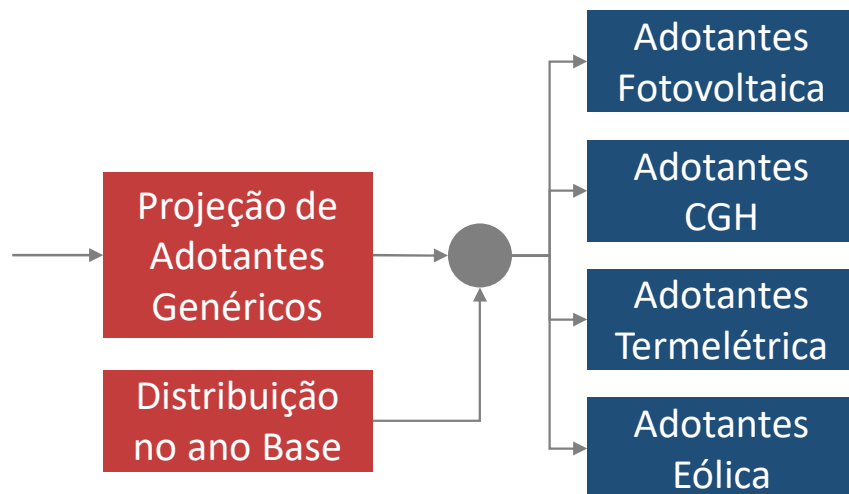
## 2ª Etapa: exemplos de taxas de adoção por segmento e distribuidora





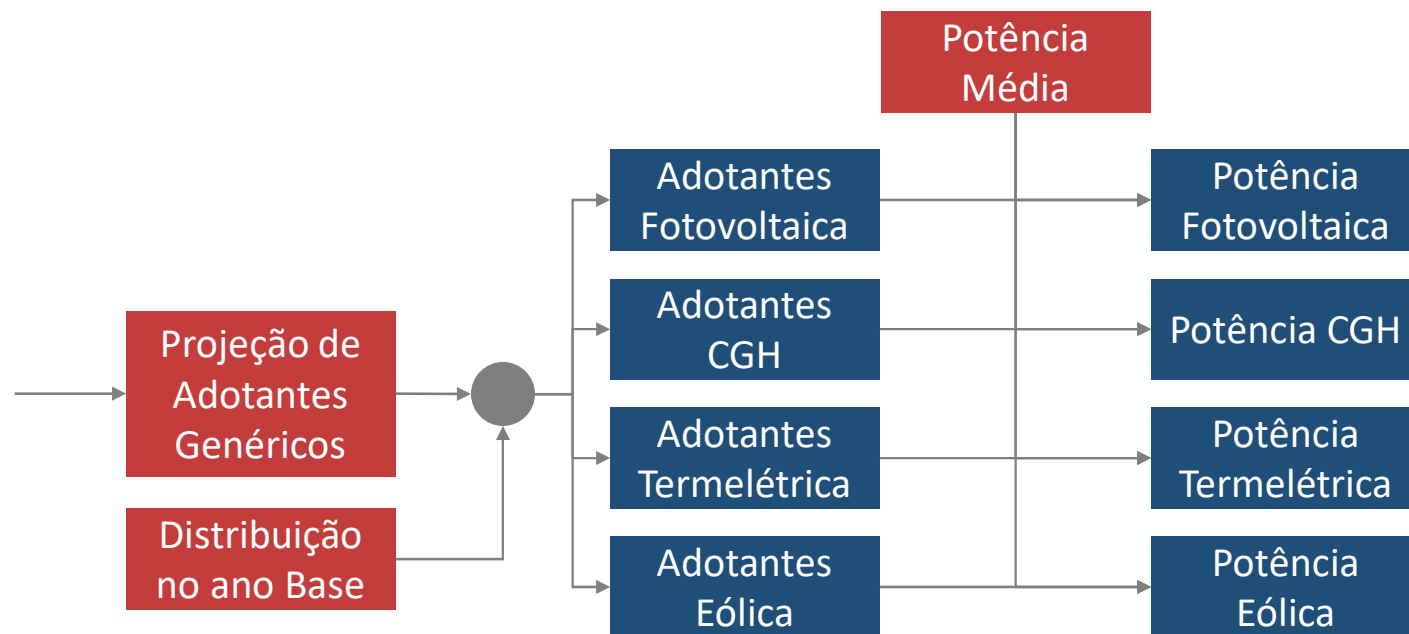
### 3ª Etapa: distribuir os adotantes entre as fontes

- Nas etapas anteriores o modelo projeta o número de adotantes de uma tecnologia genérica.
- Aqui são distribuídos os adotantes por tecnologia, de acordo com a proporção histórica.
- A divisão é feita por segmento e distribuidora.



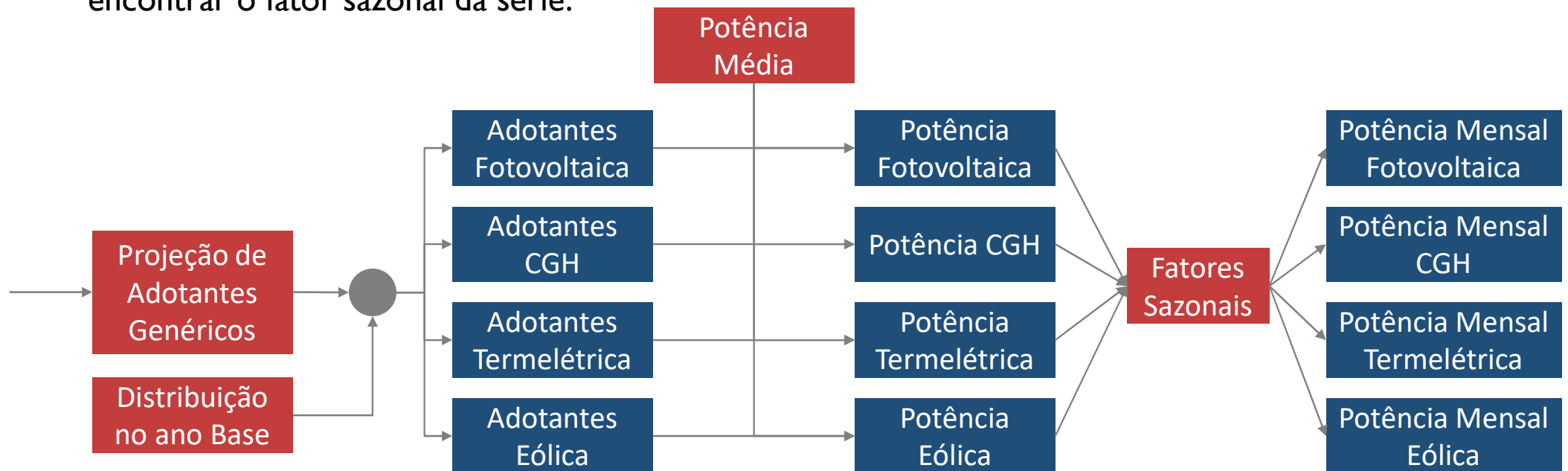
## 4ª Etapa: calcular a potência instalada

- Para cada distribuidora, segmento e fonte é calculada a potência média histórica. Essa potência é atribuída aos respectivos adotantes.



## 4ª Etapa: calcular a potência instalada

- Para cada distribuidora, segmento e fonte é calculada a potência média histórica. Essa potência é atribuída aos respectivos adotantes.
- Na sequência, a potência anual é aberta por mês, utilizando fatores sazonais.
- É utilizado um modelo clássico de decomposição multiplicativa de séries temporais para encontrar o fator sazonal da série.

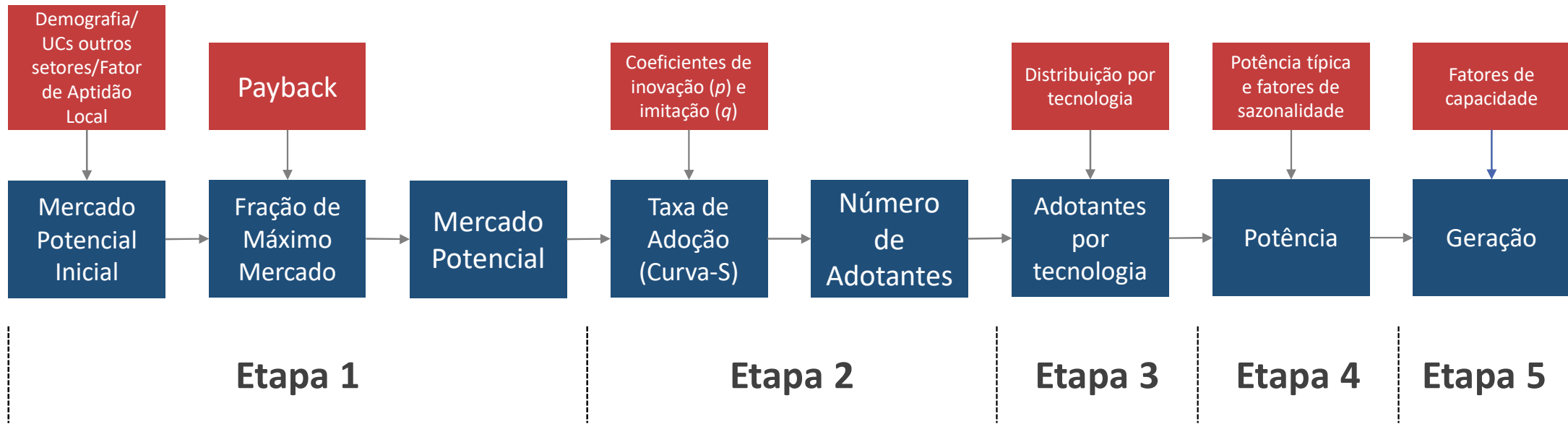


## 5ª Etapa: geração mensal de energia

$$E_{mt,f,d,s} = \sum_{i=2013}^{mt} P_{i,f,d,s} \cdot FC_{m,f,d} \cdot Z_m \cdot 24 \cdot (1 - k)^{ZT}$$

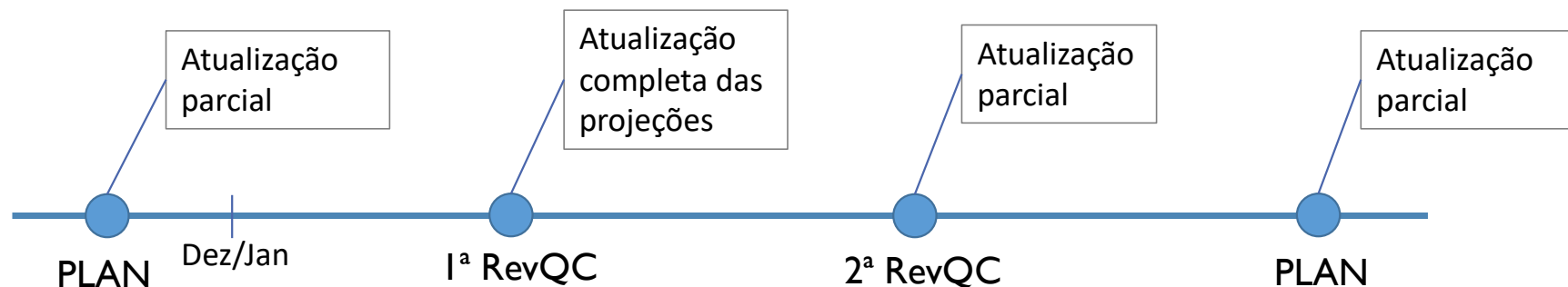
- $E_{mt,f,d,s}$  é a energia gerada no mês  $m$  e ano  $t$ , para a fonte  $f$ , distribuidora  $d$  e segmento de mercado  $s$ ;
- $i$  é o índice do mês e ano de instalação de sistemas de MMGD, iniciando em janeiro de 2013 e sendo incrementado até o mês  $m$  e ano  $t$ ;
- $P_{i,f,d,s}$  é a potência mensal instalada (incremental) no mês e ano  $i$ , para a fonte  $f$ , distribuidora  $d$  e segmento de mercado  $s$ ;
- $FC_{m,f,d,s}$  é o fator de capacidade no mês  $m$ , para a fonte  $f$ , distribuidora  $d$  e segmento de mercado  $s$ ;
- $Z_m$  é o número de dias de operação da potência  $P_i$  no mês  $m$ ;
- $k$  é o fator de degradação diário da tecnologia. Para a fonte fotovoltaica, foi calculado como  $(1 + 0,005)^{(1/365)} - 1$ . Para as demais fontes,  $k$  é igual a zero;
- $ZT$  é o número total de dias em operação da  $P_i$  desde a sua instalação até o final do mês  $m$  e ano  $t$ . A contagem é reiniciada caso o número de dias supere o equivalente a 25 anos, indicando que uma renovação da potência ao final da vida útil.

# Resumo



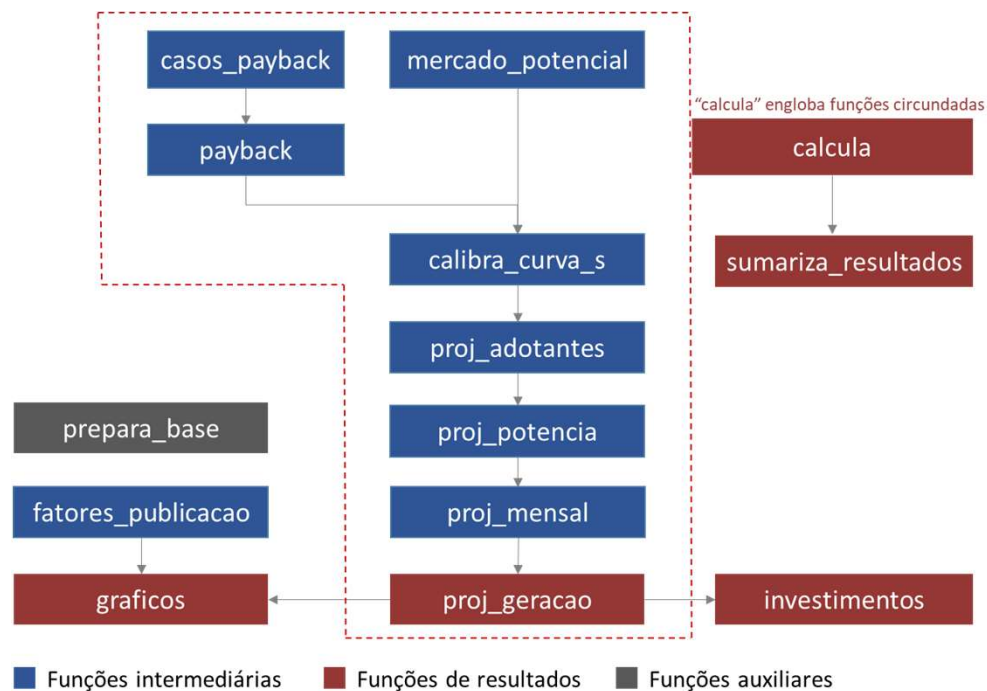
## Cronograma de atualização das projeções

- Atualização completa das projeções: atualização no primeiro quadrimestre do ano com dados completos do ano anterior.
- Atualização parcial: atualização de projeções de PIB, premissas regulatórias, potência média e participação por fonte. Não há calibração da curva “S” nessa atualização.
  - O histórico mensal é incorporado até o mês n-2.



# Documentação e acesso ao modelo

- Metodologia é publicada desde 2018, sendo atualizada anualmente no PDE.
- Pacote em R *epe4md*.





## GT MMGD

### Próximos passos

Subcomitê Temático para Dados, Processos e Regulação



## Cronograma

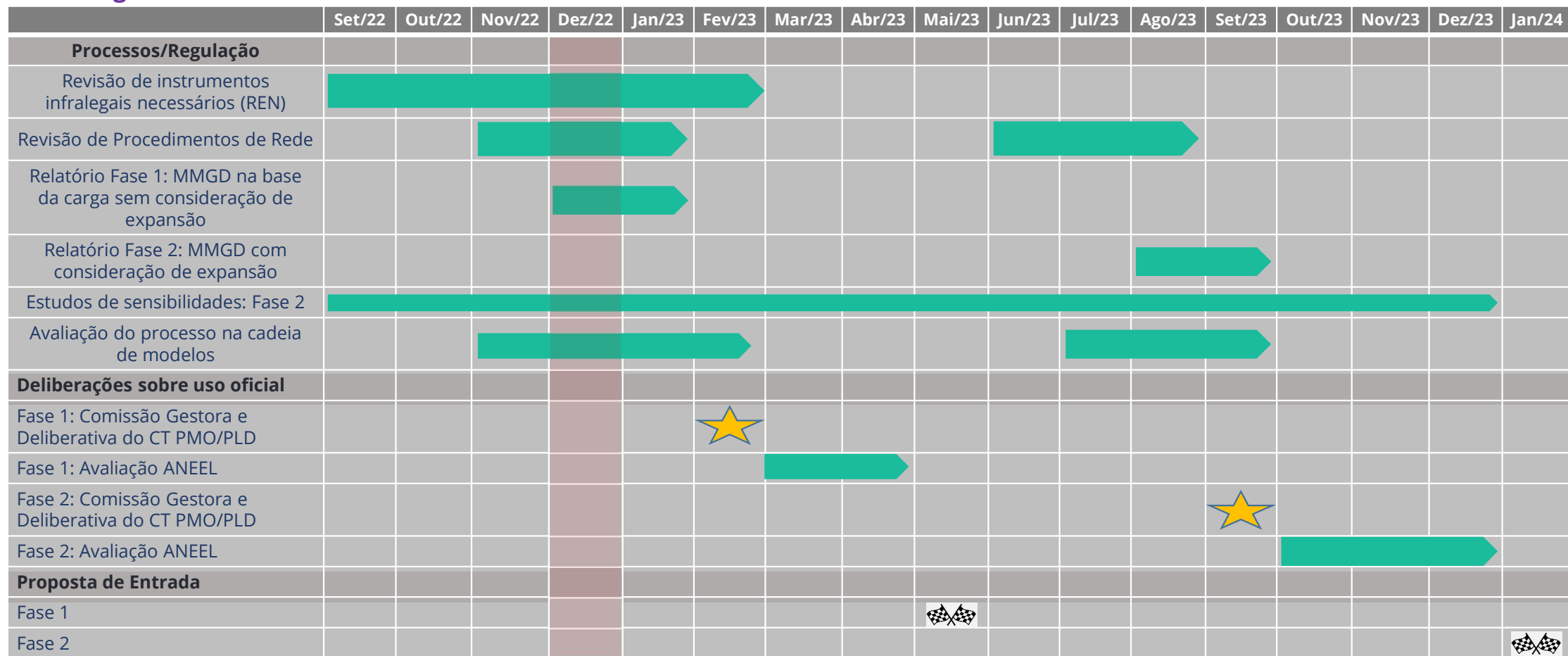
Apresentado aos agentes em 04/10/2022

	Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23	Fev/23	Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24
<b>Processos/Regulação</b>																	
Revisão de instrumentos infralegais necessários (REN)	█				█												
Revisão de Procedimentos de Rede							█										
Relatório Fase 1: MMGD na base da carga sem consideração de expansão								█									
Relatório Fase 2: MMGD com consideração de expansão												█					
Estudos de sensibilidades: Fase 2	█																
Avaliação do processo na cadeia de modelos							█				█						
<b>Deliberações sobre uso oficial</b>																	
Fase 1: Comissão Gestora e Deliberativa do CT PMO/PLD									★								
Fase 1: Avaliação ANEEL										█							
Fase 2: Comissão Gestora e Deliberativa do CT PMO/PLD													★				
Fase 2: Avaliação ANEEL														█			
<b>Proposta de Entrada</b>																	
Fase 1													🏁🏁				
Fase 2																	🏁🏁

## Cronograma

### Antecipação da entrada da Fase 1 para maio de 2023

### Novo Cronograma - Tentativa



**Próximos passos:**

- Minuta de relatório para contribuições: MMGD na base da carga sem consideração de expansão (Fase 1)
  - Reprodução do processo: reunião com agentes
- Análises de sensibilidade: divulgação dos decks dos modelos com MMGD.

PMO  PLD

Obrigado!

<https://ctpmopld.org.br/>