

INFORME COMPLEMENTAR PARA CÁLCULO DE MISCR PARA SUPORTE AO LRCAP ARMAZENAMENTO - 2026

Versão: abril/2026

I. Descrição:

Este documento apresenta, de forma estruturada, os procedimentos adotados para o cálculo dos índices MISCR (*Multi-Infeed Short Circuit Ratio*), conforme a metodologia proposta na Nota Técnica EPE-DEE-NT-086/20225-rev0 [1], visando à identificação dos barramentos elegíveis à bonificação locacional no LRCAP de Armazenamento de 2026.

As premissas apresentadas a seguir definem o caso de estudo adotado como referência para o cálculo do MISCR no âmbito do LRCAP:

- O cenário adotado corresponde ao patamar de carga máxima diurna do ano de 2030, referente ao PDE 2035, caracterizado pela condição simultânea de elevado recebimento pelo subsistema Sul e exportação pelo subsistema Nordeste;
- As usinas fotovoltaicas foram consideradas com o fator de despacho de 40% em todo o Brasil;
- As usinas termelétricas foram despachadas considerando apenas aquelas com CVU inferior a 170 R\$/MWh em todo o Brasil;
- As usinas hidrelétricas foram despachadas com fatores compatíveis com a sazonalidade hidrológica de cada região;
- As usinas eólicas foram despachadas visando obter uma exportação máxima de potência da Região Nordeste, em torno de 19 GW;
- Não foi considerada a operação de geradores síncronos operando como compensador síncrono, com exceção das usinas de Belo Monte e Tucuruí, em razão de restrições de controle de tensão.

No âmbito da aplicação da metodologia, foram consideradas como barras candidatas aquelas identificadas como PAC (Ponto de Acoplamento Comum), bem como as barras com níveis de tensão de 230, 345 e 500 kV. Além disso, a base de dados foi ajustada conforme os critérios a seguir.

- a) Foram desconsideradas da análise as usinas enquadradas em pelo menos uma das seguintes condições:
- Outorga revogada;
 - CUST rescindido;
 - Ausência de CUST e/ou CUSD válido;
 - Termo de Intimação emitido;
 - Previsão de entrada em operação comercial posterior a 2030, conforme dados do RALIE/ANEEL (último acesso em 07/04/2026).
- b) Foram incluídas na análise as usinas vencedoras do LRCAP de 2026 (UTES e UHEs) para as quais foram adotados modelos dinâmicos típicos, em razão da indisponibilidade de modelos oficiais.

As informações apresentadas a seguir descrevem a forma de organização da base de dados e o procedimento adotado para utilizar essa base na obtenção dos índices empregados na avaliação de robustez.

II. Organização da Base:

A base de dados do LRCAP de Armazenamento de 2026 está estruturada em seis pastas, descritas a seguir:

- 1_Documentos
 - Documentação com registro de atualizações recentes.
- 2_ANATO
 - Arquivos necessários para a execução do programa ANATO [2].
- 3_Modelos
 - Arquivos contendo a modelagem dos equipamentos do sistema, tais como máquinas síncronas e seus controladores, elos de corrente contínua e seus controles, turbinas eólicas e compensadores estáticos de reativos.
- 4_Casos_ANATEM
 - Arquivos para análise de transitórios eletromecânicos com a versão 12.8.0 do programa ANATEM [3], preparados para o ano 2030, atualizado conforme as premissas do PDE 2035.

- 5_Casos_Inicializados
 - CASO DE REFERÊNCIA INICIALIZADO – ANO30: Caso base de fluxo de potência inicializado, fornecido nos formatos .PWF e .SAV, e referenciado no caso de análise da pasta '4_Casos_ANATEM'.
- 7_ArquivosPlot
 - Arquivos com dados para plotagem.

III. Forma de Utilização da Base para Estudos de Transitórios Eletromecânicos:

A pasta '4_Casos_ANATEM' contém o caso de estudo utilizado como referência para a aplicação desta base de dados. Para a realização de estudos com outros cenários e casos de fluxo de potência, deve-se proceder da seguinte forma:

1. Na pasta '4_Casos_ANATEM', abrir o arquivo de extensão .stb:

 CASO DE REFERÊNCIA INICIALIZADO - ANO30.stb	06/02/2026 09:38	Arquivo de dados ...	4 KB
 DMAQ.DAT	06/02/2026 12:30	Arquivo de dados ...	25 KB

2. Dentro do código DARQ, modificar o nome do arquivo base de fluxo de potência que se deseja analisar:

```
(=====
( LEITURA DE DADOS
(=====
DARQ
(Tipo) (C) ( Nome do Arquivo
OUT
LOG
PLT
( SAV 30 ..\5_Casos_Inicializados\CASO DE REFERÊNCIA INICIALIZADO - ANO30.SAV
SAV 30 ..\5_Casos_Inicializados\CASO FLUXO.SAV
```

3. Para a inicialização dos casos, deve-se proceder com a geração do arquivo DMAQ.dat, cujo conteúdo varia com o despacho de cada usina, em cada caso base de fluxo de potência.

```

(=====
( LEITURA DE DADOS
(=====
DARQ
(Tipo) (C) ( Nome do Arquivo
OUT
LOG
PLT
SAV 30 ..\5_Casos_Inicializados\CASO DE REFERÊNCIA INICIALIZADO - ANO30.SAV
DAT ..\3_Modelos\DLOCs.dat
CDU ..\3_Modelos\CER.cdu
BLT ..\3_Modelos\USINAS-EXISTENTES-EPE.BLT
CDU ..\3_Modelos\USINAS-EXISTENTES-EPE.CDU
BLT ..\3_Modelos\USINAS-FUTURAS-EPE.BLT
CDU ..\3_Modelos\USINAS-FUTURAS-EPE.CDU
BLT ..\3_Modelos\HVDC\HVDC.BLT
CDU ..\3_Modelos\HVDC\HVDC.CDU
DAT ..\3_Modelos\HVDC\HVDC.dat
DAT ..\3_Modelos\MSG.dat
DAT DMAQ.dat
DAT ..\3_Modelos\Eolica\EOL_DADOS_EPE.dat
DAT ..\3_Modelos\Solar\UFV_DADOS_EPE.dat
DAT ..\3_Modelos\EOL_EPE.dat
DAT ..\3_Modelos\UFV_EPE.dat
(Arquivos plot
DAT ..\3_Modelos\DCER.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-DGER.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-HVDC.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-NORDESTE.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-NORTE.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-SECO.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-SUL.DAT
999999

```

- O arquivo DMAQ.dat pode ser gerado através do programa ANAT0 (CEPEL). Os arquivos de entrada necessários (contidos na pasta '2_ANAT0') são: BNT1-EPE.dat, BNT2-EPE.dat, DMAQ-EPE.stb.

IV. Forma de Utilização da Base para Estudos de Multi-Infeed

- Na pasta '4_Casos_ANATEM', abrir o arquivo de extensão .stb:

 CASO DE REFERÊNCIA INICIALIZADO - ANO30.stb	06/02/2026 09:38	Arquivo de dados ...	4 KB
 DMAQ.DAT	06/02/2026 12:30	Arquivo de dados ...	25 KB

- Dentro do código DOPC, comentar as linhas referentes os dados e opções default de execução do arquivo, conforme indicado abaixo:

```

(=====
( DADOS DE OPCOES DEFAULT DE EXECUCAO
(=====
DOPC
((Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E (Op) E
(DLCA L SAD2 L DLCC L FLXT L CILH L ILHA L NEWT L SADD L
999999

```

3. Adicionar dentro do código DARQ o código MIIF:

```
(=====
( LEITURA DE DADOS
(=====
DARQ
(Tipo) (C) ( Nome do Arquivo
OUT
LOG
BLT
MIIF
SAV 30 ..\5_Casos_Inicializados\CASO DE REFERÊNCIA INICIALIZADO - ANO30.SAV
DAT ..\3_Modelos\DLOCs.dat
CDU ..\3_Modelos\CER.cdu
BLT ..\3_Modelos\USINAS-EXISTENTES-EPE.BLT
CDU ..\3_Modelos\USINAS-EXISTENTES-EPE.CDU
BLT ..\3_Modelos\USINAS-FUTURAS-EPE.BLT
CDU ..\3_Modelos\USINAS-FUTURAS-EPE.CDU
BLT ..\3_Modelos\HVDC\HVDC.BLT
CDU ..\3_Modelos\HVDC\HVDC.CDU
DAT ..\3_Modelos\HVDC\HVDC.dat
DAT ..\3_Modelos\DMSC.dat
DAT DMAQ.dat
DAT ..\3_Modelos\Eolica\EOL_DADOS_EPE.dat
DAT ..\3_Modelos\Solar\UFV_DADOS_EPE.dat
DAT ..\3_Modelos\EOL_EPE.dat
DAT ..\3_Modelos\UFV_EPE.dat
(Arquivos plot
DAT ..\3_Modelos\DCER.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-DGER.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-HVDC.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-NORDESTE.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-NORTE.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-SECO.DAT
DAT ..\7_ArquivosPlot\PLOT-SUL.DAT
999999
```

4. Realizar a substituição dos códigos DSIM e EXSI por DMIF e EAMI, respectivamente, incluindo as barras especificadas no código DMIF:

```
(=====
( DADOS DE SIMULACAO E EXECUCAO
(=====
DMIF
( Nb ) ** Barras dos PACs **
120
151
202
203
205
999999
EAMI
(=====
( FIM DA SIMULACAO
(=====
FIM
```

O código EAMI, disponível no programa ANATEM e desenvolvido pelo CEPEL [3], tem como finalidade calcular índices de desempenho associado à interação de conversores no sistema elétrico. Ao utilizar esse código de execução são calculados automaticamente, para todas as barras que possuem inversores, os seguintes índices:

- SCR - *Short- Circuit Ratio*;
- MIIF - *Multi-Infeed Interaction Factor*;
- PI - *Potencial de Interação*;
- MISCR - *Multi-Infeed Interaction Short-Circuit Ratio*;
- MSCR - *Multi-Infeed Short Circuit Ratio*.

Adicionalmente, o código também calcula o valor do índice MIIF para as barras especificadas por meio do código DMIF. Consequentemente, no arquivo de saída, as barras que possuem inversores aparecem listadas no início da relação de barras computadas.

V. Aplicação da Metodologia para o cálculo do MISCR

O índice MISCR é calculado a partir do MIIF (*Multi-Infeed Interaction Factor*) e das potências nominais dos IBRs (*Inverter-Based Resources*) conectados aos PACs considerados na análise. Sua fórmula é dada por [1]:

$$MISCR_i = \frac{SCC_i}{P_i + \sum_{j=1}^k (MIIF_{j,i} \times P_j)} \quad (1)$$

sendo k o número de barras avaliadas, SCC_i representa a potência de curto-circuito na barra i , P_j corresponde à potência nominal, em MW, do IBR conectado a barra j e $MIIF_{j,i}$ é o parâmetro de sensibilidade utilizado para estimar a distância elétrica entre as barras consideradas no cálculo do MISCR.

O $MIIF$ é obtido a partir da variação de tensão observadas nas barras i e j (ΔV_i e ΔV_j) quando um reator é chaveado na barra i , que provoque um ΔV_i próximo de 1%. Sendo calculado da seguinte forma [1]:

$$MIIF_{j,i} = \frac{\Delta V_j}{\Delta V_i} \quad (2)$$

Os valores correspondentes são organizados na matriz $MIIF$, na qual cada elemento situado na i -ésima linha e j -ésima coluna representa a sensibilidade da barra j em relação ao distúrbio aplicado na barra i :

$$MIIF = \begin{bmatrix} \Delta V_1/\Delta V_1 & \Delta V_2/\Delta V_1 & \cdots & \Delta V_k/\Delta V_1 \\ \Delta V_1/\Delta V_2 & \Delta V_2/\Delta V_2 & \cdots & \Delta V_k/\Delta V_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta V_1/\Delta V_k & \Delta V_2/\Delta V_k & \cdots & \Delta V_k/\Delta V_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} MIIF_{1,1} & MIIF_{2,1} & \cdots & MIIF_{k,1} \\ MIIF_{1,2} & MIIF_{2,2} & \cdots & MIIF_{k,2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ MIIF_{1,k} & MIIF_{2,k} & \cdots & MIIF_{k,k} \end{bmatrix}$$

O procedimento para cálculo do MISCR pode ser sumarizado nos três passos a seguir:

1. Executar o código EAMI no ANATEM conforme descrito na Seção IV, indicando as barras especificadas no DMIF, que constituem as candidatas ao cálculo do MISCR. Caso seja necessário dividir o cálculo em múltiplas rodadas devido às limitações do ANATEM, os PACs devem ser obrigatoriamente mantidos em todas as rodadas;

- Após a execução do código EAMI, é gerado um arquivo .CSV contendo os valores de SCC, os reatores utilizados para ajustar o ΔV_i para próximo de 1%, a matriz MIIF referente às barras com inversores e às barras especificadas no DMIF, além dos demais índices calculados para as barras com inversores. As primeiras linhas e colunas da matriz corresponde às barras com inversores, que não devem ser consideradas no cálculo do MISCR. Assim, o conjunto de barras efetivamente utilizado nos cálculos é menor do que o total de barras apresentado no arquivo de saída, conforme ilustrado no exemplo abaixo:

SUMÁRIO DE BARRAS CA PARA CÁLCULO DE ÍNDICES DA ANÁLISE DE MULTINFEED											
Número	Nome da Barra	ScC[MVA]	Reator[MVar]								
3691	IBIUNA-SP345	24129,43	-166,6839								
5206	ELOARA-SP500	31536,28	-202,841								
5198	COLET--RQ230	2194,18	-17,868								
4943	EST-XI-MG500	29277,18	-212,4154								
4947	TRI-XI-RJ500	27628,57	-200,9284								
41202	SILBPB-GO500	20433,53	-146,1867								
120	B.NOME-PE138	2908,31	-23,103								
151	AQJ2--RW138	1973,58	-15,4916								
202	JUAZE2-BA230	6204,97	-59,789								
203	S.BONF-BA230	1623,32	-16,4852								
205	BROTAS-BA230	1750,19	-16,8022								
MULTINFEED INTERACTION FACTOR											
Nome da Barra	IBIUNA-SP345	ELOARA-SP500	COLET--RQ230	EST-XI-MG500	TRI-XI-RJ500	SILBPB-GO500	B.NOME-PE138	AQJ2----	JUAZE2-BA230	S.BONF-BA230	BROTAS-BA230
IBIUNA-SP345	1	0,360846	0,016086	0,252849	0,259304	0,14955	0,016753	0,0021	0,027457	0,025394	0,070254
ELOARA-SP500	0,516324	1	0,034671	0,429726	0,3817	0,332941	0,056976	0,0246	0,081628	0,083188	0,17373
COLET--RQ230	0,001944	0,002659	1	0,002576	0,002006	0,005342	0,001539	0,001	0,001818	0,001963	0,002844
EST-XI-MG500	0,405342	0,463391	0,03237	1	0,421739	0,361584	0,081047	0,0385	0,113497	0,118176	0,238164
TRI-XI-RJ500	0,358431	0,35467	0,019875	0,359864	1	0,216075	0,045057	0,0142	0,071819	0,071538	0,173007
SILBPB-GO500	0,186604	0,256748	0,041688	0,261522	0,195161	1	0,124349	0,0754	0,154788	0,153641	0,25338
B.NOME-PE138	0,007781	0,009801	0,001471	0,012369	0,011403	0,02282	1	0,1053	0,084384	0,0824	0,060455
AQJ2--RW138	0,002513	0,003212	0,000585	0,004239	0,003663	0,009256	0,069547	1	0,035324	0,035433	0,025254
JUAZE2-BA230	0,002425	0,002946	0,000393	0,008157	0,034582	0,080052	0,17541	0,1072	1	0,797364	0,163207
S.BONF-BA230	0,007147	0,008867	0,001153	0,011016	0,010724	0,017289	0,044371	0,0281	0,21564	1	0,053116
BROTAS-BA230	0,013634	0,016745	0,001931	0,020703	0,020591	0,028027	0,035608	0,0225	0,046555	0,055317	1
POTENCIAL DE INTERAÇÃO											
Baixa	PI < 0,15										
Moderada	0,15 < PI < 0,40										
Alta	0,40 < PI										
Nome da Barra	IBIUNA-SP345	ELOARA-SP500	COLET--RQ230	EST-XI-MG500	TRI-XI-RJ500	SILBPB-GO500					
IBIUNA-SP345	1	0,2632	0,002442	0,025932	0,026631	0,111126					
ELOARA-SP500	0,6921	1	0,007056	0,059076	0,052425	0,3325					
COLET--RQ230	0,012803	0,013067	1	0,00174	0,001354	0,026216					
EST-XI-MG500	3,952324	3,370786	0,04732	1	0,421354	2,626739					
TRI-XI-RJ500	3,458102	2,582232	0,029449	0,360193	1	1,571121					
SILBPB-GO500	0,250463	0,257089	0,008495	0,036	0,02684	1					
MULTINFEED - ÍNDICES CALCULADOS											
Nome da Barra	Pdc[Mw]	ScC[MVA]	SCR	MISCR	MISCR	Reator[MVar]					
IBIUNA-SP345	3883,29	24129,43	6,2137	4,9771	4,3231	-166,6839					
ELOARA-SP500	2897,03	31536,28	10,8857	6,5893	5,0793	-202,841					
COLET--RQ230	589,58	2194,18	3,7216	3,6352	3,527	-17,868					
EST-XI-MG500	386,28	29277,18	73,5123	11,7559	6,4376	-212,4154					
TRI-XI-RJ500	397,9	27628,57	69,4362	14,5065	7,68	-200,9284					
SILBPB-GO500	2893,19	20433,53	7,0626	5,8453	4,4732	-146,1867					

- Com base no arquivo .CSV e na lista de potência dos PACs, calcula-se o MISCR para cada barra aplicando a Equação (1). Utiliza-se o valor de SCC_i calculado pelo ANATEM e soma-se o produto entre os elementos da linha i da matriz MIIF e as potências dos PACs relacionados, considerando $P = 0$ quando a barra não for PAC.

VI. Definição da relação de barras indicadas para bonificação:

A partir dos valores de MISCR calculados para as barras candidatas, realiza-se inicialmente a ordenação crescente desses valores. Em seguida, aplica-se o percentil 30 (P30), definido como o valor da distribuição abaixo do qual se encontram 30% das barras com os menores MISCR. Dessa forma, o P30 delimita o subconjunto formado pelas 30% de barras mais

críticas, que são selecionadas do ponto de vista elétrico para compor a etapa subsequente da análise.

São excluídas desse conjunto as barras classificadas como de uso exclusivo e, em sequência, o ONS realiza o cálculo da margem de escoamento preliminar para todas as barras da listagem, sendo que aquelas que não apresentam margem disponível são excluídas da bonificação locacional, por não haver disponibilidade para a inserção de novos projetos.

Referências

- [1] EPE, "Proposta de Metodologia Locacional para Sistemas de Armazenamento por Baterias," EPE-DEE-NT-086/2025, Rio de Janeiro, 2025.
- [2] CEPEL, "Programa ANAT0 - Manual do Usuário," Rio de Janeiro, 2010.
- [3] CEPEL, "Programa ANATEM - Análise de Transitórios Eletromecânicos - Manual do Usuário - V12.8.0," Rio de Janeiro, 2025.