

**REPRESENTAÇÃO DA
GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DO
SIN NAS ANÁLISES DE
TRANSITÓRIOS
ELETROMECÂNICOS -
INSTRUÇÕES E DADOS PARA
SIMULAÇÃO - REVISÃO 2**

JULHO / 2020

© 2020/ONS
Todos os direitos reservados.
Qualquer alteração é proibida sem autorização.

ONS DPL REL 0111-2020

**REPRESENTAÇÃO DA
GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DO
SIN NAS ANÁLISES DE
TRANSITÓRIOS
ELETROMECAÑICOS -
INSTRUÇÕES E DADOS PARA
SIMULAÇÃO - REVISÃO 2**

JULHO / 2020

Sumário

1	INTRODUÇÃO E OBJETIVO	4
2	DADOS E PROGRAMAS UTILIZADOS	5
3	MODELAGEM DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA, INSTRUÇÕES E ARQUIVOS PARA SIMULAÇÃO	6
3.1	Análise de Transitórios Eletromecânicos	6
4	MODOS DE OPERAÇÃO DAS INSTALAÇÕES PRESENTES NA BASE DE DADOS	13
5	REPRESENTAÇÃO DAS USINAS FOTOVOLTAICAS NOS CASOS DE REFERÊNCIA – PADRONIZAÇÃO	15
6	REFERÊNCIAS	17
7	EQUIPE TÉCNICA	18

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A partir de 2016, com a entrada em operação das primeiras usinas fotovoltaicas de grande porte no SIN, a matriz energética solar brasileira vem crescendo de forma acentuada, com previsão de atingir cerca de 3,055 GW ao final de 2020, o que representará cerca de 1,8 % da capacidade de geração instalada no SIN.

Nesse contexto, sua consideração nos estudos elétricos do SIN, com ênfase para a regiões Nordeste e Sudeste e suas interligações com os demais subsistemas, se reveste de importância crescente.

Assim, o objetivo deste trabalho consiste em:

- Fornecer ao usuário as informações e orientações básicas para viabilizar a simulação das usinas fotovoltaicas existentes no SIN, a partir do uso de arquivos específicos criados para essa atividade;
- Apresentar, de forma detalhada, as usinas fotovoltaicas do SIN em operação até o final do 2º Quadrimestre de 2020 e as usinas fotovoltaicas futuras, existentes no horizonte do PAR 2021-2025, os pontos de conexão, fabricantes, tipos e modelos de inversores e modos de operação, considerando todos os modelos presentes na Base de Dados de Usinas Fotovoltaicas do SIN; e
- Apresentar a nova organização dos modelos dinâmicos dos inversores utilizando as Topologias Definidas pelo Usuário DTDU, disponível no programa Anatem.

2 DADOS E PROGRAMAS UTILIZADOS

A versão BD0720R0 utilizou como ponto de partida a versão vigente da base de dados para estudos de transitórios eletromecânicos do SIN, relativa a março de 2020 – revisão 1 (BD0320R1).

As versões (compatíveis) dos programas do Cepel utilizados foram as seguintes:

- **ANATEM** – versão 11.10.00 – agosto/2020 – Eletrobras Cepel;
- **ANAREDE** – versão 11.04.00 – agosto/2020 – Eletrobras Cepel;
- **PacDyn** – versão 9.9.1 – agosto/2020 – Eletrobras Cepel.

Nota: É obrigatória a atualização da versão dos programas ANAREDE, ANATEM e PacDyn para a utilização da nova base de dados de transitórios eletromecânicos. A nova versão do programa dos programas do Cepel encontra-se disponível para atualização no site do Departamento de Redes Elétricas do Cepel em: dre.cepel.br.

Arquivos com os casos de referência de fluxo de potência utilizados nos casos exemplo distribuídos:

- Arquivo **3Q2020_R2.sav** – caso do terceiro quadrimestre de 2020 – revisão 2, mês de setembro 2020, carga média.

Com base nesse cenário de regime permanente, é disponibilizado um arquivo STB (ANATEM), com um caso exemplo, visando facilitar ao usuário a montagem do caso de seu interesse:

- Arquivo **Caso_PEL_0720.stb** – utiliza o cenário **3Q2020_R2.sav**.

3 **MODELAGEM DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA, INSTRUÇÕES E ARQUIVOS PARA SIMULAÇÃO**

3.1 **Análise de Transitórios Eletromecânicos**

A tabela a seguir apresenta os montantes máximos de geração Fotovoltaica que estão modelados na Base de dados para análises de transitórios eletromecânicos.

Tabela 3-1: Máxima geração fotovoltaica no SIN – fator de potência unitário

Geração Fotovoltaica modelada	Capacidade (MW)	% do total
Região Sudeste em operação ¹	902,9	29,0
Região Nordeste em operação ¹	2209,7	71,0
Total	3112,6	100
Região Sudeste futuras ²	2501,5	68,2
Região Nordeste futuras ²	1168,5	31,8
Total	3670,0	100

Notas: 1. Instalações em operação comercial até o segundo quadrimestre de 2020 (inclusive).

2. Instalações previstas para entrar em operação no horizonte do PAR 2021-2025.

A forma de consideração da geração fotovoltaica nas análises de transitórios eletromecânicos encontra-se resumida a seguir.

• **ARQUIVOS NECESSÁRIOS E PROCEDIMENTOS PARA SIMULAÇÃO**

Os dados das usinas fotovoltaicas contidos nesta versão da Base de Dados de Transitórios Eletromecânicos do programa ANATEM foram organizados por topologia de forma a minimizar o número de modelos CDU nos arquivos de dados. Dessa forma, existem quatro arquivos para simulação das usinas fotovoltaicas, a saber:

1. UFV_PEL_0720.dat

Contém os dados do código DFNT das usinas fotovoltaicas existentes até o horizonte do 2º Quadrimestre de 2020.

2. UFV_DADOS.cdu

Contém os dados das topologias (DTDU), das localizações remotas (DLOC) e de associação (ACDU) dos CDU das usinas fotovoltaicas às topologias.

3. PLT_UFV_0720.dat.

Contém plotagem das principais grandezas associadas às usinas fotovoltaicas declaradas no cartão DPLT.

O arquivo de dados **UFV_PEL_0720.dat** necessita ser editado para definição das usinas e do número de inversores (cartão DFNT) que serão considerados no caso, ou seja, que possuem geração no fluxo de potência e, adicionalmente, se deseja simular sua dinâmica, devendo-se comentar aquelas que serão desconsideradas. Ressalte-se que, os cartões DFNT contidos na base de dados sempre consideram que todos os inversores estão em operação na usina.

Nota: Em caráter excepcional, e em função dos casos no horizonte do PAR 2025/2026 ainda não terem sido unificados em relação aos casos de fluxo de potência e curto-circuito, a BD0720R0 não contempla os dados referentes ao horizonte do PAR. Caso seja necessário simular casos no horizonte do PAR, deve ser utilizada a base de dados BD0320R0, também disponível para download no SINtegre.

Importante: em uma determinada simulação a modificação do número de inversores em operação na usina deve ser feita de maneira criteriosa, pois durante a operação normal todos os inversores estão em operação, sendo a potência gerada estabelecida em função da irradiação solar considerada no cenário analisado. A edição do número de inversores deve somente ser feita em estudos específicos, quando por exemplo, um ou mais grupos de inversores se encontram em manutenção.

O arquivo de topologia **UFV_DADOS.cdu** consolida no cartão DTDU todos os modelos CDU das usinas fotovoltaicas até o horizonte do PAR 2021-2025 em 12 topologias com modelos de inversores de 7 fabricantes (FIMER, GE, INGETCOM, SMA Sunny Solar, SunGrow, WEG e Huawei). Ainda no mesmo arquivo, o cartão ACDU faz a associação entre os números dos CDU com os números das topologias do cartão DTDU, e a alteração de alguns parâmetros da topologia, de acordo com as informações fornecidas pelos agentes.

Quanto a plotagem, a simples inclusão do arquivo **PLT_UFV_0720.dat** plotará as principais grandezas associadas a todas as usinas fotovoltaicas que estiverem em operação, sem necessidade de edição, dado que é utilizada a opção IERR. A seguir, outro comando “DPLT” pode ser incluído na simulação para plotagem de outras grandezas desejadas.

- **Arquivo Anatem *.stb**

O arquivo *.stb, em formato ANATEM, para simulação deve considerar os arquivos acima, conforme apresentado na Figura 3-1:

Figura 3-1: Arquivo de simulação ANATEM (arquivo *.stb)

```
DARQ
(
...
( ARQUIVO HISTORICO/REGISTRO DO CASO DE FLUXO DE POTENCIA
(Tipo) (C) ( Nome do Arquivo
  SAV 12 2Q2020_R1.sav
(
...
( ARQUIVOS DE ENTRADA DE DADOS
(Tipo) (C) ( Nome do Arquivo
  DAT .\BDados\Fotovoltaicas\UFV_PEL_0320.dat
(
...
(
999999
```

O arquivo de topologias é associado automaticamente pelo arquivo de entrada de dados **UFV_PEL_0320.dat**, pois nesse arquivo já está incluído o código DARQ, conforme apresentado na Figura 3-2:

Figura 3-2: Associação do arquivo de topologias à simulação Anatem

```
DARQ
(Tipo) (C) ( Nome do Arquivo
  CDU .\BDados\Fotovoltaicas\UFV_DADOS.cdu
999999
```

As informações detalhadas para simulação de cada usina, os dados para sua representação, com indicação dos CDU e topologias a serem utilizados, estão incluídos nas Tabela 3-2 e Tabela 3-3 a seguir.

Em relação à representação das conexões das usinas fotovoltaicas ao sistema nos casos de referência, é imprescindível que sua representação seja implementada de forma padronizada, desde a integração da usina ao PAR, de forma a evitar discrepâncias quanto a representação entre os casos de referência. Esta ação possibilitará o uso de uma base de dados única, e permitirá considerar todas as usinas fotovoltaicas presentes na base nos estudos elétricos.

Tabela 3-2: Usinas fotovoltaicas do SIN com modelagem para estudos dinâmicos – em operação¹

n.º CDU	n.º DTDU (Topologia)	Barra	Ponto de Conexão	UF	Conjunto	Usinas Fotovoltaicas (n.º inversores)	INVERSOR Fabricante/Modelo (MW)
SUDESTE							
92601	95012	7446	SE 138 kV Pirapora 2	MG	Pirapora	Pirapora 2 a 4	GE LV5 1.05 1510-SLR
						93 inversores	0,9677 MW
92600		4366				Pirapora 5, 6, 7, 9 e 10	GE LV5 1.05 1510-SLR
						155 inversores	0,9677 MW
92606		4348				Vazante 1, 2 e 3	GE LV5 1.05 1510-SLR
						81 inversores	1,0 MW
92605	95021	409	SE 138 kV Getulina	SP	Guaimbê	Guaimbê 1 a 5	INGECON SUN 1165TL B420
						110 inversores	1,364 MW
92607	95011	4370	SE 138 kV Paracatu 4	MG	Paracatu	Paracatu 1 a 4	GE LV5 1.05 1510-SLR
						132 inversores	1,0 MW
92614	95020	7630	SE 138 kV Água Vermelha	SP	Água Vermelha	Água Vermelha 4 a 6	INGECON SUN 1690TL B650
						50 inversores	1,52 MW
92602	95035	7614	SE 138 kV Dracena	SP	Dracena	Dracena 1, 2 e 4	SUNGROW SG 3125HV
						24 inversores	3,375 MW
92615	95000	7629	SE 138 kV Água Vermelha	SP	Boa Hora	Boa Hora 1 a 3	HUAWAI – String SUN200060KTL-HV-D1-00
						1152 inversores	0,06 MW
NORDESTE							
91267	95000	6746	SE 500 kV S. J. do Piauí	PI	Nova Olinda	Nova Olinda 8 a 11	FIMER R11015TL
						112 inversores	0,9375 MW
91268		6747				Nova Olinda 11 a 14	FIMER R11015TL
						112 inversores	0,9375 MW
90401		6577	SE 230 kV B. J. da Lapa	BA	Lapa	Lapa 2 e 3	FIMER R11015TL
						64 inversores	0,9375 MW
90400		6090	SE 230 kV B. J. da Lapa	BA	Bom Jesus	Bom Jesus da Lapa I e II	FIMER R11015TL
						64 inversores	0,9375 MW
91011		7151	SE 230 kV Tacaratu	PE	Tacaratu	Fonte Solar I e II	FIMER R11015TL
						10 inversores	1,0 MW
91280	95020	5957	SE 500 kV São João do Piauí	PI	São João do Piauí	São João do Piauí 1 a 6	INGECON SUN 1690TL B650
						128 inversores	1,462 MW

n.º CDU	n.º DTDU (Topologia)	Barra	Ponto de Conexão	UF	Conjunto	Usinas Fotovoltaicas (n.º inversores)	INVERSOR Fabricante/Modelo (MW)
91501	95000	5818	SE 500 kV Gilbués	PI	São Gonçalo	São Gonçalo A	(TÍPICO) FIMER R11015TL
						144 inversores ²	1,0 MW
91502		8329				São Gonçalo B	(TÍPICO) FIMER R11015TL
						144 inversores ²	1,0 MW
91503		8372				São Gonçalo C	(TÍPICO) FIMER R11015TL
						144 inversores ²	1,0 MW
91504		8373				São Gonçalo D	(TÍPICO) FIMER R11015TL
						144 inversores ²	1,0 MW
90144	95001	6102	SE 230 kV T. Brejo Velho	BA	Horizonte	Horizonte MP1, MP2 e MP11	FIMER R11015TL
						76 inversores	1,025 MW e 1,0 MW
91554	95010	5299	SE 230 kV Mossoró	RN	Floresta	Floresta I, II e III	GE LV5 1.05 1510-SLR
						86 inversores	1,0 MW
90143		6084	SE 230 kV B. J. da Lapa	BA	Bom Jesus da Lapa	Bom Jesus da Lapa 4 e 11	GE LV5 1.05 1510-SLR
						40 inversores	1,0 MW
90150		6786	SE 69 kV B. J. da Lapa	BA	São Pedro	São Pedro II e IV	GE LV5 1.05 1510-SLR
						54 inversores	1,0 MW
90530	95011	5702	SE 230 kV Aquiraz II	CE	Steelcons Sol do Futuro	Steelcons Sol do Futuro I a III	GE LV5 1511-SLR 1.125
						72 inversores	1,125 MW
91559	95012	5805	SE 138 kV Açú II	RN	Assú V	Assú V	GE LV5 1.05 1510-SLR
						30 inversores	1,0 MW
90529		5170	SE 230 kV Quixeré	CE	Calcário	Apodi I a IV	GE LV5 1511-SLR 1.1
						136 inversores	0,971 MW
90133		6269	SE 230 kV Juazeiro da Bahia	BA	Juazeiro Solar	Juazeiro Solar I a IV	GE LV5 1510-SLR 1.05
						120 inversores	1,0 MW
92611	95020	6750	SE 69 kV Barreiras	BA	Barreiras	Sertão Solar Barreiras I a IV	INGECON SUN 1690TL B650
						56 inversores	1.690 MW
90402	95030	6686	SE 230 kV T. Brejo Velho	BA	Ituverava	Ituverava 1 a 7	SMA SUNNY SC2200
						98 inversores	2,0 MW
91200	95040	5315	SE 230 kV Coremas	PB	Rio Alto	Coremas 1 a 3	WEG SIW700
						48 inversores	1,6875 MW

Notas: 1. Usinas fotovoltaicas em operação ou com previsão de integração até o final do 2º Quadrimestre de 2020.
2. Será usado modelo FIMER R11015TL de 1,0 MW como modelo típico de Usina Fotovoltaica, sendo o número de inversores alterado na Base de Dados, para adequação da capacidade ao modelo padrão.

Tabela 3-3: Usinas fotovoltaicas do SIN com modelagem para estudos dinâmicos – futuras

n.º CDU	n.º DTDU (Topologia)	Barra	Ponto de Conexão	UF	Conjunto	Usinas Fotovoltaicas (n.º inversores)	INVERSOR Fabricante/Modelo (MW)				
SUDESTE											
92702	95000	7441	LT 138 kV Manga 3 - Janaúba 1	MG	Jaíba	Jaíba 3, 4, 9, SE1 129 inversores¹	(TÍPICO) FIMER R11015TL 1,0 MW				
92701	95020	7678	SE 138 kV Jaíba	MG	Jaíba 2	Jaíba O, NO1, N, NE1 80 inversores	INGECON SUN 1690TL B650 1,579 MW				
92703		7450	SE 345 kV Pirapora 2	MG	Léo Silveira	Léo Silveira 1 a 5 160 inversores	INGECON SUN 1690TL B650 1,547 MW				
92704						7583	SE 345 kV Pirapora 2	Léo Silveira 6 a 10 160 inversores	INGECON SUN 1690TL B650 1,547 MW		
92709		7719	SE 500 kV Janaúba 3	MG	Janaúba	Janaúba 1 a 4 132 inversores	INGECON SUN 1690TL B650 1,520 MW				
92710		7721				Janaúba 5 a 8 132 inversores	INGECON SUN 1690TL B650 1,520 MW				
92711		7723				Janaúba 9 a 12 132 inversores	INGECON SUN 1690TL B650 1,520 MW				
92712		7725				Janaúba 13 a 16 132 inversores	INGECON SUN 1690TL B650 1,520 MW				
92713		7727				Janaúba 17 a 20 132 inversores	INGECON SUN 1690TL B650 1,520 MW				
92705		95013				7588	SE 230 kV Jaíba	MG	Aurora	Aurora 7 a 10, 23 170 inversores	GE LV5 1.05 1510 1,1 MW
92706						7590				Aurora 3 a 6, 13 170 inversores	GE LV5 1.05 1510 1,1 MW
92707			7671	Aurora 21 a 23, 26, 28 170 inversores	GE LV5 1.05 1510 1,1 MW						
92708			7673	Aurora 15, 17, 19, 20, 23 170 inversores	GE LV5 1.05 1510 1,1 MW						
NORDESTE											
92610	95000		5840	SE 138 kV Bom Nome	PE	Bom Nome				Brígida I e II 84 inversores¹	(TÍPICO) FIMER R11015TL 1,0 MW
90600		8347	SE 138 kV Bom Nome - Milagres	RN	Milagres	Milagres 1 a 5 164 inversores¹	(TÍPICO) FIMER R11015TL 1,0 MW				

n.º CDU	n.º DTDU (Topologia)	Barra	Ponto de Conexão	UF	Conjunto	Usinas Fotovoltaicas (n.º inversores)	INVERSOR Fabricante/Modelo (MW)
90601	95000	8395	SE 230 kV Milagres - Icó	CE	Gameleira	Gameleira 1 a 4	(TÍPICO) FIMER R11015TL
						120 inversores ¹	1,0 MW
91300		8411	SE 230 kV São João do Piauí	PI	Graviola	Graviola 1 a 4	(TÍPICO) FIMER R11015TL
						300 inversores ¹	1,0 MW
91600		8414	SE 500 kV Açu III	RN	Serra do Mel	Serra do Mel 1 e 2	(TÍPICO) FIMER R11015TL
						80 inversores ¹	1,0 MW
90519	95035	5935	SE 230 kV Banabuiú - Mossoró 2	CE	Alex	Alex 1, 3 a 10	SUNGROW SG 3125HV
						81 inversores	3,437 MW
90520	95020	5938	SE 230 kV Cauípe	CE	Lavras	Lavras 1 a 5	INGECON SUN 1690TL B650
						90 inversores	1,579 MW

Nota: 1. Para as UFV futuras será usado modelo FIMER R11015TL de 1,0 MW quando não houver informações consistentes na documentação enviada ao ONS como requisito dos Estudos de Acesso ao SIN. Nesse caso, o número de inversores será alterado na Base de Dados para adequação da capacidade do conjunto fotovoltaico ao modelo padrão.

4 MODOS DE OPERAÇÃO DAS INSTALAÇÕES PRESENTES NA BASE DE DADOS

Considerando o requisito “Modo de Controle de Tensão”, associado ao controle de tensão, potência reativa ou fator de potência, para conexão de instalações de geração eólica ou fotovoltaica ao SIN, conforme definido nos Procedimentos de Rede do ONS, será incluída a seguir, uma listagem dos modos de operação possíveis de cada modelo presente na base de dados atual.

Tabela 4-1: Modo de Controle de Tensão das usinas fotovoltaicas da base de dados

Fabricante	Modo de Operação selecionado nos modelos	Opções (parâmetros)	
FIMER	Controle de Mvar fixo	KQM	
		1 – FP (V)	
		2 – Q (V) – Iq fixa	
		3 – Q fixo	
		4 – TgPHI (Q/P)	
GE	Controle de tensão (local / remoto) e Controle de Mvar	VARFL	PFAFL
		0 – Q (PFAFL)	0 – Q cte
		1 – Tensão	1 – FP cte
WEG	Controle de tensão local	ICMOD	
		1 – Tensão terminal	
		2 – Q	
		3 – FP	
SMA Solar	Controle de tensão local	MODO	
		1 – Q cte	
		2 – FP cte	
		3 – Tensão terminal	
INGECOM	Controle de Q (V) ²	MODO	M4
		1 – Q cte	0 - Local
		2 – FP cte	1 - Remoto
		3 – Q (P)	
		4 – Q (V) (M4)	
SUNGROW	Controle de Mvar fixo	MODO	
		0 - Q cte	
		1 - FP cte	

Adicionalmente, para cada fabricante, existem outras ações de controle presentes no campo que foram incorporadas aos modelos, as quais podem ser definidas através de ajustes pelo usuário, tais como:

- Prioridade entre a injeção de P ou Q em situações de variações de tensão na rede (GE, Ingecon e FIMER);
- Injeção de Q ou não em situações de grandes variações de tensão na rede V (L ou H) HT (GE); e
- Controle de Potência constante ou frequência constante (GE).

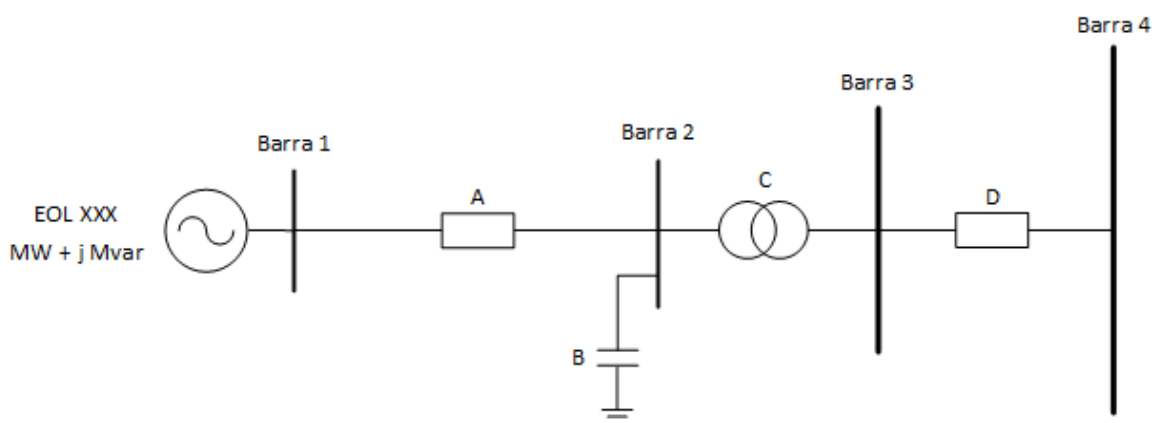
5 REPRESENTAÇÃO DAS USINAS FOTOVOLTAICAS NOS CASOS DE REFERÊNCIA – PADRONIZAÇÃO

Visando evitar discrepâncias na representação das usinas fotovoltaicas entre casos de referência dos diversos horizontes de estudos elétricos (PAR e planejamento de médio e curto prazos), apresenta-se a seguir proposta para inclusão dessas instalações, cuja configuração deverá ser mantida inalterada (sempre que possível), exceto a atualização de parâmetros quando necessário em todos os casos de referência do ONS, desde sua entrada no horizonte do PAR até os casos do curto prazo.

Destacamos que, a existência dessas discrepâncias torna inviável a utilização de uma base de dados única para representação destas fontes (ou em caso de sua utilização, a impossibilidade da consideração nas simulações de todas as usinas eólicas e fotovoltaicas existentes).

De um modo geral, as instalações de geração eólica e fotovoltaica são integradas ao SIN de acordo com a topologia equivalente apresentada na Figura 5-1.

Figura 5-1: Forma usual



onde:

- A:** impedância equivalente das conexões em baixa tensão da usina eólica ou fotovoltaica;
- B:** filtros ou bancos de capacitores eventualmente existentes;
- C:** transformador elevador; e

D: impedância da linha de conexão entre a subestação coletora e a barra de conexão com a rede básica.

Existe também uma forma de representação semelhante à forma apresentada na Figura 5-1. Nessa forma a impedância **D** não é utilizada pois a barra de alta do transformador elevador já é a barra da rede básica.

Assim sendo, no momento de sua inclusão nos casos do PAR (instante em que as novas instalações são incluídas nos casos de referência do ONS), pode-se escolher (conforme o caso), utilizar uma das configurações propostas, inicialmente com parâmetros típicos, os quais serão atualizados e validados em um tempo mais próximo da elaboração dos estudos pré-operacionais e entrada em operação da usina, similar ao que é feito para uma fonte de geração convencional.

Este procedimento, sem alterações na forma da conexão, permitirá o uso da mesma base de dados para todos os âmbitos e horizontes de estudo, sem perdas na representação deste tipo de fonte, como ocorreria caso existissem divergências de representação, conforme tem sido observado em algumas situações.

Cumprе destacar que a proposta sugerida não pretende atender a totalidade dos casos, uma vez que, certamente, existirão exceções em termos de configuração. Contudo, a experiência atual demonstra que sua utilização atenderá um grande percentual das instalações, minimizando eventuais discrepâncias.

De fato, outros aspectos podem gerar diferenças entre as informações iniciais e aquelas que efetivamente serão integradas, tais como, parques com inversores de diferentes fabricantes ou de mesmo fabricante com modelo ou potências distintas, entre outros. Contudo, tais situações são menos usuais, devendo ser tratadas como exceções.

Por fim, cabe destacar a necessidade das usinas fotovoltaicas do SIN serem integralmente representadas da forma padronizada nos casos de referência.

Para detalhamento, e outros aspectos referentes a esse assunto, a referência [6] é uma excelente fonte de consulta.

6 REFERÊNCIAS

- [1] Relatório ONS 0130/2016 – Geração Fotovoltaica – Aspectos gerais da conexão e representação em estudos de transitórios eletromecânicos.
- [2] Programa ANATEM – Análise de Transitórios Eletromecânicos – Manual do Usuário – V11.10.00 – Eletrobras CEPEL – agosto/2020.
- [3] Programa ANAREDE – Análise de Análise de Elétricas – V11.04.00 – Manual do Usuário – Eletrobras CEPEL – agosto/2020.
- [4] Casos de referência do Planejamento da Operação Elétrica com horizonte Quadrimestral – 2º Quadrimestre de 2020.
- [5] Casos de referência do PAR 2021-2025.
- [6] Relatório ONS 3-140/2018 – Representação equivalente dos Parques Eólicos da região Sul nos programas de Fluxo de potência e Curto-circuito.

7 EQUIPE TÉCNICA

Este trabalho foi realizado no âmbito da Gerência Executiva de Engenharia, com participação dos seguintes profissionais:

Gerência	Leandro Dehon Penna	DPL/EGE
	André Della Rocca Medeiros	DPL/EGS
	Arlindo Lins de Araújo Junior	DPL/EGN
Elaboração	Thiago Lopes da Silva Barros	DPL/EGE
	Paulo Eduardo Martins Quintão	DPL/EGE
	Neyl Hamilton M Soares	DPL/EGE
	André N. Cavalcanti de Albuquerque	DPL/EGS
	Rafael Bertolini de Paiva	DPL/EGS
	Felipe Rodrigues Sobral	DPL/EGN
	Luiz Frederico Borges Vasconcelos	DPL/EGN
	Rodolfo Guilherme De Souza Leite	DPL/EGN

Lista de figuras e tabelas

Figuras

Figura 3-1: Arquivo de simulação ANATEM (arquivo *.stb)	8
Figura 3-2: Associação do arquivo de topologias à simulação Anatem	8
Figura 5-1: Forma usual	15

Tabelas

Tabela 3-1: Máxima geração fotovoltaica no SIN – fator de potência unitário	6
Tabela 3-2: Usinas fotovoltaicas do SIN com modelagem para estudos dinâmicos – em operação¹	9
Tabela 3-3: Usinas fotovoltaicas do SIN com modelagem para estudos dinâmicos – futuras	11
Tabela 4-1: Modo de Controle de Tensão das usinas fotovoltaicas da base de dados	13