Operador Nacional do Sistema Elétrico

ANÁLISE DOS LIMITES DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA ENTRE AS REGIÕES N/NE E SE/CO PARA O ANO DE 2027 COM O BYPASS DE BCS

Operador Nacional do Sistema Elétrico
Rua Júlio do Carmo, 251 - Cidade Nova
20211-160 – Rio de Janeiro – RJ
Tel (+21) 3444-9400 Fax (+21) 3444-9444

© 2023/ONS
Todos os direitos reservados.
Qualquer alteração é proibida sem autorização.

ONS RT-ONS DPL 0131/2023

ANÁLISE DOS LIMITES DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA ENTRE REGIÕES N/NE E SE/CO PARA O ANO DE 2027 COM O BYPASS DE BCS

Março de 2023

Sumário

1 Introdução e Objetivos 4

2 Configurações 7

3 Conclusões 9

3.1 Configuração 5 (Obras outorgadas) 9

3.2 Configuração 6 (obras não outorgadas) 12

4 Resultados dos Estudos 13

4.1 Configuração 5 13

4.1.1 Bypass dos BCS do Eixo em 500 kV de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia 14

4.1.2 Bypass dos BCS do Eixo em 500 kV de Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho e São João do Piauí – Boa Esperança 17

4.1.3 Bypass dos BCS do Eixo em 500 kV de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia e do Eixo em 500 kV de Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho e São João do Piauí – Boa Esperança 19

4.2 Configuração 6 22

1 Introdução e Objetivos

O aumento significativo da oferta de geração, sobretudo de fontes eólicas e fotovoltaicas na região Nordeste, por meio do Ambiente de Contratação Livre (ACL), vem trazendo desafios relevantes para viabilizar o acesso ao Sistema da transmissão com escoamento pleno dessa energia.

Atrelada à expansão massiva da geração renovável há também a ampliação da transmissão e, por conseguinte, dos limites de intercâmbio de potência entre os subsistemas Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste.

Com a maior oferta de usinas renováveis é fundamental a coordenação da entrada em operação dessas novas fontes com a ampliação do sistema de transmissão, dado que esse crescimento acelerado implica em tornar a margem de escoamento um recurso escasso, e que é agravado pelo descompasso entre os tempos de implantação dos empreendimentos de geração e de transmissão. Portanto, em razão de limitações elétricas, seja de natureza estática e/ou dinâmica, até a implantação das obras de transmissão que eliminem os problemas, podem existem cenários de intercâmbio em que sejam previstas restrições de geração de energia nas regiões Norte/Nordeste do país.

Vale ressaltar que os limites de transmissão entre os subsistemas são definidos considerando o cronograma de obras de transmissão com concessão outorgada pela ANEEL, cujas datas de entrada em operação são atualizadas pelo Departamento de Monitoramento do Setor Elétrico (DMSE). A partir desse cronograma, são selecionados os reforços nas interligações, além dos equipamentos que podem ter alguma influência nos referidos valores de limites para compor o conjunto das configurações de transmissão que são avaliadas dentro do horizonte de estudos do ONS. Adicionalmente, para o último ano do horizonte de estudos, o ONS também avalia o impacto nos limites de transmissão das obras já propostas pela EPE, porém ainda não outorgadas.

No Plano da Operação Elétrica de Médio Prazo do SIN - PAR/PEL 2022 – Volume II são apresentadas detalhadamente as cinco configurações previstas para a Interligação Norte-Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste no horizonte de 2023-2027, sendo a configuração 5 a mais relevante devido ao volume expressivo de empreendimentos já outorgados que possibilitam elevar o escoamento de energia da região Nordeste para as regiões Sudeste/Centro Oeste. A maior parte desses empreendimentos estão localizados no estado de Minas Gerais, e compreende um conjunto de linhas em 500 kV, com cerca de 3.900 km, envolvendo quatro subestações novas. Além disso, o Volume II do PAR/PEL mostra uma análise considerando as diversas obras recomendadas pela EPE no Relatório EPE-DEE-018/2022-rev3 – ”Estudo de Expansão das Interligações Regionais – Parte II –

Expansão da Capacidade de Exportação da energia da Região Norte/Nordeste", com destaque para a implantação do novo Bipolo Graça Aranha; e nos relatórios EPE-DEE-RE-148-2021-rev3 – "Estudo de Escoamento de Geração na Região Nordeste – Volume 1: Área Sul", EPE-DEE-RE-014-2022-rev1 – "Estudo de Escoamento de Geração na Região Nordeste – Volume 2: Área Norte" e EPE-DEE-RE-015-2022-rev1 – "Estudo de Escoamento de Geração na região Nordeste Volume 3: Área Leste", compondo a configuração 6, que apresenta uma sensibilidade dos impactos das obras indicadas nesses relatórios nos limites de interligação inter-regionais.

Destaca-se que mesmo considerando as obras outorgadas e não outorgadas, que definem as configurações 5 e 6 do PAR/PEL 2022, respectivamente, ainda são previstos gargalos no sistema de escoamento de energia entre as regiões Nordeste/Norte e Nordeste/Sudeste-Centro-Oeste, decorrente do esgotamento dos recursos disponíveis para o controle de tensão em condição normal de operação e desempenho dinâmico do sistema em condição de contingência. Além disso, em razão do significativo crescimento da geração fotovoltaica na região Nordeste, no período de carga média, observam-se sobrecargas em bancos de capacitores séries (BCS) localizados entre essas regiões.

Essa situação torna-se mais severa nos estudos de viabilidade técnica dos requerimentos de Acesso, em virtude da constante atualização da representação dos empreendedores de geração que buscam a conexão com a rede de transmissão, notadamente na carga média que corresponde o período diurno e, portanto, de geração fotovoltaica elevada. Nas análises são observadas sobrecargas nos BCS da LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves e no eixo de 500 kV entre as subestações de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia em condição normal de operação. A configuração 6, que já considera diversos reforços para a elevação do escoamento da geração da região Nordeste, esses problemas são minimizados.

A EPE, através do relatório EPE-DEE-RE-148-2021-rev3 – "Estudo de Escoamento de Geração na Região Nordeste – Volume 1: Área Sul e relatório EPE-DEE-RE-014-2022-rev1 – "Estudo de Escoamento de Geração na Região Nordeste – Volume 2: Área Norte", cita problemas de sobrecargas nos bancos de capacitores da LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 e LT 500 kV São João do Piauí – Sobradinho C1 e C2, respectivamente. Nesses documentos, são recomendados os bypass dos BCS em situações de sobrecargas nesses equipamentos, bem como a desativação dos BCS da LT 500 kV São João do Piauí – Ribeiro Gonçalves C1 e C2 e da LT 500 kV São João do Piauí – Boa Esperança vinculada à entrada em operação da SE São João do Piauí II e linhas associadas.

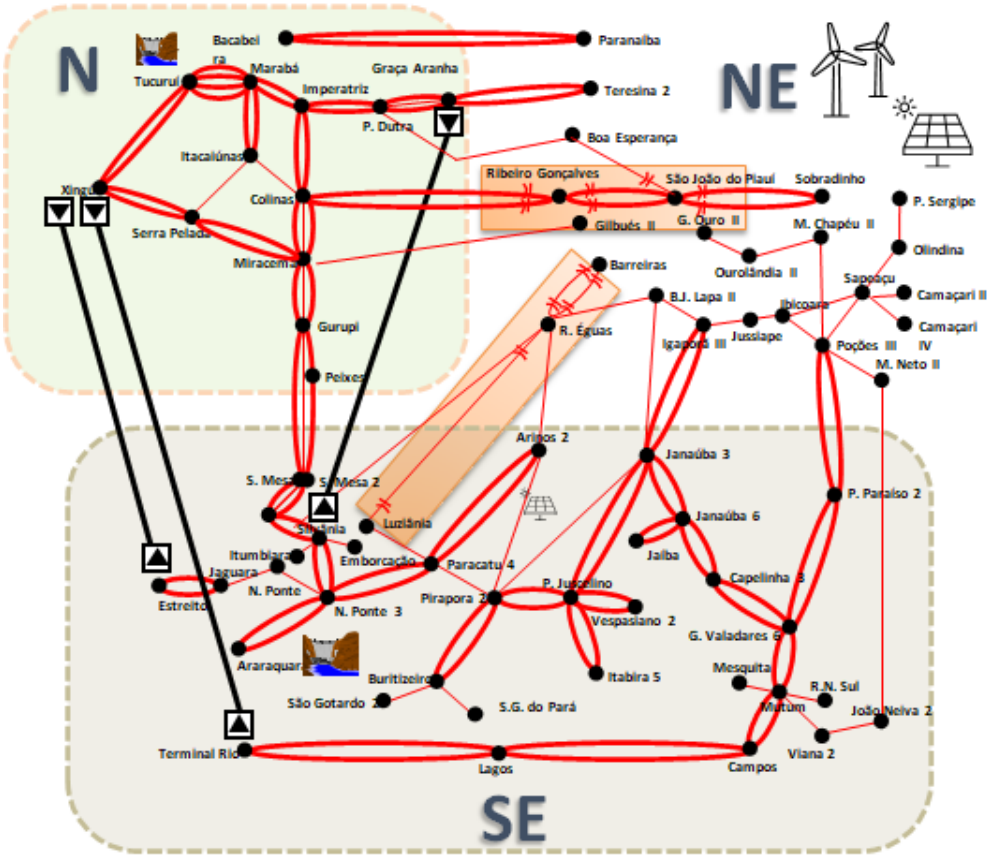
É importante salientar que a realização do bypass de BCS provoca uma redistribuição de fluxo no sistema de transmissão. Se por um lado ocorre redução na linha de transmissão em que o BCS estava inserido, por outro, eleva o carregamento nas demais linhas de transmissão próximas. Esse efeito pode trazer

benefícios com a possibilidade de escoar a geração em pontos específicos que seria inviável decorrente de sobrecargas. Todavia, pode afastar eletricamente os subsistemas impactando nos limites de intercâmbio dinâmicos da rede.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo é indicar os bancos de capacitores série entre os subsistemas Norte-Nordeste e Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste que podem ter seus bypass realizados nas configurações 5 e 6, de modo a evitar restrições de geração na região Nordeste, sem comprometer o desempenho dinâmico do sistema em situações de contingência, bem como provocar problemas de tensão e carregamentos nos demais equipamentos do SIN.

A Figura 1-1, a seguir apresenta todos os BCS, em destaque, aqueles que apresentam carregamentos próximo do limite operativo ou sobrecargas entre os subsistemas N/NE e SE-CO.

Figura 1-1: Banco de Capacitores Séries com carregamento elevados nas Interligações N/NE e N/S e NE/SECO

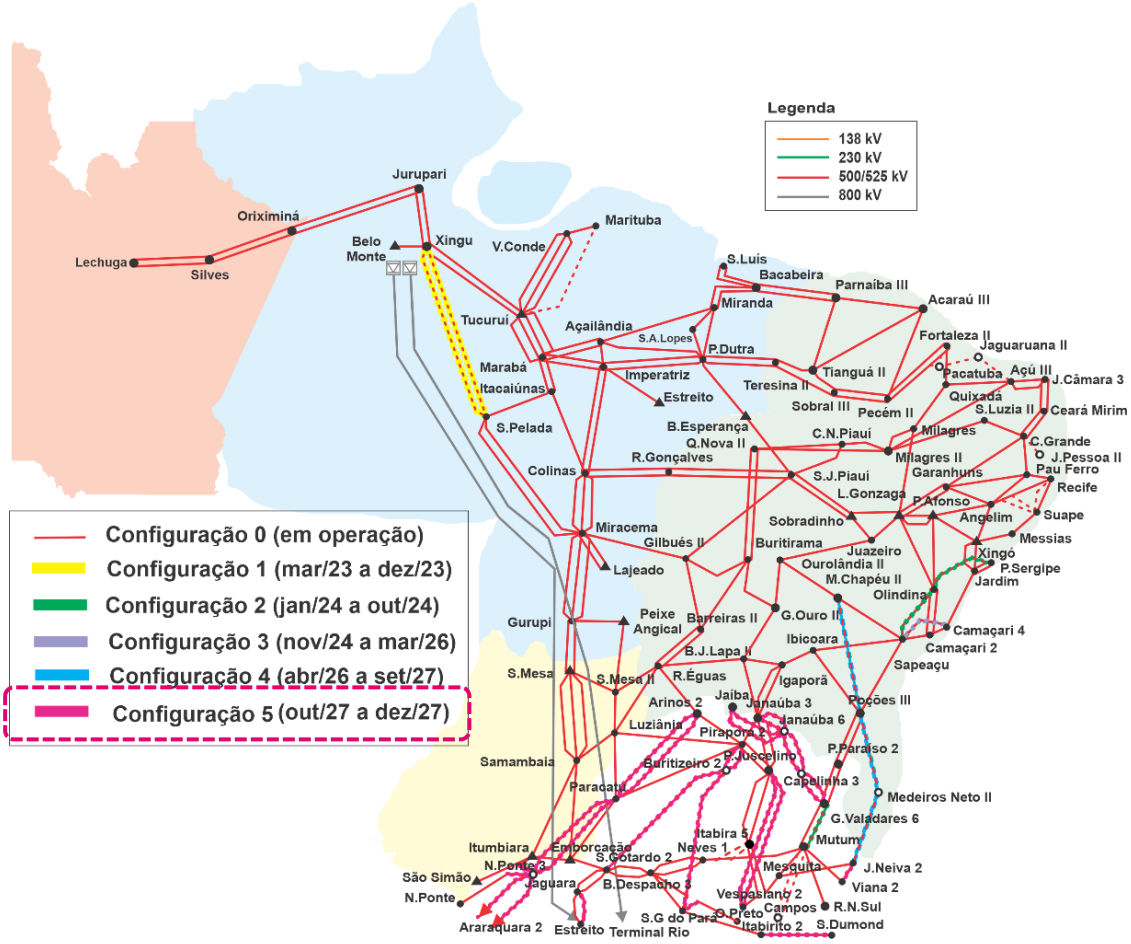


2 Configurações

As análises com o bypass dos BCS foram realizadas para duas configurações, a configuração 5 que considera todas as obras outorgadas e a configuração 6 que considera as obras indicadas pela EPE, ainda não outorgadas.

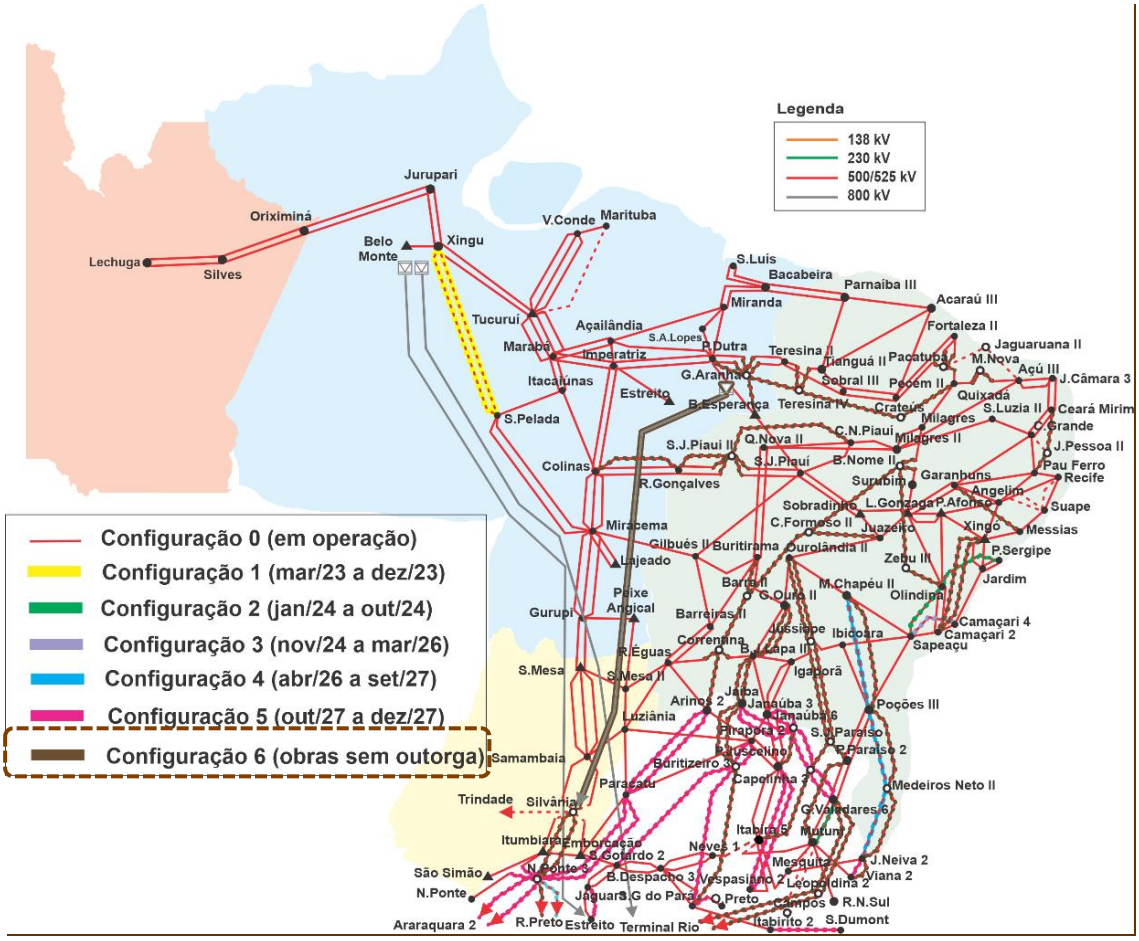
A Figura 2-1, a seguir, indica as configurações até o ano de 2027, sendo destacada a configuração 5:

Figura 2-1: Obras até o ano de 2027 que impactam as Interligações N/NE e N/S e NE/SECO



A Figura 2-2, a seguir, indica as configurações até o ano de 2027 e as obras ainda não outorgadas, indicadas pela EPE, sendo destacada a configuração 6:

Figura 2-2: Obras até 2027 + obras não outorgadas que impactam as Interligações N/NE e N/S e NE/SECO



3 Conclusões

3.1 Configuração 5 (Obras outorgadas)

A seguir destacamos as principais conclusões do bypass dos BCS indicados na Figura 1-1:

- No período seco, no patamar de carga média, a região Nordeste apresenta uma exportação máxima de 16.500 MW e limite do Fluxo da Interligação Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste (FNESE) de 9.500 MW. Nessa situação de máximo intercâmbio entre essas regiões, o eixo de escoamento de energia em 500 kV entre as subestações de Barreiras II – Rio as Éguas – Luziânia apresenta fluxos elevados, em razão da geração solar prevista nessa região. Para o alívio de carregamento nesse eixo pode ser realizado o bypass dos 6 BCS da LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 e da LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia, que promove a transferência do escoamento de geração para outras linhas entre esses subsistemas. É importante esclarecer que a realização do bypass dos BCS elimina restrição de geração locais, porém não promove a elevação da Exportação Nordeste para as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste, dadas as dificuldades de controle de tensão na região de Sapeaçu;

- O bypass dos bancos de capacitores de qualquer linha da Interligação entre as regiões Norte e Nordeste, LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C1 e C2, LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1 e C2, LT 500 kV São João do Piauí – Sobradinho C1 e C2 ou LT 500 kV São João do Piauí – Boa Esperança, promove uma redistribuição de fluxo da Interligação Nordeste-Norte para a Interligação Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste. Naturalmente, maiores quantidades de bypass de BCS nas linhas citadas aumentam os deslocamentos de fluxos entre os subsistemas;

- No período seco, quando já são vislumbrados fluxos elevados nos BCS das LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 e da LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia, os bypass das linhas de transmissão derivadas das subestações de São João do Piauí e Ribeiro Gonçalves podem causar ou agravar sobrecargas nos BCS dessas linhas de transmissão;

- Desta forma, o bypass de BCS localizados nas linhas de transmissão na Interligação Nordeste-Norte deve ser realizado em conjunto com o bypass da LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 e LT 500 kV Luziânia – Rio das Éguas;

- O bypass de todos os BCS provenientes das subestações de Ribeiro Gonçalves e São João do Piauí, num total de 7, em conjunto com os que derivam das subestações Barreiras II, Rio das Éguas e Luziânia, num total de 6, não é viável em função do esgotamento dos recursos disponíveis para controle de tensão

dentro da faixa permitida na região de Sapeaçu, em condição normal de operação e, desempenho dinâmico frente a perda dupla da LT 500 kV Tucuruí – Xingu;

- Para que seja possível a realização do bypass simultâneo dos 13 BCS mencionados acima, o fluxo na Interligação entre as regiões Nordeste-Sudeste/Centro Oeste (FNESE) sofreria uma redução em até 400 MW, o que representa um percentual em torno de 4% do valor de 9.500 MW de limite do fluxo FNESE, implicando numa redução da geração interna na região Nordeste em torno de 500 MW.

- Os bypass dos BCS instalados na LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C1 e C2, LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1 e C2, LT 500 kV São João do Piauí – Sobradinho C1 e C2 e LT 500 kV São João do Piauí – Boa Esperança e dos BCS da LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 e da LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia podem ser realizados em diferentes combinações.

- A Tabela 3-1, a seguir, resume as combinações possíveis de bypass, a viabilidade e se há comprometimento no desempenho dinâmico. A área verde apresenta todas as combinações que otimizam a rede elétrica frente a múltiplas combinações de despachos de geração, permitindo o melhor aproveitamento dos recursos energéticos da região Nordeste sem comprometer a segurança sistêmica.

Tabela 3-1: Realização de bypass de BCS entre as regiões Nordeste-Norte e Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste

SITUAÇÃO		BCS INTERLIGAÇÃO NE/SE-CO				
VIÁVEL: SEM PROBLEMAS VIÁVEL: POSSÍVEIS SOBRECARGAS NOS BCS DA LT 500 KV BARREIRAS II - RIO DAS ÉGUAS C1 E C2 INVIÁVEL: PROBLEMAS DE DESEMPENHO DINÂMICO E CONTROLE DE TENSÃO		4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS	2 BCS: LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM BARREIRAS II + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM RIO DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	6 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA
		TOTAL DE BCS NE/SE-CO + NE/N				
BCS INTERLIGAÇÃO NE/N	7 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	11	9	11	11	13
	5 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	9	7	9	9	11
	5 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	9	7	9	9	11
	5 BCS: LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	9	7	9	9	11

3.2 Configuração 6 (obras não outorgadas)

Para a configuração 6, a realização do bypass de todos os 13 BCS dos eixos em 500 kV que derivam das subestações de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia e Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho, não acarreta problemas de desempenho dinâmico, de carregamento ou de tensão nos demais equipamentos do SIN em situação normal e de contingência (N-1), assim como em situações de contingências duplas que atendem o critério preconizado nos Procedimentos de Rede. Desta forma, é viável a utilização desse recurso de bypass em situações de gargalos no escoamento de energia da região Nordeste, provocadas pelas sobrecargas nesses equipamentos.

É importante ressaltar que as tensões na região da Bahia, especialmente nos barramentos em 500 kV de Camaçari, Sapeaçu e Olindina, apresentam valores nas suas faixas inferiores em função do esgotamento dos recursos para o controle dessas tensões.

4 Resultados dos Estudos

4.1 Configuração 5

Os estudos consideraram o período seco quando é prevista a máxima Exportação da Região Nordeste e, consequentemente, os máximos fluxos entre as interligações da Região Nordeste para as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste. Na Tabela 4-1, a seguir, são apresentados os limites vigentes de intercâmbio entre as regiões Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste, que são os mais influenciados nesse estudo de bypass de BCS.

Tabela 4-1: Limites de intercâmbio entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste com as obras até 2027 (configuração 5)

Período	Configuração	Carga	Obra	Interligações diretas entre os Subsistemas								Restrições de Soma			
				SE	Gurupi	SE	Norte	FNEN	FNNE	FSENE	FNESE	Norte→SE + FNS + FNESE	RNE (Nó Imp→NE + FSENE)	ExpNE	Exp do Norte CA
				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓				
				Nó de Imperatriz	SMesa (FNS)	Norte	SE	NE Nó Imp	Nó Imp NE	SE NE	NE SE				
out-27 a dez-27	5	P	SEs 500 kV Nova Ponte, Janaúba 5, Jaíba, Buritizeiro e Capelinha LTs 500 kV Arinos 2 – Paracatu 4 – Nova Ponte – Araraquara 2 C1 e C2 LT 500 kV Presidente Juscelino – Vespasiano 2 C1 e C2 LT 500 kV Janaúba 6- Janaúba 5 – Capelinha – Governador Valadares 6 C1 e C2 LT 500 kV Janaúba 5 – Jaíba C1 e C2 LT 500 kV Pirapora 2- Buritizeiro 2 C1 e C2 LT 500 kV Buritizeiro 2 – São Gotardo LT 500 kV Buritizeiro 2 – São Gonçalo do Pará Compensadores Síncronos na SE Estreito	5.000	5.400	4.200	SAZONALIZADO	7.000	7.800	6.000	9.700	SAZONALIZADO	11.000	16.700	8.600
		M		5.000	5.400	4.200		7.000	7.800	6.000	9.500		11.000	16.500	8.600
		L		5.000	5.200	4.200		7.000	7.800	6.000	9.700		11.000	16.700	8.000

4.1.1 Bypass dos BCS do Eixo em 500 kV de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia

O bypass dos BCS da LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 deve ser realizado nos dois circuitos simultaneamente, seja no terminal da SE Barreiras II e/ou da SE Rio das Éguas, uma vez que, o bypass de BCS em apenas um dos circuitos, em qualquer terminal, provoca elevada sobrecarga nos BCS do circuito remanescente.

As análises consideram as seguintes cinco combinações de bypass de BCS:

1) 4 BCS: LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2, nos dois terminais, tanto em Barreiras II como em Rio das Éguas;

2) 2 BCS: LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia, nos dois terminais, tanto em Rio das Éguas como em Luziânia;

3) 4 BCS: LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2, no terminal de Barreiras II + LT 500 kV Rio das Éguas –- Luziânia, nos dois terminais, tanto em Rio das Éguas como em Luziânia;

4) 4 BCS: LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2, no terminal de Rio das Éguas + LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia, nos dois terminais, tanto em Rio das Éguas como em Luziânia;

5) 6 BCS: LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2, nos dois terminais, tanto em Barreiras II como em Rio das Éguas + LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia, nos dois terminais, tanto em Rio das Éguas como em Luziânia

Na Tabela 4-2 e Tabela 4-3, a seguir, são indicadas as cinco combinações de bypass e as respectivas redistribuições dos principais fluxos e tensões, que são influenciadas por essas ações, partindo do caso base de estudo que apresenta o máximo fluxo da região Nordeste para a região Sudeste/Centro-Oeste (FNESE):

Tabela 4-2: Distribuição dos principais fluxos com bypass de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia

BYPASS DE BCS NE-SE/CO							
MÁXIMA EXPORTAÇÃO DA REGIÃO NORDESTE		CASO BASE DE LIMITES	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS	2 BCS: LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	6 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA
DESCRIÇÃO	FLUXOS	0	1	2	3	4	5
FNEN	FMW	7360	7703	7567	7725	7736	7849
	FMVAR	-1702	-1832	-1765	-1831	-1817	-1874
	FMVA	7554	7918	7770	7939	7946	8070
FNESE	FMW	9751	9408	9581	9390	9399	9187
	FMVAR	-1612	-1567	-1287	-1110	-1272	-1152
	FMVA	9884	9537	9667	9455	9485	9259
FNS	FMW	1025	1335	1213	1355	1363	1467
	FMVAR	-158	-404	-288	-404	-405	-481
	FMVA	1037	1395	1246	1413	1422	1544
BIP+FNS+FNESE	FMW	16235	16200	16251	16201	16219	16110
	FMVAR	-2484	-2684	-2288	-2230	-2392	-2351
	FMVA	16424	16421	16412	16354	16394	16281

Tabela 4-3: Tensões nos principais barramentos com bypass de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia

BYPASS DE BCS NE-SE/CO (TENSÕES)							
MÁXIMA EXPORTAÇÃO DA REGIÃO NORDESTE	CASO BASE DE LIMITE	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS	2 BCS: LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	6 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA
DESCRIÇÃO	0	1	2	3	4	5
BURITI-BA500	1.041	1.033	1.038	1.033	1.035	1.031
GENDO2-BA500	1.034	1.032	1.033	1.031	1.032	1.031
BARREI-BA500	1.054	1.029	1.044	1.029	1.033	1.023
GILBU2-PI500	1.063	1.041	1.053	1.041	1.043	1.035
OUROLN-BA500	1.015	1.012	1.014	1.009	1.012	1.010
R.EGUA-BA500	1.058	1.062	1.043	1.046	1.042	1.045
BJLAP2-BA500	1.057	1.057	1.056	1.055	1.054	1.052
IGAPOR-BA500	1.065	1.068	1.066	1.065	1.063	1.059
IBICOA-BA500	1.045	1.041	1.042	1.044	1.037	1.032
SAPEAC-BA500	1.006	0.997	1.002	0.999	0.996	0.990
M.CHAP-BA500	1.013	1.008	1.011	1.001	1.007	1.004
POCIII-BA500	1.054	1.048	1.050	1.056	1.045	1.039
S.MESA-GO500	1.086	1.082	1.083	1.081	1.080	1.078
LUZIAN-GO500	1.072	1.076	1.081	1.080	1.080	1.079
COLINA-TO500	1.076	1.061	1.067	1.059	1.058	1.054
MIRACE-TO500	1.080	1.067	1.072	1.065	1.064	1.060
GURUPI-TO500	1.090	1.081	1.084	1.079	1.078	1.075
S.MESA-GO500	1.086	1.082	1.083	1.081	1.080	1.078

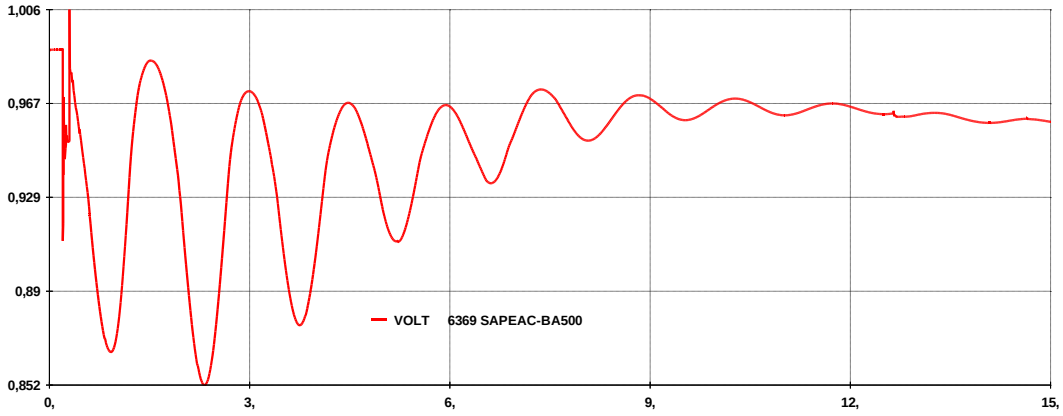
De acordo com os valores de fluxos apresentados na Tabela 4-2, os bypass provocam redistribuições/reduções nos fluxos da Interligação Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste (FNESE) e elevações nos fluxos da Interligação Nordeste-Norte (FNEN), e por consequência, da Interligação Norte-Sudeste/Centro-Oeste (FNS). A elevação do FNEN ocorre majoritariamente pela LT 500 kV Miracema – Gilbués II, e assim, não eleva significativamente o carregamento das demais linhas de transmissão que compõem esse fluxo. Por esse motivo, o bypass dos BCS do eixo de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia pode ser realizado sem a necessidade de efetuar o bypass de quaisquer BCS do tronco em 500 kV entre as subestações de Colinas - Ribeiro Gonçalves - São João do Piauí - Sobradinho.

O bypass de apenas dois BCS da LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia pode não ser suficiente para eliminar sobrecargas nos demais BCS da LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas. Desta forma, recomenda-se o bypass de no mínimo 4 dos 6 BCS existente no eixo entre as SE Barreiras II e Luziânia.

É importante destacar que a rede de transmissão entre as regiões Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste apresenta esgotamento dos recursos disponíveis para o controle de tensão, principalmente na região de Sapeaçu, em regime normal de operação e, por esse motivo não é possível elevar a Exportação Nordeste, com a realização dos referidos BCS, conforme apresentado na Tabela 4-3.

A perda dupla da LT 500 kV Xingu – Tucuruí é a contingência mais severa para o desempenho dinâmico do sistema, no período seco, em que ocorre a máxima transferência da região Nordeste para as demais regiões. A curva da Figura 4-1 apresenta o desempenho da tensão no barramento de 500 kV da SE Sapeaçu quando da referida perda dupla, com o bypass dos seis BCS citados.

Figura 4-1: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu com o bypass dos seis BCS



4.1.2 Bypass dos BCS do Eixo em 500 kV de Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho e São João do Piauí – Boa Esperança

A seguir são apresentadas as quatro combinações de bypass de BCS no eixo em questão, nas interligações entre as regiões Norte e Nordeste, que foram analisas para eliminar o problema de sobrecargas nesses equipamentos:

1) 7 BCS: LT 500 kV LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C1 e C2, no terminal de Ribeiro Gonçalves, LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1 e C2, no terminal de Ribeiro Gonçalves, LT 500 kV São João do Piauí – Sobradinho C1, no terminal de São João do Piauí e C2 e LT 500 kV São João do Piauí – Boa Esperança, no terminal de São João do Piauí;

2) 5 BCS: LT 500 kV LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C1 e C2, no terminal de Ribeiro Gonçalves, LT 500 kV São João do Piauí – Sobradinho C1 e C2, no terminal de São João do Piauí e LT 500 kV São João do Piauí – Boa Esperança, no terminal de São João do Piauí;

3) 5 BCS: LT 500 kV LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C1 e C2, no terminal de Ribeiro Gonçalves, LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1 e C2, no terminal de Ribeiro Gonçalves e LT 500 kV São João do Piauí – Boa Esperança, no terminal de São João do Piauí;

4) 5 BCS: LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1 e C2, no terminal de Ribeiro Gonçalves, LT 500 kV São João do Piauí – Sobradinho C1 e C2, no terminal de São João do Piauí e LT 500 kV São João do Piauí – Boa Esperança, no terminal de São João do Piauí.

Na Tabela 4-4 são apresentados os fluxos nas interligações entre as regiões Norte e Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste, considerando as quatro combinações anteriormente descritas e o caso base de estudo de limite:

Tabela 4-4: Distribuição dos principais fluxos com bypass de BCS entre as SES Colinas – Sobradinho e São João – Boa Esperança

MÁXIMA EXPORTAÇÃO DA REGIÃO NORDESTE		CASO BASE DE LIMITE	7 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 E C2 + LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 E C2+ LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO+ LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA	5 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 E C2 + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA	5 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 E C2 + LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 E C2 + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA	5 BCS: LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 E C2+ LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA
DESCRIÇÃO	FLUXOS	0	1	2	3	4
FNEN	FMW	7360	6950	7064	7014	7091
	FMVAR	-1702	-1616	-1662	-1582	-1659
	FMVA	7554	7136	7257	7190	7282
FNESE	FMW	9751	**10128**	**10024**	**10079**	**10001**
	FMVAR	-1612	-2306	-2164	-2215	-2129
	FMVA	9884	10387	10255	10319	10225
FNS	FMW	1025	613	733	680	764
	FMVAR	-158	-39	-76	-28	-67
	FMVA	1037	614	737	681	767
BIP+FNS+FNESE	FMW	16235	16200	16217	16218	16224
	FMVAR	-2484	-3055	-2949	-2954	-2907
	FMVA	16424	16486	16483	16485	16483

O bypass dos bancos capacitores de qualquer uma das linhas da Interligação entre as regiões Norte e Nordeste, LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C1 e C2, LT 500 kV de Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1 ou C2, LT 500 kV São João do Piauí – Sobradinho C1 e C2 ou LT 500 kV São João do Piauí – Boa Esperança, promove uma redistribuição do fluxo da Interligação Nordeste-Norte para a Interligações Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste. Naturalmente, maiores quantidades de bypass de BCS nas linhas citadas, aumentam os deslocamentos de fluxos entre os subsistemas.

No período seco, já são vislumbrados fluxos elevados nos BCS das LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 e da LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia, portanto, o bypass de quaisquer BCS que derivam das subestações de Ribeiro Gonçalves e São João do Piauí pode agravar esse problema, inviabilizando essa manobra.

4.1.3 Bypass dos BCS do Eixo em 500 kV de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia e do Eixo em 500 kV de Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho e São João do Piauí – Boa Esperança

Conforme descrito no item anterior, o bypass de BCS no sistema de escoamento de energia entre as regiões Norte e Nordeste devem ser realizados em conjunto com o bypass dos BCS existentes entre as subestações de Barreiras II, Rio das Éguas e Luziânia.

Desta forma, foram analisadas diversas combinações de modo a possibilitar o escoamento de energia pelos pontos impedidos em virtude de sobrecargas em BCS, conforme apresentadas na tabela a seguir:

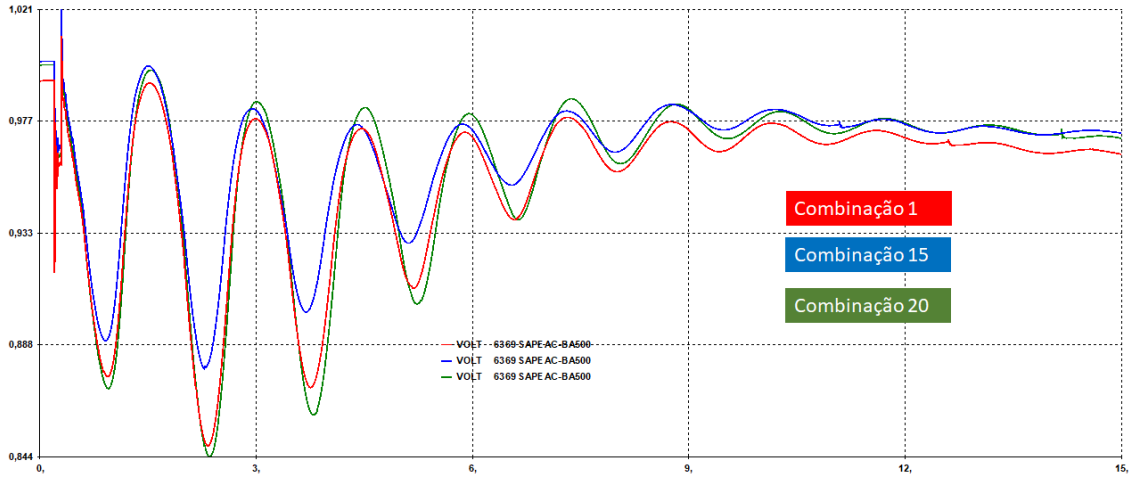
Tabela 4-5: Combinações de bypass de BCS entre as regiões Nordeste para o Norte e Sudeste/Centro-Oeste

SITUAÇÃO		BCS INTERLIGAÇÃO NE/SE-CO				
VIÁVEL: SEM PROBLEMAS VIÁVEL: POSSÍVEIS SOBRECARGAS NOS BCS DA LT 500 KV BARREIRAS II - RIO DAS ÉGUAS C1 E C2 INVIÁVEL: PROBLEMAS DE DESEMPENHO DINÂMICO E CONTROLE DE TENSÃO		4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS	2 BCS: LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM BARREIRAS II + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	4 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM RIO DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	6 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA
		TOTAL DE BCS NE/SE-CO + NE/N e Combinação				
BCS INTERLIGAÇÃO NE/N	7 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	11 (Combinação 1)	9 (Combinação 2)	11 (Combinação 3)	11 (Combinação 4)	13 (Combinação 5)
	5 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	9 (Combinação 6)	7 (Combinação 7)	9 (Combinação 8)	9 (Combinação 9)	11 (Combinação 10)
	5 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	9 (Combinação 11)	7 (Combinação 12)	9 (Combinação 13)	9 (Combinação 14)	11 (Combinação 15)
	5 BCS: LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 e C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	9 (Combinação 16)	7 (Combinação 17)	9 (Combinação 18)	9 (Combinação 19)	11 (Combinação 20)

A cor verde, indicada na Tabela 4-5, representa as combinações em que a composição de bypass de BCS é viável, pois, não acarretam problemas de carregamento, tensão e/ou problemas de desempenho dinâmico no SIN.

A Figura 4-2 apresenta o desempenho da tensão do barramento de 500 kV da SE Sapeaçu na perda dupla da LT 500 kV Tucuruí – Xingu para as combinações 1,15 e 20 que consideram o bypass de 11 BCS:

Figura 4-2: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 1, 15 e 20

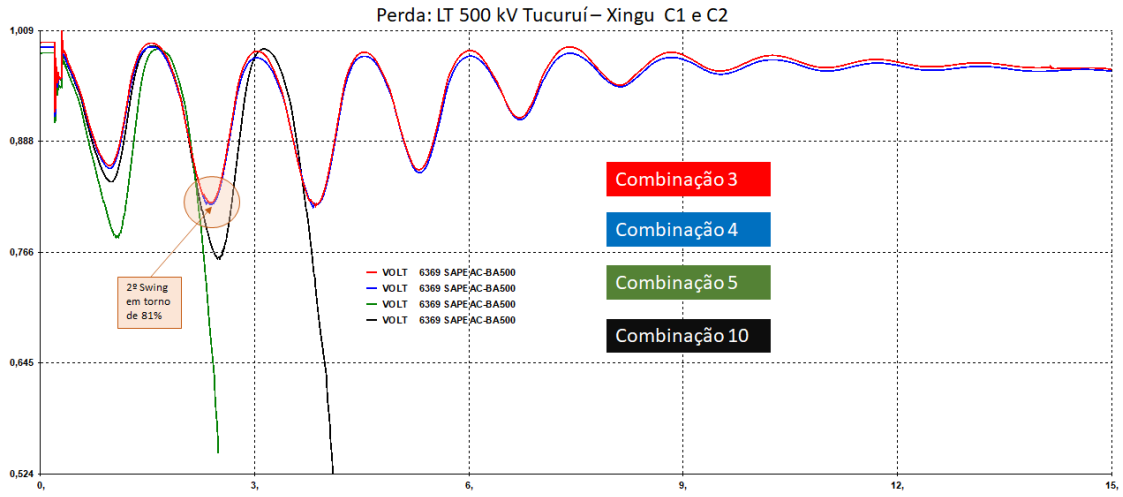


Perda: LT 500 kV Tucuruí – Xingu C1 e C2

A combinação 2, na cor laranja, apresenta a configuração de apenas dois bypass de BCS da LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia e, ainda há risco de sobrecargas nos BCS da LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2. Essa combinação pode ser suficiente em situações em que os intercâmbios de energia entre as regiões Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste não estejam maximizados.

As combinações 3,4,5 e 10, na cor vermelha, apresentam as combinações em que são observadas tensões próximas das suas faixas inferiores nos barramentos em 500 kV da região de Sapeaçu em condição normal de operação. Em situação de contingência da LT 500 kV Tucuruí – Xingu C1 e C2, observa-se um colapso de tensão ou violação do critério de segundo swing na tensão dos barramentos de 500 kV dessa região, conforme apresentado na Figura 4-3.

Figura 4-3: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 3,4,5 e 10



Para que seja possível a realização do bypass dos 13 BCS mencionados na combinação 5 e dos 11 BCS mencionados nas configurações 3,4 e 10, o fluxo na Interligação entre as regiões Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste (FNESE) deve ser reduzido em até 400 MW, que representa um percentual da ordem de 4% do valor de 9.500 MW e para isso, uma redução na geração na região Nordeste em torno de 500 MW, o que não é recomendável porque restringe o escoamento de energia entre esses subsistemas.

4.2 Configuração 6

Na Tabela 4-6 são apresentados os limites de intercâmbio entre as regiões Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste, conforme indicados no Relatório PAR/PEL 2022 – Volume II, decorrente de uma análise preliminar realizada para a configuração 6, que considera as obras não outorgadas.

Tabela 4-6: Limites entre as regiões Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste com as obras até 2027 + obras não outorgadas (configuração 6)

Configuração	Período	Principais Obras	Carga	FNS	FNESE	FNEN	Fluxo nos Bipolos (Xingu para Sudeste)	Importação do Sudeste do N/NE Bipolos (Xingu para SE)+ FNS+Bipolo de Graça Aranha + FNESE	RNE	EXPNE	EXPN - CA
6	Sem Outorga	Bipolo Graça Aranha e obras em 500 kV associadas	P	10.400	14.400	9.500	SAZONALIZADO	SAZONALIZADO	11.000	22.500	8.600
			M	10.400	14.400	9.500			11.000	22.500	8.600
			L	10.200	14.400	9.500			11.000	22.500	8.000

Ressalta-se que a configuração 6 contempla a entrada em operação da SE São João do Piauí II, que seccionará a LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1 e C2, e linhas associadas e por esse motivo já considera as desativações dos BCS da LT 500 kV Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí C1 e C2 e do BCS da LT 500 kV Sobradinho – Boa Esperança, conforme indicado no relatório EPE-DEE-RE-014-2022-rev1 - "Estudo de Escoamento de Geração na Região Nordeste – Volume 2: Área Norte".

Desta forma, as análises consideraram duas combinações de bypass, adicionalmente aos três BCS supracitados, que estão descritos abaixo:

1) 6 BCS: LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 e LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia;

2) 10 BCS: LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2, LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia, LT 500 kV Colinas – Ribeiro Gonçalves C1 e C2 e LT 500 kV São João do Piauí – Sobradinho C1 e C2.

A Tabela 4-7, a seguir, apresenta a redistribuição dos fluxos entre as regiões Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste.

Tabela 4-7: Distribuição dos principais fluxos com bypass de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia e entre as SEs Colinas - Sobradinho

BYPASS DE BCS NE-N E NE-SE/CO				
MÁXIMA EXPORTAÇÃO DA REGIÃO NORDESTE PARA A REGIÃO SUDESTE/CENTRO-OESTE		CASO BASE DE LIMITES	6 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	10 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA + LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 E C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 E C2 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ
DESCRIÇÃO	FLUXOS	0	1	2
FNEN	FMW	8212	8614	8234
	FMVAR	-1368	-1543	-1345
	FMVA	8325	8777	8343
FNESE	FMW	14447	14027	14228
	FMVAR	-1537	-971	-775
	FMVA	14529	14060	14249
FNS	FMW	1595	2030	1843
	FMVAR	-301	-499	-448
	FMVA	1623	2090	1897
BIP+FNS+FNESE	FMW	19037	19050	19064
	FMVAR	-2829	-2455	-2210
	FMVA	19246	19207	19192

A Tabela 4-8, apresenta o perfil de tensão dos principais barramentos, que são influenciados com a realização dos bypass dos BCS indicados nas situações 1 e 2.

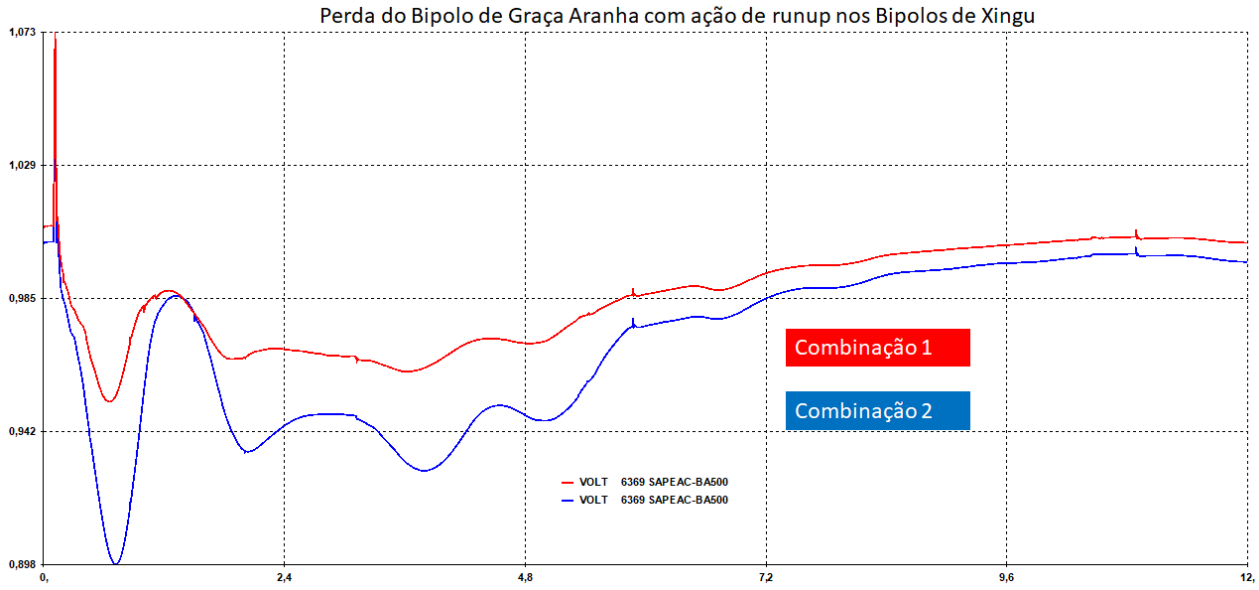
Tabela 4-8: Tensões dos principais barramentos do SIN com bypass de BCS entre as SE Barreiras II - Luziânia e entre as SE Colinas - Sobradinho

BYPASS DE BCS NE-SE/CO (TENSÕES)			
MÁXIMA EXPORTAÇÃO DA REGIÃO NORDESTE PARA A REGIÃO SUDESTE/CENTRO-OESTE	CASO BASE DE LIMITES	6 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA	10 BCS: LT 500 kV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 kV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA + LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO
DESCRIÇÃO	0	1	2
BURITI BA500	1.044	1.034	1.033
GENDO2 BA500	1.039	1.029	1.033
QUEIMA PI500	1.015	1.012	1.007
BARREI BA500	1.056	1.034	1.034
GILBU2 PI500	1.070	1.051	1.048
GILBUE PI230	0.995	0.995	0.995
ALTITU BA500	1.035	1.025	1.024
OUROLN BA500	1.017	1.006	1.010
OUROLN BA230	0.998	0.999	0.999
STEUGE BA500	1.045	1.036	1.040
SOLSER BA500	1.041	1.030	1.037
BR GB CAP500	1.060	1.020	1.022
R.EGUA BA500	1.053	1.038	1.041
BJLAP2 BA500	1.044	1.032	1.041
IGAPOR BA500	1.050	1.034	1.045
IBICOA BA500	1.030	1.013	1.024
SAPEAC BA500	1.009	0.999	1.004
M.CHAP BA500	1.034	1.023	1.030
BARRE2 BA230	1.007	1.007	1.007
POCIII BA500	1.057	1.038	1.057
S.MESA GO500	1.069	1.062	1.067
LUZIAN GO500	1.061	1.063	1.068

Destaca-se que o esgotamento dos recursos para o controle de tensão na região Sul da Bahia, especificamente nas SE Sapeaçu, Morro do Chapéu e Ourolândia, em condição normal de operação, representa o fator limitante na definição da máxima transferência de energia entre as regiões Nordeste e Norte-Sudeste/Centro-Oeste. O bypass dos BCS nos eixos citados provoca uma redução insignificante nas tensões desses barramentos, conforme indicado na Tabela 4-8 e, assim, não provoca restrições na transferência de energia.

A contingência mais severa é a perda do futuro Bipolo Graça Aranha - Silvânia, considerando a ação de *run-up* nos Bipolos de Xingu. A Figura 4-4 apresenta o desempenho da tensão do barramento de 500 kV de Sapeaçu, considerando as combinações 1 e 2 de BCS.

Figura 4-4: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 1 e 2



Portanto, os bypass dos 6 ou 10 BCS nos eixos em 500 kV de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia e Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho, adicionalmente aos três que devem ser desativados em função da entrada em operação da SE São João do Piauí II, é um recurso viável em situações de gargalos no escoamento de energia da região Nordeste.

Lista de figuras e tabelas

Tabelas:

Tabela 3-1: Realização de bypass de BCS entre as regiões Nordeste-Norte e Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste 11

Tabela 4-1: Limites de intercâmbio entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste com as obras até 2027 (configuração 5) 13

Tabela 4-2: Distribuição dos principais fluxos com bypass de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia 15

Tabela 4-3: Tensões nos principais barramentos com bypass de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia 15

Tabela 4-4: Distribuição dos principais fluxos com bypass de BCS entre as SES Colinas – Sobradinho e São João – Boa Esperança 18

Tabela 4-5: Combinações de bypass de BCS entre as regiões Nordeste para o Norte e Sudeste/Centro-Oeste 19

Tabela 4-6: Limites entre as regiões Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste com as obras até 2027 + obras não outorgadas (configuração 6) 22

Tabela 4-7: Distribuição dos principais fluxos com bypass de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia e entre as SEs Colinas - Sobradinho 23

Tabela 4-8: Tensões dos principais barramentos do SIN com bypass de BCS entre as SE Barreiras II - Luziânia e entre as SE Colinas - Sobradinho 24

Figuras:

Figura 1-1: Banco de Capacitores Séries com carregamento elevados nas Interligações N/NE e N/S e NE/SECO 6

Figura 2-1: Obras até o ano de 2027 que impactam as Interligações N/NE e N/S e NE/SECO 7

Figura 2-2: Obras até 2027 + obras não outorgadas que impactam as Interligações N/NE e N/S e NE/SECO 8

Figura 4-1: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu com o bypass dos seis BCS 16

Figura 4-2: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 1, 15 e 20 20

Figura 4-3: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 3,4,5 e 10 21

Figura 4-4: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 1 e 2 25