

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

REVISÃO 01

© 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 COM O BYPASS DE BCS

REVISÃO 01

Julho de 2023

Sumário

1	Motivação da Revisão	5
2	Introdução e Objetivos	5
3	Configurações	9
4	Conclusões	11
4.1	Configuração 4 (Antiga Configuração 6)	11
4.2	Configurações 3 (Antiga Configuração 5) e 2	11
4.3	Configuração 1	15
5	Resultados dos Estudos	17
5.1	Configuração 4 (Antiga Configuração 6)	17
5.2	Configuração 3 (Antiga Configuração 5)	20
5.2.1	<i>Bypass</i> dos BCS do Eixo em 500 kV de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia	21
5.2.2	<i>Bypass</i> dos BCS do Eixo em 500 kV de Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho e São João do Piauí – Boa Esperança	24
5.2.3	<i>Bypass</i> 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	26
5.3	Configuração 2	28
5.3.1	<i>Bypass</i> dos BCS do Eixo em 500 kV de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia	29
5.3.2	<i>Bypass</i> dos BCS do Eixo em 500 kV de Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho e São João do Piauí – Boa Esperança	31
5.3.3	<i>Bypass</i> 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	32
5.4	Configuração 1	33
5.4.1	<i>Bypass</i> dos BCS do Eixo em 500 kV de Barreiras II – Rio das Éguas – Luziânia	33
5.4.2	<i>Bypass</i> dos BCS do Eixo em 500 kV de Colinas – Ribeiro Gonçalves – São João do Piauí – Sobradinho e São João do Piauí – Boa Esperança	35
5.4.3	<i>Bypass</i> 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	36

1 **Motivação da Revisão**

Esta revisão do Relatório RT-ONS DPL 0131/2023 teve como motivação a inclusão das análises de duas configurações de transmissão que estão previstas, respectivamente, para o mês de junho de 2024 e para o mês de abril de 2026, portanto antes da primeira configuração analisada na versão original do Relatório, prevista para outubro de 2027. Esta revisão passa a adotar a numeração de configurações que constará no PAR/PEL 2023, ciclo 2024-2028, e que já foi adotada na revisão de março do Relatório de limites de médio prazo - RT-ONS DPL 0183/2023. Com as mudanças nas previsões de datas de obras, conforme DMSE de maio de 2023, as configurações foram reordenadas e as que eram chamadas de configurações 5 e 6 no Relatório RT-ONS DPL 0131/2023 passam a ser, respectivamente, as configurações 3 e 4 nesta revisão. Em função do exposto, o relatório ora intitulado “Análise dos Limites de Transferência de Energia entre Regiões N/NE e SE/CO para o Ano de 2027 com o *bypass* de BCS” passa a ser chamado nesta revisão de “Análise dos Limites de Transferência de Energia entre Regiões N/NE e SE/CO com o *bypass* de BCS”.

2 **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 existir 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 configurações previstas para a Interligação Norte-Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste no horizonte de 2023-2027, sendo a configuração 3 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 4, 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 3 e 4, 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 do 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. Na configuração 4, que já

considera diversos reforços para a elevação do escoamento da geração da região Nordeste, esses problemas são minimizados.

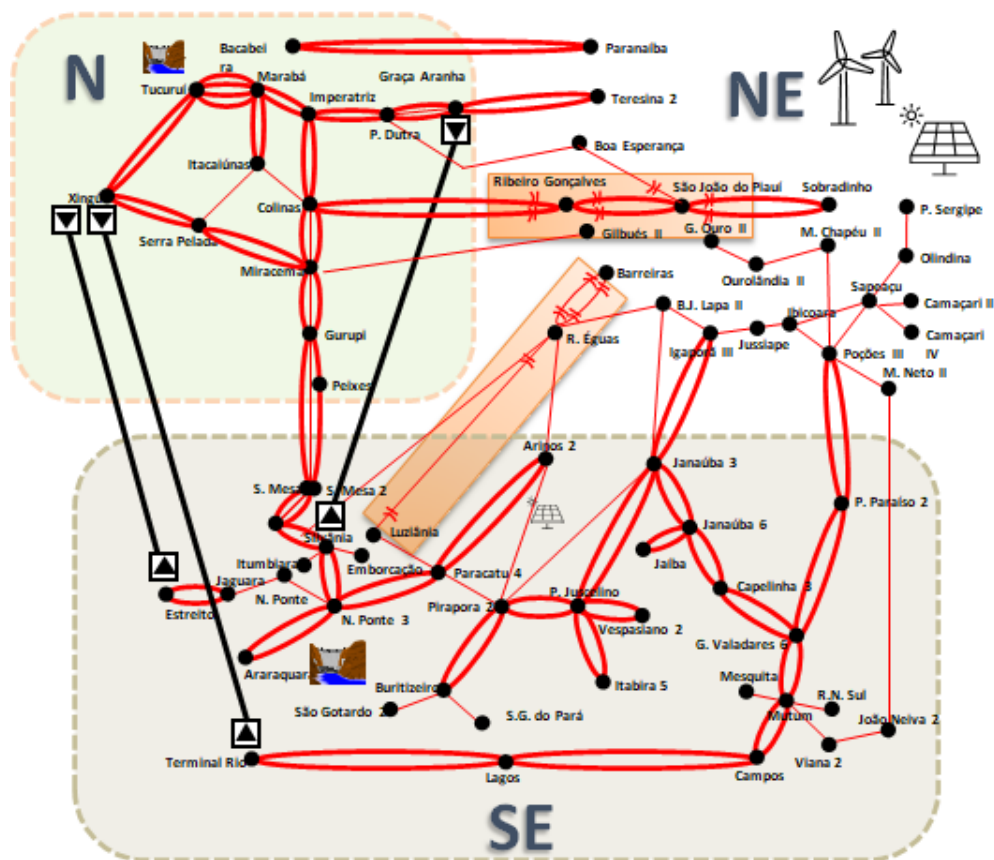
A EPE, através do relatório EPE-DEE-RE-148-2021-rev3 – “Estudo de Escoamento de Geração na Região Nordeste – Volume 1: Área Sul e relatório EPE-DEE-RE-014-2022-rev1 – “Estudo de Escoamento de Geração na Região Nordeste – Volume 2: Área Norte”, cita problemas de sobrecargas nos bancos de capacitores da 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 1 a 4 no cenário Nordeste Exportador, 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. Cabe ressaltar que no cenário Nordeste Exportador há maior probabilidade de ocorrência das citadas sobrecargas nos BCS, em função dos valores elevados de geração eólica que acontecem ao longo do segundo semestre do ano.

A Figura 2-1, a seguir, apresenta em destaque todos os BCS com carregamentos próximos do limite operativo ou sobrecargas entre os subsistemas N/NE e SE-CO.

Figura 2-1: Banco de Capacitores Séries com carregamento elevados nas Interligações N/NE e N/S e NE/SECO



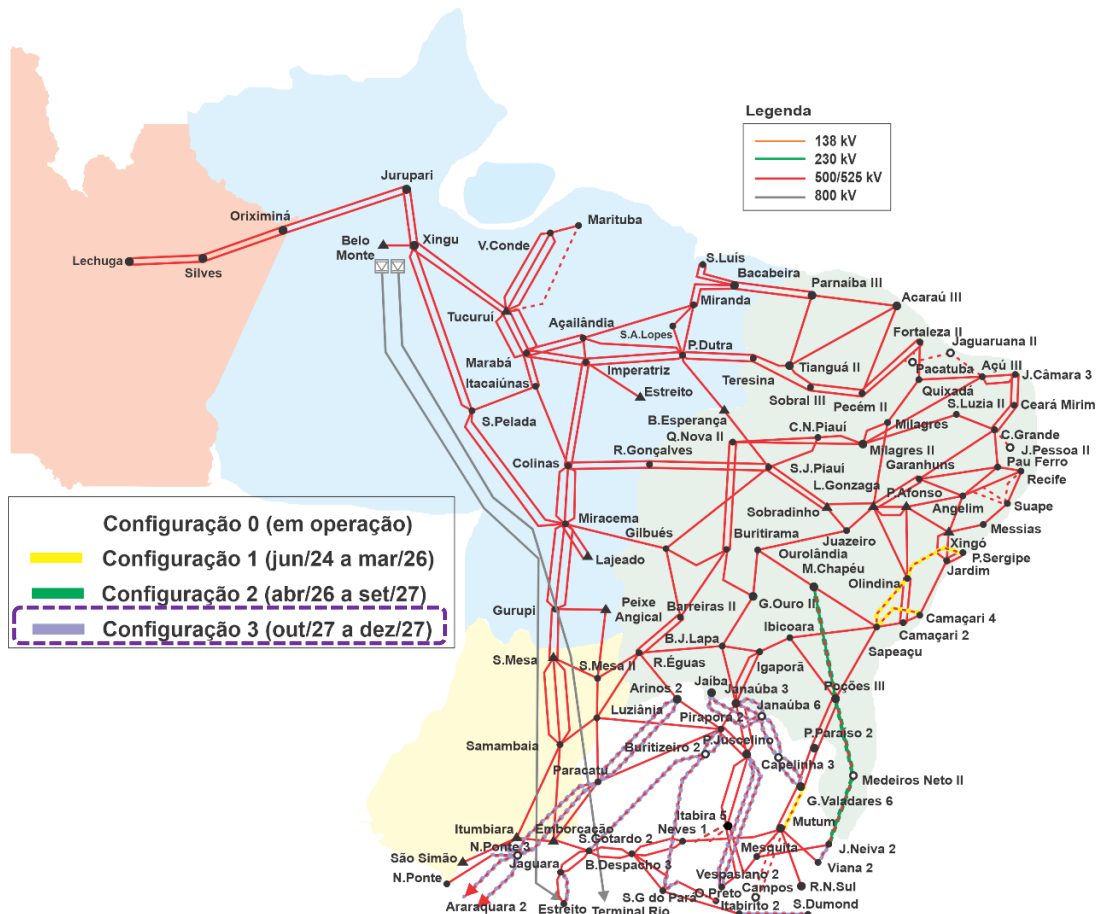
3

Configurações

As análises com o *bypass* dos BCS foram realizadas para quatro configurações. A configuração 1 considera o sistema atual acrescido das LTs em 500 kV Sapeaçu - Camaçari 4, Sapeaçu - Olindina - Porto de Sergipe e Governador Valadares - Mutum C2, a configuração 2 considera a entrada das LTs 500 kV Morro do Chapéu - Poções - Medeiros Neto - João Neiva, a configuração 3 considera a entrada de todas as obras já outorgadas, com destaque para as diversas linhas em 500 kV em Minas Gerais, e a configuração 4 considera as obras indicadas pela EPE, ainda não outorgadas.

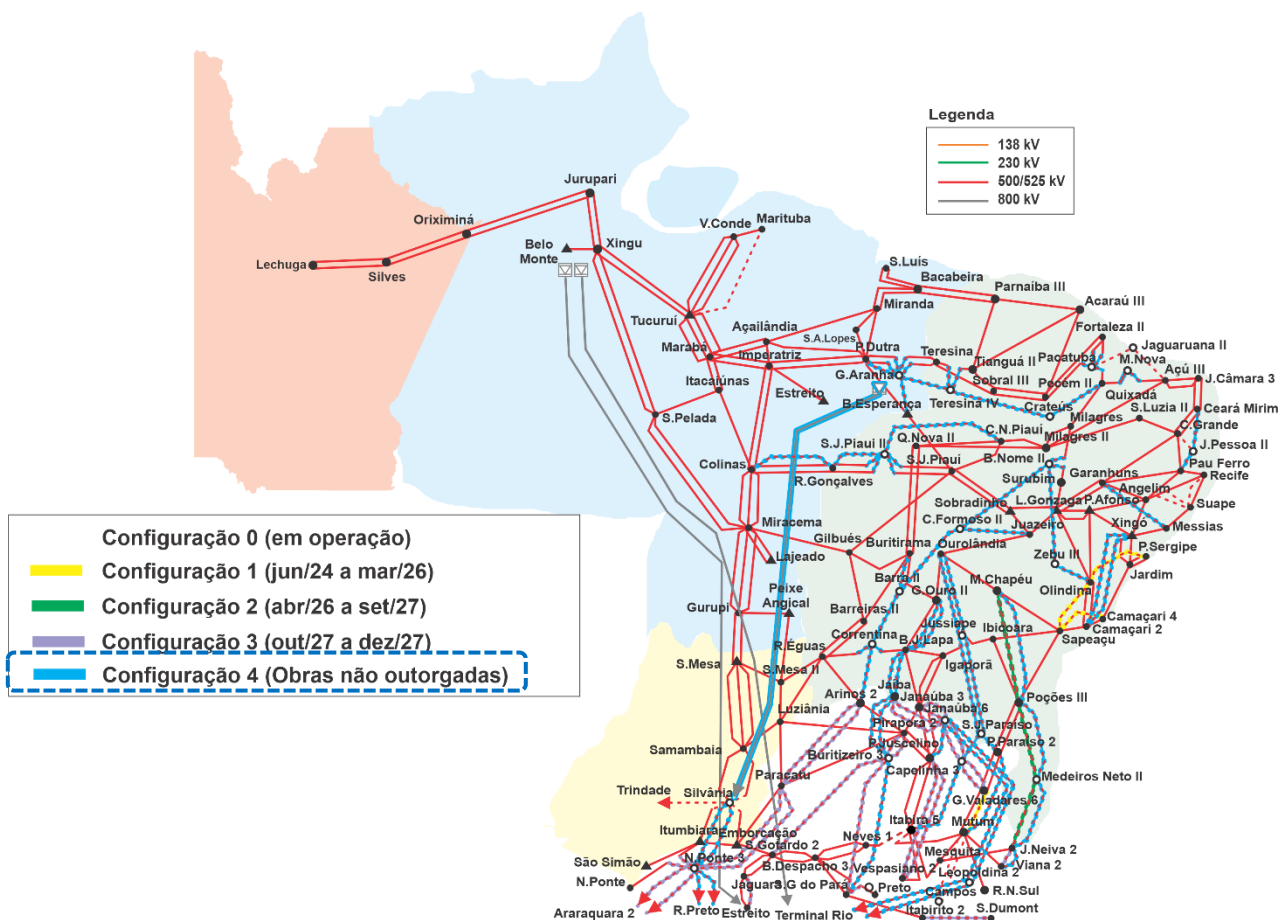
A Figura 3-1, a seguir, indica as configurações até o ano de 2027, sendo destacada a configuração 3:

Figura 3-1: Obras até o ano de 2027 que impactam as Interligações N/NE e N/S e NE/SECO



A Figura 3-2, a seguir, indica as configurações até o ano de 2027 e as obras ainda não outorgadas, indicadas pela EPE, sendo destacada a configuração 4:

Figura 3-2: Obras até 2027 + obras não outorgadas que impactam as Interligações N/NE e N/S e NE/SECO



4 Conclusões

Para todas as configurações, no período úmido (com exportação de energia pelas regiões Norte e Nordeste) a medida operativa de *bypass* dos BCS que derivam das subestações Barreiras II, Rio das Éguas e Luziânia e/ou dos BCS provenientes das subestações de Ribeiro Gonçalves e São João do Piauí **não é viável**, pois, em situação de contingência, poderá haver perda de estabilidade dinâmica, comprometendo a segurança e a confiabilidade do SIN.

Desta forma, a medida de *bypass* dos referidos BCS, **somente** poderá ser adotada no período seco (com exportação de energia prioritariamente pela região Nordeste), em função das combinações possíveis de *bypass* em cada configuração.

4.1 Configuração 4 (Antiga Configuração 6)

Para a configuração 4, 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). 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.

4.2 Configurações 3 (Antiga Configuração 5) e 2

A seguir destacamos as principais conclusões do *bypass* dos BCS indicados na Figura 2-1 para as configurações 3 e 2:

- No período seco, no patamar de carga média, a região Nordeste apresenta uma exportação máxima de 16.500 MW para a configuração 3 e 15.200 MW para a configuração 2. O limite do Fluxo da Interligação Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste (FNESE) é de 9.500 MW para a configuração 3 e 8.900 MW para a configuração 2. Nessa situação de máximo intercâmbio entre essas regiões, o eixo de escoamento de energia em 500 kV entre as subestações de Barreiras II – Rio das 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 na configuração 3 e de cerca de 350 MW na configuração 2, o que representa um percentual em torno de 4% do valor de limite do fluxo FNESE, implicando numa redução da geração interna na região Nordeste em torno de 500 MW na configuração 3 e de 450 MW na configuração 2;

- 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. Cabe destacar que, não foi identificada a necessidade de *bypass* simultâneo dos BCS das interligações Nordeste-Norte e Nordeste-Sudeste para eliminação de sobrecarga nas duas configurações. Este fato ocorre porque o valor de ExpNE tem que ser respeitado e, portanto, mesmo considerando a transferência de fluxo para a interligação Nordeste-Norte, com o *by-pass* dos BCS da interligação Nordeste-Sudeste, os fluxos nas linhas da interligação Nordeste-Norte ficam aquém dos valores máximos de intercâmbio para que o limite da ExpNE seja respeitado;
- A Tabela 4-1, 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 4-1: Configurações 2 e 3 - 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-LUZIANIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIANIA	4 BCS: LT 500 KV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM BARREIRAS II + LT 500 KV R.DAS ÉGUAS-LUZIANIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIANIA	4 BCS: LT 500 KV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS C1 e C2 EM RIO DAS ÉGUAS + LT 500 KV R.DAS ÉGUAS-LUZIANIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIANIA	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-LUZIANIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIANIA
		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

4.3 Configuração 1

A seguir destacamos as principais conclusões do *bypass* dos BCS indicados na Figura 2-1 para a configuração 1:

- No período seco, no patamar de carga média, a região Nordeste apresenta uma exportação máxima de 14.200 MW e limite do Fluxo da Interligação Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste (FNESE) é de 8.900 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. Além disso, em função do esgotamento dos recursos de controle de tensão, são observadas dificuldades para manter as tensões em 500 kV das subestações entre Igaporã e Camaçari 4 no valor mínimo da faixa, em condição normal de operação;
- 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 gerações 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;
- A realização do *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;
- Desta forma, o *bypass* de qualquer um dos 7 BCS da Interligação Nordeste – Norte em conjunto com os 6 BCS LT 500 kV Barreiras II – Rio das Éguas C1 e C2 e da LT 500 kV Rio das Éguas – Luziânia, pode provocar violações na faixa de tensão dos sistemas de 500 e 230 kV da região de Sapeaçu. Esta situação não é desejável, uma vez que impõe riscos ao atendimento às cargas supridas por estas subestações e, por este motivo, deve ser descartada;
- A Tabela 4-2, a seguir, apresenta um resumo das combinações possíveis de *bypass*, sem acarretar problema de tensão, carregamento e/ou desempenho dinâmico para o sistema. 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 4-2: Configuração 1 - Realização de *bypass* de BCS entre as regiões Nordeste-Norte e Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste

VIÁVEL: SEM PROBLEMAS INVIÁVEL: PROBLEMAS DE CONTROLE DE TENSÃO		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 E R.DAS ÉGUAS	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	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	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	0 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 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	2	4	4	4	6
	3 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 E C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	5	7	7	7	9
	3 BCS: 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	5	7	7	7	9
	3 BCS: LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 OU EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	5	7	7	7	9
	BCS > 3: LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 E C2 EM RIBEIRO GONÇALVES OU LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 E C2 EM RIBEIRO GONÇALVES OU LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 OU EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	5 < BCS ≤11	7 < BCS ≤11	7 < BCS ≤11	7 < BCS ≤11	9 < BCS ≤13

5 Resultados dos Estudos

Os estudos consideraram o período seco quando é prevista a máxima Exportação da Região Nordeste e, conseqüentemente, os máximos fluxos entre as interligações da Região Nordeste para as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste.

5.1 Configuração 4 (Antiga Configuração 6)

Na Tabela 5-1 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 4, que considera as obras não outorgadas.

Tabela 5-1: Limites entre as regiões Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste com as obras até 2027 + obras não outorgadas (configuração 4)

Configuração	Período	Principais Obras	Carga	FNS	FNESE	FNEN	Fluxo nos Bipolos (Xingu para Sudeste)	Importação do Sudeste do N/NE	RNE	EXPNE	EXPN - CA
								Bipolos (Xingu para SE)+ FNS+Bipolo de Graça Aranha + FNESE			
4		Bipolo Graça Aranha e obras em 500 kV mostradas na Figura 7.3 (Sem Outorga)	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 4 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 serão desativados, conforme descrito 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 5-2, a seguir, apresenta a redistribuição dos fluxos entre as regiões Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste para as combinações 1 e 2 de *bypass* citadas.

Tabela 5-2: 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 (MW)	0	1	2
FNEN	FMW	8.212	8.614	8.234
FNESE		14.447	14.027	14.228
FNS		1.595	2.030	1.843
BIP+FNS+FNESE		19.037	19.050	19.064

A Tabela 5-3 apresenta o perfil de tensão dos principais barramentos, que são influenciados com a realização dos *bypass* dos BCS indicados nas situações 1 e 2.

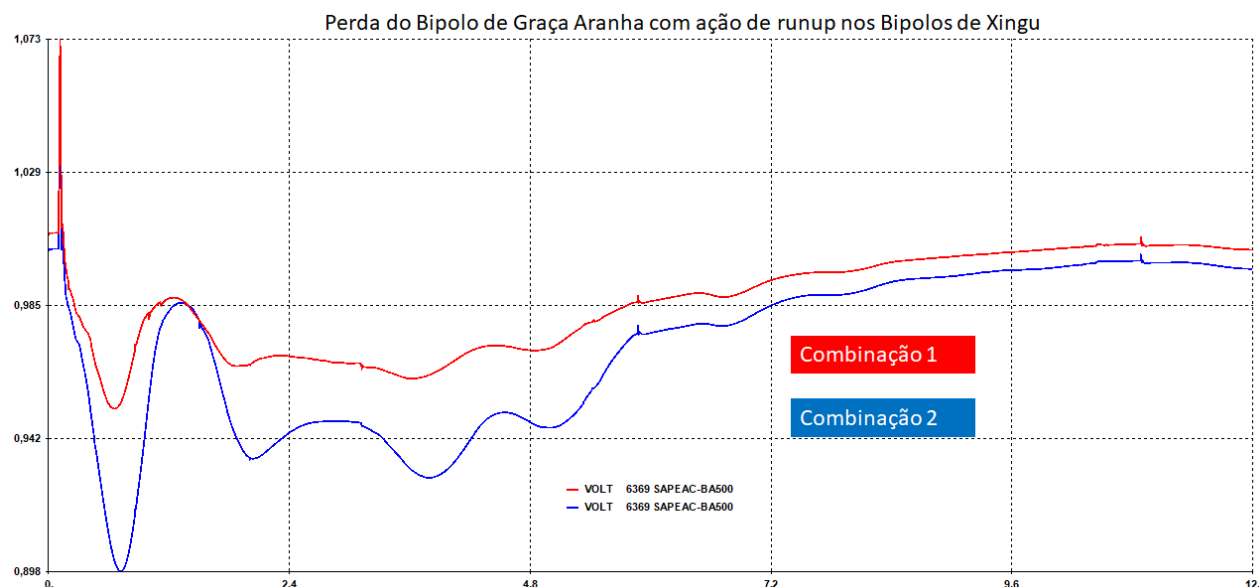
Tabela 5-3: Tensões dos principais barramentos do SIN com bypass de BCS entre as SE Barreiras II - Luziânia e entre as SE Colinas – Sobradinho

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 Ouroândia, 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 5-3 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 5-1, a seguir, apresenta o desempenho da tensão do barramento de 500 kV de Sapeaçu, considerando as combinações 1 e 2 de BCS.

Figura 5-1: 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.

5.2 Configuração 3 (Antiga Configuração 5)

Na Tabela 5-4, 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 5-4: Limites de intercâmbio entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste com as obras até 2027 (configuração 3)

Período	Configuração	Carga	Obra	Interligações diretas entre os Subistemas								Restrições de Soma			
				SE	Gurupi	SE	Norte	FNE		FSENE		Norte→SE + FNS + FNESE	RNE (Nó Imp→NE + SE→NE)	ExpNE	Exp do Norte CA
				↓	↓	↓	↓	NE	Nó Imp	SE	NE				
				Nó de Imperatriz	SMesa (FNS)	Norte	SE	Nó Imp	NE	NE	SE				
out-27 a dez-27	3	P	SE 500 kV Buritizeiro 3 + LT 500 kV Buritizeiro 3 – Pirapora C1 e C2 + LT 500 kV Buritizeiro 3 – São Gotardo 2 + LT 500 kV Buritizeiro 3 – São Gonçalo do Pará + LT 500 kV Presidente Juscelino - Vespasiano 2 C1 e C2 + LT 500 kV Itabirito 2 - Santos Dumont 2	5.000	5.400	4.200	Sazonalizado	7.000	7.800	6.000	9.700	Sazonalizado	11.000	16.700	8.600
		M	SE 500 kV Nova Ponte 3 + LT 500 kV Arinos 2 - Paracatu 4 - Nova Ponte 3 - Araraquara 2 C1 e C2 + seccionamento da LT 500 kV Itumbiara – Nova Ponte na SE Nova Ponte 3	5.000	5.400	4.200		7.000	7.800	6.000	9.500		11.000	16.500	8.600
		L	SE 500 kV Jaíba, Janaúba 6 e Capelinha 3 + LT 500 kV Jaíba - Janaúba 6 - Capelinha 3 - Governador Valadares 6 C1 e C2 + LT 500kV Janaúba 6 - Janaúba 3 C1 e C2 + LT 500 kV João Neiva 2 - Viana 2	5.000	5.200	4.200		7.000	7.800	6.000	9.700		11.000	16.700	8.000

5.2.1 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 5-5 e na Tabela 5-6, 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 5-5: 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:		2 BCS:		4 BCS:		4 BCS:		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		LT 500 KV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II + LT 500 KV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA		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		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	
			1		2		3		4		5	
			DESCRÇÃO		FLUXOS							
FNEN		FMW	7360	7703	7567	7725	7736	7849				
FNESE			9751	9408	9581	9390	9399	9187				
FNS			1025	1335	1213	1355	1363	1467				
BIP+FNS+FNESE			16235	16200	16251	16201	16219	16110				

Tabela 5-6: 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	
		0	1	2	3	4	5
DESCRIÇÃO							
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	

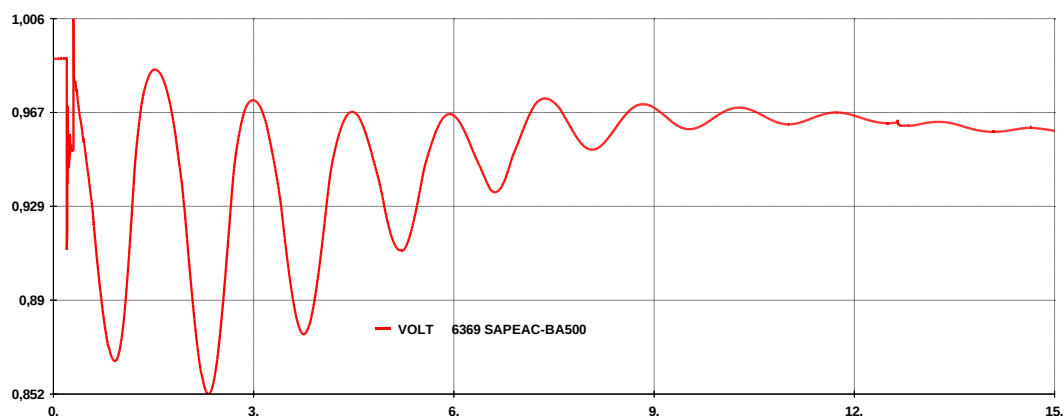
De acordo com os valores de fluxos apresentados na Tabela 5-5, os *bypass* provocam redistribuições/reduções nos fluxos da Interligação Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste (FNESE) e elevações nos fluxos da Interligação Nordeste-Norte (FNEN), e por consequência, da Interligação Norte-Sudeste/Centro-Oeste (FNS). 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.

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 5-2 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 5-2: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu com o *bypass* dos seis BCS



5.2.2 **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 analisadas para eliminar o problema de sobrecargas nesses equipamentos:

- 1) 7 BCS: 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 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 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 5-7 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 5-7: Distribuição dos principais fluxos com *bypass* de BCS entre as SES Colinas – Sobradinho e São João – Boa Esperança

MÁXIMA EXPORTAÇÃO DA REGIÃO NORDESTE		CÁSO BASE DE LIMITE				
		0	1	2	3	4
DESCRIÇÃO	FLUXOS					
FNEN	FMW	7360	6950	7064	7014	7091
FNESE		9751	10128	10024	10079	10001
FNS		1025	613	733	680	764
BIP+FNS+FNESE		16235	16200	16217	16218	16224

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.

5.2.3 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:

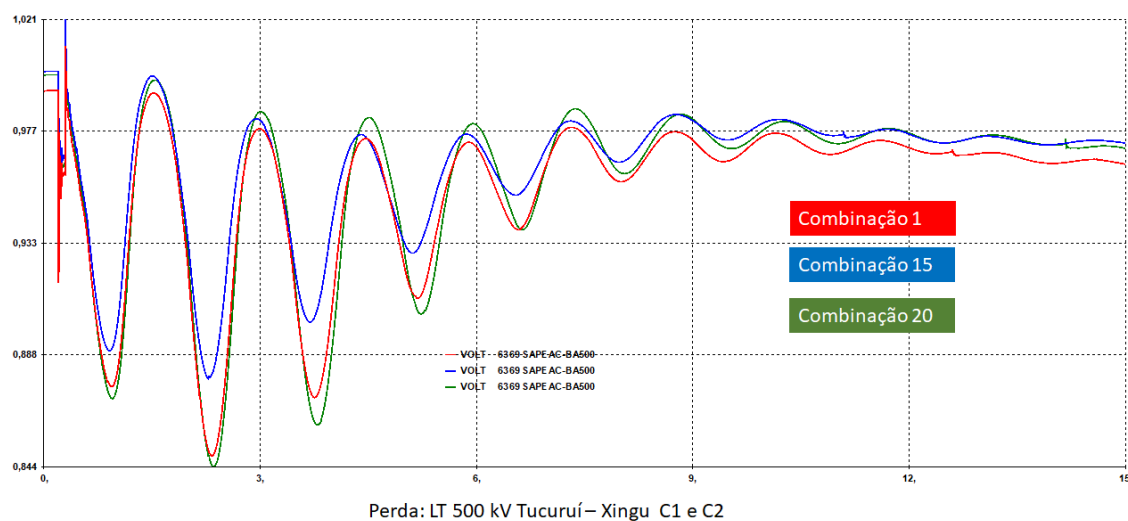
Figura 5-3: Combinações de *bypass* de BCS entre as regiões Nordeste para o Norte e Sudeste/Centro-Oeste

SITUAÇÃO		BCS INTERLIGAÇÃO NE/SE-CO				
	VIÁVEL: SEM PROBLEMAS	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
	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					
		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 5-3, 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 5-4 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:

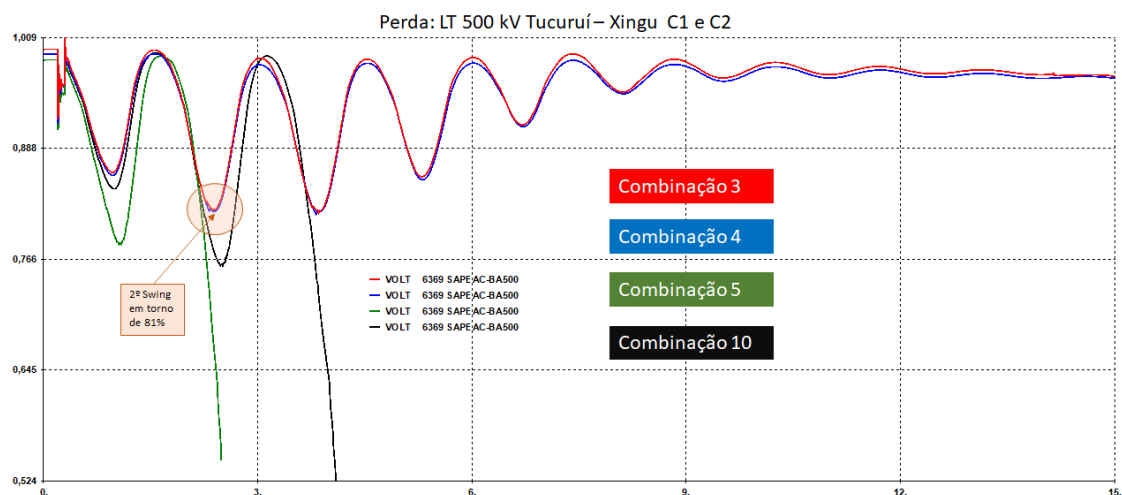
Figura 5-4: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 1, 15 e 20



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 5-5.

Figura 5-5: 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 combinações 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.

5.3 Configuração 2

Na Tabela 5-8, 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 para a configuração 2.

Tabela 5-8: Limites de intercâmbio entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste de abril/2026 a setembro/2027 (configuração 2)

Período	Configuração	Carga	Obra	Interligações diretas entre os Subsistemas								Restrições de Soma			
				SE	Gurupi	SE	Norte	FNE		FSENE		Norte→SE + FNS + FNESE	RNE (Nó Imp→NE + SE→NE)	ExpNE	Exp do Norte CA
				↓	↓	↓	↓	NE	Nó Imp	SE	NE				
				Nó de Imperatriz	SMesa (FNS)	Norte	SE	Nó Imp	NE	NE	SE				
abr-26 a set-27	2	P	LT 500 kV Morro do Chapéu-Poções III – Medeiros Neto II – João Neiva e SE Medeiros Neto II	5.000	5.400	4.200	Sazonalizado	7.000	7.800	6.000	9.100	Sazonalizado	11.000	15.700	8.600
		M		5.000	5.400	4.200		7.000	7.800	6.000	8.900		11.000	15.200	8.600
		L		5.000	5.200	4.200		7.000	7.800	6.000	9.100		11.000	15.600	8.000

5.3.1 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 mesmas cinco combinações de *bypass* da configuração 3. Na Tabela 5-9 e na Tabela 5-10, 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 5-9: Distribuição dos principais fluxos com *bypass* de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia

	FNNE	FNESE	FNS	ExpNE	Bip+FNS+NESE
Caso Base - Limite	6.277	8.968	2.598	15.245	15.366
4 BCS Bypassados - LT Brreiras-Rio das Éguas C1 e C2 nas duas extremidades	6.572	8.681	2.872	15.253	15.353
2 BCS Bypassados da LT Rio das Éguas-Luziânia	6.379	8.881	2.693	15.260	15.374
4 BCS Bypassados - LT Brreiras-Rio das Éguas C1 e C2 em Barreiras e LT Rio das Éguas-Luziânia nas duas extremidades	6.528	8.736	2.831	15.264	15.367
4 BCS Bypassados - LT Brreiras-Rio das Éguas C1 e C2 em Rio das Éguas e LT Rio das Éguas-Luziânia nas duas extremidades	6.532	8.731	2.835	15.264	15.367
6 BCS Bypassados	6.652	8.612	2.946	15.264	15.358

Tabela 5-10: Tensões nos principais barramentos com *bypass* de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia

	Caso Base - Limite	4 BCS Bypassados - LT Barreiras-Rio das Éguas C1 e C2 nas duas extremidades	2 BCS Bypassados da LT Rio das Éguas-Luziânia	4 BCS Bypassados - LT Barreiras-Rio das Éguas C1 e C2 em Barreiras e LT Rio das Éguas-Luziânia nas duas extremidades	4 BCS Bypassados - LT Barreiras-Rio das Éguas C1 e C2 em Rio das Éguas e LT Rio das Éguas-Luziânia nas duas extremidades	6 BCS Bypassados
SAPEAC-BA230	1,057	1,020	1,041	1,024	1,023	1,011
CAMAC2-BA500	1,003	0,996	1,000	0,997	0,997	0,995
CAMAC4-BA500	1,002	0,996	1,000	0,997	0,997	0,995
POCIII-BA500	1,037	1,033	1,035	1,033	1,033	1,031
BURITI-BA500	1,091	1,089	1,092	1,090	1,092	1,090
GENDO2-BA500	1,070	1,069	1,070	1,069	1,070	1,069
QUEIMA-PI500	1,066	1,066	1,066	1,066	1,067	1,066
BARREI-BA500	1,085	1,077	1,087	1,080	1,084	1,079
GILBU2-PI500	1,101	1,093	1,101	1,095	1,098	1,094
GILBUE-PI230	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997
ALTITU-BA500	1,084	1,083	1,085	1,083	1,085	1,084
OUROLN-BA500	1,042	1,041	1,041	1,041	1,041	1,040
OUROLN-BA230	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
STEUGE-BA500	1,070	1,068	1,070	1,069	1,069	1,069
SOLSER-BA500	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076	1,076
R.EGUA-BA500	1,073	1,072	1,074	1,076	1,072	1,073
BJLAP2-BA500	1,080	1,078	1,079	1,079	1,078	1,078
IGAPOR-BA500	1,090	1,089	1,088	1,088	1,087	1,087
IBICOA-BA500	1,037	1,035	1,035	1,034	1,034	1,033
SAPEAC-BA500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
M.CHAP-BA500	1,018	1,015	1,017	1,015	1,015	1,014
BARRE2-BA230	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045	1,045
CAMAC2-BA500	1,003	0,996	1,000	0,997	0,997	0,995
CAMAC4-BA500	1,002	0,996	1,000	0,997	0,997	0,995
POCIII-BA500	1,037	1,033	1,035	1,033	1,033	1,031
S.MESA-GO500	1,074	1,071	1,071	1,070	1,070	1,069
LUZIAN-GO500	1,057	1,058	1,056	1,056	1,055	1,056

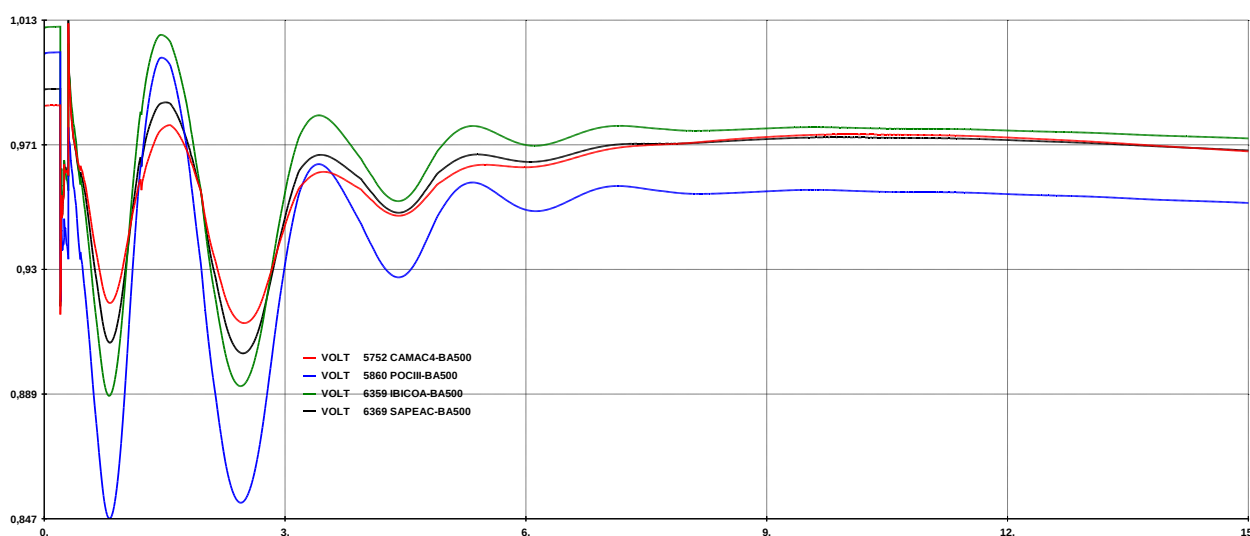
De acordo com os valores de fluxos apresentados na Tabela 5-9, os *bypass* provocam redistribuições/reduções nos fluxos da Interligação Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste (FNESE) e elevações nos fluxos da Interligação Nordeste-Norte (FNEN), e por consequência, da Interligação Norte-Sudeste/Centro-Oeste (FNS). 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.

Similar à configuração 3, 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 5-9.

A perda dupla da LT 500 kV Xingu – Tucuruí também 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 5-6 apresenta o desempenho das tensões nos barramentos de 500 kV da SE Sapeaçu, SE Camaçari 4, SE Ibicoara e SE Poções III quando da referida perda dupla, com o *bypass* dos seis BCS citados.

Figura 5-6: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu com o *bypass* dos seis BCS



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

As análises consideram as mesmas quatro combinações de *bypass* da configuração 3. Na Tabela 5-11 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 5-11: Distribuição dos principais fluxos com *bypass* de BCS entre as SEs Colinas – Sobradinho e São João – Boa Esperança

	FNNE	FNESE	FNS	ExpNE	Bip+FNS+NESE
Caso Base - Limite	6.277	8.968	2.598	15.245	15.366
7 BCS Bypassados	5.963	9.281	2.303	15.244	15.384
5 BCS Bypassados - Col-Rib * SJP-Sobradinho * SJP-B.Esperança	6.054	9.195	2.392	15.249	15.387
5 BCS Bypassados - Col-Rib * Rib-SJP * SJP-B.Esperança	6.002	9.243	2.340	15.245	15.383
5 BCS Bypassados - Rib-SJP * SJP-Sobradinho * SJP-B.Esperança	6.068	9.180	2.405	15.247	15.385

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.

5.3.3 ***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**

Foram analisadas as mesmas quatro combinações da configuração 3 e as conclusões são similares às conclusões para configuração 3. Portanto, a Tabela 5-3 de combinações possíveis de *bypass* é a mesma para configuração 2.

Para que seja possível a realização do *bypass* dos 13 BCS mencionados na combinação 5 e dos 11 BCS mencionados nas combinações 3,4 e 10, o fluxo na Interligação entre as regiões Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste (FNESE) deve ser reduzido em cerca de 350 MW, que representa um percentual da ordem de 4% do

valor de 8.900 MW e para isso, uma redução na geração na região Nordeste em torno de 450 MW, o que não é recomendável porque restringe o escoamento de energia entre esses subsistemas.

5.4 Configuração 1

Na Tabela 5-12, 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 5-12: Limites de intercâmbio entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste de junho/2024 a março/2026 (configuração 1)

Período	Configuração	Carga	Obra	Interligações diretas entre os Subsistemas								Restrições de Soma			
				SE	Gurupi	SE	Norte	FNEN NE	FNNE Nó Imp	FSENE SE	FNESE NE	Norte→SE + FNS + FNESE	RNE (Nó Imp→NE + FSENE)	ExpNE	Exp do Norte CA
				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓				
				Nó de Imperatriz	SMesa (FNS)	Norte	SE	Nó Imp	NE	NE	SE				
jun-24 mar/26	a	P	LTs 500 kV Olindina-Sapeçu, Olindina-Porto do Sergipe e LT 500 kV, LTs 500 kV Sapeçu-Camaçari IV C1 e LT 500 kV Governador Valdares-Mutum C2	5.000	5.400	4.200	Sazonalizado	6.900	7.800	6.000	8.300	Sazonalizado	11.000	14.700	8.600
		M		5.000	5.400	4.200		6.700	7.800	6.000	7.900		11.000	14.200	8.600
		L		5.000	5.200	4.200		6.700	7.800	6.000	7.900		11.000	14.500	8.000

5.4.1 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.

Na tabela a seguir são indicadas as alterações nos principais fluxos decorrentes da realização do *bypass* dos 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:

Tabela 5-13: Distribuição dos principais fluxos com *bypass* de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia

MÁXIMA EXPORTAÇÃO DA REGIÃO NORDESTE	CASO BASE DE LIMITE	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 (MW)	FLUXOS (MW)
ExpNE	14.212	14.229
FNEN	6.258	6.621
FNESE	7.954	7.609
FNS	2.263	2.599
BIP FNS FNESE	14.163	14.153

Tabela 5-14: Tensões nos principais barramentos com *bypass* de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia

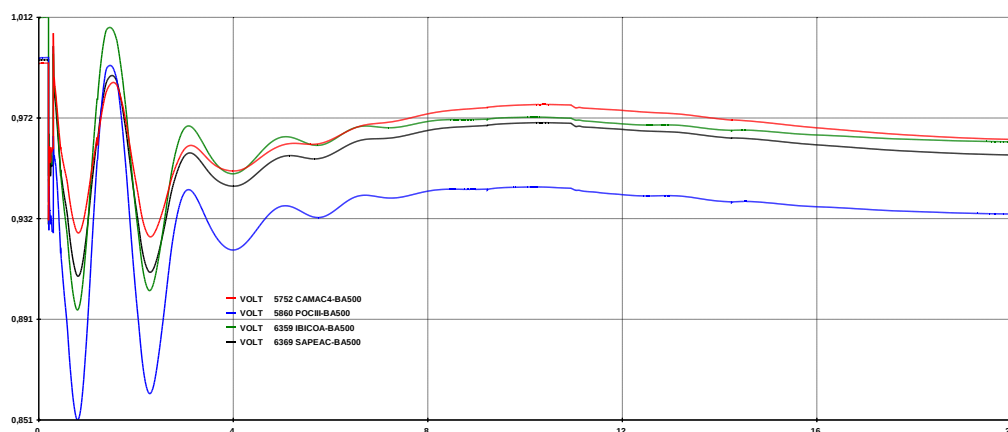
BYPASS DE BCS NE-SE/CO (TENSÕES)		
MÁXIMA EXPORTAÇÃO DA REGIÃO NORDESTE	CASO BASE DE LIMITE	6 BCS: LT 500 KV BARREIRAS II- R.DAS ÉGUAS EM BARREIRAS II E R.DAS ÉGUAS + LT 500 KV R.DAS ÉGUAS-LUZIÂNIA EM R.DAS ÉGUAS E LUZIÂNIA
DESCRIÇÃO	V (pu)	V (pu)
BURITI-BA500	1.088	1.088
GENDO2-BA500	1.066	1.066
BARREI-BA500	1.081	1.075
GILBU2-PI500	1.090	1.083
OUROLN-BA500	0.998	0.998
R.EGUA-BA500	1.075	1.077
BJLAP2-BA500	1.080	1.080
IGAPOR-BA500	1.078	1.081
IBICOA-BA500	1.013	1.012
SAPEAC-BA500	1.000	0.995
M.CHAP-BA500	1.013	1.008
POCIII-BA500	0.996	0.996
CAMAC4-BA500	1.001	0.994
LUZIAN-GO500	1.069	1.066
COLINA-TO500	1.079	1.074
MIRACE-TO500	1.079	1.074
GURUPI-TO500	1.080	1.075
S.MESA-GO500	1.086	1.082

De acordo com os valores de tensão apresentados na Tabela 5-14, os *bypass* de todos os 6 BCS existentes no eixo de Barreiras II a Luziânia não acarreta alterações significativas nas tensões dos barramentos das subestações próximas à Interligação Nordeste-Sudeste/Centro Oeste e, por esse motivo, o *bypass* desses 6 BCS pode ser realizado.

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, desta forma, não é possível aumentar a Exportação Nordeste, com o *bypass* dos referidos BCS.

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 5-7 apresenta o desempenho da tensão nos barramentos de 500 kV da SE Sapeaçu, Poções III, Camaçari 4 e Ibicoara, quando da referida perda dupla, com o *bypass* dos seis BCS do eixo entre a subestação de Barreiras II a Luziânia.

Figura 5-7: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu com o *bypass* dos seis BCS



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

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 transferência de fluxo da Interligação Nordeste-Norte para a Interligações Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste.

Esta situação não é desejada tendo em vista que agrava a sobrecarga nos BCS do Eixo em 500 kV entre as SEs Barreiras II – Rio das Éguas– Luziânia. Uma forma de contornar esse problema de sobrecarga seria a realização também do *bypass* dos BCS desse eixo, no entanto, essa medida acarreta violações de tensão na região de Sapeaçu, em condição normal de operação, o que a torna inviável.

Em suma, não é possível realizar o *bypass* de quaisquer BCS que derivam das subestações de Ribeiro Gonçalves e São João do Piauí.

5.4.3 *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, não é possível efetuar o *bypass* de BCS que derivam das subestações de Ribeiro Gonçalves e São João do Piauí isoladamente. Essa ação deve ser feita em conjunto com o *bypass* dos BCS que derivam das subestações de Barreiras II, Rio das Éguas e Luziânia. Porém, algumas combinações de *bypass* nesses dois eixos podem provocar problemas de tensão na região de Sapeaçu, em condição normal de operação.

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

Tabela 5-15: 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  INVIÁVEL: PROBLEMAS DE CONTROLE DE TENSÃO		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 E R.DAS ÉGUAS	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	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	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	0 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 EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	2 (Combinação 1)	4 (Combinação 2)	4 (Combinação 3)	4 (Combinação 4)	6 (Combinação 5)
	3 BCS: LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 E C2 EM RIBEIRO GONÇALVES + LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	5 (Combinação 6)	7 (Combinação 7)	7 (Combinação 8)	7 (Combinação 9)	9 (Combinação 10)
	3 BCS: 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	5 (Combinação 11)	7 (Combinação 12)	7 (Combinação 13)	7 (Combinação 14)	9 (Combinação 15)
	3 BCS: LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 OU EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	5 (Combinação 16)	7 (Combinação 17)	7 (Combinação 18)	7 (Combinação 19)	9 (Combinação 20)
	BCS > 3: LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - BOA ESPERANÇA EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ + LT 500 kV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C1 E C2 EM RIBEIRO GONÇALVES OU LT 500 kV RIBEIRO GONÇALVES - SÃO JOÃO DO PIAUÍ C1 E C2 EM RIBEIRO GONÇALVES OU LT 500 kV SÃO JOÃO DO PIAUÍ - SOBRADINHO C1 e C2 OU EM SÃO JOÃO DO PIAUÍ	5 < BCS ≤ 11 (Combinação 21)	7 < BCS ≤ 11 (Combinação 22)	7 < BCS ≤ 11 (Combinação 23)	7 < BCS ≤ 11 (Combinação 24)	9 < BCS ≤ 13 (Combinação 25)

A cor verde, indicada na Tabela 5-15, 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 cor vermelha representa as combinações em que são observadas tensões inferiores ao mínimo da faixa nos barramentos em 500 kV da região de Sapeaçu em condição normal de operação ou um colapso de tensão e/ou violação do critério de segundo swing na tensão dos barramentos de 500 kV dessa região, na contingência dupla da LT 500 kV Tucuruí – Xingu C1 e C2.

Lista de figuras e tabelas

Tabelas:

Tabela 4-1: Configurações 2 e 3 - Realização de <i>bypass</i> de BCS entre as regiões Nordeste-Norte e Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste	14
Tabela 4-2: Configuração 1 - Realização de <i>bypass</i> de BCS entre as regiões Nordeste-Norte e Nordeste-Sudeste/Centro-Oeste	16
Tabela 5-1: Limites entre as regiões Norte, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste com as obras até 2027 + obras não outorgadas (configuração 4)	17
Tabela 5-2: Distribuição dos principais fluxos com <i>bypass</i> de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia e entre as SEs Colinas – Sobradinho	18
Tabela 5-3: Tensões dos principais barramentos do SIN com <i>bypass</i> de BCS entre as SE Barreiras II - Luziânia e entre as SE Colinas – Sobradinho	19
Tabela 5-4: Limites de intercâmbio entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste com as obras até 2027 (configuração 3)	21
Tabela 5-5: Distribuição dos principais fluxos com <i>bypass</i> de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia	22
Tabela 5-6: Tensões nos principais barramentos com <i>bypass</i> de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia	22
Tabela 5-7: Distribuição dos principais fluxos com <i>bypass</i> de BCS entre as SES Colinas – Sobradinho e São João – Boa Esperança	25
Tabela 5-8: Limites de intercâmbio entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste-Centro Oeste de abril/2026 a setembro/2027 (configuração 2)	29
Tabela 5-9: Distribuição dos principais fluxos com <i>bypass</i> de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia	29
Tabela 5-10: Tensões nos principais barramentos com <i>bypass</i> de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia	30
Tabela 5-11: Distribuição dos principais fluxos com <i>bypass</i> de BCS entre as SEs Colinas – Sobradinho e São João – Boa Esperança	32

Tabela 5-12: Limites de intercâmbio entre a região Nordeste e as regiões Norte e Sudeste- Centro Oeste de junho/2024 a março/2026 (configuração 1)	33
Tabela 5-13: Distribuição dos principais fluxos com <i>bypass</i> de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia	34
Tabela 5-14: Tensões nos principais barramentos com <i>bypass</i> de BCS entre as SEs Barreiras II - Luziânia	34
Tabela 5-15: Combinações de <i>bypass</i> de BCS entre as regiões Nordeste para o Norte e Sudeste/Centro-Oeste	37

Figuras:

Figura 2-1: Banco de Capacitores Séries com carregamento elevados nas Interligações N/NE e N/S e NE/SECO	8
Figura 3-1: Obras até o ano de 2027 que impactam as Interligações N/NE e N/S e NE/SECO	9
Figura 3-2: Obras até 2027 + obras não outorgadas que impactam as Interligações N/NE e N/S e NE/SECO	10
Figura 5-1: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 1 e 2	20
Figura 5-2: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu com o <i>bypass</i> dos seis BCS	23
Figura 5-3: Combinações de <i>bypass</i> de BCS entre as regiões Nordeste para o Norte e Sudeste/Centro-Oeste	26
Figura 5-4: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 1, 15 e 20	27
Figura 5-5: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu combinações 3,4,5 e 10	28
Figura 5-6: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu com o <i>bypass</i> dos seis BCS	31
Figura 5-7: Desempenho dinâmico: Tensão de 500 kV Sapeaçu com o <i>bypass</i> dos seis BCS	35