



Empresa de Pesquisa Energética



## **LEN A-4/2018: METODOLOGIA, PREMISSAS E CRITÉRIOS PARA A DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE REMANESCENTE DO SIN PARA ESCOAMENTO DE GERAÇÃO PELA REDE BÁSICA, DIT E ICG**

© 2017/EPE/ONS  
Todos os direitos reservados.  
Qualquer alteração é proibida sem autorização.

ONS NT 0142/2017 / EPE-DEE-RE-091/2017

**LEN A-4/2018: METODOLOGIA,  
PREMISSAS E CRITÉRIOS PARA  
A DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE  
REMANESCENTE DO SIN PARA  
ESCOAMENTO DE GERAÇÃO  
PELA REDE BÁSICA, DIT E ICG**

21 dezembro de 2017

## Sumário

1	Introdução	4
2	Objetivo	6
3	Terminologia e definições	6
4	Premissas e Dados	8
4.1	Configuração da Rede de Transmissão	8
4.2	Configuração de Geração	8
4.3	Disponibilidade Física para as Conexões	10
4.4	Conexão de Usinas por Seccionamento de Linhas	11
4.5	Patamares de Carga	11
4.6	Cenários de Intercâmbios e Considerações sobre a Geração	11
4.6.1	Regiões Geométricas Norte e Nordeste	12
4.6.2	Região Geométrica Sul	15
4.6.3	Regiões Geométricas Sudeste e Centro-Oeste	16
4.7	Análise de Curto-Circuito no Barramento Candidato	17
4.8	Capacidade Operativa dos Equipamentos	17
4.9	Base de Dados e Ferramentas de Cálculo	17
5	Crítérios	18
6	Metodologia e Procedimentos	18
6.1	Considerações sobre os empreendimentos de geração cadastrados na rede de distribuição	18
6.2	Considerações sobre o escoamento das novas gerações em relação à geração térmica	19
6.3	Peculiaridades da geração solar fotovoltaica	19
6.4	Análise de Fluxo de Potência	20
6.5	Análise de Estabilidade Dinâmica	22
6.6	Análise de Curto-Circuito	23
7	Resultados dos Estudos	24
8	Capacidade Remanescente de Escoamento de Energia Elétrica dos Barramentos da Rede Básica, DIT e ICG Resultante	25

# 1 Introdução

A Portaria MME nº 465, de 30 de novembro de 2017, publicada em 01 de dezembro de 2017, estabeleceu as diretrizes para a realização do Leilão de Energia Nova “A-4”, de 2018, doravante denominado LEN A-4/2018, onde serão negociados contratos de energia nova para empreendimentos de geração a partir de fonte hidrelétrica, biomassa, eólica e solar fotovoltaica, todas com data de início de suprimento de energia elétrica em 1º de janeiro de 2022.

O art. 7º dessa Portaria estabelece que para fins de classificação dos lances do LEN A-4/2018, será considerada a Capacidade Remanescente do Sistema Interligado Nacional – SIN para Escoamento de Geração, nos termos das Diretrizes Gerais estabelecidas na Portaria MME nº 444, de 25 de agosto de 2016, publicada em 29 de agosto de 2016.

De acordo com suas atribuições, o ONS efetuará as análises relativas à capacidade remanescente para escoamento de geração na Rede Básica, Demais Instalações de Transmissão – DIT e Instalações de Interesse Exclusivo de Centrais de Geração para Conexão Compartilhada – ICG, com base nos ditames da Portaria MME nº 444/2016.

Para realizar o cálculo de tal capacidade e tornar público os resultados, é necessário elaborar os seguintes documentos:

1. Nota Técnica 01: Nota Técnica Conjunta do ONS e da EPE referente à metodologia, às premissas e aos critérios para definição da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração. Essa Nota Técnica será aprovada pelo Ministério de Minas e Energia e publicada nos sítios eletrônicos da ANEEL, da EPE e do ONS, até 02 de janeiro de 2018.
2. Nota Técnica 02: Nota Técnica de Quantitativos da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração, elaborada pelo ONS com subsídios da EPE, contendo informações dos quantitativos para a capacidade remanescente de escoamento dos barramentos candidatos, subáreas e áreas do SIN. Essa Nota Técnica será publicada nos sítios eletrônicos da ANEEL, da EPE e do ONS até 16 de fevereiro de 2018, conforme estabelecido no §3º, do artigo 7º, da Portaria MME nº 465/2017. Nessa oportunidade, serão disponibilizados também os casos de referência utilizados, além das informações sobre a configuração de geração adotada explicitando os nomes dos empreendimentos de geração, a data de início de operação, a capacidade instalada e o ambiente de contratação considerado.

O presente documento, que corresponde à Nota Técnica 01 acima citada, também apresenta uma descrição dos principais resultados que constarão na Nota Técnica 02, descrita anteriormente, assim como outras informações relevantes para integração de novos empreendimentos de geração ao SIN.

É importante destacar que a Capacidade Remanescente do SIN para escoamento de Geração de que tratam os documentos dos itens 1 e 2 anteriores, se refere à capacidade remanescente para escoamento de geração nos barramentos candidatos da Rede Básica, DIT e ICG, proveniente dos novos empreendimentos de geração a serem leiloados no LEN A-4/2018, considerando os critérios e premissas propostos nesta Nota Técnica.

## **2 Objetivo**

A presente Nota Técnica visa apresentar a metodologia, as premissas e os critérios, bem como a topologia e a geração conectada da rede elétrica que serão consideradas para a definição da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração nos transformadores e nas linhas de transmissão da Rede Básica, DIT e ICG, a ser considerada para a realização do LEN A-4/2018, conforme estabelecido na Portaria MME nº 444/2016.

## **3 Terminologia e definições**

Para os fins e efeitos desta Nota Técnica será adotada a mesma terminologia e definições estabelecidas no art. 2º da Portaria MME nº 444/2016. Transcrevemos, a seguir, a terminologia e definições utilizadas neste documento:

*I – ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica;*

*II – CMSE: Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico;*

*III – EPE: Empresa de Pesquisa Energética;*

*IV – ONS: Operador Nacional do Sistema Elétrico;*

*V – Área do SIN: conjunto de Subáreas que concorrem pelos mesmos recursos de transmissão;*

*VI – Barramento candidato: Barramento da Rede Básica, DIT ou ICG cadastrado como ponto de conexão por meio do qual um ou mais empreendimentos de geração acessam diretamente o sistema de transmissão ou indiretamente por meio de conexão no sistema de distribuição;*

*VII – Cadastramento: cadastramento de empreendimentos de geração em Leilões de Energia Nova, de Fontes Alternativas e de Energia de Reserva junto à EPE, com vistas à Habilitação Técnica para participação em Leilões de Energia Elétrica, nos termos da Portaria MME nº 102, de 22 de março de 2016;*

*VIII – Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração: Capacidade remanescente de escoamento de energia elétrica dos Barramentos da Rede Básica, DIT e ICG;*

*IX – Diretrizes do Leilão: diretrizes do Ministério de Minas e Energia específicas para a realização de cada Leilão;*

*X – Diretrizes da Sistemática do Leilão: conjunto de regras que definem o mecanismo do Leilão, conforme estabelecido pelo Ministério de Minas e Energia;*

*XI – DIT: Demais Instalações de Transmissão;*

*XII – Fases do Leilão: os Leilões terão no mínimo duas Fases, a serem estabelecidas nas Diretrizes da Sistemática do Leilão:*

*a) Fase Inicial: fase de definição dos empreendimentos de geração classificados para a fase seguinte, utilizando como critérios de classificação o lance e, quando couber, a Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração; e*

*b) Fase Final: fase de definição dos proponentes vendedores classificados na Fase Inicial que sagrar-se-ão vencedores do Leilão;*

*XIII – ICG: Instalação de Transmissão de Interesse Exclusivo de Centrais de Geração para Conexão Compartilhada;*

*XIV – Leilão: Leilão de Energia Nova, de Fontes Alternativas ou de Energia de Reserva;*

*XV – Nota Técnica Conjunta ONS/EPE de Metodologia, Premissas e Critérios: Nota Técnica Conjunta do ONS e da EPE referente à metodologia, às premissas e aos critérios para definição da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração;*

*XVI – Nota Técnica de Quantitativos da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração: Nota Técnica do ONS contendo os quantitativos da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração para os barramentos, subáreas e áreas do SIN;*

*XVII – SIN: Sistema Interligado Nacional;*

*XVIII – Subárea do SIN: subárea da rede elétrica do SIN onde se encontram subestações e linhas de transmissão; e*

*XIX – Subestação: instalação da Rede Básica, DIT ou ICG que contém um ou mais Barramentos Candidatos.*

## **4 Premissas e Dados**

### **4.1 Configuração da Rede de Transmissão**

A base de dados de referência a ser utilizada para as análises será a do Plano de Ampliações e Reforços nas Instalações de Transmissão do SIN – PAR 2018-2020 correspondente a do mês de dezembro de 2021.

A topologia da rede será devidamente alterada a fim de considerar a expansão da Rede Básica, DIT e ICG *já contratada ou autorizada com entrada em operação comercial prevista até 6 (seis) meses de antecedência em relação à data de início de suprimento da energia elétrica*, ou seja, com entrada em operação até 01 de julho de 2021, conforme estabelecido no § 1º, do art. 4º da Portaria MME nº 444/2016.

Além disso, de acordo com o art. 7º, §4º da Portaria MME nº 465/2017:

*“Exclusivamente no Leilão de Energia Nova "A-4", de 2018, não se aplica o disposto no art. 4º, § 2º, incisos I e II, da Portaria MME nº 444, de 2016, devendo, na expansão da Rede Básica, DIT e ICG, serem consideradas:*

*I - as instalações homologadas pelo Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE na primeira Reunião Ordinária a ser realizada em 2018; e*

*II - as instalações autorizadas pela ANEEL, como reforços e melhorias, até a data de realização da primeira Reunião Ordinária do CMSE a ser realizada em 2018.”*

Sendo assim, serão consideradas as datas constantes da reunião de Monitoramento da Expansão da Transmissão do Departamento de Monitoramento do Sistema Elétrico – DMSE, referente ao mês de dezembro de 2017, realizada no dia 20.12.2017, que será homologada na 194ª reunião ordinária do CMSE a ser realizada do dia 04 de janeiro de 2018.

### **4.2 Configuração de Geração**

Além da configuração de transmissão de referência, descrita no item 4.1, os casos base que serão utilizados para a realização do cálculo da capacidade remanescente de escoamento levarão em consideração as usinas em operação comercial e a expansão da configuração de usinas vencedores de Leilões de Energia Nova, de Fontes Alternativas ou de Energia de Reserva precedentes, com entrada em operação comercial no prazo de até 6 (seis) meses contados a partir do início de suprimento do LEN A-4/2018, ou seja, 1º de julho de 2022.

Para tanto, conforme estabelecido o art. 7º, §5º da Portaria MME nº 465/2017, determina:

*“Exclusivamente no Leilão de Energia Nova "A-4", de 2018, não se aplica o disposto no art. 6º, parágrafo único, da Portaria MME nº 444, de 2016, devendo, para fins de configuração da geração utilizada na definição da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração, para os empreendimentos de geração de que trata o art. 6º, inciso II, da Portaria MME nº 444, de 2016, monitorados pelo CMSE, serem consideradas as datas de tendência homologadas pelo CMSE na primeira Reunião Ordinária a ser realizada em 2018.”*

De acordo com o que estabelece o inciso III, do art. 6º, da Portaria MME nº 444/2016, serão consideradas:

*“III - as Usinas para fins de atendimento ao Ambiente de Contratação Livre - ACL, desde que o gerador tenha celebrado, até o prazo de Cadastramento, os seguintes Contratos:*

*a) Contrato de Uso do Sistema de Transmissão - CUST e Contrato de Conexão às Instalações de Transmissão - CCT, para o acesso à Rede Básica; ou*

*b) Contrato de Uso do Sistema de Distribuição - CUSD e Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição - CCD ou Contrato de Conexão às Instalações de Transmissão – CCT, para o acesso aos sistemas de distribuição.”.*

Não serão consideradas as usinas cujas obras de transmissão necessárias para sua conexão ao SIN não estejam relacionadas na configuração de rede da transmissão definida no item 4.1.

É importante ressaltar que, não serão consideradas as usinas do ACR cuja energia foi totalmente descontratada (*rescisão*) através do MCSD<sup>1</sup>, ocorrido em maio/2017 e que não tenham celebrado CUST e CCT, ou CUSD e CCD. Por outro lado, continuarão sendo consideradas nos casos base, as usinas que descontrataram parcialmente (*redução permanente*) no MCSD e as usinas que descontrataram totalmente (*rescisão*) que possuam CUST e CCT, ou CUSD e CCD vigentes.

Por fim, as usinas que tiveram sucesso no Mecanismo Competitivo de Descontratação de Energia de Reserva, de 2017, realizado em agosto/2017, também não serão consideradas casos utilizados para o cálculo da capacidade remanescente de escoamento.

---

<sup>1</sup> Mecanismo de Compensação de Sobras e Déicits de energia elétrica e de potência de contrato de comercialização de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração.

### 4.3 Disponibilidade Física para as Conexões

Identificados os barramentos candidatos, a EPE fará consulta às transmissoras sobre a viabilidade física de conexão dos empreendimentos de geração, conforme determina o §3º, do art. 3º da Portaria MME nº 444/2016. Estes barramentos serão classificados com base na disponibilidade de vãos de entrada de linha ou de conexão de transformador, conforme definições a seguir:

- **Tipo A:** Possui vão disponível para novas conexões;
- **Tipo B:** Requer construção de novos vãos em barramentos existentes;
- **Tipo C:** Requer extensão de barramento e construção de novos vãos em áreas já disponíveis na subestação;
- **Tipo D:** Requer extensão de barramento e construção de novos vãos em áreas não disponíveis na subestação. O empreendedor assume o risco de adquirir terreno para a expansão do barramento, incluindo os aspectos relacionados à viabilidade construtiva, adequação à capacidade das instalações existentes e licenciamento ambiental. Neste caso, a extensão do barramento e a área adquirida para tal, deverão ser transferidas, de forma não onerosa, para a concessionária de transmissão proprietária da subestação; e
- **Tipo E:** Sem disponibilidade física e/ou técnica para novas conexões, ou seja, não se enquadra nos tipos A, B, C ou D.

Para a classificação dos barramentos, deverá ser observado o comprometimento de vãos com as expansões de transmissão associadas aos leilões de energia já ocorridos, com o Programa de Expansão da Transmissão (PET) ciclo 2017 – 2º Semestre e com os futuros acessos que possuam CCT ou CUST assinados, até a data limite estabelecida para o término do cadastramento de novos empreendimentos de geração na EPE, ou seja, dia 05.01.2018.

Adicionalmente, é importante destacar que a Portaria MME nº 444/2016 instituiu o prazo de 15 dias para encaminhamento das respostas às consultas realizadas pela EPE e estabeleceu que as empresas transmissoras e distribuidoras estarão sujeitas à fiscalização da ANEEL conforme disposto no art. 11, transcrito a seguir:

*“art. 11. As concessionárias de transmissão e distribuição de energia elétrica, consultadas formalmente pela EPE nos termos do art. 3º desta Portaria, estão sujeitas à fiscalização da ANEEL.*”

*Parágrafo único. A EPE deverá enviar à ANEEL relatório a respeito das concessionárias de transmissão e distribuição de que trata o caput, para subsidiar a ação de fiscalização.”*

Por fim, destaca-se que, conforme descrito no art. 9º, da Portaria MME nº 444/2016, os vencedores da Fase Final do Leilão poderão, por sua conta e risco, utilizar conexão compartilhada nos barramentos onde houver limitação física para a conexão de empreendimentos de geração.

#### **4.4 Conexão de Usinas por Seccionamento de Linhas**

A conexão por meio de seccionamento de linhas de transmissão da Rede Básica ou das DIT, deverá ser implementada sob conta e risco do agente proponente, cabendo a este equacionar, junto à transmissora e demais entidades e órgãos envolvidos, questões decorrentes do seccionamento, tais como: a implantação do barramento, das entradas de linhas e das extensões de linhas associados ao seccionamento e também dos eventuais reforços e modificações na própria linha de transmissão e nas respectivas entradas de linhas, conforme estabelecido no art. 7º da Resolução Normativa da ANEEL nº 67, de 08 de junho de 2004.

#### **4.5 Patamares de Carga**

Para cada análise serão utilizados patamares específicos de carga em função das características de desempenho de cada região, conforme informado a seguir:

- **Regiões geoeletricas Norte e Nordeste:**
  - (i) os patamares de carga leve e média de verão de 2021/2022;
- **Região geoeletrica Sul:**
  - (i) o patamar de carga média de verão de 2021/2022; e
  - (ii) os patamares de carga leve e média de inverno de 2021.
- **Regiões geoeletricas Sudeste e Centro Oeste:**
  - (i) os patamares de carga média e leve de verão de 2021/2022; e
  - (ii) os patamares de carga média e leve de inverno de 2021.

#### **4.6 Cenários de Intercâmbios e Considerações sobre a Geração**

Os cenários de referência para as análises do cálculo da capacidade remanescente de escoamento de energia elétrica nas instalações de transmissão da Rede Básica, DIT e ICG a serem considerados são os descritos a seguir. Contudo, tendo em vista as particularidades elétricas das sub-regiões possíveis de abrigar os novos empreendimentos geração, poderão ser necessários ajustes específicos nestes cenários de referência.

Os eventuais ajustes realizados nos cenários de referência, os quais serão detalhados posteriormente na Nota Técnica de Quantitativos da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração, deverão seguir o princípio básico de reproduzir situações críticas para o escoamento da geração já contratada, desde que apresentem relevância de ocorrência para o SIN. Sendo assim, os cenários descritos nos itens a seguir são apenas referenciais.

Cabe destacar que os valores de despacho, em percentual (%), citados a seguir, em todos os cenários, referem-se à potência instalada das usinas.

#### **4.6.1 Regiões Geométricas Norte e Nordeste**

##### **✓ Cenário Nordeste Exportador com ênfase em geração eólica (carga leve)**

Despachos nas usinas da região geométrica Nordeste:

- (i) 26% nas hidrelétricas, considerando uma vazão de 900 m<sup>3</sup>/s nas usinas da cascata do Rio São Francisco;
- (ii) 70% nas eólicas localizadas no litoral<sup>2</sup>;
- (iii) 80% nas eólicas localizadas no interior<sup>2</sup>;
- (iv) 10% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (v) Termelétricas despachadas por ordem de mérito até o limite de intercâmbio elétrico, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

Despachos nas usinas da região geométrica Norte:

- (i) 15% nas hidrelétricas (UHE Belo Monte com despacho nulo);
- (ii) 70% nas eólicas localizadas no litoral<sup>2</sup>;
- (iii) 80% nas eólicas localizadas no interior<sup>2</sup>;
- (iv) 10% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (v) Termelétricas despachadas em consonância com a premissa de despacho térmico da região Nordeste, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

##### **✓ Cenário Nordeste Exportador com ênfase em geração eólica (carga média)**

Despachos nas usinas da região geométrica Nordeste:

- (i) 26% nas hidrelétricas, considerando uma vazão de 900 m<sup>3</sup>/s nas usinas da cascata do Rio São Francisco;

---

<sup>2</sup> Histórico anual de acompanhamento do ONS.

<sup>3</sup> Valor estimado em função da incidência solar.

- (ii) 80% nas eólicas localizadas no litoral<sup>2</sup>;
- (iii) 75% nas eólicas localizadas no interior<sup>2</sup>;
- (iv) 90% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (v) Termelétricas despachadas por ordem de mérito até o limite de intercâmbio elétrico, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

Despachos nas usinas da região geoeletrica Norte:

- (i) 15% nas hidrelétricas (UHE Belo Monte com despacho nulo);
- (ii) 80% nas eólicas localizadas no litoral<sup>2</sup>;
- (iii) 75% nas eólicas localizadas no interior<sup>2</sup>;
- (iv) 90% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (v) Termelétricas despachadas em consonância com a premissa de despacho térmico da região Nordeste, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

**Observação:**

*As centrais eólicas localizadas no litoral estão instaladas no continente em raio de até 30 km do Litoral e em elevações não superiores a 100 metros do nível do mar. As demais são consideradas localizadas no interior.*

✓ **Cenário Norte Exportador para o Nordeste (carga média)**

Despachos nas usinas da região geoeletrica Norte:

- (i) 95% nas hidrelétricas;
- (ii) 40% nas eólicas<sup>4</sup>;
- (iii) 90% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito até o limite de intercâmbio elétrico, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

Despachos nas usinas da região geoeletrica Nordeste:

- (i) 26% nas hidrelétricas, considerando uma vazão de 900 m<sup>3</sup>/s nas usinas da cascata do Rio São Francisco;
- (ii) 40% nas eólicas<sup>4</sup>;
- (iii) 90% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;

---

<sup>4</sup> Fator de Capacidade com base no histórico anual de acompanhamento do ONS.

- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito, em consonância com a premissa de despacho térmico da região Norte, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

✓ **Cenário Norte Exportador para o Nordeste (carga leve)**

Despachos nas usinas da região geoeletrica Norte:

- (i) 95% nas hidrelétricas;
- (ii) 5% nas eólicas;
- (iii) 10% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito até o limite de intercâmbio elétrico, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

Despachos nas usinas da região geoeletrica Nordeste:

- (i) 26% nas hidrelétricas, considerando uma vazão de 900 m<sup>3</sup>/s nas usinas da cascata do Rio São Francisco;
- (ii) 5% nas eólicas;
- (iii) 10% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito, em consonância com a premissa de despacho térmico da região Norte, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

✓ **Cenário Norte Exportador para o Sudeste (carga média)**

Despachos nas usinas da região geoeletrica Norte:

- (i) 95% nas hidrelétricas;
- (ii) 30% nas eólicas;
- (iii) 90% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito até o limite de intercâmbio elétrico, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

Despachos nas usinas da região geoeletrica Nordeste:

- (i) 40% nas hidrelétricas, considerando uma vazão de 1.300 m<sup>3</sup>/s nas usinas da cascata do Rio São Francisco;
- (ii) 30% nas eólicas;
- (iii) 90% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;

- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito, em consonância com a premissa de despacho térmico da região Norte, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

**Observação:**

*Os despachos considerados no cenário Norte exportador para o Nordeste caracterizam uma política de armazenamento nos reservatórios da região Nordeste. Tal estratégia visa o máximo aproveitamento do excedente de energia na região Norte durante o período úmido.*

✓ **Cenário Norte Exportador para o Sudeste (carga leve)**

Despachos nas usinas da região geoeletrica Norte:

- (i) 95% nas hidrelétricas;
- (ii) 25% nas eólicas;
- (iii) 10% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito até o limite de intercâmbio elétrico, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

Despachos nas usinas da região geoeletrica Nordeste:

- (i) 40% nas hidrelétricas, considerando uma vazão de 1.300 m<sup>3</sup>/s nas usinas da cascata do Rio São Francisco;
- (ii) 25% nas eólicas;
- (iii) 10% nas solares fotovoltaicas<sup>3</sup>;
- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito, em consonância com a premissa de despacho térmico da região Norte, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

#### **4.6.2 Região Geoeletrica Sul**

✓ **Cenário de Fornecimento pela Região Sul – FSUL (carga leve e média de inverno)**

Despacho nas usinas da região:

- (i) 95% nas hidrelétricas<sup>5</sup>;

---

<sup>5</sup> A participação da geração hidrelétrica será ajustada de acordo com a necessidade para fechamento do balanço carga-geração.

- (ii) 90% nas eólicas<sup>6</sup>;
- (iii) 100% nas térmicas a biomassa;
- (iv) Termelétricas despachadas contemplando o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

✓ **Cenário de Recebimento pela Região Sul – RSUL (carga média de verão)**

Despacho nas usinas da região:

- (i) 45% nas hidrelétricas<sup>5</sup>;
- (ii) 90% nas eólicas<sup>6</sup>;
- (iii) 0% nas térmicas a biomassa;
- (iv) Termelétricas despachadas contemplando o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

#### **4.6.3 Regiões Geométricas Sudeste e Centro-Oeste**

✓ **Cenário de Fornecimento pela Região Sul – FSUL e de Recebimento pelo Norte/Nordeste (cargas média e leve de inverno)**

Despachos nas usinas da região:

- (i) 95% nas hidrelétricas;
- (ii) 100% nas usinas térmicas a biomassa;
- (iii) 90% e 10% nas usinas solares fotovoltaicas nos patamares de carga média e leve, respectivamente<sup>7</sup>; e
- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito, até o fechamento de balanço carga x geração da região geométrica Sudeste/Centro-Oeste, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

**Observação:**

*Esta condição implica em fluxos elevados na região Sudeste/Centro-Oeste no sentido do Sul para o Norte.*

✓ **Cenário de Fornecimento pela Região Norte/Nordeste – FNS e de Recebimento pelo Sul – RSUL (carga média e leve de verão)**

Despachos nas usinas da região:

---

<sup>6</sup> Histórico anual de acompanhamento do ONS.

<sup>7</sup> Valores estimados em função da incidência solar nas cargas média e leve.

- (i) 95% nas hidrelétricas;
- (ii) 0% nas usinas térmicas a biomassa;
- (iii) 90% e 10% nas usinas solares fotovoltaicas nos patamares de carga média e leve, respectivamente<sup>7</sup>; e
- (iv) Termelétricas despachadas por ordem de mérito, até o fechamento de balanço carga x geração da região geoeletrica Sudeste/Centro-Oeste, já contemplado o valor de inflexibilidade ou o valor de despacho por razões elétricas, se este for superior ao da inflexibilidade.

**Observação:**

*Esta condição implica em fluxos elevados na região Sudeste/Centro-Oeste no sentido do Norte para o Sul.*

#### **4.7 Análise de Curto-Circuito no Barramento Candidato**

A avaliação de curto-circuito deverá indicar possíveis limitações de geração por violação da capacidade de interrupção de corrente simétrica de disjuntores. A violação da capacidade de equipamentos será impeditiva para o estabelecimento da capacidade remanescente de escoamento de energia.

Não serão considerados como fatores limitantes para a definição da capacidade remanescente de escoamento da geração os problemas de superação de equipamentos nas subestações em que já exista solução autorizada pela ANEEL, com previsão de entrada em operação até 1º de julho de 2021.

#### **4.8 Capacidade Operativa dos Equipamentos**

Serão respeitados os limites declarados no CPST (Contrato de Prestação de Serviço de Transmissão) de curta e longa duração. Os fatores limitantes que possam ser eliminados até 1º de julho de 2021, não serão considerados como tal. No caso das DIT, serão considerados os valores informados pelas transmissoras no âmbito dos estudos do PAR.

#### **4.9 Base de Dados e Ferramentas de Cálculo**

Será utilizada a base de dados de fluxo de potência do PAR 2018-2020/2021, a base de curto-circuito do ciclo 2018-2020 e a base de dados de estabilidade para a utilização dos programas da plataforma CEPEL (ANAREDE, ANAFAS, ANATEM).

## 5 Critérios

Deverão ser atendidos todos os requisitos e critérios estabelecidos nos Procedimentos de Rede, inclusive os referentes ao fator de potência e aos limites de tensão e carregamento, em regime permanente e dinâmico (Submódulo 23.3).

No caso de linhas de transmissão e transformadores da Rede Básica e de fronteira, será sempre considerado o critério de confiabilidade N-1 (Submódulo 23.3), exceto nos seguintes casos, onde será considerado o critério N:

- a. Quando o acesso se der em ICG existente, por ser esta a filosofia de criação das ICGs;
- b. Nos casos em que a conexão seja solicitada em subestações da Rede Básica atendidas por um único circuito ou com apenas um único transformador, ou em seccionamento de linhas de transmissão em radiais singelos.
- c. Nas situações a) e b) acima, fica o agente ciente dos riscos de interrupção do escoamento da geração, em condição de contingência.

## 6 Metodologia e Procedimentos

A definição dos Quantitativos da Capacidade Remanescente para Escoamento de Geração nos Barramentos da Rede Básica, DIT e ICG a ser ofertada no LEN A-4/2018 será realizada considerando as premissas, dados e os cenários operativos específicos para cada região analisada, conforme item 4, bem como os critérios descritos no item 5. Além disso, devem ser levados em consideração, os aspectos descritos nos itens 6.1 a 6.3, seguintes.

### 6.1 Considerações sobre os empreendimentos de geração cadastrados na rede de distribuição

De acordo com o § 7º do art. 3º da Portaria MME nº 444/2016, “*Os barramentos das Redes de Fronteira, DIT ou ICG impactados por empreendimentos de geração cadastrados com pontos de conexão no âmbito das redes de distribuição serão considerados como Barramentos Candidatos, para fins de cálculo da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração.*”.

Por força deste dispositivo, os barramentos da Rede Básica de Fronteira, DIT ou ICG, mesmo que não sejam barramentos candidatos indicados pelos empreendedores no ato do cadastramento na EPE, mas que sejam impactados pela geração cadastrada em barramento da rede de distribuição, passarão a ser

considerados como tal, terão a capacidade remanescente calculada e serão denominados de barramentos candidatos virtuais.

É importante destacar que, os barramentos virtuais, serão considerados, exclusivamente, para verificar a possibilidade de congestionamentos na rede de transmissão em face à injeção de potência dos empreendimentos de geração cadastrados na rede de distribuição.

Ressalta-se que, os barramentos virtuais, não farão parte do conjunto de barramentos objeto de consulta às transmissoras sobre a disponibilidade física para conexão de novos empreendimentos, visto que a conexão física será em barramentos da rede de distribuição.

Para identificar a associação entre os pontos cadastrados na rede de distribuição e os barramentos virtuais, a EPE realizará consultas formais às empresas distribuidoras, conforme estabelece o § 4º do art. 3º da Portaria MME nº 444/2016, e encaminhará as respostas ao ONS, que procederá à avaliação das margens remanescentes dos barramentos virtuais indicados. Na Nota Técnica 02, a ser emitida pelo ONS, serão apresentadas correlações entre o ponto da rede de distribuição cadastrado e o barramento virtual associado. Nesses casos, cumpre destacar que quando o barramento da rede de distribuição impactar em 02 (dois) ou mais pontos da Rede Básica de Fronteira, DIT ou ICG, a capacidade remanescente do barramento candidato apresentada será a mais restritiva.

## **6.2 Considerações sobre o escoamento das novas gerações em relação à geração térmica**

Durante as análises, as usinas térmicas flexíveis, não despachadas por razões elétricas, que eventualmente estejam consideradas na composição dos cenários mencionados no item 4.6, não deverão representar congestionamento para o escoamento das usinas hidrelétricas, centrais geradoras hidrelétricas, eólicas, solares fotovoltaicas e termelétricas a biomassa (com CVU igual a zero), podendo ter sua geração reduzida. Essa consideração não se aplica quando a geração térmica está incluída em uma subárea ou área em análise, onde deverão ser respeitados os despachos de geração estabelecidos na análise de fluxo de potência, descrita no item 6.4.

## **6.3 Peculiaridades da geração solar fotovoltaica**

A geração de energia elétrica de usinas solares fotovoltaicas está diretamente relacionada ao período diurno, devido à sua natureza. Para o patamar de carga leve, a geração é baixa, enquanto que na carga média a geração é máxima, ressalvadas as intermitências provocadas por sombreamento de nuvens e outros efeitos meteorológicos.

Dessa forma, durante as análises, o despacho das usinas solares fotovoltaicas, considerados nos cenários de carga leve mencionados no item 4.6, não deverão ser alterados.

Quando o barramento candidato tiver apenas empreendimentos cadastrados de geração solar fotovoltaica, a capacidade remanescente de escoamento de energia do SIN será determinada pelas análises no patamar de carga média, sendo necessário verificar se existem restrições a este valor no patamar de carga leve, considerando o percentual correspondente de despacho dessa geração conforme descrito nos cenários do item 4.6.

#### **6.4 Análise de Fluxo de Potência**

O cálculo da capacidade remanescente para escoamento de geração consiste em determinar o máximo valor de injeção de potência ativa que o sistema é capaz de transportar, sem apresentar violações de tensão ou fluxo de potência na região em análise, nas condições normais de operação e em situações de contingência simples, para três níveis de análise: barramento, subárea e área.

Para tanto, a análise será executada ordenadamente, iniciando-se pelo cálculo da capacidade remanescente de escoamento no nível de barramento, depois no nível de subárea e por fim no nível de área.

A seguir é apresentado um detalhamento da metodologia que será utilizada para a determinação da capacidade remanescente de escoamento de energia, do ponto de vista de fluxo de potência, a ser ofertada no LEN A-4/2018.

##### **a) *Determinação da capacidade remanescente do barramento candidato***

Nesta análise cada barramento candidato é analisado separadamente e o acréscimo de geração que poderá ser alocado nesses barramentos será determinado considerando:

1. O despacho de 100% da potência das usinas existentes e previstas, conforme item 4.2, conectadas na subestação a qual pertence o barramento candidato em análise, independentemente do tipo de fonte, exceto a geração solar fotovoltaica, que deverá permanecer com os mesmos valores percentuais definidos para a condição de carga leve, de acordo com o item 6.3;
2. As demais usinas serão consideradas como nos cenários de referência, descritos no item 4.6 desta Nota Técnica.

O quantitativo de capacidade remanescente será determinado pela alocação adicional de geração no barramento candidato, até que se verifique violação de um dos requisitos ou critérios, em condição normal ou em contingência simples, em conformidade com o item 5.

**b) *Determinação da capacidade remanescente da subárea do SIN***

A subárea é composta pelo conjunto de instalações da Rede Básica, DIT ou ICG que contém dois ou mais barramentos candidatos que concorrem pelos mesmos recursos de transmissão. Na análise da subárea, para cada um de seus barramentos candidatos, determina-se qual o acréscimo de geração que poderá ser alocado nos outros barramentos candidatos desta subárea, respeitados os valores de capacidade remanescente obtidos em 6.4a). Cada subárea é analisada separadamente, para tanto, tem-se o seguinte procedimento:

1. O despacho de 100% da potência das usinas existentes e previstas, conforme item 4.2, conectadas na subestação do barramento candidato em análise, independentemente do tipo de fonte, exceto a geração solar fotovoltaica, que deverá permanecer com os mesmos valores percentuais definidos em função da condição de carga leve, de acordo com o item 6.3;
2. Acréscimo da capacidade remanescente no barramento candidato em análise, obtida em 6.4a);
3. As demais usinas serão consideradas como nos cenários de referência, conforme descrito no item 4.6 desta Nota Técnica.
4. A partir dos despachos descritos em 1, 2 e 3 acima, aplica-se um incremento de geração nos demais barramentos candidatos da subárea, um por vez, limitado ao valor máximo obtido no item 6.4a), até a ocorrência de alguma violação em condição normal ou em contingência simples.

O procedimento se repete até que todos os barramentos candidatos que compõem a subárea sejam analisados.

O quantitativo de capacidade remanescente da subárea será determinado pelo resultado da análise mais restritiva, de modo que seja possível o escoamento pleno, qualquer que seja o resultado do leilão, respeitando a máxima capacidade individual de cada barramento e os critérios citados no item 5.

### **c) Determinação da capacidade remanescente da área do SIN**

A área é composta pelo conjunto de subáreas que concorrem pelos mesmos recursos de transmissão. Na análise da área, para cada uma de suas subáreas, determina-se qual o acréscimo de geração que poderá ser alocado nas outras subáreas desta área, respeitados os valores de capacidade remanescente obtidos em 6.4a) e 6.4b). Cada área é analisada separadamente, para tanto, tem-se o seguinte procedimento:

1. Despacho de todas as gerações conforme cenários de referência, descritos no item 4.6 desta Nota Técnica;
2. Acréscimo da capacidade remanescente apenas na subárea em análise, sendo esse valor distribuído nos barramentos candidatos dessa subárea, conforme determinado no item 6.4b);
3. A partir dos despachos descritos em 1 e 2, aplica-se um incremento de geração nos barramentos candidatos das demais subáreas que compõem a área em análise, respeitando-se a ordem encontrada como a mais limitante no cálculo do item 6.4b), uma subárea por vez, até a ocorrência de alguma violação em condição normal ou em contingência simples;

O procedimento se repete até que todas as subáreas que compõem a área sejam analisadas.

O quantitativo de capacidade remanescente da área será determinado pelo resultado da análise mais restritiva, de modo que seja possível o escoamento pleno, qualquer que seja o resultado do leilão, respeitando a máxima capacidade individual de cada subárea e os critérios citados no item 5.

Considerando esses três níveis de análise (barramento, subárea e área), serão definidas as inequações que estabeleçam a interdependência entre a capacidade de escoamento dos barramentos candidatos e das subáreas e áreas, formadas por estes barramentos.

## **6.5 Análise de Estabilidade Dinâmica**

Caso necessário, será analisado o desempenho dinâmico frente a contingências simples das principais linhas de transmissão, considerando-se os quantitativos de capacidades de escoamento calculadas em regime permanente.

## 6.6 Análise de Curto-Circuito

O cálculo da capacidade remanescente de curto-circuito consiste em determinar as correntes máximas de curto-circuito e, a partir dos resultados desses estudos, verificar a superação de capacidade dos disjuntores da Rede Básica e das DIT, comparando essas correntes máximas com o menor valor da capacidade de interrupção simétrica dos disjuntores do barramento. Os critérios para análise de superação de equipamentos de alta tensão, acordados entre os agentes e o ONS, encontram-se descritos detalhadamente no Submódulo 4.3 e a metodologia de análise é a preconizada no Submódulo 23.3 dos Procedimentos de Rede.

A análise de curto-circuito será realizada considerando a configuração completa de transmissão e geração existentes e previstas, conforme itens 4.1 e 4.2.

As simulações para verificar os problemas de superação da capacidade de interrupção simétrica dos disjuntores da Rede Básica e das Demais Instalações de Transmissão - DIT serão realizadas considerando as margens que foram determinadas nas análises de fluxo de potência, levando-se em conta as mesmas subáreas e áreas regionais definidas nessas análises, separadamente, conforme descrito no item 6.4.

Em relação à modelagem de usinas eólicas futuras, para as quais ainda não foi definida a tecnologia, será adotada a representação de geradores de indução para fins das avaliações das eventuais superações de equipamentos de Rede Básica e DITs. Essa representação visa apresentar um cenário mais restritivo, ou seja, com maior injeção de corrente de curto-circuito.

Para a geração solar fotovoltaica, a forma de conexão à rede é semelhante aos geradores do tipo *full converter* adotados nos parques eólicos, ou seja, se conectam à rede por meio de conversores de frequência. Suas características são as mesmas e, portanto, para as análises de curto-circuito, devem ser representados como fontes de corrente controladas de sequência positiva, modelado conforme o bloco de dados DEOL do Anafas, desenvolvido pelo CEPEL.

As análises de curto-circuito serão realizadas apenas para os barramentos candidatos que apresentarem capacidade remanescente de escoamento de energia, do ponto de vista de fluxo de potência. Caso sejam verificadas restrições, a geração do barramento candidato, da subárea e da área em análise será reduzida até que sejam determinados os novos quantitativos de capacidade remanescente de geração sem restrições por superação de capacidade dos disjuntores.

## **7 Resultados dos Estudos**

A título de informação, estão listados a seguir os principais resultados que serão consolidados na Nota Técnica de Quantitativos da Capacidade Remanescente do SIN para Escoamento de Geração, citada na Introdução, e que nortearão o processo licitatório do LEN A-4/2018:

### ***a) Disponibilidade física para conexões nos barramentos candidatos:***

Tipo de Barramento, conforme definido no item 4.3, e quantidade de vãos de entrada de linha ou de conexão de transformador disponíveis ou possíveis de serem construídos.

### ***b) Capacidade de escoamento de fluxo de potência:***

- Capacidade de escoamento no barramento candidatos, em MW:

Valores individuais de capacidade de escoamento calculados para cada barramento candidato.

- Capacidade de escoamento nas subáreas e áreas, em MW:

Valores de capacidade de escoamento calculados para cada subárea ou área do sistema que englobe dois ou mais barramentos candidatos.

### ***c) Capacidade de escoamento em regime dinâmico:***

Caso seja identificada a necessidade de se realizar avaliações de desempenho dinâmico, os resultados serão apresentados para situações que possam apontar restrições ao escoamento pleno da geração determinada nas análises de fluxo de potência.

### ***d) Capacidade de escoamento nos barramentos candidatos, em MW, limitada pela análise de curto-circuito***

Valores de capacidade de escoamento nos barramentos candidatos que apresentarem restrições do ponto de vista de curto-circuito, que limitam a capacidade remanescente de escoamento de energia, determinada na análise de fluxo de potência.

**e) Correlação entre os pontos de conexão da rede de distribuição e os barramentos candidatos de Rede Básica de Fronteira, DIT ou ICG**

Lista dos pontos de conexão pertencentes à rede de distribuição indicados pelos empreendedores no ato do cadastramento na EPE e a respectiva associação com os barramentos da Rede Básica de Fronteira, DIT ou ICG, impactados por essa geração, conforme item 6.1.

Destaca-se que não serão publicados os valores das capacidades de escoamento associados aos barramentos da rede de distribuição, pois a definição desta capacidade depende da emissão dos Pareceres de Acesso ou Documentos de Acesso para Leilão – DAL por parte das distribuidoras acessadas, conforme estabelece o art. 5º, parágrafo único, de Portaria MME Nº 444/2016.

**8 Capacidade Remanescente de Escoamento de Energia Elétrica dos Barramentos da Rede Básica, DIT e ICG Resultante**

A capacidade remanescente de escoamento de energia elétrica dos Barramentos da Rede Básica, DIT e ICG resultante das análises descritas neste documento e que poderá ser ofertada no LEN A-4/2018, será obtida levando-se em consideração a seguinte composição: *a) as limitações referentes à disponibilidade física das instalações para conexão nos barramentos candidatos; b) as restrições da capacidade de escoamento de fluxo de potência e dinâmico; e c) as limitações nos níveis de curto-circuito que levem à superação dos equipamentos de transmissão.*