



GT Modernização do Setor Elétrico
Portaria nº 187/2019

Relatório do Grupo Temático

Critérios de Garantia de Suprimento – Proposta de Parâmetros

Outubro de 2019

Grupo Temático: Critérios de Garantia de Suprimento

Instituição Coordenadora: EPE

Coordenador: Erik Rego (EPE)

Suplente: Renata Carvalho (EPE)

Participantes:

Agnes da Costa (MME/SECEX)

André Osório (MME/SPE)

André Perim (MME/SEE)

Ary Pinto (CCEE)

Cássio Giuliani Carvalho (MME/SPE)

Christiano Viera (ANEEL/SRG)

Francisco Silva Jr (MME/SECEX)

Frederico Teles (MME/ASSEC)

Hermes Trigo (EPE)

Júlio Ferraz (ANEEL/SRM)

Mario Daher (ONS)

Pamella Sangy(EPE)

Renata Rosada (MME/ASSEC)

Renato Haddad (EPE)

Rodrigo Fornari (MME/SEE)

Rodrigo Sacchi (CCEE)

Roney Nakano (EPE)

Roseane Santos (CCEE)

Simone Brandão (EPE)

Thiago Veloso (ANEEL/ASD)

Thiago Cesar (EPE)

Vitor Duarte (ONS)

Outubro de 2019

Sumário

1. INTRODUÇÃO	4
2. PROPOSTA DE REVISÃO DOS CRITÉRIOS DE GARANTIA DE SUPRIMENTO 8	
2.1. MÉTRICAS DE RISCO	8
2.2. METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS ASSOCIADOS ÀS MÉTRICAS.....	12
2.3. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS ASSOCIADOS ÀS MÉTRICAS.....	15
2.4. OPERACIONALIZAÇÃO.....	24
2.4.1. PLANO DECENAL DE EXPANSÃO.....	24
2.4.2. GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA.....	28
2.4.3. IMPACTO DA APLICAÇÃO DOS NOVOS CRITÉRIOS NO CÁLCULO DA GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA.....	31
3. CONCLUSÕES.....	35

1. INTRODUÇÃO

A resolução nº 1, de 18/11/2004, do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, estabeleceu, em seu artigo 2º, como critério de garantia de suprimento para o SIN que o risco de insuficiência da oferta de energia elétrica não poderia exceder a 5% em cada um dos subsistemas que o compõe. Em julho de 2008, a resolução nº 9, também do CNPE, estabelece que o critério de cálculo das garantias físicas de novos empreendimentos de geração e do planejamento da expansão da oferta de energia elétrica “adote a igualdade entre Custo Marginal de Operação – CMO e o Custo Marginal de Expansão – CME, assegurando a otimização da expansão do sistema elétrico, respeitando o limite de risco de insuficiência da oferta de energia elétrica” estabelecido na resolução de 2004.

Dentre os motivadores para a inclusão do novo critério em 2008, estudos da época evidenciavam a necessidade de compatibilização entre os processos de cálculo de garantias físicas e planejamento da expansão. Como o único critério vigente era o risco de déficit de energia, o cálculo de garantia física buscava a igualdade dessa variável no seu limite superior, ou seja, risco de déficit = 5%. Já os Planos Decenais da época buscavam a otimização econômica, para a qual a igualdade entre CMO e CME se fazia necessária. Por trabalhar com custo de déficit explícito, o risco de insuficiência resultante do PDE era inferior a 5%.

Além do descasamento processual existente, a não unificação dos critérios trazia outras consequências para o processo de expansão da oferta, dentre as quais podemos destacar:

- Incompatibilidade entre a oferta indicada no PDE e àquela necessária para atender 100% dos contratos no ambiente de contratação regulado (ACR) e ambiente de contratação livre (ACL): Como o risco de déficit percebido no PDE era de aproximadamente 3%, a expansão dos planos era superior àquela requerida para o critério de 5% (percebido na garantia física). Portanto, a oferta do PDE era, constantemente, superior à oferta contratada no ACR e ACL, supondo que 100% das garantias físicas seriam comercializados.
- Subestimativa do cálculo do despacho das termelétricas no Plano Decenal: Em consequência da maior oferta do PDE, a previsão de despacho das térmicas constante dos Planos de Geração era inferior ao que se esperava ocorrer na realidade, dado que o parque de geração efetivamente contratado seria inferior ao indicado pelo PDE.

- Superestimativa do cálculo da garantia física: Por outro lado, o cálculo de garantia física com risco de déficit igual a 5% resultava em CMO maiores do que os valores que eram adotados como CME. O alto nível de CMO resultante do cálculo das garantias físicas superestimava a energia assegurada das térmicas, o que as privilegiava no processo de competição, além de favorecer as térmicas de altos custos variáveis unitários.

Implantada a mudança de critério, o custo marginal de expansão passou a ser calculado anualmente, por uma metodologia exógena aos processos de garantia física e planejamento da expansão, e era utilizado como critério de convergência nos respectivos processos.

A partir do Plano Decenal de Energia – PDE 2026, o planejamento da expansão da oferta de energia elétrica passou a utilizar um modelo de otimização para indicar a expansão ótima, que minimiza o custo total de operação e investimento, dado um custo de déficit explícito. Com isso, para fins de estabelecimento do plano de expansão, o critério econômico de igualdade entre o custo marginal de operação – CMO e o de expansão – CME perdeu a função, na medida em que a otimização econômica passa a ser internalizada no modelo. Dessa forma, para fins de ajuste do processo de elaboração do PDE, seria interessante adequar, nas Resoluções CNPE, a aplicabilidade de cada critério de suprimento.

Vale ressaltar que o critério de segurança, de acordo com a Resolução CNPE nº 1 de 2004, também deve ser considerado no planejamento da operação pelo Operador Nacional do Sistema (ONS). O risco de déficit, apesar de ser uma estatística em uso no setor e de fácil interpretação, captura apenas uma dimensão do problema, a probabilidade do déficit, ignorando sua profundidade. Entende-se, assim, como insuficiente sua adoção como única métrica do critério, tal como tem sido observado internacionalmente.

Corroborando com esta percepção, é importante pontuar que o ONS realiza ainda análises adicionais para avaliar a adequabilidade das condições do sistema. Diante de condições hidrológicas desfavoráveis, por exemplo, têm sido realizadas análises específicas para acompanhamento dos níveis de armazenamento para o subsistema Sudeste/Centro-Oeste e para os reservatórios de usinas de cabeceira das principais bacias hidrográficas, que servem de referência para auxiliar o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) na tomada de decisão quanto à necessidade de despacho termelétrico adicional ao indicado pelos modelos de otimização.

Por esse e outros motivos, detalhados no primeiro relatório deste grupo temático, entende-se oportuno rever também o limite máximo de insuficiência estabelecido pelo CNPE.

O diagrama esquemático apresentado na Figura 1 traz os critérios atualmente utilizados para os processos de planejamento, indicando com um ponto de interrogação aqueles que deveriam ser revistos, objeto desse trabalho.

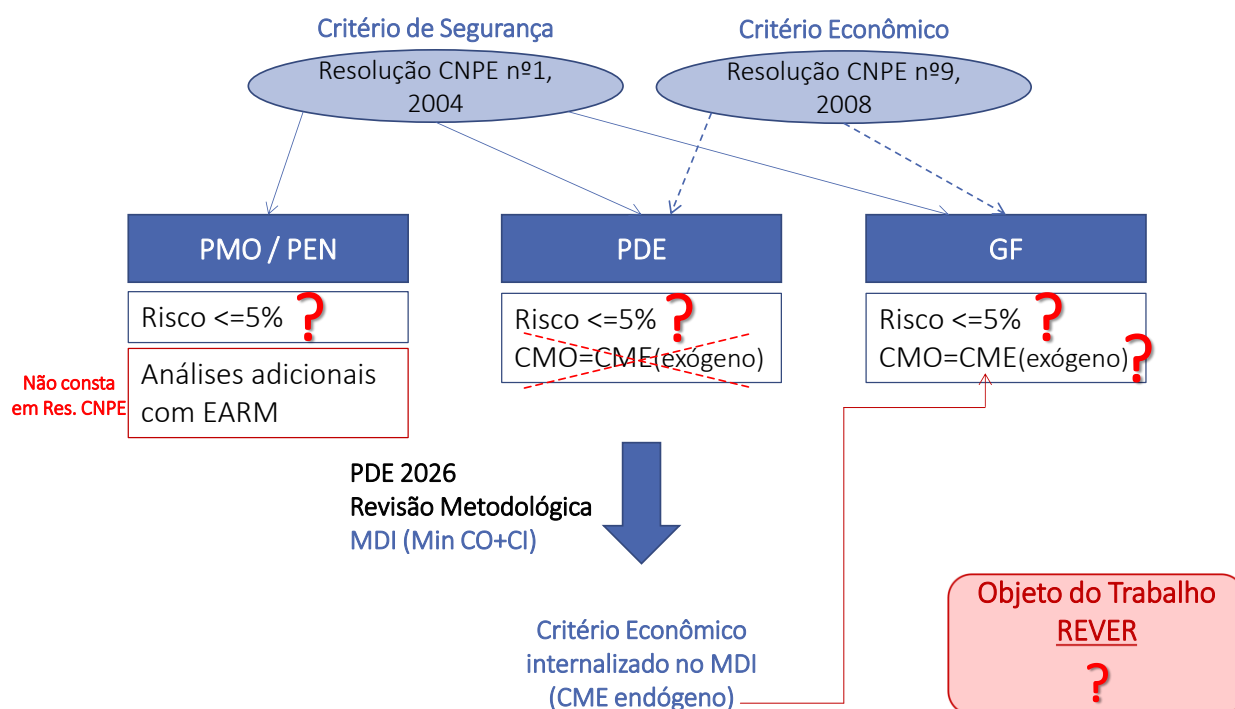


Figura 1 - Processos de Planejamento e Critérios de Garantia de Suprimento

As questões pontuadas nesta introdução e detalhadas no primeiro relatório deste grupo temático trazem as motivações para a revisão geral dos critérios de garantia de suprimento, posto que os vigentes não mapeiam todas as características do sistema e/ou não transmitem toda informação necessária para balizar a tomada de decisão. Dando continuidade às contribuições nesse processo de revisão, o objetivo deste relatório é apresentar os parâmetros associados às métricas que foram estabelecidas na etapa anterior, apresentadas no workshop realizado em 17 de julho de 2019. Ainda que não seja tratado de forma explícita no presente relatório, entende-se que o atual processo de planejamento da expansão da transmissão atende aos critérios de garantia de suprimento em vigor, além de permanecer aderente às propostas de revisão aqui apresentadas, cabendo avaliar a necessidade de aprimoramentos pontuais, principalmente no que diz respeito à: i) utilização de metodologias que sinalizem adequadamente os benefícios locais do SIN para a expansão da oferta; e ii) realização de estudos de confiabilidade composta da geração e transmissão para aferição dos resultados.

A redefinição do Critério de Suprimento junto com a revisão dos Mecanismos de Formação de Preço são os pontos de partida para que ações do GT Modernização, que aborda diversas linhas temáticas e foi constituído pela Portaria nº 187, de 4 de abril de 2019¹, tenham efetividade. Como ilustrado no Mapa de Contexto apresentado na Figura 2, é a partir desses dois temas que se inicia todo o processo de modernização, pois eles atuam como o elo entre a realidade físico-operativa e a comercial, a partir do qual será possível identificar os produtos necessários para viabilizar a expansão do sistema e criar um novo desenho de mercado. O resultado da revisão dos critérios terá ligação direta com todos os outros temas em discussão, como por exemplo, a melhor maneira de tratar a separação entre lastro e energia no Brasil.

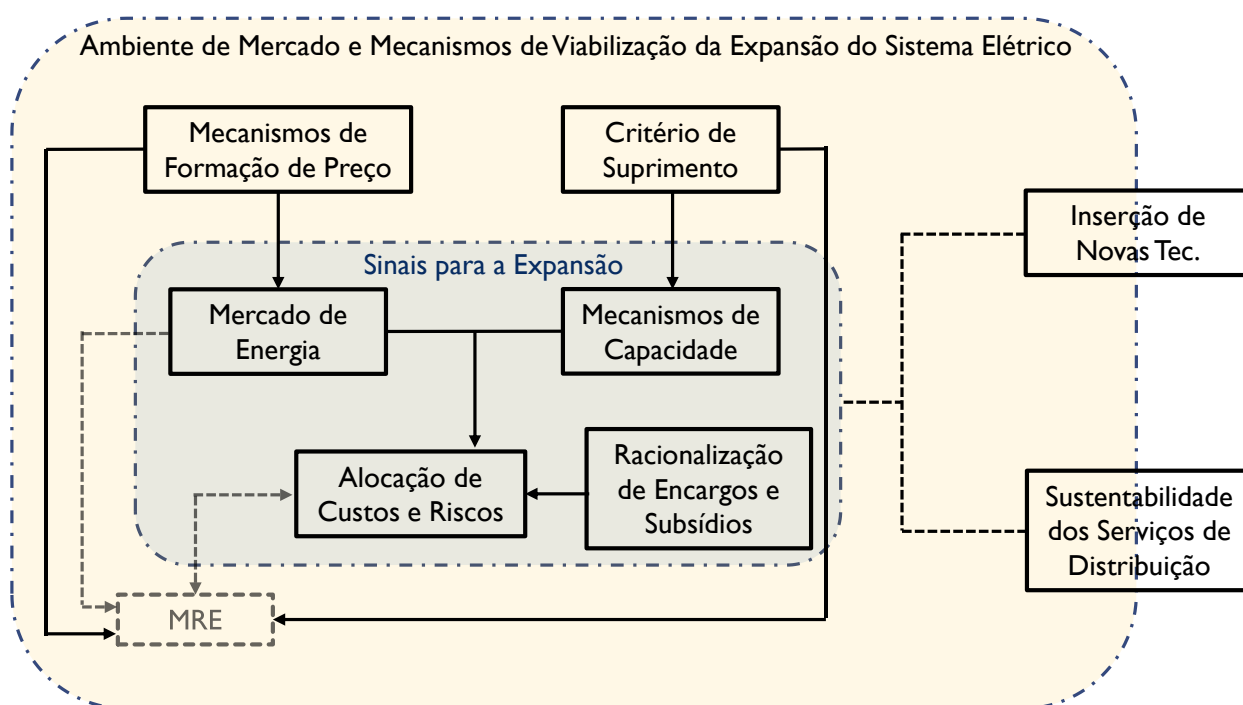


Figura 2 – Mapa de Contexto sobre os eixos temáticos tratados no GT Modernização

¹ Disponível em <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/04/2019&jornal=515&pagina=119&totalArquivos=191>

2. PROPOSTA DE REVISÃO DOS CRITÉRIOS DE GARANTIA DE SUPRIMENTO

A construção da proposta de revisão de critérios de garantia de suprimento, pode ser dividida em duas etapas: (i) definição das métricas de risco que compõem o critério; (ii) definição dos parâmetros associados às métricas. A proposta de métricas de risco foi apresentada no Workshop realizado em 17/07/2019 e no relatório objeto da Consulta Pública MME nº80. Os esforços agora estão voltados para a segunda etapa, onde serão propostos valores a serem utilizados como parâmetros associados às métricas escolhidas. Por fim, a título de ilustrar os possíveis impactos futuros e mudanças nos processos de planejamento, será apresentada uma forma de operacionalização dos novos critérios nos estudos vigentes.

2.1. MÉTRICAS DE RISCO

A conceituação teórica das métricas de risco apresentada no primeiro relatório deste grupo temático trouxe elementos importantes que permitem interpretá-las dentro do contexto do mercado de energia elétrica brasileiro, traduzindo a nova percepção de risco em critérios que levem a adequação do suprimento, refletidos sob os aspectos econômico e de segurança. Foi apresentado, de forma resumida, a visão de futuro com a expectativa de evolução das principais características do sistema, a partir da qual concluiu-se que o SEB está deixando de ser puramente restrito em energia e passando também a ser restrito em capacidade de potência.

Identificam-se, assim, como atributos necessários para mapear todo o sistema: energia e potência. Dessa forma, devem ser definidos critérios associados a esses atributos, que permitam avaliá-los corretamente e direcionar a expansão, garantindo a adequabilidade da oferta.

Os critérios de garantia de suprimento propostos podem ser divididos em duas categorias com as seguintes funções:

- Critério de segurança: Visa aferir a operação do sistema planejado de acordo com as variáveis que representem a realidade operativa da forma mais adequada para fins dos

estudos de planejamento, e assim capturar os sinais físicos que levem a gestão dos recursos de forma eficiente. Se o critério identificar que o sistema não está bem atendido no aspecto avaliado, será indicada a necessidade de ajuste da expansão em relação àquela apontada apenas pela otimização econômica.

- Critério econômico: Não busca substituir a otimização econômica, que levará ao mínimo custo total de investimento e operação, mas atuar como uma espécie de seguro para o sistema reduzindo os impactos em cenários críticos. Se o critério for violado será indicada a necessidade de ajuste para reduzir o custo nos cenários considerados. Por fim, vale lembrar que os critérios de suprimento propostos serão aplicados diretamente no planejamento da expansão. Assim, toda oferta indicada (seja pela otimização econômica ou pelos critérios de suprimento) irá compor, no futuro, a formação de preços e, portanto, não aumentaria os encargos operativos.

Além de definir as métricas e seus parâmetros, é importante avaliar a discretização espacial e temporal das variáveis a serem analisadas para verificar se o sistema está bem atendido em relação aos critérios de suprimento propostos.

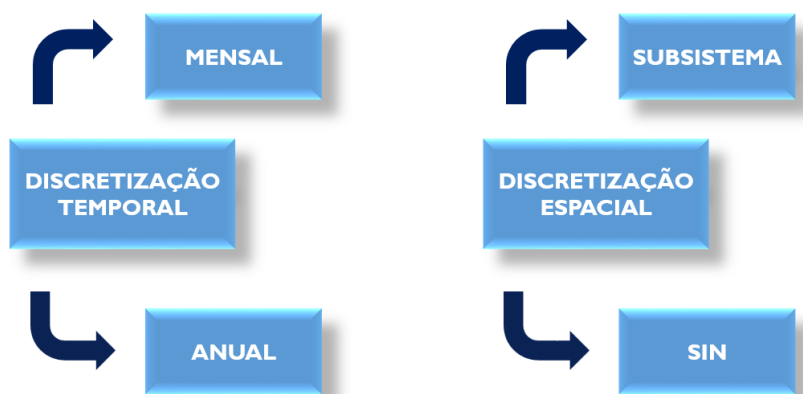


Figura 3 - Discretização Espacial e Temporal

- I. Discretização temporal: visa estabelecer em que escala a avaliação de atendimento do sistema será realizada. Pelos modelos de planejamento atuais é possível a avaliação em base mensal ou anual. Para variáveis com comportamento sazonal bem definido é importante considerar a menor discretização possível. Por outro lado, há variáveis que podem ser alocadas em meses diferentes sem alterar os objetivos dos modelos de operação, onde avaliações mais agregadas são mais pertinentes.

- II. Discretização espacial: também de acordo com os modelos atualmente utilizados, visa estabelecer se a avaliação de atendimento do sistema irá considerar a variável definida nos critérios de suprimento para todo o SIN (Sistema Interligado Nacional), para cada subsistema, ou ainda para o SIN e os subsistemas. A escolha cuidadosa da discretização espacial é especialmente sensível para a avaliação dos critérios de segurança, pois o problema matemático pode o alocar o corte de carga em um subsistema ou outro, se não houver restrição de intercâmbio, sem alterar de forma relevante o custo total de operação.

Do ponto de vista energético, a variável que melhor traduz a preocupação com relação à segurança de suprimento é a energia não suprida (ENS) ou déficit de energia. Dado que a função objetivo do modelo de planejamento da operação é minimizar o custo total, é possível encontrar soluções de mesmo custo, onde esses déficits podem se deslocar entre os meses. Isso posto, visando a robustez do critério e estabilidade das análises, é recomendável que a aferição desses déficits se dê em base anual. Em relação a discretização espacial, quando não há restrição de intercâmbio ativa, a alocação do déficit entre os subsistemas leva a soluções matematicamente equivalentes, o que torna indiferente para o modelo matemático alocar os cortes de carga em um subsistema ou em outro. Por isso, para proceder a avaliação de adequação do critério por subsistema, é necessário avaliar quais déficits são gerenciáveis (ou seja, sua alocação espacial se deve apenas ao resultado matemático do modelo computacional) e quais situações onde os déficits realmente deverão ser alocados nos subsistemas indicados pelo modelo. Assim, propõe-se que as métricas de segurança sejam aferidas para o SIN, com posterior verificação das regiões, assegurando que nenhum subsistema apresente uma concentração de déficits não gerenciáveis. Caso isso ocorra, o critério também não será atendido, mesmo que para o SIN não haja violação do limite.

De forma análoga, do ponto de vista de atendimento instantâneo, o déficit de potência é a variável que sinaliza situações críticas das quais o sistema deve se proteger. Para tanto, a informação sobre a probabilidade desses déficits - LOLP, bem como sobre suas profundidades (potência não suprida - PNS), são essenciais para que se tenha a sinalização correta do momento e do montante necessário de investimento adicional em recursos que agreguem capacidade ao sistema. Há de se reconhecer que a qualidade dessa informação vem evoluindo em função do detalhamento dos modelos computacionais e das ferramentas disponíveis. Isso faz com que a precisão na aferição dos critérios associados à capacidade do sistema também evolua, o que naturalmente levará a ajustes nos parâmetros agora definidos.

Assim como o déficit de energia, também é possível o deslocamento entre os meses dos déficits de potência, justificando o uso de métricas anuais para a sua aferição. Por outro lado, a disponibilidade de potência nas usinas hidrelétricas é dependente de outras variáveis operativas que apresentam sazonalidades mais claras, como os níveis de armazenamento e geração total no período, motivo pelo qual sugere-se o uso de, ao menos, uma métrica com discretização mensal. Nesse sentido é proposto que a LOLP seja avaliada em escala anual, dada a característica não coerente da métrica, e a PNS em escala mensal. Com relação a distribuição espacial, as características descritas para a energia não suprida também valem para potência. Propõe-se, assim, a aferição para o SIN com posterior avaliação por região, garantindo que nenhum subsistema apresente concentração de déficits de potência não gerenciáveis, além do limite estabelecido.

Já a preocupação quanto à economicidade da operação do sistema pode ser refletida na variável CMO, referência para o cálculo do preço de liquidação de diferenças (PLD). Nesse caso, o planejamento continuará buscando a minimização do custo total, o que levará a igualdade entre custos marginais de expansão (CME) e operação (CMO). Porém, o passado recente mostra que a análise apenas em termos médios pode não refletir adequadamente as condições críticas, sendo prudente a inclusão de alguma métrica de aversão a risco para avaliar, especificamente, as piores situações. Destaca-se que o CMO é caracterizado por um comportamento mais “suave” ao longo dos meses em relação ao déficit, com a sazonalidade bem marcada, o que permite identificar se o requisito do sistema se diferencia entre os meses e, conseqüentemente, sinalizar a expansão nos momentos certos. Assim, é proposta a avaliação mensal do CMO para cada região do SIN.

Vale pontuar que outras variáveis poderiam ser utilizadas para avaliação econômica do suprimento nas situações críticas, como por exemplo o custo total de operação. No entanto, entende-se que o CMO é mais tangível, ou seja, o setor tem maior sensibilidade quanto à criticidade das condições de suprimento ao conhecer esse valor, o que permite prever possíveis impactos.

Conforme apresentado no primeiro relatório deste grupo temático, a medida de risco CVaR é coerente, para um nível de confiança (α : alfa) fixo, já que atende às quatro propriedades de coerência elencadas. Portanto, pode ser considerada para aferição do déficit de energia, déficit de potência e CMO. Com o uso desta medida, é possível avaliar o valor esperado dos cenários mais críticos, para os quais o sistema deseja se proteger. A Tabela 1 apresenta um resumo das métricas propostas:

Tabela 1 - Critérios de Garantia de Suprimento

	Critérios de Garantia de Suprimento	
	Segurança	Econômico
Energia	CVaR [ENS]	CVaR [CMO]
Potência	LOLP / CVaR [PNS]	

2.2. METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS ASSOCIADOS ÀS MÉTRICAS

Uma vez definidas as métricas e a discretização a serem consideradas no critério de suprimento é necessário estabelecer os parâmetros associados a elas. É importante destacar a necessidade de coerência entre as diferentes métricas e seus parâmetros, evitando assim que uma má calibração torne alguma delas dominante por construção (o que tiraria a necessidade de existência das demais).

Nesse sentido, a primeira métrica a ter seu parâmetro definido deve ser aquela relacionada a segurança energética, que de acordo com a proposta aqui apresentada é o CVaR da energia não suprida. Essa métrica visa refletir a percepção de risco e estabelecer o nível de confiança, e seu impacto, adequado. Uma forma de escolha desse parâmetro pode ser a utilização de experiências nacionais. Com base nessas experiências, podemos identificar um nível de energia não suprida que cause impactos contornáveis desde que com probabilidade de ocorrência limitada. Podemos assim estabelecer o nível de confiança e o CVaR do déficit de energia que não ultrapasse esse valor de energia não suprida. Se necessário, de modo a não concentrar todo esse efeito em uma baixa probabilidade, podemos distribuir esse impacto em mais cenários, como ilustrado na Figura 4, que traz a mesma energia não suprida para um corte de X , Y ou Z , em percentual da demanda, com probabilidade de ocorrência de p_x , distribuídos para p_y , ou p_z , de risco de déficit.

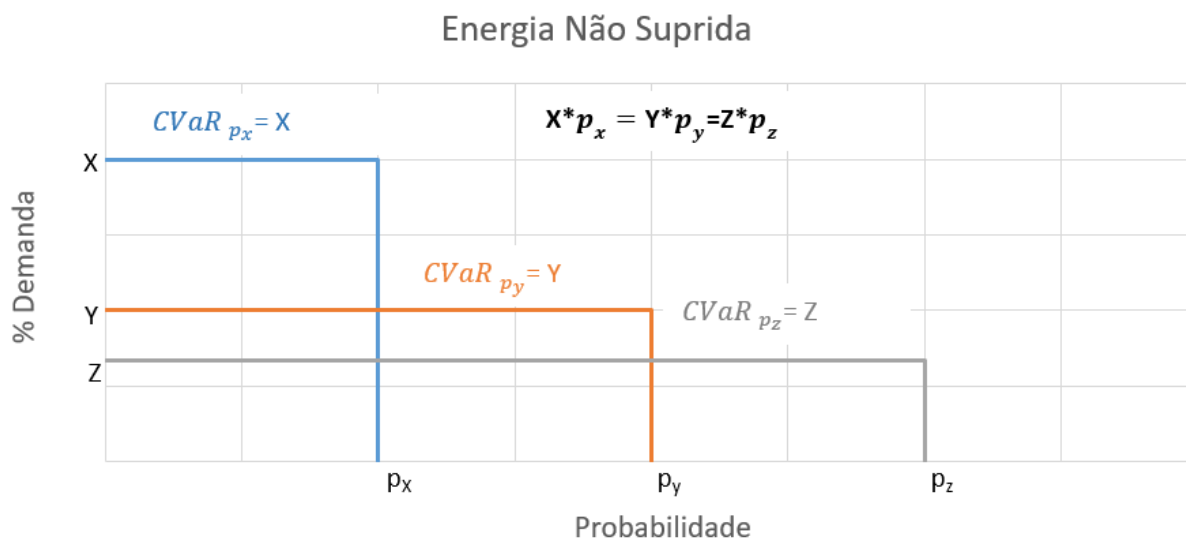


Figura 4 - Relação entre probabilidade (p_x , p_y e p_z) e profundidade (X, Y e Z) do déficit de forma manter a energia não suprida constante ($x * p_x = y * p_y = z * p_z$).

As métricas de segurança associadas ao suprimento de potência devem estar contidas na energia não suprida estabelecida pelo critério de segurança energética. Atualmente, como a simulação energética é feita em escala mensal e a avaliação de capacidade de potência é feita de forma exógena, considerando uma duração de aproximadamente 1,5% do mês, apenas se fossem aceitas situações muito extremas de não suprimento de potência esses critérios não estariam alinhados. Entretanto, garantir esse acoplamento é um importante ponto de atenção quando os estudos forem realizados em escalas inferiores, como por exemplo horárias, e a atualização dos parâmetros se faça necessária.

Outro ponto que merece ser destacado a respeito das análises de potência é com relação a interpretação dos resultados de acordo com o ferramental utilizado. Atualmente os Planos Decenais de Expansão estimam a capacidade de suprimento de potência com base em uma metodologia própria, que pode ser encontrada em detalhes na Nota Técnica EPE-DEE-NT-035/2017-r2. Esses resultados podem ser avaliados tanto com séries históricas quanto sintéticas de vazões². Como já falado, essa metodologia realiza a análise de potência posteriormente às análises energéticas e a avaliação é feita apenas para as 10 horas mais críticas de cada mês (ou seja, aproximadamente, 1,5% das horas totais). Dessa forma, considerando que as demais horas estejam adequadamente atendidas conforme a análise energética, um risco de não suprimento de potência de 5% apontado no planejamento se

² Até o PDE 2029 essa análise vem sendo feita com séries históricas de vazões.

refere a uma probabilidade de corte de carga de 5% nas 10 horas mais críticas. Dessa forma, a probabilidade de ocorrência do evento é de 5% x 1,5%, o que resulta em 0,075%.

Com relação ao parâmetro a se utilizar, a reserva operativa³ se mostra como um bom balizador para se estabelecer os níveis aceitáveis, considerando a violação da reserva e o corte efetivo de carga.

Por fim, o critério de segurança econômica, representado na proposta aqui apresentada pelo CVaR do CMO, deve considerar os riscos de déficit e operação de tecnologias para atender os requisitos de potência (que tendem a apresentar os custos variáveis mais elevados), assim como outros valores de custos variáveis de operação que se julgue necessário, com sua expectativa de despacho. A Figura 5 ilustra a forma como esse parâmetro pode ser definido.

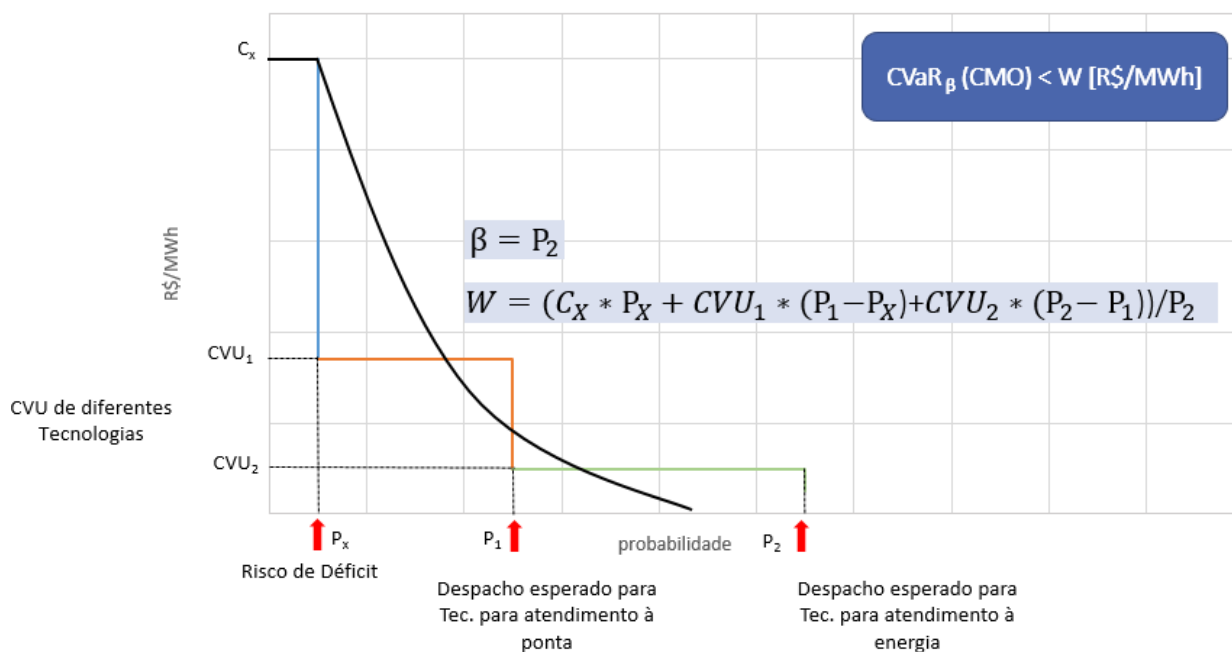


Figura 5 - Custo Marginal de Operação considerando a operação de tecnologias que atendam aos requisitos de potência.

O nível de confiança definido no CVaR da energia não suprida permite que o sistema apresente uma determinada quantidade de cenários simulados onde o CMO será igual ao custo do déficit de energia. Assim, o CVaR do CMO deve ser definido de modo a incorporar esta mesma probabilidade de ocorrência de cenários com custo equivalente ao custo de déficit.

³ Atualmente, os estudos de planejamento da expansão, realizados pela EPE, e da operação, realizados pelo ONS, consideram requisitos de reserva operativa associados à demanda e a variação na geração das fontes não controláveis.

Indiretamente, essa probabilidade também pode ser interpretada como um limitante para o risco de déficit de baixa magnitude, pois eles seriam capturados no CMO mas não seriam pelo CVaR de energia não suprida (que considera a médias dos piores cenários mas não analisa a probabilidade total). Em seguida, devemos considerar as tecnologias de alto custo variável, que deverão fazer parte do sistema para garantir a segurança operativa. O CVaR de CMO deverá considerar que elas irão operar com um fator de despacho compatível com aqueles estabelecidos nos estudos que sinalizaram a sua necessidade para o sistema. Caso essas plantas operem com maior frequência do que aquela para a qual foram indicadas, o CVaR do CMO dará o sinal para o planejamento de que tecnologias mais eficientes são economicamente benéficas, e os órgãos responsáveis poderão tomar medidas em resposta a esse sinal. Seguindo essa lógica para os principais pontos relevantes, podemos definir o CVaR de CMO de modo compatível com todos os parâmetros propostos.

É importante frisar que a compatibilidade entre os parâmetros para as diferentes métricas garante que nenhuma delas se torne dominante em relação as outras, mantendo o papel que cada uma tem no mapeamento do sistema e a clara distinção de qual critério está se mostrando restritivo. Essa sinalização é importante para que o planejamento da expansão possa indicar, de forma assertiva, qual atributo se encontra escasso no sistema e, portanto, qual produto deve ser contratado.

2.3. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS ASSOCIADOS ÀS MÉTRICAS

Com o recente movimento de penetração de fontes renováveis não controláveis, alguns sistemas de potência no mundo vêm discutindo seus critérios de suprimento, reavaliando os seus limites de adequabilidade e considerando o significado econômico e os impactos desses limites ao considerar os mercados de energia. A menos de momentos de grandes disrupturas, como alguns sistemas no mundo têm passado, a atualização de métricas e critérios de suprimento usualmente busca manter os limites adotados anteriormente, considerando apenas os ganhos de precisão, tanto estatística quanto de aferição. Para o sistema brasileiro, devido à característica atual da matriz e a composição prevista para os próximos anos entende-se ser pertinente a alteração das métricas buscando manter os níveis que vêm sendo praticado no passado recente. Nesse sentido, são propostos os parâmetros a seguir.

I. CVaR da Energia Não Suprida ($CVaR_{\alpha}(\text{ENS}) < K$ [% Demanda])

Em termos de energia não suprida (ENS) propõe-se o uso da métrica $CVaR_{\alpha}(\text{ENS}) < K$ [% Demanda], que faz a média dos α piores cenários em relação ao déficit e compara com o limite k .

É importante considerar que o modelo computacional atualmente utilizado no planejamento da operação e expansão tem apresentado baixos níveis de corte de carga. Para que o parâmetro proposto consiga capturar as situações onde medidas corretivas sejam necessárias, mesmo com esse possível viés otimista das ferramentas, deve-se estabelecer parâmetros condizentes com esse uso. Nesse sentido, para balizar uma situação crítica vivida no passado recente, pode-se considerar a simulação do PMO de janeiro de 2015. Nesse caso, o risco de déficit foi de cerca de 10%, com cortes de carga próximos ao primeiro patamar de déficit, de 5% da demanda. Nas demais simulações analisadas, o risco de déficit tem se mostrado, em geral, inferior a 1% dos cenários. Nesse sentido, de modo a estabelecer um parâmetro que, com os modelos computacionais atuais, dê a sinalização de criticidade da operação, mas não induza medidas corretivas desnecessariamente, propõe-se como critério o $CVaR_{1\%} < 5\%$ [Demanda] para o SIN. A Tabela 2 apresenta os valores de CVaR ENS para as simulações consideradas nessa avaliação.

É importante destacar que o modelo de otimização utilizado no planejamento da expansão e da operação não considera o fluxo de potência. Assim, quando não há restrição de intercâmbio ativa, a alocação do déficit entre os subsistemas leva a soluções matematicamente equivalentes, o que torna indiferente alocar os cortes de carga em um subsistema ou em outro.

Por isso, para proceder a avaliação de adequação do critério por subsistema, é necessário avaliar quais déficits são gerenciáveis (ou seja, sua alocação espacial se deve apenas ao resultado matemático do modelo computacional) e quais situações onde os déficits realmente deverão ser alocados nos subsistemas indicados pelo modelo. Apenas os déficits superiores a 5% da demanda do SIN ou aqueles superiores a 5% da demanda de algum subsistema que não possam ser gerenciáveis, indicarão a necessidade de medidas corretivas na expansão.

Tabela 2 - Avaliação do critério do CVaR da energia não suprida.

PDE 2027		PDE 2029		PMO	
Caso de Referência	0.7%	Caso de Referência	0.4%	01/2015	5.07%
Caso Restrição de Gás	1.0%	Caso Mercado Baixo	0.6%	02/2019	2.03%
Caso alteração no Mercado	0.7%	Caso Mercado Alto	0.4%		
		Caso Gás	0.4%		
Casos GF					
ROGF_2017_NW_23			1.2%		
LEN_2017_A-6_NW_23			1.1%		
LEN_2019_A-6_NW_25			1.3%		
LEN_2019_A-6_NW_250601			1.2%		
LEN_2019_A-6_NW_250601_Prev			0.6%		

Considerando os argumentos expostos anteriormente, propõe-se avaliar o CVaR_{1%} (ENS) < 5 [% Demanda] em base anual para o SIN, para todos os anos do horizonte de expansão do PDE. Adicionalmente, deve-se avaliar se nenhum subsistema apresenta CVaR_{1%} (ENS) > 5 [% Demanda] em base anual, sem que esse corte de carga possa ser gerenciável.

II. LOLP (Loss of Load Probability/Probabilidade de Perda de Carga)

A LOLP é uma métrica empregada internacionalmente para avaliar o sistema em termos de suprimento de potência. No caso brasileiro, como a disponibilidade de potência é dependente, em grande parte, da operação dos reservatórios das usinas hidrelétricas, entende-se que, em um primeiro momento, considerar os atuais 5% de risco seja um primeiro passo adequado para

a introdução desse critério. Além disso, como destacado anteriormente, essa métrica se refere ao atendimento dos momentos mais críticos, e não durante todo o mês ou ano. Assim, a interpretação desse parâmetro deve ser de que “o risco de não atendimento às maiores demandas instantâneas será inferior a LOLP estabelecida”. Referências internacionais, em sistemas com predominância hídrica, utilizam parâmetros semelhantes. Em sistemas de menor predominância hidrelétrica, utiliza-se como parâmetro 1 ocorrência a cada 10 anos, o que é mais restritivo. A medida que o sistema elétrico brasileiro e os estudos relacionados ao suprimento de potência evoluam, a migração para critérios mais severos pode se fazer necessária. A Tabela 3 apresenta os valores de LOLP para as simulações consideradas nessa avaliação.

Tabela 3 - Avaliação do critério de LOLP

PDE 2026		PDE 2027	
Caso de Referência	6%	Caso de Referência	<u>2%</u>
Caso com Demanda Alta	4%	Caso alteração no Mercado	<u>2%</u>
Sem UHE e mais usinas a Carvão	3%		
PDE 2029		PMO	
Caso de Referência	4%	02/2019	8%
Caso Mercado Baixo	4%		
Caso Mercado Alto	1%		
Caso Gás	4%		

Pelos resultados apresentados, o cenário de referência do PDE 2026 indicaria uma pequena necessidade de expansão adicional de potência, enquanto o PDE 2027 aceitaria uma pequena redução de oferta. Isso pode ser interpretado como uma pequena variação a medida em que a indicação explícita de potência vêm evoluindo, mas demonstra que nenhuma mudança significativa da oferta se faria necessária. Já o PDE 2029 indica a aderência ao critério proposto. Vale destacar também que a análise do PMO de fevereiro de 2019, momento no qual se fez necessário o despacho adicional fora da ordem pelo Operador, essa métrica também poderia capturar a criticidade da conjuntura.

**A LOLP deve ser limitada a 5% para o SIN em base anual,
para todos os anos do horizonte de expansão do PDE.**

III. CVaR da Potência Não Suprida ($CVaR_{\delta}$ (PNS) < R [% Demanda])

Além de mensurar a probabilidade de não atender aos requisitos de potência do sistema, também é necessário quantificar a profundidade da potência não suprida (PNS). Assim, propõe-se avaliar a profundidade média da PNS nos 5% piores cenários (δ), definidos como limite da LOLP, para o SIN em base mensal.

Como limite para a métrica, sugere-se o uso da reserva operativa associada a demanda, que atualmente é de 5% da demanda máxima. Dessa forma, o critério de suprimento explicitaria situações indesejadas de redução da reserva operativa, o que pode afetar a segurança do sistema, e situações mais críticas de corte de carga. Ao associar a LOLP de 5% anual com o $CVaR_{5\%}$ da potência não suprida limitado a reserva operativa, será garantido que, em pelo menos 95% do tempo a reserva operativa associada a demanda estará plenamente atendida, em 5% dos cenários ela poderá ser reduzida e, em menos de 5% dos cenários poderá haver corte de pequena duração no sistema.

A Tabela 4 apresenta os resultados de $CVaR_{5\%}$ (PNS) para as análises consideradas. Os resultados apresentados corroboram com a avaliação da LOLP, no que diz respeito a evolução das necessidades caso fosse aplicado o critério proposto nos Planos Decenais passados. Destaca-se também a aderência do PDE 2029 ao critério e a sinalização que poderia ser dada no PMO de fevereiro de 2019.

Assim como na avaliação da Energia Não-Suprida, após a avaliação da adequação do critério de Potência Não-Suprida para o SIN, deve-se realizar a análise da adequação por subsistema, garantindo que nenhuma região estará concentrando o déficit e que, portanto, apresente condições de atendimento diferente das demais. Essa avaliação permitirá capturar restrições do sistema de transmissão que possam comprometer o suprimento de potência de alguma região específica e sinalizar, se for o caso, para a necessidade de indicação de expansão locacional.

Tabela 4 - Avaliação do critério do CVaR da potência não suprida para os casos de PDE 2026, 2027, 2029 e PMO 02/2019.

PDE 2026		PDE 2027	
CVaR_{5%} (PNS)		CVaR_{5%} (PNS)	
Caso de Referência	6.0%	Caso de Referência	2.7%
Caso com Demanda Alta	7.8%	Caso alteração no Mercado	3.9%
Sem UHE e mais usinas a Carvão	6.1%		
PDE 2029		PMO	
CVaR_{5%} (PNS)		CVaR_{5%} (PNS)	
Caso de Referência	4.1%	02/2019	6.5%
Caso Mercado Baixo	5.1%		
Caso Mercado Alto	1.0%		
Caso Gás	3.7%		

Propõe-se que o $CVaR_{5\%}(PNS) \leq 5$ [% da Demanda Máxima Instantânea] do SIN, para todos os meses do horizonte de expansão do PDE. Esse critério sinaliza que a interrupção média para os 5% piores cenários seja equivalente ao requisito de reserva operativa relacionado à demanda. Adicionalmente, deve-se avaliar se nenhum subsistema apresenta $CVaR_{5\%}(PNS) > 5$ [% Demanda] em base anual, sem que esse corte de carga possa ser gerenciável.

IV. CVaR do CMO ($CVaR_{\beta}(CMO) < W$ [R\$/MWh])

Considerando a metodologia proposta na seção 2.2 é possível encontrar, para o nível de confiança (β), o limite da métrica (W) para avaliar se o sistema está atendido em relação ao critério econômico. Como a métrica CVaR busca analisar os cenários mais críticos, e considerando a característica da curva de distribuição do CMO para o modelo computacional vigente, sugere-se que o nível de confiança (β) não seja superior a 10%. Para os valores de CMO em cada nível dessa distribuição, sugere-se:

- (i) 1% de risco de déficit, aderente ao critério de Energia Não-Suprida;
- (ii) 4% dos cenários com CMO = CVU de referência para as tecnologias indicativas para o suprimento de potência, aderente ao despacho esperado dessas tecnologias;
- (iii) 5% dos cenários com CMO = CVU de tecnologias termelétricas de referência.

Ao construir a distribuição dos 10% piores cenários de CMO dessa forma, além de estabelecermos no critério de planejamento uma indicação para expansão de tecnologias que capturem os preços elevados e os reduzam nos cenários mais críticos, temos também uma forma direta de aferir se o sistema planejado está realmente operando como se espera. Essa sinalização é um importante retorno a ser dado para o processo de planejamento e poderá impactar no montante dos produtos a serem contratados. Para estabelecer esse parâmetro, abaixo são apresentados gráficos análogos ao da Figura 5, para os parâmetros utilizados em cada um dos três últimos PDE.

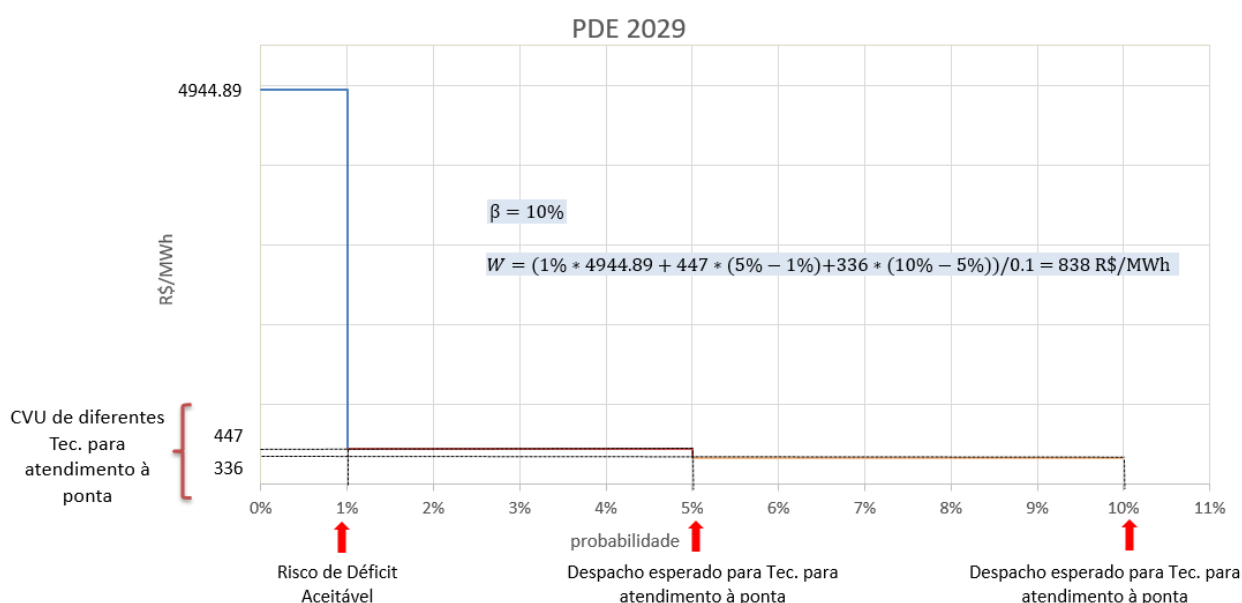


Figura 6 - Curva para definição dos parâmetros do CVaR do CMO, considerando o PDE 2029.

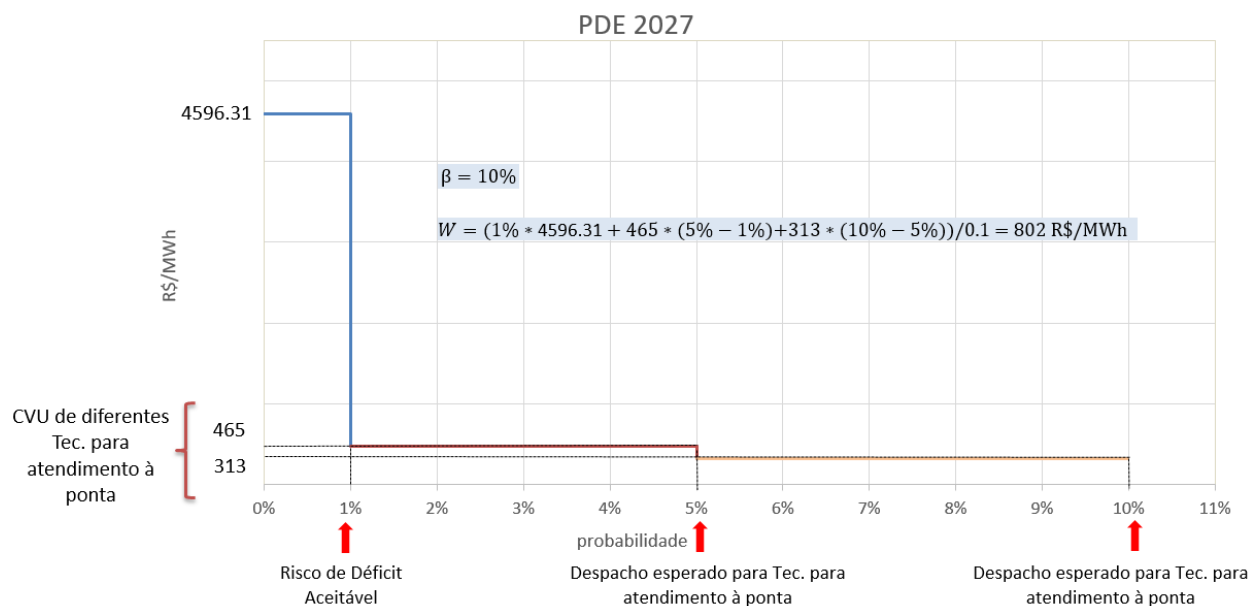


Figura 7 - Curva para definição dos parâmetros do CVaR do CMO, considerando o PDE 2027.

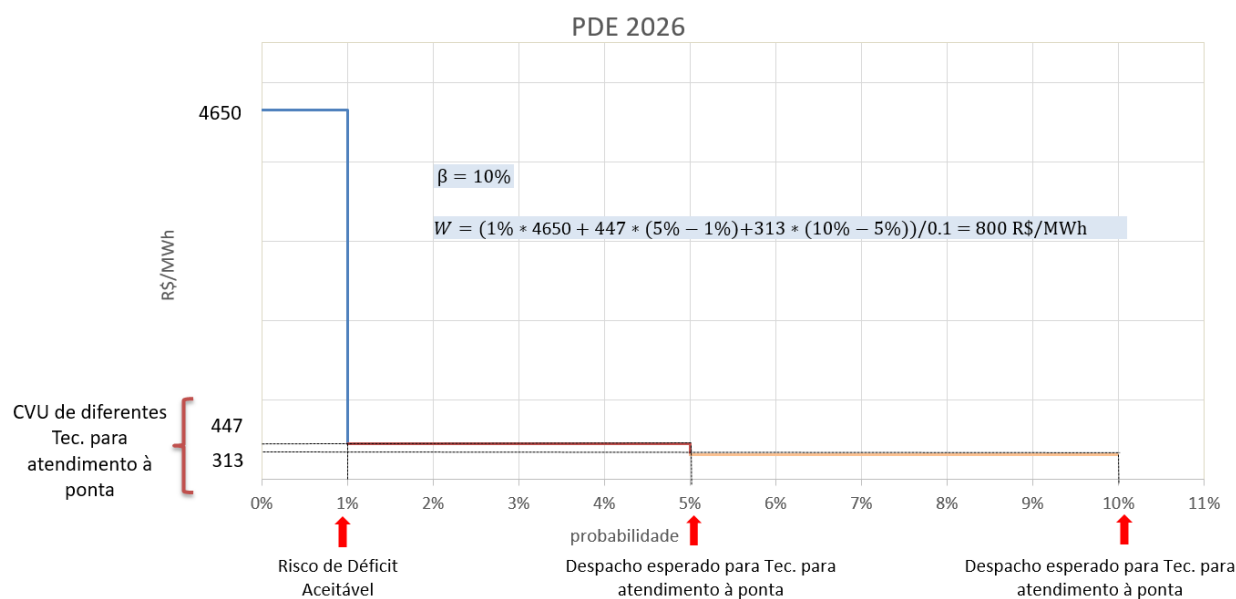


Figura 8 - Curva para definição dos parâmetros do CVaR do CMO, considerando a matriz do PDE 2026.

Aplicando a metodologia proposta para os parâmetros utilizados no PDE 2026, 2027 e 2029, observa-se uma estabilidade com valores próximos a R\$ 800/MWh, como apresentado nas Figura 6, Figura 7 e Figura 8 para o limite do CVaR do CMO.

Essa metodologia proposta é diretamente aplicável para a vigência dos preços horários. Entretanto, enquanto isso não ocorre, o despacho esperado das tecnologias pode ser

interpretado em termos de probabilidade de ocorrência de cenários que levem a sua operação, e não especificamente ao tempo de despacho.

Considerando os mesmos Planos decenais utilizados para estabelecer o parâmetro, podemos aferir se a expansão indicativa seria suficiente para atendê-lo. A Tabela 5 apresenta os valores de CVaR_{10%} (CMO) para o PDE 2026, 2027 e 2029 (incluindo o cenário de referência e alguns what if), além de dois PMO.

Tabela 5 - Avaliação do critério do CVaR de CMO.

PDE 2026		PDE 2027	
CMO (CVaR _{10%} (CMO))		CMO (CVaR _{10%} (CMO))	
Caso de Referência	578 R\$/MWh	Caso de Referência	645 R\$/MWh
Caso com Demanda Alta	639 R\$/MWh	Caso Restrição de Gás	633 R\$/MWh
Sem UHE e mais usinas a Carvão	615 R\$/MWh	Caso alteração no Mercado	622 R\$/MWh
PDE 2029		PMO	
CMO (CVaR _{10%} (CMO))			
Caso de Referência	747 R\$/MWh	01/2015	<u>2705 R\$/MWh</u>
Caso Mercado Baixo	751 R\$/MWh	02/2019	<u>1014 R\$/MWh</u>
Caso Mercado Alto	<u>883 R\$/MWh</u>		
Caso Gás	685 R\$/MWh		

Para o PDE, percebemos que o único cenário que exigiria alguma ação adicional, além da otimização econômica, seria o cenário de Mercado Alto do PDE 2029. Já o PMO, considerando dois momentos onde o ONS precisou fazer uso de despacho fora da ordem de mérito, os CVaR_{10%} (CMO) teria violado o limite de R\$800/MWh.

Considerando a metodologia proposta e os estudos do PDE 2026, 2027 e 2029, este trabalho propõe que seja aplicado o critério CVaR_{10%} (CMO) < 800 [R\$/MWh] para cada subsistema e com discretização mensal.

2.4. OPERACIONALIZAÇÃO

Para que os novos critérios de suprimento exerçam seu papel de induzir a expansão da oferta quando essa não é feita apenas pela lógica econômica, é necessário que eles façam parte dos processos de planejamento da expansão. Idealmente, deve-se buscar a internalização desses critérios nos modelos computacionais utilizados tanto no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) quanto no cálculo de garantia física. Entretanto, essa ação pode não ser simples ou rápida, seja por questões relacionadas a formulação do problema ou por outros avanços necessários para permitir a implementação de técnicas já conhecidas. Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de metodologias exógenas, que mantenham o acoplamento entre os modelos que constituem cada processo e permitam o ajuste aos novos critérios de suprimento.

2.4.1. PLANO DECENAL DE EXPANSÃO

A oferta indicativa do PDE é estabelecida através do Modelo de Decisão de Investimentos (MDI), que minimiza o custo total de operação e investimento. Esse modelo, desenvolvido pela EPE e cuja metodologia pode ser encontrada na NT EPE-DEE-RE-52/2018 – r1, representa detalhadamente o problema de expansão e estima os custos de operação de modo simplificado. Dessa forma, é necessário que a expansão indicada seja simulada no Modelo Newave, que apresenta um maior nível de detalhes para o problema de operação em base mensal. Como o sistema brasileiro tem passado a ser restrito também em capacidade (e não mais só em energia) um detalhamento da operação se faz necessário para verificar as condições de atendimento instantâneo. O fluxograma apresentado na Figura 9 representa esse processo, considerando o critério de suprimento vigente.

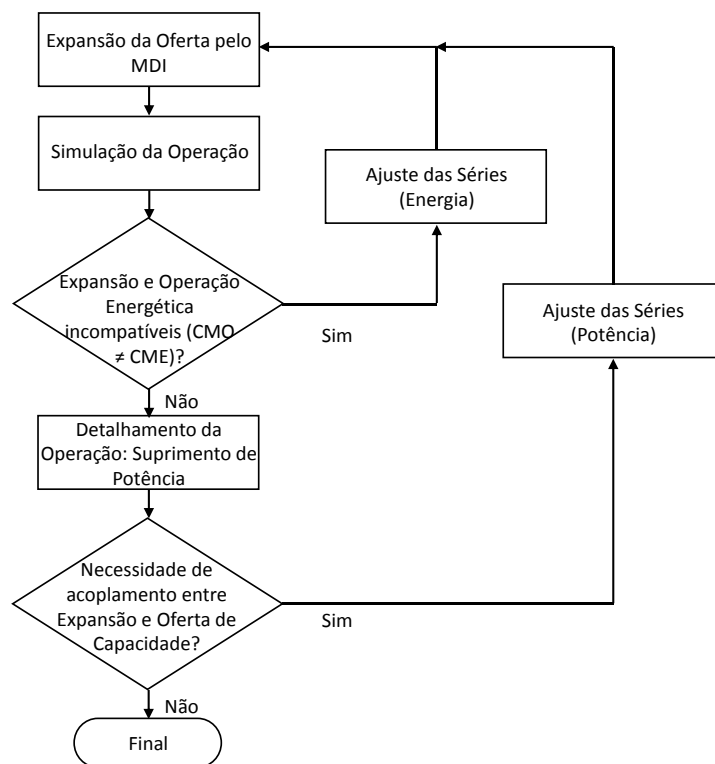


Figura 9 - Etapas de solução do problema da expansão.

Cabe destacar que para garantir o acoplamento entre as etapas acima descritas, o processo de ajuste do PDE deve ser feito de modo iterativo. Sempre que uma etapa de maior detalhamento apresente resultados incompatíveis com alguma etapa anterior, é necessário o reinício do procedimento, fornecendo novas informações ao MDI que solucionem a incompatibilidade encontrada, adequando assim a expansão. Como a principal simplificação do modelo de investimento está na operação dos reservatórios das usinas hidrelétricas⁴, a escolha das séries hidrológicas é a variável de controle para adequar a estimativa de operação desse modelo à operação energética e de potência.

Atualmente, o critério de suprimento vigente busca a igualdade entre CME e CMO com risco de déficit inferior a 5%. O critério de igualdade entre custos marginais, que é o critério ativo, é feito com base na média dos cinco anos do horizonte de planejamento. Os novos critérios de suprimento, propostos nesse documento, apresentam escalas anuais e mensais. Isso exigirá uma adequação dos processos de elaboração do PDE para que se tenha maior precisão na indicação da oferta.

⁴ Atualmente o MDI considera 10 séries de energia e potência, provenientes de uma simulação prévia da operação individualizada do Modelo Suishi.

Uma vez garantido o acoplamento entre as etapas, na discretização necessária, é possível adaptar o processo de ajuste do PDE aos critérios propostos. O procedimento utilizado deve considerar a principal função do critério de suprimento para os processos de expansão: adequar a oferta de energia elétrica e/ou capacidade de interligação entre submercados sempre que a otimização econômica não seja suficiente para atender aos critérios de segurança. Uma variável de controle que pode induzir a expansão adicional desejada é a penalidade para o não suprimento da energia e/ou potência.

Atualmente o PDE trabalha com custo de déficit de energia explícito, utilizando o mesmo valor dos estudos de operação e formação de preço, elaborados pelo ONS e CCEE, respectivamente. Dessa forma, para manter a compatibilidade com outros processos, é importante que essa variável não seja modificada na simulação do modelo de operação, evitando poluir o custo total e custo marginal de operação visto pelo Modelo Newave. Porém, se alterarmos essa variável no MDI levaremos o sistema a uma indicação de oferta maior, que reduzirá o risco, energia não suprida e CMO nos cenários mais críticos. Dessa forma, sempre que algum critério de suprimento de energia não seja atendido, basta realizar nova simulação para definição da expansão alterando a penalidade para não suprimento de energia do MDI. Para iniciar o processo, deve-se considerar o custo de déficit de energia vigente, verificando se o valor oficial já é suficiente para induzir a expansão necessária. Um benefício adicional desse procedimento é que, sempre que houver a necessidade de ajuste do custo de déficit no MDI, será dada uma sinalização explícita de que o custo de déficit oficial não representa o valor econômico do corte de carga ou de que o nível de confiança estabelecido no critério de suprimento não está condizente com a disposição da sociedade a pagar para evitá-lo. Fica claro, dessa forma, a necessidade de atualização de um dos dois parâmetros (custo de déficit ou critério de suprimento).

O mesmo raciocínio e procedimento podem ser utilizados para o critério de potência. Entretanto, nesse caso, o sistema brasileiro ainda não possui um custo de déficit de potência (ou custo de interrupção) formalmente definido. Dessa forma, o ajuste pode ser feito iniciando o processo com o mesmo custo de déficit de energia, que provavelmente não será suficiente para atender aos requisitos de potência (tendo em vista a curta duração desses eventos), e o processo deve ser ajustado até que a igualdade do critério seja obtida. A Figura 10 apresenta o fluxograma desse processo.

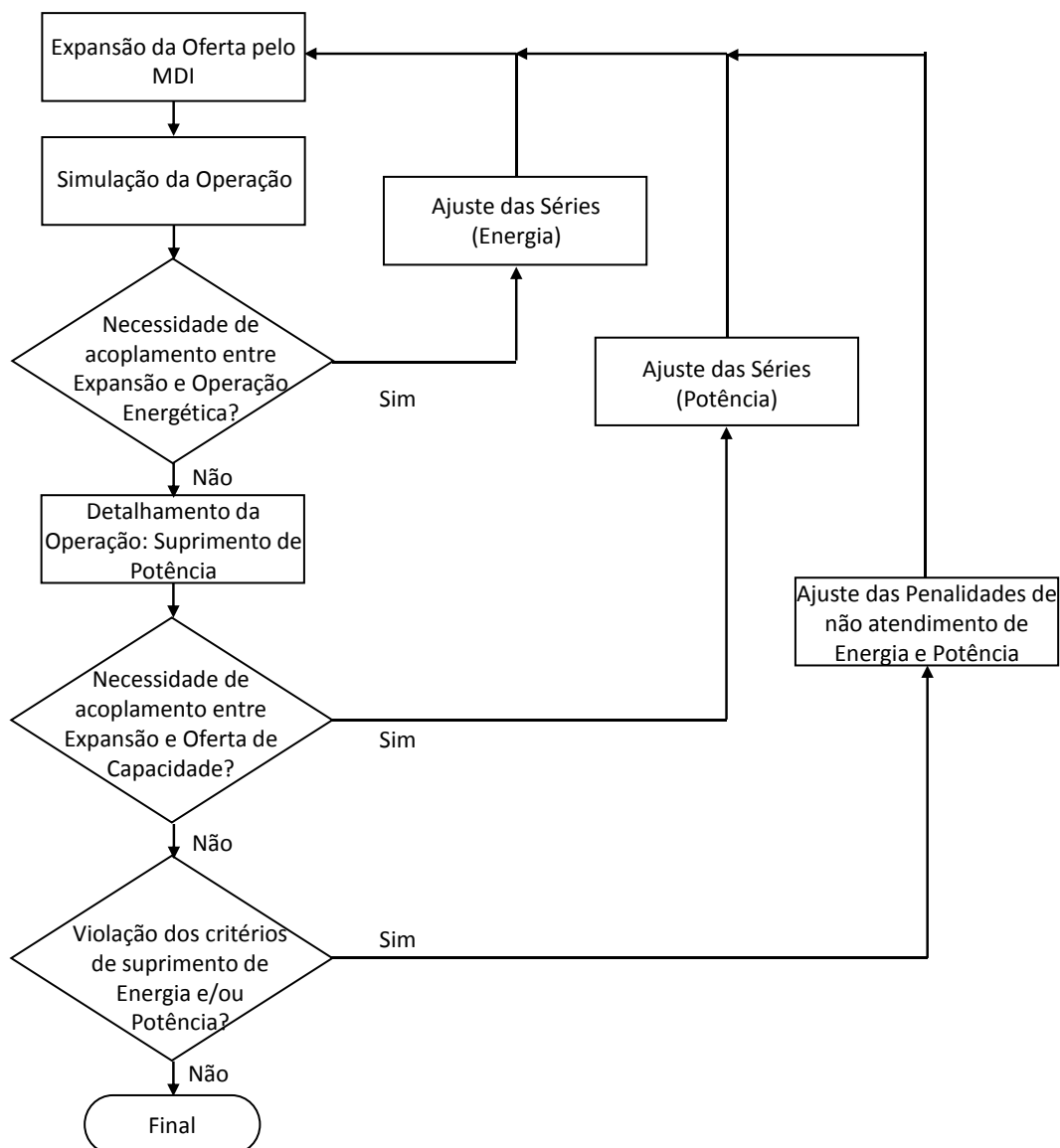


Figura 10 – Fluxograma do procedimento para adequação do PDE aos novos critérios de suprimento.

Embora não detalhada no fluxograma da Figura 10, a avaliação relacionada às restrições do sistema de transmissão é realizada a partir da utilização dos limites das interligações entre os submercados nos modelos. A fim de garantir uma coordenação eficiente do planejamento determinativo da expansão do sistema de transmissão com a expansão indicativa da oferta de geração, o planejamento vem elaborando, nos últimos anos, os denominados estudos prospectivos de expansão da transmissão, que objetivam propiciar flexibilidade ao SIN, de modo a evitar que eventuais gargalos na transmissão possam ser um fator de não atendimento aos critérios de suprimento de energia e/ou potência.

Ainda no âmbito do PDE, há um processo interativo entre o planejamento da geração e da transmissão, onde são analisados os resultados das simulações, com foco nas permanências

dos fluxos nas interligações entre subsistemas, com o objetivo de compatibilizar as necessidades energéticas com questões relacionadas ao desempenho elétrico do sistema interligado que, observados os prazos usuais de implantação das obras de transmissão, poderão culminar com a indicação de expansão da capacidade de interligação.

Uma vez estabelecida a alteração necessária no fluxo de trabalho do Plano Decenal, é possível estimar os eventuais impactos que os novos critérios trarão e separá-los em duas naturezas: (i) causados pela mudança de processo para trazer maior discretização da expansão; (ii) causados especificamente pela mudança de critério.

De acordo com os resultados apresentados na seção 2.3, a otimização econômica dos últimos Planos Decenais leva ao atendimento dos critérios relacionados ao suprimento de energia. Portanto, não é esperado que a introdução dos novos critérios gere mudanças significativas na expansão indicativa dos próximos PDE. Os possíveis impactos tendem a ocorrer, portanto, na indicação de oferta para suprimento de potência, para a qual não existe, até o momento, o estabelecimento de critérios formais.

Com relação aos impactos pela mudança de processo, ao analisar o sistema com maior discretização temporal espera-se maior assertividade na indicação da expansão. Isso pode levar a mudanças na alocação temporal da oferta. Entretanto, como o Plano Decenal 2029 foi elaborado com o uso dos parâmetros propostos para suprimento de potência, não é esperado que ocorram grandes mudanças no montante total.

2.4.2. GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

O atual processo de cálculo de garantia física de empreendimentos despachados centralizadamente contempla o cálculo da carga crítica de energia do SIN, o que é realizado via simulações computacionais de planejamento da operação adotando para convergência do valor da carga o critério de igualdade entre os CMO e CME, desde que seja respeitado o critério de limite de risco de déficit em 5%. Desta forma, no presente trabalho, que objetiva revisar os critérios de suprimento, é importante avaliar os efeitos dessa incorporação no processo e metodologia vigentes para cálculo de garantia física, de forma a compatibilizar sua aplicação e coerência com os estudos do PDE.

Neste sentido, o Apêndice II do primeiro relatório deste grupo temático apresenta os desenvolvimentos teóricos necessários para definir uma forma coerente de se considerar, na metodologia de cálculo, os critérios ora propostos, considerando o arcabouço regulatório

brasileiro vigente. Ao longo do texto, são demonstrados os princípios que fundamentam a atual metodologia e, a partir daí, são incorporados os novos critérios e, ao final, obtém-se uma nova fórmula de cálculo que, basicamente, é refletida na expressão a seguir:

$$GF_i = \frac{\sum_{s \in \Omega} g_{i,s}^* \pi_s^* + \lambda^* \sum_{s \in \Omega^\alpha} \frac{g_{i,s}^*}{n_\alpha}}{\sum_{s \in \Omega} \pi_s^* + \lambda^*(1 - \beta)} \quad \forall i \in T$$

Onde:

$g_{i,s}$: energia produzida na usina i , no cenário s

π_s : variável dual associada à restrição de atendimento a demanda, no cenário s ;

λ : variável dual associada à restrição de atendimento ao critério do CVaR[déficit]

Ω^α : conjunto de cenários utilizados para o cômputo da restrição CVaR[déficit]

β : valor limite para a restrição do CVaR[déficit] proporcionalmente à demanda

Essa nova expressão passa a considerar a contribuição do projeto para atender ao critério de garantia de suprimento e o valor que os consumidores atribuem a essa capacidade. Conforme pode-se desenvolver, a partir dessa expressão geral, ao se verificar o caso específico em que a restrição CVaR do déficit não é o critério ativo e, portanto, o valor de λ é nulo, obtém-se a mesma expressão vigente (sem o novo critério).

Como a carga crítica representa a quantidade de energia que o sistema consegue atender dado um critério de suprimento, o cálculo desta grandeza está diretamente associado ao critério estabelecido. Cabe destacar que as garantias físicas dos empreendimentos representam a contribuição desses empreendimentos no atendimento a essa carga crítica.

Considerando os critérios de suprimento vigentes, de risco limitado a 5% e da igualdade do CMO e CME, a operacionalização da convergência do mercado crítico para cálculo das garantias físicas dos empreendimentos com despacho centralizado pode ser observada no fluxograma abaixo:

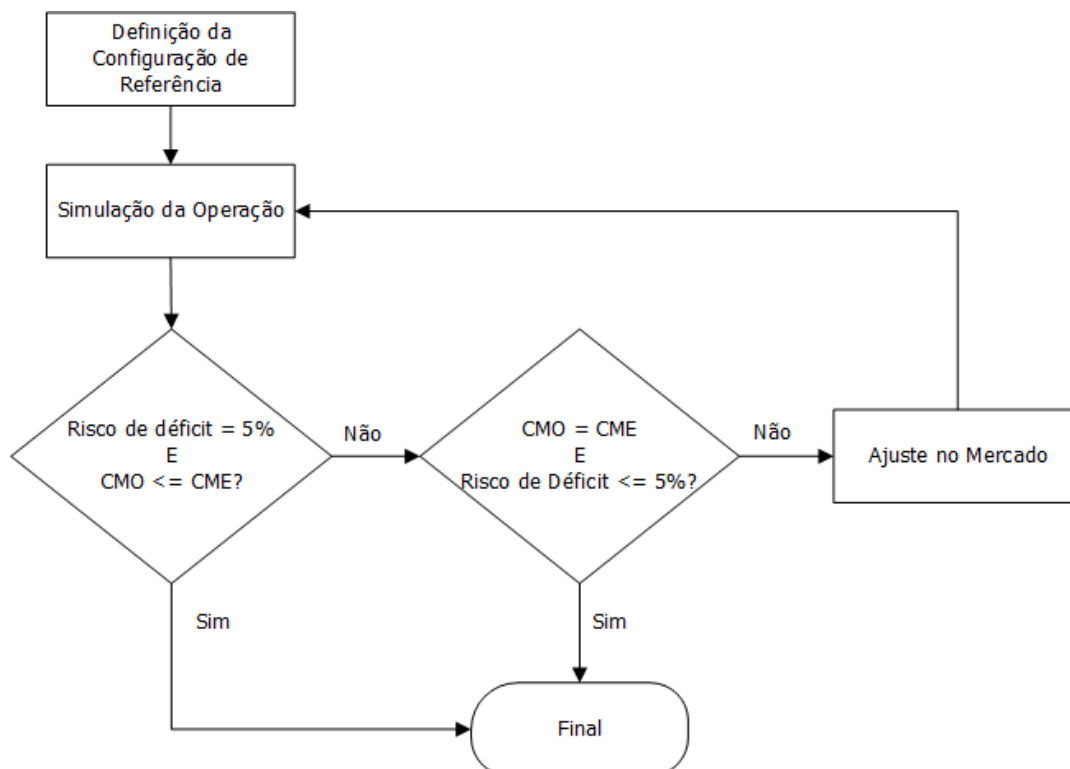


Figura 11 - Etapas de convergência da carga crítica no processo de cálculo de garantia física.

Ressalta-se que para obtenção da carga crítica é necessário que pelo menos um dos critérios esteja ativo. Caso contrário, seria possível ajustar o mercado de maneira incremental até que uma restrição se torne ativa.

Na prática, desde a implementação do critério econômico em 2008, a igualdade do CMO e CME passou a ser o critério ativo, com o limite de risco de insuficiência de oferta passando a ser atendido com folga. Nesse sentido, os novos critérios de suprimento resultam na incorporação de dois novos componentes de avaliação e na retirada do critério recorrentemente inativo do risco de déficit de energia. A adequação do processo de cálculo da garantia física considerando os novos critérios de suprimento pode ser observada no fluxograma da Figura 12.

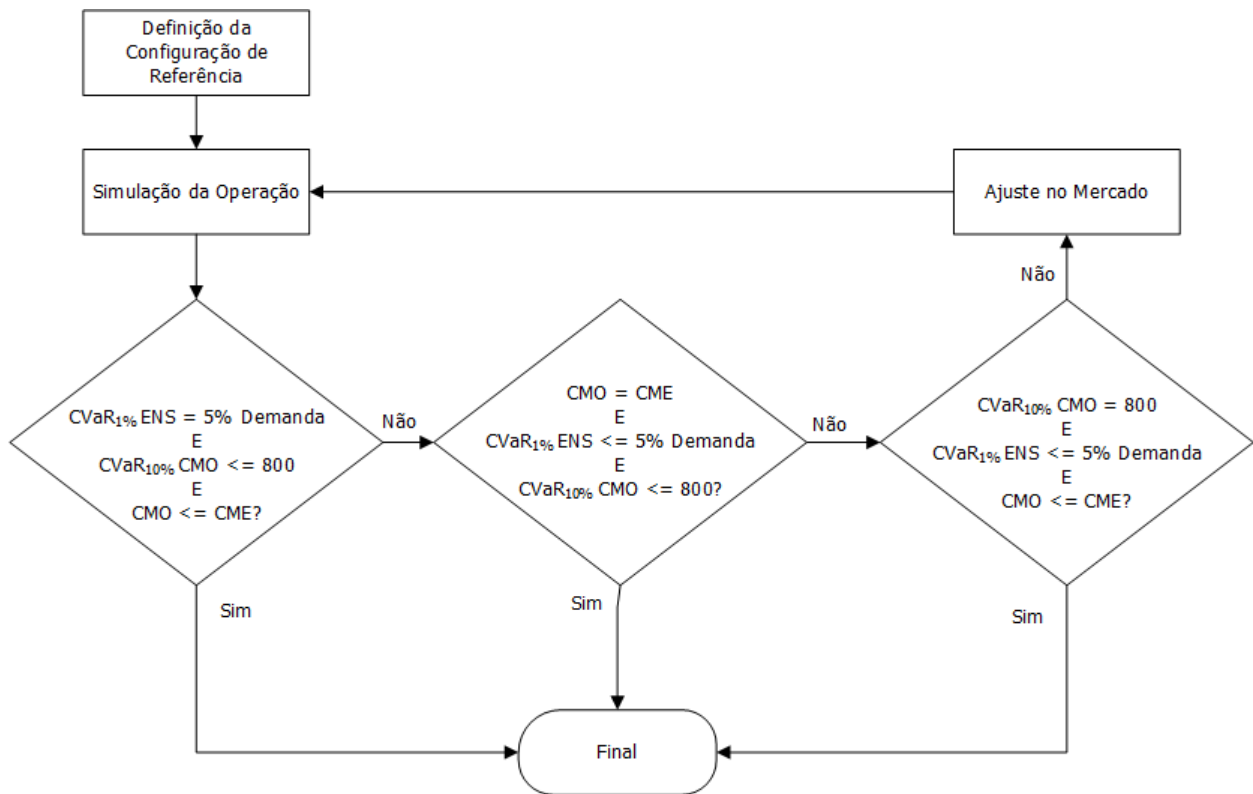


Figura 12 - Fluxograma do procedimento de convergência da carga crítica considerando os novos critérios de suprimento.

Após a convergência da carga crítica, o cálculo da garantia física passa a ser realizado considerando a equação anterior que, como informado, resultará em uma expressão diferente da atual apenas para os casos em que a componente do CVaR da energia não suprida for o critério ativo.

Por fim, ressalta-se que, como a garantia física avalia a contribuição em termos de energia associada a um empreendimento a partir de um critério de suprimento estabelecido, a métrica de potência dos novos critérios de suprimento não será incorporada neste processo, devendo ser objeto de avaliações posteriores para uma eventual definição de lastro de capacidade.

2.4.3. IMPACTO DA APLICAÇÃO DOS NOVOS CRITÉRIOS NO CÁLCULO DA GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

Para avaliação de um eventual impacto no dimensionamento das garantias físicas dos empreendimentos com despacho centralizado em decorrência da utilização dos novos critérios para avaliação da adequabilidade do suprimento, foram realizados ambos os processos de convergência da carga crítica descritos no item anterior a partir do caso base para o cálculo da garantia física dos empreendimentos participantes no Leilão A-4/2019, disponível no site da

EPE. Nesse contexto, a partir da metodologia vigente de cálculo de garantia física, buscou-se explicitar o impacto exclusivamente decorrente da aplicação dos novos critérios de suprimento em um caso estático utilizado para o cálculo de garantia física.

Dessa forma, a única diferença entre os casos convergidos é a consideração dos novos critérios de suprimento no processo para obtenção da carga crítica, permanecendo inalterada a configuração de referência e as demais premissas.

A Tabela 6 apresenta um resumo dos resultados encontrados para as métricas associadas tanto aos critérios vigentes quanto aos critérios propostos com as respectivas parametrizações.

Tabela 6 - Comparação dos resultados para as diferentes métricas

Critérios de Suprimento Considerados	Risco de déficit (%)	CMO médio (R\$/MWh)⁵	CVaR ENS (% Demanda)	CVaR CMO (R\$/MWh)
Critérios Atuais	0.42%	234.23	0.7%	849.72
Critérios Propostos	0.40%	222.83	0.6%	805.05

Com a atualização dos critérios, a restrição ativa deixou de ser a igualdade do CMO e do CME, passando a se tornar o CVaR_{10%} do CMO.

Assim, considerando a operacionalização descrita anteriormente, o mercado simulado foi ajustado por meio de reduções sucessivas, resultando em um decremento final de, aproximadamente, 0,3%. As variações na carga crítica, no bloco térmico e no bloco hidráulico são apresentadas na Tabela 7.

⁵ O CME vigente na época de cálculo é de R\$234/MWh.

Tabela 7 - Comparação dos resultados com a aplicação dos diferentes critérios

Critérios de Suprimento Considerados	Bloco Hidráulico (MW médio)	Bloco Térmico (MW médio)	Bloco de usinas não despachadas (MW médio)	Carga Crítica (MW médio)
Critérios Atuais	53 960	17 948	15 807	87 715
Critérios Propostos	53 958	17 663	15 807	87 427
Diferença %	0.0%	-1.6%	-	-0.3%

Dos resultados para essa configuração, observa-se que o bloco hidráulico permaneceu estável, indicando não haver alterações significativas nas garantias físicas desses empreendimentos em decorrência, exclusivamente, da consideração dos novos critérios de suprimento propostos. Para o bloco térmico houve uma redução de 1,6%. No entanto, individualmente, os empreendimentos termelétricos são afetados de maneira diferente em função de suas características técnico-operativas e, principalmente, econômicas, como o custo variável unitário.

Por conta disso, de forma a se obter um maior grau de detalhamento dos impactos para os empreendimentos termelétricos, o bloco térmico foi dividido em faixas de CVU, conforme a Tabela 8, em que foram agregados os resultados das garantias físicas simuladas para as usinas pertencentes a cada conjunto de CVU correspondente. Como resultado, observa-se que para as usinas com CVU baixo não houve indicação de alteração significativa na garantia física, que passou a apresentar mudanças mais relevantes para o conjunto de usinas com CVU mais elevado.

Tabela 8 - Comparação dos resultados para os empreendimentos termelétricos por faixa de CVU

Faixa de CVU (R\$/MWh)	GF simulada (critérios atuais)	GF simulada (novos critérios)	Diferença %
CVU < 100	6 692	6 692	0.0%
100 <= CVU < 200	5 202	5 170	-0.6%
200 <= CVU < 300	4 697	4 542	-3.3%
300 <= CVU < 600	930	864	-7.2%
CVU >= 600	428	395	-7.6%

Cabe destacar que como o critério ativo não foi o CVaR da energia não suprida, a equação para obtenção das garantias físicas simuladas foi a mesma em ambos os casos e corresponde à estabelecida na Portaria MME nº 101/2016.

Adicionalmente, é importante ressaltar que os resultados apresentados nessa seção foram obtidos para o caso base do Leilão A-4/2019 e com o objetivo de se obter uma primeira sensibilidade dos impactos nas garantias físicas associados exclusivamente à adoção dos critérios de suprimento propostos.

Dessa forma, é importante mencionar que não foram avaliados impactos decorrentes de evoluções metodológicas e outros parâmetros que não fazem parte do escopo deste relatório, assim como destacar que eventuais mudanças na configuração de referência e nos demais parâmetros de entrada, considerados nas simulações, podem levar a níveis de impacto diferentes.

3. CONCLUSÕES

Iniciativas como a implantação do preço horário e a revisão dos critérios de garantia de suprimento têm como função central permitir “enxergar” o sistema eletro-energético de forma mais aderente à realidade operativa e são passos fundamentais para avançar em outras discussões em pauta no Governo, no âmbito do Grupo de Trabalho de Modernização do Setor Elétrico, instituído na Portaria MME nº 187, de 2019⁶. Dentre os eixos temáticos discutidos no GT a revisão do critério de suprimento tem forte correlação, mas não só, com a separação entre lastro e energia, uma das principais discussões relacionadas ao novo desenho de mercado. Os critérios de suprimento devem estabelecer parâmetros que sinalizem para a necessidade de contratação adicional dos atributos que o sistema requer. Analisando o mesmo ponto sobre outra ótica, o mapeamento do sistema realizado para propor a revisão dos critérios é o ponto de partida para o desenho dos produtos necessários e que serão comercializados no novo mercado.

A necessidade de revisar os critérios de garantia de suprimento, apontada neste documento, tem como objetivo tornar os instrumentos de avaliação das condições de atendimento ao sistema elétrico mais transparentes e assertivos, aumentando a aderência entre o planejamento da operação, planejamento da expansão e cálculo de garantia física. Dessa forma, o planejador entregaria ao operador um sistema mais seguro sob diversos aspectos (CMO, déficit de energia e déficit de potência), dado determinados níveis de riscos julgados aceitáveis, e ao menor custo.

A escolha das métricas de riscos a comporem o critério de suprimento para avaliação da adequabilidade da oferta deve ser tomada a partir de uma série de avaliações conceituais, considerando o atendimento a atributos como coerência, facilidade de interpretação e robustez.

Diante do exposto, propõe-se como critério econômico a métrica CVaR (CMO) e como critérios de segurança conjugar as métricas CVaR (Energia Não Suprida), CVaR (Potência Não Suprida) e LOLP. O primeiro Relatório do Grupo Temático “Critérios de Garantia de Suprimento”, divulgado

⁶ Projeto de Lei de Modernização e Expansão do Mercado Livre de Energia Elétrica, que tem como objetivo o aprimoramento do Marco legal do setor elétrico brasileiro e reflete o encerramento da Consulta Pública Nº 33.

na Consulta Pública MME nº 80 de 30/08/2019, já havia apresentado uma lógica para definição dos parâmetros associados a cada uma dessas métricas – seus limites e nível de confiança no caso da medida CVaR, primando pela coerência entre eles, o que evita a relação de dominância entre as métricas. Através das contribuições recebidas no Workshop realizado em 17/07/2019 e nas Consultas Públicas do MME sobre o relatório de apoio, pode-se constatar a percepção positiva da sociedade com relação a lógica de construção proposta e, assim, evoluir nas discussões para definição dos parâmetros, cujos valores sugeridos foram apresentados neste documento. A Tabela 9 resume a proposta de revisão dos critérios de garantia de suprimento, que deverão ser aplicados nos estudos de planejamento da expansão a partir de janeiro de 2020.

Tabela 9 - Resumo das métricas propostas

	PDE	Cálculo de Garantia Física
Crítérios de Segurança	$CVaR_{1\%}(ENS) < 5[\%Demanda]$ $LOLP < 5\%$ ^(a) $CVaR_{5\%}(PNS) < 5[\%Demanda]$	$CVaR_{1\%}(ENS) < 5[\%Demanda]$
Crítérios Econômicos	$CVaR_{10\%}(CMO) < 800[R\$/MWh]$	$CVaR_{10\%}(CMO) < 800[R\$/MWh]$ $CMO = CME$

(a) Probabilidade associada a uma duração de 1,5% do mês (demanda de ponta).

A não consideração do requisito de flexibilidade de forma explícita nos critérios propostos, em um primeiro momento, advém do entendimento de que este requisito pode ainda ser atendido como um “sub-produto” da correta sinalização da necessidade quanto aos requisitos de energia e capacidade de potência. No entanto, reconhece-se que, à medida que hajam avanços na representação dos modelos de otimização energética e na qualidade de dados que permitam aferir de forma precisa a escassez de flexibilidade para expansão do sistema, naturalmente os critérios devem evoluir para que sejam incorporadas novas métricas associadas a este atributo.

É importante pontuar que o sinal econômico, capturado no planejamento da expansão com o uso do modelo de decisão de investimento, sinaliza a expansão de menor custo, dadas as premissas adotadas. Entende-se que as restrições de segurança devem existir para induzir a expansão em situações que não são capturadas pelo preço (otimização econômica). Apenas nessas situações os critérios de garantia de suprimento serão ativos.

Nesse sentido, vale reforçar que o critério de suprimento deve atuar de forma direta na orientação da expansão do sistema. Assim, os efeitos provocados pela adoção dos critérios de suprimento devem ser percebidos na operação e formação de preço somente quando o sistema planejado se tornar realidade, o que possivelmente irá contribuir para minimizar a necessidade de aplicação de medidas operativas adicionais pelo Operador. Até que isso ocorra, entende-se que o ONS continuará fazendo uso do critério como uma forma de aferir se a decisão de despacho e as condições de suprimento do sistema estão adequadas, ou seja, coerentes com a visão de segurança operativa.

Os estudos para definição dos critérios de garantia de suprimento foram divididos em duas etapas: avaliação das métricas de risco e definição dos parâmetros associados às métricas. As métricas, sendo coerentes, devem ser robustas à diferentes configurações, metodologias de otimização e parâmetros exógenos ao problema, além de independentes do desenho de mercado. No entanto, os parâmetros das métricas (limites das restrições) podem variar com essas condições e características dos sistemas. Isso posto, propomos o seguinte encaminhamento:

- Revisão das Resoluções CNPE: Definição das métricas associadas ao critério de garantia de suprimento.
- Publicação de Portaria MME (ou outro instrumento flexível a definir): Definição dos parâmetros associados às métricas, que devem ser revistos anualmente ou na ocorrência de fatos relevantes, p. ex. mudança de versão dos modelos de otimização.

Por fim, diante das mudanças significativas no setor que estão previstas para os próximos anos, como a alteração na forma de contratação com a eventual separação de lastro e energia, que têm elevado potencial de alterar estruturalmente o ambiente no qual a garantia física se enquadra. Este novo contexto de desenho do mercado brasileiro, ensejaria a necessidade de avaliação e desenvolvimento de metodologias para cálculo dos requisitos do sistema para expansão e cálculo de lastro da oferta, seja de um gerador ou de um portfólio de projetos, como previsto no plano de ação do GT Modernização a ser divulgado pelo MME no final do mês de outubro.

Reconhecendo a importância da participação dos agentes do setor elétrico e da sociedade, de uma forma geral, no processo de construção da proposta de revisão dos critérios de suprimento, o dividimos em dois momentos: apresentação dos conceitos e propostas metodológicas e apresentação da proposta completa de critérios (métricas e parâmetros). Neste contexto, as contribuições recebidas com relação aos aspectos conceituais foram essenciais

para que fosse possível dar mais um passo e caminhar para etapa seguinte, para a qual, mais uma vez, a colaboração de todos é fundamental.