

Novos Critérios de Garantia de Suprimento

Perguntas frequentes



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL



Tabela Resumo dos Critérios Gerais de Garantia de Suprimento

	Plano Decenal de Expansão de Energia	Cálculo de Garantia Física de Energia ⁴
Critérios de Segurança	$CVaR_{1\%}(ENS) \leq 5\%^{(a)}$ $LOLP \leq 5\%^{(a)(b)}$ $CVaR_{5\%}(PNS) \leq 5\%^{(c)}$	$CVaR_{1\%}(ENS) \leq 5\%^{(a)}$
Critérios Econômicos	$CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800 \text{ R\$/MWh}^{(c)}$	$CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800 \text{ R\$/MWh}^{(c)}$

(a) Base anual

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

(c) Base mensal

(4) No cálculo de garantia física, é considerada a igualdade entre CMO e CME assegurando o acoplamento com os estudos de planejamento da expansão do sistema elétrico.

Perguntas frequentes

- ✓ Para que servem critérios de garantia de suprimento? (5)
- ✓ Por que alterar os critérios de garantia de suprimento? (8)
- ✓ Como se daria a aplicação dos novos critérios de suprimento considerando a separação de lastro e energia? (11)
- ✓ Os critérios definidos serão usados simultaneamente em todos os processos de planejamento da expansão? (13)
- ✓ Que processos serão impactados pela revisão dos critérios de garantia de suprimento? (16)
- ✓ De que forma os novos critérios de garantia de suprimento serão aplicados no planejamento da operação? (19)
- ✓ O uso da métrica CVaR(CMO) pode elevar o CMO/PLD? (21)
- ✓ Em virtude do crescimento da geração não controlável, como das fontes eólica e solar fotovoltaica, é importante representar suas incertezas no modelo oficial de formação de preço. Então, por que aplicar os novos critérios de garantia de suprimento antes desses avanços? Qual a frequência de revisão desses parâmetros? (23)



- ✓ **O que é o Conditional Value at Risk (CVaR) e por que empregá-lo? (25)**
- ✓ **O uso da métrica CVaR aplicada ao CMO pode sobreofertar a matriz, elevar os encargos para os consumidores e diminuir o incentivo da gestão bilateral do risco de preço por parte dos agentes? (28)**
- ✓ **As hidrelétricas perdem garantia física ao aplicar os novos critérios de garantia de suprimento? (31)**
- ✓ **Qual a metodologia empregada para estimar a necessidade de potência do sistema? O modelo será disponibilizado? Haverá consulta pública específica sobre essa metodologia? (33)**
- ✓ **O sistema de transmissão está sendo considerado nos critérios de suprimento? (35)**
- ✓ **Por que as métricas utilizadas nos critérios de garantia de suprimento foram definidas em Resolução do CNPE e os parâmetros foram definidos em Portaria do MME? (38)**
- ✓ **Como aferir $CVaR_{1\%}(ENS) \leq 5\%$ para o Plano Decenal de Expansão de Energia? (41)**
- ✓ **Como aferir $CVaR_{1\%}(ENS) \leq 5\%$ para o Cálculo da Garantia Física de Energia? (43)**
- ✓ **Como aferir $CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800 \text{ R\$/MWh}$ para o Plano Decenal de Expansão de Energia? (45)**
- ✓ **Como aferir $CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800 \text{ R\$/MWh}$ para o Cálculo da Garantia Física de Energia? (47)**





**Para que servem critérios
de garantia de suprimento?**

? Para que servem critérios de garantia de suprimento

Muitas vezes não nos damos conta, mas critérios de garantia de suprimento estão presentes no nosso dia-a-dia em diferentes contextos. Por exemplo, as pessoas não esperam acabar o combustível do automóvel para ir até o posto reabastecer. Ao invés disso, adotam critérios para estabelecer as condições de risco que estão dispostas a correr. Naturalmente as percepções dependem das experiências vividas por cada indivíduo, tanto é que alguns só vão abastecer quando atingida a reserva de combustível, enquanto outros, mais conservadores, correm para o posto já quando estão a meio-tanque. Essas decisões de reabastecimento também dependem do contexto: se o percurso é urbano ou rodoviário, se está chovendo, se é dia ou se é noite, se está sozinho ou em família, se há expectativa de combustível mais barato no outro Estado, se há expectativa de aumento de preços no curto prazo, e assim por diante.

Para o suprimento de energia elétrica não é diferente.

? Para que servem critérios de garantia de suprimento

Todavia, o critério de garantia de suprimento de energia elétrica é coletivo, e não individual, já que o sistema é compartilhado por todos os consumidores e geradores.

O conceito em si é originário do dimensionamento de reservatórios para abastecimento humano de água, ainda no século XIX, posteriormente utilizado no dimensionamento econômico de usinas hidrelétricas e de suas produções em cascata.





**Por que alterar os critérios
de garantia de suprimento?**

Por que alterar os critérios de garantia de suprimento



Os critérios de garantia de suprimento válidos até 2019 eram compostos pelo risco de insuficiência da oferta de energia elétrica, limitado a 5% em qualquer subsistema, e a igualdade entre Custo Marginal de Operação (CMO) e Custo Marginal de Expansão (CME).

Esses critérios foram suficientes para sinalizar os requisitos (necessidades estruturais) do sistema, quando a participação das hidrelétricas era predominante na composição da matriz de geração de energia elétrica. Naquela época, o perfil da matriz do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) levava a um sistema restrito apenas em **energia** (energia era o requisito mais relevante para o adequado suprimento do sistema), já que as hidrelétricas prestam diversos serviços ao sistema, como, por exemplo, de atendimento à potência, que vinha associado ao requisito de energia.

Por que alterar os critérios de garantia de suprimento



No entanto, o parque gerador vem passando por significativas transformações, que, no médio e longo prazo, ainda devem se acentuar.

Assim, as premissas utilizadas no passado para definir as diretrizes da expansão do sistema elétrico brasileiro não mais se verificam.

Por esses motivos, a redefinição dos critérios de garantia suprimento é essencial para o planejamento da expansão de energia, sendo passo fundamental para o processo de modernização, pois, junto com a revisão dos Mecanismos de Formação de Preço e a implantação do preço horário, atua como elo entre a realidade físico-operativa e comercial.





Como se daria a aplicação dos novos critérios de suprimento considerando a separação de lastro e energia?



Como se daria a aplicação dos novos critérios de suprimento considerando a separação de lastro e energia

Os critérios de suprimento têm o objetivo de aferir a adequação do suprimento, ou seja, de garantir que os investimentos na expansão sejam feitos no momento e do modo correto. Sempre que necessário (quando a otimização econômica não for suficiente para induzir o investimento), eles devem sinalizar para a contratação de oferta adicional que ajude a atender aos requisitos do sistema.

Assim, o mapeamento do sistema, realizado para propor a revisão dos critérios, é o ponto de partida para o desenho dos produtos/serviços requeridos pelo sistema (lastros de suprimento), que serão contratados no novo mercado.

Os novos critérios indicarão quais requisitos do sistema são escassos, e a escassez cria a oportunidade de mercado.



Os critérios definidos serão usados simultaneamente em todos os processos de planejamento da expansão?

Os critérios definidos serão usados simultaneamente em todos os processos de planejamento da expansão

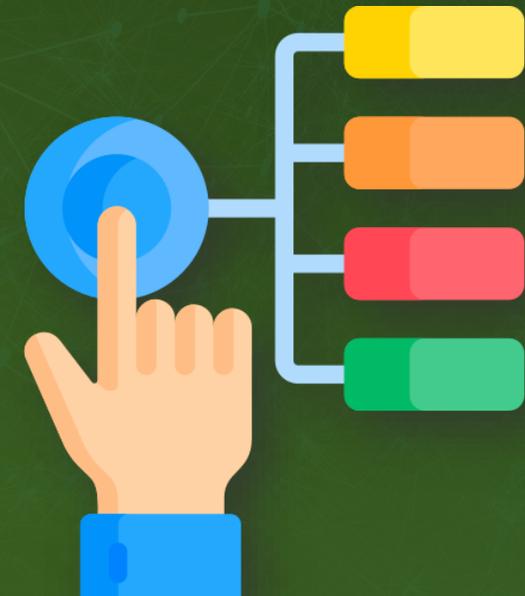


Sim, os novos critérios de garantia de suprimento têm duas dimensões:

- **Energia - CVaR(energia não suprida) e CVaR(CMO), e**
- **Potência – CVaR(potência não suprida) e LOLP**

Os critérios serão aplicados simultaneamente na avaliação de decisão de investimento nos estudos de planejamento da expansão da oferta de energia elétrica (PDE e Garantia Física).

Especificamente nos cálculos de garantia física de energia, será utilizado apenas o critério geral de garantia de suprimento na dimensão energia.



Os critérios definidos serão usados simultaneamente em todos os processos de planejamento da expansão



Critério de otimalidade econômica: igualdade entre CMO e CME

PDE: está endógeno ao processo, dado que este adota um modelo de otimização de decisão de investimento.

Cálculo de Garantia Física de Energia: é aplicado de forma exógena.

No processo de convergência da carga crítica , procura-se atender:

a) $CMO=CME$ com $CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800$ ⁽¹⁾ e $CVaR_{1\%}(ENS) \leq 5\%$;

Se a) não for obtido, altera-se a carga crítica até obter b) ou c):

b) $CVaR_{10\%}(CMO)=800$ ⁽²⁾, $CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800$ ⁽¹⁾ e $CVaR_{1\%}(ENS) \leq 5\%$;

c) $CVaR_{1\%}(ENS)=5\%$ e $CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800$ ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ em todos os meses

⁽²⁾ em, pelo menos, um mês



Que processos serão impactados pela revisão dos critérios de garantia de suprimento?



Que processos serão impactados pela revisão dos critérios de garantia de suprimento

Como os novos critérios de garantia de suprimento podem exercer influência sobre a decisão de investimento e, conseqüentemente, sobre o valor do custo marginal de expansão (CME), todos os processos que utilizam estas informações como dado de entrada (por exemplo, o cálculo para a estimativa do custo das perdas elétricas) poderão ser impactados, assim como o PDE e o cálculo da garantia física de energia, que serão impactados diretamente.

Da mesma forma, a definição dos produtos a serem contratados nos leilões, que está relacionada com a expansão indicativa do PDE, também poderá ser impactada.

Já o planejamento da operação será impactado de forma indireta, à medida que a matriz elétrica indicada (considerando a aplicação dos novos critérios) se realizar.







**De que forma os novos
critérios de garantia de
suprimento serão aplicados no
planejamento da operação?**

De que forma os novos critérios de garantia de suprimento serão aplicados no planejamento da operação



O ONS, para elaboração do planejamento da operação, usará os critérios de garantia de suprimento para monitorar e avaliar a adequabilidade das condições de atendimento à demanda de energia elétrica do sistema. Esses critérios, por sua vez, servem de referência para a realização de análises que poderão 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.



**O uso da métrica CVaR(CMO)
pode elevar o CMO/PLD?**



O uso da métrica $CVaR(CMO)$ pode elevar o CMO/PLD

Num primeiro momento, os critérios de garantia de suprimento não seriam internalizados na cadeia de modelos de otimização do despacho hidrotérmico.

Conforme descrito na resposta à pergunta anterior, não impactariam no Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) ou no CMO.





Em virtude do crescimento da geração não controlável, como das fontes eólica e solar fotovoltaica, é importante representar suas incertezas no modelo oficial de formação de preço. Então, por que aplicar os novos critérios de garantia de suprimento antes desses avanços? Qual a frequência de revisão desses parâmetros?

Os critérios de suprimento indicam a condição de adequabilidade desejada para o sistema, com base na qualidade do atendimento e nos custos de fornecimento. Logo, **as métricas propostas devem ser robustas** diante de aprimoramentos nos modelos energéticos, do desenho de mercado, da alteração da composição da matriz elétrica, entre outros.

Por outro lado, é possível que alterações metodológicas, atualização de dados da configuração, entre outros, levem, futuramente, a ajustes dos **parâmetros associados às métricas dos critérios**.

Dessa forma, a melhoria constante da representação dos recursos energéticos nos modelos de otimização é almejada e, sempre que realizada, os critérios deverão ser revistos e atualizados, caso julgue-se necessário.



**O que é o Conditional
Value at Risk (CVaR) e
por que empregá-lo?**



O que é o Conditional Value at Risk (CVaR) e por que empregá-lo

O CVaR é a média dos valores de uma curva de distribuição acumulada considerando apenas seus valores extremos. Por exemplo, a figura abaixo apresenta a distribuição acumulada para uma variável X , onde o CVaR é a média dos valores dessa curva no intervalo entre $(100\% - \alpha)$ até 100% (área azul da Figura), dado um nível de confiança α .



Essa medida é muito utilizada no mercado financeiro e vem substituindo diversas outras, inclusive por atender propriedades que definem se uma medida de risco é coerente, conforme defendido por Artzner et al⁽¹⁾

(1) Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M., Heath, D. (1999) Coherent measures of risk. *Mathematical Finance* 9, 203-228)



O que é o Conditional Value at Risk (CVaR) e por que empregá-lo

Para a definição dos novos critérios de suprimento, além de uma avaliação conceitual e analítica das diversas medidas de risco (probabilidade, valor esperado, CVaR, critério econômico, etc.), também foi realizado um levantamento das melhores práticas internacionais em países de matrizes predominantemente hídrica (Peru, Colômbia, Costa Rica, Panamá, Países Nórdicos, Canadá/Quebec e Nova Zelândia).

Dentre os atributos analisados, destaca-se a capacidade de a medida escolhida atender ao efeito portfólio, pois essa avaliação é recorrente no planejamento de sistemas de potência ao inserir novos componentes (usinas, troncos de intercâmbio, cargas, etc.). Assim, foram realizadas diversas perturbações no sistema e, conforme esperado, o CVaR, dentre as medidas candidatas para a avaliação do suprimento, se destacou ao indicar corretamente melhora ou piora das condições de garantia de suprimento. Por outro lado, outras medidas, como, por exemplo, a LOLP, ainda podem prover informações relevantes e, por isso, foi proposta sua associação ao CVaR.

Adicionalmente, no caso específico das variáveis Energia e Potência Não Suprida – ENS e PNS, respectivamente, **a métrica CVaR permite avaliar não só a probabilidade de ocorrência de situações (cenários de energia natural afluyente) com déficit, quanto a profundidade desses déficits.**



O uso da métrica CVaR aplicada ao CMO pode sobreofertar a matriz, elevar os encargos para os consumidores e diminuir o incentivo da gestão bilateral do risco de preço por parte dos agentes?

A metodologia proposta para definição dos parâmetros para a métrica CVaR(CMO) considera a probabilidade de ocorrência de déficit de energia aderente ao risco aceitável no planejamento da expansão.

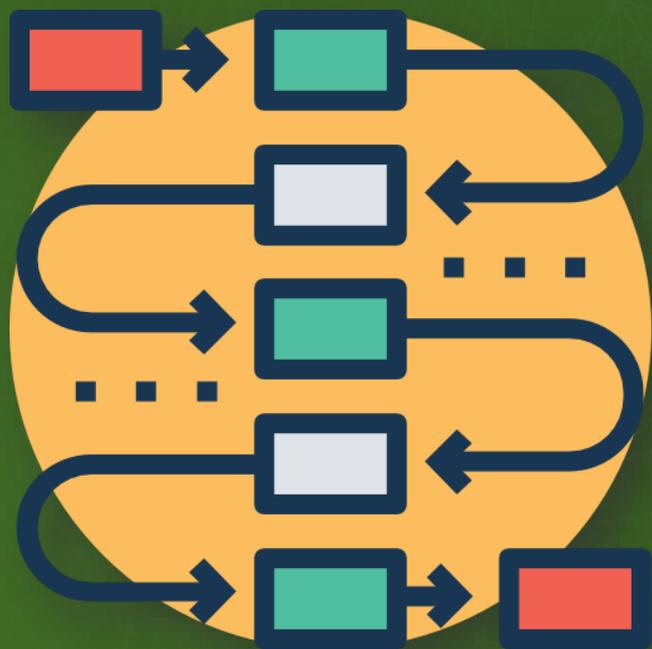
Além do valor do custo de déficit e de sua probabilidade, são também considerados os patamares de CVU das tecnologias para atendimento à ponta, que tendem a ser as tecnologias de maior custo unitário a fazer parte do sistema planejado.



Dessa forma, a métrica CVaR(CMO) não impedirá as variações do preço da energia ao longo do tempo, importantes para sinalizar adequadamente os momentos de escassez e abundância de recursos.

Conjugando esses custos unitários com a probabilidade de operação em cada um desses níveis de preço, é esperado que o CVaR(CMO) contribua para estimular a eficiência da alocação de recursos, sendo um importante instrumento de monitoramento entre o sistema planejado e a operação.

Portanto, os critérios de suprimento cumprirão seu papel de induzir a expansão de forma eficiente.



A matriz de energia elétrica tende a ficar mais aderente às necessidades do operador com a adoção dos novos critérios de garantia de suprimento. Portanto, não é esperado um aumento dos encargos operativos.



**As hidrelétricas perdem
garantia física ao aplicar os
novos critérios de garantia
de suprimento?**



As hidrelétricas perdem garantia física ao aplicar os novos critérios de garantia de suprimento?

Diversos casos oficiais, empregando os novos critérios de garantia de suprimento, foram analisados e não foi encontrada tendência de redução da garantia física de energia das usinas hidrelétricas. O relatório disponibilizado na Consulta Pública nº 88, de 22/10/2019, apresenta um estudo de caso que ilustra esses resultados.



A EPE continuará realizando estudos para avaliar o impacto do uso dos critérios de suprimento nos estudos de planejamento da expansão (cálculo de garantia física de energia e PDE), mas é oportuno reiterar a importância da participação dos agentes nesse processo, visando elaborar análises que reflitam as diferentes perspectivas dos agentes do setor.



Qual a metodologia empregada para estimar a necessidade de potência do sistema? O modelo será disponibilizado? Haverá consulta pública específica sobre essa metodologia?

Qual a metodologia empregada para estimar a necessidade de potência do sistema



A nota técnica EPE-DEE-NT-035/2017-r2, sobre a metodologia empregada nos últimos Planos Decenais de Expansão de Energia para estimar a capacidade de suprimento de potência, está disponível no site da EPE como material de apoio ao PDE 2029. Essa metodologia vem sendo constantemente atualizada, fruto de discussões em diferentes fóruns nacionais e internacionais, não obstante seja reconhecida a necessidade de novos avanços.

A EPE se mantém aberta para o diálogo e conta com a colaboração de todos os agentes nesse contínuo processo de aperfeiçoamento.

Para estimular cada vez mais esse ambiente de produtiva discussão, a EPE está trabalhando para disponibilizar aos agentes, ainda no primeiro semestre de 2020, a ferramenta de cálculo utilizada.



**O sistema de transmissão
está sendo considerado nos
critérios de suprimento?**



O sistema de transmissão está sendo considerado nos critérios de suprimento



Sim. Atualmente, a avaliação relacionada às restrições do sistema de transmissão é realizada a partir da utilização dos limites das interligações entre os submercados nos modelos de simulação energética.



O sistema de transmissão está sendo considerado nos critérios de suprimento

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.

Futuramente será avaliada a necessidade de aprimoramentos pontuais, como a utilização de metodologias que sinalizem adequadamente os benefícios locacionais do SIN para a expansão da oferta e a realização de estudos de confiabilidade composta da geração e transmissão para aferição dos resultados.



Por que as métricas utilizadas nos critérios de garantia de suprimento foram definidas em Resolução do CNPE e os parâmetros foram definidos em Portaria do MME?

Por que as métricas foram definidas em Resolução CNPE e os parâmetros em Portaria do MME?



Os estudos para definição dos critérios de garantia de suprimento foram divididos em duas etapas: (1) avaliação das métricas de risco e (2) definição dos parâmetros associados às métricas.

As métricas, sendo coerentes, devem ser robustas a diferentes configurações, metodologias de otimização e parâmetros exógenos ao problema, além de independentes do desenho de mercado. No entanto, os parâmetros associados às métricas (níveis de confiança para o CVaR e limites máximos) podem variar com essas condições e características dos sistemas.

Por que as métricas foram definidas em Resolução CNPE e os parâmetros em Portaria do MME?



Por essa razão, foi dado o seguinte encaminhamento:

- ✓ **CNPE:** Definição das métricas associadas ao critério de garantia de suprimento.
- ✓ **MME:** Definição e avaliação periódica ou na ocorrência de fatos relevantes, como por exemplo, mudança de versão dos modelos de otimização, da necessidade de revisão dos parâmetros associados às métricas de risco, sejam eles os níveis de confiança ou os limites máximos.





Como aferir

$$\mathbf{CVaR}_{1\%}(\mathbf{ENS}) \leq 5\%$$

para o Plano Decenal de

Expansão de Energia?



Como aferir $\text{CVaR}_{1\%}(\text{ENS}) \leq 5\%$ para o Plano Decenal de Expansão de Energia

Para cada ano, os valores de energia não suprida de cada mês em %, isto é, déficit mensal em relação à demanda mensal, formam uma única distribuição, ou seja, são 12 meses x 2.000 valores da simulação final, totalizando 24.000 valores para cálculo do $\text{CVaR}_{1\%}(\text{ENS})$ de cada ano.





Como aferir

$$\text{CVaR}_{1\%}(\text{ENS}) \leq 5\%$$

para o Cálculo da Garantia

Física de Energia?



Como aferir $CVaR_{1\%}(ENS) \leq 5\%$ para o Cálculo da Garantia Física de Energia?

Para todo o período de planejamento, os valores de energia não suprida em %, isto é, déficit mensal em relação à demanda mensal, formam uma única distribuição com 120.000 valores (12 meses x 2.000 valores da simulação final x 5 anos de período de planejamento) a serem utilizados no cálculo do $CVaR_{1\%}(ENS)$.



Dados para cálculo do $CVaR_{1\%}(ENS)$ para o Período de Planejamento	
Jan do Ano ₁	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}
Jan do Ano ₂	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}
...	...
Jan do Ano ₅	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}
Fev do Ano ₁	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}
Fev do Ano ₂	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}
...	...
Fev do Ano ₅	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}
.
Dez do Ano ₁	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}
Dez do Ano ₂	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}
.
Dez do Ano ₅	ENS(%) _{cenário1} ... ENS(%) _{cenário2000}



Como aferir

$CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800 \text{ R\$/MWh}$

para o Plano Decenal de

Expansão de Energia?

Como aferir



$CVaR_{10\%}(CMO) \leq 800 \text{ R\$/MWh}$

**para o Cálculo da Garantia Física
de Energia?**



Como aferir $\text{CVaR}_{10\%}(\text{CMO}) \leq 800 \text{ R\$/MWh}$ para o Cálculo da Garantia Física de Energia?

Para cada mês, os 2.000 valores da simulação final de CMO de cada ano do horizonte de planejamento são ordenados formando uma única distribuição com 10.000 valores (5 anos * 2.000 cenários) e, então, faz-se a média dos 10% maiores valores de CMO.

Esquemáticamente, se os anos do horizonte de planejamento vão do Ano_j até o Ano_k, se calcularia o $\text{CVaR}_{10\%}(\text{CMO})$ para cada um dos 12 meses considerando os 2.000 valores de cada um dos 5 anos entre Ano_j até o Ano_k:

Horizonte de Planejamento

Pré

Pós

Ano _i	...	Ano _j												...	Ano _k												...	Ano _z
...	...	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	...	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Dados para cálculo do CVaR_{10%}(CMO) de Janeiro	
Jan do Ano _j	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}
Jan do Ano _{j+1}	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}
...	...
Jan do Ano _k	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}

Dados para cálculo do CVaR_{10%}(CMO) de Fevereiro	
Fev do Ano _j	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}
Fev do Ano _{j+1}	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}
...	...
Fev do Ano _k	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}

...

Dados para cálculo do CVaR_{10%}(CMO) de Dezembro	
Dez do Ano _j	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}
Dez do Ano _{j+1}	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}
...	...
Dez do Ano _k	CMO _{cenário1} ... CMO _{cenário2000}

...

...

...

...



Acesse

<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretaria-executiva/modernizacao-do-setor-eletrico>

