

Rio de Janeiro, 29/03/2023

Ao Senhor

Gentil Nogueira de Sá Junior

Ministério das Minas e Energia

Secretário de Energia Elétrica

---

**ASSUNTO:** Curvas Referenciais de Armazenamento para o Ano de 2023

**Ref.:** [1] NT-ONS DPL 0032/2023

Prezado Senhor,

1. Encaminhamos em anexo a NT [1], que apresenta as premissas e metodologia empregadas na construção de uma proposta de atualização da CRef para ser adotada no ano de 2023, assim como apresenta as curvas propostas.
2. Para pronta referência seguem as principais conclusões e recomendações da NT.
  - 2.1. Considerando a função do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE de acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional, o ONS vem apoiando este Comitê na avaliação conjuntural e eventual necessidade de adoção de medidas adicionais de aversão a risco, de forma complementar às políticas de operação energética resultantes dos modelos de otimização adotados oficialmente para o Planejamento e Programação da Operação.
  - 2.2. Destaca-se que as Curvas Referenciais de Armazenamento – CRef apresentadas nesta Nota Técnica se limitam a servir como apoio às decisões tomadas pelo CMSE, sendo responsabilidade deste Comitê o comando pelo acionamento de geração térmica complementar àquelas despachadas por ordem de mérito.
  - 2.3. A metodologia e principais premissas para elaboração das curvas foram detalhadas nesta Nota Técnica, destacando-se a importância da aderência das premissas ao nível de aversão a risco percebido pelo Operador e pelo CMSE, no curto prazo, em face das condições hidroenergéticas vigentes. É importante ressaltar que as métricas e critérios propostos são previsíveis e reproduzíveis por qualquer agente do setor elétrico. Isso é imprescindível, uma vez que estas ações resultam em custos adicionais à operação do SIN, impactando toda a sociedade.

- 2.4. Recomenda-se a adoção das curvas apresentadas nesta Nota Técnica durante o ano 2023, para subsidiar decisões de despacho fora da ordem de mérito de forma a manter os reservatórios em níveis considerados seguros. Recomenda-se também que a avaliação leve em conta tanto os níveis verificados de armazenamento quanto a evolução dos níveis prospectados, seja para o final do mês operativo, final do período úmido ou final do período seco. Desta forma, procura-se antecipar despacho termelétrico de usinas com CVU não tão elevados, reduzindo a probabilidade de necessidade de despacho termelétrico futuro utilizando térmicas de CVU bastante elevados.

Atenciosamente,

**Alexandre Nunes Zucarato**  
Diretor de Planejamento

C.c.: Thiago Vasconcelos Barral Ferreira – MME  
Alessandro D’Afonseca Cantarino – ANEEL  
Giovani Vitória Machado – EPE  
Talita Porto – CCEE

NT-ONS DPL 0032/2023

## **CONSTRUÇÃO DA CURVA REFERENCIAL DE ARMAZENAMENTO - CREF - PARA O ANO DE 2023**

MARÇO DE 2023

Operador Nacional do Sistema Elétrico

Rua Júlio do Carmo, 251 - Cidade Nova

20211-160 – Rio de Janeiro – RJ

Tel (+21) 3444-9400 Fax (+21) 3444-9444

Este documento foi assinado digitalmente por Alexandre Nunes Zucarato.  
Para verificar as assinaturas vá ao site <https://portalassinaturas.ons.org.br> e utilize o código 2BF2-4F33-3AC6-3E5C.

© 2023/ONS

Todos os direitos reservados.

Qualquer alteração é proibida sem autorização.

NT-ONS DPL 0032/2023

# **CONSTRUÇÃO DA CURVA REFERENCIAL DE ARMAZENAMENTO - CREF - PARA O ANO DE 2023**

MARÇO DE 2023

Este documento foi assinado digitalmente por Alexandre Nunes Zucarato.  
Para verificar as assinaturas vá ao site <https://portalassinaturas.ons.org.br> e utilize o código 2BF2-4F33-3AC6-3E5C.

## Sumário

1	Introdução e Objetivo	4
2	Metodologia para Definição da Curva Referencial de Armazenamento (CRef)	7
3	Premissas para Simulação	10
4	Resultados da Aplicação da Metodologia Proposta para Definição da CRef para o Ano de 2023	17
5	Diretrizes para Utilização da CRef pelo CMSE	22
6	Conclusões e Recomendações	24

## 1 Introdução e Objetivo

O Planejamento da Operação Energética tem por objetivo apresentar as avaliações das condições de atendimento à carga prevista de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional – SIN para um horizonte superior a um mês até cinco anos à frente.

No horizonte estrutural, estes estudos visam subsidiar o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE, o Ministério de Minas e Energia - MME e a Empresa de Pesquisa Energética – EPE/MME quanto à eventual necessidade de estudos de planejamento da expansão, no sentido de avaliar a necessidade/viabilidade da antecipação de obras de geração e/ou transmissão para a adequação da oferta de energia elétrica aos critérios de garantia de suprimento vigentes, definidos pelo Conselho Nacional de Política Energética – CNPE (Resolução CNPE nº 29/2019).

No horizonte conjuntural, com base no subsídio de estudos elaborados pelo ONS, cabe ao CMSE a deliberação de eventuais medidas operativas adicionais ao despacho por ordem de mérito que garantam o equilíbrio de curto prazo da operação do SIN, ou seja, o pleno atendimento ao mercado, sempre à luz da modicidade tarifária cotejada com a segurança energética. Esse tipo de avaliação de desempenho do SIN normalmente contempla os horizontes de um mês em curso até o final da estação seca ou da estação chuvosa subsequente<sup>1</sup>.

Estas eventuais medidas operativas adicionais, deliberadas pelo CMSE, podem ter por base uma metodologia que robusteça a respectiva tomada de decisão quanto ao despacho de geração fora da ordem de mérito. Esta geração adicional é titulada na apuração da pós-operação como “Garantia de suprimento energético (GE)”, e abrange os despachos de recursos energéticos ou mudanças no sentido dos intercâmbios entre subsistemas por decisão do CMSE. Cabe destacar, que estes despachos têm comando e apuração diferenciada dos que acontecem no caso da titulação “Geração Fora da Ordem de Mérito de Custo (GFOM)”, que corresponde a um montante de geração programado fora da Ordem de Mérito de Custo para compensação antecipada de eventuais indisponibilidades por falta de combustível.

A partir do racionamento de 2001, uma das grandezas energéticas de maior atenção do ONS tem sido a energia armazenada (% da Energia Armazenada Máxima - %EAR<sub>máx</sub>) nos principais subsistemas, bem como nos principais reservatórios de regularização das bacias hidrográficas, dado que estes estoques

---

<sup>1</sup> Análises conjunturais desenvolvidas pelo ONS são apresentadas nos Planos Anuais da Operação Energética (PEN) e atualizadas sistematicamente para as reuniões ordinárias e/ou extraordinárias do CMSE.

estratégicos de água armazenada permitem garantir a controlabilidade da operação eletroenergética do SIN (em face à ainda predominante hidroeletricidade na geração de energia elétrica para o SIN), principalmente no final de cada estação seca e na transição para a estação chuvosa subsequente. Isso explica o histórico de mecanismos de aversão a risco que foram empregados nos processos de planejamento e programação da operação, como as Curvas Bianaus de Aversão a Risco – CAR, os Procedimentos Operativos de Curto Prazo - POCP, as Curvas Plurianuais (cinco anos) de Aversão a Risco – CAR5 e, o CVaR e, mais recentemente, o VMinOp.

Deve-se observar que, devido as últimas expansões do parque gerador hidroelétrico estar baseada, em quase sua totalidade, em usinas hidráulicas a fio d'água, sem a agregação de reservatórios de regularização para fazer frente ao crescimento da carga, as condições de armazenamentos iniciais de cada mês e sua evolução ao longo do ano têm tido importância cada vez maior nas avaliações energéticas de curto prazo.

Destaca-se ainda a relevante e crescente participação na matriz de Energia Elétrica do SIN, de outras fontes renováveis que não são controláveis, como as usinas eólicas e fotovoltaicas, caracterizadas pela variabilidade e intermitência em sua disponibilidade. Este fato vem conduzindo mudança significativa, não só nos padrões operativos do SIN, para a garantia energética no médio e curto prazos, como também na própria evolução dos estudos energéticos para avaliações de desempenho, que se tornam fortemente sensíveis, às condições hidroenergéticas e meteorológicas de curto prazo e às condições econômicas do País, que se refletem no crescimento da carga prevista e realizada.

Conseqüentemente, o monitoramento contínuo das condições meteorológicas e hidroenergéticas de curto prazo é fator fundamental na indicação da aplicação de medidas operativas de segurança que reduzam, na prática, os riscos de eventual colapso hidráulico ou mesmo de racionamento, inclusive avaliando-se a oportunidade de articulações com agentes do Setor, MME, MMA, ANA, Ibama e órgãos ambientais estaduais, para eventuais flexibilização de restrições operativas de diversas naturezas, tais como de uso múltiplo da água e/ou ambientais.

É importante mencionar que a eficiência dessas medidas operativas, que buscam o pleno atendimento da carga no curto prazo, o chamado Equilíbrio Conjuntural, depende da governança das cascatas, bem como do nível de potência energética do SIN, na qual se inclui a reserva operativa do sistema para atendimento à demanda máxima e para a mitigação dos impactos da variabilidade e/ou intermitência da geração eólica e/ou solar. O dimensionamento adequado desta reserva constitui uma importante avaliação dos estudos de planejamento da operação para subsídios ao planejamento da expansão.

Nesse contexto, cumpre ao Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, propor medidas adicionais de segurança energética sempre que as condições conjunturais possam impor risco ao atendimento energético do País no horizonte temporal do planejamento e/ou programação da operação.

Essas medidas objetivam garantir armazenamentos mínimos nos reservatórios das usinas hidrelétricas, notadamente daquelas situadas nas cabeceiras das principais bacias hidrográficas do País, visando manter estoques estratégicos para o atendimento à carga e aos demais usos múltiplos da água ao longo de cada ciclo hidrológico anual.

Dentre essas medidas operativas, que complementam as políticas definidas pelos modelos de otimização, destaca-se o despacho de geração térmica fora da ordem de mérito. Para tal, faz-se necessária a definição de métricas de monitoramento das condições de atendimento, que podem ser, por exemplo, através de uma ou mais curvas referenciais de armazenamento (CRef), e de critérios para a determinação do acionamento da geração termoelétrica complementar para recuperação dos níveis dos reservatórios de regularização em relação à essas curvas.

É importante destacar a necessidade de que essas métricas e critérios devam ser estabelecidos de forma clara, previsível e reproduzível por qualquer agente do setor elétrico, por se tratar de ações que resultam em custos adicionais à operação do SIN, impactando toda a sociedade.

Na NT ONS 0126/2019 foi apresentado um histórico das discussões metodológicas ocorridas durante o ano de 2019, detalhando a metodologia utilizada na definição da curva referencial de armazenamento do subsistema Sudeste/Centro-Oeste que foi adotada no ano de 2020.

As NT ONS DPL 0021/2021 e ONS DPL 0156/2021 apresentaram as premissas e metodologia empregadas na construção da CRef adotada nos anos de 2021 e 2022, respectivamente, assim como apresentaram as respectivas curvas resultantes.

O objetivo desta Nota Técnica é apresentar as premissas e metodologia que foram empregadas na construção de uma proposta de atualização da CRef para ser adotada no ano de 2023, assim como apresentar as curvas propostas. Adicionalmente, são propostas diretrizes para utilização da CRef pelo CMSE.

Finalmente, cabe destacar que a decisão de geração fora do mérito é uma prerrogativa do CMSE, conforme disposto na Resolução do Conselho de Política Energética – CNPE nº 3/2013.

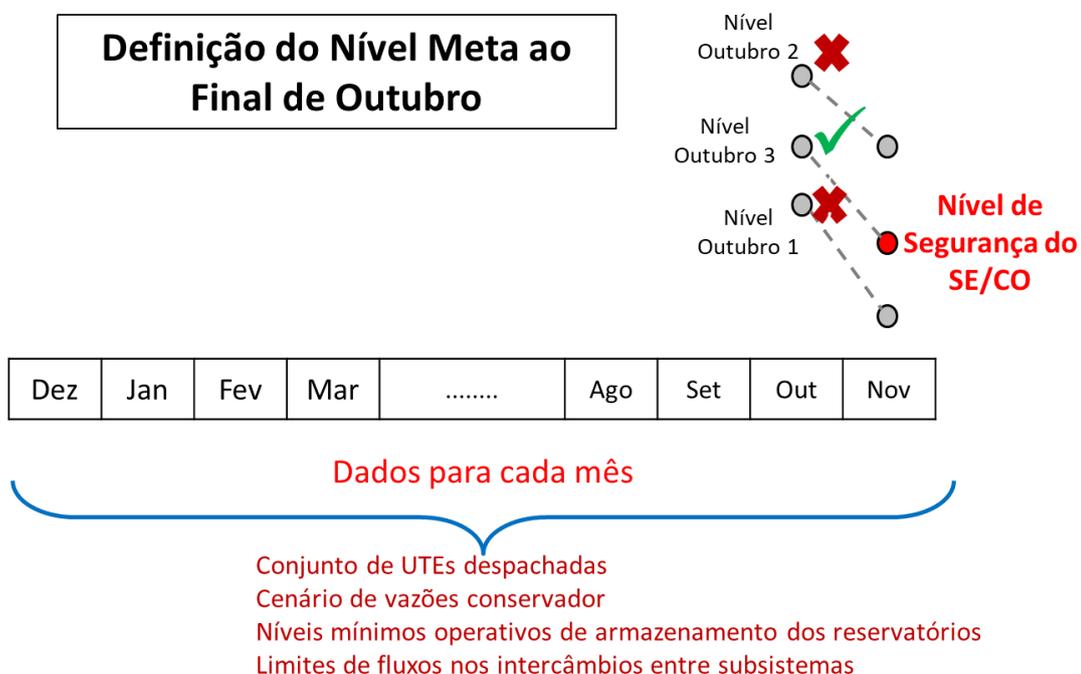
## 2 Metodologia para Definição da Curva Referencial de Armazenamento (CRef)

Uma Curva Referencial de Armazenamento é estabelecida considerando que a demanda energética do SIN seja plenamente atendida, dado um cenário hidrológico conservador e um montante de geração termoelétrica previamente despachado. Dessa forma, a curva fica condicionada ao montante de despacho termoelétrico, bem como, ao cenário hidrológico selecionado e ao nível de segurança indicado para o mês de novembro (final do período seco), variáveis estas, que buscam retratar a aversão ao risco de curto prazo percebido pelo ONS e CMSE.

Como ferramenta para a construção das curvas de referência é utilizado o modelo DECOMP, em sua modalidade “PL único”. A construção da curva é realizada através de um processo recursivo, onde para cada mês do horizonte de estudo, partindo-se do último em direção ao primeiro, são feitas simulações com o modelo de modo a se alcançar determinado nível meta de armazenamento ao final do mês em análise.

A Figura 2-1, a seguir, ilustra a base metodológica para definição de um ponto da curva, no caso exemplo, aquele associado ao nível ao final de outubro, que se caracteriza como o penúltimo mês do horizonte de estudo.

Figura 2-1: Base Conceitual da Metodologia Proposta



Da Figura 2-1, anterior, verifica-se que, conhecidos o nível meta ao final de novembro (que para este mês é o próprio nível de segurança do Sudeste/Centro-Oeste), o cenário de vazões, o despacho térmico e as restrições operativas, procura-se, através de simulações com o modelo DECOMP, definir o nível de armazenamento equivalente do Sudeste/Centro-Oeste no início do mês que resulta no nível meta ao final do mês. Ou seja, é realizado um processo iterativo utilizando o modelo DECOMP, variando-se os níveis de partida dos reservatórios, de modo a se encontrar níveis que resultem no nível meta ao final do mês. A título de ilustração, na Figura 2-1, o processo é iniciado considerando o “Nível Outubro 1” como nível de partida para a execução do DECOMP, que resulta num nível de armazenamento ao final de novembro inferior ao nível de segurança. Por não ter atingido o nível meta, este nível de partida é incrementado e uma nova simulação do DECOMP é realizada considerando o “Nível Outubro 2” como partida, resultando em um nível no final de novembro superior ao nível de segurança do Sudeste/Centro-Oeste. Uma nova simulação com o DECOMP é realizada partindo-se do “Nível Outubro 3”, resultando ao final de novembro no nível de segurança. Este “Nível Outubro 3” se caracteriza então, como o ponto da CRef para o final do mês de outubro. Tal nível passa a ser considerado como nível meta para o final do mês de outubro, e processo de construção da curva continua de modo a se encontrar o ponto associado ao final do mês de setembro, e assim por diante.

Cabe ressaltar que como se trata de um processo iterativo que visa obter o armazenamento mínimo necessário para atendimento ao nível meta, os armazenamentos iniciais de cada usina são um importante parâmetro para essa simulação e algumas condições de contorno (heurísticas) devem ser estabelecidas:

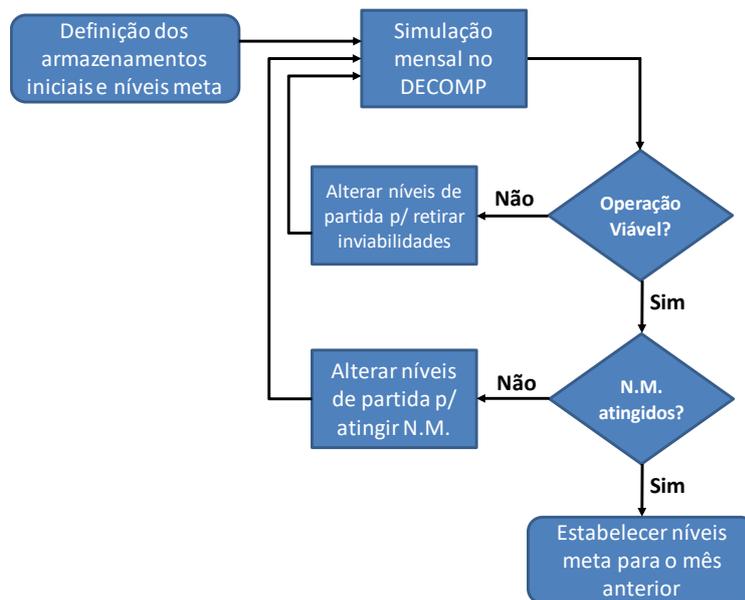
- a. Na 1ª iteração são utilizados os armazenamentos mínimos de cada usina como ponto de partida, conforme premissas que serão detalhadas na seção seguinte.
- b. Caso a operação resulte em déficit ou não atendimento à meta de armazenamento de algum subsistema, procede-se uma nova rodada com um incremento uniforme no nível de partida das UHEs do subsistema Sudeste/Centro-Oeste.
- c. Caso a operação resulte em inviabilidades pontuais decorrentes do atendimento às restrições elétricas ou restrições de defluência, armazenamento e irrigação, uma nova simulação é realizada elevando-se o nível de partida das usinas relacionadas às inviabilidades encontradas, podendo ser necessário atuação em diferentes usinas de uma mesma cascata.
- d. Após a remoção das inviabilidades, ainda pode ser necessário atuar nos níveis de partida, uma vez que a operação viável pode chegar acima do

nível meta estabelecido. Dessa forma uma nova rodada é realizada, atuando nos níveis de partida iniciais de forma que se chegue exatamente ao valor estabelecido de Nível Meta (N.M).

e. Por fim, os armazenamentos iniciais equivalentes de cada subsistema são utilizados como níveis meta na simulação recursiva a ser realizada para o mês anterior.

O fluxograma apresentado na Figura 2-2, a seguir, resume o processo acima descrito.

**Figura 2-2: Fluxograma do Processo de Definição dos Níveis Meta Mensais**



### 3 Premissas para Simulação

Conforme mencionado anteriormente, a definição do nível de segurança para o final do período seco, o despacho térmico considerado e o cenário de vazões são de extrema importância na construção de uma Curva Referencial de Armazenamento, tendo grande influência sobre os resultados obtidos. Esta seção tem por objetivo apresentar as premissas adotadas da definição de tais parâmetros.

#### Nível Segurança para o Final do Período Seco

Os níveis de segurança ao final do período seco foram construídos tomando como referência os níveis mínimos operativos dos reservatórios que compõem os subsistemas, estabelecidos com base em condições operativas que assegurem usos múltiplos da água, ou na experiência do próprio operador com relação a governança da cascata. A Figura 3-1 apresenta o nível de segurança adotado para os reservatórios do Sudeste/Centro-Oeste, assim como o racional associado, e compara com os respectivos valores adotados na construção das curvas para o ano anterior. Vale destacar que para os reservatórios que não constam na figura, foi considerado nível mínimo de 10%.

**Figura 3-1: Nível de Segurança dos Reservatórios do Sudeste/Centro-Oeste**

Bacia	UHE	Racional	Nível de Segurança 2023	Nível de Segurança 2022
Grande	FURNAS	Governabilidade da Cascata <sup>(1)</sup>	20,00	22,88
	M DE MORAES	Governabilidade da Cascata <sup>(1)</sup>	30,00	32,10
	MARIMBONDO	Governabilidade da Cascata <sup>(1)</sup>	15,00	15,00
	A. VERMELHA	Governabilidade da Cascata <sup>(1)</sup>	15,00	15,00
Paraíba do Sul	PARAIBUNA	Resolução ANA 1.382/2015	10,00	10,00
	JAGUARI	Resolução ANA 1.382/2015	20,00	20,00
	FUNIL	Resolução ANA 1.382/2015	30,00	30,00
	LAJES	Resolução ANA 1.382/2015	18,70	18,70
Paraná	I. SOLTEIRA	Navegabilidade da Hidrovia	45,90	45,90
Paranaíba	SÃO SIMÃO	Governabilidade da Cascata	15,00	20,00
	SERRA DO FACÃO	Governabilidade da Cascata	20,00	20,00
	BATALHA	Governabilidade da Cascata	20,00	20,00
	NOVA PONTE	Governabilidade da Cascata	20,00	20,00
	EMBORÇAÇÃO	Governabilidade da Cascata <sup>(1)</sup>	20,00	20,00
	ITUMBIARA	Governabilidade da Cascata <sup>(1)</sup>	20,00	20,00
Paranapanema	JURUMIRIM	Resol. ANA 132/2022 - L.Sup. Faixa de Restrição	25,00	20,00
	CHAVANTES	Resol. ANA 132/2022 - L.Sup. Faixa de Restrição	20,00	20,00
	CAPIVARA	Resol. ANA 132/2022 - L.Sup. Faixa de Restrição	15,00	20,00
São Francisco	TRÊS MARIAS	Res. ANA 2081/2017- L.Sup. Faixa de Restrição	30,00	30,00
Tietê	BILLINGS	-	60,00	60,00
	TRÊS IRMÃOS	Navegabilidade da Hidrovia	45,60	45,60
	B. BONITA	Navegabilidade da Hidrovia	48,30	48,30
	PROMISSÃO	Navegabilidade da Hidrovia	29,00	29,00
	SERRA DA MESA	L.Sup. Faixa de Atenção da Res. ANA 70/2021	20,00	20,00
-	Demais UHEs	Governabilidade da Cascata	10,00	10,00
EAR (SE/CO) - %EARmáx. O equivalente SE/CO resulta em 19,8% EARmáx. Por premissa,			20,00	20,00

(1) Valor em linha com a condição de Operação em Restrição, proposta pela Agência Nacional das Águas – ANA, através do Ofício ANA 59/2022.

Na Figura 3-2 são apresentados os níveis de segurança adotados para os reservatórios dos subsistemas Sul, Nordeste e Norte e o racional que os justificam, resultando em níveis de segurança equivalentes a 30%, 23,3% e 22,5% da energia armazenável máxima de cada um destes subsistemas, respectivamente. Além disso, são mostrados também os respectivos valores adotados na construção das curvas para o ano anterior.

**Figura 3-2: Nível de Segurança dos Reservatórios do Sul, Nordeste e Norte**

Bacia	UHE	Racional	Volume Mínimo Operativo CRef 2023	Volume Mínimo Operativo CRef 2022
S. Francisco	TRÊS MARIAS	Res. ANA 2081/2017- L.Sup. Faixa de	30,00	30,00
		Res. ANA 2081/2017- L.Sup. Faixa de		
	SOBRADINHO	Restrição	20,00	20,00
	ITAPARICA	Res. ANA 2081/2017	30,00	30,00
-	Demais UHEs	Governabilidade da Cascata	10,00	-
EAR (NE) - %EARmáx			23,30	23,50

Bacia	Racional	Volume Mínimo Operativo CRef 2023	Volume Mínimo Operativo CRef 2022
Uruguai	NT ONS 145/2018	40,00	40,00
Iguaçu	NT ONS 145/2018	20,00	20,00
Jacuí	NT ONS 145/2018	30,00	30,00
EAR (SUL) - %EARmáx		30,00	30,00

Bacia	UHE	Racional	Volume Mínimo Operativo CRef 2023	Volume Mínimo Operativo CRef 2022
Tocantins	SERRA DA MESA	L.Sup. Faixa de Atenção da Res. ANA 70/2021	20,00	20,00
	TUCURUÍ	NT-ONS DOP 0063-2022 (ref. Nov/22)	19,10	15,80
-	Demais UHEs	Governabilidade das Cascatas	10,00	10,00
EAR (NORTE) - %EARmáx			22,50	20,70

Os níveis de segurança de cada subsistema foram considerados no mês de novembro/23.

### **Disponibilidade e Despacho Térmico**

A disponibilidade térmica considerada foi a do Programa Mensal de Operação (PMO) de outubro de 2022, levando em consideração a restrição de escoamento de 1.200 MWmed associada ao somatório da geração de UTEs na área Rio estabelecida pela RT-ONS DPL 0357/2022.

Ademais, foi considerado o CVU conjuntural declarado pelos agentes para todos os meses do horizonte da Curva. Ressalta-se que, até o ano anterior, a construção das Curvas de Referência consideraram o CVU estrutural em todo o horizonte.

Com relação ao despacho térmico, da mesma forma que no ciclo anterior, foram construídas três curvas referenciais de armazenamento do subsistema Sudeste/Centro-Oeste, denominadas Curva A (verde), Curva B (amarela) e Curva C (vermelha).

A curva verde considerou o despacho pleno das usinas térmicas do SIN com CVU até 381,33 R\$/MWh, que equivale ao CVU da UTE Termorio, que foi adotada como último recurso térmico despachado na construção da curva verde do ciclo anterior. Exceção está nas UTEs a GNL com despacho antecipado, que não foram

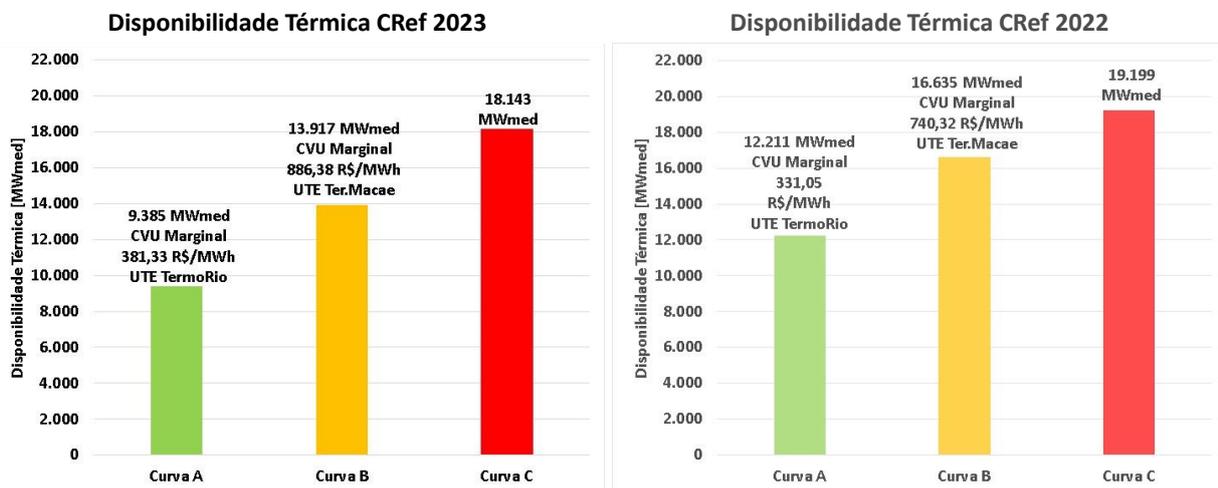
consideradas na construção da curva verde. Tais premissas resultam em uma disponibilidade média de geração no horizonte de janeiro/2023 a novembro/2023 de cerca de 9.385 MWmed.

A curva amarela considerou o despacho pleno de todas as térmicas do SIN com CVU até 886,38 R\$/MWh, associado a UTE Termomacaé, que se caracteriza como a térmica mais cara a gás natural com disponibilidade não nula. Devido a incorporar usinas com CVU mais elevados, pressupõe-se que provavelmente as usinas a GNL com despacho antecipado já teriam recebido comando de despacho, e por isso foram consideradas na construção da curva. Tais premissas resultam em uma disponibilidade média de geração no horizonte de janeiro/2023 a novembro/2023 de cerca de 13.917 MWmed.

A curva vermelha considerou o despacho pleno de todas as térmicas do SIN, incluindo aquelas a GNL com despacho antecipado. Tais premissas resultam em uma disponibilidade média de geração no horizonte de janeiro/23 a novembro/23 de cerca de 18.143 MWmed.

A título de ilustração, a Figura 3-3, a seguir apresenta a disponibilidade térmica considerada na construção de cada uma das curvas de referência, com as informações supracitadas de CVU marginal de cada faixa. Além disso, compara-se com os valores utilizados na construção das curvas do ano anterior.

**Figura 3-3: Disponibilidade Térmica CRef 2023**

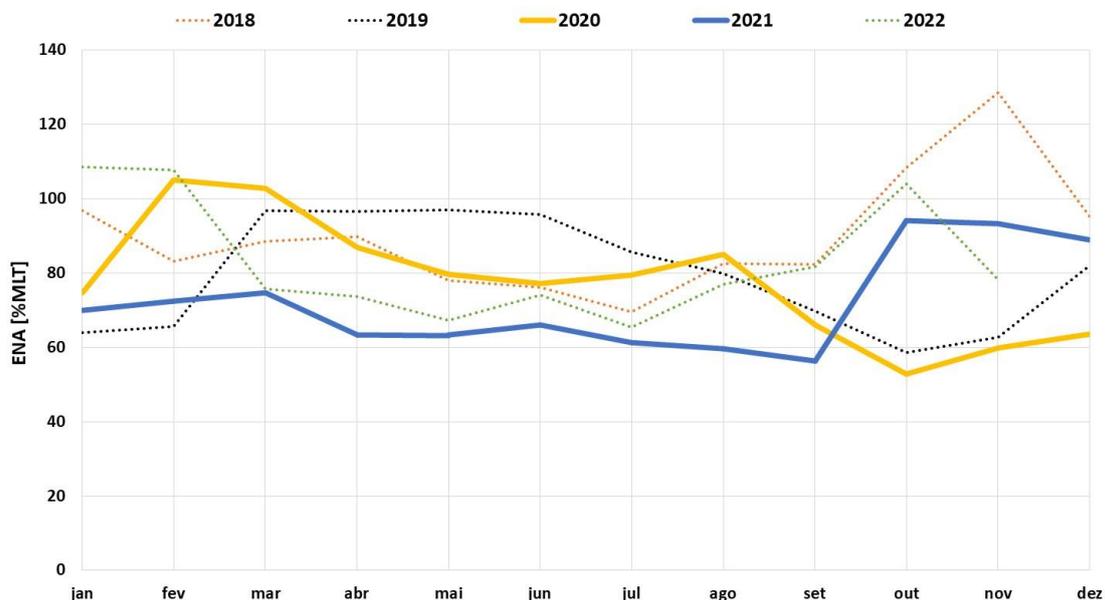


### Cenário de Vazões

A Figura 3-4, a seguir, apresenta as Energias Naturais Afluentes realizadas no subsistema Sudeste/Centro-Oeste nos últimos cinco anos do histórico. Nesta

figura aparece em destaque, nas cores amarela e azul, as ENAs realizadas nos anos de 2020 e 2021, respectivamente.

**Figura 3-4: Energias Naturais Afluentes do Subsistema Sudeste/Centro-Oeste (% MLT)**



Na Figura 3-4, anterior, observa-se que, tomando como referência uma janela de 12 meses, as ENAs do período outubro/2020 a setembro/2021 são as mais críticas dos últimos cinco anos do histórico.

Ressalta-se que na construção de uma curva referencial de armazenamento, dado o seu objetivo de robustecer a respectiva tomada de decisão e avaliações quanto à segurança operativa sistêmica, é considerado adequado e oportuno utilizar um cenário de vazões conservador. Neste sentido, para sua construção foram consideradas as vazões mensais verificadas no período de outubro/2020 a setembro/2021. Ressalta-se que, tais valores foram os mesmos utilizados na construção das curvas para o ano anterior.

A Figura 3-5, a seguir, apresenta para cada mês o valor da ENA resultante, em percentual da MLT, tanto para o subsistema Sudeste/Centro-Oeste quanto para o SIN.

**Figura 3-5: Cenário Hidrológico**

ENA RESULTANTE (% MLT)												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
SE/CO	70%	73%	75%	63%	63%	66%	61%	59%	56%	53%	60%	63%
SIN	71%	72%	82%	65%	63%	63%	57%	53%	60%	43%	58%	63%

Na construção das Curvas de Referência, o cenário de vazão e os montantes de despacho térmico, considerados em cada curva (A, B ou C), constituem os principais parâmetros que traduzem a percepção de risco na metodologia utilizada.

Além disso, ratificando o que já foi mostrado nos itens anteriores, a única alteração na metodologia de atualização destes parâmetros, na construção das curvas propostas em relação às curvas aprovada no ano anterior, foi a consideração do CVU conjuntural, ao invés do CVU estrutural, para todo o horizonte. Esta alteração é uma adequação ao processo de atualização do CVU considerado nos processos de Planejamento e Programação da Operação Eletroenergética, que culminam na decisão de despacho de geração térmica por ordem de mérito.

Neste contexto, pode-se aferir não haver alteração significativa na percepção do risco na construção das curvas propostas em relação à construção das curvas do ano anterior.

### **Premissas Adicionais**

As curvas de referência foram construídas adotando como base de dados o deck do modelo NEWAVE do PMO de outubro/2022 com a atualização da carga de energia de acordo com o PLAN 2023-2027. A partir das configurações do parque gerador, interligações entre subsistemas e carga de energia de cada mês do horizonte de estudo definido em tal deck, foram montados os decks para execução do modelo DECOMP.

As simulações consideraram as condições para operação da bacia do Rio São Francisco, estabelecidas pela Resolução ANA nº 2.081/2017, as regras operativas da bacia do Rio Tocantins, estabelecidas pela Resolução ANA nº 70/2021, curva de deplecionamento de Tucuruí conforme estabelecido na NT ONS DOP 0063/2022 – “Curva Referencial de Deplecionamento da UHE Tucuruí para o Período de Julho a Dezembro de 2022”, adoção do Hidrograma B de consenso da UHE Belo Monte, e as regras operativas da bacia do Paranapanema estabelecidas pela Resolução ANA 132/2022.

As considerações acima foram adotadas na construção das curvas do ano anterior, com exceção das regras operativas da bacia do Paranapanema, que só foram publicadas no dia 10 de outubro de 2022.

Adicionalmente, foram consideradas duas premissas nas defluências mínimas das UHEs Jupia e Porto Primavera, conforme a seguir:

- Curvas A e B: defluências mínimas autorizadas de 4.000 m<sup>3</sup>/s na UHE Jupia e de 4.600 m<sup>3</sup>/s na UHE Porto Primavera.

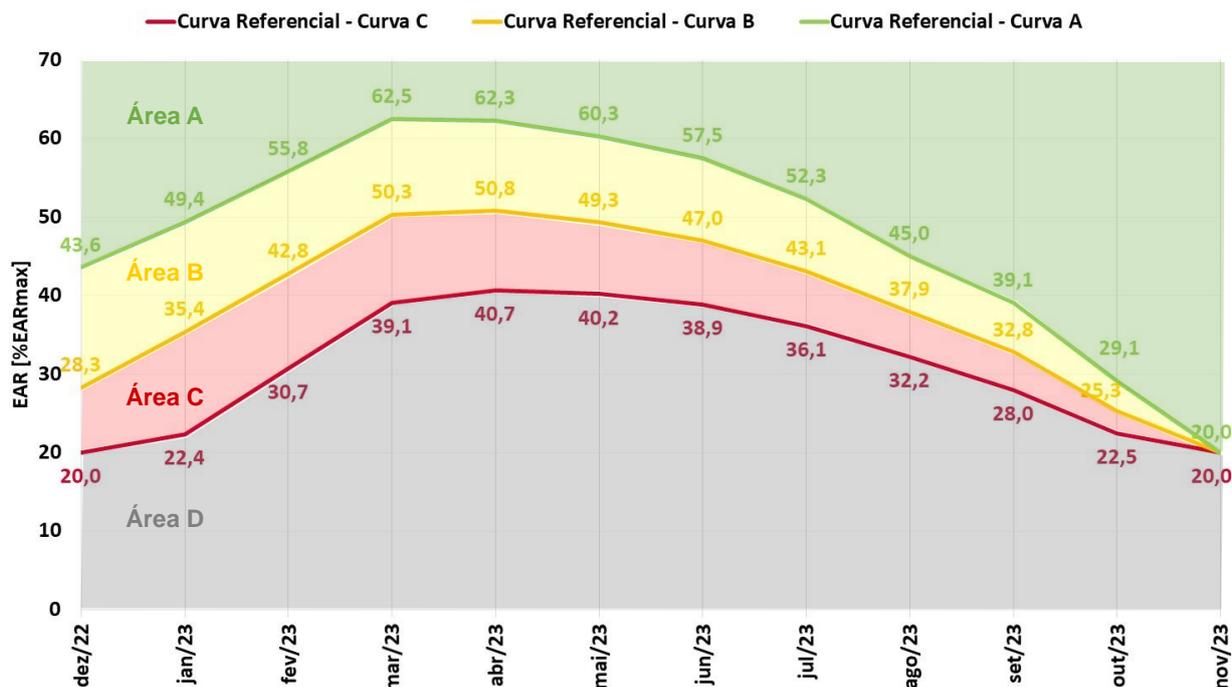
- Curva C: defluências mínimas flexibilizadas de 3.300 m<sup>3</sup>/s na UHE Jupia e de 3.900 m<sup>3</sup>/s na UHE Porto Primavera, de forma a ser uma medida adicional de segurança e uma forma de se alocar a geração térmica na curva de demanda.

Lembra-se aqui que, na construção das curvas do ano anterior, não houve esta diferenciação de premissa entre as curvas, considerando-se na construção das três curvas as defluências mínimas para a UHE Jupia de 3.300 m<sup>3</sup>/s nos meses dezembro/2021 a fevereiro/2022 e novembro/2022 (período da Piracema), 2.500 m<sup>3</sup>/s em março/2022 e 2.300 m<sup>3</sup>/s de abril/2022 a outubro/2022, e para a UHE Porto Primavera de 3.900 m<sup>3</sup>/s nos meses dezembro/2021 a fevereiro/2022 e novembro/2022 (período de Piracema), 3.100 m<sup>3</sup>/s em março/2022 e 2.900 m<sup>3</sup>/s de abril/2022 a outubro/2022.

## 4 Resultados da Aplicação da Metodologia Proposta para Definição da CRef para o Ano de 2023

Adotando-se a metodologia e premissas descritas nesta NT, foram construídas as três curvas referenciais de armazenamento do Sudeste/Centro-Oeste, partindo de novembro de 2023. As curvas obtidas são apresentadas na Figura 4-1, a seguir.

Figura 4-1: Curvas Referenciais de Armazenamento do Sudeste/Centro-Oeste



As Figuras 4-2, 4-3 e 4-4, a seguir, apresentam as curvas referenciais de armazenamento dos subsistemas Sul, Nordeste e Norte. Tais curvas indicam como variou o nível de armazenamento equivalente dos demais subsistemas durante o processo de construção da curva referencial de armazenamento do subsistema Sudeste/Centro-Oeste. Neste processo de construção foram obtidas três curvas para cada subsistema (verde, amarela e vermelha), porém com trajetórias similares. Com o intuito de facilitar a análise, optou-se por representar apenas uma curva equivalente para cada subsistema, definida pela média dos valores mensais das três curvas obtidas no processo.

Para o subsistema Sul os reservatórios permanecerem sempre no nível de segurança, conforme detalhado na Figura 3-2. Para o subsistema Nordeste a trajetória é influenciada pelas indicações das curvas de operação da bacia do São Francisco e pelo nível resultante do reservatório da UHE Três Marias para

atingimento do nível meta do subsistema Sudeste/Centro-Oeste no final de cada mês simulado. Para o subsistema Norte, a trajetória é influenciada pela curva referencial de Tucuruí e pelo nível resultante do reservatório da UHE Serra da Mesa que conduz ao nível meta do subsistema Sudeste/Centro-Oeste ao final do mês.

**Figura 4-2: Curva Referencial de Armazenamento do Sul**

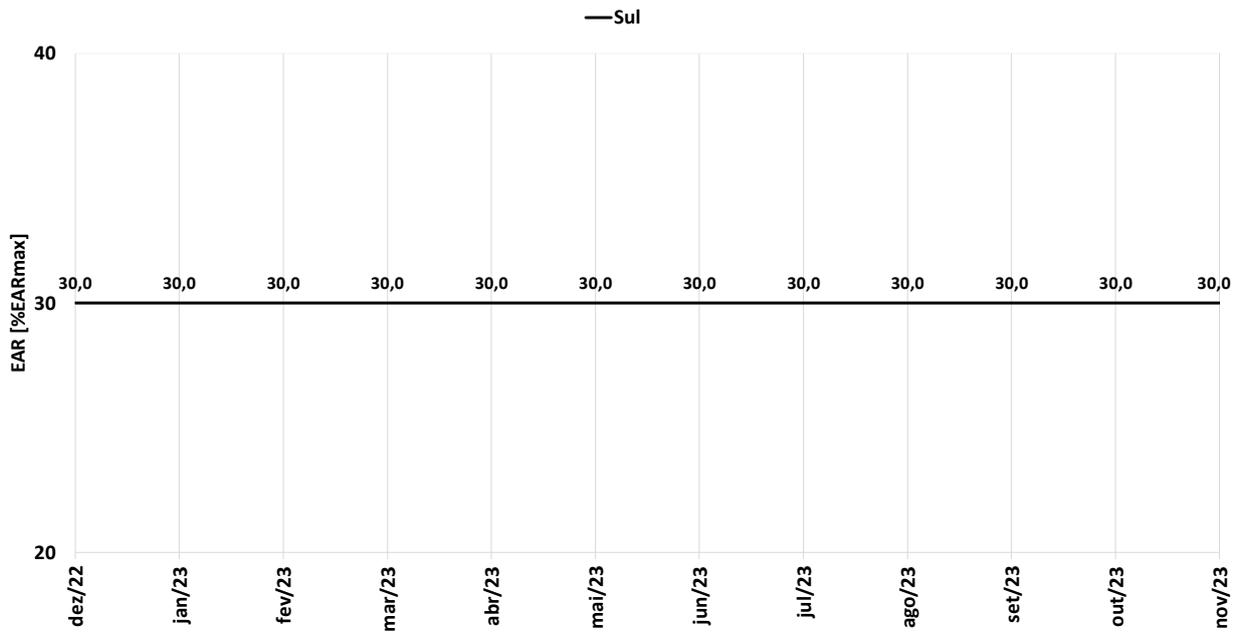


Figura 4-3: Curva Referencial de Armazenamento do Nordeste

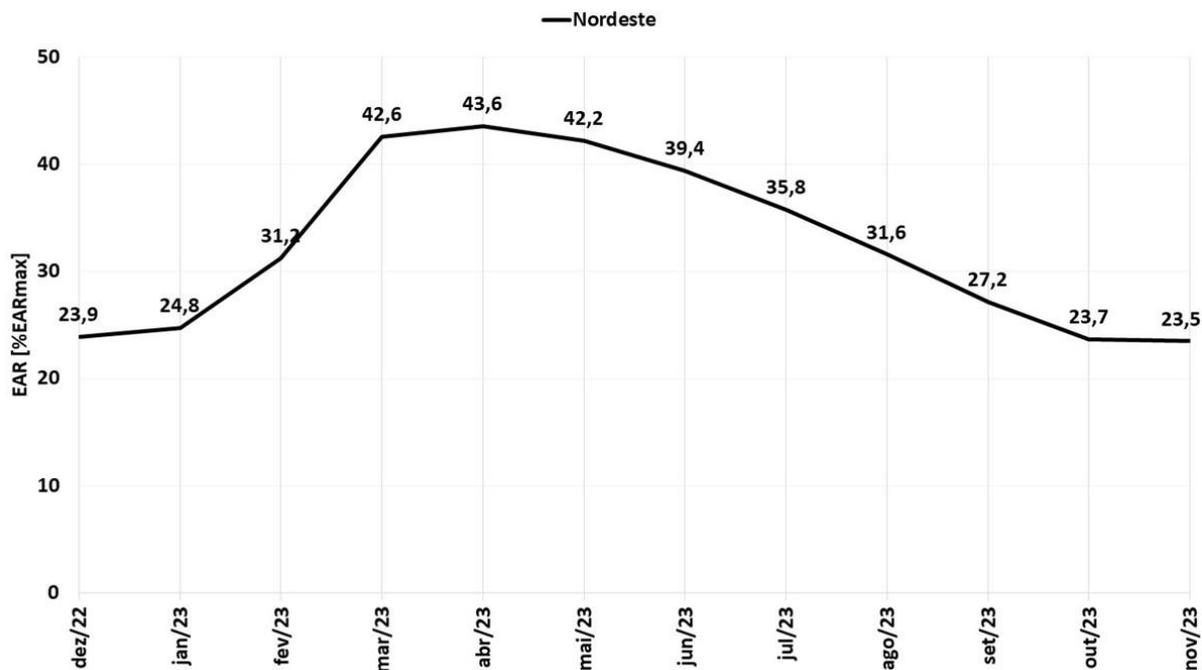
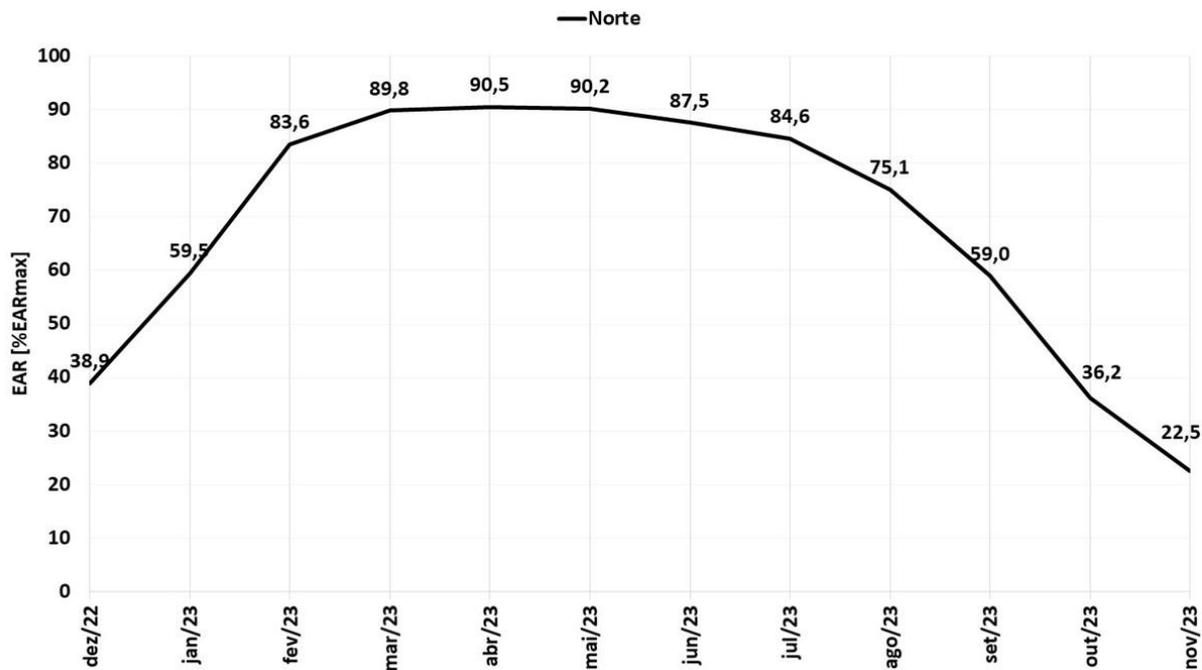
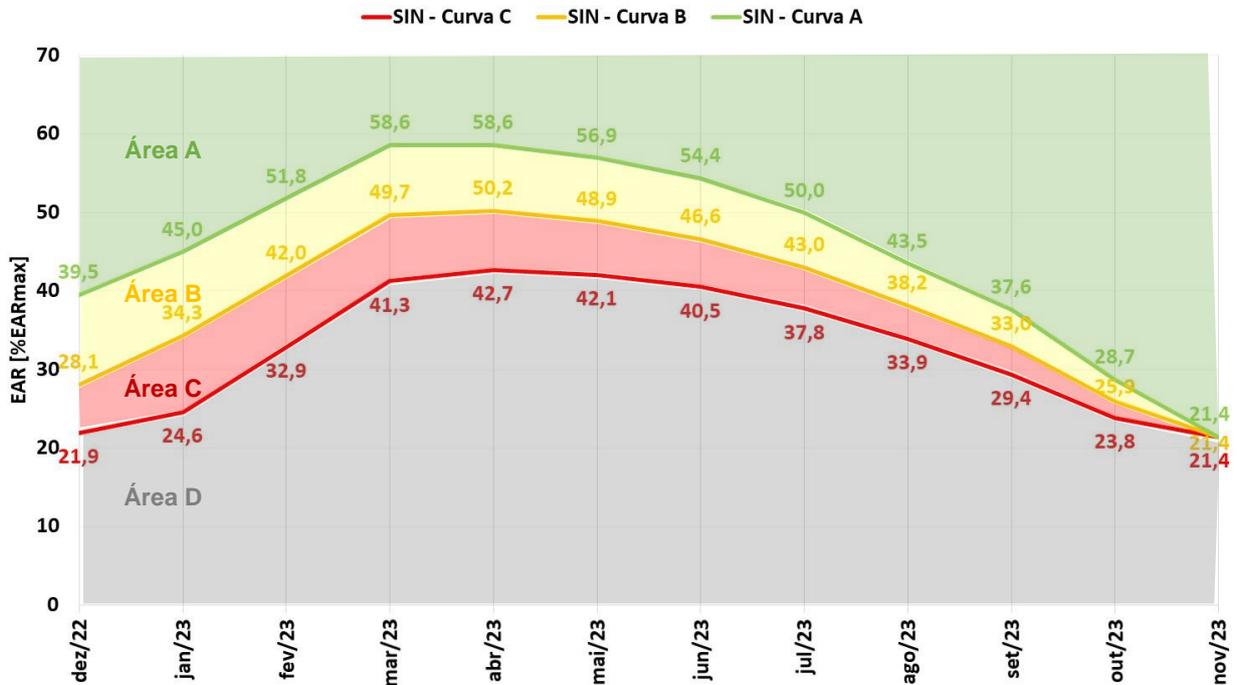


Figura 4-4: Curva Referencial de Armazenamento do Norte



A partir da ponderação das curvas referenciais de armazenamento dos quatro subsistemas pelas respectivas capacidades de armazenamento, obtém-se as curvas referenciais de armazenamento do SIN, ilustradas na Figura 4-5, a seguir.

**Figura 4-5: Curvas Referenciais de Armazenamento do SIN**



As curvas A (verde), B (amarela) e C (vermelha) foram obtidas considerando os respectivos despachos térmicos apresentados no gráfico da esquerda na Figura 3-3, conforme premissas descritas anteriormente.

Tais curvas delimitam a área A (verde), com valores superiores à curva A, a área B, com valores entre as curvas A e B, a área C, com valores entre as curvas B e C, e a área D, com valores inferiores à curva C.

Com base no próprio critério de construção das curvas, ao se verificar nível de armazenamento equivalente do SIN (ou do subsistema Sudeste/Centro-Oeste) que tangencie a curva C, há a indicação da necessidade de avaliação do despacho de todas as térmicas do SIN, mesmo que para tal seja necessário despacho fora da ordem de mérito. Da mesma forma, caso o nível de armazenamento tangencie as curvas A ou B, pressupõe-se a necessidade de avaliação de despacho das térmicas conforme montantes apresentados na Figura 3-3.

Neste mesmo critério de construção, níveis na área D, indicam que mesmo o despacho térmico pleno do SIN não seria suficiente para se atingir o Nível de

Segurança ao final do horizonte. Níveis na área C indicam a necessidade de avaliação do despacho de geração térmica entre os montantes que definiram as curvas B e C. Por sua vez, níveis na área B indicam a necessidade de avaliação do despacho de geração térmica entre os montantes que definiram as curvas A e B. Finalmente, níveis na área A indica a possibilidade de se atingir o Nível de Segurança ao final do horizonte mesmo admitindo-se geração térmica inferior ao montante que definiu a curva A.

Não obstante, tais avaliações, que motivam e robustecem a respectiva eventual tomada de decisão pelo CMSE, não devem se basear apenas em níveis verificados, levando em conta também níveis prospectados, seja para o final do mês operativo, final do período úmido ou final do período seco.

## 5 Diretrizes para Utilização da CRef pelo CMSE

De forma a detalhar melhor a ideia do último parágrafo, propõe-se neste capítulo diretrizes de uso das Curvas de Referência no âmbito do CMSE, como ferramenta de apoio à tomada de decisão, quanto à adoção de medidas adicionais à política definida pelo Planejamento e Programação da Operação Eletroenergética do ONS, incluindo o despacho adicional de geração térmica.

Para um melhor entendimento, deve-se ressaltar que, visando subsidiar o CMSE quanto às condições esperadas do atendimento eletroenergético do SIN meses à frente, o ONS elabora, para as reuniões ordinárias do comitê, assim como para reuniões extraordinárias em que haja a demanda, prospecções das condições de atendimento. Estas prospecções, que incluem a evolução do armazenamento do SIN e dos subsistemas, serão referidas abaixo como estudos prospectivos.

Desta forma, o posicionamento dos armazenamentos verificados e resultantes dos estudos prospectivos na área A, porém próximo à curva A, poderá indicar a necessidade de avaliação quanto um monitoramento mais frequente das condições esperadas de atendimento eletroenergético do SIN.

Por sua vez, o posicionamento das trajetórias nas áreas inferiores à curva A, indicará a necessidade de avaliação quanto a adoção de medidas operativas adicionais, incluindo o despacho adicional de geração térmica. Neste caso, e se decidindo pelo despacho térmico adicional, o montante deste despacho poderá ser definido com base no posicionamento das trajetórias de armazenamento nas regiões B, C e D.

Porém, devido à natureza da decisão do CMSE envolver diversos aspectos operativos e econômicos, assim como a construção da CRef ter como base um conjunto finito de premissas, em geral adotadas no final do ano anterior à sua aplicação, as diretrizes abaixo devem ser observadas para a utilização da CRef nesta tomada de decisão:

### Diretrizes Propostas

- O parâmetro balizador para a construção das três curvas da CRef – verde, amarela e vermelha – se refere ao montante de geração termelétrica associado, que deverá ser mantido mesmo diante de eventuais alterações nos CVUs das usinas termelétricas;
- As Curvas de Referência não são uma ferramenta determinativa para tomada de decisão, mas devem ser utilizadas como apoio à decisão, em conjunto com os estudos prospectivos ou outras avaliações que se façam pertinentes;

- Ao se comparar os resultados dos estudos prospectivos às Curvas de Referência, deve-se observar não apenas os níveis verificados e prospectados para horizonte mais imediato, mas também as tendências de redução ou ganho de armazenamento, ao longo de todo o horizonte do estudo prospectivo;
- Neste sentido, poderão ser avaliados, adicionalmente, cenários de sensibilidade para parâmetros considerados nos estudos prospectivos, visando um refinamento da expectativa de armazenamento, frente as incertezas operativas do período;
- É importante, na tomada de decisão, que se avalie a eficácia do recurso termoelétrico como alternativa para recuperação de níveis de armazenamento, os custos associados, bem como a existência de outras alternativas que contribuam com a mitigação da situação de atenção identificada;
- Mediante deliberação do CMSE, a CRef 2023 poderá ser atualizada considerando as revisões ordinárias da carga (revisões quadrimestrais), bem como eventuais atualizações nas premissas que se façam relevantes para a maior assertividade e aderência da utilização da CRef enquanto instrumento de apoio à tomada de decisão pelo CMSE.

## 6 Conclusões e Recomendações

Considerando a função do CMSE de acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional, o ONS vem apoiando este Comitê na avaliação conjuntural e eventual necessidade de adoção de medidas adicionais de aversão a risco, de forma complementar às políticas de operação energética resultantes dos modelos de otimização adotados oficialmente para o Planejamento e Programação da Operação.

Destaca-se que as Curvas Referenciais de Armazenamento – CRef apresentadas nesta Nota Técnica se limitam a servir como apoio às decisões tomadas pelo CMSE, sendo atribuição deste Comitê a efetiva tomada de decisão quanto ao acionamento de geração térmica complementar àquelas despachadas por ordem de mérito.

A metodologia e principais premissas para elaboração das curvas foram detalhadas nesta Nota Técnica, destacando-se a importância da aderência das premissas ao nível de aversão a risco percebido pelo Operador e pelo CMSE, no curto prazo, em face das condições hidroenergéticas vigentes. É importante ressaltar que as métricas e critérios propostos são previsíveis e reproduzíveis por qualquer agente do setor elétrico. Isso é imprescindível, uma vez que estas ações resultam em custos adicionais à operação do SIN, impactando toda a sociedade.

Recomenda-se a adoção das curvas apresentadas nesta Nota Técnica durante o ano 2023, para subsidiar decisões de despacho fora da ordem de mérito de forma a manter os reservatórios em níveis considerados seguros. Esta adoção deve levar em consideração as diretrizes definidas no item 5 deste documento.

Desta forma, procura-se antecipar despacho termelétrico de usinas com CVU não tão elevados, reduzindo a probabilidade de necessidade de despacho termelétrico futuro utilizando térmicas de CVU bastante elevados.

## Lista de figuras e tabelas

### Figuras

<b>Figura 2-1: Base Conceitual da Metodologia Proposta</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2-2: Fluxograma do Processo de Definição dos Níveis Meta Mensais</b>	<b>9</b>
<b>Figura 3-1: Nível de Segurança dos Reservatórios do Sudeste/Centro-Oeste</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3-2: Nível de Segurança dos Reservatórios do Sul, Nordeste e Norte</b>	<b>12</b>
<b>Figura 3-3: Disponibilidade Térmica CRef 2023</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3-4: Energias Naturais Afluentes do Subistema Sudeste/Centro-Oeste (% MLT)</b>	<b>14</b>
<b>Figura 3-5: Cenário Hidrológico</b>	<b>14</b>
<b>Figura 4-1: Curvas Referenciais de Armazenamento do Sudeste/Centro-Oeste</b>	<b>17</b>
<b>Figura 4-2: Curva Referencial de Armazenamento do Sul</b>	<b>18</b>
<b>Figura 4-3: Curva Referencial de Armazenamento do Nordeste</b>	<b>19</b>
<b>Figura 4-4: Curva Referencial de Armazenamento do Norte</b>	<b>19</b>
<b>Figura 4-5: Curvas Referenciais de Armazenamento do SIN</b>	<b>20</b>

## PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal de Assinaturas ONS. Para verificar as assinaturas clique no link: <https://portalassinaturas.ons.org.br/Verificar/2BF2-4F33-3AC6-3E5C> ou vá até o site <https://portalassinaturas.ons.org.br> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido.

Código para verificação: 2BF2-4F33-3AC6-3E5C



### Hash do Documento

2609CC1183ACE4270C7D082F1FC01C21453D7A83CB3E46A6741402F42CE2C4E3

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 29/03/2023 é(são) :

- ALEXANDRE NUNES ZUCARATO - 268.834.788-84 em  
29/03/2023 20:11 UTC-03:00

**Tipo:** Certificado Digital

