



Operador Nacional do Sistema Elétrico

ATUALIZAÇÃO DA CURVA  
BIANUAL DE AVERSÃO A  
RISCO PARA A REGIÃO  
NORTE - BIÊNIO 2004/2005

© 2003/ONS  
Todos os direitos reservados.  
Qualquer alteração é proibida sem autorização.

ONS NT 156/2003

# ATUALIZAÇÃO DA CURVA BIANUAL DE AVERSÃO A RISCO PARA A REGIÃO NORTE - BIÊNIO 2004/2005

## Sumário

1	Introdução	4
2	Conclusões / Recomendações	5
<b>2.1</b>	<b>Conclusão Geral</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Região Norte</b>	<b>5</b>
3	Premissas Básicas	6
4	Região Norte	7
<b>4.1</b>	<b>Premissas e Dados Específicos</b>	<b>7</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Introdução</b>	<b>7</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Objetivo</b>	<b>8</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>8</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Premissas e dados específicos</b>	<b>8</b>
<b>4.2</b>	<b>Resultados</b>	<b>10</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Evolução do nível do reservatório de Serra da Mesa</b>	<b>10</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Evolução do nível do reservatório de Tucuruí</b>	<b>11</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Recursos / Requisitos Máximos</b>	<b>11</b>
	Lista de figuras, quadros e tabelas	14

## 1 Introdução

A Resolução GCE nº 109, de 24 de janeiro de 2002, atribui ao ONS o papel de definir, em conjunto com MME, ANEEL e ANA, um mecanismo de representação de aversão ao risco de racionamento. Presentemente, esse mecanismo consiste em Curvas de Aversão ao Risco – CAR – para o Sistema Interligado Nacional, as quais estabelecem níveis de energia armazenada, em base mensal, adotados como referência para a operação do SIN, utilizando os recursos energéticos de custos mais elevados, de forma a preservar a segurança do atendimento à carga.

Esta Nota Técnica apresenta a atualização do estudo para a determinação da Curva de Aversão a Risco para a Região Norte no biênio 2004-2005. Devido às características do sistema dessa região, tais como, o comportamento hidrológico do rio Tocantins e a capacidade de regularização anual do reservatório de Tucuruí, o mecanismo de aversão a risco consiste apenas na manutenção de níveis mínimos de armazenamento no último trimestre de cada ano para esse reservatório. Para sua determinação, tomou-se por base os dados do Programa Mensal de Operação – PMO de dezembro/2003 e as informações mais atualizadas referentes à carga do Planejamento Anual da Operação Energética para 2004 e aos limites para transferência de energia entre as regiões. Adicionalmente, foram também consideradas as informações mais atualizadas relativas ao histórico revisto de vazões naturais, aos coeficientes de evaporação líquida e ao cenário tendencial de uso consuntivo da água, em conformidade com o processo em curso de recálculo das energias asseguradas dos aproveitamentos hidroelétricos.

Considera-se recomendável que os citados níveis mínimos de armazenamento de Tucuruí, no último trimestre, possam ser revistos a qualquer época do ano de 2004, em decorrência de fatos relevantes que alterem de forma significativa as premissas adotadas nesta Nota Técnica.

Convém, finalmente, registrar que o ONS encaminhou à ANEEL a metodologia com formulação matemática para a incorporação da Curva de Aversão a Risco ao modelo NEWAVE. Dessa forma, com a antecedência adequada, será possível definir o despacho de intercâmbios inter-regionais bem como decisões de geração térmica quando o nível de armazenamento do subsistema estiver com tendência de invadir a Curva de Aversão a Risco, garantindo o atendimento ao SIN com maior segurança.

A utilização da CAR nos processos de Planejamento, Programação e Despacho do Sistema Interligado Nacional será objeto de Nota Técnica específica a ser elaborada pelo ONS.

## 2 Conclusões / Recomendações

### 2.1 Conclusão Geral

- Para o adequado atendimento ao SIN, torna-se fundamental o cumprimento do cronograma de obras de geração e de transmissão.

### 2.2 Região Norte

- ? Em função de sua característica exportadora de energia, bem como da ocorrência de vazões extremamente elevadas no período úmido no rio Tocantins, que acarretam sistematicamente vertimentos em todos os anos, torna-se desnecessária a análise bianual. O mecanismo de aversão a risco nessa região consiste na garantia de níveis mínimos de armazenamento no reservatório de Tucuruí, no último trimestre do ano, de forma a assegurar o atendimento à carga de energia e ponta da região Norte, mesmo no eventual atraso do início do período úmido.
- ? No período seco, a pior afluência observada no histórico, correspondente à série de 1963, com a energia natural afluyente de 74% MLT anual, 60% MLT no segundo semestre, e 31% MLT em dezembro, requer um armazenamento mínimo da ordem de 15% no reservatório de Tucuruí, ao final de dezembro dos anos 2004 e 2005.

### 3 Premissas Básicas

A curva de armazenamento do reservatório de Tucuruí que apresenta os níveis mínimos requeridos no último trimestre, foi determinada obedecendo às seguintes premissas básicas, além daquelas específicas da região Norte:

- ? Garantia de níveis mínimos de segurança para o armazenamento;
- ? Consideração de simultaneidade de condições hidrológicas críticas entre as regiões Norte, Sudeste/Centro-Oeste e Nordeste, o que configura os valores máximos de exportação da região Norte para as regiões Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste;
- ? Cronograma de obras de geração e transmissão conforme o Programa Mensal de Operação – PMO de dezembro/2003, segundo os procedimentos estabelecidos pela Resolução GCE nº 109;
- ? Carga de energia elaborada pelo CTEM/CCPE e pelo ONS para o Planejamento Anual da Operação Energética – Ano 2004;
- ? Intercâmbios inter-regionais limitados a 90% do valor máximo, considerando o desempenho observado e levando em conta a necessidade de se efetuar desligamentos programados na transmissão.

## 4 Região Norte

### 4.1 Premissas e Dados Específicos

#### 4.1.1 Introdução

O comportamento hidrológico da bacia do rio Tocantins, com grandes afluições registradas a cada período úmido, permite a geração de excedentes de energia e o reenchimento anual do reservatório da UHE Tucuruí, mesmo na ocorrência da pior série do histórico de vazões, caracterizando a região Norte como um sistema exportador de energia, o que torna desnecessário o uso de uma Curva Bianual de Aversão a Risco dessa região de forma similar à das demais regiões do SIN.

Na hipótese de ocorrência de exportação máxima dessa região e de condições hidrológicas desfavoráveis no rio Tocantins, verifica-se o acentuado deplecionamento do reservatório de Tucuruí, com significativa perda de capacidade de potência, o que requer a avaliação das condições de atendimento desse sistema ao final do período seco, inclusive considerando a possibilidade de atraso do início do período úmido. Nessa eventualidade, deve-se procurar garantir níveis mínimos de armazenamento nesse reservatório, de forma a assegurar o atendimento à ponta da carga da região Norte, mesmo no acaso do atraso do início do período úmido, quando se dá o reenchimento do reservatório.

Adicionalmente, considerando-se a simultaneidade de condições hidrológicas críticas nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, adotada como premissa para a elaboração das respectivas curvas de aversão a risco, será necessário determinar a máxima exportação possível de energia da região Norte, mantendo-se a segurança de seu atendimento. Essa exportação se verifica em grandes montantes ao longo do primeiro semestre de cada ano, ficando limitada, em alguns desses meses, apenas pela capacidade instalada da usina de Tucuruí ou pela capacidade de exportação da região Norte.

Com o final do período úmido, entretanto, verifica-se uma redução pronunciada nas vazões afluentes a Tucuruí, o que se reflete em uma rápida queda do nível de armazenamento do reservatório e na redução da capacidade de potência da usina. Assim, para alguns desses meses, a disponibilidade para exportação de energia é definida de forma a não comprometer o atendimento à carga de ponta dessa região ao final do ano, no intervalo que antecede o início do próximo período úmido. Outro fato relevante a ser contemplado é que, conforme especificações técnicas dos fabricantes, as unidades geradoras de Tucuruí II deixam de operar a partir da cota 62 m, equivalente a 32% de seu volume útil.

A determinação dos excedentes de exportação deve considerar as limitações existentes nas transferências de exportação/importação de energia inter-regionais, estabelecendo valores otimizados de exportação/importação do Norte, ao longo do segundo semestre, que permitam o máximo aproveitamento dos recursos energéticos.

#### **4.1.2 Objetivo**

Este estudo tem como objetivo reavaliar os requisitos de armazenamento mínimo do reservatório de Tucuruí, definidos como o mecanismo de aversão a risco na região Norte, determinando a política de melhor aproveitamento da energia da região Norte ao longo do ano de 2004, com a premissa básica da ocorrência da vazão afluyente crítica histórica ao reservatório de Tucuruí. Essa condição leva à necessidade de se definir valores de exportação/importação da região Norte, respeitando-se o critério de garantia do atendimento a essa região, mesmo na ocorrência desse ano crítico de vazões na bacia do Tocantins. O mesmo processo é desenvolvido para o ano de 2005, tendo em vista o ciclo anual de regularização desse reservatório.

#### **4.1.3 Metodologia**

##### **- Determinação do nível mínimo de armazenamento para o reservatório de Tucuruí ao final do período seco**

Tendo em vista as características hidrológicas do rio Tocantins no período de julho a dezembro, é importante que seja estabelecido o nível mínimo operacional de Tucuruí ao final de cada ano, considerando a necessidade de atendimento da carga de energia e ponta da região Norte ao final do mês de dezembro. Dessa forma, devem ser realizadas diversas simulações fazendo uso do modelo SIMONE, de forma a obter-se, recursivamente, os valores de níveis mínimos mensais para o reservatório de Tucuruí. Na determinação desses níveis, deve ser considerada a duplicação da interligação Norte/Sul, além do critério de contingência simples mais restritiva do ponto de vista de atendimento à ponta da carga no cenário Norte importador.

#### **4.1.4 Premissas e dados específicos**

Foram adotados no presente estudo as seguintes premissas e dados específicos para a região Norte:

### - Afluências a UHE de Tucuruí e Serra da Mesa

Adoção das afluências do ano de 1963, correspondente à pior série do histórico no período seco em Tucuruí, quando se verificaram afluências de 74% MLT em termos anuais, sendo 60% MLT no 2º semestre, com 31% MLT em dezembro, caracterizando atraso do início do período úmido.

### - Defluência da UHE de Serra da Mesa

No presente estudo, considerou-se um perfil típico de vazões turbinadas em Serra da Mesa. Devido às altas afluências incrementais a jusante de Serra da Mesa durante o período úmido, bem como ao esvaziamento de Tucuruí na grande maioria de observações históricas de período seco; o perfil típico de defluências, em Serra da Mesa, corresponde à geração de uma e três máquinas para esses períodos, respectivamente. Para essa condição, considerou-se uma defluência de 400 m³/s da UHE Serra da Mesa de janeiro a setembro e 900 m³/s de outubro a dezembro.

### - Unidades geradoras

Para cotas do nível da barragem de Tucuruí superiores a 62 m, equivalente a 32% do volume útil do reservatório, as unidades geradoras de Tucuruí I e II estão disponíveis para operação.

Para cotas do nível da barragem de Tucuruí Inferiores a 62 m, equivalente a 32% do volume útil do reservatório, as unidades geradoras de Tucuruí II não estão disponíveis para operação.

### - Carga Própria

A carga do subsistema Nordeste considerada no estudo está detalhada na Tabela 1. A média para 2004 é de 2.928 MWmed, o que representa um acréscimo de 6,6 % em relação à carga verificada em 2003 (até novembro).

**Tabela 1 Norte – Carga em MWmed**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2004	2.812	2.849	2.865	2.881	2.916	2.932	2.951	2.987	3.007	3.003	2.983	2.954	2.928

## - Intercâmbio

A Tabela 2 apresenta os intercâmbios adotados no estudo que foram elaborados para o Planejamento da Operação Elétrica do Sistema Interligado Nacional.

**Tabela 2 Intercâmbio de energia (MWmed)**

Condição	N ->NE	Recebimento NE	Exportação SE	Exportação N	Importação N
Média e Pesada	1300 MW	1900 MW	1700 MW	1700 MW (*)	900 MW
Leve e Mínima	1200 MW	1800 MW	1400 MW	1600 MW (*)	900 MW

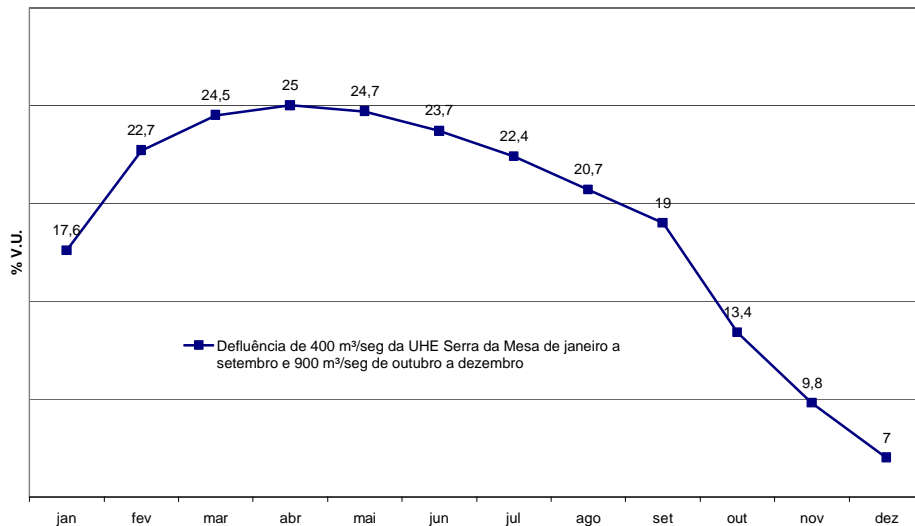
(\*) Com a entrada em operação, em 31/03/2004, da 2ª etapa da Norte/Sul II (LT 500kV Miracema/Imperatriz – circuito 2) a capacidade de exportação do Norte atinge valores de 2500MW em todos os patamares de carga.

## 4.2 Resultados

### 4.2.1 Evolução do nível do reservatório de Serra da Mesa

A Figura 1 apresenta a evolução do armazenamento do reservatório da UHE de Serra da Mesa na ocorrência de afluência da ordem de 74% da MLT – Nível Inicial 12,3% V.U.

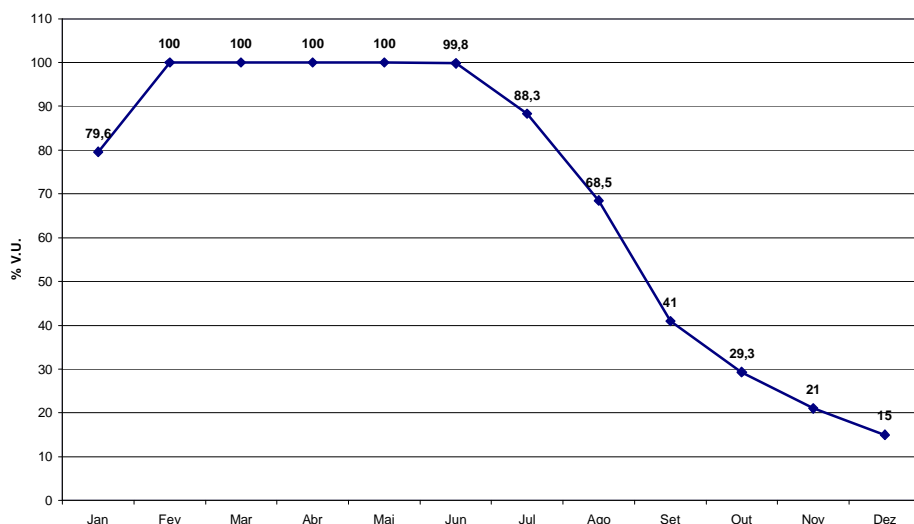
**Figura 1 Evolução do nível do reservatório de Serra da Mesa (% V.U.)**



#### 4.2.2 Evolução do nível do reservatório de Tucuruí

A Figura 2 apresenta a evolução do armazenamento do reservatório da UHE Tucuruí na ocorrência de 74% da MLT de afluência a este reservatório e a hipótese de defluência de Serra da Mesa acima descrita: – Nível Inicial 37,6% V.U.

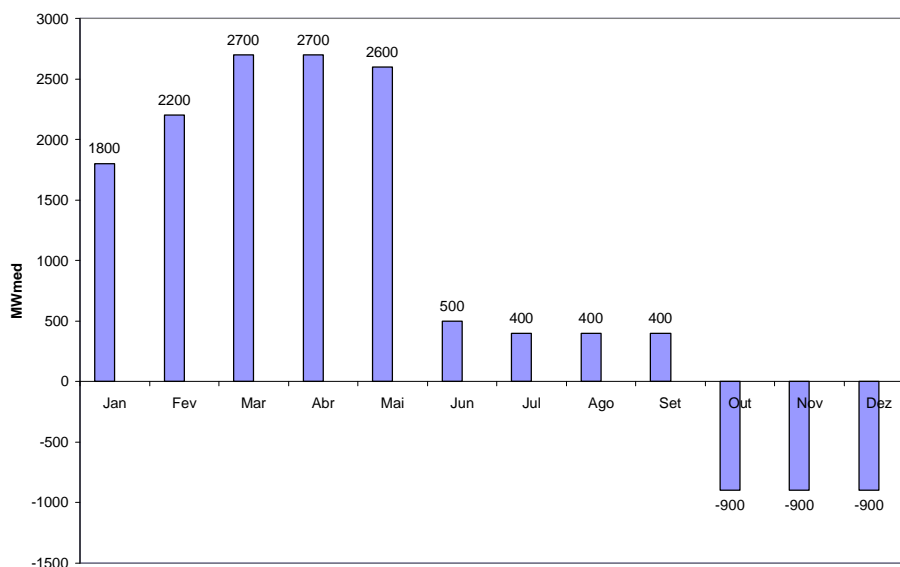
Figura 2 Evolução do nível do reservatório Tucuruí (% V.U.)



#### 4.2.3 Recursos / Requisitos Máximos

A Figura 3 apresenta os recursos e requisitos máximos da UHE de Tucuruí, considerando as premissas adotadas.

**Figura 3 Recursos e requisitos máximos da UHE de Tucuruí (MWmed)**



Observa-se que, no período de janeiro a maio, tem-se uma disponibilidade bastante elevada. Nos meses de junho a setembro, a exportação de energia da região Norte fica dependente das vazões afluentes ao reservatório de Tucuruí. Nos meses de outubro a dezembro, os resultados da simulação levaram a valores de importação pela região Norte da ordem de 900 MW médios.

- ? A UHE Tucuruí atinge 21% do V.U. no final de novembro considerando a exportação verificada nos meses de Janeiro a Setembro e importando 900 MWmed a partir de outubro até dezembro.
- ? Na ocorrência do cenário hidrológico correspondente à série de 1963 e mantendo-se uma defluência em torno de 400 m<sup>3</sup>/s na UHE Serra da Mesa de Janeiro a Setembro de 2004, a região Norte deverá ser exportadora de energia.
- ? Na ocorrência do cenário hidrológico correspondente à série de 1963, a região Norte será importadora, a partir do mês de outubro, durante o todo período de carga, dado que a UHE Tucuruí contará apenas com onze unidades geradoras além das duas da UHE Piloto. Caso haja indisponibilidade de alguma das remanescentes, a demanda do Norte será atendida com aumento dessa importação.
- ? No mês de dezembro de 2004, está prevista uma demanda de 3480 MW a qual deverá ser suprida por meio de 900 MW importados, adicionados à

disponibilidade de 2585 MW obtida da simulação que levou a um nível de cerca de 15% de V.U do reservatório de Tucuruí no final de dezembro de 2004. Ressalta-se que 15% do V.U. é o nível mínimo do reservatório de Tucuruí que garante o atendimento à demanda prevista no mês de dezembro/2004, com a complementação da importação de 900 MW.

## Lista de figuras, quadros e tabelas

### Figuras

<b>Figura 1</b>	<b>Evolução do nível do reservatório de Serra da Mesa (% V.U.)</b>	<b>10</b>
<b>Figura 2</b>	<b>Evolução do nível do reservatório Tucuruí (% V.U.)</b>	<b>11</b>
<b>Figura 3</b>	<b>Recursos e requisitos máximos da UHE de Tucuruí (MWmed)</b>	<b>12</b>

### Tabelas

<b>Tabela 1</b>	<b>Norte – Carga em MWmed</b>	<b>9</b>
<b>Tabela 2</b>	<b>Intercâmbio de energia (MWmed)</b>	<b>10</b>