



Nota Técnica n.º 2006/2007/GEREG/SOF-ANA  
Documento n.º 11582

Em 31 de maio de 2007.

Ao Senhor Superintendente de Outorga e Fiscalização  
Assunto: Reserva de disponibilidade hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Mascarenhas

## 1. INTRODUÇÃO

Esta Nota Técnica trata da solicitação de declaração de reserva de disponibilidade hídrica para a repotenciação do aproveitamento hidrelétrico Mascarenhas, já implantado no rio Doce, formulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL em 16 de maio de 2007. A declaração de reserva de disponibilidade hídrica será emitida pela ANA em atendimento ao disposto na Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000, e em conformidade com as diretrizes da Resolução ANA n.º 131, de 11 de março de 2003. Algumas características do aproveitamento são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características de projeto do aproveitamento hidrelétrico Mascarenhas.

Rio	Doce	
Bacia	Doce	
Área de drenagem do AHE	73.487	km <sup>2</sup>
Vazão QMLT	895	m <sup>3</sup> /s
Vazão dimensionamento vertedor	14.500	m <sup>3</sup> /s
Vazão mínima remanescente	210	m <sup>3</sup> /s (restrição operativa, segundo ONS, revisão 3 de 2006, para captação de água / saneamento)
NA mínimo operacional	59,50	m
NA máximo normal	60,75	m
NA máx maximorum	62,10	m
Deplecionamento permitido:	1,25	m (regularização diária, de 59,50m a 60,75m)
Altura máxima:	28	m (altura da barragem)
Área inundada (NA máximo)	3,9	km <sup>2</sup>
Volume (NA máximo)	24,43	hm <sup>3</sup>
Potência instalada	180,5	MW (situação atual)
Potência instalada / área inundada	46,3	MW/km <sup>2</sup>
Tempo de residência médio	7	horas
Área inundada / área da bacia a montante	0,005	%

A UHE Mascarenhas entrou em operação no ano de 1974 e, conforme art 7º da Resolução ANA 131/2003, este aproveitamento estaria dispensado da obtenção de outorga junto à ANA. Na configuração atual, a referida UHE tem potência instalada de 180,5 MW, por meio de 4 geradores. A Energest (agente gerador) pretende realizar uma repotenciação do

aproveitamento, aumentando a potência instalada para 198 MW, alterando assim o objeto da concessão junto à ANEEL. A configuração de potência dos geradores, na situação atual e proposta é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Potência dos geradores na situação atual e proposta

<b>Unidade</b>	<b>Potência atual (MW)</b>	<b>Potência proposta (MW)</b>
<b>1</b>	45,0	49,5
<b>2</b>	45,0	49,5
<b>3</b>	41,0	49,5
<b>4</b>	49,5	49,5
<b>TOTAL:</b>	<b>180,5</b>	<b>198,0</b>

A ampliação da potência instalada prevista para este aproveitamento é sujeita a outorga de direito de uso de recursos hídricos, uma vez que a outorga existente refere-se apenas às condições definidas no contrato de concessão vigente entre a ANEEL e a Energest S.A. A necessidade de obtenção de outorga foi informada ao agente gerador por meio do Ofício nº 318/SOF/2007-ANA, em 17 de abril de 2007. Este ofício também detalha os estudos a serem apresentados à ANA para análise, a saber:

- a) Série de vazões médias mensais afluentes ao aproveitamento atualizada, e descrição da metodologia utilizada para determinação da referida série;
- b) Estimativas de usos consuntivos na bacia contribuinte ao aproveitamento, e previsões de crescimento dos usos no horizonte da concessão do aproveitamento. Destaca-se que, para a bacia do rio Doce, tais estudos já foram desenvolvidos pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS;
- c) Atuais regras de operação utilizadas e restrições operativas existentes;
- d) Curva cota-área-volume atualizada do reservatório e caracterização geral da UHE, conforme ficha técnica definida no anexo da Resolução nº 131/2003;
- e) Identificação de usos múltiplos já instalados no reservatório formado pela UHE Mascarenhas;
- f) Decreto de concessão do uso do potencial de energia hidráulica;
- g) Contrato de concessão, para o caso de usinas hidrelétricas;
- h) Licenças ambientais existentes, com suas respectivas condicionantes.

Em resposta, por meio do Ofício nº 697/2005-SGH/ANEEL, recebido pela ANA em 16 de maio de 2007, a ANEEL solicita a Reserva de Disponibilidade Hídrica para a repotenciação do referido aproveitamento, encaminhando também estudos para atendimento ao Ofício nº 318/SOF/2007-ANA, denominados “Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1”.

Numa análise preliminar realizada pela ANA nos estudos apresentados, verificou-se que o item (c) do Ofício nº 318/SOF/2007-ANA não foi atendido, uma vez que não foi apresentada a metodologia utilizada para determinação da série de vazões médias mensais afluentes ao aproveitamento. Assim, foi expedido Ofício à ANEEL (Ofício nº 441/2007/SOF-ANA), solicitando o envio do referido estudo. Em resposta, a ANEEL encaminhou o estudo solicitado por meio do Ofício nº 887/2007-SGH/ANEEL.

A seguir são detalhadas as análises técnicas de cada um dos itens solicitados pela ANA à ANEEL por meio de Ofício, para avaliação da DRDH da UHE Mascarenhas.

## 2. SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

Segundo o estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1, apresentado à ANA, a série de vazões médias mensais afluentes à UHE Mascarenhas utilizadas nos estudos energéticos de repotenciação é a série obtida junto ao ONS, conforme relatório e resultados do trabalho de atualização das séries de vazões mensais para o horizonte de 1931 a 2005 de todos os aproveitamentos do Sistema Interligado Nacional – SIN.

O estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1 também informa que a metodologia para obtenção da série no local da UHE Mascarenhas, para o período de 1938 até 1998 encontra-se descrita no SIPOT – Sistema de Informação do Potencial Energético Brasileiro, e se baseia em informações dos postos fluviométricos de Colatina e Resplendor, no rio Doce, São Sebastião da Encruzilhada, no rio Manhuaçu, Córrego do Piaba, no córrego homônimo e Baixo Guandu. Não são apresentados maiores detalhes sobre a metodologia (quais os postos foram efetivamente utilizados, análise de consistência de dados e das curvas-chave, preenchimento de falhas, transferência de vazões para o local do aproveitamento, etc).

Para o período de 1999 a 2005, o estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1 informa que foram utilizados trabalhos de consistência hidrológica, coordenados pelo ONS, que consideraram os registros operativos das diversas usinas existentes a montante, sem entrar em maiores detalhes.

Para o período 1931 a 1938, o estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1 informa que a série foi estendida com registros antigos disponíveis em Ponte Nova (rio Piranga) e Cachoeira Escura (rio Doce), sem entrar em maiores detalhes.

Em consulta ao SIPOT, não foi encontrada a metodologia citada para o período de 1938 a 1998. Em face disto, além da falta da metodologia para os demais períodos (1931 a 1938 e 1999 a 2005), foi solicitado à ANEEL o envio da metodologia detalhada para todo período (1931 a 2005), por meio do Ofício nº 441/2007/SOF-ANA. Em resposta, a ANEEL encaminhou o Ofício nº 887/2007-SGH/ANEEL.

O material encaminhado pela ANEEL em anexo ao Ofício resume-se à metodologia constante do SIPOT que foi uma equação de transferência. Ao contrário da descrição da metodologia, que informa que a metodologia apresentada no SIPOT foi utilizada até 1998, a ficha do SIPOT apresentada informa que a equação de transferência utilizada é válida até 1996 apenas. A equação de transferência é apresentada a seguir:

$Q_{Masc} = Q_{Res} + Q_{Seb} + Q_{Gua} + 0,641 (Q_{Col} - Q_{Gua} - Q_{Pia} - Q_{Seb} - Q_{Res})$ , para o período de janeiro de 1931 a dezembro de 1996, onde:

$Q_{Masc}$ : vazão na UHE Mascarenhas;

$Q_{Res}$ : vazão na estação fluviométrica Resplendor, código 56948000;

$Q_{Seb}$ : vazão na estação fluviométrica São Sebastião da Encruzilhada, código 56990000;

$Q_{Gua}$ : vazão na estação fluviométrica Baixo Guandu, código 56992000;

$Q_{Col}$ : vazão na estação fluviométrica Colatina, código 56994500;

$Q_{Pia}$ : vazão na estação fluviométrica Córrego do Piaba, código 56993550;

A metodologia descrita no SIPOT também mostra que algumas das estações utilizadas na geração de série de 1931 a 1996 não possuem dados até 1931. Assim, pela metodologia descrita, foram realizadas extensões de séries utilizando-se regressões simples entre estações fluviométricas, conforme segue:

$$Q_{\text{Col}} = 1,28657 * Q_{\text{Res}} - 23,9377, \text{ para o período de janeiro de 1931 a janeiro de 1939;}$$

$$Q_{\text{Pia}} = 0,0469793 * (Q_{\text{Col}} - Q_{\text{Res}}) - 0,91669, \text{ para o período de janeiro de 1931 a dezembro de 1941;}$$

$$Q_{\text{Gua}} = 0,0236841 * Q_{\text{Col}} - 2,24677, \text{ de janeiro de 1931 a dezembro de 1941;}$$

$$Q_{\text{Seb}} = 0,110907 * Q_{\text{Col}} - 8,37291, \text{ de janeiro de 1931 a dezembro de 1938}$$

$$Q_{\text{Res}} = 1,74066 * Q_{\text{Esc}} + 109,32, \text{ de janeiro de 1931 a janeiro de 1938., onde:}$$

$Q_{\text{Esc}}$ : vazão na estação fluviométrica Cachoeira Escura, código 56720000

$$Q_{\text{Esc}} = 3,75466 * Q_{\text{Pn}} + 1,87378, \text{ de janeiro de 1931 a agosto de 1939, onde:}$$

$Q_{\text{Pn}}$ : vazão na estação fluviométrica Ponte Nova, código 56110000.

Para verificar a adequação da equação de transferência, foram identificados os locais das estações fluviométricas utilizadas e o local da UHE Mascarenhas, conforme Figura 1.

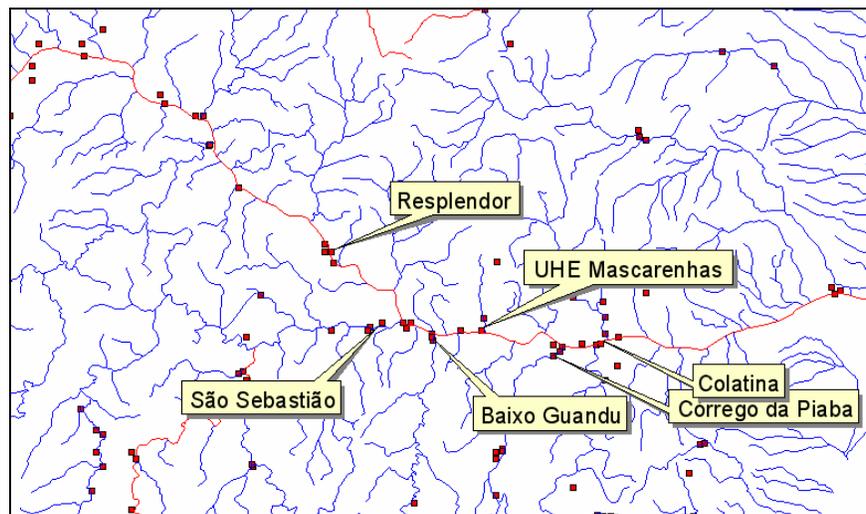


Figura 1 – localização da UHE Mascarenhas e das estações fluviométricas utilizadas na equação de transferência

Numa análise visual da Figura 1, verifica-se que a soma das vazões das estações Resplendor (localizada no rio Doce a montante da UHE Mascarenhas) com as estações São Sebastião (localizada no rio Manhuaçu, afluente ao rio Doce no trecho entre a estação Resplendor e a UHE Mascarenhas) e Baixo Guandu (localizada no rio Guandu, também um afluente ao rio Doce no trecho entre a estação Resplendor e a UHE Mascarenhas) para representar a vazão afluente à UHE Mascarenhas parece adequada. Comparando-se as áreas de drenagem da UHE Mascarenhas (73.487 km<sup>2</sup>, segundo o SIPOT) com a soma das áreas das 3 estações utilizadas (71.813 km<sup>2</sup>, segundo o estudo apresentado), confirma-se a adequação do primeiro termo da equação de transferência utilizada.

Já o segundo termo da equação de transferência estima a vazão da bacia incremental entre a estação Colatina e a soma das estações Resplendor, São Sebastião, Baixo Guandu e Córrego da Piaba, multiplicada por um fator de 0,641. Esta forma de calcular as vazões na bacia incremental entre o primeiro termo da equação de transferência e a UHE Mascarenhas também parece adequada, pela análise visual estações utilizadas (Figura 1). Calculando-se a área de drenagem do segundo termo da equação de transferência, chega-se a um valor de 1.675 km<sup>2</sup>, que, somada à área de bacia do primeiro termo da equação, totaliza 73.488 km<sup>2</sup>, valor praticamente igual ao da área de drenagem afluyente à UHE Mascarenhas.

A extensão de séries com base em regressões simples entre os postos pode ser avaliada gerando-se novamente as regressões com base nos dados de vazão atualizados destas estações, disponíveis no sistema *Hidro*. Os resultados da avaliação das regressões simples está apresentada na Tabela 3, e os gráficos das regressões avaliadas estão na Figura 2.

Tabela 3 – Análise de algumas regressões simples utilizadas na metodologia apresentada (SIPOT), comparadas com as regressões geradas pela ANA (Estação Y = estação X \* coef.angular + coef.linear)

Estação Y	Estação X	coef angular SIPOT	coef linear SIPOT	coef angular ANA*	coef linear ANA*	R <sup>2</sup> ANA*
56994500	56948000	1,28657	- 23,9377	1,3534	-53,044	0,929
56992000	56994500	0,0236841	- 2,24677	0,0206	+ 1,4859	0,730
56948000	56720000	1,74066	+ 109,32	1,6533	+ 117,56	0,887
56990000	56994500	0,110907	- 8,37291	0,0917	+ 5,7474	0,865

\* As regressões realizadas para esta Nota Técnica foram baseadas em vazões médias mensais.

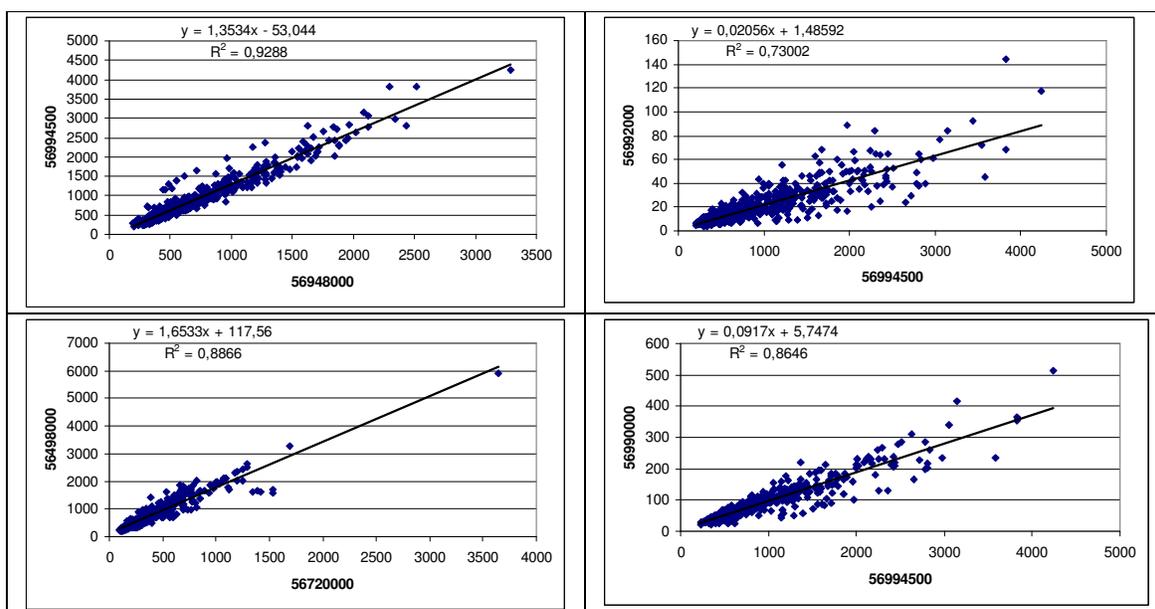


Figura 2 - resultados das regressões simples verificadas

Verifica-se, pela Tabela 3 e Figura 2, que os coeficientes de correlação das regressões simples obtidas entre os postos são altos, indicando que a metodologia de extensão das séries utilizada é adequada. Os resultados das regressões, no entanto, resultaram discrepantes em relação aos apresentados na metodologia do SIPOT. Isto pode ter ocorrido pela diferença dos períodos de dados utilizados nos estudos. Em relação à metodologia apresentada no SIPOT, não são informados os períodos de dados utilizados para as regressões. Já no estudo realizado nesta

Nota Técnica, foi utilizado todo o período de dados coincidente entre as estações, disponível no sistema *Hidro*.

Destaca-se que as séries utilizadas estão sob influência da operação de alguns reservatórios da bacia, especialmente Salto Grande (potência de 102 MW, início de operação em 1956) e Porto Estrela (potência de 112 MW, início de operação em 2001), ambas no rio Santo Antônio, Guilman-Amorim (potência 140 MW, início de operação em 1998), além de estarem influenciadas pela evaporação líquida dos reservatórios e pelos usos consuntivos localizados em toda a bacia do rio Doce a montante do local da UHE Mascarenhas.

Neste sentido, o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, tem realizado estudos de “renaturalização” das séries de vazões médias mensais afluentes aos aproveitamentos hidrelétricos do Sistema Interligado Nacional – SIN. Alguns aproveitamentos já foram contemplados pelo referido estudo, caso dos localizados na bacia do rio Paraíba do Sul, por exemplo. Os aproveitamentos localizados na bacia do rio Doce são, no momento, objeto do referido estudo, sendo que em breve os resultados para estes aproveitamentos estarão concluídos.

A ANEEL contratou, para a bacia do rio Doce, um estudo de “Revisão do Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do rio Doce” (FUMEC / GOLDBERGER), em que são geradas séries para os principais aproveitamentos hidrelétricos da bacia do rio Doce. Neste estudo, as séries afluentes aos aproveitamentos Candonga, Aimorés e Mascarenhas foram verificadas e utilizadas como base para determinação das séries nos demais aproveitamentos da calha do rio Doce (Escura II, Baguari, Galiléia, Crenaque e Resplendor). Esta transferência das séries foi realizada com base em relação de áreas de drenagem entre as UHEs, e as incrementais negativas foram corrigidas com base na premissa de que as vazões Q<sub>mlt</sub> específicas apresentam tendência à redução como o aumento da área de drenagem. Assim, para cada confluência do rio Doce, foi estipulado um valor de vazão específica a jusante da confluência menor do que o valor a montante, quando possível.

As vazões específicas médias mensais das séries constantes da Revisão dos Estudos de Inventário e do SIPOT são apresentadas na Figura 3.

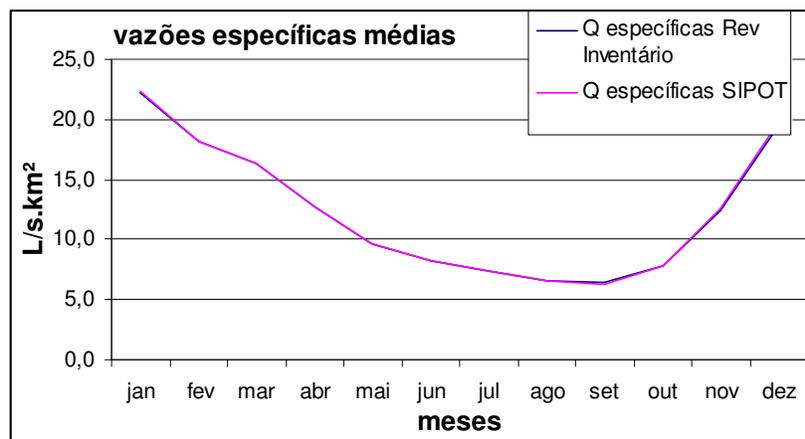


Figura 3 – vazões específicas médias mensais das séries oriundas da revisão do inventário e da metodologia apresentada no SIPOT.

As vazões específicas máximas e mínimas mensais são apresentadas na Figura 4.

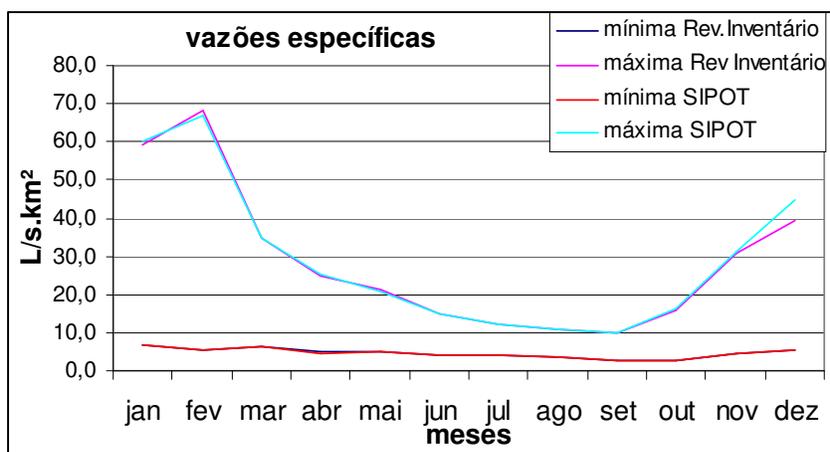


Figura 3 – vazões específicas máximas e mínimas das séries oriundas da revisão do inventário e da metodologia apresentada no SIPOT.

As curvas de permanência das séries geradas em ambos os estudos são apresentadas na Figura 4.

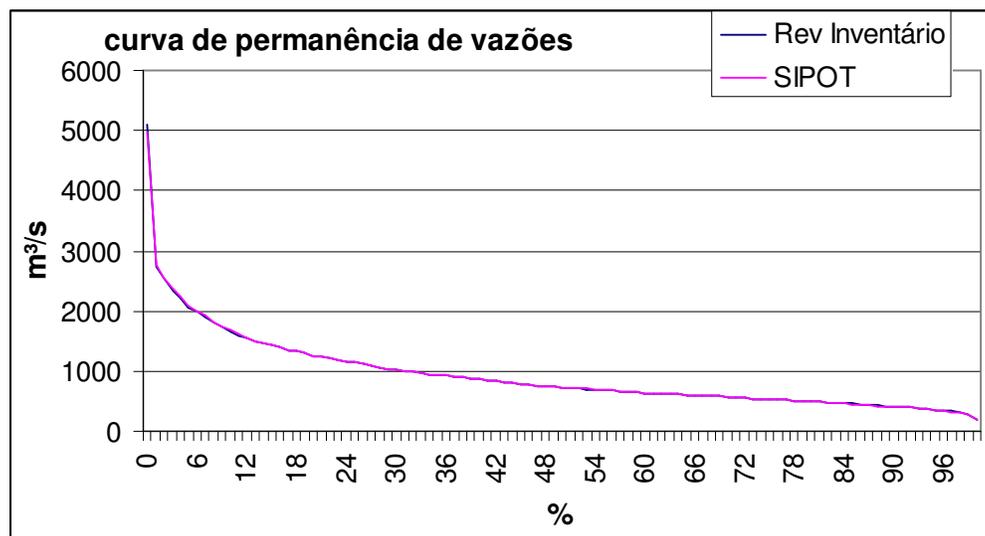


Figura 4 – Curva de permanência de vazões média mensais pela revisão do Inventário e pela metodologia constante do SIPOT.

Verifica-se que praticamente não ocorrem diferenças entre as séries geradas pelas metodologias avaliadas nesta Nota Técnica. Ocorrem algumas diferenças mais significativas nas vazões extremas máximas, utilizadas para os cálculos de dimensionamento das estruturas de extravasamento, que, no entanto, já se encontram construídas e em operação na UHE Mascarenhas. Nas vazões baixas não há diferença significativa entre as séries. Tal constatação, associada ao fato de que a série de vazões médias afluentes a UHE Mascarenhas disponível no SIPOT foi utilizada como base para geração das séries afluentes a outras UHEs na bacia do rio Doce, no âmbito da revisão dos estudos de inventário, sugere que a adoção de quaisquer das duas séries é tecnicamente adequada.

Deve-se ressaltar que, em breve, o estudo de naturalização das vazões médias mensais dos aproveitamentos do SIN deverá estar concluído para a bacia do rio Doce, quando então a ANEEL deverá solicitar para a ANA a alteração da série de vazões médias mensais afluentes a

UHE Mascarenhas. Portanto, a série a ser aprovada pela ANA neste momento deverá em breve ser revisada.

### 3. USOS CONSUNTIVOS

O estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1 cita o estudo realizado pelo ONS, com participação da ANA, para estimativa dos usos consuntivos nas bacias do SIN, que resultou na Resolução ANA nº 96/2007. As séries de vazões médias mensais de consumo foram geradas para o período de 1931 a 2010. A série foi extrapolada linearmente até o ano de 2012 (que, segundo o empreendedor, é o ano ao qual foi associado o sistema de referência da resolução 511/2005). As vazões médias mensais extrapoladas para o ano de 2012 foram subtraídas de toda a série de vazões médias mensais afluentes, para realização das simulações energéticas.

Para efeitos de emissão de DRDH, deve ser gerada uma série de usos consuntivos compatível com o prazo de validade da referida Reserva, que por sua vez é compatível com o prazo de concessão para produção de energia por meio de Decreto Presidencial. O Decreto Presidencial que outorga para a Escelsa a concessão para produção de energia elétrica na UHE Mascarenhas é datado de 13 de julho de 2005, com prazo de vigência de 30 anos. Assim, a série de vazões para usos consuntivos a ser publicada juntamente com a resolução de outorga deve se estender até 2025, ano em que expira a concessão do aproveitamento hidrelétrico Mascarenhas.

Para estender a série de vazões para usos consuntivos até o ano de 2025, foi utilizada a mesma metodologia adotada pelo empreendedor no estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1, qual seja, a extrapolação linear das vazões disponibilizadas até 2010 pelo ONS. A equação linear de regressões foi ajustada com base na média anual do período de 1931 a 2010 dos dados de consumos médios mensais, conforme Figura 3.

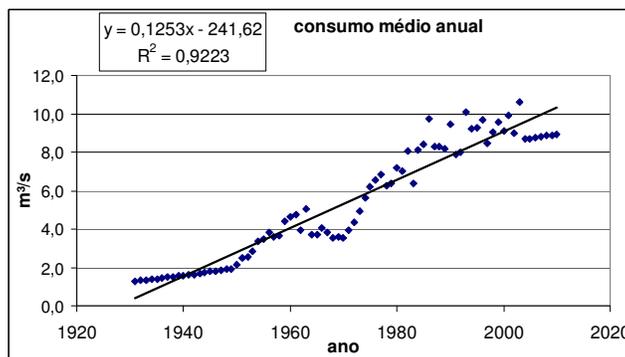


Figura 3 – regressão dos consumos médios anuais para o período de 1931 a 2010.

Os valores extrapolados para a média anual foram sazonalizados para todos os meses do ano utilizando-se a relação entre o consumo médio de cada mês do ano para o período 2000 a 2010 e o consumo médio anual para o mesmo período. A Tabela 4 apresenta os resultados para os anos de 2007 a 2025, em intervalos de 5 anos.

Tabela 4 – vazões médias mensais de consumo para o período 2007 a 2025 (m³/s)

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
<b>2007</b>	4,840	8,816	7,360	10,76 3	10,92 5	10,50 8	10,46 8	12,58 9	11,66 1	8,333	4,698	4,674
<b>2012</b>	6,020	11,16	9,467	13,11	12,57	12,34	12,29	14,17	12,69	10,76	5,863	5,329

		1		5	1	8	0	6	6	7		
<b>2017</b>	6,380	11,82 8	10,03 3	13,89 8	13,32 2	13,08 6	13,02 5	15,02 3	13,45 5	11,41 0	6,214	5,648
<b>2022</b>	6,739	12,49 5	10,59 9	14,68 2	14,07 3	13,82 4	13,75 9	15,87 0	14,21 3	12,05 4	6,564	5,966
<b>2025</b>	6,955	12,89 5	10,93 8	15,15 2	14,52 4	14,26 7	14,20 0	16,37 8	14,66 9	12,44 0	6,774	6,157

Destaca-se que o estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1 informa que as vazões médias mensais consumidas para o horizonte de 2012 foram subtraídas de toda a série de vazões médias mensais naturais, para realização das simulações energéticas. Sugere-se que tais simulações, de competência do setor elétrico, sejam realizadas descontando-se da série de vazões médias mensais naturais afluentes à UHE Mascarenhas a série de vazões médias mensais consumidas correspondente ao mesmo período, e não apenas as vazões de consumo do ano de 2012.

#### 4. REGRAS DE OPERAÇÃO E RESTRIÇÕES OPERATIVAS

Segundo o Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos – Revisão 3/2006, publicado pelo ONS em 2006, a única restrição operativa é a manutenção de uma vazão mínima defluente de 210 m<sup>3</sup>/s, para captação de água e saneamento. O estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1 cita outras restrições operativas relativas ao próprio empreendimento, com faixa de operação de vazões turbinadas para evitar vibração excessiva de geradores, cavitação nas turbinas e outras.

#### 5. CURVA COTA-ÁREA-VOLUME ATUALIZADA

O estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1 apresenta a curva cota-área-volume do reservatório, que, segundo o estudo, é resultante de batimetria do reservatório realizada pela Engevix em 1997, e, portanto, 10 anos desatualizada.

A Tabela 3 apresenta os volumes correspondentes a algumas cotas características da usina e os volumes que constam do SIPOT (dados de projeto da usina, de 1973), além do percentual de redução de volumes para as referidas cotas.

Tabela 3 – volumes correspondentes a algumas cotas características da usina

<b>Cota característica (m)</b>	<b>Vol.CAV 1997 (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. CAV 1973 (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>Redução de volume (%)</b>
60,75m (NA max normal)	21,85	39,50	45
58,00m (NA min normal)	13,43	31,60	58

Pela Tabela 3, verifica-se que, em 24 anos (1973 a 1997), a capacidade do reservatório no NA max normal foi reduzida para 55 % da capacidade original. Se for considerado o volume útil do reservatório (volume contido entre o NA max normal e o NA min), não houve redução. Assim, pela característica de operação do reservatório (regularização diária entre as cotas 58,00m e 60,75m), o grande assoreamento verificado em 24 anos aparentemente não afetou, de maneira significativa, a capacidade de geração da UHE, uma vez que o volume útil não foi reduzido.

Por outro lado, se for mantida a taxa atual de assoreamento do volume morto do reservatório (cerca de 0,75 hm<sup>3</sup>/ano), em cerca de 18 anos a cota correspondente ao NA min normal seria

atingida pelo depósito de sedimentos. Considerando que já se passaram 10 anos desde o último levantamento batimétrico, restariam apenas 8 anos para que o NA min normal fosse atingido pelo assoreamento do reservatório. Assim, aparentemente, a UHE Mascarenhas, dentro de alguns anos, perderá sua capacidade de deplecionamento (nem para uma regularização diária de vazões, como ocorre atualmente), passando a operar totalmente a fio d'água, o que deverá causar uma redução da geração de energia neste aproveitamento.

Outra possível consequência futura do processo de assoreamento será a dificuldade de se cumprir a restrição operativa de vazão mínima defluente de 210 m<sup>3</sup>/s, uma vez que a vazão mínima média mensal registrada é de 191 m<sup>3</sup>/s.

Segundo Almeida e Carvalho<sup>1</sup>, o projeto original da UHE Mascarenhas não contemplou estudos sedimentológicos. Assim, o arranjo escolhido para o aproveitamento exige dragagens constantes e restauração freqüente de turbinas. Ainda segundo os autores, poder-se-ia, à época do projeto, ter sido estudada uma concepção de projeto com arranjo diferente do escolhido (que não possui estruturas para atenuar os efeitos de assoreamento), para procurar reduzir tais problemas. Segundo os autores, a descarga sólida média anual afluenta a UHE Mascarenhas é de cerca de 9.10<sup>6</sup> ton/ano. Adotando-se uma eficiência de retenção de 10% (extraída da curva de Brune), um peso específico aparente de 1,1 t/m<sup>3</sup> e um volume de 8.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, correspondente ao volume abaixo da soleira da tomada d'água das turbinas, os autores obtiveram uma vida útil de 10 anos para o reservatório (sedimentos atingindo a cota da soleira da tomada d'água). Os autores relatam que, em 1979, após um período de cheias, o reservatório ficou quase totalmente assoreado, com os sedimentos chegando a atingir os condutos da tomada d'água.

Destaca-se que o órgão ambiental licenciador (IEMA – Instituto Estadual do Meio Ambiente), quando da emissão da licença de operação para a UHE Mascarenhas, emitida em abril de 2006, exigiu como condicionante a apresentação de uma proposta de Programa de Monitoramento Sedimentométrico, com prazo para sua apresentação de 240 dias. Após a aprovação do programa pelo IEMA, a Licença de Operação previu um prazo de 120 dias para implantação do programa aprovado, que assim já deve estar sendo executado pelo empreendedor. O programa de monitoramento, segundo condicionantes da L.O. emitida pelo IEMA, deve contemplar:

- Medições de descargas sólidas totais e levantamentos topo-batimétricos, este último apenas no reservatório;
- Seleção dos pontos de monitoramento de descarga sólida e seções topo-batimétricas;
- Freqüência das campanhas de medição, considerando períodos úmidos e secos do ano;
- Definição de metodologia e instrumentação utilizada para coleta e análise dos dados;
- Definição dos produtos gerados (relatórios, tabelas, gráficos, etc);
- Cronograma de execução, incluindo datas de apresentação dos relatórios ao IEMA, e duração do programa

Desta forma, sugere-se que conste na resolução de outorga da UHE Mascarenhas uma condicionante exigindo o encaminhamento, para avaliação da ANA, dos relatórios do Programa de Monitoramento Sedimentométrico em andamento, com a mesma periodicidade com que são repassados ao IEMA, sendo que os relatórios já apresentados ao IEMA devem

---

<sup>1</sup> Almeida, Sérgio Barbosa De, e Carvalho, Newton de Oliveira. Efeitos do Assoreamento de Reservatórios na Geração de Energia Elétrica: Análise da UHE Mascarenhas, ES. Anais do X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH: Gramado - RS., 1993.

ser entregues à ANA em até 30 dias. Eventualmente, a ANA poderá solicitar uma sistemática de monitoramento diferente da aprovada pelo IEMA.

## 6. USOS MÚLTIPLOS JÁ INSTALADOS NO RESERVATÓRIO

Segundo o estudo de Repotenciação / Modernização / Reabilitação – Justificativas Técnicas – Rev1, os usos múltiplos associados diretamente ao reservatório formado pela UHE Mascarenhas são:

- Reservação de água para geração de energia elétrica pela Energest S/A
- Captação de água bruta para abastecimento público pelo SAAE (duas captações, numa vazão captada total máxima média mensal de 64,4 L/s).
- Pesca esporádica, não intensiva e não embarcada

Presume-se que a captação de água bruta para abastecimento público esteja contemplada na estimativa de usos consuntivos determinada para a UHE Mascarenhas e, portanto, não seria necessário agregar esta vazão às vazões de consumo estimadas para a bacia contribuinte à referida UHE.

## 7. CONCLUSÃO

Diante das análises apresentadas e considerando-se a solicitação da ANEEL, recomenda-se a emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Mascarenhas no rio Doce nas seguintes condições:

I)	Latitude:	19° 30' 00'' S
II)	Longitude:	40° 54' 34'' W
III)	Nível d'água máximo normal a montante:	60,75 m
IV)	Nível d'água mínimo normal a montante:	59,50 m
V)	Área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal:	4,10 km <sup>2</sup>
VI)	Volume do reservatório no nível d'água máximo normal:	21,85 hm <sup>3</sup>
VII)	Altura da barragem:	28,00 m
VIII)	Potência instalada:	198,0 M W
IX)	Vazão mínima defluente:	210,0 m <sup>3</sup> /s
X)	Vazões médias mensais destinadas para múltiplos usos consuntivos a montante, em m <sup>3</sup> /s, de acordo com o quadro abaixo:	

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
<b>2007</b>	4,84 0	8,816	7,360	10,76 3	10,92 5	10,50 8	10,46 8	12,58 9	11,66 1	8,333	4,69 8	4,67 4
<b>2012</b>	6,02 0	11,16 1	9,467	13,11 5	12,57 1	12,34 8	12,29 0	14,17 6	12,69 6	10,76 7	5,86 3	5,32 9
<b>2017</b>	6,38 0	11,82 8	10,03 3	13,89 8	13,32 2	13,08 6	13,02 5	15,02 3	13,45 5	11,41 0	6,21 4	5,64 8
<b>2022</b>	6,73 9	12,49 5	10,59 9	14,68 2	14,07 3	13,82 4	13,75 9	15,87 0	14,21 3	12,05 4	6,56 4	5,96 6
<b>2025</b>	6,95 5	12,89 5	10,93 8	15,15 2	14,52 4	14,26 7	14,20 0	16,37 8	14,66 9	12,44 0	6,77 4	6,15 7

As vazões requeridas pelo aproveitamento hidrelétrico serão atendidas pelas vazões naturais afluentes, conforme quadro abaixo, subtraídas das vazões destinadas para múltiplos usos consuntivos a montante.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	1214	887	1465	831	727	689	593	535	487	746	655	830
1932	1130	873	764	664	638	676	613	599	629	1070	1298	1499
1933	1675	923	858	783	696	633	633	591	581	757	748	1205
1934	1256	777	832	725	712	615	584	556	618	602	736	928
1935	1172	1482	1078	939	765	715	666	631	613	654	665	918
1936	852	1213	1337	986	704	619	595	541	602	612	863	1003
1937	2094	1979	1168	972	1023	784	700	615	584	652	909	1617
1938	1493	1044	874	868	706	593	498	502	446	501	673	1086
1939	1429	1332	662	628	532	453	441	395	367	427	351	530
1940	769	1033	1425	763	576	468	371	326	326	405	1252	1287
1941	1347	911	1641	1247	741	642	647	540	593	838	775	1210
1942	2516	1577	1477	1029	866	726	653	512	477	560	1144	2461
1943	2822	2065	2120	1408	1038	895	791	707	580	704	889	2527
1944	1409	1728	1334	1124	882	776	698	548	502	501	717	1509
1945	2251	2314	1784	1884	1561	998	868	743	671	942	1518	2404
1946	2039	1182	1191	1252	900	758	677	582	518	558	838	1067
1947	1083	914	1184	891	631	485	497	465	498	620	1003	1675
1948	1436	1132	1282	920	701	617	556	512	441	480	757	2990
1949	2654	3736	1929	1559	1147	961	806	711	627	768	1043	1526
1950	1389	1174	953	844	687	594	549	467	436	478	910	1410
1951	1062	1334	1397	1281	845	722	599	525	450	462	383	893
1952	1760	2003	2284	1478	1084	937	802	670	710	563	1044	1888
1953	979	1158	1028	833	699	584	547	541	613	607	1066	2002
1954	1403	897	649	1044	688	617	597	533	527	590	939	1456
1955	1691	1223	994	727	403	385	296	255	217	294	687	1366
1956	1021	404	611	351	361	405	317	283	216	191	499	3321
1957	1905	1148	1474	1450	941	686	624	529	491	591	731	1835
1958	1195	1204	829	986	721	610	635	521	545	588	697	759
1959	887	545	912	546	403	364	323	283	248	467	954	959
1960	1514	1424	2151	1097	817	707	605	494	459	399	702	1453
1961	2623	2268	1302	956	763	608	542	479	403	386	577	616
1962	1524	1800	1084	642	546	472	449	427	391	524	880	2317
1963	1287	843	619	532	460	413	404	376	335	308	481	394
1964	1683	1585	1021	753	533	445	443	415	355	676	1212	1425
1965	2045	1959	1828	1287	1004	817	756	624	540	700	1340	1154
1966	1966	1332	1065	734	657	580	526	454	411	522	820	1172
1967	1678	1564	1153	894	657	551	483	444	387	373	753	1207
1968	1368	1176	1629	929	667	557	524	481	534	781	867	1098
1969	968	884	850	576	487	477	456	387	343	427	935	1777
1970	2034	1336	844	797	609	532	518	456	516	774	1266	1145
1971	648	438	571	412	367	402	348	282	315	594	2006	2260
1972	995	840	1338	756	581	466	503	448	418	641	1067	1354
1973	1199	999	1983	1141	799	622	566	489	438	781	1256	1330
1974	1594	1085	1004	972	728	579	511	443	391	522	592	998
1975	1581	1099	683	733	512	430	447	363	323	692	1253	932
1976	510	765	514	514	388	326	347	306	523	689	1244	1633
1977	1780	1568	826	914	640	535	494	416	415	466	660	1120
1978	1659	1385	1154	865	671	638	570	475	449	616	691	1116
1979	2360	4976	2576	1591	1229	1121	915	803	727	670	1274	1433
1980	2602	1994	1138	1457	1007	829	752	653	598	579	724	1601
1981	1318	863	1103	1074	667	637	514	472	394	616	2235	1858
1982	2681	1365	2243	1702	1152	955	787	725	620	621	579	824
1983	2775	1991	1710	1398	1020	919	781	676	700	1197	1341	2487
1984	1236	933	928	944	650	538	496	495	601	651	776	2101
1985	4461	2690	2435	1507	1156	936	813	753	713	795	983	1506
1986	2732	1186	736	608	562	536	503	541	433	386	463	870
1987	1029	565	1001	787	526	475	396	343	380	365	643	1955
1988	1755	1301	900	661	519	444	397	348	318	395	596	1490
1989	745	712	802	418	442	507	419	402	375	599	1083	2034
1990	762	551	457	405	394	314	343	303	355	346	485	502
1991	1732	1613	1791	1001	666	544	462	401	453	513	1033	916
1992	2570	2831	1398	1032	898	683	620	554	592	940	2334	2422
1993	2134	1237	870	928	716	649	537	498	448	511	543	1133
1994	2120	744	1492	1066	738	588	490	411	350	331	659	1318
1995	593	935	694	748	540	411	341	307	266	372	938	2069
1996	1820	674	597	510	437	366	336	304	359	400	1626	1604
1997	3368	1003	1877	1015	783	666	535	473	505	572	593	2079
1998	1308	1200	803	593	535	508	415	410	325	418	1025	1145
1999	983	450	915	477	382	321	300	278	273	293	876	1261
2000	953	1290	1103	637	468	397	340	294	370	275	729	1187
2001	874	453	457	321	287	278	219	214	235	319	939	778
2002	1934	1735	846	563	479	409	364	310	401	338	728	1102
2003	2783	941	681	563	445	385	334	312	311	315	427	724

Deverão ser encaminhados, para a ANA, os relatórios do Programa de Monitoramento Sedimentométrico em andamento, com a mesma periodicidade com que são repassados ao Instituto Estadual do Meio Ambiente do Espírito Santo - IEMA, sendo que os relatórios já apresentados ao IEMA devem ser entregues à ANA em até 30 dias.

Após o recebimento e avaliação dos relatórios do Programa de Monitoramento Sedimentométrico a ANA, eventualmente, poderá solicitar uma sistemática de monitoramento diferente da aprovada pelo IEMA.

Atenciosamente,

---

**ANDRE R PANTE**  
Especialista em recursos hídricos

De acordo,

---

**ALAN VAZ LOPES**  
Especialista em recursos hídricos  
Gerente GREG/SOF