

Nota Técnica n.º ____/SOC

Em, 5 de setembro de 2003.

Ao Senhor Superintendente de Outorga e Cobrança
Assunto: Reserva de disponibilidade hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Santa
Gabriela
Ref.: Processo nº **02501.001915/2003-78**

1. INTRODUÇÃO

Esta Nota Técnica trata da solicitação de declaração de reserva de disponibilidade hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Santa Gabriela a ser implantado no rio Correntes, na bacia hidrográfica do rio Paraguai, formulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL em 15 de agosto de 2003. A declaração de reserva de disponibilidade hídrica será emitida pela ANA em atendimento ao disposto na Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e em conformidade com as diretrizes da Resolução ANA nº 131, de 11 de março de 2003. As principais características do aproveitamento, conforme o projeto original, são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Características de projeto do aproveitamento hidrelétrico Santa Gabriela.

Latitude do eixo de barramento	17° 32' 15'' S
Longitude do eixo de barramento	54° 26' 00'' W
Rio	Correntes
Bacia hidrográfica	Paraguai
Área de drenagem do eixo de barramento	3.132 km ²
Potência instalada	24 MW
Número de unidades	2
Energia média	18,74 MWmed
Área inundada do reservatório no NA máximo normal	0,71 km ²
Área inundada do reservatório no NA máximo maximorum	6,39 km ²
Volume máximo do reservatório no NA máximo normal	0,39 hm ³
Altura da barragem	11,0 m
Nível d'água máximo maximorum a montante	462,00 m
Nível d'água máximo normal a montante	459,00 m
Nível d'água mínimo normal a montante	459,00 m
Vazão mínima remanescente a jusante ¹	1,00 m ³ /s
Vazão mínima Q _{95%}	37,75 m ³ /s
Vazão média Q _{MLT}	54,16 m ³ /s

¹ Valor apresentado no projeto original. Propõe-se alteração desse valor, conforme apresentado no item 5.7 desta Nota Técnica.

2. ANÁLISE PRELIMINAR

A documentação apresentada pela ANEEL atende à Resolução nº 131, de 2003, e permite o desenvolvimento das análises técnicas necessárias à emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica.

O aproveitamento hidrelétrico Santa Gabriela possui potência instalada inferior a 30 MW e inunda área inferior a 3 km², o que permite o seu enquadramento como Pequena Central Hidrelétrica, estando sujeito a autorização de uso do potencial hidráulico pela ANEEL. O aproveitamento tem por finalidade a produção independente de energia elétrica e fará parte do Sistema Interligado Nacional. As principais características do aproveitamento são apresentadas na tabela 1.

O rio Correntes é afluente do rio Piquirí e faz divisa entre os Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O rio Piquirí é afluente do rio Cuiabá, que deságua no rio Paraguai, afluente do rio Paraná. Não existem Comitê de bacia implantados nas bacias. Não existem inventários hidrelétricos, planos estaduais de recursos hídricos ou plano de bacia disponíveis nesta Agência.

O Sistema Informações sobre o Potencial Hidrelétrico Brasileiro e os Estudos de Inventário da Partição de Queda do rio Correntes prevê a implantação de mais 4 aproveitamentos hidrelétricos, como mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Aproveitamentos hidrelétricos previstos no rio Correntes.

Aproveitamento	Potência (MW)	Situação	Atos
Santa Paula	5,2	Aguardando solicitação da ANEEL	-
Santa Gabriela	24,0	Em análise	-
Água Enterrada	16,0	Aguardando solicitação da ANEEL	-
Ponte de Pedra	176,1	Dispensado de outorga	Res. ANA 131/2003 Contrato ANEEL 77/1999
Aquarius	4,2	Autorizado pela ANEEL Não regularizada junto à ANA	Res. ANA 131/2003 Res. ANEEL 248/2003

A ANEEL procedeu análise hidrológica dos Estudos de Inventário de Partição de Queda do rio Correntes e do Projeto Básico da PCH, conforme Pareceres Técnicos nº 172/2002 – SIH ANEEL (fls. 4 a 6) e nº 183/2003 – SIH/ANEEL (fls. 2 e 3). Segundo esses documentos, os estudos realizados são satisfatórios quanto aos aspectos hidrológicos.

Também foi realizada pela ANEEL análise geral do Projeto Básico do aproveitamento, conforme Parecer Técnico nº 7/2003 - SPH/ANEEL (fls. 7 a 15). Segundo esse documento, os estudos realizados são satisfatórios quanto aos aspectos analisados.

3. ANÁLISE HIDROLÓGICA

A análise hidrológica do aproveitamento foi realizada pela ANEEL, conforme Parecer Técnico nº 183/2003-SIH/ANEEL (fls. 2 e 3), quanto aos aspectos de séries de vazões médias mensais, curva-chave no canal de fuga, vazões de cheia, remanso e estudos de sedimentos. Segundo esse Parecer, o Projeto Básico encontra-se em condições de ser aprovado. A tabela 3 apresenta alguns aspectos hidrológicos do aproveitamento. A série de vazões afluentes ao aproveitamento, em meio digital, consta do CD anexo a este Processo.

Tabela 3 – Aspectos hidrológicos do aproveitamento.

Vazão Q _{95%}	37,75 m ³ /s
Vazão mensal máxima	116,4 m ³ /s
Vazão mensal média	54,2 m ³ /s
Vazão mensal mínima	30,9 m ³ /s
Vazão máxima com Tr = 10.000 anos	838,0 m ³ /s
Descarga sólida total	1.591 t/dia

4. ANÁLISE DO EMPREENDIMENTO

A análise do aproveitamento foi realizada pela ANEEL, conforme Parecer Técnico nº 7/2003-SPH/ANEEL (fls. 7 a 15), quanto a compatibilidade e interferência com estudos anteriores, estudos cartográficos e topográficos, hidrometeorológicos e sedimentológicos, geológicos-geotécnicos, energéticos, sócio-ambientais, reservatório, arranjo geral selecionado, custos e cronograma de construção. Segundo esse Parecer, o Projeto Básico encontra-se em condições de ser aprovado. A tabela 4 apresenta alguns aspectos relevantes do aproveitamento.

Tabela 4 – Aspectos relevantes do aproveitamento.

Tempo de enchimento estimado ¹	11,1 h
Tempo de residência	2,0 h
Extensão máxima do remanso (aproximada) ²	12.500 m
Sobreelevação máxima do remanso ²	8,0 cm
Famílias realocadas	0
Extensão do vertedor	85,0 m
Vazão de projeto do vertedor	838,0 m ³ /s
Extensão do canal de adução	1.050 m
Extensão do rio Correntes entre a tomada d'água e a casa de força	1.400 m
Energia firme (MWmed) ³	16,97 MWmed
Energia firme (GWh/ano) ³	148,65 GWh / ano
Energia média (MWmed)	18,74 MWmed
Energia média (GWh/ano)	164,16 GWh / ano

¹ Probabilidade de 95%, iniciando-se no mês de agosto.

² Referente à cheia decamilenar.

³ A energia firme corresponde à energia média gerada no período crítico do sistema interligado sudeste (1949 a 1956).

O aproveitamento será constituído por uma barragem no leito do rio, um canal de adução e uma casa de força que abrigará 2 unidades de geração. A barragem será dotada de um vertedor e 3 adufas com capacidade máxima de 125,0 m³/s. Após o enchimento, apenas 1 adufa permanecerá em operação, com capacidade para 41,7 m³/s. O canal de adução desviará parte da vazão do rio Correntes para a casa de força.

O aproveitamento desviará vazões de um trecho do rio Correntes de aproximadamente 1,4 km de extensão, onde será mantida a vazão de 1,0 m³/s para atendimento de necessidades ecológicas e ambientais. Durante a fase de enchimento do reservatório, será mantida a vazão de 24,7 m³/s por meio do descarregador de fundo.

Considerando-se que o tempo de enchimento será reduzido e que o aproveitamento operará a fio d'água, não devem ocorrer variações significativas no regime fluvial do rio Correntes.

5. DEMANDAS HÍDRICAS PARA USOS MÚLTIPLOS

Demandas hídricas consuntivas atuais e futuras referentes ao consumo humano, à dessedentação de animais, à irrigação e às indústrias são quantificadas a partir de dados secundários disponibilizados para cada Município. A agregação dessas demandas é efetuada com base nas áreas territoriais dos Municípios localizados na bacia do rio Correntes e a montante do aproveitamento hidrelétrico.

5.1. Áreas dos Municípios e Drenadas

A tabela 5 apresenta as áreas dos Municípios localizados na bacia do rio Correntes e a montante do aproveitamento hidrelétrico, utilizadas na quantificação das demandas consuntivas.

Tabela 5 – Áreas dos Municípios e a montante do eixo de barramento.

Município	Área total (ha)	Área drenada (ha)	Área irrigada (ha)
Itiquira	863.853	143.583	1.523
Sonora	407.566	167.959	6.000
Total	1.271.419	313.200	7.523

5.2. Demandas Urbana e Rural a Montante

As demandas urbana e rural fornecem uma estimativa da necessidade de água para consumo humano e foram determinadas a partir de estimativas de populações e adotando-se os coeficientes utilizados no Plano Nacional de Recursos Hídricos. A área drenada pelo rio Correntes no eixo de barramento não abriga sedes municipais, existindo, apenas, uma parcela da população rural dos Municípios de Itiquira e Sonora, estimada a partir da densidade populacional dos municípios.

A projeção dessas demandas foi realizada a partir das taxas de crescimento obtidas com base no documento Estudo dos Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento, contratado pelo Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Segundo esse documento, é previsto que a população rural sofra decréscimos enquanto que a população urbana deve crescer. Portanto, ao longo dos próximos 30 anos, parte da população existente na área de drenagem deve se concentrar em vilas e pequenos núcleos com características urbanas. Entretanto, considerou-se que essa população manterá características de consumo de água rural. As demandas consuntivas urbana e rural e suas respectivas populações atendidas, considerando-se os parâmetros da tabela 6, constam da tabela 7.

Tabela 6 – Parâmetros utilizados na estimativa de demanda consuntiva urbana e rural.

Parâmetro	Valor
Captação per capita rural (captação)	100 L/hab.dia
Coefficiente de retorno	0,50

Tabela 7 – Demanda consuntiva urbana e rural.

Município	Demanda atual 2003		Demanda futura 2033	
	População atendida	Vazão (m³/s)	População atendida	Vazão (m³/s)
Itiquira	996	0,0006	1.285	0,0007
Sonora	609	0,0004	893	0,0005
Total	1.605	0,0009	2.178	0,0013

5.3. Demanda para Criação de Animais a Montante

A demanda hídrica para criação de animais fornece uma estimativa da necessidade de água para dessedentação de animais. As demandas atual e futura foram estimadas a partir de dados da Pesquisa Pecuária Municipal sobre efetivo de rebanhos e seu crescimento observado no período 1996 a 2001, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Também foram utilizados os consumos por cabeça utilizados no Documento Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos, considerando-se os rebanhos bovino, suíno, equino, asinino, muar, bubalino, de coelhos, ovino, de galinhas, galos, frangos e pintos, codornas e caprino. A tabela 9 apresenta essas demandas e os rebanhos atendidos, considerando-se os parâmetros da tabela 8 e o coeficiente de retorno de 0,20.

Tabela 8 – Captações por cabeça dos rebanhos.

Rebanho	Valor (L/cab.dia)
Bovino	50,0
Suíno	12,5
Equino	50,0
Asinino	50,0
Muar	50,0
Bubalino	50,0
Coelhos	0,4
Ovino	10,0
Galinhas	0,4
Galos, etc	0,4
Codornas	0,4

Caprino	10,0
---------	------

Tabela 9 – Demanda consuntiva para criação de animais.

Município	Demanda 2003		Demanda 2033	
	Cabeças	Vazão (m ³ /s)	Cabeças	Vazão (m ³ /s)
Itiquira	48.123	0,0193	53.505	0,0198
Sonora	75.221	0,0308	81.088	0,0313
Total	123.343	0,0501	134.593	0,0511

5.4. Demanda para Irrigação a montante

As demandas atuais e futuras para irrigação foram estimadas a partir das áreas irrigadas municipais levantadas pelo Censo Agropecuário de 1995/1996 realizado pelo IBGE e dos dados de precipitação média mensal, obtida no Projeto Básico do aproveitamento, e de evapotranspiração potencial, obtida com base em dados climatológicos da estação de Presidente Murtinho, distante 212 km, aplicando-se o método Penman Monteith. A precipitação efetiva foi obtida aplicando-se o método desenvolvido pelo SCS (*Soil Conservation Service*) apresentado no manual do *software* Cropwat da FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*). Na estimativa da demanda consuntiva foram considerados os valores de coeficientes apresentados na tabela 10.

Tabela 10 – Coeficientes utilizados na estimativa de demanda consuntiva para irrigação.

Parâmetro	Valor
Coeficiente de cultura Kc	1,00
Coeficiente de molhamento Ks	0,90
Coeficiente de práticas agrícolas	0,75
Eficiência média do método de irrigação	0,70
Coeficiente de retorno	0,30

A projeção futura da demanda para irrigação foi estimada a partir da evolução anual da área plantada de cada cultura municipal no período de 1996 a 2001, obtida na Pesquisa Agrícola Municipal realizada pelo IBGE. A área irrigada foi obtida considerando-se constante a relação entre área irrigada municipal e área plantada total ao longo do tempo. As projeções das áreas plantadas e irrigadas são apresentadas na tabela 11. A tabela 12 apresenta os dados climatológicos e as demandas consuntivas médias mensais.

Tabela 11 – Evolução prevista das áreas plantadas e irrigadas.

Município	Área plantada municipal (ha)		Área irrigada na bacia (ha)	
	2003	2033	2003	2033
Itiquira	156.761	210.743	275	370
Sonora	72.543	141.423	3.176	6.192
Total	229.304	352.166	3.452	6.562

Tabela 12 – Demanda consuntiva para irrigação.

Mês	Precipitação (mm)	Evapotranspiração (mm)	Vazão (m³/s)	
			2003	2033
Janeiro	249,0	117,0	0,0000	0,0000
Fevereiro	208,1	96,0	0,0000	0,0000
Março	158,4	105,0	0,0000	0,0000
Abril	110,9	100,0	0,0000	0,0000
Maio	81,7	96,0	0,1338	0,2544
Junho	25,6	79,0	0,4184	0,7955
Julho	24,7	95,0	0,5374	1,0217
Agosto	46,8	115,0	0,5237	0,9957
Setembro	54,6	112,0	0,4581	0,8710
Outubro	113,5	131,0	0,2176	0,4136
Novembro	173,3	111,0	0,0000	0,0000
Dezembro	244,6	111,0	0,0000	0,0000

5.5. Demanda Industrial a montante

Os municípios de Itiquira e Sonora possuem, atualmente, 26 unidades locais caracterizadas como indústrias de transformação, que empregam 1.132 pessoas. Todavia, grande parte dessa demanda está concentrada nas sedes municipais, fora da área de drenagem do eixo de barramento, não sendo identificadas indústrias na área de drenagem do aproveitamento. Dessa forma, foi considerada como nula a demanda industrial a montante do aproveitamento hidrelétrico.

5.6. Demanda Hídrica Total a montante

Aplicando-se as metodologias descritas foram estimadas as demandas consuntivas mensais médias para os anos de 2013 e 2023. A tabela 13 apresenta o somatório das demandas consuntivas mensais médias atuais e futuras na área a montante do aproveitamento.

Tabela 13 – Demandas consuntivas médias mensais atuais e futuras (m³/s).

Mês	2003	2013	2023	2033
Janeiro	0,051	0,052	0,052	0,052
Fevereiro	0,051	0,052	0,052	0,052
Março	0,051	0,052	0,052	0,052
Abril	0,051	0,052	0,052	0,052
Maio	0,185	0,225	0,266	0,307
Junho	0,469	0,596	0,722	0,848
Julho	0,588	0,750	0,912	1,074
Agosto	0,575	0,733	0,890	1,048
Setembro	0,509	0,647	0,785	0,923
Outubro	0,269	0,334	0,400	0,466
Novembro	0,051	0,052	0,052	0,052
Dezembro	0,051	0,052	0,052	0,052

5.7. Demandas Hídricas a Jusante

O Plano Nacional de Viação não prevê a implantação de hidrovias no trecho onde será implementado o aproveitamento hidrelétrico. Portanto, não há a necessidade de previsão de estruturas de transposição (eclusas), alocações de vazão para manutenção de níveis d'água a jusante ou restrições operativas do aproveitamento.

Não foram identificados usos de recursos hídricos no trecho do rio Correntes entre a barragem e a casa de força, de 1,4 km de extensão. A vazão a ser mantida nesse trecho, para manter condições mínimas de sobrevivência de espécies, é de 5,42 m³/s, que corresponde a 10% da vazão média de anual, de acordo com o método de Tennant².

A vazão mínima proposta (5,42 m³/s) é superior à prevista no projeto original do aproveitamento (1,00 m³/s) e deverá ser mantida pelo outorgado no intuito de garantir a manutenção de condições ambientais mínimas. Entretanto, recomenda-se que o valor proposto possa ser alterado mediante solicitação expressa e justificada do órgão ambiental competente.

Na fase de enchimento, deverá ser mantida a jusante a vazão mínima de 24,7 m³/s, referente a 80% da vazão média mensal mínima.

6. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS SOBRE A GERAÇÃO

A avaliação de impactos de usos consuntivos a montante do aproveitamento sobre a geração foi baseada em simulações da operação do reservatório e da geração de energia, utilizando-se modelo de rede de fluxo e os parâmetros da tabela 13. A série de vazões utilizada, determinada pelo projetista e constante do CD anexo ao processo, estende-se pelo período de 1933 a 2001.

No modelo de rede de fluxo foram mantidas as condições de vazão mínima de 5,42 m³/s no trecho entre a barragem e a casa de força e retiradas as vazões alocadas para múltiplos usos (tabela 11) a montante do reservatório, determinando-se as vazões turbinadas. Essas vazões foram utilizadas na estimativa das energias médias geradas mensalmente, apresentadas na tabela 14.

Tabela 13 – Parâmetros originais de projeto para a simulação energética e econômica.

Parâmetro	Valor
Rendimento das turbinas	91%
Rendimento dos geradores	97%
Vazão máxima turbinada	67,1 m ³ /s
Custo de investimento total (dez/2001)	R\$ 39.687.200,00
Custo de operação e manutenção (dez/2001)	R\$ 5,00/MWh
Taxa de juros anual	12%
Período de exploração	30 anos

Tabela 14 – Estimativa de energias geradas em cada horizonte de usos consuntivos.

² Tennant (1976) *Apud* Sarmiento, R. e Pelissari, V. B. (1999). Determinação da Vazão Residual dos Rios: Estado da Arte. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Belo Horizonte.

Parâmetro	Projeto original	2003	2013	2023	2033
Energia media (MWmed)	18,76	17,31	17,29	17,27	17,25
Energia média (MWh/ano)	164.368	151.623	151.449	151.274	151.096
Energia firme (MWmed)	16,94	15,29	15,27	15,24	15,22

O impacto dos usos consuntivos a montante sobre a atratividade econômica do empreendimento para o setor elétrico foi avaliada com base no índice de mérito ou custo da energia gerada, representado pela relação entre os custos de investimento, operação e manutenção anuais e a energia média anual gerada. Os custos de investimento³ anualizados e os custos anuais de operação e manutenção foram devidamente atualizados para agosto de 2003 com base no IGP-M. A tabela 15 mostra que o custo da energia gerada aumenta de 46,39 R\$/MWh, na situação projetada originalmente, para 49,81 R\$/MWh, na situação que considera os usos consuntivos, incluindo-se a manutenção da vazão mínima remanescente de 5,42 m³/s.

Essa avaliação indica que os usos múltiplos não representam impactos significativos sobre a geração e o aproveitamento continua atrativo ao setor elétrico, uma vez que o custo da energia gerada é inferior ao custo marginal de expansão da geração no horizonte 2003 – 2012 de 101,73 R\$/MWh⁴ (34 US\$/MWh) determinado pela ELETROBRAS⁵, a preços de agosto de 2003.

Tabela 15 – Simulação de impactos energéticos e econômicos sobre a geração.

Situação	Projeto original	Usos consuntivos
Energia media (MWmed)	18,76	17,28
Energia média (MWh/ano)	164.368	151.361
Custo O&M (R\$)	1.090.149,94	1.003.882,69
Custo investimento anual (R\$)	6.535.432,68	6.535.432,68
Custo total anual (R\$)	7.625.582,61	7.539.315,37
Índice de mérito (R\$/MWh)	46,39	49,81

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 Santa Gabriela no rio Correntes nas seguintes condições:

³ Custos de investimento não consideram o sistema de transmissão associado.

⁴ US\$ 1,0000 = R\$ 2,9922 (fonte: Banco Central – cotação de 15/08/2003).

⁵ Plano Decenal de Expansão 2003 – 2012 Sumário Executivo. Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Energia. Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos – CCPE. 2002.

I)	Latitude do eixo de barramento:	17° 32' 15'' S
II)	Longitude do eixo de barramento:	54° 26' 00'' W
III)	Nível d'água máximo normal a montante:	459,00 m
IV)	Nível d'água máximo maximorum a montante:	462,00 m
V)	Nível d'água mínimo normal a montante:	459,00 m
VI)	Área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal:	0,71 km ²
VII)	Área inundada do reservatório no nível d'água máximo maximorum:	6,39 km ²
VIII)	Volume do reservatório no nível d'água máximo normal:	0,39 hm ³
IX)	Altura máxima da barragem:	11,00 m
X)	Potência instalada:	24,00 MW
XI)	Vazão máxima turbinada:	67,10 m ³ /s
XII)	Vazão mínima remanescente no trecho entre a barragem e a casa de força:	5,42 m ³ /s
XIII)	Vazão mínima remanescente na fase de enchimento:	24,70 m ³ /s
XIV)	Validade da declaração	3 anos
XV)	Vazões médias mensais destinadas para múltiplos usos consuntivos a montante, em m ³ /s, de acordo com o quadro abaixo:	

Mês	2003	2013	2023	2033
Janeiro	0,051	0,052	0,052	0,052
Fevereiro	0,051	0,052	0,052	0,052
Março	0,051	0,052	0,052	0,052
Abril	0,051	0,052	0,052	0,052
Maio	0,185	0,225	0,266	0,307
Junho	0,469	0,596	0,722	0,848
Julho	0,588	0,750	0,912	1,074
Agosto	0,575	0,733	0,890	1,048
Setembro	0,509	0,647	0,785	0,923
Outubro	0,269	0,334	0,400	0,466
Novembro	0,051	0,052	0,052	0,052
Dezembro	0,051	0,052	0,052	0,052

As vazões requeridas pelo aproveitamento hidrelétrico serão atendidas pelas vazões naturais afluentes subtraídas das vazões médias mensais apresentadas no quadro do item XV, destinadas para múltiplos usos a montante.

Atenciosamente,

ALAN VAZ LOPES
Técnico contratado SOC/ANA