

Nota Técnica n.º 399/2008/GEREG/SOF-ANA

Documento n.º 30542/2008

Em 19 de dezembro de 2008.

Ao Senhor Superintendente de Outorga e Fiscalização

Assunto: Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para a Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Nova Franca Amaral

Ref.: Processo n.º 02501.000839/2008-98

APRESENTAÇÃO

1. Esta Nota Técnica trata da solicitação de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH, formulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em 13 de maio de 2008 (fls. 3-4), para o aproveitamento hidrelétrico PCH Nova Franca Amaral, a ser implantado no rio Itabapoana, entre os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.
2. Dentre as análises apresentadas neste documento, são contemplados os itens da Resolução ANA n.º 131, de 11 de março de 2003, que dispõe sobre os procedimentos referentes à emissão de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União e dá outras providências. A análise do empreendimento feita nesta Nota Técnica é organizada em três blocos – Hidrologia, Usos Múltiplos e Análise do Empreendimento.
3. A DRDH poderá ser emitida pela ANA em atendimento ao disposto na Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000, Resolução do CNRH n.º 37, de 26 de março de 2004 e em conformidade com as diretrizes da Resolução ANA n.º 131, de 11 de março de 2003. Tendo em vista que a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica será transformada pela ANA em Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, as análises técnicas abordaram as alterações na quantidade, qualidade e regime das águas, resultantes da implantação da PCH Nova Franca Amaral, bem como a disponibilidade hídrica existente no período de outorga, coincidente com o período de concessão do uso do potencial hidráulico.
4. A documentação apresentada pela ANEEL atende à Resolução ANA n.º. 131, de 2003, e compreende:
 - a. Ofício n.º 1072/2008-SGH/ANEEL, solicitando a DRDH e encaminhando relatório do projeto básico da PCH Nova Franca Amaral (fls. 3-4);
 - b. Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do técnico responsável pelo projeto básico (fls. 14)

5. No relatório final supracitado, encontram-se os seguintes documentos e estudos, exigidos para a análise do pedido de reserva de disponibilidade hídrica.
- Ficha técnica do empreendimento, conforme modelo anexo à Resolução ANA nº 131/2003;
 - Estudos hidrológicos referentes à determinação da série de vazões médias mensais, vazões máximas, vazões mínimas e transporte de sedimentos
 - Estudos referentes ao reservatório, quanto à definição das condições de enchimento, tempo de residência, condições de assoreamento e curva cota x área x volume;
 - Mapa de localização e de arranjo do empreendimento;
 - Descrição de características do empreendimento;
 - Estudos energéticos;

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

6. A Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Nova Franca Amaral será implantada no rio Itabapoana, que é de domínio federal, uma vez que corresponde ao marco de divisa entre os estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro. Parte da bacia encontra-se também no estado de Minas Gerais. Um mapa da bacia é mostrado na Figura 1.

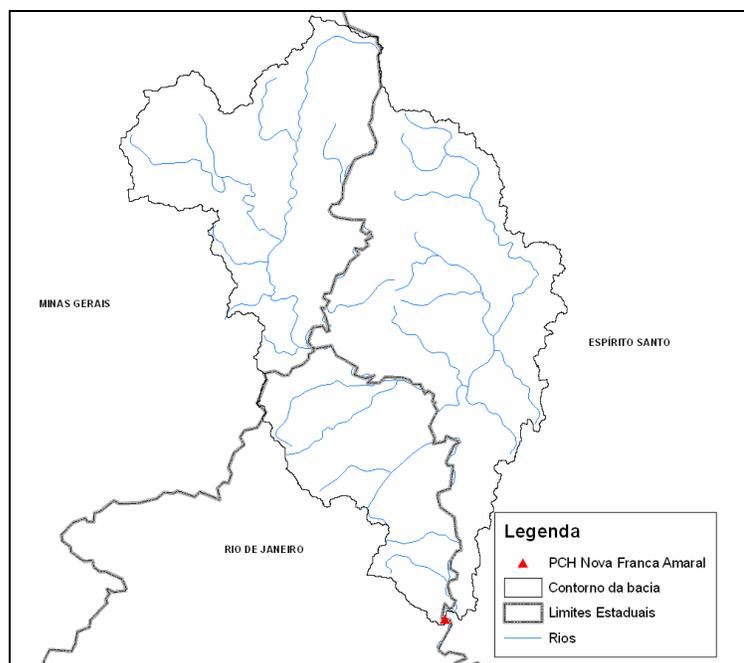


FIGURA 1. CONTORNO DA BACIA DO RIO ITABAPOANA E LOCALIZAÇÃO DA FUTURA PCH

7. O arranjo prevê uma barragem de gravidade/concreto, operando a fio d'água, com reservatório na cota 262m. A barragem desvia para um túnel de 1,2 km, aproveitando o desnível do rio, desaguando na casa de força dotada de 3 turbinas do tipo Francis. A Figura 2 mostra a representação esquemática do arranjo da barragem e casa de força.

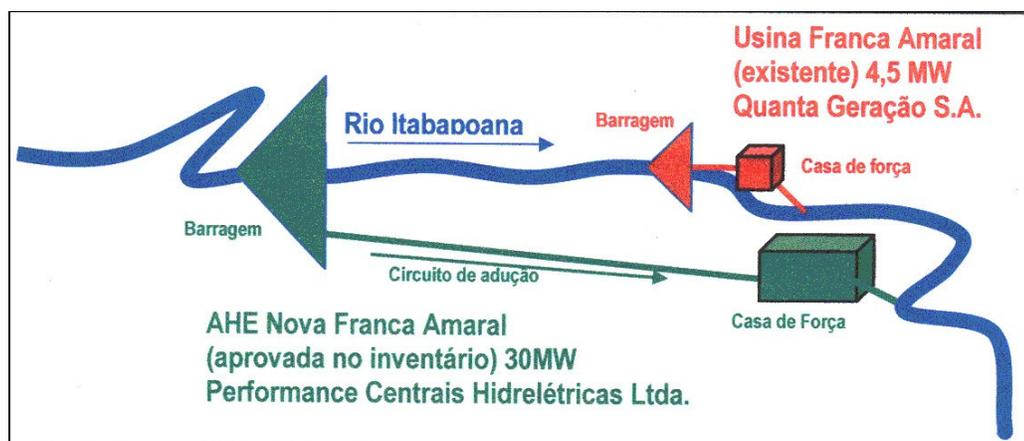


FIGURA 2. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO ARRANJO DA BARRAGEM E CASA DE FORÇA DA PCH NOVA FRANCA AMARAL E INTERFERÊNCIA COM A UHE FRANCA AMARAL, JÁ EXISTENTE

8. A área inundada na cota 262m é de 1,49 km², para o qual o volume armazenado é de 19,8 hm³, com volume útil de 7,3 hm³. O seu vertedouro foi dimensionado para uma cheia de 892 m³/s, correspondente à cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos, para a qual o nível d'água atinge a cota 265,6 m (NA máximo maximorum). As principais características do aproveitamento são apresentadas na Tabela 1, conforme a documentação apresentada pela ANEEL.

TABELA 1. CARACTERÍSTICAS DA PCH NOVA FRANCA AMARAL

Rio	Itabapoana	
Bacia hidrográfica	Itabapoana (Atlântico Leste)	
Localização do eixo	21° 04' 03"	Latitude sul
	41° 43' 38"	Longitude oeste
Estados/municípios envolvidos, com terras alagadas	Rio de Janeiro	Bom Jesus do Itabapoana
	Espírito Santo	São José do Calçado
Área de drenagem da bacia	4.912	km ²
Área de drenagem da PCH	1.943	km ²
Vazão média de longo termo (Q _{MLT})	35,5	m ³ /s
Vazão mínima média mensal	3,28	m ³ /s
Vazão máxima média mensal	212,3	m ³ /s
Vazão máxima Tr = 1.000 anos	852	m ³ /s
Vazão máxima turbinada	31,44	m ³ /s
Tempo de construção do AHE	24	Meses
Tempo de enchimento	13 dias	Para série de vazões médias, com vazão remanescente igual à mínima do mês considerado
NA mínimo normal	262	m
NA máximo normal	262	m
NA máx maximorum	265,6	m
NA min de jusante	152,0	m
NA máx normal de jusante	155,5	m
Queda de projeto	110,0	m
Queda de referência	105,6	m
Área inundada no NA máximo normal	1,49	km ²
Área inundada no NA máximo maximorum	1,69	km ²
Volume no NA máximo normal	19,8	hm ³
Volume no NA mínimo normal	19,8	hm ³
Volume útil	7,3	hm ³
Cota da crista da barragem	267	m
Altura máxima da barragem	28	m
Potência instalada	30	MW (3 turbinas Francis de 10,2 MW)
Energia Firme Local	19,23	MWmed (a ser recalculado de acordo com os usos consuntivos estabelecidos na DRDH)

Fator de capacidade da usina	0,64	energia firme local / potência instalada (idem tópico anterior)
Custo total	92.918.000,00	R\$ (ref. maio de 2007)
Número de outorgas a montante	0	Outorgas da ANA
	0	Outorgas do Rio de Janeiro
	2	Outorgas de Minas Gerais
	10	Outorgas do Espírito Santo
Vazão outorgada a montante	0,072	m ³ /s (vazão máxima instantânea)
Tempo de residência médio*	6,5	dias
Potência instalada / área inundada	20,1	MW/km ²
Famílias atingidas	8	Famílias

* o tempo de residência apresentado pelo requerente é de 2,5 dias

BLOCO 1 – ANÁLISE HIDROLÓGICA.

VAZÕES MÉDIAS

9. O projeto básico originalmente apresentado à ANA continha um estudo hidrológico baseado quase integralmente no estudo realizado para a UHE Rosal, o qual foi solicitado ao requerente (fls. 7-8). Neste estudo, é apresentada uma equação regional para a determinação da série de vazões em todo o rio Itabapoana, conforme equação 1 abaixo:

$$Q_{\text{Rosal}} = Q_{\text{PI}} \cdot \left(\frac{A_{\text{Rosal}}}{A_{\text{PI}}} \right)^{0,62797} \quad (\text{eq.1})$$

onde Q_{Rosal} = vazão média em Rosal (m³/s);

Q_{PI} = vazão média em Ponte do Itabapoana (m³/s);

A_{Rosal} = área de drenagem em Rosal = 1.731 km²;

A_{PI} = área de drenagem em Ponte do Itabapoana = 2.769 km².

10. No entanto, o estudo, bastante antigo, não cita a fonte da referida equação, aparentemente obtida do ajuste entre vazões médias e áreas de drenagem em diferentes seções transversais do rio.

11. Assim, em vista de persistir a dúvida com relação à metodologia utilizada para geração das séries hidrológicas, foi novamente solicitado ao requerente que complementasse a documentação (fls. 280). O requerente optou, então, por refazer o estudo de regionalização, por constatar que as séries hidrológicas atualmente disponíveis são mais longas e as áreas de drenagem atualmente são estimadas com maior precisão. A seguir é feita uma breve descrição da metodologia.

12. Foram obtidas as séries de vazões médias mensais dos postos operados pela ANA (Santa Cruz e Ponte do Itabapoana), além das de um posto monitorado entre 1987 e 1992 pela Eletrobrás no local da UHE Rosal. Assim, foi possível obter séries coincidentes de dezembro de 1987 a abril de 1992 em três locais. Estas séries são mostradas na Tabela 1.

TABELA 2. VAZÕES NO PERÍODO COMUM UTILIZADO NO ESTUDO REAPRESENTADO À ANA

Ano	Mês	Santa Cruz	Ponte do Itabapoana	UHE Rosal
		Vazão (m³/s)	Vazão (m³/s)	Vazão (m³/s)
1987	DEZ	130,00	102,00	79,00
1988	JAN	78,30	106	81,00
	FEV	92,90	68,8	53,00
	MAR	72,30	51,2	43,00
	ABR	57,10	49	36,00
	MAI	47,40	40,6	26,00
	JUN	39,40	33,6	20,00
	JUL	30,60	20,9	18,00
	AGO	25,60	17,1	14,00
	SET	22,10	13,5	14,00
	OUT	30,00	22,2	18,00
	NOV	57,80	44,2	36,00
1989	DEZ	61,00	43,5	36,00
	JAN	73,00	53,8	44,00
	FEV	53,30	41,2	34,00
	MAR	60,80	45	37,00
	ABR	43,50	34,7	29,00
	MAI	35,50	26,9	22,00
	JUN	40,80	31,8	26,00
	JUL	33,30	26,6	22,00
	AGO	30,20	23,4	19,00
	SET	25,80	19,2	16,00
	OUT	37,60	30,8	26,00
NOV	54,40	46,7	38,00	
1990	DEZ	65,10	52,1	43,00
	JAN	28,50	21,5	18,00
	FEV	30,80	24,7	21,00
	MAR	31,50	27,6	23,00
	ABR	29,40	22	18,00
	MAI	25,20	19,8	18,00
	JUN	18,20	14	16,00
	JUL	21,40	16,3	18,00
	AGO	18,40	12,2	14,00
	SET	21,60	17,2	14,00
	OUT	31,40	25,2	20,00
NOV	33,00	28,2	37,00	
1991	DEZ	49,10	41,3	56,00
	JAN	107,00	85,2	53,00
	FEV	88,80	74,9	54,00
	MAR	107,00	74,3	66,00
	ABR	76,50	47,5	41,00
	MAI	45,60	33,7	26,00
	JUN	37,80	27	20,00
	JUL	34,90	25,3	18,00
	AGO	33,00	24,2	16,00
	SET	38,50	29,6	20,00
	OUT	42,80	34,8	23,00
NOV	54,70	48,1	29,00	
1992	DEZ	63,50	57,5	36,00
	JAN	92,80	74,6	44,00
	FEV	53,00	44,9	29,00
	MAR	48,80	41,6	26,00
	ABR	47,00	40,6	25,00

Ano	Mês	Santa Cruz	Ponte do Itabapoana	UHE Rosal
		Vazão (m³/s)	Vazão (m³/s)	Vazão (m³/s)
Média		49,21	39,22	30,74
Área de Drenagem (km²)		3.781	2.854	1.731

13. De posse das vazões médias nestes 3 locais, foi possível plotar as médias *versus* área de drenagem e ajustar uma equação potencial, conforme Figura 3.

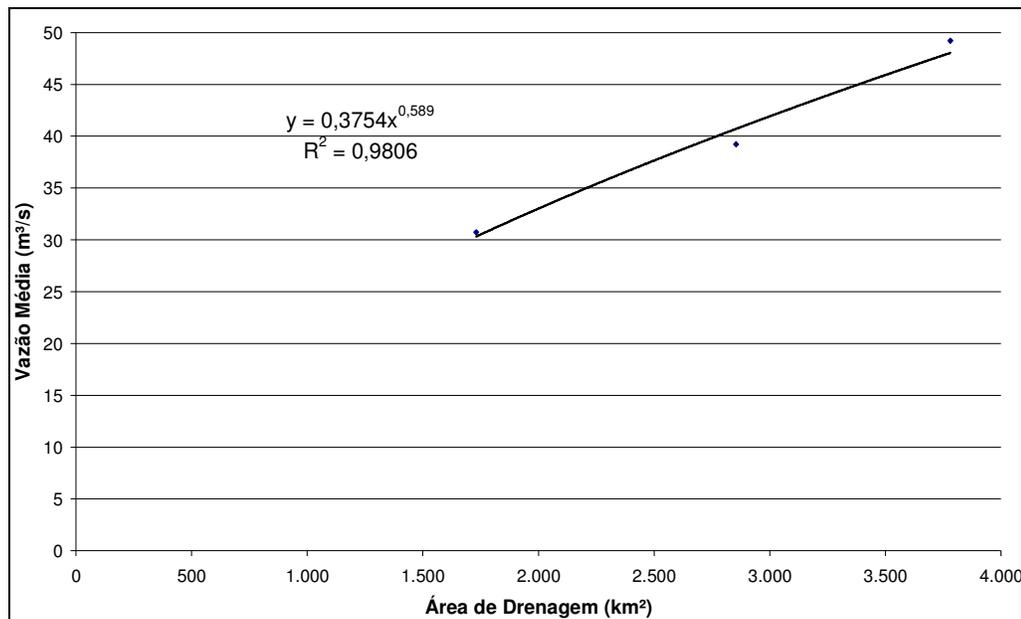


FIGURA 3. AJUSTE ENTRE VAZÕES MÉDIAS E ÁREAS DE DRENAGEM

14. A equação ajustada foi então utilizada para transpor a série de vazões médias mensais do posto Ponte do Itabapoana, que possui série de dados desde 1930, sem falhas, para o local da PCH Nova Franca Amaral. Manipulando algebricamente a equação ajustada, chega-se à equação 2:

$$Q_{NFA} = Q_{PI} \cdot \left(\frac{A_{NFA}}{A_{PI}} \right)^{0,589} \quad (\text{eq.2})$$

onde Q_{NFA} = vazão média em Nova Franca Amaral (m³/s);

Q_{PI} = vazão média em Ponte do Itabapoana (m³/s);

A_{NFA} = área de drenagem em Nova Franca Amaral = 1.943 km²;

A_{PI} = área de drenagem em Ponte do Itabapoana = 2.854 km².

15. Desta forma, chegou-se à série de vazões definitiva, de 1931 a 2006. Esta é apresentada no Anexo I

VAZÕES MÁXIMAS

16. A determinação das vazões máximas do rio Itabapoana no local da futura PCH Nova Franca Amaral, para dimensionamento e verificação das estruturas extravasoras, também foi feita com base no projeto básico da UHE Rosal, a exemplo do que foi feito para vazões médias. Sendo assim, a ANA solicitou à ANEEL, em ofício (fls. 7-8), o projeto básico da UHE Rosal, para avaliação da metodologia. Este projeto básico encontra-se às fls 44-271 e o próximo parágrafo descreve a metodologia ali adotada.

17. No estudo de vazões máximas para UHE Rosal, foram obtidas as vazões máximas para os tempos de recorrência de 2, 10, 25, 50, 100, 500, 1.000 e 10.000 anos nos postos fluviométricos de Ponte do Itabapoana (área de 2854 km²) e de Santa Cruz (3781 km²) por meio de ajuste da distribuição exponencial. Para transposição das vazões extremas destes postos para o local da UHE Rosal, ajustou-se uma equação de regionalização às vazões nos dois postos, e aplicou-se a equação para a área de drenagem de Rosal, (1713 km²). As vazões máximas médias diárias em Rosal foram ainda maximizadas pela equação de Fuller, para obtenção da máxima instantânea.

18. Para transposição das cheias milenar e decamilenar de Rosal para Nova Franca Amaral, multiplicaram-se as vazões máximas da primeira por 1,094, que é a razão entre as áreas de drenagem da bacia nos dois empreendimentos. Resultam daí as vazões máximas do projeto em análise, mostradas na Tabela 3.

TABELA 3. VAZÕES MÁXIMAS EM NOVA FRANCA AMARAL, DE ACORDO COM TEMPO DE RECORRÊNCIA

	Tempo de Recorrência (Anos)							
	2	10	25	50	100	500	1.000	10.000
Vazão (m³/s)	217	396	489	560	626	785	852	1079

19. As vazões da Tabela 3 foram a base para dimensionamento do vertedor da PCH Nova Franca Amaral. Na fase de desvio do rio, que se dará no período de estiagem, a determinação das vazões máximas se deu de forma análoga, considerando apenas as vazões neste período. O resultado para a fase de desvio do rio é mostrado na Tabela 4.

TABELA 4. VAZÕES MÁXIMAS NO PERÍODO DE ESTIAGEM (MAIO A OUTUBRO) PARA FINS DE DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS DE DESVIO DO RIO

	Tempo de Recorrência (Anos)			
	10	25	50	100
Vazão m³/s	88	108	124	139

20. Considera-se adequada a metodologia para determinação de vazões máximas, baseada em métodos consagrados, em séries de vazões bastante longas e consistentes e coeficientes de segurança razoáveis.

21. Cabe salientar que a vazão milenar de 852 m³/s está compatível com os empreendimentos PCH Pirapetinga e PCH Pedra do Garrafão, cujas outorgas estão sendo revisadas pela SOF/ANA, localizados a jusante, com vazões milenares de 879 m³/s e 1.013 m³/s, respectivamente.

VAZÕES MÍNIMAS

22. O empreendedor não apresentou estimativas de vazões mínimas com tempos de recorrência, como Q_{7,10}. Considerando a série de vazões proposta no Anexo I, a menor vazão média mensal do histórico ocorreu em setembro de 1955, quando teria atingido 3,28 m³/s. A vazão que é superada em 95% do tempo (Q₉₅) é estimada em 12,04 m³/s.

DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE NO CANAL DE FUGA

23. O projeto básico apresenta uma curva-chave ajustada para o local da restituição da água após passagem na casa de força. O gráfico da curva-chave obtida, bem como sua equação, são apresentados na Figura 4.

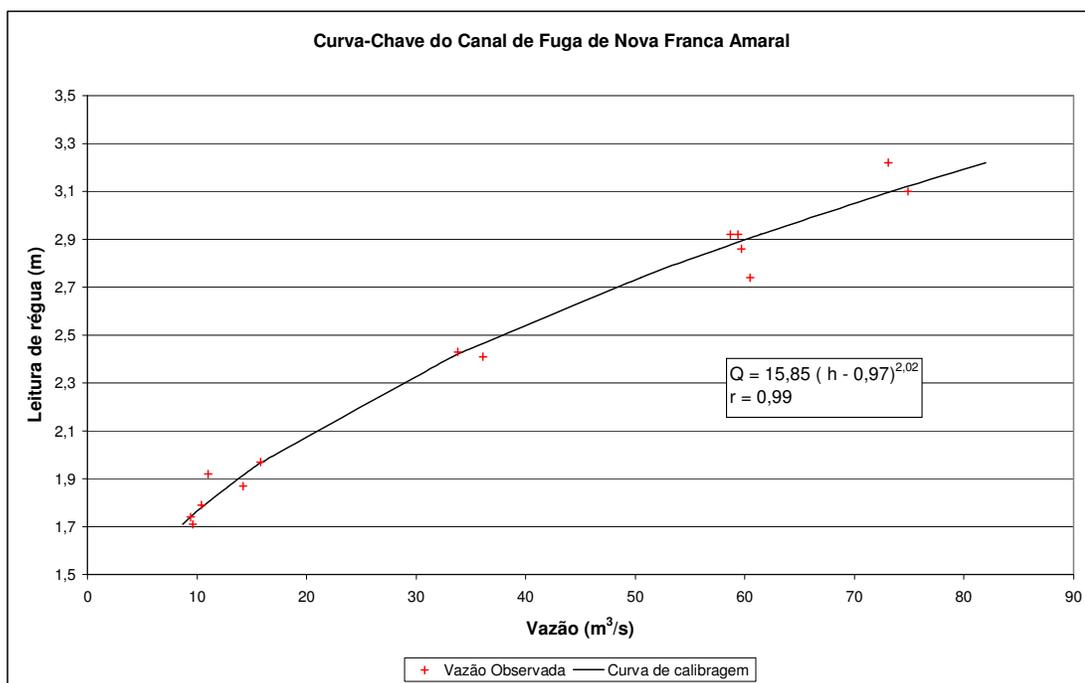


FIGURA 4. CURVA-CHAVE DO CANAL DE FUGA

24. A descrição desta curva-chave é bastante sucinta, sem detalhar a metodologia para sua obtenção. No entanto, observa-se na Figura 4 que trata-se de curva de ajuste para uma série de pontos, que se julga serem medições de vazão. Estes pontos contemplam uma faixa relativamente ampla de vazões, acima e abaixo da média, de forma que a curva-chave obtida pode ser considerada satisfatória.

ESTUDO DE SEDIMENTOS E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO

25. Para análise do assoreamento e vida útil do reservatório da PCH Nova Franca Amaral, o empreendedor apresentou um estudo bastante completo e adequado, que pode ser considerado satisfatório. Uma breve descrição é feita a seguir.

26. Inicialmente, o empreendedor tencionou utilizar os dados sedimentométricos de uma estação de monitoramento da bacia vizinha do rio Muriaé (Cardoso Moreira – código 58960000), uma vez que no rio Itabapoana nenhuma estação monitora este parâmetro. No entanto, esta abordagem foi posteriormente descartada, devido basicamente a dois fatores:

- a. A estação Cardoso Moreira controla uma área de drenagem de 7283 km², bem maior do que a área de drenagem do rio Itabapoana junto à PCH Nova Franca Amaral, de 1943 km²;
- b. A bacia do rio Muriaé conta com diversos empreendimentos de mineração, que tendem a aumentar a carga de sedimentos nos rios, de forma que a transposição de seus parâmetros para o local do barramento levaria a uma superestimativa do aporte de sedimentos.

27. Desta forma, o empreendedor, corretamente, procedeu à medição de concentração de sedimentos em suspensão, vazão e granulometria de material de fundo, na estação provisória denominada Nova Franca Amaral – Eixo 1, de forma a estabelecer estimativas de aporte de sedimentos no local. Foram realizadas 14 medições, de outubro de 1999 a janeiro de 2000. Embora o período de medição tenha sido relativamente curto, foi possível abranger uma faixa representativa de vazões, variando de 9,41 m³/s a 74,9 m³/s.

28. Da medição simultânea de vazões e concentração de sedimentos em suspensão foi possível estabelecer uma curva-chave de sedimentos em suspensão. Adicionalmente, a partir dos dados de granulometria do material do leito, esta foi adaptada para curva-chave de sedimentos de fundo, relacionando a descarga sólida total à vazão, resultando a seguinte equação:

$$Q_{ST} = 0,244 \cdot Q^{1,667} \quad (\text{eq. 3})$$

29. A equação 3, relacionando vazão e descarga sólida total foi então aplicada à vazão média de longo período do rio Itabapoana no local (35,5 m³/s), resultando uma descarga sólida de 93,7 t/dia. Neste ponto, deve salientar-se que, dado o caráter não-linear da equação 3, a determinação da descarga média deveria ter sido feita considerando-se a integração de toda a série de vazões, e não a vazão média. O cálculo da descarga sólida feito desta forma, considerada mais correta, resultaria em uma descarga de 117 t/dia, cerca de 20% superior ao calculado pelo empreendedor. No entanto, esta subestimativa da descarga sólida total tem pouca importância devido à longa vida útil, como descrito nos itens 52 a 56 desta Nota Técnica.

BLOCO 2 – EMPREENDIMENTO

ESTRUTURA DE BARRAMENTO E EXTRAVASÃO

30. A barragem da PCH Nova Franca Amaral é uma estrutura de gravidade convencional em concreto compactado a rolo, com paramento de montante vertical e paramento de jusante inclinado, com declividade 1 V:0,7H, comprimento total de 186m e altura de 28m. A crista da barragem está à cota 267m.

31. Incorporado à barragem encontra-se o vertedor tipo Creager, sem controle de comportas, com degraus (stepped spillway), nos quais se dá a dissipação de energia. A largura é de 60m, com crista na cota 262m. O vertedor foi dimensionado para a vazão milenar de 852 m³/s, na qual se atinge o NA máximo maximorum de 265,6m. Adicionalmente a sobrelevação para a vazão decamilenar de 1079 m³/s foi verificada, não havendo superação da crista da barragem (267m).

DESVIO DO RIO

32. O desvio do rio Itabapoana foi dimensionado para a vazão correspondente a um tempo de recorrência de 10 anos, igual a 88 m³/s, em duas fases. Na primeira fase, com o rio escoando em sua calha natural, após a conclusão das escavações nas ombreiras, serão construídas parte da barragem em cada margem, as galerias de desvio de segunda fase e parte do circuito hidráulico de adução/geração

33. Na segunda fase, após a construção das ensecadeiras para desvio do rio pelas galerias, será construída a barragem no leito do rio e concluída as obras civis da casa de força, bem como os serviços de montagem dos equipamentos, quando então será possível fechar as galerias para enchimento do reservatório.

34. O desvio será executado através da galeria posicionada na margem direita, acoplada a canais de desvio, que contornam a praça central do leito do rio, onde serão executadas as obras de barramento. Posteriormente esta estrutura operará como Descarregador de Fundo, trasladando para jusante os sedimentos que se acumularão no leito do rio. A vazão de desvio foi calculada utilizando-se um tempo de recorrência de 10 anos para as vazões máximas médias diárias correspondentes ao período seco do ano. O dimensionamento deste tipo de solução resultou em 2 vãos de Galerias de Desvio.

TOMADA D'ÁGUA, ADUÇÃO E CASA DE FORÇA

35. A tomada d'água é uma estrutura de concreto convencional do tipo gravidade, com paramento de montante inclinado, $1,00 V : 0,25 H$, sobre o qual se apóiam os painéis de grade. A tomada conduz a um túnel de baixa pressão de 1.198m, até a chaminé de equilíbrio, com diâmetro de 8m e altura de 52,5m, ambos escavados em rocha. A jusante da chaminé de equilíbrio, o túnel de alta pressão tem diâmetro de 5,20m, com comprimento de 457m escavado em rocha, com o trecho final revestido de concreto. O trecho final até a casa de força constitui-se de 3 condutos blindados em aço, com diâmetro de 1,50m cada, e comprimento de 16,5m. A casa de força é constituída de 3 turbinas tipo Francis de eixo horizontal, com potência de 10.204,8 kW.

CURVA COTA X ÁREA X VOLUME

36. A curva cota x área x volume do reservatório da PCH Nova Franca Amaral (Figura 5) foi obtida de restituição aerofotogramétrica, na escala 1:5.000, executada a partir de fotografias aéreas com lente grande angular na escala 1:25.000, realizadas em março/1970 pela Aerofoto Cruzeiro para o IBC – Instituto Brasileiro do Café, com curvas de nível de 5 em 5 m. A base cartográfica utilizada é considerada adequada para o porte do reservatório.

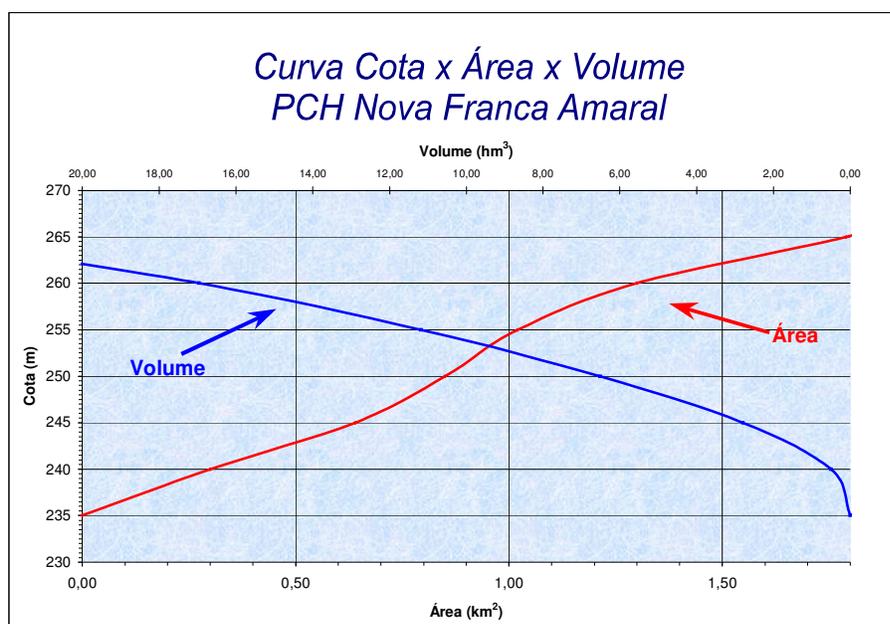


FIGURA 5. CURVAS COTA-ÁREA E COTA-VOLUME DO RESERVATÓRIO DA PCH NOVA FRANCA AMARAL

ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

37. O empreendedor apresentou um estudo do tempo de enchimento do reservatório, com base na série de vazões estabelecida e na curva cota-área-volume, considerando os seguintes critérios:

- uma vazão defluente a jusante do local do aproveitamento correspondente ao valor da vazão mínima média mensal de longo termo;
- data de início de enchimento programado para o primeiro dia de cada mês;
- enchimento do reservatório até a cota máxima normal de operação, que corresponde ao N.A. máximo normal do reservatório;
- os tempos de enchimento foram calculados para todos os meses do ano, segundo suas vazões médias e mínimas mensais.

38. Desta forma, foi calculado o tempo de enchimento do reservatório, considerando o fechamento da barragem em um mês qualquer, conforme Tabela 5.

TABELA 5. TEMPO DE ENCHIMENTO DE ACORDO COM O MÊS DE FECHAMENTO DA BARRAGEM (DIAS)

Características	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão média mensal longo termo (m³/s)	67,28	50,22	46,46	38,83	27,52	21,82	19,07	15,87	15,83	21,22	40,30	61,58
Vazão mínima média mensal l. t. (m³/s)	17,51	5,47	9,85	12,04	12,04	9,85	6,56	4,38	3,28	6,56	10,94	14,22
Vazão disponível para enchimento(m³/s)	49,78	44,75	36,61	26,79	15,48	11,97	12,51	11,50	12,54	14,66	29,36	47,35
Vol. Afluente/dia com vazão disp. (m³)	4,30	3,87	3,16	2,31	1,34	1,03	1,08	0,99	1,08	1,27	2,54	4,09
Vol. Necessário para enchimento (m³)	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
Dias necessários para enchimento	4,60	5,12	6,26	8,55	14,80	19,15	18,33	19,93	18,27	15,64	7,80	4,84

39. Assim, o relatório conclui que o tempo médio de enchimento será de 13 dias (média dos valores da Tabela 5), recomendando que o enchimento se dê nos meses mais chuvosos, para diminuir o tempo de enchimento e os impactos a jusante. Ressalta-se que o valor de vazão mínima

mantido a jusante é bastante alto, comparado com o que usualmente é mantido (porcentagens da $Q_{7/10}$). Isto é positivo, pois reduz a alteração do regime hidrológico neste período. No entanto, o relatório salienta que a definição final da vazão a ser mantida durante o enchimento será dada no licenciamento ambiental. Assim, na DRDH, será fixada a vazão remanescente na fase de enchimento, podendo ser alterada mediante aprovação do órgão ambiental responsável.

TEMPO DE RESIDÊNCIA DA ÁGUA

40. O tempo de residência informado pelo requerente na Ficha Técnica é de 2,5 dias. No entanto, ao dividir-se o volume do reservatório no NA máximo normal ($19,8 \text{ hm}^3$), pela vazão média de longo período, obtém-se um tempo de residência de 6,5 dias.

REMANSO DO RESERVATÓRIO

41. O Projeto Básico não apresenta estudo de remanso. Com relação a interferências com outros usos, o texto afirma que o nível d'água do futuro reservatório foi avaliado para o valor de cheia de projeto constatando uma interferência com a infra-estrutura permanente existente, a estrada recém pavimentada RJ-210 que liga a sede do município de Bom Jesus do Itabapoana (RJ) aos distritos de Barra do Pirapetinga, Calheiros e Rosal. Um pequeno trecho desta estrada deverá ser relocado de forma a contornar o reservatório da PCH Nova Franca Amaral e manter o acesso às localidades.

42. Considera-se que esta caracterização do remanso do reservatório é incompleta. No entanto, devido à pequena ocupação da bacia a montante, pode ser considerada adequada neste momento de emissão da DRDH, sugerindo-se que seja inserida condicionante solicitando apresentação de estudo de remanso para as vazões de 10, 50 e 100 anos.

QUALIDADE DE ÁGUA

43. A pedido da ANA, o empreendedor enviou o estudo de qualidade de água apresentado ao órgão ambiental, de forma que se pudesse avaliar se este aspecto tem potencial de comprometimento do uso múltiplo da água na bacia. Esta avaliação é basicamente qualitativa, uma vez que o porte do empreendimento e a qualidade relativamente boa da água não justificam a elaboração de estudos mais complexos, como modelos de qualidade de água.

44. A caracterização da qualidade de água atual no rio Itabapoana foi feita de forma geral, contemplando todo o rio, com vistas a estudos de outros empreendimentos mais a jusante. Foram monitorados 10 parâmetros de qualidade de água, em 4 pontos distintos ao longo do rio Itabapoana. Foram realizadas 2 campanhas de medição, uma em período de estiagem (outubro de 2000) e outra em período de cheia (março de 2001). Os parâmetros monitorados subsidiaram o cálculo do Indicador de Qualidade de Água (IQA), conforme metodologia da agência ambiental norte-americana (EPA), que resultou em valores que permitiram classificar a qualidade de água como tendo qualidade boa em todos os trechos, tanto no período de cheia quanto na estiagem.

45. A maioria dos parâmetros analisados apresentou concentrações baixas, condizentes com os limites estabelecidos para classe II pela resolução CONAMA nº 357/2005. No entanto, chamam a atenção os valores relativamente altos de nitrogênio e fósforo, parâmetros bastante sensíveis no caso de qualidade de água de reservatório, devido ao risco de eutrofização. A Tabela 6 mostra os resultados do monitoramento no ponto 4, mais próximo do local da PCH em análise

TABELA 6. RESULTADO DO MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA NO PONTO 4, EM PERÍODO DE CHEIA E ESTIAGEM

PARAMETRO	UNIDADE	Concentrações (ESTIAGEM)	Condição CONAMA	Concentrações (CHEIA)	Condição CONAMA
DBO	mg/l O ₂	2	Classe I	2	Classe I
DQO	mg/l O ₂	4,5	Classe I	7,5	Classe I
Fósforo Total	mg/l	0,0606	Violação	0,06358	Violação
OD	mg/l O ₂	7,3	Classe I	10,8	Classe I
PH "in natura" a 20°C		6,17	Classe I	6,17	Classe I
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/l	20	Classe I	32,8	Classe I
Turbidez	UT	2,2	Classe I	35	Classe I
Coliformes Totais	NMP/100 ml	24000	Violação	4600	Classe II
Coliformes Fecais	NMP/100 ml	24000	Violação	1500	Classe III

46. O fato da concentração não variar entre os períodos de estiagem e cheia indica que possivelmente a fonte de fósforo no rio seja predominantemente difusa, ao invés de pontual. De fato, a única fonte possível de lançamento significativo de efluentes a montante provavelmente seja a cidade de Guaçuí-ES, com cerca de 25.000 habitantes, situada 50 km a montante da PCH em análise.

47. Uma avaliação expedita do potencial de eutrofização é feita nesta Nota Técnica, através da metodologia formulada por Salas e Martino para reservatórios tropicais, descrita em von Sperling (1996)¹, conforme equação 4.

$$P = \frac{L}{V \cdot \left(\frac{1}{t} + \frac{2}{\sqrt{t}} \right)} \quad (\text{eq. 4})$$

Em que:

P: concentração prevista de fósforo no reservatório, em mg/m³;

L: carga afluente anual de fósforo, em g/ano;

t: o tempo de residência da água em anos; e

V: volume do reservatório em m³.

48. Usando-se a média das concentrações medidas de fósforo no ponto 4 e a vazão média afluente à PCH Nova Franca Amaral, foi possível estimar a carga afluente de fósforo, de 69.500 kg/ano. Da aplicação da equação 4, resulta uma concentração prevista de 49 mg/m³ de fósforo após o enchimento do reservatório. Salienta-se que nesta estimativa foi adotado o tempo de residência calculado nesta Nota Técnica, de 6,5 dias, ao invés do tempo apresentado pelo requerente, de 2,5 dias.

49. Von Sperling (1996) afirma que a concentração de fósforo no reservatório pode ser correlacionada com o nível trófico através da seguinte tabela:

TABELA 7. FAIXAS APROXIMADAS DE VALORES DE FÓSFORO TOTAL PARA OS PRINCIPAIS GRAUS DE TROFIA

Classe de trofia	Concentração de fósforo no reservatório (mg/m ³)
Ultraoligotrófico	< 5
Oligotrófico	<10-20
Mesotrófico	10-50
Eutrófico	25-100
Hipereutrófico	>100

¹ von Sperling, Marcos (1996): Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte.

50. O autor ressalta que a superposição dos valores entre duas faixas indica a dificuldade de estabelecimento de faixas rígidas. Desta forma, o reservatório de Nova Franca Amaral situa-se na transição entre mesotrófico e eutrófico. No entanto, o pequeno número de medições não permite conclusões mais definitivas a respeito.

51. Uma vez que não existem usos da água outorgados ou previstos no reservatório, os eventuais impactos da alteração da qualidade da água, serão avaliados de forma mais abrangente ao longo do processo de licenciamento ambiental. Em atendimento à Resolução CNRH nº 37, de 2004, qualidade da água do reservatório deverá ser monitorada, incluindo os parâmetros fósforo total e nitrogênio total, em articulação com as condições de monitoramento exigidas pelo órgão ambiental.

ASSOREAMENTO E VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO

52. Os estudos de assoreamento e vida útil do reservatório estão diretamente ligados aos estudos de dinâmica de sedimentos, já avaliada anteriormente. De fato, os dois estudos constituem uma seqüência lógica, que aqui é mostrada separadamente apenas por questão de clareza e coerência com as demais análises de DRDH realizadas na ANA.

53. Adotando a descarga de 93,7 t/dia, estimada no estudo de sedimentos, o empreendedor obteve o índice de sedimentação do reservatório, através da metodologia da Curva de Churchill, conforme preconizado pelo manual “Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas”, da Eletrobrás. Dessa análise resulta que o reservatório reterá 93% dos sedimentos aportantes, ou seja, 24.460 m³/ano.

54. De posse da estimativa de sedimentação anual, o empreendedor obteve uma estimativa da vida útil do reservatório, considerada como o tempo necessário para assoreá-lo até o nível da tomada d’água. Este nível corresponde ao volume morto, logo a vida útil é obtida da divisão deste volume pelo aporte anual de sedimentos, resultando uma vida útil superior a 500 anos. Assim, vê-se que a subestimativa da descarga sólida total, demonstrada anteriormente, não tem maiores desdobramentos, uma vez que a vida útil ainda assim seria muito superior a 100 anos.

55. O empreendedor salienta, corretamente, que o estudo feito é conservador, pois não leva em conta a retenção de sedimentos que virá a ocorrer na futura PCH de Calheiros, já outorgada pela ANEEL, a ser localizada a montante da PCH Nova Franca Amaral.

56. Assim, considerando que os estudos apresentados levam em conta procedimentos consagrados de hidrossedimentologia, baseados em dados monitorados localmente, e que a vida útil do reservatório é muito elevada, consideram-se bastante adequados os aspectos relativos a sedimentos na PCH Nova Franca Amaral.

BLOCO 3 – USOS MÚLTIPLOS

USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE

57. Na documentação apresentada, o empreendedor afirma não existirem usos de água na bacia a montante. Esta afirmação não condiz com a realidade, dado que os estados de Espírito Santo e Minas Gerais já emitiram outorgas na bacia afluente à PCH, como será visto adiante. Desta forma, foram obtidas as estimativas do estudo da ONS, com participação da ANA – Usos Consuntivos nas Bacias do SIN – que está sintetizado na Resolução ANA nº 96/2007. Esta resolução apresenta, em dois pontos do rio Itabapoana, os seguintes usos consuntivos (Tabela 8).

TABELA 8. USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE DA UHE ROSAL E DA FOZ DO RIO ITABAPOANA EM 2008, EM M³/S, DE ACORDO COM RESOLUÇÃO ANA Nº 96/2007

Local	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
UHE Rosal	0,095	0,128	0,103	0,14	0,16	0,162	0,158	0,185	0,172	0,132	0,096	0,096	0,136
Foz	0,493	1,082	0,795	0,931	0,982	0,971	0,936	1,247	1,096	0,838	0,339	0,294	0,832

58. Na seção da UHE Rosal, o rio Itabapoana conta com uma área de drenagem de 1.773 km², enquanto que na foz a área é de 4.912 km². Assim, foi possível obter a estimativa dos usos atuais na seção da PCH Nova Franca Amaral, onde a bacia possui 1.943 km², a partir de interpolação linear. Adicionalmente, calculou-se a taxa média de crescimento dos usos consuntivos no período de 1931-2010, a partir da série constante na referida Resolução. A mesma taxa de crescimento foi então aplicada para estimar os consumos futuros, até o fim do período de concessão. A projeção de usos consuntivos é mostrada na Tabela 9.

TABELA 9. VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE DA PCH NOVA FRANCA AMARAL (m³/s) AO LONGO DO HORIZONTE DE CONCESSÃO

Ano	Vazão	Ano	Vazão
2008	0,17	2028	0,26
2013	0,19	2033	0,28
2018	0,21	2038	0,31
2023	0,23	2043	0,34

59. Conforme já mencionado, os Estados do Espírito Santo e de Minas Gerais têm algumas outorgas emitidas na bacia afluente à seção do empreendimento em análise. A ANA não emitiu outorgas na bacia a montante. Apenas a título de comparação, a vazão outorgada até 2008 totaliza 0,072 m³/s, em termos de vazão máxima instantânea. Este número é razoável, dado que a região é caracterizada por pequenas propriedades e localidades de baixa população, que, embora estejam usando água, possivelmente não buscaram sua regularização junto ao órgão gestor de recursos hídricos. Além disso, a estimativa de uso consuntivo deve ser levemente conservadora, para garantir a reserva de água à PCH com uma margem confiável para a emissão de outorgas a montante.

60. Desta forma, sugere-se a adoção das vazões de uso consuntivo constantes na Tabela 9 como balizadores da DRDH. A energia assegurada da PCH Nova Franca Amaral deve ser recalculada levando-se em conta estes consumos.

USOS A JUSANTE

61. O arranjo da PCH, que se constitui de uma barragem desviando água para um túnel de adução que leva à casa de força, propicia que um trecho de quase 3km de rio venha a ter sua vazão reduzida, no qual a vazão do rio fica limitada à vazão sanitária, definida em 1,2 m³/s, somada à vazão vertida, quando houver. Neste trecho, encontra-se a UHE Franca Amaral, com capacidade para 4,5 MW, pertencente a Quanta Geração S.A, a qual terá sua geração reduzida devido ao desvio do rio. Na prática, a UHE Franca Amaral só gerará energia quando houver vertimento da PCH Nova Franca Amaral, uma vez que a primeira fica impossibilitada de turbinar a vazão sanitária, já que também possui um desvio do rio.

62. Tendo em vista que a queda bruta da PCH Nova Franca Amaral é superior à da UHE Franca Amaral, o maior ganho energético ocorreria se o uso da água pela PCH Nova Franca Amaral fosse priorizado em detrimento do uso da água pela outra usina.

63. Contudo, cabe à ANEEL indicar o aproveitamento ótimo do sítio e indicar à ANA as prioridades a serem seguidas. Desta forma, foi enviado ofício à ANEEL (fls. 7-8), solicitando manifestação sobre a necessidade da manutenção da vazão remanescente de 1,2 m³/s no trecho de vazão reduzida e quanto ao aproveitamento ótimo do rio Itabapoana. A ANEEL encaminhou o ofício ao empreendedor, que enviou à ANA cópia do Despacho ANEEL nº 12, de 16 de janeiro de 2001 (fls. 26), que aprova a revisão do inventário do rio Itabapoana. Adicionalmente, o empreendedor enviou cópia do Despacho ANEEL nº 1716, de 29 de abril de 2008 (fls. 27), que permite a Performance Centrais Hidrelétricas S.A a autorização para a instalação da PCH Nova Franca Amaral, devendo esta ressarcir a empresa Quanta Geração S.A. pela perda energética até a data de 4 de dezembro de 2026.

64. Assim, embora a instalação da PCH Nova Franca Amaral venha futuramente a comprometer o uso de água na UHE Franca Amaral, considera-se que este conflito esteja solucionado, pela anuência da ANEEL com relação ao aproveitamento do rio Itabapoana para geração de energia.

65. Um outro uso existente na Alça de Vazão Reduzida (AVR) é a manutenção dos ecossistemas, razão pela qual a vazão do rio não pode ser integralmente desviada para as turbinas. No Projeto Básico da PCH Nova Franca Amaral, adotou-se um método estatístico para determinação desta vazão, qual seja, uma porcentagem da vazão média de longo período.

66. Embora haja consenso entre a comunidade acadêmica e no SINGREH de que estes métodos não vêm ao encontro das reais necessidades das comunidades aquáticas (as quais em geral são mais dependentes de flutuações na vazão do que de vazões estáticas), o debate em torno da vazão ecológica (ou do hidrograma ecológico) ainda não se traduziu em instrumentos de aplicação prática na gestão de recursos hídricos em geral, e, especificamente, no estabelecimento de regras de operação de parte do setor elétrico que sejam mais adequadas a este uso.

67. O requerente sugere a vazão de $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$, superior a 2% da Q_{MLT} , o que, segundo o Projeto Básico apresentado, seria o critério adotado pelo setor elétrico. Entretanto, não foi citada a fonte do referido critério, o qual tampouco é listado no trabalho de Benetti, Lanna e Cobalchini (2003)², que faz um apanhado das metodologias de determinação de vazões ecológicas. A vazão sugerida é inferior inclusive à mínima *minimorum* da série histórica.

68. Na falta de diretrizes normativas e de consenso científico, a ANA tem sugerido, em alguns casos, o Método de Tennant (Tennant, 1976, *apud* Benetti et al. 2003), que estabelece que uma condição mínima para manutenção de peixes vida aquática e recreação seria propiciada para uma vazão remanescente igual a 10% da vazão média anual de valor de 10% da vazão média de longo período. A aplicação deste método resultaria, para a AVR da PCH Nova Franca Amaral, em uma vazão remanescente de $3,55 \text{ m}^3/\text{s}$.

69. No entanto, a ANEEL enviou ofício à ANA (fls. 276-277), informando que a Licença Ambiental Prévia nº 167/2004, emitida pelo IBAMA para o complexo hidroelétrico do rio Itabapoana, que inclui a PCH Nova Franca Amaral, indica a viabilidade ambiental do projeto apresentado sem nenhuma restrição específica ao valor da vazão remanescente. Desta forma, e tendo em vista ainda que não existem outras demandas consuntivas na AVR, o valor de $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ é considerado adequado, uma vez que, do ponto de vista de recursos hídricos, cabe ao órgão ambiental definir a demanda dos ecossistemas ou posicionar-se a respeito desta.

70. Sugere-se, portanto, inserir na minuta de resolução, como condição geral de operação da PCH Nova Franca Amaral, a manutenção de uma vazão remanescente de $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ no trecho de vazão reduzida. Considera-se que a vazão remanescente aqui sugerida é adequada em termos do conhecimento atual e do estágio ainda incipiente da inserção de novas abordagens relativas a vazão ecológica no SINGREH. Porém, em vista da evolução do debate a esse respeito, espera-se que em breve metodologias mais abrangentes sejam desenvolvidas, colocando instrumentos de regulação à disposição do órgão gestor. Assim, a vazão remanescente poderá ser modificada futuramente, em articulação com o órgão ambiental, de forma a melhor levar em conta o uso de manutenção das necessidades aquáticas.

² Benetti, A. Lanna, A. Cobalchini, M (2003): Metodologias de Determinação de Vazões Ecológicas em Rios. Revista Brasileira de Recursos Hídricos vol. 8 nº2, 149-160.

NAVEGAÇÃO

71. Atualmente, não há registro de navegação comercial no rio Itabapoana. Uma vez que as condições de navegabilidade não serão melhoradas com a instalação do empreendimento, não deverá haver benefício futuro para a navegação. A característica do rio no local, com altas declividades e pequena profundidade, o torna naturalmente pouco propício a este uso.

72. O rio Itabapoana tampouco consta como sendo navegável no Plano Nacional de Viação (Lei 5.917 de 1973). Desta forma, o empreendimento não altera as condições adequadas ao transporte hidroviário.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

73. Tendo em vista as análises realizadas, recomenda-se a emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica referente à PCH Nova Franca Amaral, nas seguintes condições:

- a. Ficam reservadas as vazões naturais no local do aproveitamento, subtraídas as vazões constantes na Tabela 9, cuja média até o ano de 2043 é de 0,25 m³/s;
- b. Condições gerais:
 - i. Coordenadas geográficas do eixo do barramento: 21° 04' 03" de latitude sul e 41° 43' 42" de longitude oeste;
 - ii. NA máximo normal a montante: 262,0 m;
 - iii. NA máximo maximorum a montante: 265,6 m;
 - iv. NA mínimo normal a montante: 262,0 m;
 - v. Área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 1,49 km²;
 - vi. Volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 19,8 hm³;
 - vii. Altura máxima da barragem: 28,0 m;
 - viii. Vazão máxima turbinada: 31,44 m³/s;
 - ix. Vazão mínima para dimensionamento do vertedouro: 852 m³/s;
- c. Condições operativas:
 - i. Vazão mínima remanescente no trecho entre a barragem e a casa de força, na fase de enchimento, de 3,28 m³/s;
 - ii. Vazão mínima remanescente no trecho entre a barragem e a casa de força, na fase operação, de 1,2 m³/s;
 - iii. Operação a fio d'água, com vazões defluentes iguais às vazões afluentes;
- d. Monitoramento:
 - i. Vazões afluentes, vertidas, turbinadas e defluentes (diário);
 - ii. Níveis d'água a montante e a jusante (diário);
 - iii. Descarga sólida, a montante e a jusante do reservatório (trimestral);
 - iv. Qualidade de água do reservatório, inclusive dos parâmetros fósforo total e nitrogênio total (trimestral)

74. Como condicionantes à transformação da DRDH em outorga de direito de uso de recursos hídricos, recomenda-se:

- a. apresentação da autorização da ANEEL para exploração do potencial de energia hidráulica;
- b. apresentação de estudo de remanso para as vazões de 10, 50 e 100 anos de tempo de retorno.

RUBENS MACIEL WANDERLEY
Especialista em Recursos Hídricos

BRUNO COLLISCHONN
Especialista em Recursos Hídricos

De acordo,

ALAN VAZ LOPES
Especialista em Recursos Hídricos
Gerente de Regulação

ANEXO I - SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS PROPOSTA PARA A PCH NOVA FRANCA AMARAL

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1931	31,18	44,69	45,95	35,19	24,43	12,96	12,02	8,33	7,23	21,68	45,63	85,61
1932	70,45	33,07	30,95	17,36	23,64	24,98	15,16	11,31	8,95	9,90	39,90	60,71
1933	152,38	112,32	40,53	36,37	20,74	13,90	12,88	7,93	13,35	44,85	105,25	197,93
1934	156,30	45,40	54,35	35,58	35,58	23,09	18,61	15,39	19,71	17,91	28,90	44,06
1935	58,99	106,82	53,65	44,46	26,94	20,42	16,42	13,82	12,25	15,39	21,05	39,43
1936	18,54	34,40	53,57	30,24	17,91	18,22	15,08	11,23	14,14	20,03	26,47	38,25
1937	100,54	122,53	44,85	55,22	38,09	23,96	20,19	15,55	12,80	19,24	35,66	102,89
1938	47,13	34,72	24,58	32,44	21,21	19,16	13,75	16,02	11,94	15,47	32,52	46,42
1939	58,12	36,29	16,57	18,38	12,72	9,43	9,58	7,55	8,80	9,11	12,80	26,71
1940	33,46	43,67	69,90	30,79	21,52	15,47	12,17	9,43	12,25	17,44	60,16	43,59
1941	52,94	35,03	52,78	54,75	26,08	20,34	24,51	15,08	17,04	26,86	27,73	59,93
1942	137,45	57,89	46,18	42,18	28,98	22,07	19,95	17,36	14,53	22,70	36,99	146,09
1943	183,01	81,69	66,37	47,21	31,34	30,24	23,48	21,13	17,67	36,76	29,61	106,03
1944	55,22	95,82	53,02	48,07	35,89	25,84	23,33	20,42	15,24	13,04	21,84	46,73
1945	67,94	48,30	53,96	54,35	32,99	25,37	21,05	15,71	14,92	15,47	39,74	61,58
1946	71,55	33,70	40,92	55,14	30,63	23,96	17,75	15,08	14,22	20,58	25,68	53,72
1947	47,52	31,34	47,21	32,99	24,19	15,94	17,75	16,81	15,79	23,64	37,54	71,00
1948	48,38	35,42	47,05	32,83	26,47	20,19	15,47	13,20	11,55	14,14	28,28	105,25
1949	95,82	131,95	68,73	61,42	35,89	33,46	26,08	21,13	17,28	24,74	38,64	64,96
1950	57,26	51,92	42,73	39,74	27,41	22,78	18,69	14,61	13,98	18,46	46,89	63,54
1951	47,68	53,33	72,26	46,11	29,93	27,57	20,26	16,65	11,62	12,65	11,86	40,92
1952	95,04	103,68	79,33	44,46	30,71	26,16	23,48	20,03	23,17	18,07	37,07	53,25
1953	27,49	50,74	27,18	30,16	26,55	16,89	13,75	11,55	13,04	11,94	29,06	48,93
1954	35,74	18,93	12,65	23,48	17,75	13,43	9,58	7,39	7,12	6,89	11,15	19,56
1955	39,90	19,48	10,05	24,74	15,08	13,27	6,70	4,69	3,15	6,53	27,73	32,67
1956	19,87	5,82	15,55	11,62	11,39	9,74	7,72	9,03	4,41	7,05	23,56	65,35
1957	53,25	30,24	39,82	49,33	34,56	23,56	16,02	11,47	12,33	13,12	29,14	119,39
1958	38,88	38,25	29,69	40,29	32,60	22,23	23,96	15,94	17,36	21,36	34,80	33,62
1959	54,51	19,79	35,66	22,54	20,03	13,98	10,45	8,64	7,35	15,16	53,41	65,11
1960	77,21	54,82	120,96	58,59	34,40	26,78	24,19	18,69	18,14	16,42	31,97	49,40
1961	87,18	98,18	51,60	36,13	33,38	23,41	19,79	15,87	12,10	12,88	19,64	27,49
1962	95,04	105,25	43,67	26,16	23,17	19,48	17,20	13,43	17,36	22,46	38,96	100,54
1963	42,57	39,51	21,76	21,84	15,08	13,35	11,62	10,37	7,27	8,40	19,79	13,75
1964	52,94	98,18	56,16	43,43	24,27	19,64	25,68	20,81	11,86	28,12	42,26	72,89
1965	105,25	102,11	80,12	58,44	43,59	31,73	28,51	22,86	19,56	40,37	69,12	55,69
1966	83,26	32,83	27,65	34,56	25,76	20,19	18,38	14,37	12,88	25,92	67,39	64,41
1967	85,61	98,18	97,39	63,78	41,55	30,16	26,78	21,21	17,83	14,14	35,50	61,81
1968	80,12	58,52	75,87	42,73	26,86	22,39	21,60	19,87	25,84	35,82	28,35	45,95
1969	36,37	35,97	36,05	34,48	19,71	24,82	21,60	15,55	11,86	24,98	55,69	75,56
1970	82,47	47,68	35,27	38,72	24,82	18,38	22,70	18,38	26,39	34,48	68,33	49,72
1971	29,14	17,44	28,35	20,58	16,18	17,28	13,12	10,29	21,84	37,70	129,60	120,96
1972	42,18	49,25	56,47	46,03	30,32	22,46	27,02	20,50	20,11	26,71	45,01	70,06
1973	52,00	44,14	62,91	41,86	28,98	20,89	18,22	16,10	13,75	31,18	41,86	46,97
1974	64,01	32,05	34,25	38,17	24,90	20,26	16,02	11,86	9,98	25,92	32,91	56,00
1975	75,09	48,23	31,10	27,88	23,56	17,91	22,54	12,17	12,17	45,79	61,89	54,20
1976	24,66	24,19	17,36	18,77	19,16	11,55	17,20	13,12	23,09	31,26	42,81	76,50
1977	53,65	26,86	23,80	43,91	23,80	16,81	12,80	9,90	14,30	18,85	55,77	65,66
1978	55,37	38,25	24,82	24,51	21,44	22,62	20,58	13,67	15,63	23,72	24,03	51,05
1979	131,17	207,36	91,11	58,20	37,62	31,18	26,23	21,99	19,40	16,89	37,47	50,58
1980	77,05	63,07	27,49	49,09	41,00	22,39	18,54	17,12	14,06	14,92	19,95	45,56
1981	31,73	19,79	30,40	21,84	15,24	15,08	13,12	13,59	8,72	17,52	95,82	61,34
1982	77,60	38,80	75,01	46,81	31,02	25,76	20,03	22,07	18,14	17,12	20,34	47,28
1983	96,61	49,48	47,75	61,11	41,00	30,71	25,76	19,48	24,19	52,23	65,74	106,82
1984	60,32	34,17	38,33	43,12	26,47	20,81	17,20	19,24	21,60	27,41	37,78	109,96
1985	213,64	107,61	115,46	56,08	43,20	29,77	26,00	21,29	23,88	27,25	41,55	53,25
1986	66,13	38,49	27,41	23,48	21,29	14,92	15,63	22,46	12,57	10,60	22,93	34,87
1987	43,59	34,01	35,82	46,66	23,80	18,07	14,22	11,55	14,14	14,61	35,89	80,12
1988	83,26	54,04	40,21	38,49	31,89	26,39	16,42	13,43	10,60	17,44	34,72	34,17
1989	42,26	32,36	35,34	27,25	21,13	24,98	20,89	18,38	15,08	24,19	36,68	40,92
1990	16,89	19,40	21,68	17,28	15,55	11,00	12,80	9,58	13,51	19,79	22,15	32,44
1991	66,92	58,83	58,36	37,31	26,47	21,21	19,87	19,01	23,25	27,33	37,78	45,16
1992	58,59	35,27	32,67	31,89	29,53	21,44	24,11	21,29	33,15	36,44	69,35	68,41
1993	61,81	35,27	32,99	44,38	30,87	26,47	19,16	17,20	17,36	15,79	18,46	45,63
1994	111,53	29,93	91,90	62,36	47,99	36,68	28,67	22,46	18,85	18,30	25,92	46,81
1995	21,29	33,85	24,03	23,48	18,46	13,75	11,94	9,43	9,27	16,34	58,91	87,18
1996	75,17	37,62	39,27	32,20	25,45	19,24	16,49	15,00	27,73	25,53	64,64	56,94
1997	153,95	42,41	66,68	37,94	28,90	23,88	18,93	17,12	20,26	23,64	34,25	84,04
1998	60,32	55,14	33,54	28,90	23,72	20,42	16,42	17,59	13,51	21,13	50,50	35,58
1999	32,91	16,89	40,14	22,39	15,16	16,02	12,57	10,37	10,13	17,04	49,33	62,60
2000	56,11	59,03	51,09	37,46	23,58	19,65	16,27	14,18	17,76	13,02	46,50	67,56
2001	50,82	34,10	24,62	18,82	17,26	14,76	11,86	10,42	12,30	16,47	55,30	41,91
2002	57,54	69,13	38,50	23,57	21,34	16,32	15,06	11,05	16,71	13,53	34,41	66,19
2003	170,78	42,69	33,25	29,14	22,68	16,77	15,43	16,15	17,74	17,83	32,09	53,88
2004	101,99	66,92	65,55	68,83	37,06	30,43	29,05	23,29	15,86	19,73	22,24	92,14
2005	67,66	95,16	165,70	67,54	45,86	39,64	32,60	24,90	27,82	21,40	60,55	112,19

2006	42,61	28,54	61,84	49,08	29,22	22,91	18,92	15,82	17,74	28,86	67,22	123,93
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

ANEXO II – USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE DA PCH NOVA FRANCA AMARAL AO LONGO DA CONCESSÃO

Ano	Vazão
2008	0,17
2013	0,19
2018	0,21
2023	0,23
2028	0,26
2033	0,28
2038	0,31
2043	0,34