



Ofício nº 2/2016/SRE-ANA
Documento nº: 00000.000134/2016-04

06.01.2016

Brasília, 4 de janeiro de 2016.

Ao Senhor
Marcus Vinicius Leite Cabral de Melo
Diretor Substituto de Licenciamento Ambiental
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
SCEN Trecho 2 Ed Sede do IBAMA
70818-900 – Brasília – DF

Assunto: **Estudos de remanso no reservatório da UHE Jirau e proteção das áreas de montante**
Referência: documento 00000.080271/2015, processo 02501.000047/2006

Senhor¹ (a) Diretor Substituto de Licenciamento Ambiental,

1. Em atenção ao Ofício 02001.014505/2015-61DILIC/IBAMA, informamos que a ANA concluiu as análises relativas aos novos estudos de remanso do reservatório da UHE Jirau, conforme Parecer Técnico nº 96/2015/COREG/SRE, cuja cópia segue anexa a este Ofício.
2. Ainda, foi estabelecido pela ANA a partir de avaliação interna e consultas realizadas à ANEEL, ONS e MME que a proteção definitiva das localidades e infraestruturas afetadas pelos efeitos de remanso do reservatório da UHE Jirau conforme estabelecido na sua outorga de direito de uso de recursos hídricos, de responsabilidade da Energia Sustentável do Brasil - ESBR deverá ser efetivada por meio de medidas estruturais, que envolverão a relocação da área urbana de Abunã-Vila e o alteamento de trechos da BR 364 e respectivas pontes. Neste sentido, segue cópia do Ofício nº 361/2015/AA-ANA, encaminhado à ESBR.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)
PATRICK THADEU THOMAS
Superintendente Adjunto de Regulação

¹ Os documentos destinados a ANA devem, preferencialmente, ser encaminhados por meio do serviço de protocolo eletrônico disponibilizado no endereço www.ana.gov.br

Ofício nº 361/2015/AA-ANA
Documento nº: 00000.059068/2015-90

Brasília, 6 de outubro de 2015.

A sua Senhoria o Senhor
Isac Teixeira
Diretor
Energia Sustentável do Brasil
Av. Almirante Barroso 52, 2802
20031-000 –Rio de Janeiro – RJ

Assunto: **Níveis d'água no reservatório da UHE Jirau.**
Referência: Processo 02501.000047/2006

Senhor¹ Diretor,

1. Em atenção à Carta 1174/IT/PT, encaminhamos cópia do Parecer Técnico nº 96/2015 /COREG/SRE, o qual avalia os novos estudos de remanso do reservatório da UHE Jirau.
2. Em relação às medidas de proteção necessárias para proteção das infraestruturas e localidades contra os efeitos de remanso do reservatório da UHE Jirau, preconizadas na sua outorga de direito de uso de recursos hídricos, e considerando as manifestações exaradas pela ANEEL por meio do Ofício nº 135/2015-DR/ANEEL, pelo ONS por meio da Carta nº 1245/100/2015 e pelo MME por meio do Ofício nº 170/2015-SE-MME, e já informadas pela ANA à ESBR por meio dos Ofícios nº 295/2015/AA-ANA e nº 329/2015/AA-ANA, informo que a proteção definitiva, de responsabilidade da outorgada, deverá ser efetivada por meio de medidas estruturais, que envolverão a relocação ou proteção da área urbana de Abunã e o alteamento de trechos da BR 364 e respectivas pontes.
3. Assim, a cota abaixo da qual a área urbana de Abunã deverá ser relocada ou protegida é de 100,4 m e as cotas mínimas para a BR 364 nos trechos sob influência do reservatório da UHE Jirau são as seguintes:

Trecho da BR364	Nível d'água (m)
Do km 855,5 ao 857,7	93,4m
Do km 858,65 ao 859,5	93,5m
Do km 860,85 ao 863,2	93,6m
Do km 868,05 ao 876,0	94,4m
Do km 876,9 ao 886,3	94,7m
Do km 889,5 ao 890,7	95,0m
Do km 932 ao 937	100,3m

¹ Os documentos destinados a ANA devem, preferencialmente, ser encaminhados por meio do serviço de protocolo eletrônico disponibilizado no endereço www.ana.gov.br

4. Em relação à BR 364, deverá ainda ser observada a folga preconizada pelo DNIT para os vãos sob as pontes localizadas nos trechos supracitados.

5. Por último, solicito no prazo de até 60 dias, a apresentação de cronograma para desenvolvimento dos projetos e execução da relocação ou proteção da área urbana de Abunã e do alçamento da BR 364 e respectivas pontes até as cotas supracitadas.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)
VICENTE ANDREU
Diretor Presidente

C.c: Sr. Luiz Antônio Ehret Garcia, Diretor de Infraestrutura Rodoviária –Substituto, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

Parecer Técnico nº 96/2015/COREG/SRE
Documento nº 00000.057529/2015-90
Referência: processo 02501.000047/2006

Remanso da UHE Jirau.

Introdução

1. Este parecer técnico visa a avaliar o estudo de remanso consolidado do reservatório da UHE Jirau, enviado pela ESBR por meio da Carta 1174/IT/PT (doc. 00000.054988/2015), com vistas à definição dos níveis de proteção da rodovia BR364.
2. Cabe salientar, inicialmente, que a definição destes níveis foi solicitada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), por meio do ofício nº401/2015/DIR, além de interessar à ANA devido às condicionantes de proteção constantes na outorga do empreendimento (Resolução ANA nº 269/2009).
3. Cabe salientar também que a apresentação deste material obedece a um cronograma acertado entre ANA e ESBR para o ano de 2015, em diversas etapas, a saber: à definição das curvas-chave e afluições; ajuste do modelo de remanso às cheias recentemente ocorridas; e incorporação da sedimentação para o ano de 2017, 4º ano de operação. A curva-chave da estação Jusante Foz do Beni, que define as afluições ao reservatório, já foi aprovada pela Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH-ANA), restando à SRE a avaliação do remanso e do assoreamento, bem como medidas e encaminhamentos.

Ajuste do modelo de remanso

4. Como mencionado, a estimativa das afluições ao reservatório, durante as cheias de 2014 e 2015, foi feita com base nas vazões observadas na estação Jusante rio Beni (15318000), doravante denominada JRB, situada a montante. Estas foram propagadas até o local do barramento, considerando um tempo de propagação de aproximadamente um dia, e por meio de uma abordagem baseada no método de Muskingun. Assim, a vazão afluente é a soma da vazão em JRB, devidamente propagada, com a vazão do rio Abunã e a vazão na área incremental:

$$Q^{Afluente} = Q^{Mad_pro} + Q^{Mad_inc} + Q^{Abunã}$$

Onde:

$$Q^{Abu_MN} = 0,015 \cdot Q^{Mad_JB} \quad p/ \quad Q^{Mad_JB} < 15700 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$Q^{Abu_MN} = 0,064 \cdot (Q^{Mad_JB} - 12.000) \quad p/ \quad Q^{Mad_JB} \geq 15700 \text{ m}^3/\text{s}$$

5. A vazão incremental Q^{mad_inc} corresponde a $0,113 \cdot Q^{abunã}$ (relação de áreas), enquanto a vazão em JRB propagada, no intervalo de tempo t , corresponde a:

$$Q^{\text{Mad_pro}}_{t-1} = 0,46 \cdot Q^{\text{Mad_JB}}_t + 0,51 \cdot Q^{\text{Mad_JB}}_{t-1} + 0,03$$

onde o índice "t-1" indica a vazão no dia anterior.

6. Os coeficientes de propagação (0,46-0,51-0,03) foram obtidos pelo método de Muskingun.
7. O modelo usado para a estimativa do remanso foi o HEC-RAS do corpo de engenheiros do exército americano. A geometria do reservatório foi caracterizada por 56 seções transversais levantadas no ano de 2012, cuja localização é mostrada na figura abaixo:

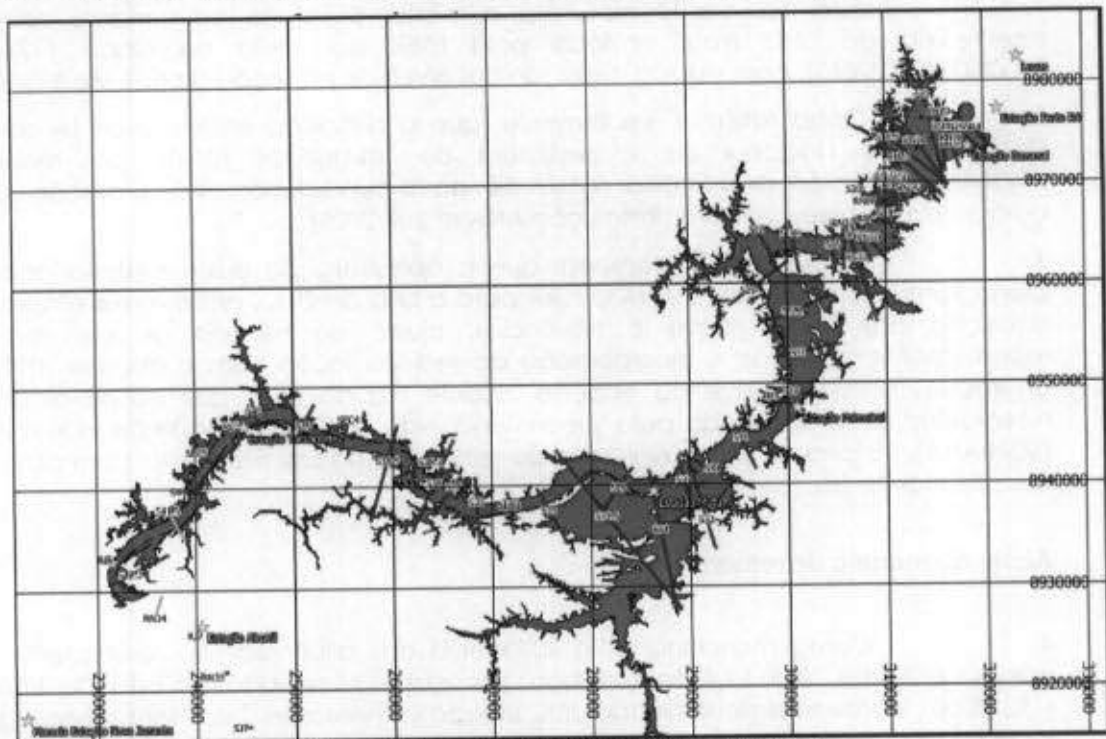


Figura 1. Seções transversais para modelo de remanso

8. O empreendedor dispõe de monitoramento de nível d'água em 5 estações ao longo do reservatório (Palmeiral, Mutum, Tamborete, Pederneira e Abunã). A partir dos dados de vazão afluente e nível observado nas cheias de 2014 e 2015, os coeficientes de Manning foram variados ao longo das seções até que se obtivesse uma aderência considerada razoável entre níveis observados e simulados. Como condição de contorno de jusante, foram adotados os NAs operativos efetivamente praticados no dia.
9. O coeficiente de Manning calibrado variou entre 0,032 e 0,036, que é um resultado relativamente coerente com a literatura. De acordo com a magnitude da vazão, os coeficientes foram ajustados por meio de um multiplicador, conforme tabela abaixo:

Tabela 1. Multiplicadores do coeficiente de Manning em diferentes seções

Trecho		Manning	Multiplicador do Manning				
			0 m³/s	25000 m³/s	35000 m³/s	45000 m³/s	70000 m³/s
Barramento	RJ3 Palmeiral	0,035	1	1	1	1	0,90
RJ3 Palmeiral	RJ4 Mutum	0,033	1	1	1	1	1
RJ4 Mutum	RJ5 Tamborete	0,036	1,40	1	0,975	0,95	0,90
RJ5 Tamborete	RJ6 Pederneira	0,036	1,50	1,10	1	1	0,80
RJ6 Pederneira	RJ7 Abunã	0,032	1,35	1	1	1	0,85

10. Observa-se que, em alguns casos, o multiplicador é inferior a 1, significando uma redução efetiva da rugosidade com o aumento da vazão. Entretanto, isto só ocorre, em geral, para vazões superiores às vazões de 50 e 100 anos, e mesmo assim as reduções percentuais são baixas.

11. De particular interesse para a ANA é o ajuste do modelo nas réguas de Palmeiral e Mutum, que são representativas do trecho afetado da BR 364. Os resultados nessas réguas são mostrados nos gráficos abaixo:

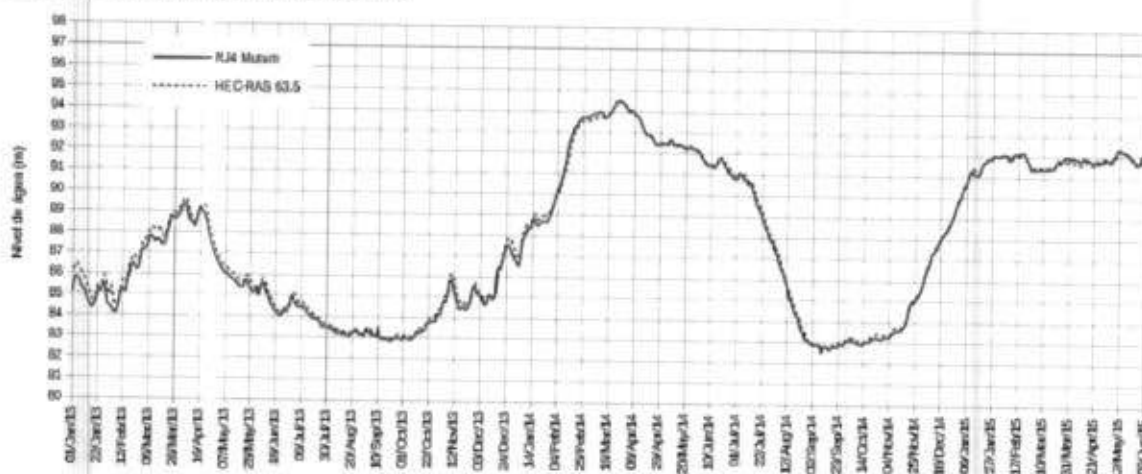


Figura 2. Aderência entre níveis observados e simulados na estação Mutum

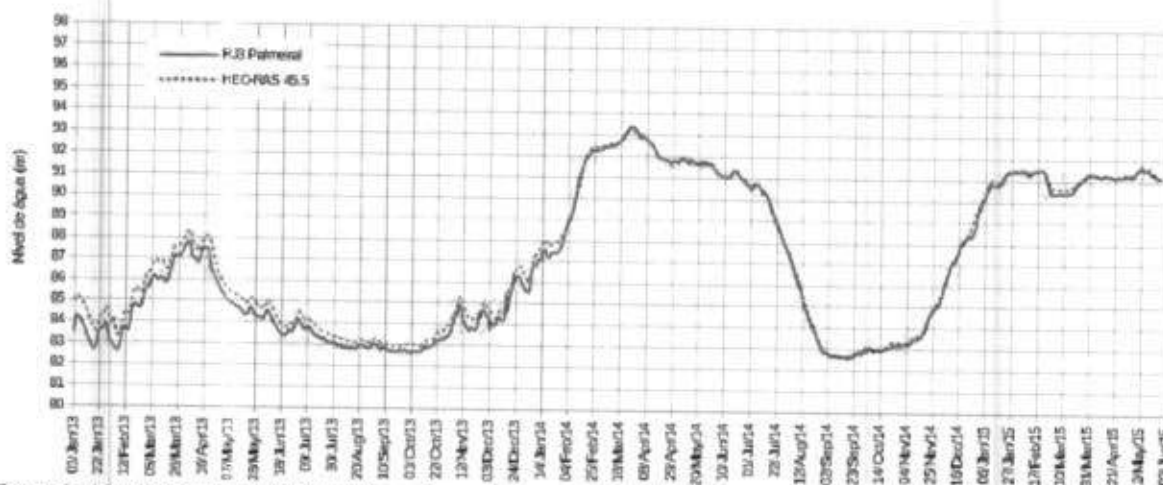


Figura 3. Aderência entre níveis simulados e observados na estação Palmeiral

12. Observa-se que há uma boa aderência aos níveis observados, principalmente no período de cheia de 2014, em que as vazões foram da mesma ordem das vazões de 50 e 100 anos.

13. Os mesmos resultados foram apresentados pelo empreendedor na forma de tabelas. Para cada dia de simulação, foram apresentados os níveis observados e simulados nas 5 seções, bem como a diferença entre ambas, permitindo avaliar numericamente a aderência do modelo. A tabela abaixo mostra um exemplo deste resultado, entre os dias 22 e 31 de março de 2014.

Tabela 2. Resultado do ajuste do modelo de remanso em forma de tabela, mostrando as diferenças de nível nas diferentes seções

Data	Q aflu reserv. (m³/s)	Dados de Campo					NAs Calculados (HEC-RAS)					Diferenças (m)				
		RJ3	RJ4	RJ5	RJ6	RJ7	RJ3	RJ4	RJ5	RJ6	RJ7	RJ3	RJ4	RJ5	RJ6	RJ7
		Palmereia	Mirim	Tamborete	Pedemiltra	Abunã	HEC-RAS 45.5	HEC-RAS 63.5	HEC-RAS 110.9	HEC-RAS 129.9	HEC-RAS 141.8	HEC-RAS 45.5	HEC-RAS 63.5	HEC-RAS 110.9	HEC-RAS 129.9	HEC-RAS 141.8
22/Mar/2014	60820	93.10	94.26	98.20	99.54	100.08	93.05	94.28	98.18	99.47	100.14	-0.05	0.02	-0.02	-0.07	0.06
23/Mar/2014	61246	93.21	94.39	98.28	99.62	100.16	93.14	94.36	98.24	99.53	100.19	-0.07	-0.03	-0.04	-0.09	0.03
24/Mar/2014	61382	93.30	94.47	98.35	99.68	100.23	93.19	94.42	98.28	99.56	100.22	-0.11	-0.05	-0.07	-0.12	-0.01
25/Mar/2014	61065	93.33	94.50	98.36	99.69	100.24	93.20	94.43	98.27	99.55	100.21	-0.13	-0.07	-0.09	-0.14	-0.03
26/Mar/2014	60736	93.35	94.52	98.37	99.69	100.24	93.19	94.41	98.24	99.52	100.18	-0.16	-0.11	-0.13	-0.17	-0.06
27/Mar/2014	60372	93.32	94.50	98.32	99.65	100.19	93.17	94.38	98.20	99.48	100.14	-0.15	-0.12	-0.12	-0.17	-0.05
28/Mar/2014	59978	93.31	94.45	98.28	99.61	100.12	93.12	94.33	98.15	99.44	100.09	-0.19	-0.12	-0.13	-0.17	-0.03
29/Mar/2014	59581	93.29	94.40	98.22	99.56	100.10	93.08	94.29	98.10	99.39	100.05	-0.20	-0.11	-0.12	-0.17	-0.05
30/Mar/2014	59074	93.26	94.34	98.16	99.48	100.03	93.04	94.23	98.04	99.33	99.99	-0.22	-0.11	-0.12	-0.15	-0.04
31/Mar/2014	58453	93.17	94.26	98.07	99.39	99.94	92.96	94.15	97.97	99.26	99.92	-0.21	-0.11	-0.10	-0.13	-0.02

14. Na maior parte dos intervalos de tempo, as diferenças entre os níveis observados e simulados foram da ordem de poucos centímetros, mostrando uma boa aderência do modelo de remanso. Considera-se, portanto, que o modelo de remanso reproduz de forma adequada a relação entre vazões e níveis no reservatório da UHE Jirau.

Remanso e assoreamento

15. Em 2015 a ESBR realizou nova batimetria do reservatório, constatando assoreamento em boa parte do reservatório, principalmente em seu terço de jusante.

16. Como a outorga estabelece a necessidade de proteção para as linhas d'água considerando o assoreamento até o 4º ano de operação, é preciso projetar qual será o assoreamento que deverá ocorrer nas seções transversais para o ano de 2017 (dado que o início da operação comercial se deu em 2014).

17. O estudo apresenta uma metodologia para fazer essa projeção, também usando o software HEC-RAS. Para tanto, a empresa realiza monitoramento sedimentológico na estação de Abunã, dispondo de curva-chave de sedimentos e de sua granulometria. O estudo procurou reproduzir, por meio da modelagem (Método de Laursen), a geometria das seções levantadas em 2015, partindo-se da batimetria de 2012, para com isso usar o modelo para fazer uma projeção das seções em 2017. Entretanto, esta abordagem não teve sucesso, devido à incerteza inerente a esse tipo de modelagem.

18. Assim, o estudo partiu para uma abordagem mais teórica, procurando estabelecer uma granulometria representativa, que seria mais sensível à perturbação hidráulica causada pela transformação do rio em reservatório, e que portanto seria o principal responsável pelo assoreamento. Assim, ao invés de tentar utilizar toda a faixa granulométrica do sedimento do rio, elegeu-se a faixa do silte grosso (0,032mm a 0,063mm) como granulometria representativa, simplificando as simulações.

19. Por meio dessa simplificação, e usando ainda o método de Laursen, o estudo alega ter encontrado uma boa representação das alterações ocorridas na geometria do reservatório entre 2012 e 2015, conforme figura abaixo:

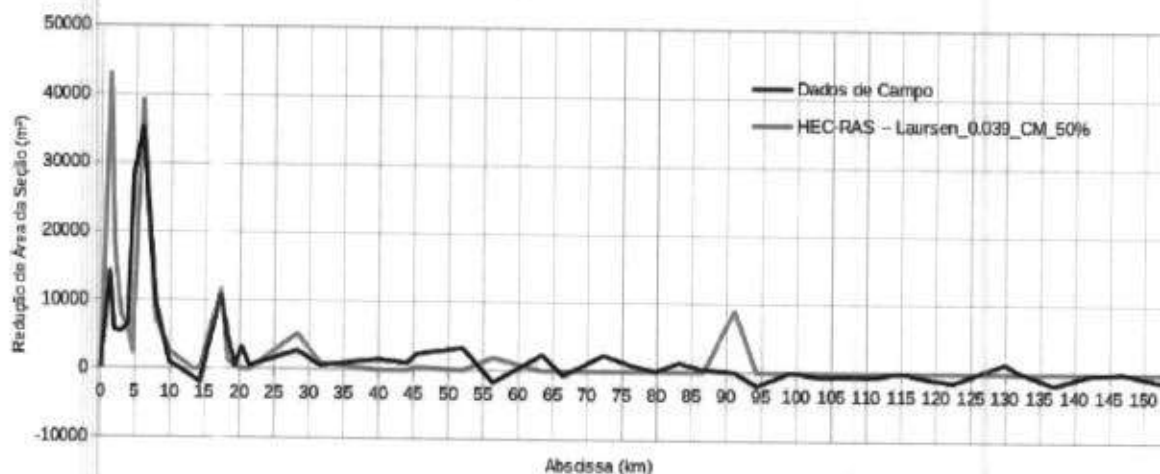


Figura 4. Alterações nas áreas de escoamento das seções transversais no período de 2012 a 2015 – comparativo entre medições de campo e simulações do HEC-RAS

20. A premissa adotada implica que sedimentos mais finos do que o silte grosso não contribuem para o assoreamento, passando para jusante pelas estruturas extravasoras. Por outro lado, o estudo despreza partículas muito grosseiras cujo transporte se dá por arraste de fundo, por considerar que seu volume é pouco expressivo.

21. Com isso, o modelo de sedimentos foi novamente simulado, projetando-se uma sequência de anos hidrológicos médios até 2017 e verificando o resultado em termos de assoreamento. A figura abaixo mostra a variação da elevação do fundo entre a batimetria atual e a geometria projetada para 2015.

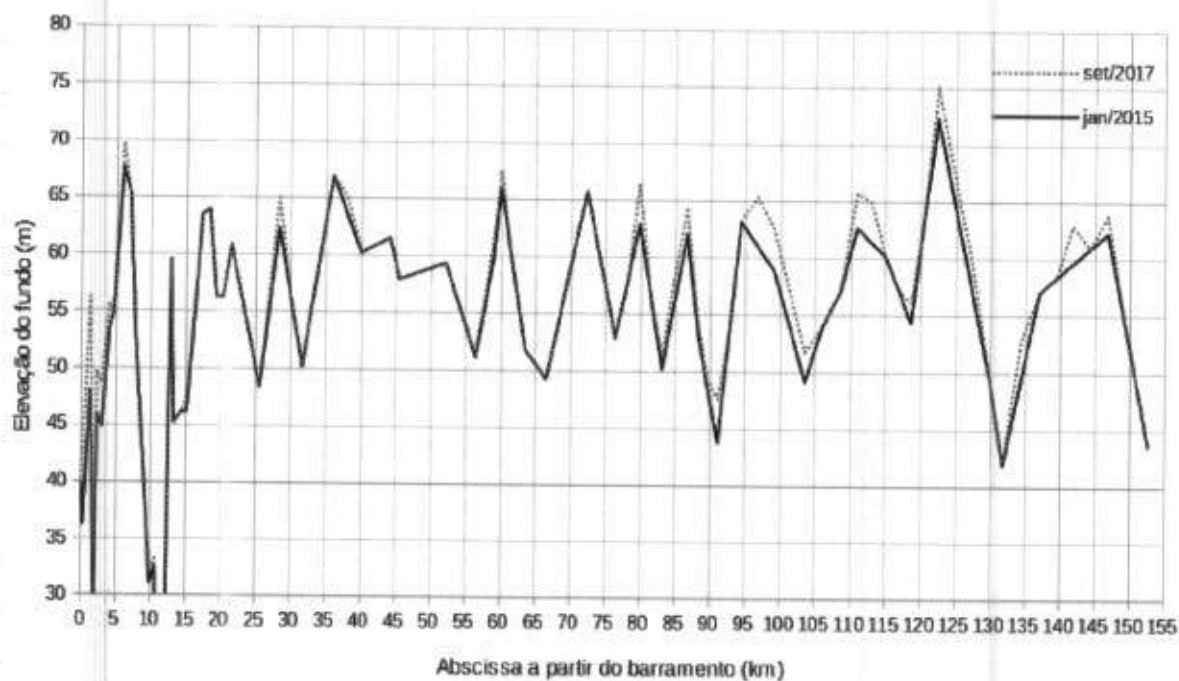


Figura 5. Variação do perfil do fundo do rio, conforme projeção de assoreamento para 2017.

22. Naturalmente, há uma grande incerteza neste aspecto, pois não é possível prever qual a magnitude dos próximos anos hidrológicos. Caso sejam maiores do que a média, provavelmente o assoreamento tenderá a ser maior.

23. A metodologia apresentada pode ser considerada aceitável, devido à complexidade da simulação hidrossedimentológica necessária para essa projeção. Considera-se que as simplificações e premissas adotadas são razoáveis e relativamente embasadas por dados de campo. Do ponto de vista da ANA, talvez o principal aspecto é o fato de levar a seções transversais mais elevadas, o que resulta em níveis d'água também mais altos, portanto a favor da segurança. Assim, entende-se que estes resultados podem ser aceitos.

Níveis d'água para proteção – BR 364

24. Uma vez definida a geometria do reservatório para a condição do 4º ano de operação, o modelo de remanso foi novamente simulado para as vazões de 50 e 100 anos (54393 m³/s e 57319 m³/s). A figura abaixo mostra as linhas d'água de 50 e 100 anos, considerando a batimetria de 2015 e a projetada para 2017.

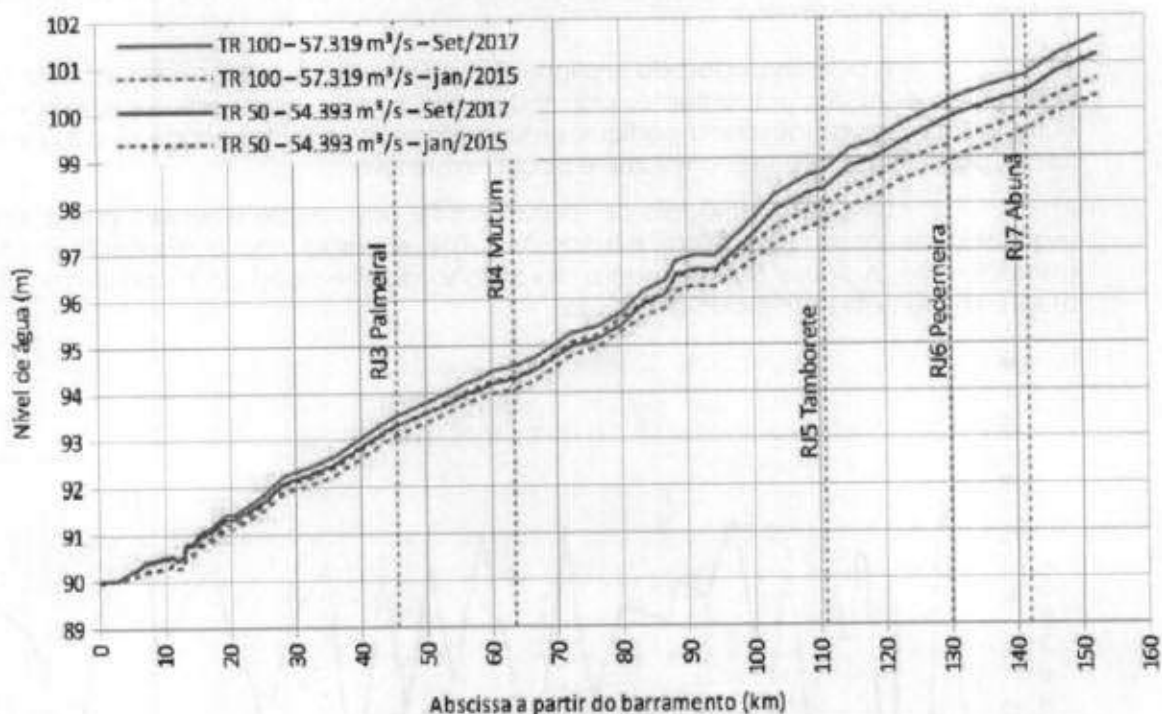


Figura 6. Linhas d'água de 50 e 100 anos para as batimetrias de 2015 e projetada em 2017

25. Como mencionado, o assoreamento previsto gera uma elevação nas linhas d'água. Na estação Mutum, por exemplo, há uma elevação de 20-30cm no NA correspondente à cheia de 100 anos, o que confere alguma segurança adicional ao nível de proteção da rodovia.

26. Diferentemente do reservatório da UHE Santo Antônio, em que a inundação se dá em um trecho curto da rodovia, no qual o nível de uma única seção do modelo de remanso é representativo, no caso de Jirau o trecho é bastante extenso, de forma que o nível d'água é variável ao longo do trecho afetado. Para refletir os níveis d'água em termos de inundação da rodovia BR 364, é necessário fazer uma correspondência entre seções

transversais e km de rodovia. A correspondência que vem sendo adotada pela COREG, baseada nos estudos de remanso e nos perfis da estrada, é mostrada na tabela abaixo.

Seção	km	Seção	km
RN23	832,5	S31	867,7
RJ2	833,5	S32	876,1
RN32	842,3	S33	876,1
S29	851,8	SJ5	880
SJ3	855,47	S34.5	898,7
S30	857,4	RJ42.3	936,8
RJ3	861,48	RJ7	927,7
SJ4	866,17	SJ7	919,4
		S31	867,7

27. A partir desta correspondência, é possível estimar os níveis para os diversos trechos da BR 364, conforme gráfico abaixo.

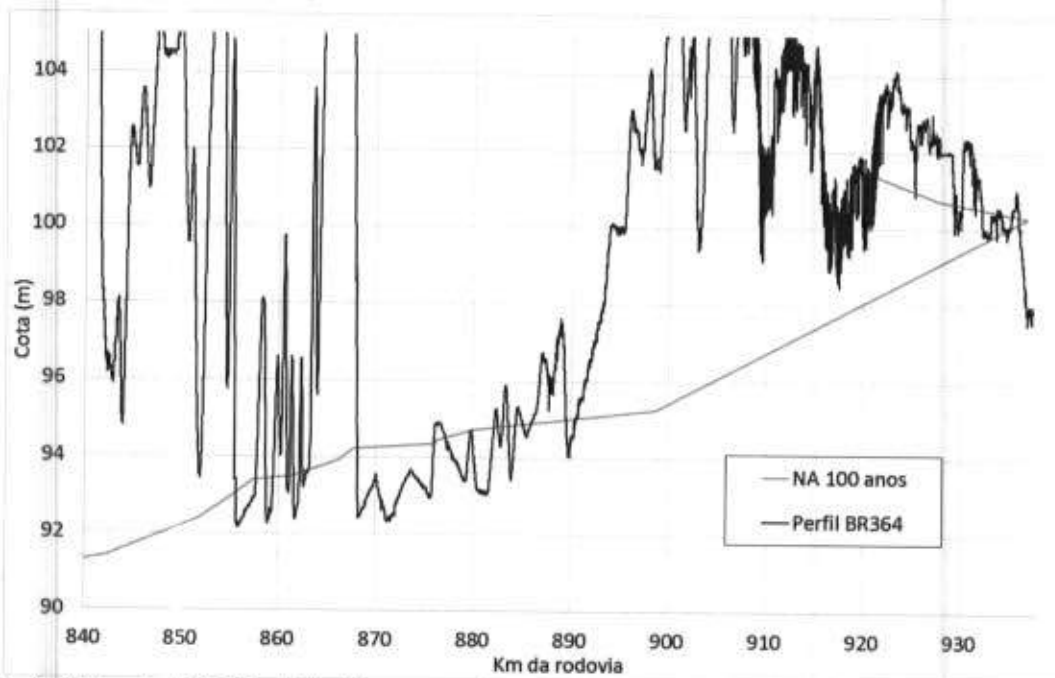


Figura 7. Perfil da rodovia BR 364 e linha d'água para a cheia de 100 anos no 4º ano de operação da UHE Jirau¹

28. Assim, para poder informar à ESBR e ao DNIT os níveis de proteção em cada trecho, extraiu-se da Figura 7 a tabela abaixo, contendo os trechos atualmente afetados e o nível d'água correspondente.

Tabela 3. Trechos afetados da BR 364 e níveis d'água para a cheia de 100 anos

Trecho da BR364	Nível d'água (m)
Do km 855,5 ao 857,7	93,4m
Do km 858,65 ao 859,5	93,5m

¹ O traçado da rodovia BR364, a partir de Porto Velho, acompanha o rio Madeira pela margem direita, de jusante para montante. Entretanto, após o km 890 a rodovia se afasta do rio até a localidade de Abunã, onde volta a margem, porém no sentido de montante para jusante. Por esta razão, a linha d'água não é biunívoca ao longo do perfil.

Do km 860,85 ao 863,2	93,6m
Do km 868,05 ao 876,0	94,4m
Do km 876,9 ao 886,3	94,7m
Do km 889,5 ao 890,7	95,0m
Do km 932 ao 937	100,3m

29. Cabe ressaltar que o último trecho, do km 932 ao 937, corresponde ao trecho final da rodovia antes do atracadouro da balsa de travessia do rio Madeira.

30. Cabe salientar ainda que, conforme já constatado na Nota Técnica nº 142/2014/GEREG/SRE, há sobrelevação do nível d'água, em relação ao NA natural, inclusive no trecho do povoado de Abunã. Isso pode ser constatado claramente por meio da simulação do modelo de remanso na condição de rio, para a batimetria de 2012, mostrada na figura abaixo:

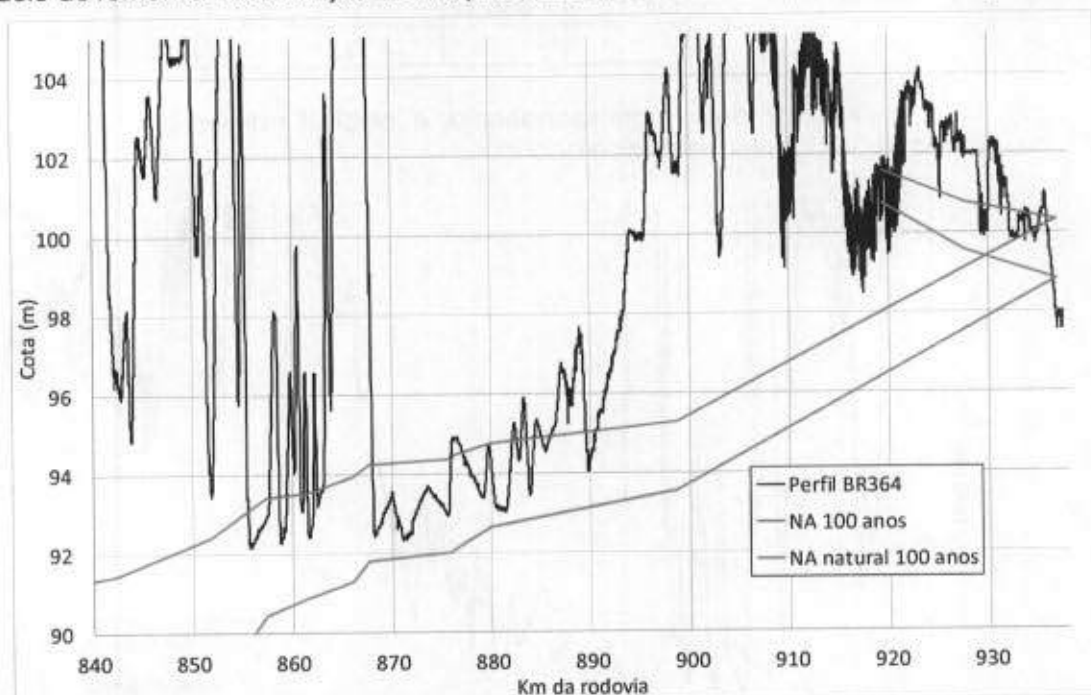


Figura 8. Nível que seria naturalmente atingido para uma cheia de 100 anos (verde)

Níveis d'água para proteção – povoado de Abunã

31. A sobrelevação do nível d'água no trecho de montante do reservatório da UHE Jirau acarretará também a necessidade de intervenções na localidade de Abunã, a ser protegida para a cheia de 50 anos.

32. Segundo o estudo da ESBR, o nível a ser atingido na seção RJ7, correspondente ao povoado, considerando a operação do reservatório na cota 90m, é de 99,80m para uma vazão afluyente de 50.000 m³/s e de 100,46m para uma vazão afluyente de 55.000 m³/s. Interpolando linearmente para a vazão de 54.393 m³/s, correspondente à cheia de 50 anos, chega-se a um nível d'água de 100,38m.

33. Para avaliar o efeito dessa inundação sobre o povoado, fez-se uso da altimetria fornecida pela ESBR por meio da carta 928/IT/TS, recebida em 09/06/2014. Esta altimetria tem resolução de 30cm. O modelo digital de terreno enviado é mostrado abaixo:

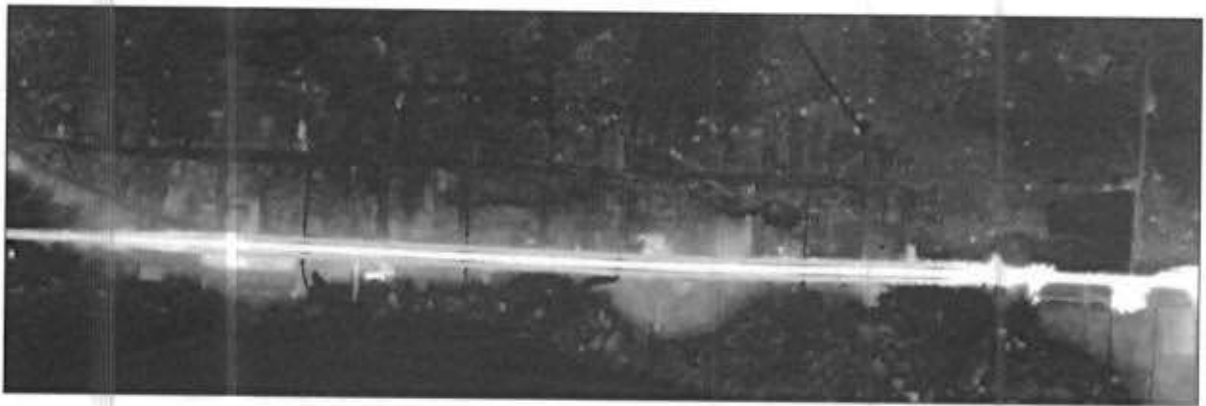


Figura 9. Modelo digital do terreno do povoado de Abunã, com resolução de 30cm, disponibilizado pela ESBR

34. A partir deste MDT, foi feita uma reclassificação, identificando-se os pixels com cota inferior a 100,38m, de forma a identificar as áreas a serem inundadas para a cheia de 50 anos. O resultado foi ainda sobreposto com uma imagem de satélite obtida do Google Earth. O resultado é mostrado na figura abaixo.

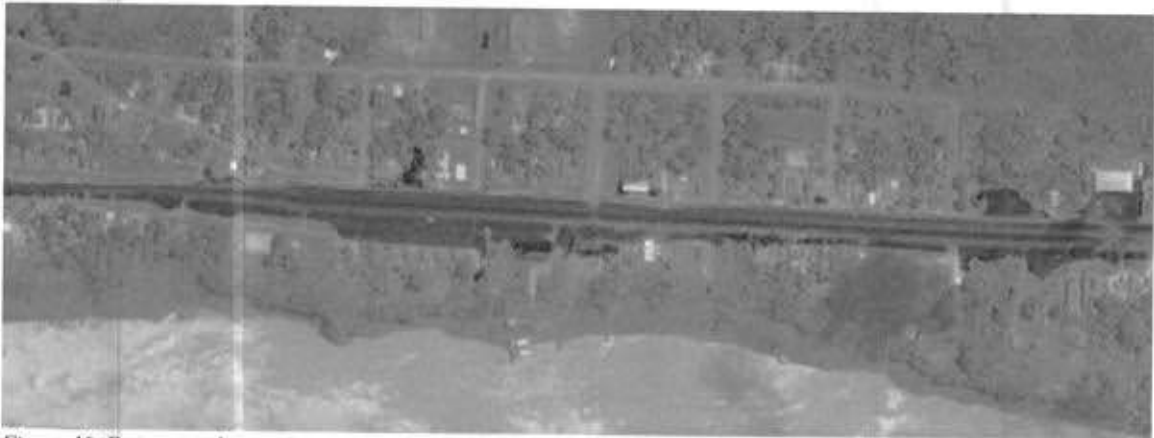


Figura 10. Estimativa da inundação para a cheia de 50 anos junto ao povoado de Abunã

35. Na figura acima, as áreas sombreadas estão em cotas abaixo de 100,38m, e portanto ficariam inundadas. Observa-se que somente o aterro da BR364 ficaria acima do nível d'água nessa condição.

36. Assim, há a necessidade de intervenção, por parte da ESBR, para proteção da área urbana do povoado de Abunã.

Conclusões

37. Portanto, sugere-se envio de ofício ao DNIT, informando os níveis d'água e trechos mencionados na Tabela 3.

38. Adicionalmente, a exemplo das providências tomadas junto à Santo Antônio Energia após a consolidação do estudo de remanso, sugere-se envio de ofício à ESBR, solicitando, em um prazo de 60 dias, a apresentação de cronograma de implantação das medidas de alteamento da BR364 nos trechos afetados, bem como das medidas de relocação ou proteção da área urbana de Abunã.

39. Se de acordo, seguem minutas de ofícios.

É o parecer técnico.

Brasília, 30 de setembro de 2015.

(assinado eletronicamente)
Bruno Collischonn
Especialista em Recursos Hídricos

De Acordo,

(assinado eletronicamente)
ANDRE R. PANTE
Coordenador de Regulação