

## LEME

### **RESPOSTAS AOS QUESTIONAMENTOS DO IBAMA (PARECER TÉCNICO Nº 02001.004447/2014-87 –COEND - IBAMA**

#### **1. QUALIDADE DA ÁGUA**

Em concordância ao parecer técnico nº 02001.004447/2014-87 do IBAMA, Cáp. II.5, o modelo será devidamente calibrado ao longo do processo de licenciamento, em razão da constatação referente ao esforço amostral obtido das verificações feitas em 2007 e 2013, para o EIA e anexados ao PBA.

Entretanto estas mesmas verificações e modelos (simulações) produzidos e apresentados no EIA constata dados suficientes para elaboração das projeções apresentadas neste mesmo estudo, e conclui que devido a pequena profundidade do reservatório, baixo tempo de detenção e regime de ventos é pequena a chance de ocorrer estratificação térmica. Portanto não havendo estratificação, não haverá ressuspeção de fósforo e conseqüentemente eutrofização por algas e posteriormente por macrófitas flutuantes.

E ainda, o documento “Prognóstico de Qualidade da Água Barragens Jaguarão 1 (J1) E Jaguarão 2 (J2) Modelo de Simulação CE QUAL W2 V3.7, 2012, apresenta em sua conclusão que não se espera contaminação dos lençóis freáticos pelas águas dos barramentos, pelo alto teor de argila dos solos, com baixa velocidade de infiltração.

E também não se espera impactos negativos nas populações de peixes (gêneros e espécies), pois a qualidade (alto teor de oxigênio dissolvido, baixos teores de fósforo) e a hidrodinâmica dos formadores não será alterada substancialmente, pois os reservatórios terão baixos tempos de detenção, altas velocidades e reposição das águas.

Outro ponto a se considerar é a premissa apresentada no Volume II , item 2.18.1.1. do Projeto Básico Ambiental, que vêm a favorecer o fator da qualidade d’água que em parte será tratada, conforme descrito neste mesmo documento.

Há de considerar ainda o programa apresentado no cap. 6 do EIA, onde são previstas medidas mitigadoras, que consideram ações de recomposição e tratamento das margens e drenagens de modo a colaborar para a manutenção da qualidade das águas dos reservatórios, reduzindo o carreamento de sedimentos;

Sendo assim, a modelagem já apresentada no relatório deverá ser uma ferramenta de utilização contínua.

## LEME

### 2. SEDIMENTOS NO RESERVATORIO;

Para o período de obra, foi considerado o item 5.3.3.2.1. “Fases de Planejamento e Implantação”, apresentado no EIA e que descreve as principais medidas a serem tomadas para mitigar sedimentações decorrentes do assoreamento dos cursos d’água:

- a) Realização de mapeamento de áreas com processo de degradação do solo já estabelecido e de áreas com grande potencial de produção de sedimentos, bem como a identificação das estruturas hidráulicas que possam gerar impactos ambientais significativos, relacionados à estabilidade de taludes e geração de processos erosivos na fase construtiva;
- b) Os trabalhos associados à limpeza, escavação, terraplenagem, entre outros, deverão ser seguidos de obras de drenagem superficial provisória, implantação de desvio e controle do escoamento superficial, implantação de dispositivos de amortecimento hidráulico para redução da velocidade da água e de retenção de sedimentos;
- c) Monitoramento contínuo das áreas de construção, a fim de garantir a contínua eficiência do método e dos dispositivos de contenção de sedimentos, bem como a ocorrência de processos erosivos e de carreamento de solos;
- d) Acompanhamento da instalação e verificação da eficiência dos dispositivos implantados para evitar erosão;
- e) Avaliação do cronograma de implantação das obras, de modo que não haja abertura de frentes de trabalho sem a definição clara do início e do fim de cada obra;
- f) Execução das obras de travessia de talvegues, preferencialmente, durante o período de estiagem.

Em relação ao cálculo do volume dos sedimentos acumulado na barragem segue cópia integral do Capítulo 6 do Estudo de Viabilidade realizado pela HAR engenharia que apresenta os seguintes cálculos:

#### *“6.4 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL*

*Foi realizado um estudo de sedimentologia no rio Jaguarão a partir de amostras coletadas nas bacias dos rios Candiota e Sanga Funda, que estão inseridas na mesma paisagem.*

## LEME

As amostras de descargas medidas a montante e jusante de Candiota e a montante de Sanga Funda foram adimensionalizadas em função de suas áreas de contribuição correspondentes. Assim, foi ajustada uma expressão para determinar a vazão de descarga sólida ( $Q_s$ ) em função da vazão líquida ( $Q_l$ ) para as duas situações estudadas. A situação 2 consiste na construção somente da barragem de jusante no rio Jaguarão. A seguir são apresentadas as expressões de ajuste encontradas para cada uma das situações:

- Barragem Jaguarão 2 (B) - situação 2:  $Q_s = 2,0863 * Q_l^{1,2021}$   
onde  $Q_s$  está em t/dia e  $Q_l$  em  $m^3/s$ .

Através dessas formulações foram calculadas as vazões sólidas médias diárias ( $Q_{sm}$ ) e anuais ( $D_{st}$ ) referentes à vazão média líquida de cada barragem, obtidas no estudo hidrológico:

- Barragem Jaguarão 2 (B) - situação 2:  $Q_{sm} = 4,974$  t/dia  $D_{st} = 1.815,4$  t/ano.

Através da relação entre a capacidade do volume do reservatório e da vazão afluente anual que passa pela barragem foi possível determinar as eficiências de retenção ( $E_r$ ) máxima, média e mínima através da curva de Brune (Figura 6.12), resultando:

- Barragem Jaguarão 2 (B) - situação 2:  $E_{r \text{ máximo}} = 97\%$

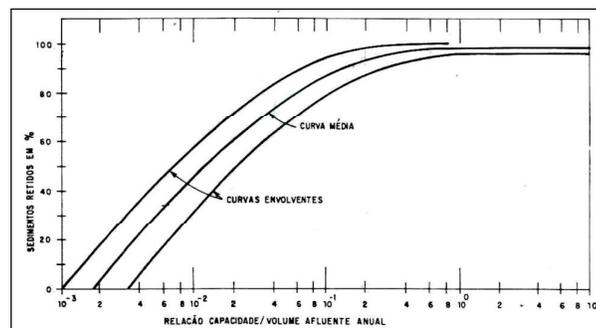


Figura 6.1. Curva de eficiência de retenção de sedimentos em reservatórios, segundo Brune

Conhecendo as proporções de argila, areia e silte presentes no leito do rio, iguais a, aproximadamente,  $p_c=60\%$ ,  $p_m=20\%$  e  $p_s=20\%$ , respectivamente, e os coeficientes de compactação ( $W$ ) destes materiais conforme Quadro 6.14, foi calculado o peso específico aparente em um ano ( $\gamma_T$ ) e o peso específico aparente médio em 100 anos ( $\gamma_{T100}$ ). Para assim proceder, foi considerada a operação do reservatório do Tipo II (depleção do reservatório de pequena a média).

### QUADRO 6.14

CONSTANTES  $W$  E  $K$  PARA CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO APARENTE EM FUNÇÃO DO TIPO DE OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO

## LEME

TIPO DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIO	ARGILA		SILTE		AREIA	
	Wc	Kc	Wm	Km	Ws	Ks
II	0,561	0,1346	1,137	0,0288	1,554	0

$$\gamma_i = w_c \cdot p_c + w_m \cdot p_m + w_s \cdot p_s$$

$$\gamma_T = \gamma_i + 0,4343 \cdot K \left[ \frac{T}{T+1} \cdot \ln(T) - 1 \right]$$

$$K = k_c \cdot p_c + k_m \cdot p_m + k_s \cdot p_s$$

Os resultados obtidos foram  $\gamma_i = 0,875 \text{ tf/m}^3$  e  $\gamma_T = 1,048 \text{ tf/m}^3$ .

Através do percentual de vazão sólida retida máxima, da vazão sólida média anual e do peso específico aparente médio em 100 anos foi calculado o volume total de sólidos acumulados na barragem para um período de 100 anos ( $S_{100}$ ):

$$S_T = \frac{D_{st} \cdot T \cdot E_r}{\gamma_T}$$

- Barragem Jaguarão 2 (B) - situação 2:  $S_{100} = 336.105,9 \text{ m}^3$

Considerando as curvas cota-área ( $A_{pH}$ ) e cota-volume ( $V_{pH}$ ) dos reservatórios e a altura das barragens pode ser obtida a altura de sedimentos no pé da barragem ( $y_0$ ) através das figuras 6.13 e 6.14 de onde se obtém o valor da profundidade relativa em que a curva tipo II intercepta com as curvas calculadas.

$$h'p = \frac{(S_T - V_{pH})}{H} \cdot A_{pH}$$

Em função da declividade do terreno na barragem, foi escolhida a curva tipo II dentre as quatro existentes.

## LEME

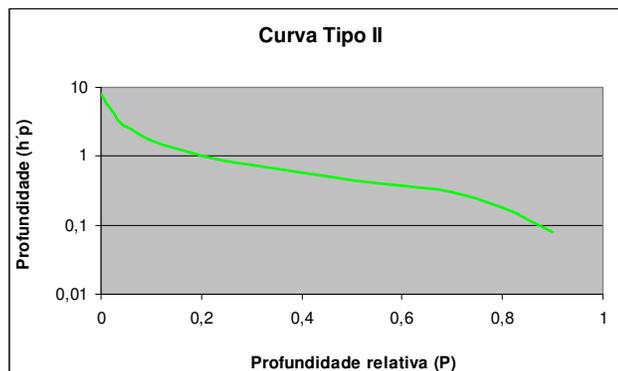


Figura 6.2. Curva para determinar profundidade de depósito de sedimentos no pé da barragem

Os valores de  $h'p$  aparecem na figura 6.14 para a barragem (Jaguarão 2).

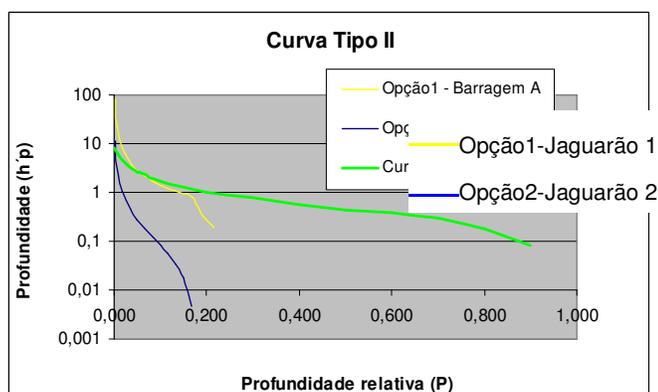


Figura 6.14. Curvas de  $h'p$  em função de  $P$  para as barragens B (Jaguarão 2) interceptando a curva tipo II

Por fim obtém-se a altura de sedimentos acumulados.

$$y_0 = P_0 \cdot H$$

- Barragem Jaguarão 2 (B) - situação 2:  $y_0=0,03$  m

A partir disto foi possível recalculer a área e volume disponíveis nos reservatórios em um período de 100 anos.

Nas Figuras 6.17 e 6.18 são comparados os gráficos cota-área e cota-volume da barragem inicial com o revisado da barragem B (Jaguarão 2).

## LEME

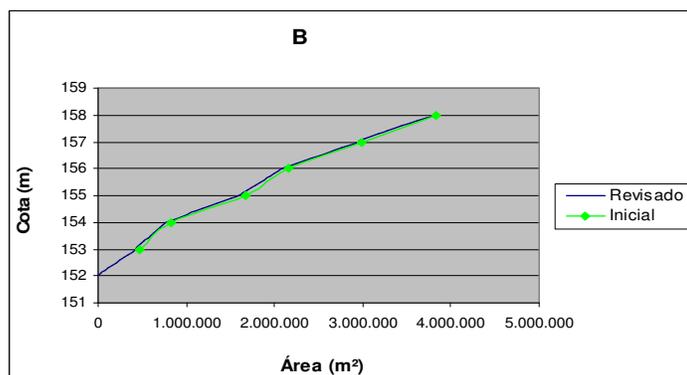


Figura 6.17: Comparação entre o gráfico cota-área inicial com o revisado da barragem B (Jaguarão 2).

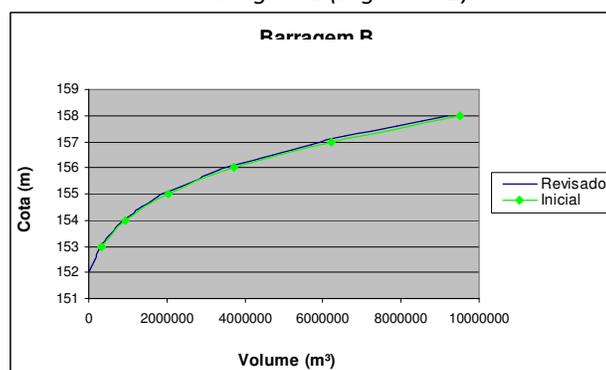


Figura 6.18: Comparação entre o gráfico cota-volume inicial com o revisado da barragem B (Jaguarão 2).

A análise dos resultados aqui obtidos pela HAR conduziu à adoção de um valor igual a 0,5 m para a altura do depósito de sedimentos no fundo da barragem implicando no posicionamento da geratriz inferior da descarga de fundo na cota 151 na barragem Jaguarão 2, conforme apresentado no Anteprojeto do Vertedouro.

Sendo assim, os dados de monitoramento da Bacia Hidrográfica serão avaliados , e também uma análise semelhante aos modelos de comportamento dinâmico do reservatório quanto à estratificação térmica e qualidade das águas.

### 3. ÁREAS DE EMPRÉSTIMO

- Conforme item 3.1 do Relatório de Ante Projeto nº PS2-RT-LM-RE-C00-201-03

## LEME

### **“Investigação e Amostragem de Materiais de Empréstimo**

Conforme o mapeamento geológico e sondagens existentes, na área de alagamento, nas proximidades do eixo da barragem e para montante do seu flanco esquerdo, são encontradas amplas faixas de terrenos com ocorrências de argilas siltosas de cores cinza-amarelada e marrom, apresentando ótimas condições geotécnicas para o seu aproveitamento como materiais de construção de aterros, para fins de barramento d’água.

Os solos superficiais da ombreira esquerda da barragem e dentro da área do reservatório, especialmente, os solos argilo-siltosos de coloração marrom e amarelada que cobrem as coxilhas podem ser considerados, sob o aspecto técnico, como materiais com boas condições para a construção de aterros hidráulicos de uma barragem homogênea de pequeno porte. Assim, removida a camada vegetal, recomenda-se a sua utilização como material de aterro para a construção da barragem. Esse tipo de material, de acordo com os ensaios geotécnicos de laboratório, tem potencial para atingir permeabilidade  $k \leq 10^{-7}$  cm/s.

Os resultados dos ensaios de caracterização (LL, LP e Granulometria) mostram que os solos amostrados e ensaiados são materiais com predominância das frações finas (argila e silte), o que dá aos solos um comportamento plástico ou de materiais argilosos, com  $IP \geq 12$  (Índice de Plasticidade), condição que atende as necessidades quanto aos aspectos hidrogeotécnicos dos aterros.

As inspeções visuais e táteis dos solos e os ensaios de laboratório atestam as boas condições geotécnicas dos materiais de aterro, em especial os solos classificados como argila siltosa marrom-amarelada.

Com base no mapeamento geológico a área da ombreira esquerda da barragem apresenta um volume significativo de solos argilo-siltosos com boas condições geotécnicas de aproveitamento para a construção dos aterros da barragem. Nesta área, se destacam as sondagens B2-T1, B2-T4, B2-T5 e B2-T6.

No desenho nº PS2-DE-LM-RE-C10-201 as áreas indicadas para extração de materiais de empréstimo situam-se na ombreira esquerda e foram avaliadas pelas sondagens B2-S1 e B2-S2, e amostragens a trado B2 -T1, B2-T2, B2-T4, B2-T5 e B2-T6. Nesse ponto também foi realizada a escavação da trincheira TRI-01. O perfil dessa área é composto por argila siltosa marrom passando a cinza amarelada com areia, de consistência média. Junto ao substrato podem ocorrer blocos quartzosos de preenchimento de fraturas das rochas da Formação Palermo.

As espessuras obtidas pelas sondagens indicam perfis de solos com média escavável da ordem de 3,0 m, isto, junto à zona da ombreira esquerda. Considerando-se essa espessura numa distância de 500 metros, somente na ombreira esquerda tem-se um volume disponível de solos adequados para aterros da ordem de 630.000 m<sup>3</sup>. A área indicada para exploração está demarcada no desenho nº PS2-DE-LM-RE-C10-202, sendo denominada Área de Empréstimo e deverá ser confirmada antes da realização do projeto executivo.

## LEME

Na zona da ombreira direita em direção ao norte e na área do reservatório, apesar da presença da mesma formação geológica, a topografia é mais íngreme, gerando pouca área de ocorrência de materiais de empréstimo com espessuras compatíveis ao seu aproveitamento.

Demais áreas de empréstimo, se requeridas, poderão ser prospectadas no entorno da implantação e podem ser constituídas, se adequado, pelo material oriundo da escavação das fundações e nivelamento do greide. Os materiais de botafora serão conduzidos adequadamente ao destino final através de caminhão e o local de destino deverá ser selecionado de tal modo que seja mínimo o dano ambiental.

### 4. CANTEIROS DE OBRAS

Para descrições e premissas do canteiro considerar os itens 7 e 8 do documento PS2-ET-LM-TA-C00-201-03 -P.006851-ET-C00-LE201-c- UTE Pampa Sul - Especificação Técnica - Obras Civis.

O canteiro industrial da barragem abaixo listado deverá ocupar as áreas remanescentes das poligonais representadas no documento PS3-DE-LM-00-C11-003 e será distribuído de acordo com as conveniências físicas, construtivas e de montagem dos equipamentos. Para isso deverão ser previstas construções provisórias como galpões de pré-montagem, galpões de recebimento e estocagem, barracos, e pátios descobertos. Não se verifica a presença vegetação, sendo predominantemente a área cultivada pela agricultura local.

Para definição da locação das instalações do canteiro de obras, foram consideradas as seguintes diretrizes básicas:

- ✓ Minimização dos danos ambientais
- ✓ Características físicas locais
- ✓ Segurança
- ✓ Sentido dos fluxos dos processos produtivos
- ✓ Inter-relação das atividades e suas proximidades

Na proposta para o Canteiro foi considerado que a energia elétrica necessária à execução da obra será fornecida pela concessionária local, através da interligação com a LT 24 kV existente. A partir da subestação do canteiro de obras, serão construídas redes de energia na tensão requerida no diversos pontos do canteiro. A geração de energia elétrica de emergência deverá ser feita através de grupos geradores diesel, instalados próximos aos pontos de consumo em baixa tensão. Deverão ter potência compatível com as cargas consideradas essenciais.

O fornecimento de água poderá ser feito a partir de captação no próprio rio Jaguarão ou dos açudes localizados nas proximidades do local escolhido para o canteiro, através de estação de captação e bombeamento que conduzirá a água bruta, através de uma adutora, até um reservatório junto à estação de tratamento de água - ETA. A água destinada ao consumo humano será tratada e tornada potável conforme os padrões de potabilidade exigidos pelos órgãos de saúde pública.

## LEME

O sistema de drenagem de águas pluviais do acampamento/canteiro de obras será constituído de redes coletoras superficiais e subterrâneas, dimensionadas de acordo com os critérios usuais em projetos desse tipo.

Os resíduos sólidos, sejam industriais ou domésticos, serão coletados de forma seletiva e destinados apropriadamente conforme suas características.

O plano viário será elaborado para atendimento do fluxo de veículos e equipamentos na área do canteiro de obras e frentes de serviço. Deverá ser previsto um sistema de sinalização e orientação em função do volume de tráfego esperado.

### 5. ROCHAS CARSTICAS NO RESERVATÓRIO E FALHAS

Seguem algumas considerações quanto às ocorrências de calcário na região e possibilidade de desenvolvimento de feições de dissolução.

- a) A ocorrência de calcário na região de Hulha Negra está associada principalmente às Formações sedimentares Estrada Nova e Irati da Bacia do Paraná. Os calcários, predominantemente dolomíticos, e de caráter margoso (calcários com sedimentos terrígenos argilosos), ocorrem como lentes ou camadas submétricas em meio aos siltitos e argilitos predominantes nestas formações. No entanto informações obtidas em campo sugerem que estas ocorrências são escassas e insuficientes para a formação de feições cársticas em superfície (dolinas, sumidouros etc..).
- b) Deve-se observar que na área do reservatório de Jaguarão 2 as rochas das Formações Irati, Palermo e Estrada Nova são fundamentalmente constituídas por sedimentos argilosos com muito baixa permeabilidade, capeados por solos argilosos com espessura média de 5 metros, apresentando baixo potencial de infiltração e de recarga para o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II, localizado em maiores profundidades.
- c) O Aquífero Embasamento Cristalino II é um reservatório com permeabilidade secundária, ou seja, a circulação de água se dá essencialmente pelas fraturas presentes na rocha, o que o caracteriza como de baixo potencial para água subterrânea.
- d) Dada à pequena área do reservatório sobre a Formação Irati, conclui-se que é muito baixa a probabilidade de dissolução ao longo de horizontes calcários e que possam ter impacto sobre as estruturas civis e sobre o aquífero sotoposto.
- e) Em relação a questões de percolação pelo barramento e sua fundação, foram tomadas medidas de projeto relacionadas à impermeabilização da fundação e controle de percolação tanto pelo maciço como pela fundação como: criação de cut-offs nas áreas de maior permeabilidade em solo, execução de injeções de impermeabilização na rocha de fundação e adoção de um sistema de filtros horizontais e verticais para controle do fluxo tanto do barramento como da fundação.
- f) O monitoramento da instrumentação a ser implantada (piezômetros, medidores de vazão, marcos superficiais e etc..) dará todo o subsídio para controle da percolação, da piezometria, de recalques e etc, tanto durante o período da construção, enchimento e operação, servindo de ferramenta para o controle da segurança do barramento.