ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO
BARRA DO POMBA

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ORÇAMENTÁRIA

epe
Empresa de Pesquisa Energética

Ministério de Minas e Energia
GOVERNO FEDERAL

GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia
Ministro
Nelson José Hubner Moreira (Interino)

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético
Márcio Pereira Zimmermann

Diretor do Departamento de Planejamento Energético
Iran de Oliveira Pinto

ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO BARRA DO POMBA

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ORÇAMENTÁRIA

Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei n° 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente
Mauricio Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômicos e Energéticos
Amilcar Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
José C arlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível
Mauricio Tiomno Tolmasquim (Interino)

Diretor de Gestão Corporativa
Ibanês César Cássel

URL: http://www.epe.gov.br

Sede
SAN – Quadra 1 – Bloco "B" – 1º andar
70051-903 - Brasília – DF

Escritório Central
Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

Coordenação Geral
Mauricio Tiomno Tolmasquim
José Carlos de Miranda Farias

Coordenação Executiva
José Carlos de Miranda Farias

Equipe Técnica
Ana Lacorte
Carlos Frederico Menezes
Erika Borba Breyer
Giacomo Chinelli
João Leôncio Ferraz de Araujo
José Oscar Moreira
Maria Regina Toledo
Marisa Moreira Marques
Paulo Roberto Amaro
Paulo Sérgio Caldas
Roberto Luiz Magalhães Rocha
Ronaldo Câmara Cavalcanti

Nº EPE-DEE-RE-056/2007-r2
Data: 31 de maio de 2007

SUMÁRIO

1. OBJETIVO 5
2. APRESENTAÇÃO 5
3. AVALIAÇÃO TÉCNICA 5
3.1. CARTOGRAFIA E TOPOGRAFIA 5
3.2. HIDROMETEOROLOGIA 6
3.2.1. Série de Vazões Médias Mensais 6
3.2.2. Estudo de Vazões Extremas 7
3.2.3. Hidrograma de Projeto 7
3.2.4. Vida Útil do Reservatório 8
3.2.5. Curva Chave do Canal de Fuga 8
3.2.6. Estudo de Remanso 8
3.3. ARRANJO GERAL 9
3.3.1. Barragem de Terra na Margem Direita 10
3.3.2. Muro de Transição 10
3.3.3. Vertedouro de Emergência 10
3.3.4. Muro Lateral Direito 11
3.3.5. Vertedouro de Superfície 11
3.3.6. Circuito de Adução-Geração 11
3.3.7. Fases de Execução e Desvio do Rio 11
3.4. GEOLOGIA -GEOTECNIA 12
3.4.1. Estudos Geológico-Geotécnicos 12
3.4.2. Detalhamento do Projeto Geotécnico 16
3.5. EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS E SISTEMAS AUXILIARES 18
3.5.1. Arranjo Geral de Implantação 18
3.5.2. Turbinas 18
3.5.3. Geradores 18
3.5.4. Equipamentos Hidromecânicos 19
3.5.5. Equipamentos de Levantamento 20
3.5.6. Transformadores Elevadores 20
3.5.7. Sistema de Monitoramento e Controle Digital (SMCD) 20
3.5.8. Sistemas Auxiliares Elétricos 21
3.5.9. Sistemas Auxiliares Mecânicos 22
3.5.10. Cronograma de Montagem 22
3.6. SUBESTAÇÃO E SISTEMA DE CONEXÃO 23
3.7. MEIO AMBIENTE 23
3.7.1. Estudos Socioambientais 23
3.7.2. Diagnóstico Socioambiental 24
3.7.3. Avaliação de Impacto Ambiental 25
3.7.4. Programas Socioambientais 26
3.7.5. Situação do Licenciamento Ambiental 26
4. ORÇAMENTO 27
4.1. AVALIAÇÃO DOS CUSTOS PROPOSTOS 31
5. CÁLCULO DO PREÇO DE REFERÊNCIA 31

6. ANEXO 34
6.1. FICHA DE DADOS DO EMPREENDIMENTO 34
6.2. SÉRIES DE VAZÕES NATURAIS AFLUENTES 44
6.3. SÉRIES DE VAZÕES CONSUNTIVAS 46
6.4. TABELA DE COTAS, ÁREAS E VOLUMES 48
6.5. CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA 48

1. OBJETIVO

O presente relatório tem o objetivo de apresentar, de forma sucinta, a análise técnica e orçamentária do Aproveitamento Hidrelétrico BARRA DO POMBA, com base nos documentos dos Estudos de Viabilidade, objetivando dar subsídios técnicos aos agentes interessados na obtenção da concessão de uso de bem público desta Usina.

2. APRESENTAÇÃO

O Aproveitamento Hidrelétrico Barra do Pomba, com potência instalada de 80,00 MW, localiza-se no curso inferior do rio Paraíba do Sul (Bacia 58), distante cerca de 200 km da cidade do Rio de Janeiro, 10 km a montante da cidade de Cambuci e 7 km a jusante da cidade de Itaocara, nas coordenadas 21º 38' 17,296" de latitude sul e 41º 59' 49,962"W de longitude oeste (7 604 211,564 N e 810 835,945 E), abrangendo áreas dos municípios de Cambuci, Itaocara e Aperibé, no Estado do Rio de Janeiro.

A presente análise foi realizada com base nos documentos que compõem os Estudos de Viabilidade do AHE BARRA DO POMBA, com o processo na ANEEL nº 48500.000906/02-64 que são:

a) Volume I – Texto

b) Volume II - Desenhos

c) Volume III – Anexos: Meio Ambiente, Cartografia, Fluviometria, Prospecções Geológicas e Geotécnicas, e Ensaios Tecnológicos.

d) Estudo de Impacto Ambiental – EIA-RIMA de abril de 2004.

O Quadro 2.1 apresenta a Garantia Física e o Preço de Referência relativos ao AHE BARRA DO POMBA.

Quadro 2.1: Dados básicos do empreendimento

Rio	Potência Instalada MW	Garantia Física MW Médio	Preço de Referência R$/MWh
Paraíba do Sul	80,0	53,1	120,44

Vale ressaltar que o Projeto de Viabilidade não teve nenhuma alteração, e que a EPE fez a atualização do orçamento do Empreendimento para dezembro de 2006.

3. AVALIAÇÃO TÉCNICA

3.1. CARTOGRAFIA E TOPOGRAFIA

Nos estudos de viabilidade foram realizados levantamentos complementares para apoio e adensamento de pontos dos elementos cartográficos existentes, cadastrando as situações

de maior importância no relevo através de poligonal envolvendo toda a área de serviço. Foram utilizados equipamentos GPS com sistema de rastreamento por satélite, que permite precisão superior a 0,10 m para diferenças de altitudes em pontos próximos ao local de aproveitamento.

Foram apresentadas duas restituições aerofotogramétricas: uma na escala 1:60.000, executada em 1965, que mostra toda a bacia e outra, executada em 2.000, referente ao trecho São Fidélis – Itaocara, na escala de 1:30.000. Estas restituições, utilizadas em conjunto com os levantamentos complementares, é a forma técnica adequada para determinação dos limites das bacias e do reservatório.

Em conseqüência, para estudos de viabilidade os levantamentos atendem às precisões requeridas.

3.2. HIDROMETEOROLOGIA

Para a análise dos estudos hidrometeorológicos, foram selecionados os itens de maior relevância, que são: série de vazões médias mensais, estudo de vazões extremas, curva-chave do canal de fuga, hidrograma de projeto, vida útil do reservatório e estudos de remanso. Os dois primeiros são fundamentais para simulação dos estudos energéticos. Os demais são pertinentes ao projeto em si.

3.2.1. Série de Vazões Médias Mensais

Face ao grande número de aproveitamentos já em operação a montante da confluência do rio Paraíba do Sul com o rio Pomba, os estudos da série de vazões objetivaram a reconstituição da série de vazões naturais, bem como a série de vazões defluentes, ambas no local do aproveitamento de Barra do Pomba. Em particular, a série de vazões neste rio assume características peculiares, visto que há várias décadas é feita a transposição da água da bacia do Paraíba, em Santa Cecília, para o sistema Guandu, passando pelo complexo de geração da Light.

Dessa forma, o estudo mostrado no capítulo 6 do relatório de viabilidade de Barra de Pomba abrangeu, não só a consolidação das séries de descargas mensais naturais, mas também a série de descargas defluentes (regularizadas), ambas afluentes ao local do aproveitamento.

3.2.1.1. Série de Vazões Mensais Naturais de 1931 a 2003

Obtida pela soma das séries naturais da AHE Itaocara (ONS), e a série da AHE Apiribé no rio Pomba, sendo de 1931 a 1999, oriunda do inventário COPPTEC feito para a ANEEL, e de 2000 a 2003, por correlação com dados dos postos de Santo Antonio de Pádua, Cataguazes e Astolfo Dutra. Esta soma foi multiplicada pela relação entre as Áreas de drenagem da UHE Barra do Pomba, e a soma das áreas de Itaocara e Apirebé, 43.045 / (33.219 + 8.510) = 1,315, de forma a incorporar as vazões da área incremental entre Barra do Pomba e os dois aproveitamentos (Itaocara e Apiribé).

3.2.1.2. Serie de vazões mensais regularizadas 1931 a 2003

Obtida de forma idêntica, ou seja: pela soma das vazões defluentes da AHE Itaocara com a série natural de Apiribé (por ser esta a fio d´água). Esta soma foi multiplicada pela relação 1,315 referida acima.

As vazões defluentes da AHE Itaocara foram assim obtidas:

a) De 1931 a 1993, vazões regularizadas obtidas do estudo da Engevix realizado para a Light.

b) De 1993 a 2003, as vazões regularizadas foram obtidas pelo incremental de vazões naturais entre a AHE Itaocara e a barragem de Santa Cecília, subtraídas da vazão natural do Rio Piraí e somado às vazões defluentes de Santa Cecília.

Do ponto de vista prático, a série de descargas regularizadas é aquela que interessa aos estudos de geração da Usina de Barra do Pomba. Esta série foi ainda deduzida das parcelas constantes de 2 m^3/s (fluxo para escada de peixe), e 27,26 m^3/s decorrente da vazão de uso consuntivo fixada pela ANA para o ano de 2040.

A metodologia é adequada e atende a esta fase do projeto.

3.2.2. Estudo de Vazões Extremas

Este estudo baseou-se na série de dados do posto de Três Irmãos localizado praticamente no local do aproveitamento. Transferiram-se por relação de área de drenagem, as vazões do posto de Três Irmãos para o local do aproveitamento.

Aplicou-se o critério de Fuller, para obtenção dos valores instantâneos.

Aplicou-se a distribuição probabilística de Gumbel aos valores extremos anuais da serie, por ser o valor da assimetria da série inferior a 1,5.

Obtiveram-se para diversas recorrências, as vazões instantâneas.

A vazão decamilenar obtida para dimensionamento dos órgãos extravasores foi de 11.564 m^3/s.

A metodologia utilizada é adequada, entretanto o estudo estatístico ficou prejudicado pelo número de anos reduzido da amostra, visto que o posto de Três Irmãos possui dados de apenas 1979 a 2002. Esta mesma metodologia foi utilizada para determinação das vazões de 5 a 100 anos no período de estiagem de Maio a Outubro para efeito de planejamento de obras.

Não obstante, a utilização de um número de anos tão pequeno, seria oportuna a inclusão de um quadro com a série de vazões máximas anuais do posto de Três Irmãos.

Em vista da amostra de dados reduzida, deveria ser verificada a compatibilidade das vazões máximas obtidas para a AHE Barra do Pomba, com os estudos mais recentes de cheias realizados para a AHE Itaocara (projeto), próxima ao local da AHE. Barra do Pomba, e/ou a pesquisa de dados mais antigos de vazões diárias defluentes em Ilha dos Pombos.

3.2.3. Hidrograma de Projeto

Foi determinado o hidrograma de projeto para a cheia decamilenar, a partir do hidrograma adimensionalizado pelo pico da cheia ocorrida em 1992 em Três Irmãos.

A metodologia adotada é consistente. Entretanto, tendo em vista que o aproveitamento Barra do Pomba não tem capacidade de amortecimento, este hidrograma não possui utilidade.

3.2.4. Vida Útil do Reservatório

O estudo apresenta, de forma simplificada, uma avaliação da descarga sólida anual considerada constante ao longo dos anos.

Sobre esta descarga, fez-se um cálculo de retenção no barramento de acordo com a curva Brune obtendo-se uma descarga 224.412 t/ano. O sedimento atingiria a cota da soleira do vertedouro (40,80 m) em 14 anos. Este estudo ressalta, entretanto, que a ensecadeira de primeira fase situada a montante iria permanecer na El. 55,00 m. Nestas condições, o sedimento atingiria essa cota em 438 anos. Posteriormente verificou-se no texto do capítulo 12, que esta ensecadeira será removida.

O estudo apresentado é muito simplificado. Dever-se-ia elaborar tal estudo calcado em dados de medições de descarga sólida. Como a cota da soleira do vertedouro se situa próxima ao leito do rio, e as vazões são controladas por comportas de segmento, pode-se admitir que durante as cheias, quando o transporte sólido é mais intenso, o vertedouro dará continuidade ao transporte hidrossedimentológico impedindo que a Tomada d'Água, situada ao lado do vertedouro, venha a ser assoreada.

3.2.5. Curva Chave do Canal de Fuga

Inicialmente foi estabelecida a curva chave do posto de Três Irmãos com dados de medição desde 1978 a 2002. Esta foi transposta para o local do canal de fuga através da correlação de níveis d´água do posto de Três Irmãos, com o posto linimétrico 6A situado na margem esquerda do canal de fuga, no período comum de observações de 14/12/02 a 31/12/02, e nos dias 17/01, 21/10,13/12 de 2002 e 19/01/2003 e 20/02/2003 (estes últimos se referem aos dias onde foram feitas medições de descarga).

Face à proximidade dos postos de Três Irmãos e 6A, julgamos adequada a metodologia empregada, ressalvando, entretanto que a correlação de níveis d´água entre os dois postos foi realizada com um número reduzido de pontos.

Se plotadas as 5 medições realizadas no Posto 6A sobre a curva chave desse posto obtida como mostrado acima, notam-se divergências acentuadas para vazões acima de 800 m^3/s.

Tendo em vista que o vertedouro de Barra do Pomba apresenta um forte grau de afogamento, será indispensável, nos estudos do projeto básico, rever a curva chave no trecho de vazões elevadas, com a continuidade de medições de descarga e leituras de níveis d´água, principalmente durante o período de cheias.

3.2.6. Estudo de Remanso

Os estudos de remanso foram elaborados com base em cinco seções, sendo a última a 6,5 km da barragem. A cidade de Itaocara e o canal de fuga do AHE Itaocara se situam a cerca de 6 km da barragem. Para o cenário mais rigoroso, nível d´água máximo normal (58,20 m) e vazão afluente decamilenar, o nível d´água máximo atinge a cota 63,00, portanto abaixo da cota do nível d´água normal do canal de fuga da Usina Itaocara (64,10 m).

A metodologia está correta e os resultados coerentes. Entretanto, o texto indica que as cinco seções transversais foram levantadas de cartas obtidas de restituição em escala 1:5.000. Neste caso, a batimetria do rio foi feita de forma aproximada, sem levantamento de campo. Recomenda-se, na fase seguinte dos estudos, o cálculo do remanso baseado em seções topo-batimétrica levantadas diretamente no campo.

3.3. ARRANJO GERAL

A inclusão do AHE Barra do Pomba decorreu da revisão dos estudos de inventário de toda a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul efetuados em 2001 e 2002 para a ANEEL.

Seu eixo foi posicionado 1,5 km a jusante daquele do inventário, o que proporcionou um acréscimo de queda no canal de fuga médio de 0,40 m. O aproveitamento Barra do Pomba se beneficia dos efeitos reguladores dos reservatórios do alto e médio rio Paraíba do Sul e de seu afluente, rio Jaguari, e da operação do AHE Itaocara que se situa poucos quilômetros a montante.

O AHE Barra do Pomba foi concebido para operar a fio d'água com possibilidade de regularização diária.

O arranjo geral definido para o AHE Barra do Pomba, conforme desenho DS-PBA-10C-105, compreende as seguintes estruturas:

- Barragem de Terra na Margem Direita;
- Muro de Transição;
- Vertedouro de Emergência;
- Muro Lateral Direito;
- Vertedouro no Leito do Rio;
- Circuito de adução e geração na margem esquerda, constituído de Tomada d´Água e Casa de Força numa única estrutura; e Área de Montagem.

Além da alternativa selecionada, foram estudadas e orçadas outras seis alternativas (relacionadas a seguir) de arranjo geral, onde as alternativas de 1 a 4 são apresentadas em desenho, todas com a mesma disposição das estruturas: crista da barragem na elevação 58,20 m e mureta de proteção a 59,40 m, e níveis de água nas elevações 56,20 m, máximo normal, e 58,20 m máximo *maximorum*.

- Alternativa 1 – Casa de força com duas unidades geradoras de 40 MW cada, barragem de terra na margem direita e proteção de 4,6 km de ferrovia com diques de terra;
- Alternativa 2 – Casa de força abrigando duas unidades geradoras de 35 MW cada, barragem de terra na margem direita e diques de terra para a proteção da ferrovia;
- Alternativa 3 – Casa de força com duas unidades geradoras de 40 MW cada, barragem de terra na margem direita e relocação dos 4,6 km de ferrovia;
- Alternativa 4 – Casa de força contendo duas unidades geradoras de 40 MW cada, barragem em concreto gravidade compactado com rolo na margem direita e relocação da ferrovia;

- Alternativa 5 – Casa de força abrigando duas unidades de 35 MW cada, barragem de terra na margem direita e relocação da ferrovia;
- Alternativa 6 – Casa de força com duas unidades de 35 MW, barragem de concreto gravidade compactado com rolo na margem direita e diques de terra para proteção da ferrovia; e
- Alternativa 7 – Casa de força com duas unidades de 30 MW cada, barragem de concreto na margem direita e dique de terra para proteção da ferrovia.

Por possuírem o mesmo eixo, com a mesma queda e com a mesma capacidade de descarregar cheias, os custos globais ficaram próximos, havendo maior atratividade para as alternativas com 80 MW instalados. Na margem direita, o fechamento da barragem se mostrou mais econômico com barragem de terra compactada em seção homogênea com filtros-chaminés tradicionais e tapete horizontal drenante. Quanto à interferência com a ferrovia, a alternativa de diques de proteção resultou em menor investimento quando comparada com a relocação da linha.

A comparação econômica entre as três alternativas de 80 MW apresentou resultados praticamente equivalentes, sendo selecionada a Alternativa 1, descrita a seguir.

3.3.1. Barragem de Terra na Margem Direita

A Barragem de terra, com crista com 6,00 m de largura na elevação 58,20 m, é constituída de solo compactado impermeável, paramentos com inclinação de 1,5:1 (H:V) e ensecadeira de montante incorporada ao maciço, conforme desenho DS-PBA-10C-107. Sua seção é constituída, ainda por filtro-chaminé e tapete horizontal drenante, rip-rap a montante e muretas de concreto até a elevação 59,40 m, e uma berma a jusante na elevação 53,00 m. A borda livre é de 3,20 m em relação ao nível de água máximo normal. Sua extensão é de 506,30 m.

Envolvendo o muro lateral direito, a barragem é de enrocamento, com crista na elevação 58,20 m, muretas até a elevação 59,40 m, paramentos de enrocamento com inclinação variável de 1,5:1 a 1,4:1 (H:V) e ensecadeira de montante incorporada ao maciço.

3.3.2. Muro de Transição

O Muro de Transição, de concreto, possui crista na elevação 58,20 m e muretas na elevação 59,40 m. Possui paramentos inclinados a montante, 0,4:1 (H:V) e a jusante, 0,2:1 (H:V), da fundação em rocha até a elevação 56,20 m, e a partir desta elevação, permanece com espessura constante de 6,00 m até a crista. Sua extensão é de 30,00 m, acrescida de 1,00 m do muro do vertedouro de emergência. O Muro é estável na verificação da estabilidade global da estrutura.

3.3.3. Vertedouro de Emergência

O Vertedouro de Emergência é do tipo não controlado, com crista na elevação 56,30 m, 0,10 m acima do nível de água máximo normal. Foi projetado em concreto compactado a rolo, assente sobre rocha, com paramento de montante vertical e de jusante 0,75:1 (H:V). No paramento de montante e na ogiva, foi previsto lançamento de concreto convencional. Na verificação da estabilidade global, a estrutura do Vertedouro é estável. A extensão vertente é de 220,00 m e sua capacidade é 1.390 m^3/s. Esta estrutura foi incluída no arranjo para aumentar a segurança em face das variações bruscas de descarga afluente em ocasiões de cheias provenientes, principalmente, do rio Pomba.

3.3.4. Muro Lateral Direito

O Muro Lateral Direito junto aos vertedouros, constituído de concreto massa, possui crista na mesma elevação da barragem, paramento à esquerda vertical e à direita com inclinação de 0,75:1 (H:V) até a elevação 54,20 m; a partir desta elevação, segue verticalmente com 3,00 m de espessura.

3.3.5. Vertedouro de Superfície

O Vertedouro de Superfície é do tipo controlado de soleira baixa, assente sobre rocha sã. Possui 11 vãos com comportas de segmento, divididos por 10 pilares com 3,50 m de espessura. As comportas possuem com 16,00 m de largura e 13,30 m de altura e foram dimensionadas para a vazão máxima provável de 11.564 m^3/s (tempo de recorrência de 10.000 anos). A bacia de dissipação possui laje na elevação 36,80 m e 40,00 m de comprimento. A estrutura do Vertedouro é estável na verificação da estabilidade global.

Os desenhos DS-PBA-19C-101 e 102, constantes do Volume II – Desenhos, apresentam as plantas e seções dos vertedouros.

3.3.6. Circuito de Adução-Geração

O canal de adução em rampa descendente de 3:1 (H:V) aduz a vazão máxima a ser turbinada da ordem de 660 m^3/s. Sua elevação inferior junto à tomada de água é 32,45 m. Sua largura é de 38,00 m.

O conjunto Tomada de Água/Casa de Força (tipo abrigada), conforme desenho DS-PBA-42C-101, é composto por dois blocos de concreto em seção tipo gravidade, com 19,00 m de largura por 60,50 m de comprimento cada um. A casa de força, com altura máxima de 56,95 m, abriga duas unidades geradoras do tipo Kaplan de eixo vertical, com potência unitária de 40 MW.

O Canal de Fuga, todo escavado em rocha em rampa ascendente de 3:1 (H:V), possui predominantemente a largura de 34,60 m e sua elevação junto à saída dos tubos de sucção é de 22,35 m. A geometria do Canal deverá ser confirmada com o fabricante da turbina a fim de assegurar baixas perdas de carga.

A Área de Montagem constitui-se na continuação dos blocos da Casa de Força, com extensão de um bloco e meio desta.

Foi verificada a estabilidade quanto ao deslizamento, flutuação e tombamento das estruturas da Tomada de Água e Casa de Força, e concluído que as mesmas são estáveis.

3.3.7. Fases de Execução e Desvio do Rio

A construção do AHE Barra do Pomba será efetuada em duas fases, conforme desenhos DS-PBA-21G-101 a 104.

- **1ª Fase**

Na 1ª fase de desvio, inicialmente, o canal de desvio será escavado na margem direita, com 145,00 m de largura e fundo na elevação 41,00 m. Após a conclusão deste, a ensecadeira de 1ª fase será construída no lado esquerdo do rio. A ensecadeira de 1ª fase tem como finalidade permitir a execução das estruturas localizadas no lado direito do leito do rio. Esta ensecadeira é composta, em sua maior extensão, por uma pré-ensecadeira de enrocamento lançada nos extremos de montante e jusante e seguida por uma vedação de solo, lançado até a elevação 43,00 m e posteriormente complementado por enrocamento

compactado a jusante, até a elevação 46,00 m e solo compactado até sua elevação final, 55,00 m.

Após a conclusão da ensecadeira serão executadas as escavações dos canais de adução e fuga, e o tratamento de fundação e construção da área de montagem, da Tomada de Água/Casa de Força e do Vertedouro.

- **2ª Fase**

Nesta fase, são previstas a remoção integral da ensecadeira de 1ª fase e a construção das ensecadeiras de 2ª fase de montante e de jusante, transversais ao canal de desvio. As ensecadeiras de 2ª fase visam secar a área de implantação da Barragem de Terra, do Muro de Transição, da Barragem de Enrocamento, e do Vertedouro de Emergência. Estas ensecadeiras, com cristas nas elevações 45,95 m (montante) e 42,85 m (jusante), serão incorporadas à barragem. A seção transversal típica da ensecadeira de 2ª fase de montante é composta de pré-ensecadeira de enrocamento lançado, transição e vedação em solo, também lançado no trecho do canal e na várzea constituída por solo compactado. A de jusante, localizada somente no canal, será executada da mesma forma que a de montante no trecho de canal.

O desvio nesta fase é previsto pelos vãos do vertedouro. Nesta fase são concluídas as obras. As obras do dique de proteção da ferrovia poderão ser executadas em qualquer fase, pois independem do desvio.

3.4. GEOLOGIA - GEOTECNIA

3.4.1. Estudos Geológico-Geotécnicos

3.4.1.1. Caracterização Geológico-Geotécnica de Fundação das Obras

Para subsidiar a caracterização geológico-geotécnica de fundação das obras, foi realizado mapeamento geológico de superfície e campanha de investigações de campo envolvendo a realização, na área de implantação do barramento, de sondagens à percussão e mistas, poços de inspeção e ensaios de campo. Não foram efetuadas investigações na área do Dique de Proteção da Ferrovia Centro Atlântica SA.

As investigações realizadas compreenderam:

a) 18 sondagens à percussão, com ensaios de penetração (SPT), a cada metro, e ensaios de infiltração, realizadas ao longo do eixo da barragem em ambas as margens do rio Paraíba do Sul, e 04 (quatro) sondagens "mistas", verticais e inclinadas de 30º com a vertical, localizadas nas margens do rio, com ensaios de perda d'água. Não foi realizada nenhuma sondagem no leito do rio onde serão implantadas as estruturas de concreto.

b) 5 poços de inspeção escavados até o impenetrável a pá e picareta para melhor definir a espessura da capa de solo.

Essas investigações, associadas ao mapeamento, permitiram avaliar de forma razoável e compatível com o nível dos estudos de viabilidade, as condições geológico-geotécnicas de fundação das obras na área do barramento. Entretanto, isto não aconteceu na área dos diques, ficando sua fundação carente de caracterização geológico-geotécnica.

Em linhas gerais, a área do barramento apresenta as seguintes características básicas:

a) Depósitos aluvionares: com espessuras de até 5,0 m, estão presentes nas margens e nas ilhas. Na margem, há maior ocorrência de areia média intercalada com areia fina, argilas e siltes, e nos terraços que se estendem na direção dos morros, há predominância de materiais finos cinza.

b) Solos coluvionares: ocorrem principalmente na meia encosta e no sopé dos morrotes, em ambas as margens. Na margem esquerda, o depósito é mais espesso (3,0 m), apesar de ocorrerem afloramentos de rocha, e na direita é bem delgada (da ordem de 1,0 m).

c) Solos residuais: ocorrem no topo e nas encostas, sendo que na margem esquerda atingem 10,0 m (silte argiloso a argila siltosa). Próximo à área da barragem há afloramento de solo residual jovem com espessura da ordem de 3,0 m. A margem direita o solo residual tem espessura delgada associada a afloramentos rochosos.

d) Maciço rochoso: constituído por gnaisses com foliação vertical no leito do rio, passando a mergulhar entre 60 e 80 SE, a medida que se afasta das margens. Algumas fraturas acompanham a foliação e outras são perpendiculares. Ocorrência de raras juntas de alívio de pequena continuidade, são subhorizontais e/ou acompanham a topografia. A rocha é pouco alterada e quando ocorre está associada às zonas fraturadas e de falhas.

Embora os estudos e investigações geológico-geotécnicos realizados tenham permitido o desenvolvimento dos estudos de viabilidade do empreendimento, para o detalhamento do projeto básico será necessária sua complementação, conforme observado a seguir:

a) Margem Esquerda e Leito do Rio

- Casa de Força, Tomada d'Água e Subestação

  A área de fundação dessas estruturas não foi investigada. A sondagem mista mais próxima foi executada na encosta, na área de montagem e de descarga. Observa-se também que o topo rochoso na região do fechamento do barramento na ombreira, não ficou definido com as sondagens executadas.

  Desta forma deverão ser executadas sondagens mistas complementares na área da Casa de Força e Tomada d'Água para melhor caracterização do maciço neste local, principalmente quanto à ocorrência de descontinuidades, para definição de tratamentos. A ombreira esquerda também deverá ser investigada complementarmente, visando a definição e detalhamento do projeto do fechamento das obras de concreto na encosta e, conseqüentemente, das escavações da ombreira.

  A fundação da subestação também deverá ser investigada complementarmente, para possibilitar a caracterização geológico-geotécnica de sua fundação.

- Vertedouro principal e de emergência

  Esta área, também não foi investigada, sendo sua caracterização geológica inferida a partir de sondagens nas margens e de mapeamento de superfície. Assim deverão ser executadas sondagens rotativas complementares para avaliar as condições de fundação e definir

tratamentos, principalmente devido ao fato do nível previsto para a fundação estar próximo ao topo rochoso.

b) Margem Direita e leito do rio - Barragens de Terra e Terra-Enrocamento e Ensecadeiras

A área de implantação da barragem na margem direita apresenta camada aluvionar com cerca de 5m de espessura e boa resistência a partir do primeiro ao segundo metro de profundidade que recobre o gnaisse são e fraturado nos dois primeiros metros com porções alteradas na superfície. Este material apresenta passagens mais permeáveis (atingindo 10^{-1} cm/s) e outras menos permeáveis (da ordem de 10^{-5} a 10^{-7} cm/s), com ocorrência errática.

Como se objetiva conviver com este material na fundação, a seção prevista no projeto, dotada de *cutoff* que atravessa toda a camada de solo até atingir o topo rochoso, é adequada.

Neste caso, ressaltamos que as condições de condutividade hidráulica (permeabilidade) do maciço rochoso próximo a sua superfície, bem como a elevação do topo rochoso e a espessura *versus* permeabilidade da capa de solo são muito importantes no detalhamento do projeto e poderão influenciar sobremaneira a definição do nível de escavação para a fundação e os projetos de drenagem interna e de tratamento de fundação/vedação da barragem, das ensecadeiras e dos diques e, conseqüentemente, a avaliação das quantidades de serviços envolvidos.

Assim, tendo em vista que foi realizada apenas uma sondagem mista e que as demais investigações envolveram somente percussões e poço de inspeção, as quais, embora forneçam as características de resistência e de permeabilidade da capa de solo e um indicativo da proximidade do topo rochoso, não fornecem informações da condutividade hidráulica do maciço rochoso e nem a sua real posição, que para tanto é necessária à execução de uma campanha complementar de sondagens mistas ao longo do barramento, para o detalhamento da obra no Projeto Básico.

c) Dique de Proteção da Ferrovia

Na área do Dique de proteção da ferrovia não foram realizadas investigações, sendo necessária, portanto, a execução de uma campanha de investigações para caracterização geológico-geotécnica de sua fundação.

Assim, destacamos a necessidade de execução de uma campanha complementar de sondagens envolvendo sondagens a percussão e mistas (com ensaios SPT e infiltração no trecho em solo) penetrando no maciço rochoso para subsidiar o detalhamento das obras de terra, envolvendo as áreas do Dique de Proteção da ferrovia, da Barragem e das Ensecadeiras, no Projeto Básico.

3.4.1.2. Materiais Naturais de Construção

Conforme o balanceamento de materiais efetuado nos Estudos de Viabilidade, são previstos, conforme apresentado no Quadro 3.1, os volumes totais da demanda de materiais naturais de construção que serão supridos em parte pelas escavações obrigatórias, pelo reaproveitamento de enrocamento removido das ensecadeiras e

complementarmente pelas áreas de empréstimo, pedreiras e jazidas de areia identificadas e estudadas nos estudos de viabilidade.

Quadro 3.1: Volumes Totais de Demanda e Oferta de Materiais Naturais de Construção

Discriminação	Volumes de Materiais (a)			
	1ª fase de desvio Margem Esquerda e Leito do Rio	**Dique proteção**	**2ª fase de desvio Margem Direita e Leito do Rio**	**TOTAL**
1.Demanda de Materiais				
Solo	*345.223*	*640.023*	*304.065*	*1.289.311*
Areia	*88.311*	*0*	*18.600*	*106.990*
Rocha	*227.195*	*33.928*	*82.572*	*343.695*
2. Oferta de Materiais 2.1 Escavações Obrigatórias				
Solo	*95.555*	*86.912*	*313.079*	*495.546*
Rocha	*202.305*	*0*	*6.285*	*208.590*
2.2 Reaproveitamento enrocamento ensecadeira				*47.381*
2.3 Importação de Material Solo (área de empréstimo)	*275.343*	*497.723*	*283.000*	*1.056.066*
Areia (Jazida)	*88.400*		*18.600*	*107.000*
Rocha (pedreira)	*87.724*			*87.724*

(a) Volumes medidos no corte (considera para solo compactado – coef. empolamento + perdas = 1,25)

O projeto realizado procurou maximizar a utilização dos materiais provenientes de escavações obrigatórias nas obras e, para isto, considerou a execução de estoque.

Quanto à pesquisa de materiais naturais de construção visando atender as necessidades das obras de terra e enrocamento e de concreto indicadas no Quadro 3., cabem os seguintes comentários:

a) Solo

Foram identificadas as seguintes áreas de empréstimo de solo argiloso:

- 01 área na margem esquerda totalizando uma disponibilidade estimada de 40.000 m³
- 04 áreas na margem direita com um volume estimado de 1.252.000 m³

Nessas áreas foram executadas, de forma adequada, investigações de campo e laboratório envolvendo: poços de inspeção, onde foram coletadas amostras para caracterização em laboratório (ensaios de caracterização completa, compactação Proctor Normal e determinação de peso específico e umidade

naturais) e sondagens a trado.

Embora as áreas de empréstimo investigadas atendam a demanda total de solo, uma pesquisa complementar das áreas de empréstimo mais próximas ao Dique de Proteção da Ferrovia, bem como na margem esquerda para construção da ensecadeira da 1ª fase de desvio, permitirão reduzir o custo de transporte e agilizar a construção.

b) Pedreiras

Foi indicada no projeto, 01 área de pedreira na margem esquerda recoberta por uma capa de solo que foi investigada como área de empréstimo. Entretanto, não foram avaliados os volumes disponíveis nem a quantidade de estéril que a recobre. Desta forma, serão necessários estudo e investigações complementares para caracterizar a pedreira de forma adequada.

c) Jazidas de Areia

Foram coletadas amostras na margem direita do rio, próxima à foz do rio Pomba, em três pontos a montante da área da barragem, e feita granulometria, mas não foi possível a análise dos resultados dos ensaios, pois não constaram dos documentos de projeto analisados. Não foram ainda apresentadas, no projeto, as disponibilidades de cada jazida.

Desta forma, deverá ser efetuado um aprofundamento no estudo de jazidas de areia para o Projeto Básico.

3.4.2. Detalhamento do Projeto Geotécnico

3.4.2.1. Desvio do Rio e Seqüência Construtiva

O projeto das ensecadeiras e a seqüência construtiva estão coerentes com as condições locais de fundação, materiais de construção e seções adotadas.

3.4.2.2. Obras de Terra e Enrocamento

3.4.2.2.1 Tratamento de Fundação

a) Barragens de Terra e de Terra-Enrocamento

Nos casos em que a barragem está assente diretamente sobre a rocha, o tratamento da fundação previsto envolve tratamento superficial com concreto dental e, em alguns trechos, com injeções curtas. Tal tratamento poderá ser ajustado no projeto básico conforme os resultados da campanha complementar de investigações sobre as condições de fraturamento do maciço rochoso.

b) Diques de Proteção de Ferrovia

Deverá ser realizado um levantamento topográfico cadastral ao longo da ferrovia para o detalhamento do projeto básico dos diques de proteção da ferrovia, além da realização da campanha complementar de investigações ao longo dos diques para caracterizar sua fundação, mencionada no item sobre a caracterização da fundação das obras.

Com estas informações, o projeto dos diques deverá ser reavaliado e

otimizado.

3.4.2.2.2 Seção Tipo

As seções das obras de terra foram concebidas com o objetivo de maximizar o aproveitamento dos materiais de escavação obrigatória, considerando as características geológico-geotécnicas dos materiais disponíveis e da fundação.

A barragem no trecho com seção homogênea em solo, conta com a utilização de material argiloso mais nobre aplicado no "núcleo" e de material menos nobre, com maiores permeabilidades nos espaldares.

No trecho próximo ao muro de transição, nas proximidades do abraço, a seção passa a ser do tipo terra e enrocamento.

Os taludes considerados estão dentro da faixa usual para obras com características semelhantes em termos de condições de fundação e tipo de materiais naturais de construção.

Nos trechos de ocorrência de aluvião foi previsto *cutoff* que se estende até atingir o topo rochoso com características geométricas adequadas às informações disponíveis na viabilidade.

Destacamos entretanto, no Projeto Básico, as seções deverão ser verificadas à luz dos resultados das investigações complementares do maciço de fundação.

3.4.2.3. Obras de Concreto

3.4.2.3.1 Tratamento de Fundação

- Vertedouros Principal e de Emergência

  Como, para a implantação do Vertedouro Principal, são previstas escavações da ordem de 3 a 8 m, e tendo em vista a expectativa de que o trecho do maciço que se encontra mais fraturado corresponde, de forma geral, aos 4 m superficiais, as condições de fundação desta estrutura são favoráveis, não sendo esperado tratamento intenso. Essas condições deverão ser verificadas no Projeto Básico.

  No caso do vertedouro de emergência, a fundação é mais superficial, praticamente no topo rochoso natural ou com pouca escavação, e portanto, os tratamentos poderão ser mais sistemáticos e mais intensos. As investigações complementares citadas no item de Caracterização Geológico-Geotécnica de Fundação permitirão, no Projeto Básico, avaliar a necessidade de tratamento com injeções e/ou ajustar o nível de fundação da estrutura.

- Tomada d´Água/Casa de Força

  Não foram previstos tratamentos com injeções, tendo em vista que para a implantação da Casa de Força e a Tomada d´Água, são previstas escavações com altura da ordem de 14 a 20 m, muito superiores à espessura esperada do maciço fraturado.

  Como na viabilidade não há nenhuma sondagem rotativa no local disponível, as condições de fundação deverão ser confirmadas com a execução das investigações complementares citadas no item de Caracterização Geológico-Geotécnica de Fundação.

3.4.2.4. Canais de Fuga e Adução

Não foi considerado nenhum tratamento tendo em vista que a escavação possui pouca altura de talude.

3.5. EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS E SISTEMAS AUXILIARES

3.5.1. Arranjo Geral de Implantação

O projeto analisado está adequado à etapa de viabilidade de um aproveitamento hidrelétrico. A disposição prevista dos equipamentos eletromecânicos no vertedouro, na tomada d'água, casa de força e tubo de sucção seguiu o arranjo usualmente utilizado para grupos Kaplan com caixa semi-espiral de concreto. As galerias da casa de força estão adequadas à instalação dos sistemas eletromecânicos.

3.5.2. Turbinas

As turbinas selecionadas, tipo Kaplan vertical, são adequadas para a faixa de quedas e vazões operacionais do aproveitamento. Cada turbina acionará um gerador com 42,1 MVA de potência nominal com velocidade de 100 rpm.

3.5.3. Geradores

Os geradores serão trifásicos, síncronos, eixo vertical, próprios para acionamento por meio de turbinas hidráulicas do tipo Kaplan. Serão resfriados a ar, em circuito fechado, utilizando trocadores de calor do tipo ar-água.

Cada gerador será equipado com um sistema de excitação do tipo estático, alimentado por um transformador seco, ligado diretamente aos terminais do gerador. As características técnicas principais previstas são as seguintes:

- Tipo eixo vertical
- Quantidade 2
- Potência nominal 42.100 kVA
- Tensão nominal 13.800 V
- Fator de potência 0,95
- Freqüência nominal 60 Hz
- Rotação nominal 100 rpm
- Isolação classe F
- Peso estimado do rotor 130 t
- Diâmetro externo estimado do rotor 7.500 mm
- Comprimento estimado do rotor 1.300 mm
- GD2 estimado 4.900 tm^2
- Peso estimado do estator 130 t
- Diâmetro externo estimado do estator 9.700 mm

3.5.4. Equipamentos Hidromecânicos

3.5.4.1. Vertedouro

O controle do nível e vazão do reservatório será feito por uma estrutura vertente provida de 11 vãos com nos quais serão instaladas comportas de segmento de fundo com 16,0 m de vão e 13,5 m de altura, cujo acionamento será hidráulico. As características gerais das comportas indicadas no projeto estão adequadas às de operação de controle de nível do reservatório da usina.

Além dessa estrutura vertente é prevista a construção de outra, sem controle, com crista na elevação 56,30 m e 220,0 m de extensão.

Para permitir a inspeção e manutenção da comporta de segmento, foi prevista a instalação de uma comporta ensecadeira a montante. O manuseio dos painéis dessa comporta será pelo pórtico rolante da tomada d'água com auxílio de uma viga pescadora.

3.5.4.2. Tomada d´Água

O arranjo e as características técnicas dos equipamentos da tomada d'água são adequados à operação do aproveitamento. Para proteger as turbinas contra danos provocados pela admissão de detritos junto com o escoamento, foram previstas a instalação de grades removíveis.

A jusante das grades, foi prevista a instalação de duas comportas ensecadeiras constituídas de painéis intercambiáveis. Essas comportas visam permitir o esvaziamento do circuito hidráulico para realização dos serviços de manutenção a seco.

A jusante da comportas ensecadeiras foi prevista a instalação de comportas de emergência tipo vagão. Estas comportas constituirão o órgão de guarda em caso de falha do sistema de regulação da turbina.

A limpeza e manuseio das grades, o manuseio dos painéis da comporta ensecadeira e demais equipamentos da tomada d'água será feito pelo mesmo pórtico rolante que atenderá o vertedouro.

3.5.4.3. Tubo de Sucção

De forma correta, no final do tubo de sucção, foi prevista a instalação de uma comporta ensecadeira que, quando instalada juntamente com o fechamento da tomada d'água, permitirá a inspeção e manutenção a seco do circuito hidráulico e da turbina. O manuseio dessa comporta será feito por meio de pórtico rolante.

Sugere-se, avaliar a implantação de comportas de emergência no Tubo de Sucção.

3.5.5. Equipamentos de Levantamento

3.5.5.1. Vertedouro e Tomada d´Água

Foi prevista a instalação de um pórtico rolante que deverá atender o vertedouro e a tomada d'água. As características descritas no projeto apresentam, de forma geral, as condições operacionais requeridas para manuseio e manutenção dos equipamentos a serem instalados nessas estruturas.

3.5.5.2. Tubo de Sucção

Para o manuseio da comporta ensecadeira do tubo de sucção, foi previsto um pórtico rolante cujas características estão adequadas a essa operação.

3.5.5.3. Casa de Força

Para a montagem e desmontagem das unidades geradoras e seus principais componentes e manuseio de demais equipamentos na casa de força, foi prevista a instalação de uma ponte rolante com características adequadas a essa etapa do projeto. A translação da ponte se estenderá por todo o comprimento da casa de força e área de montagem. As características descritas no projeto apresentam, de forma geral, as condições operacionais requeridas para manuseio e manutenção dos equipamentos a serem instalados na casa de força.

3.5.6. Transformadores Elevadores

Cada transformador elevador é do tipo para instalação ao tempo, imerso em óleo isolante, com resfriamento a ar e com as seguintes características:

- Tipo de resfriamento ONAN/ONAF
- Quantidade 2
- Potência nominal 34.500 kVA/ONAN
- Potência máxima 46.000 kVA/ONAF
- Tensão primária 13,8 kV
- Tensão secundária 138 kV
- Peso total 62 t

3.5.7. Sistema de Monitoramento e Controle Digital (SMCD)

A usina é projetada como sendo do tipo atendida. Em condições normais de operação, a usina será operada pelo SMCD, a partir da unidade de controle central (UCC), localizada na sala de controle. Na sua falta, a usina será operada a partir das unidades de aquisição e controle (UAC), localizadas junto aos equipamentos controlados.

O controle no nível dos equipamentos, só poderá ser efetuado "passo a passo", dos próprios equipamentos, em caso de teste ou de emergência.

O SMCD terá uma arquitetura descentralizada, utilizando processamento distribuído, de modo a atender os requisitos básicos de flexibilidade operativa, segurança, disponibilidade, expansibilidade e mantenabilidade.

As unidades de aquisição e controle (UAC) serão totalmente independentes, física e funcionalmente, dos demais módulos, de modo que continuarão em funcionamento mesmo na ausência da unidade de controle central (UCC).

A usina poderá, no futuro, ser operada remotamente.

3.5.8. Sistemas Auxiliares Elétricos

3.5.8.1. Serviços Auxiliares de Corrente Alternada

Os serviços auxiliares de corrente alternada da casa de força e da subestação serão alimentados em 380 V, normalmente por meio de dois transformadores, ligados através de disjuntor aos terminais de cada gerador.

Em condições normais de operação, qualquer transformador alimentará as cargas da própria unidade e as cargas gerais da usina.

Em condições de emergência, cada transformador poderá alimentar as cargas das duas unidades mais as cargas gerais da usina, podendo ainda ser alimentado pelo sistema de transmissão associado, em caso de paralisação total das unidades geradoras.

Os circuitos auxiliares do vertedouro e da tomada d'água serão alimentados na tensão de 380 V a partir do quadro de auxiliares gerais.

Os transformadores de serviços auxiliares são trifásicos, para instalação ao tempo, imersos em óleo isolante e com ventilação natural.

3.5.8.2. Serviços Auxiliares de Corrente Contínua

O sistema de serviços auxiliares será constituído por dois retificadores (um como reserva do outro) e um conjunto de baterias operando em regime de flutuação, com capacidade para suprir toda a carga da usina, associado a um quadro de distribuição geral em 125 Vcc.

O quadro de distribuição geral em 125 Vcc fornecerá um alimentador para cada quadro de 125 Vcc dos grupos da casa de força e da subestação.

As baterias de 125 Vcc, 400 Ah serão do tipo chumbo-ácido, dimensionadas para atender, em caso de emergência, um ciclo de descarga de oito horas, para a tensão final de 105 V.

Os retificadores de 100 A serão do tipo estático, providos de regulação automática e manual de tensão de saída, instalados em quadros, juntamente com os dispositivos de proteção, comando e monitoramento. Serão alimentados em 380 V, trifásicos, em 60 Hz.

3.5.8.3. Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação da casa de força será atendido por um quadro de distribuição de luz, alimentado através de um transformador de luz em 380-220/127 V, 45 kVA, ligado diretamente ao quadro de auxiliares gerais. A partir do quadro de distribuição de luz, serão alimentados outros quadros de iluminação normal e de emergência. A partir destes quadros, as cargas serão alimentadas através de circuitos trifásicos a 4 fios, em

220/127 Vca. O sistema de iluminação de emergência da casa de força será atendido em 125 Vcc pelo quadro de iluminação de emergência.

A iluminação normal do Vertedouro e Tomada d'Água será atendida por um quadro de distribuição local, instalado no Vertedouro, alimentado através do quadro de auxiliares gerais. A partir do quadro de distribuição local, as cargas de iluminação (lâmpadas) e motores serão alimentadas diretamente através de um circuito trifásico a 4 fios, em 220/127 Vca. Não está prevista iluminação de emergência para estas áreas.

3.5.8.4. Sistema de Comunicação

A usina será dotada de sistemas de comunicação adequados às suas necessidades operacionais e de manutenção e será basicamente constituído por sistema de telefonia PABX para comunicação local e interurbana, que se destinará ao atendimento das necessidades de comunicação interna e externa da usina.

3.5.8.5. Sistema de Aterramento

É previsto um sistema de aterramento de todas as instalações da usina, para segurança do pessoal e dos equipamentos, com o objetivo de:

- Minimizar as diferenças de potencial entre as várias áreas da instalação e entre os diversos equipamentos, oriundas de surtos de manobra, de descargas atmosféricas ou de correntes de curto circuito à terra;
- Assegurar um trajeto de baixa resistência à terra de modo a permitir a rápida operação das proteções contra faltas à terra;
- Assegurar um trajeto de descarga aos pára-raios e outros dispositivos de proteção similares;
- Assegurar um aterramento eficaz para os quadros e os transformadores com enrolamentos ligados em estrela com neutro aterrado.

Todos os condutores do sistema de aterramento serão constituídos por cabos de cobre nu com têmpera meio dura.

O sistema de aterramento terá uma resistência à terra igual ou inferior ao valor de um Ohm. Após a instalação do sistema, esta resistência será medida e, se for superior a um Ohm, deverá ser providenciada a instalação de uma malha de reforço ou de dispersão.

3.5.9. Sistemas Auxiliares Mecânicos

Foram adequadamente considerados, atendendo aos requisitos gerais de um projeto de viabilidade os seguintes sistemas auxiliares mecânicos: Esgotamento e Enchimento, Drenagem, Água de Resfriamento e de Serviço, Água Potável, Ar Comprimido de Serviço, Esgoto Sanitário, Combate a Incêndio, Separação de Óleo, Tratamento de Óleo, Medições Hidráulicas, Ventilação e Exaustão e Ar Condicionado.

3.5.10. Cronograma de Montagem

O cronograma de montagem, considerando a geração da primeira unidade no trigésimo sexto mês e da segunda no trigésimo oitavo mês, é factível não representando riscos desde que os contratos de fornecimento sejam assinados com a devida antecedência considerando a disponibilidade dos fabricantes desses bens.

3.6. SUBESTAÇÃO E SISTEMA DE CONEXÃO

No que se refere ao sistema de conexão para integração ao Sistema Interligado Nacional-SIN, a usina deverá ser conectada no barramento de 138 kV da subestação Italva, de propriedade da Ampla Energia e Serviços SA, por meio de uma linha de transmissão, em 138 kV, interligando a subestação AHE Barra do Pomba e a subestação Italva, em circuito simples, com um cabo condutor 336,4 MCM por fase e extensão aproximada de 40 km, composta das seguintes instalações de transmissão:

- Ponto de interligação: SE Italva na tensão de 138 kV
- LT 138 kV AHE Barra do Pomba – Italva, CS, 1x336,4 MCM, 40 km
- SE AHE Barra do Pomba 138 kV, BS

  1xMG 138 kV

  1xEL 138 kV

  2xCT 138 kV
- SE Italva, 138 kV, BPT

  1xEL 138 kV

A Figura 1 ilustra a configuração do Sistema Interligado Nacional previsto para o ano de 2011, na região de localização do AHE BARRA DO POMBA.

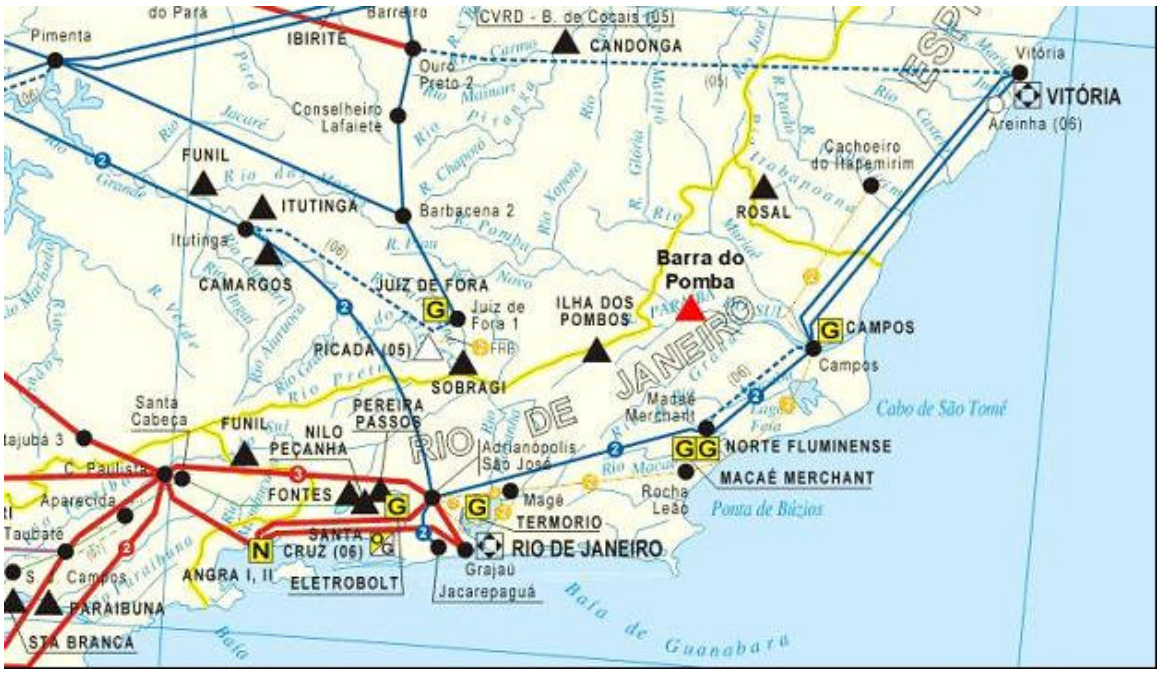

Figura 1

3.7. MEIO AMBIENTE

3.7.1. Estudos Socioambientais

O Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA do AHE Barra do Pomba, situada no rio Paraíba do Sul, com 80 MW de potência instalada,

foi elaborado em 2004, pela HABTEC Engenharia Sanitária e Ambiental Ltda., para a Empreendimentos Patrimoniais Santa Gisele Ltda.

O processo de licenciamento ambiental do AHE Barra do Pomba foi iniciado em maio de 2003, quando foi requerida a Licença Prévia - LP. O Estudo de Impacto Ambiental foi concluído em abril de 2004 e apresentado à FEEMA. Em 16/12/2005, a Licença Prévia - LP, nº FE010169 foi emitida pela FEEMA, em 16/12/2005, com validade até 16/12/2007 (Deliberação CECA/CLF nº 4.629, de 14/12/2005).

Em 26/12/2006, a Licença Prévia foi revogada pela CECA (Deliberação CECA/CLF nº 4.796). Após autorização da ANEEL para inclusão dos custos referentes aos estudos ambientais no orçamento do projeto, estão sendo elaborados os estudos ambientais complementares recomendados pelo Parecer da FEEMA. Em 28/05/2007, o agente requereu nova emissão de Licença Prévia.

A seguir são apresentados os principais aspectos socioambientais do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), bem como os impactos socioambientais identificados e os Programas Socioambientais propostos.

3.7.2. Diagnóstico Socioambiental

O diagnóstico socioambiental foi elaborado a partir do levantamento e análise das informações secundárias, complementadas com informações obtidas com a pesquisa direta em campo. O estudo foi realizado considerando a área de influência direta e indireta do aproveitamento, conforme descritas a seguir.

Área de Influência Indireta (AII): foram considerados os municípios afetados pelo aproveitamento - Aperibé, Cambuci, Itaocara e São Fidélis. Este último foi reunido aos demais dadas as interferências esperadas pela redução temporária de vazão à jusante da barragem do AHE Barra do Pomba e os decorrentes efeitos temporários ocasionados ao uso rural lindeiro ao rio Paraíba do Sul neste trecho do território municipal. Os demais municípios terão parcela de seu território ocupada pela formação do futuro reservatório em áreas rurais e de perímetro urbano, (como no caso de Itaocara).

Área de Influência Direta (AID) – abrange as seguintes áreas: a porção territorial coincidente com a área do reservatório e faixa de entorno destinada à criação da Área de Preservação Permanente – APP – e aquelas destinadas ao canteiro de obras, ao bota-fora e às áreas de empréstimo. Para este trecho, foram reunidas as informações obtidas a partir das campanhas de campo.

O diagnóstico socioambiental apontou as principais características socioambientais da área de influência do AHE Barra do Pomba, destacando os seguintes aspectos:

A Área de Influência indireta do AHE Barra do Pomba inclui os municípios, Aperibé, Cambuci, Itaocara e São Fidélis. Esta região localiza-se na porção extrema nordeste da Serra do Mar, na vertente voltada para o mar, no baixo curso do rio Paraíba do Sul. O ambiente é caracterizado por um alto índice de influência antrópica, possuindo uma cobertura vegetal bastante distinta da vegetação original. Geralmente, a região está recoberta por uma vegetação secundária onde a fisionomia mais comum são as pastagens sem manejo ou manutenção e poucas manchas de floresta.

A área de estudo, segundo dados do Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro (CIDE, 2001), apresenta uma população residente de 82.480 habitantes. A população

urbana soma 71,8% da população total da Área de Estudo, sendo que município de Aperibé é o que apresenta a maior taxa de urbanização (85,3%) e Itaocara é o menos urbanizado (69,3%). Com uma extensão territorial de 2.107 km2, a densidade demográfica bruta da área de estudo é de 39,1 hab/km2. A pesca no rio Paraíba do Sul e o uso deste sistema fluvial em atividades recreativas pela população são observados em todos os domínios ambientais que compõem o sistema.

Segundo informações locais, os principais problemas ambientais identificados na bacia do rio Paraíba do Sul são as queimadas, a pesca predatória e a extração ilegal de areia.

Os remanescentes florestais que resistiram ao processo de ocupação desordenada restringem-se hoje às cristas dos morros, como fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, que, em geral, são pequenos remanescentes localizados em áreas particulares de fazendas e raras formações dispersas de Mata Ciliar. Ambas as formações apresentam perturbações antrópicas diversas, como o extrativismo seletivo e a recorrência freqüente de queimadas.

Diversas ilhas de pequena dimensão resguardam uma flora em bom estado de conservação, especialmente porque o solo rochoso e raso destas ilhas não as habilita às atividades de agricultura ou pecuária. Com a implantação do empreendimento, será necessária a supressão dessa vegetação, o que corresponde a cerca de 39,7 ha.

Nos limites da área de influência indireta do empreendimento situa-se o Parque Estadual do Desengano, criado pelo Decreto-Lei estadual Nº 250, de 13 de abril de 1970, foi instituído como Área de Proteção Ambiental e Preservação Permanente pelo Decreto estadual Nº 7.121 de 28 de Dezembro de 1983. Seus limites, que abrangem os municípios de Santa Maria Madalena, São Fidelis e Campo.

3.7.3. Avaliação de Impacto Ambiental

Os impactos ambientais do AHE Barra do Pomba foram identificados e avaliados abrangendo as diferentes fases de implantação – construção, enchimento do reservatório e operação – e suas inter-relações com os aspectos socioambientais da área onde o empreendimento será instalado.

Para a avaliação dos impactos foram adotados procedimentos metodológicos que buscaram privilegiar os aspectos quantitativos e qualitativos, bem como a elaboração de uma listagem de controle, matrizes, bem como a previsão da magnitude e o julgamento da importância dos impactos identificados, através de critérios previamente estabelecidos.

A Listagem dos Impactos Ambientais foi desenvolvida a partir de discussão interdisciplinar, envolvendo as equipes responsáveis pela elaboração do projeto e pelos estudos socioambientais.

A avaliação dos impactos ambientais compreendeu sua descrição, a avaliação da sua magnitude e importância e a elaboração da matriz de avaliação dos impactos ambientais.

A identificação dos impactos das atividades de construção, enchimento e operação do AHE Barra do Pomba se deu a partir da análise dos aspectos da atividade e os fatores ambientais diagnosticados para a área de influência deste Empreendimento.

Foram identificados e avaliados dezessete impactos, dos quais seis são referentes ao meio natural (físico-biótico) e onze ao meio socioeconômico, conforme listado a seguir.

Dentre os impactos identificados, três foram considerados positivos e quatorze foram avaliados como negativos. Os impactos positivos se referem especialmente à geração de energia hidrelétrica, geração de empregos e dinamização da economia.

Os impactos negativos incidem tanto sobre o meio natural quanto sobre o ambiente antrópico, nas questões relativas ao uso do solo, às reações e expectativas da população, bem como as alterações na saúde da população da área de influência do empreendimento, entre outros.

Dois impactos negativos se farão sentir também na fase de operação, o impacto sobre a pesca artesanal, observado desde a fase de enchimento e o impacto sobre a saúde da população, incidente desde a fase de construção do empreendimento. Quanto aos impactos positivos, a maioria se fará sentir nas fases de construção e operação.

3.7.4. Programas Socioambientais

Os Programas Socioambientais foram previstos no Estudo de Impacto Ambiental, elaborado pela empresa HABTEC Engenharia Ambiental. Além desses programas, a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA estabeleceu outros programas socioambientais no corpo da Licença Prévia, emitida em 16 de dezembro de 2005.

No EIA do AHE Barra do Pomba, foram previstos 19 Programas Socioambientais. A Licença Prévia – LP em seu condicionante número 11 estabelece a transformação de todos os programas e planos constantes do EIA/RIMA em projetos detalhados em nível executivo.

3.7.5. Situação do Licenciamento Ambiental

O processo de licenciamento ambiental do AHE Barra do Pomba foi iniciado em maio de 2003, quando foi requerida a Licença Prévia – LP à Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA, juntamente com a entrega do Estudo de Impacto Ambiental, concluído em abril de 2004. A FEEMA solicitou complementações ao EIA/RIMA, tendo sido entregues em março de 2005.

Foram realizadas reuniões nos municípios de Itaocara, Cambuci e Campos dos Goytacazes durante o mês de maio de 2005. Em setembro, foi realizada audiência pública em Cambuci. Durante a audiência pública, foram formulados questionamentos pela população, devidamente respondidos em documento encaminhado à FEEMA e à Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA em outubro de 2005.

Em 16 de dezembro de 2005, após a publicação no Diário Oficial do Estado da Deliberação CECA/CLF nº 4.629, de 14 de dezembro de 2005, a Licença Prévia - LP, nº FE010169, foi concedida pelo órgão ambiental do Rio de Janeiro, com validade até 16 de dezembro de 2007.

A Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica foi emitida pela Agência Nacional de Águas – ANA em 16 de agosto de 2005, conforme Resolução ANA nº 356/2005 (validade 16/08/2008).

Em 26/12/2006, a Licença Prévia foi revogada pela CECA (Deliberação CECA/CLF nº 4.796). Após autorização da ANEEL para inclusão dos custos referentes aos estudos ambientais no orçamento do projeto, estão sendo elaborados os estudos ambientais complementares recomendados pelo Parecer da FEEMA. O requerimento de nova emissão

de Licença Prévia foi efetuado pelo agente em 28/05/2007.

Em relação aos requisitos previstos na Portaria MME nº 328/2005, de 29 de julho de 2005, que estabelece os procedimentos para Registro na Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e para Habilitação Técnica pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE de projetos e novos empreendimentos de geração de energia elétrica, com vistas à promoção dos leilões de energia, a situação do AHE Cambuci é a seguinte:

- A Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica apresentada e o requisito devidamente atendido;
- A Licença Prévia não foi apresentada, tendo sido requerida pelo agente nova emissão em 28/05/2007.

Dessa forma, aguarda-se a apresentação da Licença Prévia para este empreendimento hidrelétrico participar do Leilão de Energia, a ser realizado em 26 de junho de 2007, conforme prazo o prazo estabelecido pelo Art. 15 da Portaria MME nº 328/2005 (com a redação dada pela Portaria MME nº 305/2006), que é de até vinte e cinco dias antes da data prevista para o Leilão de Energia Proveniente de Novos Empreendimentos de Geração.

4. ORÇAMENTO

O orçamento apresentado pelo Requerente, para o Leilão 2007 A-5, foi revisado considerando dezembro/2006, como nova Data Base.

A EPE realizou, em 2006, a avaliação dos custos propostos pelo Requerente, para o Leilão 2006 A-5, por comparação direta com outros custos unitários de empreendimentos similares, com as mesmas características técnicas e executivas, considerando os valores atualizados para dezembro de 2005, com base nos índices específicos do Setor Elétrico elaborados pela Fundação Getúlio Vargas e publicados através da Revista Conjuntura Econômica.

Como não houve alteração no Projeto de Viabilidade, a EPE, atualizou os custo para dezembro de 2006, pela variação do IGP-M (Índice Geral de Preços, divulgado pela Fundação Getúlio Vargas) no período, a fim de obter o custo de investimento do Empreendimento.

Para a avaliação dos custos propostos, primeiramente a EPE procedeu a uma verificação dos quantitativos referentes aos maiores volumes de materiais e de serviços, que é apresentada no Quadro 4.

Quadro 4.1: Verificação dos Quantitativos

ITEM	UNID.	QUANTIDADES		DIFRNÇA
		AGENTE	EPE	QUANT.
CASA DE FORÇA				
Escavação				
Escavação comum	**m³**	**14.842**	**10.040**	**4.802**

Quadro 4.1: Verificação dos Quantitativos

ITEM	UNID.	QUANTIDADES		DIFRNÇA
		AGENTE	EPE	QUANT.
Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	49.621	50.140	(519)
Cimento	t	8.244	7.475	769
Concreto sem Cimento	m³	32.976	32.500	476
Armadura	t	2.308	1.950	358
BARRAGENS E ADUTORAS				
DESVIO DO RIO				
Ensecadeiras				
Escavação Comum	m³	8.830	16.110	(7.280)
Ensecadeira de Rocha e Terra	m³	420.667	417.630	3.037
Remoção de Ensecadeiras	m³	210.334	388.360	(178.027)
Canal ou Galeria de Desvio - CANALETA DE DRENAGEM + CANAL DE DESVIO				
Escavação				
Escavação comum	m³	271.589	261.600	9.989
Barragens e Diques de Terra e Enroc. (MARGEM DIREITA)				
Escavação				
Escavação comum	m³	39.376	37.770	1.606
Aterro Compactado	m³	226.402	226.480	(78)
Enrocamento	m³	14.674	10.820	3.854
Transições e Filtros	m³	23.412	25.420	(2.008)
Barragens e Diques de Terra e Enroc. (D I Q U E)				
Escavação				
Escavação comum	m³	86.912	83.800	3.112
Aterro Compactado	m³	512.018	542.170	(30.152)
Enrocamento	m³	18.849	19.570	(721)
Transições e Filtros	m³	20.943	20.970	(27)
BARRAGEM DE CONCRETO (M D) + (VERTEDOURO DE EMERGÊNCIA)				
Escavação				

Quadro 4.1: Verificação dos Quantitativos

ITEM	UNID.	QUANTIDADES		DIFRNÇA
		AGENTE	EPE	QUANT.
Escavação comum	m³	6.636	7.040	(404)
Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	3.168	5.700	(2.532)
Cimento	t	4.234	3.790	444
Concreto sem Cimento (Convencional)	m³	8.377	7.900	477
Concreto sem Cimento (C.C.R.)	m³	30.573	30.000	573
Armadura	t	419	79	340
TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO (Divisor, Contenção, Encosto, etc.)				
Escavação				
Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	5.117	3.940	1.177
Cimento	t	2.992	2.350	642
Concreto sem Cimento (Convencional)	m³	24.935	23.500	1.435
Armadura	t	249	235	14
VERTEDOURO				
VERTEDOURO DE SUPERFICIE				
Escavação				
Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	64.746	65.200	(454)
Cimento	t	15.786	12.630	3.156
Concreto sem Cimento (Convencional)	m³	63.145	63.145	-
Armadura	t	3.157	3.157	-
TOMADA D'AGUA E ADUTORAS				
TOMADA D'AGUA				
Escavação				
Escavação comum	m³	500	760	(260)
Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	15.666	14.600	1.066
Cimento	t	2.833	2.833	-
Concreto sem Cimento (Convencional)	m³	15.737	15.700	37
Armadura	t	787	785	2
CANAL de ADUÇÃO				

Quadro 4.1: Verificação dos Quantitativos

ITEM	UNID.	QUANTIDADES		DIFRNÇA
		AGENTE	EPE	QUANT.
Escavação				
Escavação comum	m³	33.030	27.600	5.430
Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	34.383	75.100	(40.717)
CANAL DE FUGA				
Escavação				
Escavação comum	m³	3.553	3.500	53
Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	31.005	38.200	(7.195)
OUTRAS CONSTRUÇÕES ESPECIAIS				
Obras Civís da SUBESTAÇÃO				
Escavação comum	m³	4.200	4.800	(600)
Reaterro Compactado	m³	19.460	20.280	(820)

De forma resumida são apresentados no Quadro 4.2, o orçamento proposto e cadastrado, e os custos correspondentes obtidos, na coluna Custos EPE, ambos com valores atualizados para Dezembro de 2006 e abertos por atividade.

Quadro 4.2: Análise Comparativa de Orçamento

Atividades	Custos do Requerente Cadastrado na EPE		Custos EPE	
	R$ mil	Part. %	R$ mil	Part. %
Meio Ambiente	48.131,23	14,57	27.919,63	11,80
Obras Civis	132.823,01	40,19	102.837,53	43,46
Equipamentos	149.495,46	45,24	105.849,82	44,74
Custo Direto Total	**330.449,70**	**100,00**	**236.606,98**	100,00
Custo Indireto	50.136,27	15,17	18.928,56	8,00
Custo Geração sem JDC	**380.585,97**		**255.535,54**	
Conexão	13.760,90	3,62	10.861,71	4,08
Custo Total sem JDC	**394.346,87**		**266.397,25**	
JDC	70.186,90		19.979,79	
Custo Total com JDC	**464.533,77**		**286.377,04**	

4.1. AVALIAÇÃO DOS CUSTOS PROPOSTOS

O custo estimado para os estudos socioambientais apresenta um desvio para maior de aproximadamente 41,99%, preservando a mesma incidência percentual prevista pelo Requerente.

Para as Obras Civis, os custos unitários dos principais insumos foram comparados aos custos obtidos através simulação, utilizando o Banco de dados da EPE, tendo sido observado um desvio para maior de 22,58%. Por meio do mesmo procedimento, observou que os custos relativos aos Equipamentos Eletromecânicos também apresentam desvio para maior, neste caso, da ordem de 29,20%.

Os Custos Indiretos propostos totalizam 15,17% do Custo Direto Total, participação considerada elevada, superior às médias praticadas em empreendimentos similares. No orçamento estimado pela EPE foi considerada a mesma incidência proposta pelo requerente, para o empreendimento UHE Cambuci, face às proximidades entre eles, bem como, a proximidade em relação a centros urbanos.

Concluindo, os custos obtidos pela EPE para implantação no AHE Barra do Pomba apresentam uma redução de aproximadamente, 32,45% em relação ao orçamento proposto pelo requerente.

5. CÁLCULO DO PREÇO DE REFERÊNCIA

No cálculo do Preço de Referência (R$/MWh) do AHE BARRA DO POMBA, foi considerado o valor de Custos EPE constante do Quadro 4.2.

Para esse cálculo, foi também considerado o conjunto de parâmetros e dados a seguir apresentados, cobrindo os aspectos de natureza financeira, de financiamento, tributos/encargos, bem como despesas operacionais.

Salienta-se que tais parâmetros e dados foram estabelecidos à luz das informações hoje disponíveis. Alguns deles, como por exemplo, os de TUST e TUSD, foram estimados com base em uma configuração do Sistema Interligado Nacional prevista para o ano de 2012, incorporando uma correspondente projeção da Receita Autorizada para remunerar a rede de transmissão e utilizando a metodologia de cálculo atualmente estabelecida pelos atos normativos da ANEEL.

Dessa forma, esses parâmetros e dados, devem ser considerados como estimativos e referenciais pelos empreendedores no seu processo de analise.

Os parâmetros e dados são apresentados a seguir:

- **Parâmetros financeiros**

  Foram estabelecidos os seguintes valores, comuns a todos os novos empreendimentos hidrelétricos:

  - Vida útil do projeto = 30 anos;
  - Seguro operacional = valor anual de 0,5% do investimento total;
  - Custo do capital próprio = 13,20%, conforme tratado em documento à parte;
  - Depreciação = 30 anos (linear = 1/30 por ano, aplicado ao custo total de investimento, deduzidos os custos de meio-ambiente e custo indireto).

- **Dados referentes ao financiamento**

  Foram estabelecidos os seguintes valores referenciais, comuns a todos os novos empreendimentos hidrelétricos:

  - percentual financiado = 85% da parcela financiável, a qual corresponde a um valor da ordem de 90% do investimento total, resultando em torno de 76,50% do investimento total;
  - taxa de juros = 6,00% ao ano;
  - amortização em 16 anos;
  - sistema de amortização: SAC
  - Juros durante a construção - JDC = taxa de juros do financiamento.

- **Tributos e encargos**

  Foram estabelecidos os seguintes valores, comuns aos empreendimentos:

  - PIS = 1,65 % da receita bruta, deduzindo-se as despesas de juros, depreciação e encargos de TUST e TUSD (Leis 10.637/02 e 10.865/04);
  - Cofins = 7,60 % da receita bruta, deduzindo-se as mesmas despesas acima citadas para o PIS (Leis 10.833/03 e 10.865/04)
  - CPMF = 0,38 % (Emenda Constitucional nº 42 de 2003)
  - Taxa de Fiscalização dos Serviços de Energia Elétrica – TFSEE (ANEEL): 0,5 % do valor de referência (R$ 289,22/kW.ano), resultando em R$ 1,45/kW.ano (Lei nº 9427/96; Despacho ANEEL 145 de 24/01/2007)
  - P&D: 1,0 % da Receita Operacional Líquida - ROL (Lei nº 9.991 de 24.07.2000)
  - CFURH – Contribuição Financeira para o Uso dos Recursos Hídricos: 6,75 % do valor de referência (R$ 57,63/MWh), resultando em R$ 3,89/MWh (Lei nº 9.984, de 17/07/2000; Resolução Normativa ANEEL 404 de dezembro 2006);
  - Imposto de Renda: 25% do Lucro antes do I. Renda – LAIR anual;
  - Contribuição Social sobre o Lucro Líquido – CSLL: 9,0 % do LAIR anual
  - Quanto ao Uso do Bem Público – UBP foi estabelecido, para cada empreendimento, um valor de 0,6 % da receita bruta.

- **Parâmetros específicos do Aproveitamento**
  - Valor do Investimento Total = Usina + Conexão = R$ 266.397.250,00
  - Cronograma de Desembolso:

ANO -4	ANO -3	ANO -2	ANO -1	ANO 0
0,0 %	10,6 %	34,2 %	35,0 %	20,2 %

  - Potência Instalada = 80 MW
  - Garantia Física = 53,1 MW
  - O&M variável = 5,73 R$ / MWh
  - TUST = 2,65 R$ / KMW.mês
  - TUSD = 4,22 R$ / KMW.mês

O preço de referência do AHE BARRA DO POMBA obtido foi de R$ 120,44/MWh.

6. ANEXO

6.1. FICHA DE DADOS DO EMPREENDIMENTO

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO - FICHA DE DADOS
PCH(UHE) - Analista

Empresa de Pesquisa Energética

Para sua segurança, salve periodicamente os dados deste formulário com a opção **Em Atualização** (sugestão: 15 minutos).
Ao concluir o preenchimento, salve com a opção **Finalizado.**
A versão finalizada é a que deverá ser apresentada à EPE.

Leilão	A-5/2007	Processo:	07A5-100	Inscrição	16.235

UHE	UHE	Barra do Pomba	Situação	Em atualização

EMISSÃO	15/03/2007 19:01:22:950

1.EMPREENDEDOR (TITULAR DO REGISTRO NA ANEEL)

Nome	Empreendimentos Patrimoniais Santa Gisele Ltda			CNPJ	43.201.714/0001-70
Endereço	Av. Prestes Maia Nr. 241 44º andar Centro			Telefone	(11) 3328-7211
Município	São Paulo			Fax	(11) 3228-5107
CEP	10.319-02	UF	SP	Email	wzarzur@wzarzur.com.br

2.IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Potência Instalada	80000	KW	Situação do Empreendimento	NOVO
Ampliação	0,00	KW	Registro na ANEEL	Despacho 1080 de 25/08/2005
Potência Total Instalada	80000	KW	Situação do Projeto na ANEEL	APROVADO-Despacho 2161 de 19/09/2006

Situação na Partição de Queda dos Estudos de Inventário	Hidrelétrica a Montante	ITAOCARA	Hidrelétrica a Jusante	CAMBUCI

3.LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Coordenadas Geográficas			Rio	Paraiba do Sul			
Casa de Força	Lat.	21º 37` 55,712"	Sub-Bacia	58	Bacia	Atlântico Leste	
	Long.	41º 59` 45,590"	Barragem (Municípios) M. Direita	ITAOCARA	UF	RJ	
Barragem	Lat.	21º 38` 17,296"	M. Esquerda	CAMBUCI	UF	RJ	
	Long.	41º 59` 49,962"	Casa de Força (Municípios)	CAMBUCI	UF	RJ	

4.CARTOGRAFIA / TOPOGRAFIA

Projeção Cartográfica	Zona	23	Datum	SAD-69	Dataum Local	IBGE
Cartas Topográficas	Data	2002	Escala	1:1000	Fonte	AKOELI
Fotos Aéreas	Data	2000	Escala	1:30.000	Fonte	AEROCONSULT
Restituição Aerofotogramétrica	Data		Escala	1:5.000		

5.HIDROMETEOROLOGIA / SEDIMENTOLOGIA

Postos Fluviométricos de Referência

Cod.	58795000	Nome	Três Irmãos	Rio	Paraíba do Sul	AD	42.693,00	KM²
Cod.	58880001	nome	São Fidelis	Rio	Paraíba do Sul	AD	46.731,00	KM²
Cod.	58790000	Nome	Santo Antônio de Pádua	Rio	Pomba	AD	8.245,00	KM²
Cod.	58770000	Nome	Cataguazes	Rio	Pomba	AD	5.858,00	KM²

Área de Drenagem do Barramento	43.046	KM²	Vazão Máx. registrada em	Fev./1931	2.533	m³/s
Precipitação média anual	1.080	mm	Vazão Mín. registrada em	Set./1955	192	m³/s
Evaporação média anual	1.055	mm	Vazão Mín. Média mensal	126,80		m³/s
Evaporação média mensal	88	mm	Vazão afluente máxima de Projeto	11.564,00		m³/s
Vazão MLT 1931 a 2003	622	m³/s	(TR= 10.000 anos	anos ou VMP)		
Vazão firme (com permanência de 95%)	253	m³/s	Vazão obras Desvio (TR 25 anos)	5.904,00		m³/s
Precipitação Média Mensal (mm)	Período		a	(mês/ano)		

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
173	118	98	64	33	21	25	31	45	101	163	208

Vazão Média Mensal (m³/s) | Período | a | (mês/ano)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1132	1124	1033	693	472	399	338	300	308	354	503	806

6.RESERVATÓRIO

N.A. de Montante		
Mínimo Normal	54,50	m
Máximo Normal	56,20	m
Máximo Maximorium	58,20	m
N.A. de Jusante		
Nível Mínimo Normal	40,90	m
Nível Máximo Normal	41,81	m
Nível Excepcional	57,20	m
Outras Informações		
Vida útil do reservatório	584	anos
Perímetro do reservatório	42,10	km

Áreas Inundadas		
No N.A. Máx. Maximorium	15,61	Km²
No N.A. Máx. Normal	11,62	Km²
No N.A. Mín. Normal	9,85	Km²
Volume		
No N.A. Máximo Normal	76,78	
No N.A. Mínimo Normal	58,46	
No nível da soleira do Vertedouro	2,29	
Profundidade Média	6,60	m
Tempo Formação do Reservatório	2	dias

7.DESVIO DO RIO

Tipo (Túnel/canal/Galeria)	Vertedouro					Número de Unidades	11
Vazão de Desvio 1ª Fase	TR=	25	anos	5.904	m³/s	Seção	203
Vazão de Desvio 2ª Fase	TR=	10	anos	4.955	m³/s	Comprimento Total	211

8.BARRAMENTO

8.1. Barragem		
Tipo de Estrutura / Material	Terra	
Comprimento Total da Crista	506,00	m
Altura Máxima	18,00	m
Cota da Crista	58,20	m
8.3. Obras Especiais		
Tipo	Vertedouro Emergência	
Características	CCV e CCR	

8.2. Diques		
Tipo de Estrutura / Material	Terra	
Comprimento Total da Crista	4.654,00	m
Altura Máxima	8,00	m
Cota da Crista	58,50	m
Informações Complementares	EL.56,30 e 220,00 m de extensão	

9. VERTEDOURO

Tipo	Soleira Espessa	
Capacidade (vazão máxima defluente)	11.564,00	m³/s
Cota da Soleira	40,80	m
Comprimento Total	211,00	m
Número de Vãos	11	
Largura do Vão	16,00	m
Altura do Vão	13,50	m

Comportas		
Tipo	Segmento	
Acionamento	Cilindro Hidráulico	
Largura	16,00	m
Altura	12,50	m
Estrutura de Dissipação de Energia	Bacia	

10. SISTEMA DE ADUÇÃO

10.1. Adução em Baixa Pressão		
Tipo (Túnel/Canal/Galeria)	n/a	
Comprimento	n/a	m
Largura da Seção	n/a	m
Área da Seção	n/a	m²
10.3. Câmara de Carga		
Área	n/a	m²
Sobreelevação Máxima	n/a	m
Depleção Máxima	n/a	m
10.5. Tomada D'água		
Tipo	Gravidade em CA	
Comprimento Total	38,00	m
Número de Vãos	2	

10.2. Adução Forçada		
Tipo(Túnel/Conduto)	n/a	
Diâmetro Interno	n/a	m
Número de Unidades	n/a	
Comprimento Médio	n/a	m
10.4. Chaminé de Equilíbrio		
Altura	n/a	m
Diâmetro Interno	n/a	m
Comportas		
Tipo	Ensecadeira	
Acionamento	Pórtico Rolante	
Largura	6,75	m
Altura	15,00	m

11. CASA DE FORÇA

Tipo	Abrigada		Comprimento dos Blocos das Unidades	38,00	m
Nº Total de Unidades Geradoras	2	un.	Comprimento da Área de Montagem	19,00	m
Largura dos Blocos das Unidades	41,60	m	Comprimento Total	57,00	m

11.1. Turbinas	Grupo B	Grupo A		11.2. Geradores	Grupo B	Grupo A	
Tipo		KAPLAN-Eixo Vertical		Tipo		Eixo Vertical	
Número de Unidades		2		Número de Unidades		2	
Potência Unitária Nominal		40.000	kW	Potência Unitária Nominal		42.100	KVA
Rotação Síncrona		100	rpm	Rotação Síncrona		100	rpm
Queda Líquida de Projeto		12,59	m	GD²		6.200	tm²
Vazão Unitária Nominal		270	m³/s	Constante de Inércia - H		2,02	Mws/MVA
Vazão Máxima Turbinada		330	m³/s	Tensão Nominal		14	KV
Vazão Mínima Turbinada		148	m³/s	Fator de Potência		95	%
Rendimento Máximo		95	%	Rendimento Máximo		98	%
Submergência		6,4	m	Reatância Subtransitória Eixo Direto não Saturada - X"d		0,24	pu

12.CRONOGRAMA - EVENTOS PRINCIPAIS

Data do Início das Obras	01/01/2009	d/m/a	Prazo Total das Obras	37	meses

Operação Comercial									
Data	01/12/2...	01/01/2012							
Potência	40	40							
Potência Acumulada	40	80							

13.VOLUMES TOTAIS DAS OBRAS CIVIS

Concreto Convencional	147.337,00	m³		Solo Compactado	956.550,00	m³
Concreto Massa	n/a	m³		Escavação Comum	495.546,00	m³
Concreto Projetado	n/a	m³		Escavação em Rocha a Céu Aberto	208.590,00	m³
Concreto Compactado c/ Rolo - CCR	30.573,00	m³		Escavação em Rocha Subterrânea	n/a	m³
Enrocamento Lançado	46.326,00	m³		Remoção de Solo	4.744,00	m³
Enrocamento Compactado	100.516,00	m³		Remoção de Rocha	n/a	m³
Solo Lançado	62.997,00	m³				

14.DADOS SOCIOAMBIENTAIS

14.1. Interferências Socio-ambientais			
Municípios atingidos pelo Reservatório		Municípios a Jusante da Barragem	
APERIBÉ, CAMBUCI, ITAOCARA E SÃO FIDELIS		SÃO FIDELIS E CAMPOS DOS GOYTACAZES	
Existe trecho de Rio com redução de Descarga ?	NÃO	Extensão do trecho com descarga reduzida	
Principal Bioma da Área do Reservatório	MATA ATLÂNTICA		
Atinge Unidade Conservação	NÃO		
		Jurisdição (Federal/Estadual/Municipal)	
Nome da Unidade			
População atingida (nº de habitantes)		**Família atingidas**	
Urbana	0	Urbana	0
Rural	360	Rural	90
Total	360	Total	90
Interferência com núcleos urbanos	NÃO	Quantidade de núcleos urbanos atingidos	0
Interferências			
Populações Indígenas	Sem Interferência		
Remanescentes de Quilombo	Sem Interferência		
Unidade de Conservação	Sem Interferência		

Redes de Circulação e Comunicação	
Interfere na circulação regional, alterando as formas de organização do território	NÃO
Comprometimento da circulação local, impossibilitando a população diretamente atingida de utilizar caminhos determinados pelas relações estabelecidas (relações de vizinhança ou relações comerciais)	NÃO
Existe Plano de Bacia Hidrográfica	SIM
Existem conflitos pelo Uso dos recursos Hídricos	NÃO
Caso afirmativo, descrever	

Outras Informações			
Comprometimento de atividades de pequena escala relacionadas à extração de recursos ambientais	SIM	Interferência em assentamentos de reforma agrária	NÃO
Comprometimento de atividades agrícolas em áreas de vazante	NÃO	Existência de conflitos sociais nas áreas de influência direta e indireta	NÃO
Existem manifestações contrárias ao empreendimento (comitês de bacia, ONG, associação de moradores, governos locais, etc)	SIM	Interferência com sítios de valor cultural/paisagístico	SIM
Existem questões judiciais contra o empreendimento	NÃO		
caso afirmativo, descrever			

14.2. Programas Socioambientais (Custos em R$ mil, referidos a dezembro do ano anterior ao do leilão)

Nome do Programa	Custo por Programa
Programa de Gerenciamento Ambiental do Canteiro de Obras	831,744
Programa de Enchimento do Reservatório	426,816
Programa de Monitoramento do Uso do Solo	76,8
Programa de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial	1.752,0
Programa de Controle de Processos Erosivos	57,6
Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico	152,16
Programa de Manejo da Flora	2.208,0
Programa de Monitoramento da Fauna Silvestre	288,0
Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água	2.176,704
Programa de Monitoramento da Ictiofauna	1.166,4
Programa de Comunicação Social	1.954,944

Nome do Programa	Custo por Programa
Programa de Educação Ambiental	444,0
Programa de Monitoramento Epidemiológico	1.623,76
Programa de Salvamento Arqueológico	438,0
Programa de Criação ou Consolidação de Unidade de Conservação	2.100,00
Programa de Acompanhamento de Atividades Minerais	19,2
Programa de Monitoramento da Dinâmica da Água Subterrânea	84,0
Custos com Relocações	4.410,0
Custos com Benfeitorias	8.822,331
Total	

14.3. Licenciamento Ambiental		14.4 Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH	
Modalidade	LICENÇA PRÉVIA	Data de Emissão	16/08/2005
Órgão Emissor	FEEMA	Órgão Emissor	ANA
Número da Licença	LP Nº FE010169 (ver carta ane...	Número	356
Data de Emissão	16/DEZ/2005	Validade	3 ANOS
Validade	16/DEZ/2007		
Contempla Conexão ?	NÃO		

15.CONEXÃO

15.1. Subestação da Usina						
Tipo (ar ou SF6)	ar			Arranjo de Barramento	Barra Simples	
Localização	M.E. - Jusante da Casa de Força			Nível de Curto-Circuito	8,9	KA
Tensão	138	KV				
15.2. Transformador						
Tipo	ONAN/ONAF			Potência Nominal	34,5/46	MVA
Tensão Nominal				**Impedâncias (base e tensão nominal do equipamento)**		
Enrolamento Primário	13,8	KV		Primário - Secundário	8	%
Enrolamento Secundário	138	KV				
15.3. Linhas de Transmissão						
Número e Tipo de Condutor por fase	1 CAA 266,8 MCM			Resistência de Seqüência Positiva	0,24	Ω/Km
Cabos Pára-Raios	Aço 3/8"			Reatância de Seqüência Positiva	0,5	Ω/Km
Tensão máxima Operação em Regime Permanente	145	KV		Capacitância de Seqüência Positiva	8,6	nF/Km
Extensão da Linha	40	Km		Resistência de Seqüência Zero	0,88	Ω/Km
Capacidade Operativa	460	A		Reatância de Seqüência Zero	2,94	Ω/Km
				Capacitância de Seqüência Zero	4,8	nF/Km
15.4. Subestação de Conexão (Ponto de Interligação)						
Identificação	SE ITALVA			Subestação nova?	NÃO	
Localização (Município)	ITALVA	RJ		Arranjo de Barramento	Barra Principal e de Tranferência	
Tensão	138	KV		Nível de Curto-Circuito	4,5	KA

16.ORÇAMENTO - (R$ mil; sem juros durante a construção; referido a dezembro do ano anterior ao do leilão)

Meio Ambiente	48.131,225	Custos Indiretos	48.608,994
Obras Civis	132.823,014	Custo Total da Usina	380.585,971
Equipamentos Eletromecânicos	149.495,457	Custo da Conexão	13.760,900
Outros Custos	1.527,282	Custo Total (Usina + Conexão)	394.346,871
Custo Direto Total	331.976,977	Taxa de Câmbio (R$/US$)	2,15

17.ESTUDOS ENERGÉTICOS

Potência Total da Usina	80	MW	Rendimento Médio do Conjunto T*G	90	%
Número de Unidades	2	unid	vazão Sanitária e/ou Remanescente	2	m³/s
Potência Nominal da Unidade Turbina/Gerador	40.000	KW	Taxa de Indisponibilidade Forçada (TEIF)	1,67	%
Queda Bruta	14,39	m	Indisponibilidade Programada (IP)	5,40	%
Queda Líquida de Referência	12,59	m	Energia Firme	50,313	MWmedio
Perda no Circuito Hidráulico	0,55	m	Custo de Instalação (s/JDC)	5,624	R$ mil/KW
Existe influência do vertimento no canal de fuga ?	SIM		Custo de O&M Fixo	315.006,64	R$/MW/ano
			Custo de O&M variável	5,73	R$/MWh

18.OBSERVAÇÕES

1- A FICHA DE DADOS DEVERÁ SER ENCAMINHADA A EPE COM TODOS OS CAMPOS DISPONIBILIZADOS PARA AS INFORMAÇÕES SOLICITADAS, PREENCHIDOS.
2-No caso de Empreendimento em Operação deverão ser informadas no item 19 - Informações Complementares, as datas em que as unidades geradoras entraram em operação comercial.
3- No caso de PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas, os dados necessários para cálculo de Garantia Física, deverão ser encaminhados em meio digital, no formato Excel. A série histórica de vazões médias mensais deve abranger um período não inferior a 30 anos e deverá constar dos ANEXOS 1A e 1B.
4- No caso de Empreendimento com potência superior a 30 MW deverão ser enviados, em meio magnético no formato Excel, nos ANEXOS 1A e 1B, as séries histórica de vazões médias mensais contemplando o período de 1931 até dois anos anteriores ao ano vigente, no mínimo, e estar compatível com a série do projeto básico/viabilidade e com as séries de vazões dos demais empreendimentos da cascata. Além das séries de vazões, deverão ser informados, no mínimo, cinco pontos da curva "vazão x nível de jusante" situados entre a vazão mínima e a máxima do histórico de vazões naturais (ANEXO 3), bem como das curvas"cota x área x volume" que deverão contemplar a faixa de deplecionamento do reservatório com pelo menos cinco valores dentro desta faixa (ANEXO 2).

19.INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

20.ANEXOS

20.1	ANEXO 1A	SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS AFLUENTES NO LOCAL DA BARRAGEM - Caso exista vazão de uso consuntivo informar seus valores em planilha no Anexo 1B	Anexo 1A_Série de Vazões
	ANEXO 1B	SÉRIE DE VAZÕES CONSUNTIVAS	Anexo 1B_Vazões Consuntivas
20.2	ANEXO 2	Tabela com no mínimo cinco pontos da curva COTA X ÁREA X VOLUME entre o NA mín de operação e o NA máximo de operação (em EXCEL), para o caso de empreendimentos com Pinst superior a 30MW	Anexo 2-Cota x Área x Volume
20.3	ANEXO 3	Tabela com no mínimo cinco pontos da VAZÃO x NÍVEL DE JUSANTE (curva chave do canal de fuga)	Anexo 3-Vazão x Nível de Jus

21.RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES (REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDEDOR)

OS DADOS CARACTERÍSTICOS DO EMPREENDIMENTO QUE SERVIRÃO DE BASE PARA O CÁLCULO DE SUA GARANTIA FÍSICA, DEVERÃO SER MANTIDOS DURANTE TODO O PERÍODO DE VIGÊNCIA DO CONTRATO DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO AMBIENTE REGULADO - CCEAR			
Nome	Ricardo Waldomiro Zarzur	Data do Preenchimento	15/03/2007 19:01:22:950
Empresa	Empreendimentos Patrimoniais Santa Gisele Ltda	Telefone	(11) 3328-7211
Email	wzarzur@wzarzur.com.br	Fax	(11) 3228-5107
Assinatura do Responsável (Reconhecida em Cartório)			

6.2. SÉRIES DE VAZÕES NATURAIS AFLUENTES

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE BARRA DO POMBA

ANEXO 1A - SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS AFLUENTES, NO LOCAL DA USINA

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

1. INFORMAR SE A SÉRIE DE VAZÕES APRESENTADA NESTE ANEXO CONSIDERA AS CORREÇÕES (ADIÇÕES DAS VAZÕES CONSUNTIVAS) DEVIDAS AOS USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE: NÃO

2. CASO NÃO CONSIDERE, O EMPREENDEDOR DEVERÁ INFORMAR, NO ANEXO 1B, A SÉRIE DE VAZÕES CONSUNTIVAS PARA O MESMO PERÍODO DA SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS

3. COMPLEMENTARMENTE, O EMPREENDEDOR DEVERÁ INFORMAR NO ANEXO 1B A ESTIMATIVA DE VAZÕES REFERENTES A USOS CONSUNTIVOS PARA O PERÍODO DE OPERAÇÃO DA USINA

VAZÕES EM (M³/S)

ANO	MESES												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1931	1339	2739	2087	1511	892	713	582	488	511	646	707	1105	**1110**
1932	1882	1611	1405	825	737	722	507	475	434	529	650	1412	**932**
1933	1732	1027	922	667	556	443	439	371	412	527	566	1318	**748**
1934	1835	887	946	696	513	406	348	298	334	352	346	1224	**682**
1935	1243	2546	1413	982	701	568	462	406	415	657	516	568	**873**
1936	495	745	1786	1087	619	457	388	376	445	393	496	992	**690**
1937	1768	1812	951	832	814	563	432	346	313	588	856	1870	**929**
1938	1630	1491	1300	988	745	618	499	555	479	658	827	1282	**923**
1939	1432	1308	879	966	633	490	419	356	338	335	515	851	**710**
1940	1349	1766	1501	820	607	488	397	326	329	440	947	988	**830**
1941	1135	790	998	806	509	434	441	328	572	633	718	1237	**717**
1942	1319	1078	1399	896	716	536	512	395	348	497	695	1420	**818**
1943	2566	1886	1507	954	660	576	462	447	419	657	613	1194	**995**
1944	1060	1842	1971	997	689	549	488	396	347	359	471	820	**832**
1945	1214	1660	1111	970	619	589	585	395	378	357	574	1018	**789**
1946	1846	944	1102	877	574	489	413	338	288	448	593	671	**715**
1947	1560	1735	2812	1250	826	654	681	573	604	650	805	1346	**1125**
1948	1225	1573	1762	1039	723	599	484	457	385	404	567	1147	**864**
1949	1471	1894	1129	809	575	543	469	377	337	445	529	972	**796**
1950	1629	2007	1405	1190	836	597	489	396	350	477	872	1267	**959**
1951	1474	1573	1873	1355	802	628	553	483	404	404	398	755	**892**
1952	1539	1990	2129	1133	712	706	531	449	480	511	799	978	**996**
1953	660	872	784	825	598	467	387	342	345	343	657	895	**598**
1954	601	729	585	634	586	445	323	265	239	308	397	505	**468**
1955	1074	574	578	561	390	346	258	223	216	256	463	850	**482**
1956	780	554	878	562	488	483	357	408	304	335	456	970	**548**
1957	958	990	1433	1333	691	527	455	366	487	372	647	1132	**783**
1958	685	1050	893	779	753	630	498	376	464	539	763	889	**693**
1959	1429	793	1139	904	521	405	339	352	278	332	674	679	**654**
1960	938	1345	2103	885	657	527	446	403	347	373	539	1099	**805**
1961	2389	2359	2218	1225	903	653	524	432	341	321	441	682	**1041**
1962	1159	2330	1330	773	590	476	395	351	411	544	803	1234	**866**
1963	1125	1190	833	549	404	356	311	283	277	278	472	332	**534**
1964	818	1557	809	584	475	360	395	308	271	461	570	983	**633**
1965	1771	2227	1645	926	1004	663	574	465	385	660	854	1013	**1015**
1966	2522	1044	1461	991	739	544	456	414	384	526	1211	1292	**965**
1967	2403	2550	2271	1296	836	706	586	460	424	427	874	1170	**1167**

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE BARRA DO POMBA

ANEXO 1A - SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS AFLUENTES, NO LOCAL DA USINA

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

1. INFORMAR SE A SÉRIE DE VAZÕES APRESENTADA NESTE ANEXO CONSIDERA AS CORREÇÕES (ADIÇÕES DAS VAZÕES CONSUNTIVAS) DEVIDAS AOS USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE: NÃO
2. CASO NÃO CONSIDERE, O EMPREENDEDOR DEVERÁ INFORMAR, NO ANEXO 1B, A SÉRIE DE VAZÕES CONSUNTIVAS PARA O MESMO PERÍODO DA SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS
3. COMPLEMENTARMENTE, O EMPREENDEDOR DEVERÁ INFORMAR NO ANEXO 1B A ESTIMATIVA DE VAZÕES REFERENTES A USOS CONSUNTIVOS PARA O PERÍODO DE OPERAÇÃO DA USINA

VAZÕES EM (M³/S)

ANO	MESES												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1968	1259	820	954	679	477	395	350	346	355	360	319	790	**592**
1969	999	798	874	675	423	411	336	326	273	411	811	1054	**616**
1970	1040	907	928	613	455	364	384	329	512	517	608	580	**603**
1971	566	334	696	473	368	420	305	255	357	517	832	1286	**534**
1972	978	1263	1362	792	506	431	426	391	312	574	831	998	**739**
1973	1301	1478	998	931	663	492	451	387	363	484	819	993	**780**
1974	1230	888	1176	984	590	535	460	354	298	395	384	872	**680**
1975	1380	1272	904	665	491	382	373	296	252	465	863	1027	**697**
1976	951	998	1016	825	660	653	667	561	682	791	963	1318	**840**
1977	1393	942	719	840	542	456	361	298	416	380	673	1273	**691**
1978	1597	1043	1039	652	520	503	408	321	288	316	582	740	**667**
1979	1037	2387	1278	814	660	522	463	441	505	408	910	1085	**876**
1980	1609	1235	820	998	531	436	402	348	332	397	548	1052	**726**
1981	1458	859	838	685	485	423	342	316	260	420	864	1252	**683**
1982	1364	925	1895	1320	726	635	544	499	412	583	660	1422	**915**
1983	2312	1603	1526	1419	981	1680	936	679	1273	1231	1375	1837	**1404**
1984	1358	820	805	825	785	518	432	432	428	381	461	727	**664**
1985	1953	2167	2151	1166	833	665	519	444	470	430	573	798	**1014**
1986	1089	1173	1300	724	581	435	429	434	330	284	335	1107	**685**
1987	1211	1221	839	1082	798	673	478	369	425	411	452	954	**743**
1988	1067	2206	1402	922	817	685	504	400	346	493	653	656	**846**
1989	1290	1430	1392	930	627	620	493	524	456	448	506	832	**796**
1990	776	463	762	668	493	356	364	331	389	394	436	399	**486**
1991	1416	1410	1280	1397	797	536	468	367	347	575	452	617	**805**
1992	1597	960	788	646	590	382	397	314	526	620	1031	1010	**738**
1993	779	1041	1139	986	545	524	379	322	388	517	368	473	**622**
1994	1157	687	1132	941	786	513	399	336	274	286	454	833	**650**
1995	665	1775	840	628	490	374	367	274	258	554	751	931	**659**
1996	1675	1459	1764	998	689	535	449	402	698	515	1226	1156	**964**
1997	2118	1193	1173	742	567	583	349	321	350	455	651	868	**781**
1998	904	1188	826	636	479	435	339	322	327	578	633	750	**618**
1999	1461	1255	1158	705	487	466	405	322	309	315	458	828	**681**
2000	1530	1250	967	813	482	401	378	357	496	335	558	917	**707**
2001	911	945	696	592	403	317	272	244	267	383	539	861	**536**
2002	1239	1426	866	540	467	343	324	300	334	251	617	1126	**653**
2003	1732	989	927	612	448	369	337	312	322	449	614	891	**667**
Média	**495**	**334**	**578**	**473**	**368**	**317**	**258**	**223**	**216**	**251**	**319**	**332**	**216**
Máxima	**1349**	**1341**	**1241**	**882**	**629**	**526**	**441**	**380**	**393**	**465**	**653**	**993**	**774**
Mínima	**2566**	**2739**	**2812**	**1511**	**1004**	**1680**	**936**	**679**	**1273**	**1231**	**1375**	**1870**	**2812**

6.3. SÉRIES DE VAZÕES CONSUNTIVAS

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE BARRA DO POMBA
ANEXO 1B - SÉRIE DE VAZÕES CONSUNTIVAS

1. CASO A SÉRIE DE VAZÕES INFORMADA NO ANEXO 1A NÃO CONSIDERAR AS CORREÇÕES (ADIÇÕES DAS VAZÕES CONSUNTIVAS) DEVIDAS AOS USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE, O EMPREENDEDOR DEVERÁ INFORMAR, NESTE ANEXO , A SÉRIE DE VAZÕES CONSUNTIVAS PARA O MESMO PERÍODO DA SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS

2. O EMPREENDEDOR DEVERÁ INFORMAR TAMBÉM NESTE ANEXO A ESTIMATIVA DE VAZÕES MENSAIS REFERENTES A USOS CONSUNTIVOS PARA O PERÍODO DE OPERAÇÃO DA USINA

VAZÕES EM (M³/S)

ANO	MESES												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1931	1109	2493	1852	1274	672	502	409	335	347	447	489	878	**901**
1932	1652	1388	1175	606	517	511	325	311	293	361	457	1190	**732**
1933	1496	810	704	491	389	301	329	273	297	380	396	1097	**580**
1934	1593	667	732	487	347	278	241	216	226	235	252	1009	**524**
1935	1024	2310	1188	764	490	402	331	292	274	446	349	394	**689**
1936	310	521	1512	845	401	274	223	227	277	257	346	782	**498**
1937	1540	1576	738	620	596	374	293	244	236	420	646	1640	**744**
1938	1405	1252	1074	769	534	420	342	386	314	443	609	1056	**717**
1939	1205	1082	662	747	420	325	279	246	239	240	357	625	**536**
1940	1109	1517	1266	604	408	336	288	247	253	322	736	775	**655**
1941	921	580	782	597	389	340	337	271	389	426	505	1003	**545**
1942	1085	856	1166	667	501	379	364	291	263	371	503	1186	**636**
1943	2331	1647	1285	736	493	442	363	345	325	485	443	965	**822**
1944	841	1591	1739	780	477	381	337	300	275	295	341	624	**665**
1945	991	1439	891	747	415	394	378	287	276	268	410	800	**608**
1946	1612	726	879	660	381	325	284	251	228	304	421	476	**546**
1947	1321	1499	2535	1014	608	446	472	395	397	440	590	1116	**903**
1948	1005	1336	1515	816	509	391	303	293	245	268	368	930	**665**
1949	1242	1666	907	594	389	376	323	284	252	332	361	755	**623**
1950	1380	1750	1173	960	607	385	323	269	255	314	661	1043	**760**
1951	1247	1343	1640	1128	589	421	387	332	293	283	262	538	**705**
1952	1307	1737	1882	912	526	499	382	322	338	397	611	768	**807**
1953	517	659	587	609	431	351	303	268	268	248	454	678	**448**
1954	418	520	378	420	367	280	217	194	179	206	288	369	**320**
1955	844	406	361	391	273	253	201	181	161	209	343	644	**356**
1956	570	347	654	347	312	297	228	244	210	209	291	757	**372**
1957	734	763	1197	1085	480	362	321	263	318	267	437	916	**595**
1958	473	839	657	552	536	416	332	247	307	372	526	659	**493**
1959	1206	573	906	681	326	255	229	239	195	251	499	488	**487**
1960	713	1119	1874	669	455	366	312	281	255	261	339	883	**627**
1961	2138	2102	1953	992	685	469	369	315	250	237	311	469	**858**
1962	918	2088	1109	561	396	329	280	248	267	337	591	1005	**677**
1963	904	966	614	350	272	251	230	215	193	201	313	224	**394**
1964	631	1320	597	412	329	263	290	236	215	336	437	763	**486**
1965	1542	1990	1415	707	791	498	418	362	309	472	642	781	**827**
1966	2264	825	1229	752	524	379	319	279	264	358	989	1060	**770**
1967	2117	2241	2001	1064	621	497	400	319	289	275	667	952	**954**
1968	1037	601	736	460	310	260	239	243	261	272	240	579	**436**
1969	782	578	658	458	295	293	256	244	219	291	597	827	**458**

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE BARRA DO POMBA
ANEXO 1B - SÉRIE DE VAZÕES CONSUNTIVAS

1. CASO A SÉRIE DE VAZÕES INFORMADA NO ANEXO 1A NÃO CONSIDERAR AS CORREÇÕES (ADIÇÕES DAS VAZÕES CONSUNTIVAS) DEVIDAS AOS USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE, O EMPREENDEDOR DEVERÁ INFORMAR, NESTE ANEXO , A SÉRIE DE VAZÕES CONSUNTIVAS PARA O MESMO PERÍODO DA SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS

2. O EMPREENDEDOR DEVERÁ INFORMAR TAMBÉM NESTE ANEXO A ESTIMATIVA DE VAZÕES MENSAIS REFERENTES A USOS CONSUNTIVOS PARA O PERÍODO DE OPERAÇÃO DA USINA

VAZÕES EM (M³/S)

ANO	MESES												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1970	820	691	715	406	292	237	249	221	330	353	418	384	**426**
1971	362	182	473	258	204	253	179	166	223	304	603	1060	**356**
1972	760	1028	1124	571	338	302	309	261	223	381	624	781	**559**
1973	1058	1224	777	712	447	345	315	285	260	337	609	744	**593**
1974	988	668	956	765	421	369	317	268	231	300	290	633	**517**
1975	1119	998	652	439	329	258	274	230	205	343	648	803	**525**
1976	728	780	793	605	445	444	459	352	473	578	750	1101	**626**
1977	1147	716	507	618	366	295	251	209	269	228	473	1047	**510**
1978	1369	819	819	469	365	342	295	250	229	249	423	534	**514**
1979	825	2168	1062	624	496	405	344	316	337	270	694	865	**701**
1980	1376	1003	600	774	363	301	270	241	226	257	347	826	**549**
1981	1218	636	618	462	317	277	229	208	184	276	650	1018	**508**
1982	1128	702	1660	1084	512	441	370	334	252	394	455	1193	**710**
1983	2076	1384	1299	1198	765	1463	728	497	1056	1017	1154	1620	**1188**
1984	1144	614	594	615	575	358	310	297	285	260	336	542	**494**
1985	1714	1921	1902	946	618	499	375	333	325	325	409	592	**830**
1986	863	934	1068	509	377	290	287	276	216	183	186	868	**505**
1987	978	993	624	843	580	459	280	215	248	244	302	740	**542**
1988	843	1935	1163	695	597	471	337	272	227	311	439	446	**645**
1989	1064	1201	1164	708	412	406	327	322	295	314	343	616	**598**
1990	565	307	556	446	326	244	243	216	249	230	280	279	**328**
1991	1200	1194	1050	1169	581	360	310	258	257	367	330	450	**627**
1992	1347	744	574	460	404	283	278	237	362	440	802	787	**560**
1993	562	815	912	765	386	342	277	253	264	342	305	348	**464**
1994	934	427	806	654	555	366	298	266	216	218	312	524	**465**
1995	404	1169	518	386	297	245	236	198	173	320	501	718	**431**
1996	1195	964	1338	773	515	459	320	293	515	381	964	961	**723**
1997	1825	995	939	563	432	409	277	265	285	339	426	634	**616**
1998	606	797	531	426	307	347	247	256	213	346	480	576	**428**
1999	908	896	822	444	337	340	296	244	228	238	354	629	**478**
2000	1105	888	676	531	358	308	281	271	350	273	378	560	**498**
2001	622	597	483	386	270	223	187	166	177	232	381	608	**361**
2002	839	1101	627	353	310	243	231	219	243	195	412	806	**465**
2003	1295	731	669	496	340	298	274	251	248	299	429	681	**501**
Média	**310**	**182**	**361**	**258**	**204**	**223**	**179**	**166**	**161**	**183**	**186**	**224**	**161**
Máxima	**1103**	**1095**	**1004**	**664**	**442**	**370**	**308**	**270**	**278**	**324**	**474**	**776**	**593**
Mínima	**2331**	**2493**	**2535**	**1274**	**791**	**1463**	**728**	**497**	**1056**	**1017**	**1154**	**1640**	**2535**

6.4. TABELA DE COTAS, ÁREAS E VOLUMES

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO
<AHE BARRA DO POMBA>

ANEXO 2 - COTA X ÁREA X VOLUME DO RESERVATÓRIO

(Entre o NA mín de operação e o NA máximo de operação)

OBS: Cota referida ao Datum da Usina

COTA (m)	ÁREA (km²)	VOLUME (km³)
35	0	0
40	0,853	1,422
45	1,694	7,67
50	5,514	24,777
55	10,28	63,649
56,2	11,62	76,78
60	17,338	131,44

6.5. CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO
AHE BARRA DO POMBA

ANEXO 3 - CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA

OBS: Cota referida ao Datum da Usina

NÍVEL D'ÁGUA DE JUSANTE (m)	VAZÃO (m³/s)
41	226,86
41,5	388,95
42	585,67
42,5	823,58
43	1.203,16