ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO
CAMBUCI

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ORÇAMENTÁRIA

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

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 Carlos 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

ESTUDOS PARA LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO CAMBUCI

AVALIAÇÃO TÉCNICA E ORÇAMENTÁRIA

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-057/2007-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 Mensais 6
3.2.2. Estudo de Vazões Extremas 7
3.2.3. Hidrograma de Projeto 7
3.2.4. Vida Útil do Reservatório 7
3.2.5. Curva Chave do Canal de Fuga 8
3.2.6. Estudo de Remanso 8
3.3. ARRANJO GERAL 8
3.3.1. Características do Arranjo Selecionado 8
3.3.2. Barragem de Terra na Margem Direita 10
3.3.3. Muros Lateral Esquerdo e Lateral Direito 10
3.3.4. Vertedouro11
3.3.5. Circuito de Adução e Geração 11
3.3.6. Barragem de Concreto 11
3.3.7. FASES DE EXECUÇÃO DO DESVIO DO RIO 11
3.4. GEOLOGIA -GEOTECNIA 12
3.4.1. Estudos Geológico-Geotécnicos 12
3.4.2. Detalhamento do Projeto Geotécnico 17
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 19
3.5.6. Transformadores Elevadores 20
3.5.7. Sistema de Monitoramento e Controle Digital (SMCD) 20
3.5.8. Sistemas Auxiliares Elétricos 20

3.5.9. Sistemas Auxiliares Mecânicos 22
3.6. SUBESTAÇÃO E SISTEMA DE CONEXÃO 22
3.6.1. Cronograma de Montagem 23
3.7. ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS 23
3.7.1. Introdução 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 49
6.5. CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA 49

1. OBJETIVO

O presente relatório tem o objetivo de apresentar, de forma sucinta, a análise técnica e orçamentária do Aproveitamento Hidrelétrico CAMBUCI, 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 de Cambuci com potência instalada de 80,00 MW, localiza-se no entorno da cidade de Cambuci, no curso inferior do rio Paraíba do Sul (Bacia 58), distante cerca de 200 km da cidade do Rio de Janeiro, 17 km a montante da cidade de São Fidélis e 22 km a jusante da cidade de Itaocara, nas coordenadas 21º 34' 28,798"S de latitude sul e 41º 52' 06,802"W de longitude oeste (7 611 506,074 N e 202 938,177 E), abrangendo áreas dos municípios de Cambuci, São Fidélis e Itaocara, no Estado do Rio de Janeiro.

A presente análise foi realizada com base nos documentos que compõem os Estudos de Viabilidade da AHE CAMBUCI, com o processo na ANEEL nº 48500.000908/02-90 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, Abril de 2004

O Quadro 2.1 apresenta a Garantia Física e o Preço de Referência do AHE CAMBUCI.

Quadro 2.1: Dados básicos do empreendimento

Rio	Potência Instalada MW	Garantia Física MW Médio	Preço de Referência R$/MWh
Paraíba do Sul	50,0	35,8	147,89

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.

As restituições apresentadas, a que trata de toda a bacia, executada no ano de 1965 em escala de 1:60.000, e outra executada no ano de 2.000, referente ao trecho São Fidélis-Itaocara, na escala de 1:30.000, utilizadas em conjunto, de forma a se juntar ao adensamento de pontos, pode-se dizer que seria a forma técnica perfeitamente adequada para tal determinação dos limites das bacias e do reservatório.

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

3.2. HIDROMETEOROLOGIA

Para a análise da hidrometeorologia, foram selecionados os assuntos de maior relevância, que são: série de vazões médias mensais, curva chave do canal de fuga, estudo de vazões extremas, 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 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 de série de vazões objetivaram a reconstituição da série de vazões naturais, bem como a série de vazões defluentes, ambas no local do aproveitamento Cambuci. Em particular, a série de vazões neste rio assume características peculiares, visto que, há várias décadas é feita a transposição de 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 Cambuci apresenta não só a consolidação das series de descargas mensais naturais, bem como a série de descargas defluentes (regularizadas), ambas afluentes ao local do aproveitamento.

3.2.1.1 Série de vazões mensais naturais 1931 a 2003

Face à proximidade entre o AHE Barra do Pomba e o AHE Cambuci, a série de vazões mensais naturais em Cambuci foi obtida com base na série do AHE Barra do Pomba multiplicada pela relação das duas áreas de drenagem dos dois locais, ou seja, 43.255/43.046 = 1,0049.

3.2.1.2 Série de Vazões Mensais Regularizadas 1931 a 2003

Igualmente, a série de vazões regularizadas em Cambuci foi obtida com base na série do AHE Barra do Pomba multiplicada pela relação das duas áreas de drenagem dos dois locais, ou seja, 43.255/43.046 = 1,0049.

Do ponto de vista prático, a série de descargas regularizadas é aquela que interessa aos estudos de geração da Usina Cambuci. Esta série foi ainda deduzida da parcela constante de 29,4 m^3/s, sendo 4 m^3/s para escada de peixe e fluxo pela margem, e 27, 40 m^3/s decorrente da vazão de uso consuntivo fixada pela ANA para o ano de 2040.

Julgamos que a metodologia está adequada para obtenção das séries de Cambuci a partir das séries de Barra do Pomba.

3.2.2. Estudo de Vazões Extremas

Este estudo baseou-se na série de dados do posto de Três Irmãos localizado próximo ao local do aproveitamento.

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

Transferiram-se por relação de áreas de drenagem (valor de 1,0032), as vazões para diversas recorrências do posto de Três Irmãos para o local do aproveitamento.

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

Obtiveram-se para diversas recorrências as vazões instantâneas. A vazão decamilenar obtida para dimensionamento dos órgãos extravasores foi de 11.809 m^3/s.

Esta mesma metodologia foi também utilizada para determinação das vazões para 5 a 100 anos no período de estiagem de Maio a Outubro para efeito de planejamento de obras.

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 1979 a 2002 apenas.

Não obstante a utilização de um número de anos tão pequeno, deveria ser incluído um quadro com as vazões máximas anuais do posto de Três Irmãos.

Em vista da amostra de dados reduzida, seria oportuno verificar a compatibilidade das vazões máximas obtidas para o AHE Cambuci, com os estudos mais recentes de cheias realizados para o AHE Itaocara (projeto), próximo ao local do AHE Cambuci, 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 Cambuci 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 sólida de 38.969,5 t/ano. Para esta descarga, o sedimento atingiria a cota da soleira do vertedouro (27,00 m) em 13 anos. Considerando a permanência da ensecadeira de montante na El. 32,00 e cenários com/sem reservatórios a montante, o sedimento atingiria a cota 32,00 em período de 21 a 2000 anos. Cabe ressaltar que no projeto, esta ensecadeira será removida para passagem do escoamento na segunda fase de desvio.

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 assim, que a Tomada d´água, situada ao lado do vertedouro, venha a ser assoreada.

Como a Tomada d´Água fica em cota inferior à cota do vertedouro, será também importante manter a ensecadeira na elevação 32,00 m, a montante da Tomada d´Água.

3.2.5. Curva Chave do Canal de Fuga

Inicialmente foi estabelecida a curva chave no local do canal de fuga com base em 7 medições de descarga, cujos valores variaram de 126,81 m^3/s a 1.522,04 m^3/s. A extrapolação da curva chave para vazões maiores foi feita através de cálculo de remanso, utilizando-se seções transversais em um estirão de 7,3 km. A calibragem do modelo foi feita com base nas medições de vazões referida acima.

A metodologia de extrapolação é satisfatória. Entretanto, o texto não explica como foi escolhida a seção inicial de remanso, e como foram calculados os tirantes d´água na mesma.

Tendo em vista que o vertedouro do AHE Cambuci 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

É apresentado um estudo de remanso no apêndice 4 do estudo de viabilidade, não estando o mesmo incorporado aos textos dos quatro volumes do relatório principal.

Utilizaram-se 33 seções a partir da seção S1 que deu origem à curva chave. O estudo foi realizado para as condições naturais e com a implantação da barragem.

O resultado dos perfis d'água sem o empreendimento mostrou a ocorrência de controle hidráulico exercido pela calha do rio nas proximidades das seções S8, S10 e S15. Vazões acima de 2.000 m^3/s atingem a cidade de Cambuci na condição natural do rio. A inserção do empreendimento na calha do rio não altera substancialmente os níveis d'água em situações de cheia, considerando-se a situação das comportas totalmente abertas.

O remanso gerado pela vazão decamilenar alcança a cota máxima de 44,31 m (seção S18), na situação do vertedouro operando com todas as comportas abertas.

O estudo foi feito de forma detalhada e consistente, entretanto não é abordado se o remanso para a vazão decamilenar influenciará os níveis do canal de fuga do AHE Barra do Pomba situada a montante.

3.3. ARRANJO GERAL

3.3.1. Características do Arranjo Selecionado

O aproveitamento de Cambuci se beneficia dos efeitos reguladores dos reservatórios do alto e médio rio Paraíba do Sul e de seu afluente Jaguari, e da operação das futuras hidrelétricas de Itaocara e Barra do Pomba que se situam a poucos quilômetros a montante. Seu eixo foi deslocado 500 m a jusante daquele do inventário a fim de se aumentar a queda.

O AHE Cambuci foi idealizado para operar a fio d'água.

O arranjo geral selecionado para o AHE Cambuci compreende as estruturas a seguir:

- Barragem de Terra;

- Barragem de Enrocamento;
- Muro Lateral Esquerdo;
- Vertedouro;
- Muro Lateral Direito;
- Circuito de adução e geração na margem direita, constituído de canal de adução e os blocos da Tomada de Água e Casa de Força em estrutura monolítica, e Canal de Fuga;
- Barragem de Concreto.
- Dique 2 na margem esquerda;
- Dique 1 entre a margem esquerda e a ilha do Gumercindo;

Além da alternativa selecionada (5), foram estudadas outras quatro alternativas de arranjo geral. A potência instalada de todas as alternativas estudadas é de 50 MW. Todas alternativas estudadas são apresentadas a seguir.

- Alternativa 1 - As estruturas foram posicionadas alinhadas em um eixo com direção nor-nordeste, com as estruturas de concreto na margem direita, a barragem de terra na margem esquerda até a ferrovia e dois diques margeando a ferrovia. O vertedouro no leito do rio e as estruturas de geração na margem direita, separados por um muro. O conjunto Tomada d´Água/Casa de Força é constituído por um bloco monolítico de concreto. A elevação do nível de água máximo é 37,50 m.
- Alternativa 2 – Nesta alternativa, a Tomada d´Água/Casa de Força foi mantida na mesma posição da alternativa 1. O muro direito, mais extenso, deflete para norte, onde, a seguir, situa-se o Vertedouro, o Muro Esquerdo e a Barragem 1, de terra, até a ilha do Gumercindo, depois um dique e da Barragem 2 de terra. O nível de água máximo está na elevação 37,50 m.
- Alternativa 3 – Esta alternativa possui o vertedouro junto à margem direita, cujo eixo está na direção lés-nordeste, seguido de um muro que deflete para o norte onde se situa a Tomada d´Água/Casa de Força. A seguir, tem-se a barragem 1, de terra, até a ilha do Gumercindo, um dique e a barragem 2, também de terra. Nesta alternativa a elevação do nível de água máximo é 37,20 m.
- Alternativa 4 – Esta alternativa possui a mesma disposição da alternativa 3, a menos que a barragem 2 foi substituída pelo dique 2, o qual margeia a margem do rio. O nível d´água máximo está na elevação 39,20 m.
- Alternativa 5 – A disposição das estruturas é: Tomada d´Água/Casa de Força, Muro Lateral Direito, Vertedouro, Muro Lateral Esquerdo, Barragem de Terra, Dique 1 e Dique 2. Os eixos das estruturas de concreto, com pequenas deflexões entre si, têm direção norte, a barragem de terra deflexiona no sentido oeste. Há o Dique 2 entre a ilha do Gumercindo e a margem esquerda e o dique que margeia o rio em sua margem esquerda. O nível d´água está na elevação 39,20 m.

A alternativa selecionada (Alternativa 5) foi concebida com a barragem de grande extensão longitudinal à calha do rio, de forma a evitar atingir a cidade de Cambuci, a ferrovia e a rodovia RJ-158. A localização da Casa de Força, no extremo de jusante, visou a obtenção da maior queda possível.

A comparação econômica foi efetuada para a motorização da usina, que indicou atraente a de capacidade instalada de 51 MW com fator de capacidade de 76%, capacidade essa

ligeiramente superior às da faixa mais econômica. Porém, como a menor descarga medida no local do aproveitamento foi de 127,2 m³/s, considerou-se que para atendimento à questão ambiental sem perda de energia, uma turbina de Cambuci, com limitação de tempo, pode operar com vazões na faixa dos 40% da vazão nominal. Dessa forma, conclui-se que a vazão máxima das turbinas de Cambuci deverá ser em torno de 327 m³/s cada uma, que corresponde a uma potência instalada de aproximadamente 25 MW.

O Dique 2, com crista na elevação 45,00 m tem uma extensão de 2.866 m. As ensecadeiras são incorporadas. Sua seção transversal típica entre as ensecadeiras possui uma crista com 6,00 m de largura, taludes com inclinação de 1,8:1 (H:V) em ambos os lados e filtro vertical e tapete drenante horizontal. Ainda, há a previsão de um *cutoff* até a rocha com base de 4,00 m. Os 300 m do dique entre as estacas 38 e 53, deverão ser protegidos a jusante com enrocamento. A montante entre a ensecadeira e a crista há uma proteção com *riprap*.

O Dique 1 possui crista na elevação 42,00 m e tem uma extensão de 306 m. A ensecadeira de montante é incorporada e a de jusante não. A crista de sua seção transversal possui 6,00 m de largura. Os taludes de montante e de jusante têm inclinação de 1,8:1 (H:V). Na elevação 37,00 m, a jusante, é prevista uma berma com largura de 3,00 m. Existe previsão de um *cutoff* até a rocha com largura na base de 4,00 m.

3.3.2. Barragem de Terra na Margem Direita

A Barragem de Terra tem uma extensão de 2.310,00 m. Sua crista está na elevação 42,00 m e possui uma largura de 6,00 m. As ensecadeiras de jusante e de montante são incorporadas. O maciço da barragem propriamente dito é de solo compactado e possui filtro vertical e tapete drenante horizontal. A montante, entre a crista da ensecadeira e sua crista é previsto *riprap*. O talude de montante possui uma inclinação de 1,8:1 (H:V) e o de jusante possui a mesma inclinação entre a crista e uma berma com 3,00 m de largura na elevação 37,00 m. Abaixo da berma o talude passa a ser de 2:1 (H:V).

Próximo ao Muro Lateral Esquerdo há um trecho de barragem de enrocamento, também com largura da crista igual a 6,00 m. A barragem cujos taludes possuem inclinação de 1,5:1 (H:V) possui núcleo de solo compactado com 4,00 m de espessura entre as elevações da crista, 42,00 m, e do nível d´água máximo, 39,20 m. A partir daí, cresce com taludes de 0,3:1 (H:V) de ambos os lados. Entre o enrocamento e o solo são previstos a montante, material de transição, e a jusante, material filtrante seguido de material de transição. A extensão desta barragem é de 30,00 m excetuando-se o trecho que envolve o Muro de Transição.

3.3.3. Muros Lateral Esquerdo e Lateral Direito

O Muro Lateral Esquerdo, de concreto, tem crista na elevação 42,00 m, extensão de 22,25 m e largura da crista de 7,00 m. O paramento de montante é vertical entre a elevação da crista e a do nível de água máximo normal, abaixo desta elevação, o paramento tem uma inclinação de 0,15:1 (H:V). O paramento de jusante também é vertical em sua parte superior até a elevação 31,82 m cuja inclinação, a partir daí, passa a ser de 0,65:1 (H:V).

O Muro Lateral Direito, de concreto, possui crista na elevação 42,00 m, extensão de 26,15 m e largura da crista igual a 6,20 m. O paramento de montante é vertical desde a crista até a elevação 39,20 m; para baixo sua inclinação é de 0,15:1 (H:V). A jusante tem-se um balanço de 0,80 m com altura variável de 1,50 m a 2,50 m. Daí, o paramento é vertical até a elevação 31,49 m, onde muda para uma inclinação de 0,7:1 (H:V).

Estas estruturas estão assentes sobre rocha sã, e são consideradas estáveis na verificação da estabilidade global

3.3.4. Vertedouro

O Vertedouro do tipo de superfície é do tipo controlado, de soleira baixa, em concreto armado, e está assente sobre rocha sã. Possui 10 vãos com 20,00 m de largura, separados por pilares com 3,50 m de espessura. As comportas de segmento têm 20,00 m de largura e 13,00 m de altura. O Vertedouro foi dimensionado para a vazão máxima provável (tempo de recorrência de 10.000 anos) de 11.809 m3/s. A bacia de dissipação possui laje na elevação 26,00 m e extensão de 40,00 m. Na verificação da estabilidade global estrutura do Vertedouro é estável.

3.3.5. Circuito de Adução e Geração

O Canal de Adução, em rampa descendente de 3:1 (H:V), aduz a vazão máxima a ser turbinada da ordem de 654 m^3/s. Sua elevação inferior junto à tomada de água é 11,00 m. Sua largura é de 37,20 m.

O conjunto Tomada de Água/Casa de Força (tipo semi-abrigada) é composto por dois blocos de concreto, com 19,10 m de largura por 62,60 m de comprimento cada um. A Casa de Força, com altura máxima de 34,70 m, abriga duas unidades geradoras, tipo Bulbo, com potência unitária de 25 MW.

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.

O canal de fuga escavado em rocha em rampa ascendente de 4:1 (H:V). Possui a largura de 37,20 m e sua elevação junto à saída dos tubos de sucção é de 11,25 m.

3.3.6. Barragem de Concreto

A Barragem de Concreto tem 86,65 m de extensão com crista na elevação 41,20 m. Sua seção possui crista com 6,20 m de largura dos quais 3,00 m para montante são em balanço. Seu paramento de montante a partir da elevação 39,20 m tem inclinação de 0,25:1 (H:V), o de jusante entre a crista e a elevação 30,34 m é vertical e abaixo desta elevação possui uma inclinação de 0,7:1 (H:V). Na verificação da estabilidade global da estrutura da Barragem é estável, podendo ter otimizações visando redução de concreto.

3.3.7. FASES DE EXECUÇÃO DO DESVIO DO RIO

A Usina de Cambuci será implantada em duas fases:

- **1ª Fase**

Na 1ª fase de desvio do rio, serão executadas as ensecadeiras que possibilitarão secar a área das estruturas de concreto, junto à margem direita. Esta ensecadeira é composta, na parte da várzea, por uma pré-ensecadeira de solo lançado até 0,40 m acima do nível de água do rio, possui uma crista de 3,00 m e taludes com inclinação de 2,5:1 (H:V) e depois complementada até a elevação 32,95 m com solo compactado, possui uma crista com 5,00 m de largura e taludes a montante de 2,5:1 e a jusante de 1,8:1 (H:V); na parte do rio é composta por uma pré-ensecadeira de enrocamento lançado e 3,00 m de crista, também até 0,40 m acima do nível de água e solo lançado a montante, depois é complementada até a elevação 32,95 m com solo compactado separado por material de transição do enrocamento, seus taludes são 1,5:1 a montante e 1,8:1 a jusante (H:V) com a crista com 5,00 de largura.

Após a conclusão da ensecadeira são efetuados os trabalhos de escavação, tratamento de fundação, concretagem das estruturas de concreto e tratamento de fundação para a

Barragem de Enrocamento e seu início.

- **2ª Fase**

Nesta fase, serão removidas as ensecadeiras de 1a fase, a menos dos trechos junto ao muro esquerdo, e construídas as ensecadeiras de 2ª fase, de montante e de jusante, visando a secar a área de implantação da barragem de terra e diques.

O desvio nesta fase é previsto pelos vãos do vertedouro. Nesta fase são concluídas as obras.

As ensecadeiras da barragem de terra serão incorporadas. A ensecadeira de montante constitui-se de uma pré-ensecadeira de enrocamento com crista de 3,00 m, com selo de solo lançado, entre os dois materiais é prevista uma camada de material de transição. A crista possui elevação variável. Seu complemento é efetuado com solo compactado, talude de montante 1,5:1 e de jusante 1,8:1 (H:V) e crista com 3,00 m de largura. Ainda a montante existe uma proteção com *riprap*. Sua crista tem elevação variável.

A ensecadeira de jusante é constituída por uma pré-ensecadeira de enrocamento e solo lançado cuja elevação também é variável. Seu complemento é efetuado por enrocamento compactado que ficará sob a barragem, este até a elevação 32,00 m, e solo compactado em elevação variável. Entre o solo e o enrocamento é prevista uma transição.

A ensecadeira de montante do dique 1 será incorporada enquanto que a de jusante não o será. Ambas as ensecadeiras são de solo compactado cuja crista é de 3,00 m. A de montante possui taludes de 1,5:1 a montante, que é protegida por *riprap* e a jusante de 1,8:1 (H:V).

As ensecadeiras do Dique 2 serão incorporadas. A ensecadeira de montante no leito do rio possui as mesmas características daquela da barragem de terra. A de jusante, também no trecho de rio, é efetuada com enrocamento lançado com crista na elevação 37,00 m e solo lançado, entre os materiais há uma transição. Há um pequeno trecho acima do nível de água que possuirá somente a ensecadeira de montante de solo compactado com *riprap* em sua face de montante.

Essas ensecadeiras permitirão executar limpeza, tratamento de fundação e a construção das barragens e diques.

Os selos das ensecadeiras incorporadas nas barragens e diques, terminada a obra, serão removidos.

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, foram realizados mapeamento geológico de superfície e uma campanha de investigações de campo envolvendo a realização de sondagens a percussão e mistas, e ensaios de campo, na área de implantação do barramento e do Dique 1. Não foram efetuadas investigações na área do Dique 2 que protege a cidade de Cambuci, exceto na sua ombreira na ilha do Gumercindo.

As investigações realizadas compreenderam:

a) 17 sondagens à percussão, com ensaios de penetração (SPT), a cada metro, e ensaios de infiltração (realizadas ao longo do eixo da barragem e do Dique 1, e na ombreira direita), e

b) 05 (cinco) sondagens “mistas”, inclinadas de 30º com a vertical, localizadas no sítio das estruturas de concreto, com ensaios de perda d’água.

Essas investigações, associadas ao mapeamento, permitiram inferir as condições geológico-geotécnicas de fundação das obras na área do barramento de forma razoável e compatível com o nível dos estudos de viabilidade. Entretanto, isto não aconteceu na área do Dique 2, ficando sua fundação carente de caracterização geológico-geotécnica.

A área de implantação do AHE Cambuci apresenta as seguintes características geológico-geotécnicas:

a) Depósitos aluvionares: presentes nas margens e nas ilhas, apresentam espessuras variáveis, atingindo 12,8 m na margem direita a jusante da casa de força e 5m, respectivamente. Segundo as sondagens executadas e algumas exposições em superfície, constituem-se de camadas arenosas fina, média e grossa, siltes arenosos e argilas siltosas e arenosas.

b) Solos coluvionares: ocorrem com espessura variável sobre o residual, principalmente na meia encosta e sopé dos morrotes colinosos presentes nas duas margens e nas ilhas do Romão e Gumercindo. Basicamente constituem-se de argila arenosa ou siltosa com pedregulhos.

c) Maciço rochoso: constituído por gnaisses com forte bandeamento composicional vertical de direção NE no entorno do rio. Na ombreira direita, a montante da área prevista para a casa de força, foi observado, em afloramento, que o maciço rochoso apresenta estrutura de dobra. Em afloramento, o maciço rochoso é pouco fraturado, com algumas fraturas acompanhando a foliação, originadas pelo desconfinamento. Raras juntas de alívio, de pequena continuidade, subhorizontais e/ou acompanhando a topografia são observadas, podendo-se observar ainda, faixas migmatíticas e veios quartzosos. A rocha varia de pouco alterada a alterada.

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 Direita e Leito do Rio – Obras de Concreto, Subestação e Ensecadeiras de 1ª Fase

Na área do leito do rio, onde estão previstas as ensecadeiras, as estruturas de concreto e grande parte do barramento, as investigações e os afloramentos nos períodos de nível d’água baixo permitiram inferir um maciço rochoso, alterado nos primeiros metros (até 1 a 2 m) e, a partir daí, se apresenta são e fraturado a muito fraturado, com fraturas subverticais abertas, nos 5 m superficiais.

Em toda esta região foram realizadas apenas quatro sondagens na ombreira direita (duas mistas e duas a percussão) e duas sondagens mistas no leito do rio, sendo que estas, em decorrência da evolução do estudo, ficaram posicionadas fora da área de fundação das estruturas previstas no arranjo selecionado.

Assim, dado ao fato dessas informações estarem afastadas da área da fundação das estruturas propriamente ditas, é necessário que, para o desenvolvimento do projeto básico, seja realizada uma campanha de investigações complementares envolvendo sondagens mistas e/ou rotativas para caracterização do seu maciço de fundação, principalmente quanto à ocorrência de descontinuidades, visando a

definição dos tratamentos necessários e a confirmação dos níveis de fundação previstos na viabilidade, em particular do vertedouro e muros, os quais estão mais próximos do topo rochoso.

Na margem direita, o topo rochoso, que aflora em alguns pontos nas imediações e para montante do eixo do barramento, mergulha significativamente na direção de jusante, onde se apresenta recoberto por solos residuais e por sedimentos aluvionares que, com 13 m de espessura, se apresentam moles até os 8 m de profundidade e com nível d'água freático elevado. Neste local, está prevista a execução de um aterro de 8m de altura para implantação da área do pátio de descargas e manobras, da subestação e das escavações para a escada de peixe que, para o seu dimensionamento no projeto básico, necessita de investigações complementares para caracterização geológico-geotécnica dos sedimentos e do solo residual que recobrem o maciço rochoso e que servirão de fundação do aterro.

b) Leito do Rio e Margem Esquerda – Barragem de Terra, Diques e Ensecadeiras

As obras de terra previstas para o fechamento do rio na margem esquerda, compreendem a Barragem, os Diques 1 e 2 e as ensecadeiras, que se desenvolvem ao longo do rio, a partir do vertedouro, sobre as ilhas próximas a margem esquerda.

Nas ilhas, a área de implantação dessas obras apresenta camada aluvionar, nas áreas mais baixas, com espessuras variáveis, que atingem 5 m, e boa resistência a partir do primeiro ao segundo metro de profundidade. Este material apresenta passagens mais permeáveis e outras menos permeáveis com ocorrência errática. Nas partes mais altas das ilhas, ocorrem solos coluvionais recobrindo o solo residual de gnaisse.

Nesses locais o maciço rochoso de gnaisse se apresenta são e fraturado nos dois primeiros metros com porções alteradas na superfície.

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

Neste caso e naqueles em que a barragem ou diques estão assentes sobre o topo rochoso, 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, observamos que a campanha de investigações realizada ao longo das obras de terra para o estudo de viabilidade, envolvendo somente sondagens a percussão com ensaios de permeabilidade, embora forneça as características de resistência e de permeabilidade da capa de solo e um indicativo da proximidade do topo rochoso, carece de informações da condutividade hidráulica do maciço rochoso que poderiam ser fornecidas por sondagens mistas ou rotativas.

Finalmente ressaltamos que a área do Dique 2 de proteção da cidade também deverá ser objeto de campanha de investigações complementares, haja vista que não foram realizadas investigações para caracterização de sua fundação, a exceção do seu encontro com a parte alta da ilha do Gumercindo. Além disso, esta área também necessitará de levantamento topográfico complementar já que na viabilidade o levantamento topográfico efetuado não cobriu toda a extensão do Dique 2.

Desta forma, recomendamos que seja executada 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 do projeto básico das obras de terra, envolvendo tanto a área do Dique 2 como da Barragem, do Dique 1 e das ensecadeiras

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 de 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)		
	1 fase de desvio	**2 fase de desvio**	**TOTAL**
	Obras na Margem Direita	**Obras na Margem Esquerda e Leito do Rio**	
1. Demanda de Materiais			
Solo	241.000	1.911.792	2.152.792
Areia	-	96.009	96.009
Rocha	133.270	318.409	451.679
2. Oferta de Materiais 2.1 Escavações Obrigatórias			
Solo	52.260	227.889	280.149
Rocha	159.818	-	159.818
2.2 Importação de Material			
Solo (área de empréstimo)	229.131	1.660.500	1.889.600
Areia (Jazida)	68.730(agregado miudo)	96.010	164.740
Rocha (pedreira)	6.904	333.015	339.919

(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 3.1, cabem os seguintes

comentários:

a) Solo

Foram identificadas as seguintes áreas de empréstimo de solo argiloso:

- 02 áreas de empréstimo de solo na margem esquerda e 01 na ilha, totalizando uma disponibilidade estimada de 1.500.000 m³;
- 01 área de empréstimo de solo na margem direita com um volume estimado de 337.500 m³.

Nessas áreas foram executadas, adequadamente, 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 o volume total das áreas de empréstimo investigadas praticamente atendam a demanda total de solo, uma pesquisa complementar de áreas de empréstimo na margem esquerda/ilhas, permitirão reduzir o custo de transporte e agilizar a construção das obras de segunda fase.

b) Pedreiras

Foi indicado na viabilidade uma área de pedreira na margem direita, recoberta por uma capa de solo e outra área na margem esquerda, em frente a ilha do Romão para complementar as necessidades.

Entretanto, não foram avaliados os volumes disponíveis nem a quantidade de estéril que as recobre. Desta forma, será necessário estudo e investigações complementares para caracterizar as pedreiras de forma adequada.

c) Jazidas de Areia

Nos estudos de viabilidade não foram feitas pesquisas detalhadas de jazidas na região do empreendimento, devendo, portanto ser efetuadas no Projeto Básico.

Na viabilidade é indicada uma área propícia a cerca de 2 km a montante da casa de força com areia fina a grossa e apropriada para filtros drenos e agregado miúdo.

Foram coletadas amostras na margem direita do rio próximo a foz do rio Pomba em três pontos a montante da área da barragem: Locais 1, 2 e 3 a montante da casa de força, a cerca de 10 km, 12 km e 13 km, respectivamente, todos consistindo de área já explorada de forma rudimentar, sem licença de exploração.

Nesses materiais foram executados ensaios de granulometria, cujos resultados não constaram dos documentos de projeto, analisado.

O único areal legalizado localiza-se a 40 km a montante, no rio Grande.

Não foram mencionadas na viabilidade as disponibilidades de cada jazida.

Desta forma, deverá ser efetuado um aprofundamento no estudo de jazidas de areia para o Projeto Básico envolvendo a caracterização do material, sua distância à obra e sua disponibilidade.

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

Nos casos em que a barragem está assente diretamente sobre a rocha, o tratamento de 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.

Nos locais de ocorrência de aluvião, onde foi previsto *cutoff*, o tratamento previsto é superficial com concreto, podendo ser necessário prever, no Projeto Básico, injeções no topo rochoso, no contato com o *cutoff*, caso as investigações complementares indicarem neste local, um maciço fraturado nos primeiros metros.

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 e as características geológico-geotécnicas dos materiais disponíveis e de fundação.

Tanto a barragem quanto os diques foram concebidos com seção homogênea em solo, incorporando parcialmente as ensecadeiras. Somente 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* com características geométricas adequadas, que atravessa toda a camada de aluvião até atingir o topo rochoso.

Destacamos, entretanto, que no Projeto Básico, as seções deverão ser verificadas à luz dos resultados das investigações complementares do maciço de fundação e do aprofundamento dos estudos dos materiais de construção.

3.4.2.3 Obras de Concreto

3.4.2.3.1 Tratamento de fundação

a) Vertedouro e Muros

Nos estudos de viabilidade não foram previstos tratamentos profundos da fundação (cortina de injeções) das obras de concreto.

Considerando a expectativa de que o maciço que se encontra mais fraturado nos 5m superficiais, a ser confirmado pela campanha complementar, e que para a implantação do Vertedouro são previstas escavações com pouca altura, ou mesmo praticamente no topo rochoso natural, os tratamentos poderão ser sistemáticos e mais intensos.

Desta forma 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.

b) Casa de Força e Tomada d'Água

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 no mínimo 13 m, muito superiores à espessura esperada de maciço fraturado .

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

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 Bulbo. As galerias da Casa de Força estão adequadas à instalação dos sistemas eletromecânicos.

3.5.2. Turbinas

As turbinas selecionadas, tipo Bulbo, com rotor Kaplan, são adequadas para a faixa de quedas e vazões operacionais do aproveitamento. Cada turbina acionará um gerador com 26,3 MVA de potência nominal. Foi prevista a velocidade da 90 rpm.

3.5.3. Geradores

Os geradores serão trifásicos, síncronos, eixo horizontal, próprios para acionamento por meio de turbinas hidráulicas do tipo Bulbo. 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 horizontal
• Quantidade	2
• Potência nominal	26.300 kVA
• Tensão nominal	4,16 kV
• Fator de potência	0,95
• Freqüência nominal	60 Hz
• Rotação nominal	90 rpm
• Isolação	Classe F
• Peso estimado do rotor	66 t
• Diâmetro externo estimado do rotor	4750 mm
• Comprimento estimado do rotor	1600 mm
• GD2 estimado	1100 tm^2
• Peso estimado do estator	75 t
• Diâmetro externo estimado do estator	5.800 mm

3.5.4. Equipamentos Hidromecânicos

3.5.4.1 Vertedouro

No Vertedouro estão previstos 10 vãos nos quais serão instaladas comportas de segmento de superfície com 20,0 m de vão e 13,0 m de altura, cujo acionamento será através de guinchos mecânicos. As características gerais dessas comportas indicadas no projeto estão adequadas às de operação de controle de nível do reservatório da usina. A comporta instalada na extremidade esquerda bem com a da extremidade direita do vertedouro serão providas de comportas basculantes para promover a descarga de detritos superficiais do reservatório.

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 feito por meio de um pórtico rolante a ser instalado na crista do Vertedouro.

3.5.4.2 Tomada d'Água

O arranjo e as características técnicas dos equipamentos da Tomada d'Água estão 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. Para a limpeza dessas grades foi prevista a instalação de uma máquina limpa grades tipo pórtico.

A jusante das grades foi previsto a instalação de comportas ensecadeiras constituídas de painéis intercambiáveis cujos manuseios serão por meio do pórtico da tomada d'água e casa de força.

3.5.4.3 Tubo de Sucção

De forma correta, no final do tubo de sucção foi prevista a instalação de uma comporta de emergência tipo vagão com acionamento hidráulico. Estas comportas constituirão o órgão de guarda em caso de falha do sistema de regulação da turbina. Além disso, visam permitir o esvaziamento do circuito hidráulico para realização dos serviços de manutenção a seco.

3.5.5. Equipamentos de Levantamento

3.5.5.1 Vertedouro e Tomada d'Água

No Vertedouro foi previsto a instalação de um pórtico rolante cujas características descritas no projeto apresentam de forma geral as condições operacionais requeridas para manuseio e manutenção dos equipamentos a serem instalados nessa estrutura.

3.5.5.2 Tubo de Sucção

Não houve previsão de equipamentos de levantamento no tubo de sucção. Essa solução não compromete as operações de esgotamento das unidades geradoras.

Deve-se analisar em fase futura do projeto, o sistema de movimentação para manutenção das comportas de emergência.

3.5.5.3 Casa de Força

Para atender aos serviços de manuseio, montagem e manutenção dos equipamentos da Tomada d'Água e Casa de Força, foi prevista a instalação de um único pórtico cujas características descritas no projeto apresentam de forma geral as condições operacionais requeridas para manuseio e manutenção dos equipamentos a serem instalados nessas estruturas.

3.5.6. 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 19.700 kVA/ONAN
- Potência máxima 26.300 kVA/ONAF
- Tensão primária 4,16 kV
- Tensão secundária 138 kV
- Peso total 62 t

3.5.7. Sistema de Monitoramento e Controle Digital (SMCD)

Em condições normais de operação, a usina será operada pelo Sistema de Monitoramento e Controle Digital (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 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 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, 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 a terra de modo a permitir a rápida operação das proteções contra faltas a 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 1 Ohm. Após a instalação do sistema, esta resistência será medida e, se for superior a 1 Ohm, deverá ser providenciada a instalação de uma malha de reforço ou de dispersão.

3.5.8.6 Subestação da Usina

A subestação da usina na tensão de 138 kV, do tipo convencional, ao tempo, é o ponto em que a usina se interliga ao sistema de transmissão associado.

Em sua concepção a subestação, é constituída por três vãos, sendo dois de entrada dos transformadores elevadores da própria usina e o terceiro para a saída da linha de 138 kV que se destina à subestação Italva de 138 kV, da Concessionária Ampla.

A Linha de Transmissão Cambuci-Italva, em 138 KV, será em circuito simples, com aproximadamente 30 km de extensão.

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.

3.6. 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 nova subestação elevadora do AHE Barra do Pomba, por meio de uma linha de transmissão, em 138 kV, interligando a subestação AHE Cambuci e a AHE Barra do Pomba, em circuito simples, com um cabo condutor CAA 4/0 AWG por fase e extensão aproximada de 5,1 km, composta das seguintes instalações de transmissão:

a) Ponto de interligação: SE AHE Barra do Pomba na tensão de 138 kV

b) LT 138 kV AHE Cambuci – AHE Barra do Pomba, CS, 1x CAA 4/0 AWG, 5,1 km

c) SE AHE Cambuci 138 kV, BS

   1×MG 138 kV

   1×EL 138 kV

   2×CT 138 kV

d) SE AHE Barra do Pomba, 138 kV, BS

   1×EL 138 kV

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

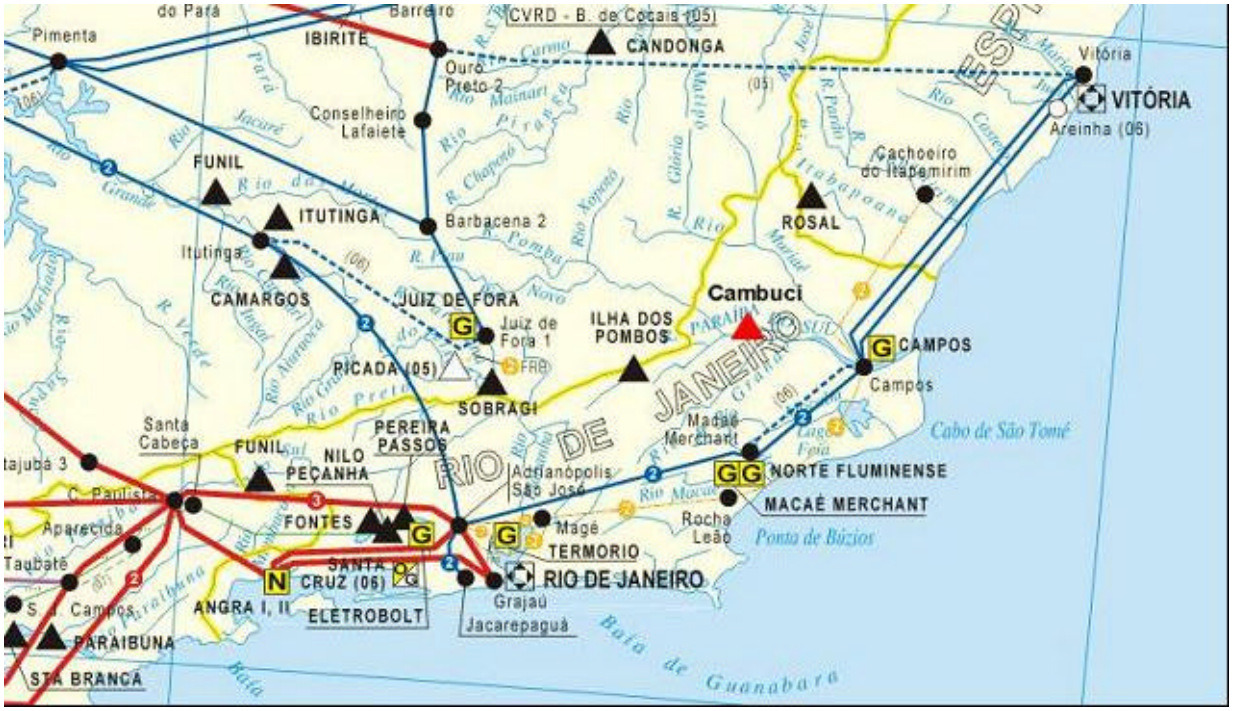

Figura 1

3.6.1. Cronograma de Montagem

O cronograma de montagem considerando a geração da primeira unidade no vigésimo terceiro mês e da segunda no vigésimo quarto 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.

3.7. ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS

3.7.1. Introdução

O Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA do AHE Cambuci, situada no rio Paraíba do Sul, com 50 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 Cambuci 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 FE010170 foi emitida pela FEEMA, em 16/12/2005, com validade até 16/12/2007 (Deliberação CECA/CLF nº 4.630, de 14/12/2005).

Em 26/12/2006, a Licença Prévia foi revogada pela CECA (Deliberação CECA/CLF nº 4.797). 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

Para a elaboração do Diagnóstico Ambiental do AHE Cambuci, o levantamento das informações foi efetuada, considerando-se as seguintes etapas:

- Levantamentos de dados secundários - Procedeu-se uma primeira aproximação da questão ambiental da região que dará suporte ao empreendimento em estudo, mediante o levantamento de informações contidas em relatórios, trabalhos científicos, teses e monografias que versam sobre a região ou trechos adjacentes à mesma.

  Foram pesquisados, principalmente, os acervos depositados nas bibliotecas da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA-RJ), do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ) e Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF-RJ), do IPHAN e da FUNAI. Foram ainda processados dados estatísticos contidos em documentação disponível pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE.

- Levantamentos de dados primários – foi realizada uma campanha de campo, em julho de 2002, por uma equipe multidisciplinar, compreendendo técnicos especialistas das áreas dos meios físico, biótico e socioeconômico. Nesta campanha, foram analisados, em especial, aspectos referentes ao uso e à ocupação do solo, propriedades e benfeitorias afetadas, aspectos da dinâmica da paisagem, aspectos geológicos e geomorfológicos da área de intervenção do empreendimento e as questões relacionadas à qualidade da água dos rios Paraíba do Sul e Pomba no trecho de interesse. Para a delimitação da área de estudo do AHE Cambuci foram consideradas questões geográficas, em especial as relacionadas à bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, na qual o empreendimento está inserido. Este critério balizou, em especial, a descrição dos meios físico e biótico. Para o meio socioeconômico, foram consideradas as questões relacionadas aos municípios cuja parcela territorial estará abrangida pela formação do futuro reservatório, Aperibé, Cambuci, Itaocara e São Fidélis.

O diagnóstico socioambiental foi realizado considerando a área de influência direta e indireta do aproveitamento, conforme descritas a seguir:

Área de Influência Indireta (AII): engloba os municípios que possuem terras afetadas pelo empreendimento. Por esse critério foram considerados os municípios de Aperibé, Cambuci, Itaocara e São Fidélis. Os três primeiros municípios estão localizados na mesorregião Noroeste Fluminense, enquanto que o último situa-se na mesorregião Norte Fluminense. Para os meios físico e biótico, foi considerado um recorte geográfico marcado pela bacia do rio Paraíba do Sul como trecho sob influência indireta do empreendimento.

Área de Influência Direta (AID): foi definida de acordo com a identificação das áreas diretamente influenciadas pelos impactos gerados pelo empreendimento, tanto no meio antrópico quanto no meio natural. Dessa forma, foram delimitadas como AID 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, as informações contidas no presente documento foram reunidas principalmente a partir das campanhas de campo.

3.7.3. Avaliação de Impacto Ambiental

Com base nas informações e no conhecimento da região adquirido no diagnóstico foram identificados e avaliados os impactos ambientais do AHE Cambuci, abrangendo as diferentes fases de implantação do empreendimento – construção, enchimento do reservatório e operação – e suas inter-relações com os aspectos socioambientais da área onde o empreendimento será instalado.

A significância dos impactos ambientais foi avaliada de acordo com sua magnitude e importância. Segundo FEEMA (1997), a magnitude considera grau de intensidade, a periodicidade e a amplitude temporal do impacto, e a importância, por sua vez, pondera o grau de significância de um impacto, tanto em relação ao fator ambiental afetado quanto a outros impactos. Tendo por base esses conceitos, para a avaliação da magnitude dos impactos, foram conjugados os seguintes critérios: natureza, incidência, abrangência espacial, permanência ou duração, reversibilidade, momento e cumulatividade.

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

Foram identificados e avaliados dezesseis impactos socioambientais, sendo seis referentes ao meio natural (físico-biótico) e dez ao meio socioeconômico.

Dentre os dezesseis impactos identificados, três foram considerados positivos, que se referem especialmente à geração de energia hidrelétrica, geração de empregos e dinamização da economia.

Treze impactos foram avaliados como negativos. Estes incidem tanto sobre o meio natural quanto sobre o ambiente antrópico como questões relativas ao uso do solo, às reações e expectativas da população, bem como à saúde da população da área de influência do empreendimento, entre outros.

No meio natural, os efeitos poderão ser sentidos tanto no ambiente aquático como no ambiente terrestre. No primeiro, observa-se que apesar de classificados como permanentes e irreversíveis, as alterações esperadas sobre a qualidade da água, e conseqüentemente sobre a biota aquática foram consideradas negativas, uma vez que o barramento cria um sistema diferente do original. Entretanto, cabe ressaltar que as mudanças, uma vez ocorridas, tendem a se estabilizar, criando um novo ambiente que funcionará de forma equilibrada com o meio adjacente.

Quanto ao ambiente terrestre, o efeito esperado sobre a biota deverá ocorrer principalmente durante as fases de construção e enchimento. Na fase de operação, o ambiente remanescente no entorno do lago deverá ser acrescido com um projeto de recuperação das margens, segundo a legislação vigente, o que poderá, a médio ou longo prazo melhorar as condições ambientais da região do empreendimento, em termos de áreas florestadas.

Quanto ao meio socioeconômico, observa-se que a maioria dos impactos de natureza negativa incide sobre a fase de construção, onde mais uma vez, os aspectos do empreendimento são mais invasivos nas áreas afetadas. Alguns destes ainda poderão ser sentidos durante a fase de enchimento do lago, quando então deverão cessar seus efeitos.

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

No Estudo de Impacto Ambiental, elaborado pela empresa HABTEC Engenharia Sanitária e Ambiental, foram previstos 17 Programas Socioambientais.

Além desses programas, a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente-FEEMA estabeleceu outros programas socioambientais como condicionantes da Licença Prévia, emitida em 16 de dezembro de 2005.

A condicionante número 11 da Licença Prévia-LP prevê 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 Aproveitamento Hidrelétrico Cambuci, localizado no rio Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro, possui 50 MW de potência instalada, e área do reservatório correspondente a 7,29 km^2.

O Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA do AHE Cambuci foi elaborado, em 2004, pela HABTEC Engenharia Sanitária e Ambiental Ltda., para a empresa Empreendimentos Patrimoniais Santa Gisele Ltda.

O processo de licenciamento ambiental do AHE Cambuci 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 4.630, de 14 de dezembro de 2005, a Licença Prévia - LP, nº FE010170, 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 355/2005 (validade 16/08/2008).

Em 26/12/2006, a Licença Prévia foi revogada pela CECA (Deliberação CECA/CLF nº 4.797). 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 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.

Antes da avaliação dos custos propostos, a EPE procedeu a uma verificação dos quantitativos referentes aos maiores volumes de materiais e de serviços, que é apresentada a seguir, no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Verificação dos Quantitativos

AHE CAMBUCI
RIO PARAÍBA DO SUL

CONTA	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANTIDADES		DIFERENÇA
			AGENTE	EPE	QUANT.
.11	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS				
.11.13	CASA DE FORÇA (incl.Pateo de Descarga e Monobras)				
.130012	Escavação				
.13001210	Escavação comum	m³	4.000	4.330	(330)
.13001211	Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	27.005	25.100	1.905
.12	BARRAGENS E ADUTORAS				
.12.16	DESVIO DO RIO				
.1622 - 1	Ensecadeiras da 1ª Fase				

AHE CAMBUCI
RIO PARAÍBA DO SUL

CONTA	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANTIDADES		DIFERENÇA
			AGENTE	EPE	QUANT.
.16221210	Escavação Comum	m³	4.060	5.140	(1.080)
.162219	Ensecadeira de Rocha e Terra	m³	124.875	105.330	19.545
.162219A	Transição Compactada	m³	2.020	1.680	340
.162219B	Enrocamento Lançado	m³	7.834	5.970	1.864
.162219C	Enrocamento Compactado	m³	796	1.680	(884)
.162219D	Aterro Compactado (solo argiloso)	m³	78.831	64.960	13.871
.162219E	Aterro Lançado (solo argiloso)	m³	35.394	31.040	4.354
.1622 - 2	Ensecadeiras da 2ª Fase - MONTANTE				
.16221210	Escavação Comum	m³	49.078	46.640	2.438
.162219	Ensecadeira de Rocha e Terra	gl	610.614	591.990	18.624
.162219A	Transição Compactada	m³	45.387	25.620	19.767
.162219B	Enrocamento Lançado	m³	92.620	95.730	(3.110)
.162219C	Enrocamento Compactado	m³	24.767	20.340	4.427
.162219D	Aterro Compactado (solo argiloso)	m³	398.322	385.670	12.652
.162219E	Aterro Lançado (solo argiloso)	m³	49.518	49.910	(392)
.1622 - 3	Ensecadeiras da 2ª Fase - JUSANTE				
.16221210	Escavação Comum	m³	48.570	47.960	610
.162219A	Transição Compactada	m³	29.843	27.640	2.203
.162219B	Enrocamento Lançado	m³	84.435	92.240	(7.805)
.162219C	Enrocamento Compactado	m³	60.893	47.520	13.373
.162219D	Aterro Compactado (solo argiloso)	m³	112.814	116.710	(3.896)
.162219E	Aterro Lançado (solo argiloso)	m³	51.156	56.040	(4.884)
.12.17	Barragens e Diques				
.1725	Barragens e Diques de Terra e Enroc. (MARGEM ESQUERDA)				
.172512	Escavação				

AHE CAMBUCI
RIO PARAÍBA DO SUL

CONTA	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANTIDADES		DIFERENÇA
			AGENTE	EPE	QUANT.
.17251210	Escavação comum	m³	67.965	63.800	4.165
.172524	Aterro Compactado (solo argiloso)	m³	486.853	501.820	(14.967)
.172525A	Enrocamento Compactado	m³	41.532	28.810	12.722
.172525B	Enrocamento Lançado	m³	3.537		3.537
.172529	Transição compactada	m³	25.366	21.000	4.366
.172530	Filtros Compactado (areia)	m³	34.793	32.870	1.923
.172531	Filtros Compactado (mat. processado)	m³	4.138	4.290	(152)
.1725A	Barragens e Diques de Terra e Enroc. (D I Q U E)				
.1725A12	Escavação				
.1725A1210	Escavação comum	m³	62.276	84.930	(22.654)
.1725A24	Aterro Compactado (solo argiloso)	m³	442.852	393.560	49.292
.1725A25	Enrocamento Compactado	m³	23.028	19.120	3.908
.172530	Transição compactada	m³	24.810	24.250	560
	Filtros Compactado (areia)	m³	45.214	40.180	5.034
.1726	BARRAGEM DE CONCRETO (Margem Direita)				
.172612	Escavação				
.17261210	Escavação comum	m³	6.363	6.370	(7)
.17261211	Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	1.397	1.650	(253)
.1727	TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO (Divisor, Contenção, Encosto, etc.)				
.172712	Escavação				
.17271211	Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	1.592	1.960	(368)
.12.18	VERTEDOURO				
.1828	VERTEDOURO DE SUPERFICIE + Bacia Dissipação				
.182812	Escavação				

AHE CAMBUCI
RIO PARAÍBA DO SUL

CONTA	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANTIDADES		DIFERENÇA
			AGENTE	EPE	QUANT.
.18281210	Escavação comum	m³	2.820		2.820
.18281211	Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	78.142	78.940	(798)
.12.19	TOMADA D'AGUA E ADUTORAS				
.1930	TOMADA D'AGUA				
.193012	Escavação				
.19301211	Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	11.381	11.000	381
.1931	CANAL de ADUÇÃO (e de aproximação)				
.193112	Escavação				
.19311210	Escavação comum	m3	1.195	1.380	(185)
.19311211	Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m3	26.759	17.270	9.489
.1935	CANAL DE FUGA	gl			
.193512	Escavação	m³			
.19351211	Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	10.025	17.500	(7.475)
.2037	OUTRAS CONSTRUÇÕES ESPECIAIS				
.2037 A	Obras Civís da SUBESTAÇÃO				
.2037 A1	Escavação comum	m³	3.950	4.250	(300)
.2037 A2	Reaterro Compactado	m³	42.043	48.310	(6.267)
.2037 B	ESCADA PARA PEIXE				
.2037 B1	Escavação				
.2037 B1.1	Escavação comum	m³	29.872	29.950	(78)
.2037 B1.2	Escavação em Rocha a Ceu Aberto	m³	3.517	3.500	17

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	24.794,99	9,51	20.526,56	10,00
Obras Civis	120.107,14	46,05	93.758,37	45,68
Equipamentos	115.934,92	44,45	90.980,61	44,32
Custo Direto Total	**260.837,05**	**100,00**	**205.265,54**	**100,00**
Custo Indireto	19.790,42	7,59	15.311,77	7,46
Custo Geração sem JDC	**280.627,47**		**220.577,31**	
Conexão	5.456,40	1,94	5.487,07	2,49
Custo Total sem JDC	**286.083,87**		**226.064,38**	
JDC	33.511,25		16.954,83	
Custo Total com JDC	**319.595,12**		**243.019,21**	

4.1. AVALIAÇÃO DOS CUSTOS PROPOSTOS

O custo estimado para os estudos socioambientais apresenta um desvio para maior de aproximadamente 17,21%, tomando como base a mesma incidência percentual proposta pelo requerente, em relação ao Custo Direto Total.

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 21,94%.

Na avaliação dos custos previstos para os equipamentos eletromecânicos, o valor obtido na simulação apresentou um desvio para maior de 21,52%.

Concluindo, os custos obtidos pela EPE para implantação da UHE Cambuci apresentam uma redução de aproximadamente, 20,98% em relação ao orçamento proposto pelo requerente.

5. CÁLCULO DO PREÇO DE REFERÊNCIA

No cálculo do Preço de Referência (R$/MWh) do AHE CAMBUCI, 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$ 226.064.380,00
  - Cronograma de Desembolso:

ANO -4	ANO -3	ANO -2	ANO -1	ANO 0
0,0 %	15,8 %	34,5 %	35,0 %	14,7 %

  - Potência Instalada = 50 MW
  - Garantia Física = 35,80 MW
  - O&M variável = 6,66 R$ / MWh
  - TUST = 2,65 R$ / KMW.mês
  - TUSD = 4,22 R$ / KMW.mês

O preço de referência do AHE CAMBUCI obtido foi de R$ 147,89/MWh.

6. ANEXO

6.1. FICHA DE DADOS DO EMPREENDIMENTO

Empresa de Pesquisa Energética

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

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:	07A5-099	Inscrição	16.252

UHE	UHE	Cambuci	Situação	Em atualização

EMISSÃO	15/03/2007 19:33:20:080

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	50000	KW	Situação do Empreendimento	NOVO
Ampliação	0,00	KW	Registro na ANEEL	Despacho 1080 de 25/08/2005
Potência Total Instalada	50000	KW	Situação do Projeto na ANEEL	APROVADO -Despacho 2162 de 19/09/2006

Situação na Partição de Queda dos Estudos de Inventário	Hidrelétrica a Montante	BARRA DO POMBA	Hidrelétrica a Jusante	MALTA

3.LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Coordenadas Geográficas			Rio	PARAIBA DO SUL			
Casa de Força	Lat.	21º 34`50,545"	Sub-Bacia	58	Bacia	Atlântico Leste	
	Long.	41º 51`52,713"	Barragem (Municípios) M. Direita	São Fidelis	UF	RJ	
Barragem	Lat.	21º 34`28,798"	M. Esquerda	Cambuci	UF	RJ	
	Long.	41º 52`06,802"	Casa de Força (Municípios)	São Fidelis	UF	RJ	

4.CARTOGRAFIA / TOPOGRAFIA

Projeção Cartográfica	Zona	23	Dataum	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	1:5000			

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	43.255	KM²		Vazão Máx. registrada em	Fev./1931	2545	m³/s
Precipitação média anual	1080	mm		Vazão Min. registrada em	Set./1955	193	m³/s
Evaporação média anual	1055	mm		Vazão Min. Média mensal	127,20		m³/s
Evaporação média mensal	88	mm		Vazão afluente máxima de Projeto	11.809		m³/s
Vazão MLT 1931 a 2003)	625	m³/s		(TR= 10.000 anos	anos ou VMP)		
Vazão firme (com permanência de 95%)	255	m³/s		Vazão obras Desvio (TR 25 anos)	6.029		m³/s

Precipitação Média Mensal (mm) — Período 1943 a 1977 (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 1931 a 2001 (mês/ano)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1138	1130	1038	697	474	401	339	301	309	355	505	810

6.RESERVATÓRIO

N.A. de Montante			Áreas Inundadas		
Mínimo Normal	39,20	m	No N.A. Máx. Maximorium	7,29	Km²
Máximo Normal	39,20	m	No N.A. Máx. Normal	7,29	Km²
Máximo Maximorium	39,20	m	No N.A. Mín. Normal	7,29	Km²
N.A. de Jusante			**Volume**		
Nível Mínimo Normal	27,81	m	No N.A. Máximo Normal	26,97	
Nível Máximo Normal	29,58	m	No N.A. Mínimo Normal	26,97	
Nível Excepcional	34	m	No nível da soleira do Vertedouro	0,34	
Outras Informações					
Vida útil do reservatório	>400	anos	Profundidade Média	3,7	m
Perímetro do reservatório	37,80	km	Tempo Formação do Reservatório	1	dias

7.DESVIO DO RIO

Tipo (Túnel/canal/Galeria)	Vertedouro					Número de Unidades	10
Vazão de Desvio 1ª Fase	TR=	25(esti...	anos	2440	m³/s	Seção	200
Vazão de Desvio 2ª Fase	TR=	25	anos	6029	m³/s	Comprimento Total	231,5

8.BARRAMENTO

8.1. Barragem			8.2. Diques		
Tipo de Estrutura / Material	Terra		Tipo de Estrutura / Material	Terra	
Comprimento Total da Crista	2320	m	Comprimento Total da Crista	3240	m
Altura Máxima	15	m	Altura Máxima	8 e 11	m
Cota da Crista	42	m	Cota da Crista	42 e 45	m
8.3. Obras Especiais					
Tipo	Escada de Peixe/Muros		Informações Complementares		
Características	Concreto Convencional				

9. VERTEDOURO

Tipo	Soleira Espessa	
Capacidade (vazão máxima defluente)	11809	m³/s
Cota da Soleira	27	m
Comprimento Total	231,50	m
Número de Vãos	10	
Largura do Vão	20	m
Altura do Vão	13	m

Comportas		
Tipo	Segmento	
Acionamento	Guinchos Mecânicos	
Largura	20	m
Altura	13	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	37,20	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	12,60	m
Altura	13,10	m

11. CASA DE FORÇA

Tipo	Abrigada		Comprimento dos Blocos das Unidades	37,20	m
Nº Total de Unidades Geradoras	2	un.	Comprimento da Área de Montagem	n/a	m
Largura dos Blocos das Unidades	44,90	m	Comprimento Total	37,20	m

11.1. Turbinas

	Grupo B	Grupo A	
Tipo		KAPLAN Eixo Vertical	
Número de Unidades		2	
Potência Unitária Nominal		25000	kW
Rotação Síncrona		90	rpm
Queda Líquida de Projeto		9,80	m
Vazão Unitária Nominal		270	m³/s
Vazão Máxima Turbinada		327	m³/s
Vazão Mínima Turbinada		120	m³/s
Rendimento Máximo		95,3	%
Submergência		10,8	m

11.2. Geradores

	Grupo B	Grupo A	
Tipo		Eixo Vertical	
Número de Unidades		2	
Potência Unitária Nominal		26300	KVA
Rotação Síncrona		90	rpm
GD²		1100	tm²
Constante de Inércia - H		0,46	Mws/MVA
Tensão Nominal		4	KV
Fator de Potência		95	%
Rendimento Máximo		98	%
Reatância Subtransitória Eixo Direto não Saturada - X"d		0,24	pu

12.CRONOGRAMA - EVENTOS PRINCIPAIS

Data do Início das Obras	01/01/2010	d/m/a	Prazo Total das Obras	25	meses

Operação Comercial									
Data	01/12/2...	01/01/2012							
Potência	25	25							
Potência Acumulada	25	50							

13.VOLUMES TOTAIS DAS OBRAS CIVIS

Concreto Convencional	108.061,00	m³	Solo Compactado	1.519.672,00	m³
Concreto Massa	n/a	m³	Escavação Comum	286.074,00	m³
Concreto Projetado	n/a	m³	Escavação em Rocha a Céu Aberto	194.788,00	m³
Concreto Compactado c/ Rolo - CCR	n/a	m³	Escavação em Rocha Subterrânea	n/a	m³
Enrocamento Lançado	188.426,00	m³	Remoção de Solo	109.962,00	m³
Enrocamento Compactado	151.016,00	m³	Remoção de Rocha	n/a	m³
Solo Lançado	136.068,00	m³			

14.DADOS SOCIOAMBIENTAIS

14.1. Interferências Socio-ambientais			
Municípios atingidos pelo Reservatório		Municípios a Jusante da Barragem	
APARIBÉ, CAMBUCI, ITAOCARA E SÃO FIDÉLIS		SÃO FIDELIS E CAMPOS	
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	0	Rural	0
Total	0	Total	0
Interferência com núcleos urbanos	NÃO	Quantidade de núcleos urbanos atingidos	
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	617,472
Programa de Enchimento do Reservatório	373,12
Programa de Monitoramento e uso do Solo	76,8
Programa de Conservação e Uso do entorno do Reservatório Artificial	1.848,0
Programa de Controle de Processo Erosivos	57,6
Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico	191,808
Programa de Manejo de Flora	1.526,4
Programa de Monitoramento da Fauna Silvestre	288,0
Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Água	2.007,264
Programa de Monitoramento da Ictiofauna	964,8
Programa de Comunicação Social	1.629,12

Nome do Programa	Custo por Programa
Programa de Educação Ambiental	296,0
Programa de Monitoramento Epidemiológico	1.299,0
Programa de Salvamento Arqueológico	342,0
Programa de Criação ou Consolidação de Unidade(s) de Conservação	1.200,0
Programa de Acompanhamento de Atividades Minerais	19,2
Programa de Monitoramento da dinâmica da água subterrânea	84,,0
Estudos Ambientais Complementares	259,2
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 FE010170 (ver carta ane...	Número	355
Data de Emissão	16/dez/2005	Validade	3 ANOS
Validade	16/12/2007		
Contempla Conexão ?	NÃO		

15.CONEXÃO

15.1. Subestação da Usina					
Tipo (ar ou SF6)	ar		Arranjo de Barramento	Barra Simples	
Localização	M.D.-Jusante da Casa de Força		Nível de Curto-Circuito	5,1	KA
Tensão	138	KV			
15.2. Transformador					
Tipo	ONAN/ONAF		Potência Nominal	19,7 / 26,3	MVA
Tensão Nominal			**Impedâncias (base e tensão nominal do equipamento)**		
Enrolamento Primário	4,16	KV	Primário - Secundário	8	%
Enrolamento Secundário	138	KV			
15.3. Linhas de Transmissão					
Número e Tipo de Condutor por fase	1-CAA 4/0 AWG		Resistência de Seqüência Positiva	0,37	Ω/Km
Cabos Pára-Raios	Aço 3/8"		Reatância de Seqüência Positiva	0,574	Ω/Km
Tensão máxima Operação em Regime Permanente	145	KV	Capacitância de Seqüência Positiva	8	nF/Km
Extensão da Linha	14	Km	Resistência de Seqüência Zero	1,01	Ω/Km
Capacidade Operativa	340	A	Reatância de Seqüência Zero	3,02	Ω/Km
			Capacitância de Seqüência Zero	4,7	nF/Km

15.4. Subestação de Conexão (Ponto de Interligação)						
Identificação	SE Barra do Pomba			Subestação nova?	SIM	
Localização (Município)	Cambuci	RJ		Arranjo de Barramento	Barra Simples	
Tensão	138	KV		Nível de Curto-Circuito	5,1	KA

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

Meio Ambiente	24.794,990	Custos Indiretos	18.624,795
Obras Civis	120.107,139	Custo Total da Usina	280.627,459
Equipamentos Eletromecânicos	115.934,921	Custo da Conexão	5.456,404
Outros Custos	1.165,615	Custo Total (Usina + Conexão)	286.083,864
Custo Direto Total	262.002,664	Taxa de Câmbio (R$/US$)	2,15

17.ESTUDOS ENERGÉTICOS

Potência Total da Usina	50	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	25000	KW	Taxa de Indisponibilidade Forçada (TEIF)	1,67	%
Queda Bruta	9,62	m	Indisponibilidade Programada (IP)	5,40	%
Queda Líquida de Referência	7,30	m	Energia Firme	32,67	MWmedio
Perda no Circuito Hidráulico	0,72	m	Custo de Instalação (s/JDC)	5,612	R$ mil/KW
Existe influência do vertimento no canal de fuga ?	SIM		Custo de O&M Fixo	755.762,43	R$/MW/ano
			Custo de O&M variável	6,66	R$/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 19:33:20:080
Empresa	EMPREENDIMENTOS PATRIMONIAIS SANTA GISELE ...	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 CAMBUCI

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 OPERACÃO DA USINA

VAZÕES EM (M³/S)

ANO	MESES												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1931	1345	2752	2097	1518	896	716	585	490	513	649	710	1111	**1115**
1932	1891	1619	1412	829	741	726	510	477	436	531	653	1419	**937**
1933	1740	1032	927	670	559	445	441	372	414	530	569	1324	**752**
1934	1844	891	951	700	515	408	350	299	336	354	348	1230	**686**
1935	1249	2559	1420	987	704	570	464	408	417	660	519	570	**877**
1936	497	749	1794	1093	622	459	390	378	447	395	499	997	**693**
1937	1777	1821	956	836	817	565	434	348	314	591	860	1879	**933**
1938	1638	1498	1307	993	749	621	502	557	481	661	831	1289	**927**
1939	1439	1314	883	971	637	493	421	358	340	336	518	855	**714**
1940	1356	1774	1508	824	610	490	399	327	331	442	952	993	**834**
1941	1140	794	1003	810	512	436	443	330	575	636	721	1243	**720**
1942	1325	1084	1405	900	720	539	515	397	350	500	699	1427	**822**
1943	2579	1895	1515	959	663	579	465	450	421	660	616	1200	**1000**
1944	1065	1851	1981	1002	692	552	490	398	348	360	474	824	**836**
1945	1220	1668	1116	975	622	592	588	397	380	358	577	1023	**793**
1946	1855	949	1108	881	577	492	415	339	289	450	596	675	**719**
1947	1568	1743	2826	1257	830	657	684	576	607	654	809	1352	**1130**
1948	1231	1580	1771	1044	726	601	486	460	387	406	570	1153	**868**
1949	1478	1903	1135	813	578	545	471	379	339	448	532	977	**800**
1950	1637	2016	1412	1195	840	600	491	398	352	479	876	1273	**964**
1951	1481	1580	1882	1362	806	631	555	485	406	406	400	759	**896**
1952	1547	2000	2139	1138	716	709	534	452	482	513	802	983	**1001**
1953	664	876	788	829	601	469	389	343	347	345	660	900	**601**
1954	603	733	588	637	589	447	325	266	240	309	399	507	**470**
1955	1079	577	581	564	392	348	259	224	217	258	465	854	**485**
1956	783	557	882	565	490	485	358	410	305	337	459	975	**551**
1957	962	995	1440	1340	695	530	458	368	489	374	650	1137	**786**
1958	688	1055	898	783	757	633	501	378	466	542	767	893	**697**
1959	1436	797	1145	908	524	407	341	354	279	334	678	682	**657**
1960	943	1351	2113	889	660	530	448	405	349	375	542	1105	**809**
1961	2401	2370	2229	1231	907	656	526	434	343	322	443	685	**1046**
1962	1164	2342	1336	777	593	479	397	353	413	546	807	1240	**871**
1963	1130	1195	837	552	406	357	313	284	278	280	474	333	**537**
1964	822	1565	813	586	478	361	397	310	273	463	573	988	**636**
1965	1779	2238	1653	930	1009	666	577	467	387	663	858	1018	**1020**

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE CAMBUCI

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	
1966	2535	1049	1468	996	743	546	458	416	386	529	1217	1298	**970**
1967	2415	2562	2283	1302	840	709	589	462	426	429	879	1175	**1173**
1968	1266	824	958	682	480	397	352	347	357	361	321	793	**595**
1969	1004	801	878	678	425	413	337	328	274	413	815	1059	**619**
1970	1045	911	933	616	457	366	386	331	515	519	611	583	**606**
1971	569	336	700	476	369	422	307	256	359	520	836	1292	**537**
1972	983	1269	1369	796	508	433	428	393	313	577	835	1002	**742**
1973	1307	1485	1003	936	666	495	453	389	364	487	823	997	**784**
1974	1236	892	1181	989	593	537	462	356	299	397	386	876	**684**
1975	1387	1278	909	669	493	384	375	297	253	468	867	1032	**701**
1976	955	1003	1021	829	663	656	671	563	686	795	967	1325	**844**
1977	1400	946	722	845	544	458	362	300	418	382	676	1279	**694**
1978	1605	1048	1044	655	523	506	410	323	290	318	585	744	**671**
1979	1042	2399	1284	818	664	524	465	444	507	410	915	1090	**880**
1980	1616	1241	824	1003	533	438	404	350	334	399	550	1057	**729**
1981	1465	863	842	688	488	425	344	317	262	422	868	1258	**687**
1982	1371	930	1905	1326	729	639	547	502	414	586	663	1429	**920**
1983	2324	1611	1533	1425	986	1688	941	682	1279	1237	1382	1846	**1411**
1984	1365	824	809	829	788	520	434	434	430	383	464	730	**668**
1985	1962	2177	2162	1171	837	668	521	446	472	432	576	801	**1019**
1986	1094	1179	1306	728	584	438	431	436	332	285	336	1112	**688**
1987	1217	1227	843	1087	802	676	480	371	427	413	454	959	**746**
1988	1072	2217	1409	927	821	688	506	402	348	496	656	659	**850**
1989	1297	1437	1399	935	631	623	496	527	459	450	508	836	**800**
1990	779	466	766	672	495	358	365	333	391	396	438	401	**488**
1991	1423	1417	1286	1404	801	539	471	369	349	578	455	620	**809**
1992	1604	964	792	649	593	384	399	316	528	623	1036	1015	**742**
1993	783	1046	1145	990	548	527	381	324	390	520	369	475	**625**
1994	1162	690	1137	945	790	515	401	338	275	287	456	837	**653**
1995	668	1783	844	631	492	375	369	275	259	557	754	936	**662**
1996	1684	1466	1772	1003	692	537	451	404	701	517	1232	1162	**969**
1997	2128	1198	1178	746	570	586	351	323	351	457	654	872	**785**
1998	909	1194	830	639	482	437	341	324	329	581	636	753	**621**
1999	1468	1262	1164	708	490	468	407	323	311	317	460	832	**684**
2000	1537	1256	971	817	484	403	380	359	499	336	561	921	**710**
2001	915	950	700	595	405	318	273	245	268	385	542	865	**538**
2002	1245	1433	870	543	469	345	325	302	335	252	620	1132	**656**
2003	1741	994	931	615	450	371	339	313	324	451	617	896	**670**
Média	**497**	**336**	**581**	**476**	**369**	**318**	**259**	**224**	**217**	**252**	**321**	**333**	**217**

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE CAMBUCI

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	
Máxima	1355	1347	1247	886	632	529	443	382	395	468	657	998	778
Mínima	2579	2752	2826	1518	1009	1688	941	682	1279	1237	1382	1879	2826

6.3. SÉRIES DE VAZÕES CONSUNTIVAS

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE CAMBUCI
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 S

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	1114	2505	1861	1280	676	505	411	336	348	449	492	883	**905**
1932	1661	1395	1181	609	520	513	327	312	294	363	459	1195	**736**
1933	1503	814	708	494	391	303	331	275	298	382	398	1103	**583**
1934	1601	671	735	489	348	279	242	217	227	236	254	1014	**526**
1935	1029	2321	1193	767	492	404	333	293	275	449	351	396	**692**
1936	311	524	1519	849	403	276	224	228	279	258	347	786	**500**
1937	1547	1584	742	623	599	376	294	245	237	422	650	1649	**747**
1938	1412	1258	1079	772	536	422	344	388	315	445	612	1061	**720**
1939	1211	1087	665	751	422	327	280	248	240	241	359	628	**538**
1940	1115	1525	1272	607	410	337	289	248	254	324	740	779	**658**
1941	926	582	786	599	391	342	339	273	391	428	507	1008	**548**
1942	1090	860	1171	670	504	381	366	293	265	373	506	1192	**639**
1943	2342	1655	1291	739	495	444	365	347	327	488	445	970	**826**
1944	845	1598	1748	784	480	383	339	301	276	297	343	627	**668**
1945	996	1446	895	751	417	396	380	288	277	269	412	804	**611**
1946	1620	729	883	663	383	327	285	252	229	306	423	479	**548**
1947	1327	1506	2548	1019	611	448	475	397	399	442	593	1121	**907**
1948	1010	1342	1522	820	512	393	305	295	246	269	370	934	**668**
1949	1248	1674	911	597	391	378	325	285	253	333	362	759	**626**
1950	1387	1759	1179	964	610	387	324	270	256	316	665	1049	**764**
1951	1253	1349	1648	1134	592	423	389	334	295	285	263	541	**709**
1952	1314	1745	1891	917	528	501	384	324	340	399	614	771	**811**
1953	519	662	590	612	433	353	305	270	269	249	457	681	**450**
1954	420	522	380	422	369	281	218	195	180	207	290	371	**321**

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE CAMBUCI
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 S

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

VAZÕES EM (M^3/S)

ANO	MESES												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1955	848	408	363	392	275	255	202	182	162	210	345	647	**357**
1956	573	349	657	349	314	298	230	245	211	210	293	760	**374**
1957	737	767	1203	1090	482	364	323	264	320	269	439	921	**598**
1958	475	843	660	555	538	418	333	248	309	374	528	662	**495**
1959	1212	576	911	684	328	256	230	240	196	252	501	490	**490**
1960	716	1125	1884	673	457	368	313	283	256	263	341	887	**630**
1961	2148	2113	1962	997	689	471	371	316	251	238	312	472	**862**
1962	923	2098	1115	564	398	330	281	249	269	339	594	1010	**681**
1963	909	971	617	351	273	252	232	217	194	202	315	225	**396**
1964	634	1327	600	414	330	265	291	237	216	337	439	767	**488**
1965	1549	2000	1422	710	795	500	421	364	311	474	645	785	**831**
1966	2275	829	1235	756	526	380	320	280	265	360	994	1065	**774**
1967	2128	2252	2011	1069	624	500	402	320	290	276	670	957	**958**
1968	1042	604	739	462	311	261	240	244	262	273	241	582	**439**
1969	786	581	661	461	296	295	257	246	220	292	600	831	**460**
1970	824	694	718	408	294	238	250	222	332	354	420	386	**428**
1971	363	183	476	259	205	255	180	167	224	305	606	1065	**357**
1972	764	1033	1130	574	339	303	311	263	224	383	627	785	**561**
1973	1063	1230	781	715	449	346	317	286	261	338	612	748	**596**
1974	993	671	961	769	423	371	319	270	232	301	291	636	**520**
1975	1125	1003	656	441	331	259	275	231	206	345	651	807	**528**
1976	731	783	797	607	447	446	461	354	475	581	754	1106	**629**
1977	1153	719	509	621	368	296	252	210	270	229	475	1052	**513**
1978	1375	823	823	471	367	344	296	251	230	250	425	536	**516**
1979	829	2178	1067	627	499	407	346	318	339	272	697	869	**704**
1980	1382	1008	603	778	365	302	271	243	227	258	349	830	**551**
1981	1224	639	621	464	318	278	230	209	185	278	653	1023	**510**
1982	1134	706	1668	1089	515	444	372	336	253	396	458	1199	**714**
1983	2086	1390	1306	1204	769	1470	731	500	1062	1022	1160	1628	**1194**
1984	1149	617	597	618	578	359	311	298	286	262	338	545	**497**
1985	1722	1930	1911	951	621	501	377	334	327	326	411	595	**834**
1986	868	939	1073	511	379	291	288	277	217	184	187	872	**507**
1987	983	997	627	847	583	462	282	216	249	245	304	744	**545**
1988	848	1944	1169	699	600	474	339	273	228	313	441	448	**648**
1989	1070	1207	1169	711	414	408	329	323	297	316	345	619	**601**
1990	568	309	559	448	327	246	244	217	250	231	281	280	**330**
1991	1206	1200	1055	1174	584	362	312	260	259	369	332	452	**630**
1992	1354	748	576	462	406	285	279	239	363	442	806	791	**563**
1993	565	819	917	769	388	344	279	254	266	344	306	350	**467**
1994	939	429	810	658	558	368	299	268	217	219	313	527	**467**
1995	406	1175	521	388	299	247	237	199	174	322	504	721	**433**

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO AHE CAMBUCI
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 S

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

VAZÕES EM (M³/S)

ANO	MESES												MÉDIA
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1996	1201	969	1344	776	517	461	321	294	517	383	969	966	**727**
1997	1834	1000	943	566	434	411	278	266	286	341	429	637	**619**
1998	609	801	534	428	309	349	248	258	214	348	482	579	**430**
1999	913	900	826	446	339	341	298	245	229	239	356	632	**480**
2000	1110	893	679	534	360	309	283	272	352	274	380	563	**501**
2001	625	600	485	388	271	224	188	167	178	233	383	611	**363**
2002	843	1106	630	355	311	245	232	220	244	196	414	810	**467**
2003	1301	734	673	499	341	299	276	252	249	301	431	684	**503**
Média	**311**	**183**	**363**	**259**	**205**	**224**	**180**	**167**	**162**	**184**	**187**	**225**	**162**
Máxima	**1108**	**1100**	**1009**	**667**	**445**	**372**	**310**	**272**	**280**	**326**	**476**	**780**	**595**
Mínima	**2342**	**2505**	**2548**	**1280**	**795**	**1470**	**731**	**500**	**1062**	**1022**	**1160**	**1649**	**2548**

6.4. TABELA DE COTAS, ÁREAS E VOLUMES

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO
<AHE CAMBUCI>

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)
25	0	0
30	0,503	0,838
35	2,505	7,723
37	4,2	14,355
38	5,605	19,241
39	7,014	25,537
39,2	7,29	26,967
40	8,451	33,258

6.5. CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA

EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO
<AHE CAMBUCI>

ANEXO 3 - CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA

OBS: Cota referida ao Datum da Usina

NÍVEL D'ÁGUA DE JUSANTE (m)	VAZÃO (m³/s)
27	
28	163,88
29	432,95
30	841,37
31	1.404,93
32	2.124,99
33	3.000
34	4.000
35	5.258,62
36	6.593,88
37	8.269,14
38	10.000