

*PROJETO BÁSICO
PCH CAVERNOSO V*

*RIO CAVERNOSO
BACIA 06 DO RIO
PARANÁ*

VOLUME IB – TEXTO

PROCESSO ANEEL 48500.003085/2015-68

FRANCISCO BELTRÃO, PR, SETEMBRO DE 2016

SUMÁRIO GERAL VOLUME I B**CAPÍTULO 4 (CONTINUAÇÃO)**

4.5. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL.....	80
4.5.1. DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	80
4.5.1.1. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA).....	80
4.5.1.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID).....	80
4.5.1.3. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII).....	81
4.5.2. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	81
4.5.2.1. LICENCIAMENTO AMBIENTAL	81
4.5.2.2. ESPAÇOS TERRITORIAIS LEGALMENTE PROTEGIDOS E COMPENSAÇÕES.....	82
4.5.3. MEIO FÍSICO	83
4.5.3.1. HIDROGRAFIA E CLIMATOLOGIA	83
4.5.3.2. GEOLOGIA LOCAL	83
4.5.3.3. HIDROLOGIA LOCAL.....	83
4.5.3.4. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	83
4.5.3.5. RESERVATÓRIO: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	83
4.5.4. MEIO BIÓTICO	84
4.5.4.1. METODOLOGIA	84
4.5.4.1.1. FLORA	84
4.5.4.1.2. VEGETAÇÃO DO PARANÁ	84
4.5.4.1.3. VEGETAÇÃO DA MESORREGIÃO CENTRO-SUL.....	85
4.5.4.1.4. BACIA DO RIO DO CAVERNOSO	85
4.5.4.2. FAUNA	91
4.5.4.2.1. ICTIOFAUNA.....	91
4.5.4.2.2. HERPETOFAUNA	92
4.5.4.2.3. AVIFAUNA.....	95
4.5.4.2.4. MASTOFAUNA.....	106
4.5.5. MEIO SOCIOECONÔMICO	109
4.5.5.1. METODOLOGIA	109
4.5.5.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	110
4.5.5.3. HISTÓRICO DOS MUNICÍPIOS	111
4.5.5.4. INDICADORES DEMOGRÁFICOS.....	113
4.5.5.5. SANEAMENTO.....	114
4.5.5.6. SAÚDE	116
4.5.5.7. EDUCAÇÃO	116
4.5.5.8. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO.....	117
4.5.5.9. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	118
4.5.5.10. ATIVIDADES ECONÔMICAS	120
4.5.6. CONCLUSÕES	120
4.6. ESTUDOS ENERGÉTICOS.....	121
4.6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	122
4.6.2. QUEDA BRUTA MÉDIA	122

4.6.2.1. CURVA CHAVE NO CANAL DE FUGA – CONTROLE NATURAL	123
4.6.2.2. CURVA CHAVE NA COMPORTA BASCULANTE PCH CAVERNOSO V.	125
4.6.3. PERDA DE CARGA	126
4.6.4. FATOR DE CAPACIDADE	127
4.6.5. VAZÃO SANITÁRIA	128
4.6.6. FATOR DE INDISPONIBILIDADE FORÇADA E PROGRAMADA	129
4.6.7. RENDIMENTOS TURBINAS E GERADORES	129
4.6.8. PERDAS ELÉTRICAS DEVIDO AO SISTEMA DE TRANSMISSÃO	129
4.6.9. CONSUMO INTERNO DA USINA	130
4.6.10. RESUMO DOS PARÂMETROS ENERGÉTICOS CONSIDERADOS	131
4.6.11. MODELO DE ANÁLISE ENERGÉTICA	131
4.6.12. RESULTADOS OBTIDOS PCH CAVERNOSO V – 5,0 MW	132
4.7. INTEGRAÇÃO DA USINA AO SISTEMA DE TRANSMISSÃO	137
4.7.1. ESTUDO DE CONEXÃO DO COMPLEXO RIO CAVERNOSO AO SISTEMA ELÉTRICO DA COPEL	137
4.7.2. DIMENSIONAMENTO DO CABO E PERDAS NA LINHA DE TRANSMISSÃO	142
ANEXO 4.7.1 - INFORMAÇÃO DE ACESSO Nº 133-2016 - COPEL DISTRIBUIÇÃO	162
4.8. CUSTOS	163
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165

CAPÍTULO 5

5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS	1
5.1. INTRODUÇÃO E ESTUDOS ANTERIORES	1
5.2. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS	3
5.2.1. DADOS DISPONÍVEIS	3
5.2.2. DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS AVALIADAS	4
5.2.3. ALTERNATIVA ANALISADA	12
5.3. ALTERNATIVAS DE MOTORIZAÇÃO	14
5.3.1. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO ENERGÉTICO	15
5.3.2. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO CIRCUITO HIDRÁULICO	15
5.3.3. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DA CASA DE FORÇA	16
5.3.4. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DOS HIDROMECÂNICOS	17
5.3.5. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO	17
5.3.6. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DA TURBINA E GERADOR	18
5.3.7. VARIAÇÃO DO CUSTO TOTAL INSTALADO	18
5.4. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA DE MOTORIZAÇÃO	19
5.4.1. ANÁLISE DO BENEFÍCIO BRUTO TOTAL	19
5.4.2. ANÁLISE DO CUSTO TOTAL ANUAL	20
5.4.3. ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DE VIABILIDADE ECONÔMICA POR DIVERSOS CRITÉRIOS	22
5.4.4. CONCLUSÕES DO ESTUDO DE VIABILIDADE DE MOTORIZAÇÃO	25
5.5. CONCLUSÕES FINAIS QUANTO AOS ESTUDOS DE ALTERNATIVAS	25

CAPÍTULO 6

6.	DETALHAMENTO DO PROJETO.....	1
6.1.	ARRANJO GERAL DO PROJETO.....	1
6.2.	DESVIO DO RIO	5
6.3.	BARRAGENS E DIQUES	6
6.3.1.1.	CARACTERÍSTICAS BARRAGEM E VERTEDOIRO	8
6.3.2.	DISPOSITIVO DE VAZÃO SANITÁRIA.....	9
6.4.	VERTEDOIRO	9
6.5.	CIRCUITO HIDRÁULICO	10
6.5.1.	TOMADA D'ÁGUA DO CANAL DE ADUÇÃO	12
6.5.2.	TÚNEL DE ADUÇÃO	12
6.5.3.	CONDUTOS FORÇADOS.....	13
6.6.	CASA DE FORÇA E CANAL DE FUGA.....	14
6.7.	EQUIPAMENTOS E SISTEMAS ELETROMECAÑICOS	15
6.7.1.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS TURBINAS	15
6.7.2.	SISTEMAS ELÉTRICOS.....	21
6.7.2.1.	MEDIÇÕES.....	21
6.7.2.2.	PROTEÇÕES	21
6.7.2.3.	SDSC – SISTEMA DE SUPERVISÃO	22
6.7.2.4.	GERADORES.....	23
6.7.2.5.	SISTEMA DE EXCITAÇÃO.....	23
6.7.2.6.	REGULADOR DE TENSÃO.....	24
6.7.2.7.	REGULADOR CARGA-VELOCIDADE.....	24
6.7.3.	LIGAÇÃO DOS GERADORES AOS QUADROS ELÉTRICOS.....	25
6.7.4.	CUBÍCULOS, PAINÉIS E QUADROS ELÉTRICOS	25
6.7.5.	SUBESTAÇÃO ELEVADORA	26
6.7.5.1.	DISJUNTOR	26
6.7.5.2.	CHAVE SECCIONADORA.....	27
6.7.5.3.	TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC)	28
6.7.5.4.	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TP)	28
6.7.5.5.	PÁRA-RAIOS.....	29
6.7.6.	TRANSFORMADOR ELEVADOR.....	29
6.7.7.	FONTES AUXILIARES.....	30
6.7.7.1.	FONTE DE CORRENTE ALTERNADA.....	30
6.7.7.2.	FONTE DE CORRENTE CONTÍNUA	31
6.7.8.	MALHA DE ATERRAMENTO.....	31
6.7.9.	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES	31
6.7.10.	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	31
6.7.11.	GERADOR DIESEL DE EMERGÊNCIA.....	31
6.8.	LINHA DE TRANSMISSÃO	32
6.9.	SUBESTAÇÃO	33
6.9.1.	ESQUEMA ELÉTRICO GERAL.....	33
6.9.2.	MEDIÇÕES	33
6.9.3.	SDSC – SISTEMA DE SUPERVISÃO.....	33

CAPÍTULO 7

7. ESTUDOS AMBIENTAIS	1
7.1. VISÃO INSTITUCIONAL.....	1
7.2. GESTÃO AMBIENTAL NO ESTADO DO PARANÁ	2
7.3. O MEIO AMBIENTE E A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	3
7.4. MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO	7
7.5. IMPACTOS E BENEFÍCIOS	8
7.5.1. IMPACTOS ESPERADOS	8
7.5.1.1 AVALIAÇÕES FUNDIÁRIAS.....	9
7.5.2. BENEFÍCIOS GERADOS.....	10
7.5.3. QUESTÕES FUNDIÁRIAS: IMÓVEIS AFETADOS PELO EMPREENDIMENTO ...	11
7.6. OUTROS USOS D'ÁGUA.....	11
7.6.1. TIPOS DE USO.....	12
7.6.1.1. CONSUMO HUMANO	13
7.6.1.2. DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS	13
7.6.1.3. RECREAÇÃO, TURISMO E PESCA.....	13
7.6.1.4. IRRIGAÇÃO.....	13
7.6.1.5. NAVEGAÇÃO	13
7.6.1.6. CONTROLE DE CHEIAS.....	13
7.6.1.7. GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRÁULICA.....	13
7.6.1.8. VAZÃO ECOLÓGICA	14
7.7. TERMO DE REFERÊNCIA PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL CGH E PCH – ATÉ 10MW.....	15
7.8. HISTÓRICO JURÍDICO AMBIENTAL DA PCH CAVERNOSO V	16
7.9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	16
ANEXO 7.1.....	18
ANEXO 7.2.....	19
ANEXO 7.3.....	20
ANEXO 7.4.....	21

CAPÍTULO 8

8. INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA	1
8.1. INFRAESTRUTURA LOCAL.....	1
8.1.1. ACESSOS EXTERNOS	1
8.1.2. ACESSOS INTERNOS	3
8.1.3. TELECOMUNICAÇÕES.....	3
8.1.4. SUPRIMENTO DE ENERGIA NO CANTEIRO	3
8.2. LOGÍSTICA DE OBRA / BALANÇO DE MATERIAIS	3
8.2.1. CANTEIROS DE OBRAS.....	5
8.2.2. FORNECEDORES DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	5

CAPÍTULO 9

9. PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO E CRONOGRAMA FÍSICO	1
9.1. PLANEJAMENTO.....	1
9.2. CRONOGRAMA FÍSICO	1

CAPÍTULO 10

10. ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS	1
10.1. CUSTO TOTAL INSTALADO.....	1

CAPÍTULO 11

11. FICHA TÉCNICA	1
-------------------------	---

CAPÍTULO 12

12. PARTICIPANTES DOS ESTUDOS.....	1
------------------------------------	---

CAPÍTULO 13

13. ANEXOS.....	1
-----------------	---

SUMÁRIO

CAPITULO 4.5

4.5.	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL.....	80
4.5.1.	DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	80
4.5.1.1.	ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)	80
4.5.1.2.	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID).....	80
4.5.1.3.	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII).....	81
4.5.2.	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	81
4.5.2.1.	LICENCIAMENTO AMBIENTAL	81
4.5.2.2.	ESPAÇOS TERRITORIAIS LEGALMENTE PROTEGIDOS E COMPENSAÇÕES	82
4.5.3.	MEIO FÍSICO.....	83
4.5.3.1.	HIDROGRAFIA E CLIMATOLOGIA.....	83
4.5.3.2.	GEOLOGIA LOCAL.....	83
4.5.3.3.	HIDROLOGIA LOCAL	83
4.5.3.4.	TRANSPORTE DE SEDIMENTOS.....	83
4.5.3.5.	RESERVATÓRIO: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	83
4.5.4.	MEIO BIÓTICO.....	84
4.5.4.1.	METODOLOGIA.....	84
4.5.4.1.1.	FLORA.....	84
4.5.4.1.2.	VEGETAÇÃO DO PARANÁ.....	84
4.5.4.1.3.	VEGETAÇÃO DA MESORREGIÃO CENTRO-SUL	85
4.5.4.1.4.	BACIA DO RIO DO CAVERNOSO.....	85
4.5.4.2.	FAUNA	91
4.5.4.2.1.	ICTIOFAUNA	91
4.5.4.2.2.	HERPETOFAUNA	92
4.5.4.2.3.	AVIFAUNA.....	95
4.5.4.2.4.	MASTOFAUNA.....	106
4.5.5.	MEIO SOCIOECONÔMICO.....	109
4.5.5.1.	METODOLOGIA.....	109
4.5.5.2.	LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	110
4.5.5.3.	HISTÓRICO DOS MUNICÍPIOS	111
4.5.5.4.	INDICADORES DEMOGRÁFICOS.....	113
4.5.5.5.	SANEAMENTO	114
4.5.5.6.	SAÚDE	116
4.5.5.7.	EDUCAÇÃO	116
4.5.5.8.	ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO	117
4.5.5.9.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	118
4.5.5.10.	ATIVIDADES ECONÔMICAS	120
4.5.6.	CONCLUSÕES.....	120

4.5. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Tem este capítulo o intuito de apresentar a caracterização ambiental e da relação sócio econômica da área onde se insere o Empreendimento.

Para realizar a abordagem dos principais impactos ambientais gerados pelo empreendimento, foram realizadas as caracterizações do meio físico, biótico e socioeconômico, visando obter um diagnóstico do meio ambiente na área de influência direta e indireta da PCH Cavernoso V.

As informações sobre os meios físico, biótico baseiam-se, em parte, no trabalho Estudo de Inventário Hidrelétrico rio Cavernoso (2009) e em outras consultas bibliográficas e no arranjo ajustado nesta etapa de projeto básico.

Para a caracterização socioeconômica dos municípios afetados procedeu-se pesquisa nos bancos de dados do IBGE – Cidades, IBGE SIDRA, PNUD e DATASUS-CNES.

4.5.1. Definição das áreas de influência

A área de influência direta e indireta foi estabelecida com base em informações secundárias através de levantamentos de dados em empresas, instituições e bibliografia disponível.

4.5.1.1. Área Diretamente Afetada (ADA)

Meio físico - As principais modificações no meio físico para a implantação do empreendimento estão relacionadas à escavação dos canais de fuga e adução, instalação do canteiro de obras, construção da barragem e alagamento do reservatório. Neste sentido consideraram-se estas estruturas como sendo a ADA do meio físico.

Meio biótico – Como área diretamente afetada para o meio biótico considera-se os locais de corte de vegetação e movimentação para construção das estruturas da PCH. Logo a delimitação da ADA corresponde às áreas onde se encontra as estruturas como casa de máquinas, canal de aproximação, túnel de adução, área alagada e trecho do rio onde ocorrerá mudança de vazão.

Meio socioeconômico - Considerando a ADA como a área que efetivamente sofrerá as intervenções decorrentes da implantação e operação do empreendimento, considerou-se a mesma como sendo a área onde serão desenvolvidas as atividades de implementação das estruturas e do corte de vegetação pelos trabalhadores.

4.5.1.2. Área de Influência Direta (AID)

Meio físico - A área de influência direta considerada corresponde às áreas de intervenção, como casa de máquinas, canteiro de obras, acessos, área alagada, eixo do barramento, alojamentos, área de preservação permanente, trecho do rio onde ocorrerá mudança de vazão. Para esta área levou-se em consideração uma área mínima de 500m entorno da ADA.

Meio biótico - Como área de influência direta, considera-se os locais de corte de vegetação e movimentação para construção das estruturas da PCH, como casa de máquinas, área alagada, ombreiras, canal de fuga e conduto forçado.

Meio antrópico - Na realização da descrição sobre o meio antrópico considerou-se como AID as propriedades rurais diretamente afetadas por quaisquer estruturas de implantação da PCH. Para os estudos socioeconômicos inclui-se uma área mínima de 500m entorno da ADA, a cidade de Cantagalo e Guarapuava PR.

4.5.1.3. Área de Influência Indireta (All)

A área de influência indireta foi definida a partir da localização geográfica do empreendimento, em especial, nos locais onde serão sentidos os efeitos levando-se em consideração os aspectos e atividades afetadas pelo mesmo.

Vale a pena ressaltar que o rio Cavernoso já é usado como potencial hidrelétrico, tendo já o barramento da Salto Santiago e ao longo do rio mais duas hidrelétricas instaladas a Cavernoso I e a Cavernoso II.

Meio físico - A área de influência indireta da PCH Cavernoso V relativa ao meio físico corresponde à bacia hidrográfica do Rio Cavernoso em toda a sua extensão

Meio biótico - A área de influência indireta da PCH Cavernoso V relativa ao meio biótico corresponde à bacia hidrográfica do rio Cavernoso em toda a sua extensão. Esta avaliação em nível de bacia reflete uma visão integrada do meio ambiente, abordando aspectos ao longo da bacia do rio, o que permite uma busca de soluções integradas, tais como a busca de áreas para proteção ambiental.

Meio antrópico - Para realização da descrição sobre o meio antrópico levou-se em consideração como All, apenas, os municípios de Candói, Cantagalo e Guarapuava, em função da dimensão da bacia.

4.5.2. Legislação ambiental

4.5.2.1. Licenciamento ambiental

O licenciamento ambiental é um procedimento administrativo, instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, que através da Administração Pública controla e fiscaliza as ações dos administrados, impondo quando necessário, a elaboração dos estudos de impacto ambiental para a implantação e operação de empreendimentos com conseqüente expedição de licenças.

A resolução Conama 01/86 estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental, através de EIA RIMA, definindo este como sendo um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente.

A resolução Conama 06 de setembro de 1987 disciplina o licenciamento de empreendimentos

de grande porte, em especial de geração de energia elétrica.

De acordo com a resolução Conama 237/97 compete ao órgão ambiental Estadual o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

I - Localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio Estadual ou do Distrito Federal;

II - Localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e em todas as que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;

III - Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV – Delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Segundo a mesma resolução os empreendimentos e atividades serão licenciados em um único nível de competência, sendo expedidas as seguintes licenças:

Licença Prévia (LP) - Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

Licença de Instalação (LI) - Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

Licença de Operação (LO) - Autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

No Estado do Paraná a Resolução Conjunta SEMA/IAP nº 09/2010 dá nova redação a Resolução Conjunta SEMA/IAP nº 005/2010 estabelecendo procedimentos para licenciamentos de unidades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

4.5.2.2. Espaços territoriais legalmente protegidos e compensações

A constituição federal no art 225, § 1º, institui como dever do poder público Federal, Estadual e Municipal a definição legal dos espaços territoriais legalmente protegidos, vedando sua alteração ou supressão.

A implantação de empreendimentos em áreas assim declaradas fica condicionada aqueles declarados de utilidade pública e ou de interesse social, com algumas compensações exigidas por lei.

Entre estas compensações cabe destacar o apoio à implantação e/ou manutenção de unidades de conservação do grupo de proteção integral, art. 36 da Lei federal 9985/2000, com valor mínimo de 0,5% do valor do empreendimento.

O código florestal, Lei 4771/65 no seu artigo 2º item b, estabelece áreas de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação naturais situadas ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais. A resolução Conama 302 de março de 2002, define uma faixa de 30m para reservatórios artificiais situados em área urbana consolidada e de 100m para os situados em área rural, podendo este limite ser ampliado ou reduzido segundo critérios elencados na própria resolução. A definição através dos critérios estabelecidos na citada resolução permite uma melhor utilização da área do entorno reduzindo o impacto ambiental e social da implantação dos empreendimentos hidrelétricos.

4.5.3. Meio físico

A caracterização do meio físico, pertinente as matérias definidoras do potencial hidrelétrico, é objeto de outros capítulos deste projeto básico e aqui não será repetida, mas simplesmente indicada à localização da informação.

4.5.3.1. Hidrografia e climatologia

Vide capítulo 4.2.

4.5.3.2. Geologia local

Vide capítulo 4.4.

4.5.3.3. Hidrologia local

Vide capítulo 4.2.

4.5.3.4. Transporte de sedimentos

Vide capítulo 4.3.

4.5.3.5. Reservatório: Características físicas

Vide capítulo 4.3.

4.5.4. Meio biótico

4.5.4.1. Metodologia

A caracterização do meio biótico baseia-se no Estudo de Inventário Hidrelétrico do rio Cavernoso (2009).

4.5.4.1.1. Flora

O presente relatório foi consolidado a partir do levantamento de dados secundários (bibliográficos) de ampla fonte disponível. Tais dados foram selecionados preferencialmente para as regiões de abrangência da bacia do rio Cavernoso e da Mesorregião Centro-sul do Paraná. Contudo, em função da escassez de inúmeros dados biológicos, em alguns casos a fonte utilizada para subsidiar o relatório apresentou maior abrangência.

Foram consultadas fontes oficiais de dados, dentre as quais o IBGE, SEMA-PR, IPARDES e outras. Adicionalmente, contemplaram-se dados de pesquisas e levantamentos diversos, há muito consolidados, como os estudos de Maack (1981) para o Paraná.

Em especial para a fauna, em decorrência de poucos levantamentos específicos para esta região, foram utilizados dados obtidos em estudos ambientais realizados para licenciamento de alguns empreendimentos. Neste caso, foram analisados - dentre outros dados - os levantamentos faunísticos que subsidiaram o Plano Diretor da UHE de Segredo (2002).

Em função do atual estágio em que se encontram os ambientes naturais ao longo da bacia do rio do Cavernoso, algumas das informações apresentadas eventualmente não correspondem mais à realidade local. As espécies listadas nas tabelas apresentadas derivam de levantamentos realizados em diversos períodos e, para o presente laudo, foram superestimadas como potenciais ocorrentes para esta bacia.

4.5.4.1.2. Vegetação do Paraná

Detentor de expressiva diversidade de formações ecológicas há pouco mais de um século o Paraná ainda despontava como um dos estados brasileiros cuja cobertura vegetal era representada por composições florísticas bastante peculiares. Desde amplas áreas com florestas úmidas, com as da porção leste, as formações xéricas de cerrado, nas porções ao norte e nordeste, o estado apresentava-se – originalmente - como um mosaico de unidades fitogeográficas.

De acordo com Roderjan et al. (1993) ocorriam para todo o Paraná cerca de cinco principais regiões fitogeográficas: a Floresta Ombrófila Densa (ao leste), a Floresta Estacional Semidecidual (ao norte e oeste, abaixo dos 800m), a Floresta Ombrófila Mista (a oeste e porções centrais do Estado, entre 800 e 1200m), os Campos (distribuídos em altitudes elevadas nos três planaltos) e, por último, o Cerrado (ao norte e nordeste, em pequenas manchas).

Ao todo, aproximadamente 83% de toda a superfície do estado apresentavam algum tipo de composição florestal, sendo a Floresta Ombrófila Mista e a Estacional Semidecidual aquelas com as maiores dimensões. As demais unidades fitogeográficas, representadas por formações

campestres e ecossistemas de menor dimensão, eram responsáveis pelos 17% restantes da cobertura (ROCHA & SCHMIDLIN, 2002).

Certamente tais valores não mais correspondem à atual realidade do estado. O intenso e desenfreado processo de ocupação e exploração destes ambientes naturais levou o Paraná a um quadro de profunda degradação da paisagem. Consoante com a realidade brasileira, o estado viu suas formações chegarem a níveis extremamente baixos, restando atualmente pouco menos que 9% de áreas ainda representativas destas formações (RODERJAN et al., 2002).

Em função das particularidades do clima, dos solos, do relevo, de outros condicionantes ambientais e da própria história biogeográfica destas, a distribuição das formações fitoecológicas não se apresenta de modo uniforme. Cada região do Estado dispõe de um conjunto específico de condicionantes que determinam uma ou outra realidade florística. Aliado a isso, a paisagem de determinada região também está subordinada a maior ou menor influência antrópica.

4.5.4.1.3. Vegetação da mesorregião Centro-Sul

De modo mais específico para as porções Centro-Sul do Paraná, há ampla descrição do domínio da Floresta Ombrófila Mista (FOM), como extensivamente detalhado por Maack (1981) e outros pesquisadores. Comumente reconhecida como Florestas com Araucárias esta formação abrange grande parte do Paraná, estendendo-se ainda para estados e países vizinhos. Certamente consiste na unidade fitogeográfica de maior destaque para a região.

Entretanto, de acordo com dados apresentados pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Paraná (SEMA, 2002), a mesorregião Centro-Sul encontra-se também em área de ocorrência de duas outras formações ecológicas: a Floresta Estacional Semidecidual (FES) e os Campos Naturais (IPARDES, 2004b).

Maack (1981) descreve para esta região o predomínio das formações de FOM sobre as demais unidades fitogeográficas. Segundo tal autor, para a região esta formação cobre cerca de 63% de seu território, sendo seguida pelos Campos Naturais (24%) e pela FES (13%).

Ainda de acordo com a SEMA (2002), de toda a cobertura florestal originalmente existente nesta região, restam pouco mais de 420 mil hectares em considerável estado de conservação. Somente esta porção representa cerca de 16% da cobertura original da referida mesorregião (IPARDES, 2004a). Mesmo sendo extremamente baixa sob a perspectiva conservacionista, esta porcentagem ainda assim faz desta a segunda região do Paraná com as maiores extensões preservadas de florestas. Tal fato agrega grande valor biológico a esta região, pois a mesma dispõe de matrizes consideráveis de exemplares faunísticos e florísticos.

4.5.4.1.4. Bacia do rio do Cavernoso

Situada à margem esquerda do rio Iguaçu, tendo como afluente principal o rio Cavernoso, esta bacia encontra-se originalmente inserida na área de distribuição das formações da Floresta Ombrófila Mista, em especial na formação Montana. Contudo, a íntima proximidade com o rio

Iguaçu possibilita a ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual, ainda que em pouca extensão. Em determinadas porções, esta floresta tropical apresenta regiões de contato com as formações de floresta com araucária, estando caracterizada com uma região ecotonal. Por vezes, as espécies de ambas as formações acabam se encontrando. Adicionalmente, muitos dos rios que compõem tal bacia encontram-se inseridos ou têm sua origem nas áreas de Campos Naturais, abundantes nas porções ao leste da mesorregião Centro-sul.

A Figura 4.5.1, apresentada abaixo, delimita a porção em que a bacia do rio Cavernoso encontra-se inserida, indicando as unidades fitogeográficas abrangidas.

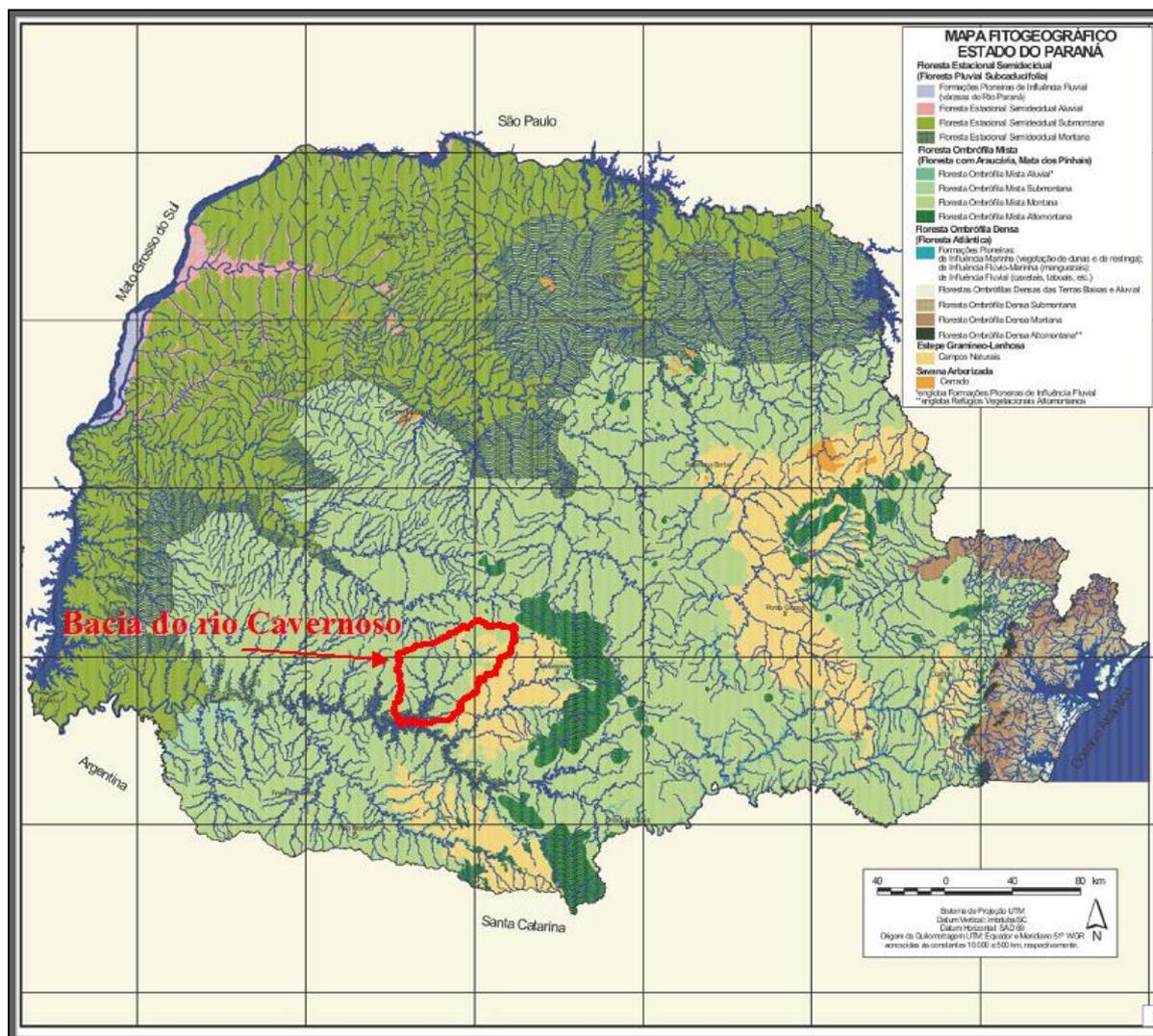


Figura 4.5.1 – Mapa fitogeográfico do Paraná com a delimitação da bacia do rio Cavernoso. Fonte: Adaptado de SEMA (2002).

Na sequência, são apresentadas descrições sucintas das principais unidades fitogeográficas que ocorrem na região, indicando características principais das formações e espécies a estas associadas.

- **Floresta ombrófila mista**

Dominante como formação ecológica de maior representatividade na mesorregião Centro-Sul, a FOM consiste em uma das principais formações vegetacionais dos planaltos sul-brasileiros. Tendo como representante típica a araucária brasileira (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.), esta formação cobria aproximadamente 74.000km², somente no Paraná.

Toda a distribuição deste tipo de vegetação está vinculada a ocorrência da araucária, a qual está intimamente associada a condições climáticas pretéritas, tendo se desenvolvido em regiões de maiores altitudes e de climas amenos. Inúmeros estudos apontam que o processo de expansão e retração desta vegetação está associado ao paleoclima, de modo mais específico, às flutuações da temperatura no quaternário (LEITE, 1994). Entre períodos glaciais e inter-glaciais esta formação apresentou grande variação de sua área de abrangência (LONGHI, 1993).

Machado & Siqueira (1980) destacam que a ocorrência de temperaturas baixas (geadas frequentes), os bons índices de precipitação e as condições de relevo e solo são determinantes para o desenvolvimento desta formação.

Classificada pelo IBGE e exposta por Longhi (1993), esta formação ainda detém a ocorrência de subdivisões em quatro categorias, tendo como fator determinante a altitude de ocorrência. Segundo o referido autor, é possível distinguir as seguintes categorias:

- FOM Aluvial, ocorrendo em terrenos antigos e ao longo de corpos d'água;
- FOM Submontana, com ocorrência de 50 até 400m de altitude;
- FOM Montana, com ocorrência de 400 até 1.000m de altitude; e
- FOM Alto-Montana, situada acima dos 1.000m de altitude.

Apesar da proposição deste padrão de classificação, as distintas categorias da Floresta Ombrófila Mista não seguem estritamente estas amplitudes. Inúmeros são os fatores que acabam por condicionar a ocorrência de uma ou outra formação em determinada região. Leite (1994) indica que algumas destas formações podem ainda ocorrer em faixas abaixo da cota máxima estipulada para cada categoria.

De modo específico para a mesorregião Centro-Sul, constata-se o predomínio da Floresta Ombrófila Mista Montana. Para esta subdivisão Roderjan et al. (2002) indicam a presença da *Araucaria angustifolia* formando um estrato dominante e contínuo acima dos 30m de altura. As principais espécies arbóreas ocorrentes são *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart) Barro, *O. puberula* (Rich.) Nees, *O. pulchella* (Nees) Mez, *Capsicodendron dinisii* (Schwacke) Occhioni, *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera, *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Eichler, *Ilex paraguariensis*, *Cedrela fissilis*, *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Sloanea lasiocoma* K. Schum., *Luehea divaricata* Mart., *Mimosa scabrella* Benth., *Dalbergia brasiliensis* Vogel, *Jacaranda puberula* Cham. e *Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith.

Em levantamento realizado por Wisyiewski et al. (1993) no município de Quedas de Iguaçu, à oeste da mesorregião Centro-Sul, foram amostradas 42 espécies de árvores, distribuídas em 42 famílias. Tal trabalho possibilitou uma melhor compreensão da composição florística ocorrente no Terceiro Planalto paranaense, em específico da FOM Montana. As principais espécies encontradas pelos autores são apresentadas abaixo na tabela 4.5.1.

Tabela 4.5.1 - Espécies encontradas em fragmentos de FOM na mesorregião Centro-Sul.

Espécie	Nome Vulgar	Família
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Mull. Arg.	Peroba	Apocinaceae
<i>Ilex brevicuspis</i> Reiss	Caúna	Aquifoliaceae
<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hill.	Erva-mate	Aquifoliaceae
<i>Didimopanax morototonii</i> (Aubl) Dcne.	Aipim-bravo	Araliaceae
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze.	Pinheiro-do-Paraná	Araucariaceae
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Caroba	Bignoniaceae
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell) Arrab ex Steudel	Louro-pardo	Boraginaceae
<i>Patagonula americana</i> Linné	Guajuvira	Boraginaceae
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schaw) Occh.	Prá-tudo	Canellaceae
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) DC	Jacaratiá	Caricaceae
<i>Clethra scabra</i> Pers	Carne-de-vaca	Clethraceae
<i>Pyptocarpha angustifolia</i> Dusen	Vassourão-branco	Compositae
<i>Erythroxylum argentinum</i> O. E. Schultz	Marmeleiro	Erythroxylaceae
<i>Actinostemom concolor</i> (Spreng.) M. Arg.	Laranjeira-do-mato	Euphorbiaceae
<i>Alchornea triplinervea</i> (Spreng.) M. Arg	Tapiá	Euphorbiaceae
<i>Bernardia pulchella</i>	Pasto-de-anta	Euphorbiaceae
<i>Sebastiania klotzchiana</i> M. Arg.	Branquinho	Euphorbiaceae
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga-miudo	Flacourtiaceae
<i>Casearia inequilatera</i> Camb.	Guaçatunga	Flacourtiaceae
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-amarela	Lauraceae
<i>Ocotea puberula</i> Nees	Canela-pinho	Lauraceae
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	Canela-lageana	Lauraceae
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog) Macbrid.	Grapia	Leguminosae
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim	Leguminosae
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burk	Rabo-de-bugio	Leguminosae
<i>Machaerium stipitatum</i> Vog.	Sapuva-preta	Leguminosae
<i>Myrocarpus frondosus</i> Freire Alem.	Cabreúva	Leguminosae
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth) Bren.	Angico-vermelho	Leguminosae
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng) Taub.	Canafístula	Leguminosae
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spr.) Mart.	Esporão-de-galo	Loganiaceae
<i>Bastardiopsis densiflora</i> Hook et Am.	Pau-jangada	Malvaceae
<i>Cabralea glaberrima</i> A. Juss.	Canjerana	Meliaceae
<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Cedro	Meliaceae
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.		Meliaceae
<i>Rapanea umbellata</i> (Mart. ex DC) Mez.	Pororoca-grauda	Myrsinaceae
<i>Brittoa guazumaefolia</i> (Camb.) Legr.	Capoteira	Myrtaceae
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg.	Guavirova	Myrtaceae
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae
<i>Myrcia rostrata</i> DC		Myrtaceae
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá	Myrtaceae

<i>Syagrus romanzoffianum</i> (Cham) Glass.	Gerivá	Arecaceae
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Carvalho	Proteaceae
<i>Prunus selowii</i> Koehne	Pessegueiro-bravo	Rosaceae
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl) Engl.	Pau-marfim	Rutaceae
<i>Esembeckia grandiflora</i> Mart.		Rutaceae
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.		Rutaceae
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hill) Radl.	Vacum	Sapindaceae
<i>Cupanea vernalis</i> Camb.	Cuvatã	Sapindaceae
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radl.	Maria-preta	Sapindaceae
<i>Matayba eleagnoides</i> Radl.	Miguel-pintado	Sapindaceae
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	Fumo-bravo	Sapindaceae
<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.	Cajuju	Styracaceae
<i>Symplocus tetrandia</i> (Mart) ex Miq.		Symplocaceae
<i>Symplocus uniflora</i> (Pohl) Benth.	Pau-de-cangalha	Symplocaceae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	Tiliaceae
<i>Vitex megapotamica</i> (Spr) Moldenke	Tarumã	Verbenaceae

Fonte: WISYIEWSKI et al. (1993).

Apesar de inúmeros levantamentos florísticos já terem sido realizados nas Florestas com Araucárias, em todas as suas subdivisões, o conhecimento da estrutura fitossociológica ainda é bastante primário (SILVA, 2002).

A demanda por tal conhecimento é alta, pois somente a partir de uma base conceitual sólida será possível traçar estratégias para o manejo e conservação desta unidade fitoecológica.

- **Floresta estacional semidecidual**

Menos representativa na porção Centro-Sul, a Floresta Estacional Semidecidual (FES) é encontrada em pequenas manchas desconexas e fragmentadas nos municípios integrantes desta região. Em função da diminuição da altitude e da presença da bacia do rio Iguaçu, esta formação pode adentrar em regiões mais centrais do Estado, acompanhando os rios que cortam o Terceiro e o Segundo Planalto. Segundo Maack (1981), trata-se de uma região favorecida por solos férteis, comumente conhecidos como “terra roxa”, provenientes da decomposição dos derrames basálticos.

Inúmeros condicionantes contribuem para a FES ser um dos ecossistemas mais ricos e biodiversos do Paraná. Contudo, apesar de sua exuberância, dispendo de árvores que atingem de 30 a 35m de altura, relata-se a ocorrência de um estrato superior bastante descontínuo (IBGE, 1990).

A principal característica desta formação está justamente na semidecidualidade de algumas espécies arbóreas, definida por duas estações climáticas distintas, alterando notavelmente a fisionomia da floresta. Tal afirmação refere-se ao fato de algumas espécies perderem parte suas folhas em períodos de estresse fisiológico (RODERJAN et al., 2002).

Em função da sazonalidade climática, a região apresenta uma estação com alto índice de pluviosidade, durante o verão, e outra caracterizada por uma condição de seca, no inverno,

tendo expressiva queda na temperatura. Sendo assim, nos meses mais frios do ano, período em que eventualmente ocorrem geadas, a vegetação encontra-se sujeita a uma condição de escassez hídrica. Conseqüentemente, determinadas espécies mais sensíveis a estas alterações acabam por perder parte de suas folhas. Estima-se que em torno de 20 a 50% das árvores perdem parcialmente suas folhas (IBGE, 1990).

De acordo com levantamento realizado por Isernhagen et al. (2002), os inúmeros levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados em florestas do Paraná apontam a Floresta Estacional Semidecidual como a segunda com maior riqueza de espécies. Entretanto, segundo dados do IBGE (1990), as formações montanas e submontanas desta floresta mostram-se bem menos diversas, quando comparadas com as florestas Ombrófilas típicas do Sul do Brasil. Ainda de acordo com Isernhagen et al. (2002), tal formação é representada por um número elevado de espécies pertencentes às famílias específicas. Lauraceae, Melliaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Myrtaceae, Rutaceae e Fabaceae (Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae) abrangem um grande número de espécies nesta formação. Contudo, outras famílias ainda ganham destaque.

Apocynaceae e Phytolaccaceae consistem em famílias que ocorrem em formação Estacional Semidecidual, mas não dispõem de alta riqueza. Contudo, as referidas famílias apresentam espécies de destaque na estrutura e fitofisionomia florestal. A espécie *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (Apocynaceae), popularmente conhecida como peroba-rosa, consiste em elemento representativo muito característico da Floresta Estacional Semidecidual (Isernhagen et al., 2002), estando entre as espécies arbóreas de maior expressão. Comum também são as espécies *Tabebuia heptaphylla* (ipê-roxo) e *Peltophorium dubium* (canafístula).

- **Campos Naturais**

Abundantes em grandes extensões do Paraná, incluindo a mesorregião Centro-sul, as formações de campos são constituídas predominantemente por espécies herbáceas e se encontram em altitudes mais elevadas. Ocorrendo sobre terrenos suave-ondulados, os campos – também reconhecidos como estepes – compõem elemento característico da paisagem dos planaltos do sul do Brasil (LEITE, 1994).

Diversos estudos como os de Schimper (1898) e Lindman (1906) (apud LEITE, 1994) indicam que a ocorrência destas formações está atrelada ao clima pretérito, o qual possibilitou a expansão destas áreas em porções mais frias e secas do período pós-glacial.

Essencialmente graminóide, a vegetação que se encontra nas formações campestres são representadas na sua maior parte por espécies pertencentes às famílias Poaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cyperaceae, Lamiaceae, Verbenaceae, Polygalaceae, Amaranthaceae, Fabaceae, Mimosaceae, Asclepiadaceae, Ericaceae, Lobeliaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae e Arecaceae. Ainda, de acordo com Roderjan et al. (2002), são típicas as espécies dos gêneros *Aristida*, *Paspalum*, *Andropogon*, *Eragrostis*, *Piptochaerium* e *Panicum*.

Apesar dos inúmeros serviços ecológicos proporcionados pelos Campos naturais, sendo muitos de utilidade essencial para a sobrevivência humana, esta formação encontra-se altamente descaracterizada e sujeita a intensos níveis de perturbação. A conversão de áreas para a agricultura, pecuária e a expansão urbana são os principais responsáveis pela destruição destes ambientes.

De acordo com Oliveira (2002), apesar da existência de poucos dados quantitativos para este bioma, é seguro afirmar que o mesmo não está suficientemente representado e protegido por unidades de conservação. Ainda segundo estes autores, em 1985 Milano et al. já apontavam a existência de aproximadamente 4 mil hectares, o que corresponde à 0,20% da área original desta formação no Paraná.

Para a área de estudo em questão, as formações de campos são pouco representativas, embora ocorram notavelmente na mesorregião Centro-sul.

4.5.4.2. Fauna

4.5.4.2.1. Ictiofauna

A ictiofauna da bacia do rio Iguaçu pode ser caracterizada como altamente endêmica, isto é, com um grande percentual de espécies que ocorrem exclusivamente nesta bacia. A ictiofauna do rio Iguaçu a montante das Cataratas é caracterizada pela dominância absoluta de espécies residentes ou migratórias de curtas distâncias, a maioria de pequeno ou médio porte.

Isso se deve ao fato das Cataratas do rio Iguaçu, a despeito de sua idade geológica relativamente recente, terem aparentemente exercido um isolamento geográfico eficaz para a ictiofauna no Primeiro e Segundo Planalto Paranaense (MAACK, 1981).

Para a região Centro-Sul paranaense foi realizado um amplo estudo da ictiofauna na Usina Hidrelétrica de Segredo, totalizando um número de 52 espécies (AGOSTINHO & GOMES, 1997).

A tabela 4.5.2 é baseada neste trabalho supracitado e nos dados do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES (2004b).

Tabela 4.5.2 – Espécies de peixe do médio Iguaçu, com dados de registros de ocorrência e distribuição geográfica.

Nome Científico	Nome Vulgar	Endêmico
<i>Astyanax</i> sp. A	Lambari	X
<i>Astyanax</i> sp. B	B Lambari-do-rabo-vermelho	X
<i>Astyanax</i> sp. C	Lambari-do-rabo-amarelo	X
<i>Astyanax</i> sp. D	Lambari	X
<i>Astyanax</i> sp. E	Lambari-relógio	X
<i>Astyanax</i> sp. F	Lambari-grande, labarizão	X
<i>Hasemania maxillaris</i>	Lambari	X
<i>Hasemania melanura</i>	Lambari	X
<i>Hyphessobrycon reticulatus</i>	Bodoquinho, bandeirinha	X
<i>Hyphessobrycon taurocephalus</i>	Lambari	X
<i>Psalidodon gymnodontus</i>	Dentudo, lambari-cabeçudo, lambari-de-inverno	X
<i>Oligossarcus longirotris</i>	Sicanga, tajabicu, tambicu	X
<i>Characidium</i> sp. A	Canivete	X

<i>Hoplias cf. malabaricus</i>	Traíra	X
<i>Apariodon vittatus</i>	Perna-de-moça, sardela	X
<i>Gymnotus carapo</i>	Tuvira, morenita	
<i>Glanidium ribeiroi</i>	Tuvira, morenita, bocudo	X
<i>Pariolius hollandi</i>	Guasco	X
<i>Pimelodus ortmanni</i>	Pintado, mandi	X
<i>Pimelodus sp.</i>		
<i>Rhamdia branneri</i>	Bagre-amarelo	X
<i>Rhamdia sp.</i>	Bagre	
<i>Steindachneridion sp.</i>	Pintado, mongolo	X
<i>Trichomycterus davisi</i>	Guasquinho, peixe-gato	X
<i>Trichomycterus sp.</i>	Peixe-gato	
<i>Corydoras paleatus</i>	Cascudinho, limpa-fundo	
<i>Ancistrus sp.</i>	Cascudo, cascudinho-roseta	X
<i>Hypostomus sp.</i>	Cascudo-cinza	X
<i>Hypostomus derbyi</i>	Cascudo-pintado	X
<i>Hypostomus myersi</i>	Cascudo	X
<i>Microlepidogaster sp.</i>	Cascudinho	X
<i>Cnesterodon carnegiei</i>	Piaba	X
<i>Cichlasoma facetum</i>		X
<i>Crenicichla iguassuensis</i>	Joanas-branca, joaninha	X
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará, cará	
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa Exótica	
<i>Micropterus salmoides</i>	Truta Exótica	

Fontes: SPVS, AGOSTINHO e GOMES (1997). Nota: Dados trabalhados pelo IPARDES (2004b).

4.5.4.2.2. Herpetofauna

Dentro da herpetofauna estão incluídos os répteis (serpentes, tartarugas, lagartos e anfisbenas) e os anfíbios (rãs, pererecas e sapo). O Brasil conta com uma grande diversidade de répteis (cerca de 650 espécies), mas em relação ao interesse dos pesquisadores recebeu relativamente menor atenção que outros grupos de vertebrados (BERNELIS et al., 2004), excetuando as serpentes.

Para o Estado do Paraná devido a sua heterogeneidade ambiental proporcionou o registro de 154 espécies de répteis. Porém muitas espécies são de ocorrência marginal, contabilizando assim 124 espécies que de fato ocorrem para o Estado do Paraná, sendo quatro espécies de cágados, uma de jacaré, 23 de lagartos, sete anfisbenas e 89 serpentes (BERNELIS et al., 2004). Dentre esse numero total de espécies somente três espécies estão ameaçadas de extinção e dez espécies com dados insuficientes, podendo serem elevadas a categoria de ameaçadas a qualquer momento (BERNELIS et al., 2004).

Para a Região Centro-Sul do Estado do Paraná ainda não existe uma lista compilativa a respeito da fauna de répteis, sendo esta lista realizada em base de estudos sobre determinados grupos (eg. MORATO, 1995; RIBAS & MONTEIRO-FILHO, 2002).

A distribuição dos anfíbios compreende todas as regiões tropicais e temperadas do planeta, excetuando as ilhas oceânicas distantes dos continentes e a tundra. Por essa razão o Brasil possui uma das maiores diversidades de anfíbios do mundo, registrando um número maior que 600 espécies, 60% delas endêmicas.

O Estado do Paraná conta com cerca de 120 espécies de anfíbios, porém o grupo ainda não dispõe de um número considerável de pesquisadores em relação a outros grupos de vertebrados como, por exemplo, aves e mamíferos. Para a Região Centro-Sul do estado não há um levantamento sistemático dos anfíbios ocorrentes na região. A lista apresentada na Tabela 4.5.3 é realizada em base de estudos de levantamento próximos a região (BERNARDE & MACHADO, 2000).

Tabela 4.5.3 – Lista de espécies da herpetofauna potencialmente ocorrentes na área de estudo na bacia do rio do Cavernoso.

Nome Científico	Nome Vulgar	Status
ORDEM ANURA		
FAMÍLIA BUFONIDAE		
<i>Bufo crucifer</i>	Sapo-boi	
<i>Bufo ictericus</i>	Sapo-cururu	
<i>Bufo paracnemis</i>	Sapo-boi	
FAMÍLIA HYLIDAE		
<i>Aplastodiscus perviridis</i>	Perereca melancólica	
<i>Hyla albopunctata</i>	Perereca	
<i>Hyla minuta</i>	Perereca	
<i>Hyla faber</i>	Sapo-martelo, sapo-ferreiro	
<i>Hyla nana</i>	Perereca	
<i>Hyla prasina</i>	Perereca	
<i>Hyla pulchella</i>	Perereca	
<i>Phrynohyas venulosa</i>	Sapo-canoeiro	
<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	Perereca-verde	
<i>Scinax eringiophilus</i>	Perereca-de-banheiro	
<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	
<i>Scinax perereca</i>	Perereca	
<i>Scinax squalirostris</i>	Perereca-bicuda	
FAMÍLIA LEPTODACTYLIDAE		
<i>Crossodactylus</i> sp.	Rãzinha-do-riacho	
<i>Eleutherodactylus binotatus</i>	Rã-da-mata	
<i>Eleutherodactylus guenterei</i>	Rã-da-mata	
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rã-manteiga	
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Rã-manteiga	
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	Rã-manteiga	
<i>Odontophrynus americanus</i>	Sapo	
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Foi-não-foi, Rã-cachorro	
<i>Physalaemus gracilis</i>	Rã-chorona	
<i>Proceratophrys avelinoi</i>	Sapo-de-chifres	

FAMÍLIA MICROHYLIDAE		
<i>Elachistocleis ovalis</i>	Sapo-gota	
ORDEM LACERTILIA		
FAMÍLIA AMPHISBAENIDAE		
<i>Amphisbaena hogeii</i>	Cobra-cega	
<i>Amphisbaena dubia</i>	Cobra-cega	
<i>Amphisbaena leucocephala</i>	Cobra-cega	
FAMÍLIA ANGUIDAE		
<i>Ophiodes striatus</i>	Cobra-de-vidro; lagarto ápodo	
FAMÍLIA GEKKONIDAE		
<i>Hemidactylus mabouia</i>	Lagartinho, Lagartixa	
FAMÍLIA GYMNOPHTHALMIDAE		
<i>Pantodactylus quadrilineatus</i>	Lagartixa	
<i>Pantodactylus schreibersii</i>	Lagartixa	
FAMÍLIA POLYCHROTIDAE		
<i>Enyalius iheringii</i>	Lagartinho, Lagartixa	
<i>Anisolepis grilli</i>	Lagartixa PO	
<i>Tropidurus torquatus</i>	Lagartinho, Lagartixa	
FAMÍLIA TEIIDAE		
<i>Ameiva ameiva</i>	Lagarto	
<i>Tupinambis merianae</i>	Teiú	
ORDEM OPHIDIA		
FAMÍLIA ANOMALEPIDIDAE		
<i>Liotyphlops beui</i>	Cobra-cega	
FAMÍLIA COLUBRIDAE		
<i>Atractus maculatus</i>	Falsa-coral	
<i>Chironius bicarinatus</i>	Cobra-cipó	
<i>Chironius exoletus</i>	Cobra-cipó	
<i>Clélia clelia</i>	Muçurana	
<i>Clélia rústica</i>	Muçurana	
<i>Clélia plumbea</i>	Muçurana	
<i>Echianthera affinis</i>	Cobra-preta	
<i>Echianthera cyanopleura</i>	Jararaquinha	
<i>Helicops pictiventris</i>	Cobra-d'água	
<i>Liophis jaegeri</i>	Cobra-verde	
<i>Liophis miliaris</i>	Cobra-d'água	
<i>Liophis poecilogyrus</i>	Cobra-de-lixo; cobra-capim	
<i>Philodryas arnaldoi</i>	Cobra-capim	
<i>Philodryas olfersii</i>	Cobra-verde	
<i>Philodryas patagoniensis</i>	Cobra-capim	
<i>Pseudoboa haasi</i>	Muçurana	
<i>Spilotes pullatus</i>	Caninanaçú	
<i>Thamnodynastes strigatus</i>	Corre-campo, Corredeira	
<i>Tomodon dorsatus</i>	Corre-campo	
<i>Waglerophis merremii</i>	Boipeva	
<i>Xenodon guentheri</i>	Boipeva	
<i>Xenodon neuwiedi</i>	Jararaquinha	
FAMÍLIA ELAPIDAE		

<i>Micrurus altirostris</i>	Coral-verdadeira	I
<i>Micrurus corallinus</i>	Coral-verdadeira	I
FAMÍLIA VIPERIDAE		
<i>Bothrops alternatus</i>	Urutu, Urutu-cruzeiro	I
<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca	I
<i>Bothrops jararacussu</i>	Jararacuçu	I
<i>Bothrops neuwiedi paranaensis</i>	Jararaca-pintada	I
<i>Bothrops neuwiedi diporus</i>	Jararaca-pintada	I
<i>Crotalus durissus terrificus</i>	Cascavel	I
ORDEM QUELONIA		
FAMÍLIA EMYDIDAE		
<i>Trachemys d'orbigny</i>	Tartaruga, Tigre d'água	I
FAMÍLIA CHELYIDAE		
<i>Hydromedusa tectifera</i>	Cágado	I
<i>Phrynops</i> sp.	Cágado	AM

Fonte: BERNARDE & MACHADO (2000).

Status - I: Indeterminado; AM: Ameaçada de extinção.

A figura 4.5.2 apresenta duas espécies de anfíbios de provável ocorrência na região.



Figura 4.5.2 – Espécies de anfíbios de provável ocorrência na bacia do rio do Cobre.

4.5.4.2.3. Avifauna

O Brasil possui uma das mais ricas avifaunas do mundo, estudos recentes estimam que existam entre 1.696 e 1.731 espécies de aves catalogadas em todo o território brasileiro. Cerca de 10% (193 táxons) dessas, estão incluídas em listas de espécies ameaçadas mundial ou localmente. O bioma Amazônico apresenta o maior número de espécies, seguido pela Mata Atlântica e o Cerrado, entretanto, a maioria das espécies endêmicas do Brasil é encontrada na Mata Atlântica, o que destaca este bioma como uma área prioritária para conservação em nível mundial (Hotspot de biodiversidade). Outro fato que torna, de maneira significativa, a fauna brasileira de aves tão exclusiva é a residência, 92% das espécies são residentes e apenas 8% são migratórias, caracterizando assim essa classe de vertebrados como megadiversa no Brasil (SICK, 1997; MYERS et al., 2000; MARINI & GARCIA, 2005).

Particularmente para o estado do Paraná, existem registradas 770 espécies de aves, número considerado elevado em relação ao tamanho do território paranaense. Essa grande riqueza ornitofaunística do Paraná deve-se principalmente as suas 15 formações vegetacionais, todas ligadas à Mata Atlântica. Bioma esse com grande endemia (SCHERER-NETO & STRAUBE, 1995; MIKICH & BÉRNILS, 2004).

No Paraná foi realizado um trabalho compilativo de listagem de toda ornitofauna paranaense (SCHERER-NETO & STRAUBE, 1995), sendo que a região Centro-Sul do estado também conta com um amplo trabalho compilativo (STARUBE et al., 2005). Baseando-se neste trabalho e nos dados fornecidos pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES (2004b) apresenta-se na tabela 4.5.4 a composição da ornitofauna da mesorregião Centro-Sul do estado.

Tabela 4.5.4 – Espécies de aves na mesorregião Centro-Sul do Paraná.

Nome Científico	Nome Vulgar	Status
ORDEM TINAMIFORMES		
FAMÍLIA TINAMIDAE		
<i>Tinamus solitarius</i>	Macuco	AM
<i>Crypturellus obsoletus</i>	Inhambu-guaçu	C
<i>Crypturellus parvirostris</i>	Inhambu-xororó	C
<i>Crypturellus tataupa</i>	Inhambu-xintã	C
<i>Rhynchotus rufescens</i>	Perdigão	C
<i>Nothura malculosa</i>	Codorna-amarela	C
ORDEM PODICEPEDIFORMES		
FAMÍLIA PODICIPEDIDAE		
<i>Podiceps dominicus</i>	Mergulhão-pompom	I
<i>Podilymbus podiceps</i>	Mergulhão	C
ORDEM PELECANIFORMES		
FAMÍLIA PHALACROCORACIDAE		
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Biguá-una	C
FAMÍLIA ANHINGIDAE		
<i>Anhinga anhinga</i>	Biguatinga	P
ORDEM CICONIFORMES		
FAMÍLIA ARDEIDAE		
<i>Ardea cocoi</i>	Garça-moura	C
<i>Casmerodius albus</i>	Garça-branca-grande	C
<i>Egretta thula</i>	Garcinha-branca	C
<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	C
<i>Butorides striatus</i>	Socozinho	C
<i>Syrigma sibilatrix</i>	Maria-faceira	C
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Savacu	C
FAMÍLIA THRESKIORNITHIDAE		
<i>Theristicus caudatus</i>	Curucaca	C
ORDEM ANSERIFORMES		
FAMÍLIA ANATIDAE		
<i>Netta peposaca</i>	Marrecão	P
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Ananaí	C
<i>Cairina moschata</i>	Pato-do-mato	V

<i>Oxyura dominica</i>	Marreca-de-bico-roxo	I
ORDEM FALCONIFORMES		
FAMÍLIA CATHARTIDAE		
<i>Sarcoramphus papa</i>	Urubu-rei	R
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-preto	C
<i>Cathartes aura</i>	Urubu-cabeça-vermelha	C
FAMÍLIA ACCIPITRIDAE		
<i>Elanus leucurus</i>	Gavião-peneira	C
<i>Elanoides forficatus</i>	Gavião-tesoura	C
<i>Ictinia plumbea</i>	Sovi	C
<i>Accipiter striatus</i>	Gavião- miudinho	C
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caramujeiro	C
<i>Harpagus diodon</i>	Gavião-bombachinha	R
<i>Buteo albicaudatus</i>	Gavião-de-cauda-branca	C
<i>Buteo brachyururs</i>	Gavião-de-rabo-curto	P
<i>Buteo magnirostris</i>	Gavião-carijó	C
<i>Buteo leucorrhous</i>	Gavião-de-sobre-branco	R
<i>Geranospiza caerulescens</i>	Gavião-pernilongo	
<i>Leucopternis polionota</i>	Gavião pombo	AM
<i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-caboclo	C
<i>Buteogalus urubitinga</i>	Gavião-preto	C
FAMÍLIA FALCONIDAE		
<i>Micrastur semitorquatus</i>	Gavião-relógio	C
<i>Micrastur ruficollis</i>	Falcão-caburé	C
<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	C
<i>Polyborus plancus</i>	Caracara-comum	C
<i>Falco femoralis</i>	Falcão-de-coleira	C
<i>Falco ruficularis</i>	Cauré	C
<i>Falco sparverius</i>	Quiriquiri	C
ORDEM GALLIFORMES		
FAMÍLIA CRACIDAE		
<i>Penelope obscura</i>	Jacuguaçu	AM
<i>Penelope superciliaris</i>	Jacupemba	V
<i>Pipile jacutinga</i>	Jacutinga	AM
FAMÍLIA PHASIANIDAE		
<i>Odontophorus capueira</i>	Uru-capueira	C
ORDEM GRUIFORMES		
FAMÍLIA RALLIDAE		
<i>Rallus sanguinolentus</i>	Saracura-preta	C
<i>Rallus nigricans</i>	Saracura-sanã	C
<i>Aramides cajanea</i>	Saracura-três-potes	C
<i>Aramides saracura</i>	Saracura-do-brejo	C
<i>Porzana albicollis</i>	Sanã-carijó	C
<i>Laterallus melanophaius</i>	Pinto-d'água-comum	C
<i>Gallinula chloropus</i>	Galinha-d'água	C
<i>Porphyryla martinica</i>	Frango-d'água-azul	C
ORDEM CHARADRIIFORMES		
FAMÍLIA JACANIDAE		

<i>Jacana jacana</i>	Jaçanã	C
FAMÍLIA CHARADRIIDAE		
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	C
FAMÍLIA SCOLOPACIDAE		
<i>Tringa solitaria</i>	Maçarico-solitário	C
<i>Actitis macularia</i>	Maçarico-pintado	C
ORDEM COLUMBIFORMES		
FAMÍLIA COLUMBIDAE		
<i>Columba picazuro</i>	Pomba-asa-branca	C
<i>Columba cayennensis</i>	Pomba-galega	C
<i>Columba plumbea</i>	Pomba-amargosa	C
<i>Zenaida auriculata</i>	Avoante	C
<i>Columbina picui</i>	Rolinha-branca	C
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	C
<i>Scardafella squamata</i>	Fogo-apagou	C
<i>Leptotila verreauxi</i>	Juriti-pupu	C
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Juriti-gemedeira	C
<i>Geotrygon montana</i>	Juriti-piranga	C
<i>Claravis pretiosa</i>	Pomba-azul	P
ORDEM PSITTACIFORMES		
FAMÍLIA PSITTACIDAE		
<i>Aratinga leucophthalmus</i>	Araguari	C
<i>Aratinga auricapilla</i>	Jandaia	R
<i>Pyrrhura frontalis</i>	Tiriba-de-testa-vermelha	C
<i>Forpus xanthopterygius</i>	Tuim-de-asa-azul	C
<i>Pionopsitta pileata</i>	Cuiú-cuiú	I
ORDEM PSITTACIFORMES		
<i>Pionus maximiliani</i>	Maitaca-verde	C
<i>Amazona vinacea</i>	Papagaio-de-peito-roxo	AM
<i>Ara maracana</i>	Maracanã	AM
ORDEM CUCULIFORMES		
FAMÍLIA CUCULIDAE		
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Papa-lagarta	C
<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato	C
<i>Cotrophaga major</i>	Anu-coroca	C
<i>Crotrophaga ani</i>	Anu-preto	C
<i>Guira-guira</i>	Anu-branco	C
<i>Tapera naevia</i>	Saci	C
ORDEM STRIGIFORMES		
FAMÍLIA TYTONIDAE		
<i>Tyto alba</i>	Suindara	C
FAMÍLIA STRIGIDAE		
<i>Otus choliba</i>	Corujinha-de-orelha	C
<i>Pulsatrix koenigswaldiana</i>	Coruja-de-garganta-branca	C
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Caburé-ferrugem	C
<i>Speotyto cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	C
<i>Strix hylophila</i>	Coruja-pintada	C
<i>Rhinoptynx clamator</i>	Coruja-orelhuda	C

ORDEM CAPRIMULGIFORMES		
FAMÍLIA NYCTIBIIDAE		
<i>Nyctibius griseus</i>	Mãe-da-lua	C
FAMÍLIA CAPRIMULGIDAE		
<i>Lurocalis semitorquatus</i>	Tuju	C
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Curiango-comum	C
<i>Macropsalis creagra</i>	Curiango-tesourão	AM
ORDEM APODIFORMES		
FAMÍLIA APODIDAE		
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Taperuçu-de-coleira-branca	C
<i>Cypseloides senex</i>	Taperuçu	C
<i>Chaetura cinereiventris</i>	Taperá-de-barriga-cinza	C
<i>Chaetura andrei</i>	Taperá-do-temporal	C
FAMÍLIA TROCHILIDAE		
<i>Phaethornis eurynome</i>	Rabo-branco-garganta-rajada	C
<i>Phaethornis pretrei</i>	Rabo-branco-acanelado	C
<i>Antracothorax nigricollis</i>	Beija-flor-de-veste-preta	C
<i>Colibri serrirostris</i>	Beija-flor-do-canto	C
<i>Stephanixis lalandi</i>	Beija-flor-de-topete	C
<i>Chlorostilbon aureoventris</i>	Esmeralda-de-bico-vermelho	C
<i>Thalurania glaucopis</i>	Beija-flor-de-fronte-violeta	C
<i>Leucochloris albicollis</i>	Beija-flor-de-papo-branco	C
<i>Aphantochroa corrhochloris</i>	Beija-flor-cinza	I
<i>Clytolaema rubricauda</i>	Beija-flor-rubi	C
ORDEM TROGONIFORMES		
FAMÍLIA TROGONIDAE		
<i>Trogon rufus</i>	Surucuá-de-barriga-amarela	C
<i>Trogon surrucura</i>	Surucuá-variado	C
ORDEM CORACIIFORMES		
FAMÍLIA ALCEDINIDAE		
<i>Ceryle torquata</i>	Martim-pescador-grande	C
<i>Chloroceryle americana</i>	Martim-pescador-pequeno	C
<i>Chloroceryle amazona</i>	Martim-pescador-médio	C
FAMÍLIA MOMOTIDAE		
<i>Baryphengus ruficapillus</i>	Juruva	C
FAMÍLIA BUCCONIDAE		
<i>Notharchus macrohynchus</i>	Capitão-do-mato	I
<i>Nystalus chacuru</i>	João-bobo	C
<i>Nonnula rubecula</i>	Macuru	I
FAMÍLIA RAMPHASTIDAE		
<i>Pteroglossus catanotis</i>	Araçari-castanho	C
<i>Selenidera maculirostris</i>	Araçari-poca	C
<i>Bailloni bailloni</i>	Araçari-banana	C
<i>Ramphastos dicolorus</i>	Tucano-de-bico-verde	C
FAMÍLIA PICIDAE		
<i>Picumnus nebulosus</i>	Pica-pau-anão-estriado	C
<i>Picumnus temminckii</i>	Pica-pau-anão-de-coleira	C

<i>Picumnus cirrhatu</i> s	Pica-pau-anão	I
<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo	C
<i>Chrysoptilus melanochlorus</i>	Pica-pau-carijó	C
<i>Piculus aurulentus</i>	Pica-pau-dourado	C
<i>Dryocopus lineatus</i>	Pica-pau-banda-branca	C
<i>Melanerpes flavifrons</i>	Benedito-testa-vermelha	C
<i>Melanerpes candidus</i>	Pica-pau-branco	C
<i>Veniliornis spilogaster</i>	Pica-pauzinho-verde-carijó	C
<i>Ploeoceastes robustus</i>	Pica-pau-rei	AM
ORDEM PASSERIFORMES		
FAMÍLIA DENDROCOLAPTIDAE		
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Arapaçu-liso	C
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Arapaçu-verde	C
<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	Cochi-de-garganta-branca	C
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	Arapaçu-de-bico-preto	C
<i>Lepidocolaptes squamatus</i>	Arapaçu-escamoso	C
<i>Lepidocolaptes fuscus</i>	Arapaçu-rajado	C
<i>Campylorhamphus falcularius</i>	Arapaçu-alfange	C
FAMÍLIA FURNARIIDAE		
<i>Clibanornis dendrocolaptoides</i>	Cisqueiro	AM
<i>Synallaxis spixi</i>	João-tenenem	C
<i>Synallaxis cinerascens</i>	Pi-pui	C
<i>Certiaxis cinnamomea</i>	Duruti	C
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	C
<i>Leptasthenura setaria</i>	Grimpeiro	V
<i>Synallaxis ruficapilla</i>	Pichororé	C
<i>Cranioleuca obsoleta</i>	João-oliváceo	C
<i>Anumbius annunbi</i>	Cochicho	C
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i>	Limpa-folha-quiete	C
<i>Philydor rufus</i>	Limpa-folha-de-testa-canela	C
<i>Phylidor linchtensteinii</i>	Limpa-folha-ocrácea	C
<i>Automolus leucophthalmus</i>	Barranqueiro-de-olho-branco	C
<i>Heliobletus contaminatus</i>	Bico-virado-do-sul	C
<i>Xenops rutilans</i>	Bico-virado-carijó	C
<i>Sclerurus scansor</i>	Vira-folhas	C
<i>Lochmias nematura</i>	João-de-riacho	C
FAMÍLIA FORMICARIIDAE		
<i>Hypoedalus guttatus</i>	Chocão-carijó	I
<i>Batara cinerea</i>	Matracão	C
<i>Mackenziaena leachii</i>	Borralhara-assobiadora	C
<i>Mackenziaena severa</i>	Borralhara-preta	C
<i>Biatas nigropectus</i>	Choca-da-taquara	R
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	Choca-da-mata	C
<i>Thamnophilus ruficapilus</i>	Choca-boné-ruivo	C
<i>Dysithamnus mentalis</i>	Choquinha-lisa	C
<i>Drymophila ferruginea</i>	Dituí	C
<i>Drymophila malura</i>	Trovoada-carijó	C

<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	Formigueiro-de-asa-vermelha	I
<i>Pyriglena leucoptera</i>	Olho-de-fogo-do-sul	C
<i>Chamaeza campanisoma</i>	Tovaca-campainha	C
<i>Chamaeza ruficauda</i>	Tovaca-serrana	C
<i>Gralaria varia</i>	Tovacuçu	C
<i>Hylopezus ochroleucus</i>	Torom-malhado	C
<i>Conopophaga lineata</i>	Chupa-dente-marrom	C
FAMÍLIA RHYNOCRYPTIDAE		
<i>Scytalopus speluncae</i>	Macuquinho-serrano	C
<i>Scytalopus indigoticus</i>	Macuquinho-perereca	C
FAMÍLIA COTINGIDAE		
<i>Pyroderus scutatus</i> Pavó AM		
<i>Pachyramphus viridis</i>	Caneleiro-verde	C
<i>Pachyramphus castaneus</i>	Caneleiro-castanho	C
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Caneleiro-preto	C
<i>Platypsaris rufus</i>	Caneleiro-de-crista	C
<i>Tityra cayana</i>	Araponghinha-de-rabo-preto	C
<i>Tityra inquisitor</i>	Araponghinha-de-cara-preta	C
<i>Procnias nudicollis</i>	Araponga	C
FAMÍLIA PIPRIDAE		
<i>Chirixiphia caudata</i>	Tangará-dançarino	C
<i>Piprites chloris</i>	Dançador-verde	I
<i>Schiffornis virescens</i>	Flautim-verde	C
FAMÍLIA TYRANNIDAE		
<i>Xolmis cinerea</i>	Primavera	C
<i>Colonia colonus</i>	Maria-viuvinha	C
<i>Knipolegus cyanirostris</i>	Maria-preta-pequena	C
<i>Muscipipra vetula</i>	Tesourinha-cinza	C
<i>Satrapa icterophrys</i>	Suiriri-pequeno	C
<i>Machetornis rixosus</i>	Suiriri-cavaleiro	C
<i>Sirystes sibilator</i>	Papa-moscas-assobiador	C
<i>Muscivora tyrannus</i>	Tesourinha-do-campo	C
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri-tropical	C
<i>Empidonax varius</i>	Bem-te-vi-peitica	C
<i>Legatus leucophaius</i>	Bem-te-vi-pirata	C
<i>Conopias trivirgata</i>	Mosqueteiro	C
<i>Megarhynchus pitangua</i>	Neinei	C
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Bem-te-vi-rajado	C
<i>Miozetetes similis</i>	Bem-te-vi-pequeno	C
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi-verdadeiro	C
<i>Myiarchus swainsoni</i>	Maria-irre	C
<i>Pseudatila phoenicurus</i>	Capitão-castanho	C
<i>Contopus cinereus</i>	Piui-cinza	C
<i>Empidonax euleri</i>	Enferrujado	C
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Guaracavuçu-quieto	C
<i>Myiophobus fasciatus</i>	Felipe-de-peito-riscado	C
<i>Hirundinea ferruginea</i>	Gibão-de-couro	C

<i>Platyrinchus mystaceus</i>	Patinho-garganta-branca	C
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Bico-chato-garganta-preta	C
<i>Todirostrum plumbeiceps</i>	Tororó	C
<i>Myiornis auricularis</i>	Maria-cigarra	C
<i>Hemitriccus diops</i>	Olho-falso	C
<i>Hemitriccus obsoletus</i>	Maraia-catraca	C
<i>Phylloscartes ventralis</i>	Borboletinha	C
<i>Capsiempis flaveola</i>	Mosqueteirinho amarelo	C
<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Barulhento	C
<i>Serpophaga subcristata</i>	Alegrinho-do-leste	C
<i>Serpophaga nigricans</i>	Alegrinho-pobre	C
<i>Elaenia sp.</i>	Guaracava	C
<i>Elaenia flavogaster</i>	Guaracava	C
<i>Myiopagis caniceps</i>	Maria-de-copa	C
<i>Myiopagis viridicata</i>	Guaracava-de-orelhas	C
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Risadinha	C
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	Poaieiro-triste	C
<i>Acrochordopus burmeisteri</i>	Poaieiro-do-sul	C
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	Abre-asa-cabeçudo	C
<i>Pipromorpha rufiventris</i>	Abre-asa-de-cabeça-cinza	C
<i>Corythopsis delalandi</i>	Estalador	C
FAMÍLIA OXYRUNCIDAE		
<i>Oxyruncus cristatus</i>	Araponga-do-horto	I
FAMÍLIA HIRUNDINIDAE		
<i>Tachycineta albiventer</i>	Andorinha-do-rio	C
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	Andorinha-frente-branca	C
<i>Phaeprogne tapera</i>	Andorinha-do-campo	C
<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-grande	C
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Andorinha-azul-e-branca	C
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serradora-sul	C
<i>Hirundo rustica</i>	Andorinha-de-bando	C
FAMÍLIA CORVIDAE		
<i>Cyanocorax caeruleus</i>	Gralha-azul	C
<i>Cyanocorax chrysops</i>	Gralha-piçaca	C
FAMÍLIA TROGLODYTIDAE		
<i>Troglodytes aedon</i>	Corruíra-de-casa	C
FAMÍLIA MIMIDAE		
<i>Mimus saturninus</i>	Tejo-do-campo	C
FAMÍLIA TURDIDAE		
<i>Platycichla flavipes</i>	Sabiá-una	C
<i>Turdus nigriceps</i>	Sabiá-ferreiro	C
<i>Turdus rufiventris</i>	Sabiá-laranjeira	C
<i>Turdus amaurochalinus</i>	Sabiá-poca	C
<i>Turdus albicollis</i>	Sabiá-coleira	C
<i>Turdus leucomelas</i>	Sabiá-pardo	C
FAMÍLIA SYLVIIDAE		
<i>Poliophtila lactea</i>	Balança-rabo-leitoso	R
FAMÍLIA MOTACILLIDAE		

<i>Anthus hellmayri</i>	Caminheiro-foguetinho	C
<i>Anthus lutescens</i>	Caminheiro-zumbidor	C
FAMÍLIA VIREONIDAE		
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Pitiguari	C
<i>Vireo olivaceus</i>	Juruviara-oliva	C
<i>Hylophilus poicilotis</i>	Vite-vite-coroado	C
FAMÍLIA ICTERIDAE		
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chopim-gaudério	C
<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	Chopim-de-axila-vermelha	I
<i>Cacicus haemorrhous</i>	Japim-guaxe	C
<i>Cacicus chrysopterus</i>	Japiim-soldado	C
<i>Icterus cayanensis</i>	Encontro	C
<i>Gnorimopsar chopi</i>	Pássaro-preto	C
<i>Molothrus bonariensis</i>	Gaudério	C
<i>Pseudoleistes guirahuro</i>	Dragão-do-brejo	C
<i>Leistes superciliaris</i>	Polícia-inglesa-do-sul	C
FAMÍLIA PARULIDAE		
<i>Parula pitaiayumi</i>	Mariquita-do-sul	C
<i>Geothlyps aequinoctialis</i>	Pia-cobra-do-sul	C
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Pula-pula-coroado	C
<i>Basileuterus leucoblepharus</i>	Pula-pula-assobiador	C
<i>Basileuterus rivularis</i>	Pula-pula-do-rio	
FAMÍLIA COEREBIDAE		
<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	C
<i>Conirostrum speciosum</i>	Figurinha-rabo-castanho	C
<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul	C
FAMÍLIA TERSINIDAE		
<i>Tersina viridis</i>	Saí-andorinha	C
FAMÍLIA THRAUPIDAE		
<i>Euphonia chlorotica</i>	Fi-fi-verdadeiro	C
<i>Euphonia violacea</i>	Gaturamo-verdadeiro	C
<i>Euphonia pectoralis</i>	Ferro-velho	C
<i>Euphonia chalybea</i>	Cais-cais	C
<i>Chlorophonia cyanea</i>	Bandeirinha	C
<i>Pipraeidea melanonota</i>	Saíra-viúva	C
<i>Tangar seledon</i>	Sete-cores	C
<i>Tangara preciosa</i>	Saíra-preciosa	C
<i>Stephanophorus diadematus</i>	Sanhaço-frade	C
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinza	C
<i>Thraupis bonariensis</i>	Sanhaço-amarelo	C
<i>Habia rubica</i>	Tiê-da-mata	C
<i>Tachyphonus coronatus</i>	Gurundi	C
<i>Triuchothraupis melanops</i>	Tiê-de-topete	C
<i>Pyrrochoma ruficeps</i>	Cabecinha-castanha	C
<i>Nemosia pileata</i>	Saíra-de-chapéu-preto	C
<i>Hemithraupis guira</i>		C
<i>Cissops leveriana</i>	Tiêtinga	C
<i>Schistochlamys ruficapillus</i>	Bico-de-veludo	C

FAMÍLIA FRINGILLIDAE		
<i>Saltator similis</i>	Trinca-ferro-de-asa-verde	C
<i>Pitylus fuliginosus</i>	Bico-de-pimenta	I
<i>Cyanocompsa cyanea</i>	Azulão-verdadeiro	I
<i>Cyanoloxia glaucocaerulea</i>	Azulinho-do-sul	I
<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	C
<i>Tiaris fuliginosa</i>	Cigarra-do-coqueiro	I
<i>Sporophila caerulescens</i>	Coleirinha	C
<i>Sporophila leucoptera</i>	Chorão	R
<i>Oryzoborus angolensis</i>	Curio	AM
<i>Anaurospiza moesta</i>	Cigarra-da-taquara	AM
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra	C
<i>Sicalis luteola</i>	Canário-típio	C
<i>Haplospiza unicolor</i>	Cigarrinha-do-bambu	C
<i>Coryphospingus cucullatus</i>	Tico-tico-rei	C
<i>Arremom flavirostris</i>	Tico-tico-de-bico-amarelo	C
<i>Myospiza humeralis</i>	Tico-tico-do-campo	C
<i>Poospiza nigrorufa</i>	Quem-te-vestiu	C
<i>Poospiza lateralis</i>	Quete	C
<i>Zonotrichia capensis</i>	Tico-tico-verdadeiro	C
<i>Embernagra platensis</i>	Tibirro-do-pampa	C
<i>Spinus magellanicus</i>	Pintassilgo-de-cabeça-preta	C
FAMÍLIA PLOCEIDAE		
<i>Passer domesticus</i>	Pardal-doméstico	C

Fonte: FUPEF, SILVICONSLT ENGENHARIA, SPVS.

Nota: Dados trabalhados pelo IPARDES (2004b).

Status - I: Indeterminado; AM: Ameaçado de extinção; C: Comum; P: Pouco conhecido; R: Espécies raras; V: Vulnerável.

As figuras apresentadas abaixo ilustram algumas das espécies de aves de provável ocorrência na região do rio do Cavernoso.



Figura 4.5.3 - *Turdus albicollis*.



Figura 4.5.4 - *Turdus rufiventris*.



Figura 4.5.5 - *Theristicus caudatus*
(curicaca).



Figura 4.5.6 - *Zonotrichia capensis* (tico-
tico).



Figura 4.5.7- *Amazona vinacea*
(papagaio-de-peito-roxo).



Figura 4.5.8 - *Ploeoceastes robustus*
(pica-pau-rei).



Figura 4.5.9 - *Dryocopus lineatus* (pica-
pau-de-banda-branca)



Figura 4.5.10 - *Leptasthenura setaria*
(grimpeiro).

4.5.4.2.4. Mastofauna

No mundo, a classe Mammalia apresenta 5.416 espécies (WILSON & REEDER, 1993). Eisenberg & Redford (1999) apontam mais de 7.000 espécies descritas, sendo 652 no Brasil (REIS et al., 2006). Os animais apresentam formas e tamanhos variados, bem como hábitos alimentares, que variam desde a generalização da onivoria à especialização da hematofagia.

Esse táxon reúne características peculiares e únicas, altamente adaptadas para cada habitat específico, que possibilitam a ocupação de uma grande quantidade de nichos nos mais variados ambientes (EISENBERG & REDFORD, 1999). A busca por novos nichos gerou a grande diversidade de espécies que há atualmente (REIS et al., 2006).

Estima-se que cerca de 50% das espécies brasileiras de mamíferos têm ocorrência no bioma Mata Atlântica, aproximadamente 261 espécies, das quais cerca de 160 são endêmicas. Na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (IBAMA, 2003) há 69 espécies de mamíferos, sendo que 39 espécies se encontram na Mata Atlântica e dessas existem 25 espécies endêmicas. A atual lista da fauna ameaçada de extinção do Paraná descreve um total de 182 espécies ocorrentes para o Estado, estando 44 espécies categorizadas sob algum status de ameaça (MARGARIDO & BRAGA, 2004).

O estudo mastofaunístico no Paraná é recente e poucas localidades foram satisfatoriamente inventariadas. O conhecimento científico encontra-se concentrado nas áreas de UC's federais ou próximas a universidades públicas. Várias regiões passíveis para conservação no estado ainda não foram inventariadas. Há poucos estudos principalmente sobre as ordens Rodentia, Chiroptera e Didelphiomorpha. Pode-se afirmar que de forma geral, há lacunas importantes no conhecimento taxonômico e biogeográfico da maioria dos gêneros e espécies, de maneira que novas espécies e novas localidades de ocorrência são registradas a cada estudo mais minucioso (MIKICH & DIAS, 2006).

A mesorregião geográfica Centro-Sul e adjacências do Estado do Paraná nos biomas de Floresta Ombrófila Mista e Campos Naturais não foge a esse contexto, apresentando alguns trabalhos. MIRANDA et al. (2008) caracterizaram a mastofauna de uma região de campos naturais no município de Palmas, porção sul do estado do Paraná. BORGES (1989) descreveu a mastofauna do Parque Estadual de Vila Velha em Ponta Grossa, e alguns apontamentos isolados das espécies ameaçadas de extinção que ocorrem na região foram compilados por Margarido & Braga (2004).

Particularmente para a ordem Chiroptera, MIRETZKI (2003) aponta a região Centro-Sul como área de altíssima prioridade para a realização de inventários. As ordens Rodentia e Didelphiomorpha, usualmente, representam mais de 50% das espécies para qualquer inventário mastofaunístico na região neotropical, porém, espécies de pequeno porte, como os roedores e marsupiais, não são carismáticos ao público leigo para serem utilizados em programas de conservação (REIS et al., 2006). Por este e outros motivos, são pouco estudados, mesmo correspondendo a maior parte da mastofauna do bioma de Floresta com Araucária (VALLE, 2008).

Com base no trabalho de Persson & Lorini (1990) e nos dados do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES (2004b) a tabela 4.5.5 apresenta a mastofauna de provável ocorrência na área.

Tabela 4.5.5 – Espécies de mamíferos registradas na mesorregião Centro-Sul do Paraná (Quedas do Iguaçu, rio dos Touros e Salto Segredo).

Nome Científico	Nome Vulgar	Status
ORDEM DIDELPHIDAE		
FAMÍLIA DIDELPHIDAE		
<i>Caluromys lanatus</i>	Cuíca-lanosa	AM
<i>Monodelphis spp.</i>		P
<i>Philander opossum</i>	Cuíca-quatro-olhos	P
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá-de-orelha-branca	C
<i>Didelphis marsupialis</i>	Gambá-de-orelha-preta	C
<i>Chironectas minimus</i>	Cuíca d'água	P
<i>Monodelphis scalops</i>	Calita	P
ORDEM CHIROPTERA		
FAMÍLIA PHYLLOSTOMIDAE		
	Morcegos frugívoros	I
<i>Chrotopterus auritus</i>	Morcegos frugívoros	AM
<i>Carollia perspicilata</i>	Morcegos frugívoros	I
<i>Sturnira lilium</i>	Morcego-fruteiro	I
<i>Pygoderma bilabiatum</i>	Morcego	I
<i>Artibeus sp.</i>		
FAMÍLIA DESMODONTIDAE		
	Morcegos hematófagos	I
<i>Desmodus rotundus</i>	Morcego-vampiro	I
FAMÍLIA VESPERTILIONIDAE		
	Morcegos insetívoros	I
<i>Myotis migriconis</i>		
<i>Myotis ruber</i>	Morcego-borboleta-vermelho	I
<i>Eptesicus brasiliensis</i>		
FAMÍLIA MOLOSSIDAE		
	Morcegos insetívoros	I
<i>Molossus molossus</i>	Morcego-de-cauda-grossa	I
<i>Tadarida brasiliensis</i>		
ORDEM PRIMATES		
FAMÍLIA CEBIDAE		
<i>Cebus apella</i>	Macaco-prego	I
<i>Alouatta fusca</i>	Bugio ou guariba	I
<i>Alouatta caraya</i>	Bugio	AM
ORDEM EDENTATA		
FAMÍLIA MYRMECOPHAGIDAE		
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	AM
FAMÍLIA DASYPODIDAE		
<i>Cabassus unicinctus</i>	Tatu-do-rabo-mole	P
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peludo	P
<i>Cabassus tatouay</i>	Tatu-de-rabo-mole	P
<i>Dasyopus septemcinctus</i>	Tatu-mulita	P
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	C
ORDEM CARNÍVORA		
FAMÍLIA CANIDAE		

<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	C
<i>Pseudalopex gymnocercus</i>	Cachorro-do-campo	P
FAMÍLIA PROCYONIDAE		
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	P
<i>Nasua nasua</i>	Quati	C
FAMÍLIA MUSTELIDAE		
<i>Galictis cuja</i>	Furão	P
<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	AM
<i>Eira barbara</i>	Irara	P
FAMÍLIA FELIDAE		
<i>Puma concolor</i>	Sussuarana	AM
<i>Herpailurus yagouarundi</i>	Gato-mourisco	AM
<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguatirica	AM
<i>Leopardus wiedii</i>	Gato-do-mato-maracujá	AM
<i>Leopardus sp.</i>	Gato-do-mato	
<i>Panthera onca</i>	Onça-pintada	AM
<i>Leopardus tigrinus</i>	Gato-do-mato-pequeno	AM
ORDEM PERISSODACTYLA		
FAMÍLIA TAPIRIDAE		
<i>Tapirus terrestris</i>	Anta	AM
ORDEM ARTIODACTYLA		
FAMÍLIA TAYASSUIDAE		
<i>Pecari tajacu</i>	Cateto	V
<i>Tayassu pecari</i>	Queixada	AM
FAMÍLIA CERVIDAE		
<i>Mazama rufina</i>	Veado-bororó	I
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-poca	P
<i>Mazama americana</i>	Veado-pardo	P
ORDEM LAGOMORPHA		
FAMÍLIA LEPORIDAE		
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapeti	V
ORDEM RODENTIA		
FAMÍLIA CRICETIDAE		
<i>Akodon sp.</i>	Rato-do-mato	I
<i>Oryzomys sp.</i>	Rato-do-mato	I
<i>Orxymycterus sp.</i>	Rato-focinhudo	I
<i>Nectomys squemipes</i>	Rato-d'água	I
<i>Holochilus brasiliensis</i>	Rato-do-junco	I
<i>Scapteromys sp</i>	Rato-do-banhado	I
FAMÍLIA CAVIIDAE		
<i>Cavia aperea</i>	Preá	C
FAMÍLIA ECHIMYIDAE		
<i>Kannabateomys amblyonix</i>	Taquara	P
FAMÍLIA MYOCASTORIDAE		
<i>Myocastor coypus</i>	Ratão-do-banhado	C
FAMÍLIA HYDROCHAERIDAE		
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Capivara	C
FAMÍLIA DASYPROCTIDAE		

<i>Dasyprocta azarae</i>	Cutia	C
FAMÍLIA AGOUTIDAE		
<i>Agouti paca</i>	Paca	EN
FAMÍLIA SCIURIDAE		
<i>Sciurus aestuans</i>	Serelepe	C
FAMÍLIA ERETHIZONTIDAE		
<i>Coendou sp.</i>	Ouriço-cacheiro	P
<i>Sphiggurus spinosus</i>		P
<i>Shiggurus sp.</i>		P

Fonte: SILVICONCONSULT ENGENHARIA, FUPEF, SPVS.

Nota: Dados trabalhados pelo IPARDES (2004b).

Status - Am: Ameaçada de extinção; C: Comum; P: Pouco conhecido; R: Espécies rara; V: Vulnerável; I: Indeterminado.

4.5.5. Meio socioeconômico

Os aspectos do meio antrópico referem-se à caracterização das formas de organização, tradições, manifestações culturais, crenças, sociabilidades, valores, bem como as atividades produtivas, os saberes, serviços e infraestrutura das comunidades situadas nas áreas de influência do empreendimento PCH Cavernoso V.

4.5.5.1. Metodologia

Aspectos socioeconômicos e culturais são princípios referentes à forma de comportamento, atividades, produtos e serviços, manifestações, práticas, valores, símbolos e idéias que representam o modo de vida tanto de pessoas, como de comunidades, populações e da sociedade como um todo.

Desta forma, o objetivo da descrição do meio socioeconômico é caracterizar estes aspectos, tal qual eles encontram-se antes do início das atividades de implantação do empreendimento.

Este estudo baseou-se nas informações sobre o meio socioeconômico foram extraídas do Estudo de Inventário Hidrelétrico do rio do Cavernoso (2009).

Os municípios abrangidos pelo presente estudo de Projeto Básico são: Candói, Cantagalo e Guarapuava, e para analisar os dados socioeconômicos da região foram consultados o Censo Demográfico (IBGE, 2010), IBGE SIDRA e PNUD.

O levantamento de uso e ocupação atual dos solos realizado na região de implantação da PCH Cavernoso V, para fins de estudo de impacto ambiental, foi elaborado a partir de atividades preliminares de escritório.

O trabalho foi realizado seguindo-se as seguintes etapas:

- Levantamento de dados referentes ao relevo, solos, vegetação, geologia e recursos naturais, com a finalidade de obter informações referentes ao meio natural, servido para subsidiar o mapeamento;

- Definição das classes mapeadas em:
 - Agropecuária
 - Vegetação nativa
 - Água
 - Florestamento

4.5.5.2. Localização e Acessos

A bacia do rio Cavernoso localiza-se no Terceiro Planalto Paranaense, mesorregião Centro-Sul paranaense e abrange uma área de 2.629km². Essa bacia hidrográfica é composta por municípios que compõem os Territórios Cantuquiriguaçu e Paraná Centro organizados pelo MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Os municípios de Candói e Cantagalo pertencem ao Território Cantuquiriguaçu enquanto que Guarapuava pertence ao Território Paraná Centro. (Figura 4.5.11).



Figura 4.5.11 – Localização dos territórios-Paraná (Fonte: IPARDES 2007).

A barragem localiza-se nos municípios de Cantagalo - GO (margem direita) e Candói e Guarapuava-GO (margem esquerda).

4.5.5.3. Histórico dos Municípios

- **Cantagalo**

A região consolidou-se com o surgimento da Freguesia de Nossa Senhora do Belém de Guarapuava, mais tarde Guarapuava.

Os tropeiros provocavam grande tráfego e faziam suas pousadas em diversos pontos das estradas, sendo que de um pouso surgiu a primeira formação do que hoje é a cidade de Cantagalo. Durante muito tempo o povoado não evoluiu satisfatoriamente, servindo apenas de ponto de parada de viajantes e tropeiros, e o surto desenvolvimentista deu-se de forma lenta e gradual, com a vinda esporádica de novas famílias, principalmente oriundas dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Segundo crença regional, o nome Cantagalo origina-se de antigo pouso de tropeiros, onde, nas frias madrugadas de inverno, se ouvia uníssona cantiga de galo. Outra versão apresentada é que os tropeiros cantarolavam e apreciavam a melodia sertaneja denominada Catiga de Galo.



Figura 4.5.12 – Vista satélite Município de Cantagalo. Fonte: (Google Earth).

- **Guarapuava**

Guarapuava (do tupi-guarani: guará lobo e puava: bravo) foi o nome dado aos campos gerais descobertos em 1770, com área primitiva de 175.000 km².

O povoamento de Guarapuava foi o resultado de um processo histórico iniciado no século XVIII, com as Expedições do Tibagi e levado a cabo pela Real Expedição de Conquista do Povoamento dos Campos de Guarapuava, comandada por Diogo Pinto de Azevedo Portugal, que chegou à região em 1810 e fez construir o Fortim Atalaia, onde abrigou as primeiras tropas, seus familiares e povoadores que dela fizeram parte. O Fortim Atalaia protegeu os

componentes da Expedição dos frequentes ataques dos índios, pertencentes às três tribos que habitavam a região: Camés, Votorões e Cayeres.

Oficialmente, a cidade surgiu em 1819 como freguesia de Nossa Senhora de Belém. Passou a ser vila em 1852 e, devido ao progresso do povoado, em 1871, foi elevada à cidade, tornando-se um dos promissores municípios do Paraná.



Figura 4.5.13 – Foto aérea da cidade de Guarapuava.

- **Candói**

As terras do município de Candói foram imemorialmente habitadas pelos índios Votorões. Sendo referência obrigatória por quantos queiram se inteirar de fatos ocorridos na região compreendida entre os rios: Cavernoso, Pinhão, Jordão e Iguaçu.

O nome da cidade, de origem caingangue, é referência ao Rio Candói, afluente da margem direita do Rio Jordão, e trata-se de homenagem ao Cacique Candoy, antigo chefe dos índios Votorões.

O ato pioneiro de desbravamento da região do Candói coube ao capitão Manoel Elias de Araújo e sua mulher Clara Madalena dos Santos, donos de grande área de terras entre os rios Cavernoso, Jordão e Iguaçu. O casal não teve filhos e adotou uma criança, a quem batizaram Ponciano José de Araújo, e que mais tarde seria padre. O padre Ponciano foi vigário da Freguesia de Nossa Senhora da Conceição do Tamanduá, hoje Palmeira, no período de 1825 a 1832.

Segundo o pesquisador José Carlos Veiga Lopes, "o índio Candói enfermou-se, e foi batizado pelo padre Chagas com o nome de Hipólito no dia 13 de agosto de 1812 (o padre chamava-o pelo nome de Condoi)".

Os terrenos de Candói foram concedidos pelo Governo ao tenente Manuel Elias de Araújo, também conhecido por Elias Manuel de Araújo (batizado em 12/01/1759), casou-se com Clara Madalena dos Santos (batizada em 30/11/1768) em 12/10/1783 e eram moradores na fazenda do Pugas em Palmeira. Elias faleceu em 10 de maio de 1829. No mapa dos campos de Guarapuava organizado pelo padre Chagas em 1821, com a divisão das propriedades e seus respectivos donos, nenhuma está em nome de Manuel Elias de Araújo e no lugar onde está atualmente a cidade de Candói, campos situados entre os rios Cavernoso e Jordão, está escrito Campo Real e Campo do Norte, a doação deve ter sido posterior. O casal não tinha filhos e foi exposto em sua casa o inocente Ponciano, batizado no dia 8 de fevereiro de 1801, criado como filho, que, depois tornou-se o padre Ponciano José de Araújo, que herdou a fazenda de Candói.

Apesar de padre, Ponciano tinha filhos, que reconheceu. No dia 04/11/1855, Pedro Alexandre de Araújo Penna, João de Abreu e Araújo e Cândido José de Almeida, cadastraram no lugar denominado Candói, obtida por herança do padre Ponciano José de Araújo, uma sesmaria de campos de criar, logradouros e matos de lavar, medindo duas léguas de comprimento e um quarto de fundo, dividindo ao sul pelo Rio Jordão, ao norte pelo Rio Cavernoso, a leste pelo ribeirão denominado Candói e a oeste por diversos, entre os quais o Rio Jordão e o arroio do "Corvo Branco?".



Figura 4.5.14 – Vista satélite Município de Candói. Fonte: (Google Earth)

4.5.5.4. Indicadores Demográficos

A densidade demográfica no Paraná é de 52,37hab/km², em 2010. No que diz respeito aos municípios estudados, verifica-se que o município de Guarapuava apresenta maior densidade

demográfica que os demais (Tabela 4.5.6), ainda apresentando uma densidade maior que a do Estado de Paraná.

Tabela 4.5.6 - Densidade Demográfica dos municípios de Guarapuava e Cantagalo, GO - Censo de 2010

Município	População (habitantes)	Área (km ²)	Densidade demográfica (hab/km ²)
Guarapuava	178.126	3.178,649	53,68
Cantagalo	12.952	583,540	22,20
Candói	14.983	1.512,786	9,90

Fonte: IBGE@CIDADES (2016).

Tabela 4.5.7 – População por faixa etária – Censo 2010

Idade	Cantagalo		Guarapuava		Candói	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
0 a 4 anos	544	509	6.384	6.080	600	592
5 a 9 anos	648	541	6.983	6.765	698	689
10 a 14 anos	728	725	8.298	8.034	822	824
15 a 19 anos	695	591	8.127	7.903	772	762
20 a 24 anos	472	498	7.181	7.208	557	603
25 a 29 anos	449	445	6.718	6.911	552	571
30 a 34 anos	465	484	6.519	6.741	550	579
35 a 39 anos	432	507	5.931	6.426	564	528
40 a 44 anos	465	411	5.753	6.299	546	536
45 a 49 anos	389	371	5.116	5.880	469	476
50 a 54 anos	330	351	4.183	4.767	431	352
55 a 59 anos	291	308	3.385	3.828	315	288
60 a 64 anos	226	210	2.587	2.894	236	228
65 a 69 anos	178	160	1.858	2.200	184	156
70 a 74 anos	110	110	1.295	1.520	117	109
75 a 79 anos	69	90	786	1.012	75	71
80 a 84 anos	41	43	431	607	39	39
85 a 89 anos	22	24	177	311	17	14
90 a 94 anos	7	8	68	98	4	11
95 a 99 anos	1	3	14	37	2	2
Mais de 100 anos	0	1	3	10	1	2

4.5.5.5. Saneamento

Os indicadores de saneamento básico são compostos pelos serviços de abastecimento água, coleta e destinação final de esgoto sanitário e de resíduos sólidos. Estes indicadores são de

fundamental importância para a determinação da qualidade de vida da população, uma vez que a ausência de rede e tratamento de água e esgoto e a disposição inadequada de lixo trazem riscos para a saúde da população, além de contribuírem para a degradação ambiental.

Conforme a tabela 4.5.8, o abastecimento de água por rede geral de distribuição ainda é deficiente nos municípios de Candói e Cantagalo. Os municípios de Candói, Guarapuava e Cantagalo têm, respectivamente, 53,19%, 96,31%, 71,93% das residências abastecidas pela rede geral.

Tabela 4.5.8 – Formas de abastecimento de água por domicílio – 2010.

Formas de abastecimento de água			
	Guarapuava	Cantagalo	Candói
Total	44.497	3.734	4.335
Rede geral de distribuição	42.858	2.686	2.306
Poço ou nascente na propriedade	1.330	885	1.628
Poço ou nascente fora da propriedade	152	129	385
Rio, açude, lago ou igarapé	19	3	5

Fonte: IBGE/SIDRA (2016).

Tabela 4.5.9 - Existência de banheiro por domicílio – 2010.

Existência de banheiro por domicílio			
	Guarapuava	Cantagalo	Candói
Tinham banheiro ou sanitário	48.395	3.468	3.884
Tinham banheiro ou sanitário - rede geral de esgoto ou pluvial	45.168	2.534	2.198

Fonte: IBGE/SIDRA (2016).

Tabela 4.5.10- Serviço de drenagem urbana subterrâneo por tipo de rede coletora – 2008.

Rede coletora	Guarapuava	Cantagalo	Candói
Total de municípios com serviço de drenagem urbana subterrâneo	1	1	1
Unitária ou mista	-	-	-
Separadora	1	1	1

Fonte: IBGE/SIDRA (2016).

Tabela 4.5.11 - Destino do lixo – 2010.

Destino do lixo	Guarapuava	Cantagalo	Candói
Coletado	43.230	2.669	2.335
Coletado por serviço de limpeza	43.149	1.979	1.962
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	81	690	373
Queimado (na propriedade)	917	813	1.571
Enterrado (na propriedade)	135	209	226
Jogado em terreno baldio ou logradouro	42	9	70
Outro destino	152	33	132

Fonte: IBGE/SIDRA (2016).

4.5.5.6. Saúde

O município de Guarapuava apresenta maior oferta de serviços de saúde que os demais municípios.(Tabela 4.5.12).

Tabela 4.5.12 - Estabelecimentos de saúde – 2016.

Estabelecimentos de saúde	Guarapuava	Cantagalo	Candói
Posto de Saúde	29	2	7
Centro Saúde/ Unida Básica Saúde	1	3	1
Consultório Isolado	188	-	-
Clínica/Centro de Especialidade	40	-	-
Secretaria de Saúde	1	1	1
TOTAL	259	6	9

Fonte: DATASUS-CNES (2016).

4.5.5.7. Educação

Os dados sobre educação contribuem para avaliar a qualidade de vida da população. Foram selecionados dados secundários, disponibilizados pelo IBGE CIDADES com a finalidade de demonstrar as características da educação nos municípios.

Na tabela 4.5.13 verifica-se que as matrículas da educação infantil (creches e pré-escolas) nos municípios são inferiores à população de faixa etária correspondente (0 a 4 anos) (1.053 crianças em Cantagalo, 1.192 crianças em Candói e 12.464 crianças em Guarapuava, conforme a tabela 4.5.7).

O mesmo ocorre no ensino médio, nos dois municípios as matrículas são inferiores à população de faixa etária correspondente (15 a 19 anos) (1.286 crianças em Cantagalo, 1.534 crianças em Candói e 16.030 crianças em Guarapuava, conforme a tabela 4.5.7).

Tabela 4.5.13 - Número de estabelecimentos de ensino, matrículas e docentes em Guarapuava e Cantagalo - Censo Educacional 2015.

Nível educacional		Guarapuava	Cantagalo	Candói
Educação infantil	Estabelecimentos	71	10	5
	Matrículas	3.208	327	260
	Professores	659	79	58
	Média (alun/prof)	4,86	4,1	4,4
Ensino fundamental	Estabelecimentos	89	14	10
	Matrículas	25.903	2.554	1.953
	Professores	1.435	178	148
	Média (alun/prof)	18,05	14,34	13,2
Ensino médio	Estabelecimentos	35	5	3
	Matrículas	7.782	718	492
	Professores	236	35	21
	Média (alun/prof)	32,97	20,5	23,4

Fonte: IBGE CIDADES (2016).

4.5.5.8. Índice de Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado originalmente para medir o nível de desenvolvimento humano dos países a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita). O índice varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total).

Países com IDH até 0,499 têm desenvolvimento humano considerado baixo; os países com índices entre 0,500 e 0,799 são considerados de médio desenvolvimento humano; países com IDH maior que 0,800 têm desenvolvimento humano considerado alto (PNUD, 2003).

Para aferir o nível de desenvolvimento humano de municípios as dimensões são as mesmas – educação, longevidade e renda -, mas alguns dos indicadores usados são diferentes. Embora meçam os mesmos fenômenos, os indicadores levados em conta no IDH Municipal (IDHM) são mais adequados para avaliar as condições de núcleos sociais menores (PNUD, 2003).

A tabela 4.5.14 apresenta o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para os municípios de Candói, Guarapuava e Cantagalo no ano de 2010 e respectiva classificação no país.

Tabela 4.5.14 - IDHM de Guarapuava e Cantagalo no ano de 2010.

Parâmetro	Guarapuava	Cantagalo	Candói
IDHM	0,731	0,635	0,635
Ranking no país ⁽¹⁾	993 ^o	3393 ^o	3393 ^o
IDHM Renda	0,730	0,638	0,616
IDHM Longevidade	0,853	0,768	0,794
IDHM Educação	0,628	0,522	0,523

Fonte: Ranking de IDHM (entre 5.565 municípios) 2010 (PNUD, 2015).

Nota-se que os municípios de Cantagalo e Candói estão com a mesma posição no ranking do país. Na composição do IDHM destes municípios destaca-se o parâmetro IDHM Longevidade, que é mais elevado em relação aos demais (acima de 0,750).

4.5.5.9. Uso e Ocupação do Solo

A tabela 4.5.15 contém dados sobre os principais produtos das lavouras temporárias encontradas nos municípios do levantamento de dados.

A soja é a cultura de maior destaque nos três municípios. Nas lavouras permanentes, o destaque fica para a produção maçã no município de Guarapuava (Tabela 4.5.16).

Tabela 4.5.15- Principais produtos das lavouras temporárias, por área plantada e valor da produção – 2014.

Produto	Guarapuava		Cantagalo		Candói	
	Área plantada (ha)	Valor prod. (mil R\$)	Área plantada (ha)	Valor prod. (mil R\$)	Área plantada (ha)	Valor prod. (mil R\$)
Alho	15	700	-	-	1	15
Amendoim (em	4	11	2	6	6	17
Arroz (em casca)	40	85	60	120	60	107
Aveia	2.600	1.478	200	124	900	572
Batata doce	-	-	-	-	30	488
Batata Inglesa	2.290	96.942	2	18	610	23.021
Cana de Açúcar	-	-	4	11	1	11
Cebola	45	97	3	20	25	32
Centeio			-	-	-	-
Cevada (em	20	18	120	209	9.090	19.476
Feijão (em grão)	16.350	38.909	1.040	2.434	3.250	8.526
Fumo (em folha)	3.500	14.643	150	2.565	44	682
Mandioca	7	99	90	497	110	622
Melancia	2	23	-	-	-	-
Milho (em grão)	110	671	5.330	13.199	14.700	54.485
Soja (em grão)	62.740	231.856	16.350	47.638	39.870	140.012
Tomate	45	6.767	2	240	4	419
Trigo	21.900	39.382	1.700	2.214	15.200	23.950
Triticale	1.560	1.828	170	145	820	929

Fonte: IBGE (2016).

Tabela 4.5.16 - Área plantada e valor da produção para a lavoura permanente – 2014.

Produto	Guarapuava		Cantagalo		Candói	
	Área plantada (ha)	Valor prod. (mil R\$)	Área plantada (ha)	Valor prod. (mil R\$)	Área plantada (ha)	Valor prod. (mil R\$)
Abacate	-	-	-	-	3	159
Banana	-	-	3	13	9	76
Caqui	8	214	-	-	-	-
Figo	5	12	-	-	-	-
Goiaba	-	-	-	-	1	3
Laranja	15	64	14	142	35	141
Maçã	28	1.223	-	-	-	-
Manga	-	-	-	-	2	23
Maracujá	-	-	-	-	4	75
Pêra	1	20	-	-	-	-
Pêssego	7	76	-	-	9	204
Tangerina	2	31	-	-	2	62
Uva	32	689	9	62	7	77

Fonte: IBGE (2016).

Os rebanhos que se destacam em ordem de quantidade de cabeças são: galináceos, bovinos e suínos (nos dois municípios)(Tabela 4.5.17).

Tabela 4.5.17 - Efetivo da pecuária nos estabelecimentos agropecuários em por espécie de efetivo (cabeças) - 2014.

Tipo	Guarapuava	Cantagalo	Candói
Bovinos	59.300	38.100	67.900
Bubalino	15	65	27
Caprinos	1.500	810	980
Equinos	4.900	1.280	2.400
Galináceos	315.300	56.500	70.100
Ovinos	22.100	1.000	5.900
Suínos	35.600	9.300	13.900

Fonte: IBGE (2016).

4.5.5.10. Atividades econômicas

O Produto Interno Bruto (PIB) total de Cantagalo é de R\$ 169.222,00, sendo que o setor de agropecuária de destaca (Tabela 4.5.18) o de Candói é de R\$ 357.190,00 sendo que o setor se agropecuária de destaca e o PIB total de Guarapuava é de R\$ 3.689.454,00 sendo que a serviços de destaca.

Tabela 4.5.18 - Produto Interno Bruto (valor adicionado) do município Guarapuava e Cantagalo, GO, ano de 2013.

Variável	Guarapuava	Cantagalo	Candói
	-----mil reais-----		
Agropecuária	274.333	61.759	162.904
Indústria	804.325	11.776	26.591
Serviços	2.095.493	54.602	112.050

Fonte: IBGE CIDADES (2016).

4.5.6. Conclusões

Através dos levantamentos básicos aqui apresentados será possível efetuar um diagnóstico ambiental da PCH Cavernoso V, com a respectiva avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos com proposição de medidas compensatórias e mitigadoras, objeto do Capítulo 07 – Estudos Ambientais.

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

SUMÁRIO

CAPITULO 4.6

4.6. ESTUDOS ENERGÉTICOS	121
4.6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	122
4.6.2. QUEDA BRUTA MÉDIA	122
4.6.2.1. CURVA CHAVE NO CANAL DE FUGA – CONTROLE NATURAL	123
4.6.2.2. CURVA CHAVE NA COMPORTA BASCULANTE PCH CAVERNOSO V.....	125
4.6.3. PERDA DE CARGA	126
4.6.4. FATOR DE CAPACIDADE	127
4.6.5. VAZÃO SANITÁRIA	128
4.6.6. FATOR DE INDISPONIBILIDADE FORÇADA E PROGRAMADA.....	129
4.6.7. RENDIMENTOS TURBINAS E GERADORES.....	129
4.6.8. PERDAS ELÉTRICAS DEVIDO AO SISTEMA DE TRANSMISSÃO	129
4.6.9. CONSUMO INTERNO DA USINA.....	130
4.6.10. RESUMO DOS PARÂMETROS ENERGÉTICOS CONSIDERADOS.....	131
4.6.11. MODELO DE ANÁLISE ENERGÉTICA.....	131
4.6.12. RESULTADOS OBTIDOS PCH CAVERNOSO V – 5,0 MW.	132

4.6. ESTUDOS ENERGÉTICOS

Os estudos energéticos para uma central hidrelétrica visam determinar o montante de energia gerado para diversas faixas de potência, amparando-se em dados hidrológicos e as características físicas do arranjo proposto para o local.

A contribuição da usina ao Sistema Interligado é dada pela chamada energia firme incremental, que é a diferença entre as energias firmes do sistema com e sem a usina. A determinação da energia firme, para aproveitamentos de pequeno porte e a fio d'água, é feita diretamente a partir das séries de vazões médias mensais do período crítico, sem a utilização de modelos de simulação.

O histórico hidrológico assumido para o rio Cavernoso não abrange o período crítico do sistema interligado sul-sudeste-centro-oeste (jun/1949 à nov/1956). No entanto os contratos atualmente celebrados consideram a energia assegurada da usina.

A energia assegurada nada mais é do que a energia média de longo termo, considerados os parâmetros de indisponibilidade forçada e programada da planta, além dos descontos relativos a parcela hidrológica da vazão sanitária, vazão mínima de corte das turbinas, consumo interno da usina e perdas na linha de transmissão.

O estabelecimento da energia assegurada da usina é regido através da resolução nº 169, de 3 de maio de 2001 que estabelece critérios para a utilização do Mecanismo de Realocação de Energia – MRE por centrais hidrelétricas não despachadas de modo centralizado.

Conforme consta desta resolução a energia assegurada de cada central, será fixada por resolução específica da ANEEL, e será igual a média da energia que o aproveitamento poderia gerar, levando-se em consideração a série de vazões, a produtividade média, a indisponibilidade total e a potência instalada, com a ressalva de que o valor da indisponibilidade total, para o cálculo da energia assegurada, será estabelecido considerando os valores de IF e IP declarados pelo Agente Responsável.

Atualmente a normativa que rege a homologação da energia média gerada, intitulada como Garantia Física, é a Portaria nº 463/2009, do Ministério de Minas e Energia – MME. Seu artigo primeiro estabelece a metodologia para o cálculo dos montantes de garantia física de energia de usinas hidrelétricas não despachadas centralizadamente pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, para fins de participação no Mecanismo de Realocação de Energia - MRE, inclusive para fins de participação nos Leilões de Compra de Energia Elétrica.

O presente capítulo buscou em seus estudos energéticos moldar-se ao escopo definido nesta Portaria.

Visando atender a solicitação da SCG/ANEEL quanto ao cálculo da garantia física o presente projeto básico fornece em anexo a carta de entrega um resumo denominado **Adendo Energético**, contendo todos os parâmetros de cálculo da garantia Física, devidamente embasados neste capítulo.

GARANTIA FÍSICA: quantidade máxima de energia e potência, definida pelo Ministério de Minas e Energia, que poderá ser utilizada pelo EMPREENDIMENTO para comercialização por

meio de contratos, definida na barra do gerador ou no ponto de conexão ao Sistema Interligado Nacional - SIN, conforme Portaria do Ministério de Minas e Energia.

Informa-se aqui que os estudos energéticos para subsidiar a análise de viabilidade econômica através da metodologia exigida Benefício – Custo Incremental, para definição a potencia ótima a instalar no arranjo selecionado é assunto que baseou-se nos mesmos parâmetros aqui informados, mas foi alocado no cap.05 – Estudo de Alternativas.

4.6.1. Considerações gerais

No estudo de Projeto Básico, os cálculos energéticos têm como objetivo a avaliação das possibilidades de geração de cada alternativa e dos seus benefícios energéticos para o sistema de referência considerado, visando o pré-dimensionamento das principais características dos conjuntos turbinas-geradores, circuito hidráulico e outras avaliações de cunho econômico.

Considerou-se a operação da PCH Cavernoso V como interligada ao sistema, de forma a oferecer maior capacidade de geração, mas com despacho descentralizado, conforme objetivo do proponente que é a maximização da energia gerada, na figura do produtor independente de energia.

O estudo energético, subsidiado pelo orçamento efetuado, possibilitou uma análise ampla da motorização com discussão dos parâmetros de viabilidade e a determinação do ponto ótimo econômico, conciliando um índice adequado de aproveitamento energético com a mínima ociosidade das instalações de geração, inclusive quanto à análise das alternativas de motorização demonstradas no capítulo 05 – Estudo de Alternativas.

4.6.2. Queda bruta média

A queda bruta é o desnível contido entre o espelho d'água do reservatório e o nível de água do canal de fuga. Já a queda líquida é obtida através da subtração da perda de carga correspondente do dimensionamento do circuito hidráulico da queda bruta.

Verifica-se de início que trata-se de variáveis dinâmicas e dependem das condições de armazenamento, no reservatório, despacho e afluência natural do rio.

Para se considerar a queda bruta média de projeto constante é necessário que não haja grandes deplecionamentos e também que não haja afogamento significativo no canal de fuga, valores estes referenciados percentualmente a queda bruta.

De modo geral quando há elevação do nível no reservatório ou no vertedor também sobe o nível no canal de fuga. Mesmo que haja um pequeno desequilíbrio entre estas funções, o fato é que neste caso não deverá afetar o resultado final da análise e o modelo de cálculo energético poderá admitir a queda bruta constante. Como no check list para aceite de projeto básico é exigida a apresentação da curva chave ou justificativa contundente para sua não apresentação, trataremos a seguir do tema.

4.6.2.1. Curva chave no canal de fuga – Controle natural

A curva chave no canal de fuga é o instrumento normalmente utilizado para determinação das frequências de níveis d'água em condições variadas de vazão.

Ela expressa uma tendência, normalmente exponencial, da relação cota – vazão, cuja modelagem física pode estar baseada ou em condições de fluxo crítico devido a um controle hidráulico ou em controle por canal, quando a jusante há longo estirão de baixa declividade.

Segue abaixo representada a curva chave natural do rio Cavernoso na região da casa de força da PCH Cavernoso V.

$$Q = C * L * H^{(3/2)}$$

C = coeficiente de descarga considerado 1,3, para soleira espessa rochosa natural;

L = comprimento da soleira vertente na calha do rio 40,00m;

H = lâmina d'água sobre a soleira rochosa (variável).

No caso da PCH Cavernoso V, foi determinada na el.621,65m como cota segura para o casco da casa de força. Para fins energéticos, foi considerado o NAJ na el. 615,00.

CALCULO DA CURVA CHAVE NO CANAL DE FUGA

CLIENTE: ENERGÉTICA RODÃO LTDA
PROJETO: RIO CAVERNOSO - PCH CAVENOSO V

DADOS DE PROJETO
GEOMETRIA CONFORME TABELA

DECLIVIDADE ESTIRÃO À JUSANTE (J) 0,0150 m/m (L)
 NÍVEL DE ÁGUA (NAJ): 615,000 m (h)

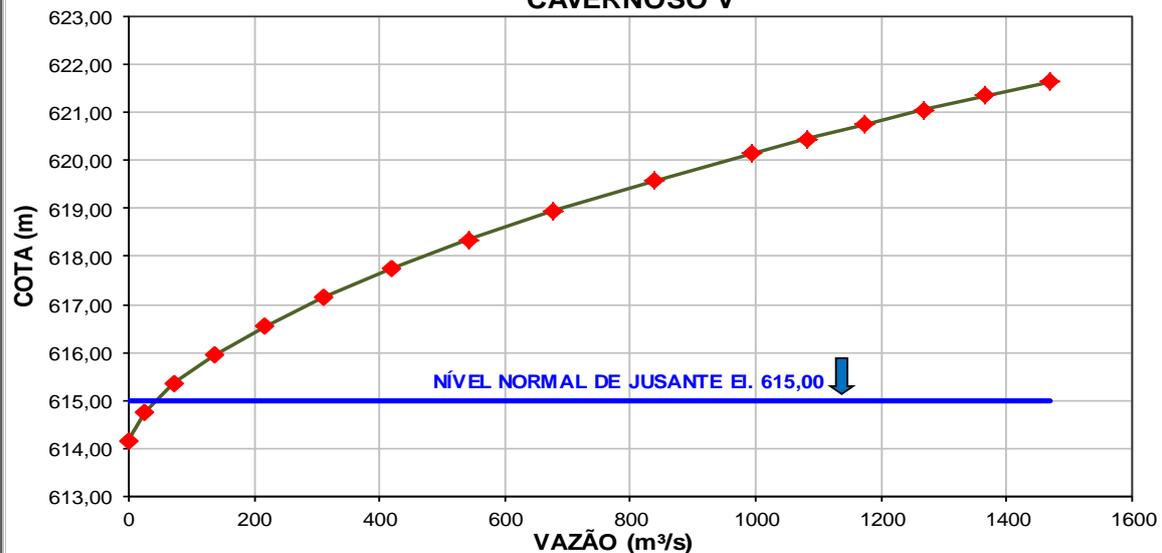
FORMULAS

L= 40 m LARGURA DE SOLEIRA ESPESSA
 C= 1,3 COEFICIENTE DE DESCARGA
 COTA= 614,15 m COTA DA SOLEIRA ESPESSA
 H= VARIÁVEL m CARGA SOBRE SOLEIRA
 Taludes= 1 m/m TALUDE MÉDIO MARGENS

$$Q=C*L*H^{3/2}$$

CÁLCULOS:
LEVANTAMENTO

COTA	CARGA	LARGURA MÉDIA	VAZÃO
614,15	0,00 m	40,00 m	0 m³/s
614,75	0,60 m	41,20 m	25 m³/s
615,35	1,20 m	42,40 m	72 m³/s
615,95	1,80 m	43,60 m	137 m³/s
616,55	2,40 m	44,80 m	217 m³/s
617,15	3,00 m	46,00 m	311 m³/s
617,75	3,60 m	47,20 m	419 m³/s
618,35	4,20 m	48,40 m	542 m³/s
618,95	4,80 m	49,60 m	678 m³/s
619,58	5,43 m	50,86 m	837 m³/s
620,15	6,00 m	52,00 m	994 m³/s
620,45	6,30 m	52,60 m	1081 m³/s
620,75	6,60 m	53,20 m	1173 m³/s
621,05	6,90 m	53,80 m	1268 m³/s
621,35	7,20 m	54,40 m	1366 m³/s
621,65	7,50 m	55,00 m	1469 m³/s

CURVA CHAVE CONTROLE NATURAL CANAL DE FUGA - PCH CAVERNOSO V

Gráfico 4.6.1 - Curva chave do canal de fuga – regime natural do rio Cavernoso.

4.6.2.2. Curva chave na comporta basculante PCH Cavernoso V.

A seguir apresenta-se os estudos hidráulicos realizados para o vertedor tipo soleira livre da PCH Cavernoso V que determinam a curva chave de montante no reservatório.

No arranjo há um vertedor soleira livre principal com 113m de extensão situado na el. 635,00m cuja curva chave é apresentada a seguir.

$$\text{Fórmula de vazão em soleira livre: } Q = C * L * H^{(3/2)}$$

Onde:

C = coeficiente de descarga considerado 2,1 para soleira livre na carga de projeto;

L = comprimento total da soleira vertente 113m;

H = lâmina d'água sobre a soleira do vertedor basculante (variável).

A curva chave é apresentada a seguir:

PCH CAVERNOSO V - RIO CAVERNOSO - CURVA CHAVE NO VERTEDOR										
Comporta Basculante 1m x 60m		Quantidade de comportas:		0		VAZÕES MÁXIMAS INSTANTÂNEAS (COEF. FULLER)				
Cota do piso da Comporta (Aberta)						TR 2 ANOS 222 m³/s				
Altura da Comporta						TR 5 ANOS 329 m³/s				
Largura de cada Comporta						TR 10 ANOS 399 m³/s				
Nível de água Normal de Montante						TR 20 ANOS 467 m³/s				
Vertedor Soleira Livre auxiliar - Concreto						TR 50 ANOS 555 m³/s				
Cota da soleira vertente (NAM)		635,00m				TR 100 ANOS 620 m³/s				
Comprimento de soleira vertente		113m				TR 200 ANOS 686 m³/s				
Coeficiente de descarga - cd para carga de projeto		Conforme Coluna 5				TR 500 ANOS 772 m³/s				
VAZÃO REMANESCENTE				0,82m³/s		TR 1.000 ANOS 837 m³/s				
Número de Orifícios (un.)				6		TR 10.000 ANOS 1054 m³/s				
Cota do centro de pressão		633,00m				NAM normal 635,00m				
Diâmetro orifício		0,20m				Free Board 1,05m				
Área total de orifício		0,031m²								
Coef. Perda de carga na entrada				0,25						
NA Max	Carga sobre vertedor	Carga sobre Bascunte	Carga sobre vertedor	Carga sobre Soleira Livre	Coef. Real de Descarga vertedor Bascunte	Coef. Real de Descarga vertedor Soleira	Vazão Vertedor Comp. Basc. m³/s	Vazão Vertedor Soleira Livre m³/s	Vazão remanescente m³/s	Vazão Total
635,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43	1,43	0	0	0,82	0,82
635,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,52	1,52	0	15	0,86	16,19
635,40	0,40	0,40	0,40	0,40	1,60	1,60	0	46	0,90	46,53
635,60	0,60	0,60	0,60	0,60	1,67	1,67	0	88	0,93	88,55
635,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,73	1,73	0	140	0,97	141,09
636,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,79	1,79	0	202	1,00	203,39
636,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,84	1,84	0	274	1,04	274,78
636,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,89	1,89	0	354	1,07	354,69
636,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,93	1,93	0	441	1,10	442,54
636,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,97	1,97	0	537	1,13	537,83
637,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0	639	1,16	640,06
637,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,03	2,03	0	748	1,19	748,80
637,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,05	2,05	0	836	1,21	837,00
637,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,07	2,07	0	983	1,24	984,20
637,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,09	2,09	0	1109	1,27	1110,21
638,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,11	2,11	0	1240	1,30	1241,39
638,20	3,20	3,20	3,20	3,20	2,13	2,13	0	1376	1,32	1377,55
638,40	3,40	3,40	3,40	3,40	2,14	2,14	0	1517	1,35	1518,54
Para a vazão milenar Q Tr1000 ANOS = 837 m³/s o nível máximo de montante será na el. 637,35. Recomenda-se adotar uma cota de proteção contra extravasamento na el. 638,40m configurando um free board de 1,05m. Os órgãos extravasores, operando em ultimate capacity, suportam uma vazão de 1518,54 m³/s.										

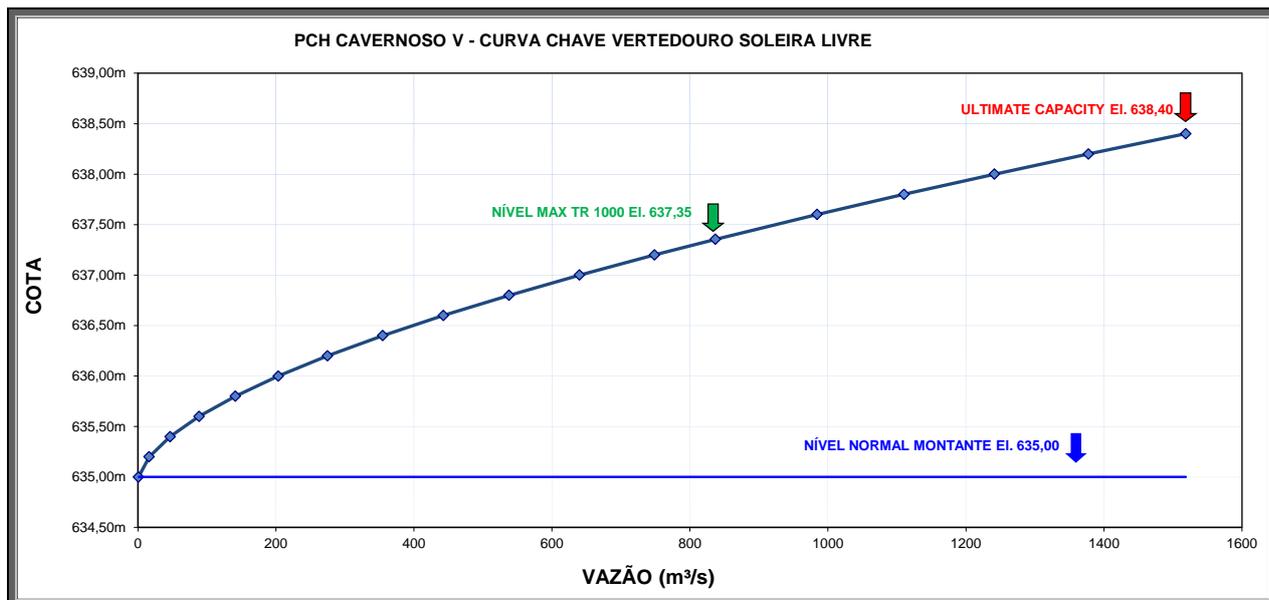


Gráfico 4.6.2 - Curva Chave - três comportas basculantes

É possível verificar que se chegou a uma modelagem extremamente precisa e completa dos fenômenos hidráulicos e energéticos, demonstrando a segurança e validade da presente análise da garantia física da usina.

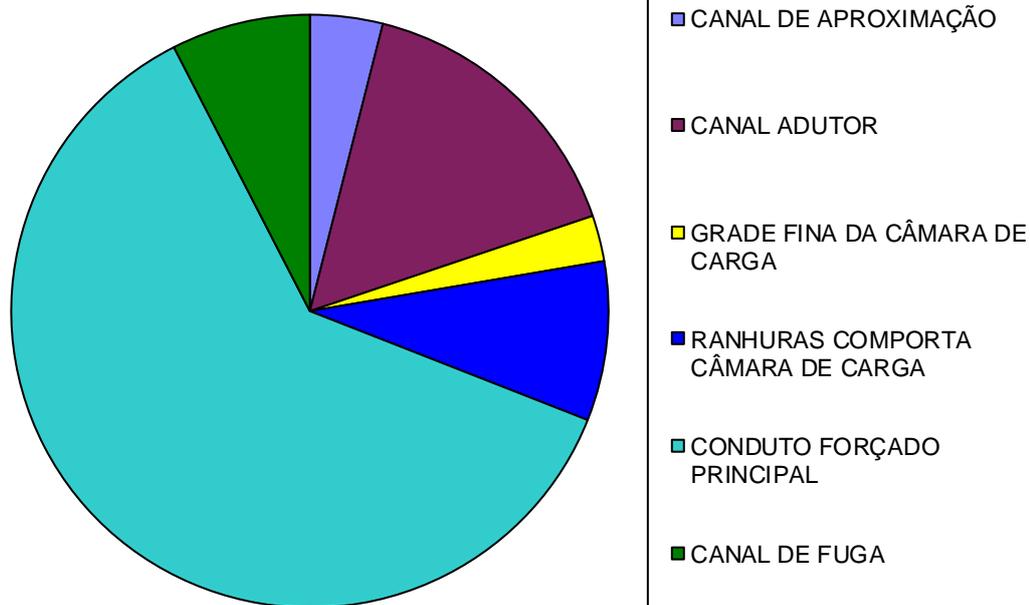
Também poderá ser verificado mais adiante que o impacto energético, se avaliado no tempo, é praticamente nulo, de forma que pode ser considerada neste caso a queda bruta constante para a análise energética. Estes cálculos hidráulicos de controle de nível são demonstrados no Capítulo 4.3 – Estudos Hidráulicos.

4.6.3. Perda de carga

A perda de carga para o arranjo da alternativa selecionada é demonstrado no capítulo 4.3 – estudos hidráulicos e resultou para este arranjo 0,46 m ou 2,32 % da queda bruta, em regime de vazão turbinada máxima de 29,23m³/s.

PERFIL HIDRÁULICO - 5,0 MW
CLIENTE:
ENERGÉTICA RODÃO LTDA
PROJETO:
PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO V
VAZÃO DE PROJETO (m³/s)
29,23

LOCAL	PERDA DE CARGA (m)	N. A. MONTANTE (m)	N.A. JUSANTE (m)
N.A. NORMAL NA BARRAGEM		635,00	635,00
CANAL DE APROXIMAÇÃO	0,0183	635,00	634,98
CANAL ADUTOR	0,0736	634,98	634,91
GRADE FINA DA CÂMARA DE CARGA	0,012	634,91	634,90
RANHURAS COMPORTA CÂMARA DE CARGA	0,040	634,90	634,86
CONDUTO FORÇADO PRINCIPAL	0,285	634,86	634,57
CANAL DE FUGA	0,035	634,57	634,54
NÍVEL DE ÁGUA NORMAL DE JUSANTE			615,00
TOTAL	0,46	ou	2,32%
QUEDA LIQUIDA	Hliq.=635,00 - 615,00 - 0,46 = 19,54 m		


Gráfico 4.6.3 - Perda de carga calculada - circuito hidráulico da PCH Cavernoso V.
4.6.4. Fator de Capacidade

O fator de capacidade é um número adimensional que exprime a relação entre a produção média e a capacidade de produção ou potência instalada e define o grau de motorização em relação a disponibilidade do recurso hídrico. O comportamento econômico de uma usina hidrelétrica ao se variar a motorização ou fator de capacidade é bem conhecido e pode ser

dividido em três fases bem definidas:

Baixo grau de motorização - Geralmente nesta faixa se situam os autoprodutores de energia em sistema isolado. Caracteriza-se esta situação por um custo unitário mais alto, uma vez que há pouca máquina frente aos custos fixos inevitáveis de implantação, retornando parâmetros de viabilidade menos atrativos. Há desperdício de recursos hídricos. O fator de capacidade típico varia entre 0,95 e 0,80 e a vazão turbinada apresenta altas permanências Q70.

Médio grau de motorização – Na medida em que se aumenta o grau de motorização vai ocorrendo um uso mais racional do recurso hídrico e se atinge um fator de capacidade na faixa de 0,55 a 0,75 (relação entre a produção média e a capacidade de ponta). Nesta faixa os conjuntos geradores estão sendo bem utilizados e a usina tem maior capacidade de exportação de energia para o sistema de referência. Devido ao maior grau de utilização os custos de implantação são melhores amortizados e os índices econômicos se apresentam mais atrativos.

Alto grau de motorização – Situação em que ocorre uma super-motorização, ou seja, há excesso de máquinas para o local em questão e durante boa parte de um período hidrológico as máquinas ficam inoperantes. O fator de capacidade da planta decai a patamares abaixo de 0,50. A vazão turbinada situa-se em faixas de baixas permanências, acima de Q15%. Ainda assim há casos em que há justificativa econômica de se supermotorizar uma usina, quando, por exemplo, há um benefício técnico econômico bem definido para o sistema de referência, inclusive localizadamente (atendimento de carga de ponta de cidades etc.).

O critério adotado para a definição da potência instalada no estudo de inventário foi o de se atingir um fator de capacidade 0,56. No projeto Básico, a potência instalada ótima é definida através da metodologia Benefício - Custo Incremental, demonstrada no capítulo 05 – Estudo de Alternativas, no caso alternativas de motorização da planta.

4.6.5. Vazão sanitária

A vazão sanitária ou remanescente é uma vazão mínima a ser liberado constantemente pelo barramento no trecho do rio ensecado. O arranjo proposto nos estudos de inventário e projeto básico propõe a casa de força afastada do barramento e vertedor, neste caso há caracterização de trecho de rio ensecado e uma vazão ecológica tem que ser mantida.

Neste caso foi proposto nos estudos em desenvolvimento de impacto ambiental um valor contínuo de 0,82m³/s, valor este que se refere ao parâmetro 50% Q_{10,7} - cinquenta e um por cento da vazão mínima de estiagem de sete dias em um período de retorno de 10 anos.

A determinação hidrológica das vazões de estiagem respeitam a metodologia apresentada no Estudo de Inventário Hidrelétrico.

Portanto a manutenção da vazão mínima de jusante para fins ambientais durante a operação da usina foi considerada, e assim, no cálculo energético, haverá impacto na produção de energia.

4.6.6. Fator de indisponibilidade forçada e programada

O fator de indisponibilidade forçada e programada reflete o tempo que uma planta está impossibilitada de gerar, seja para manutenção, seja por acidentes, seja por restrições do próprio sistema elétrico.

Este fator atua sobre o montante de energia teórico possível de ser gerado, calculado através da série hidrológica e insere-se como um desconto.

No caso de uma usina com maior número de unidades, o fator de indisponibilidade programada tende a unidade, pois é factível programar as manutenções para momentos de estiagem, onde com poucas máquinas turbinam-se a vazão natural afluyente, liberando as demais unidades para manutenção.

O presente estudo energético considerou um índice de indisponibilidade forçada de 1% e um índice de indisponibilidade programada de 1%, o que representa um tempo de parada total anual de 7,3 dias/ano das duas unidades, seja para manutenção ou por eventual falha.

Assim os fatores de indisponibilidade forçada e programada resultaram no total em 98%.

4.6.7. Rendimentos Turbinas e Geradores

O rendimento de uma máquina hidráulica depende das condições de pressão e vazão a que ela estará submetida, além dos contornos intrínsecos de projeto das pás do rotor. O universo de pontos de queda e vazão em que a turbina pode operar, disponibilizando ainda rendimentos aceitáveis, denomina-se faixa operacional sobre a curva de colina e varia em um horizonte restrito de acordo com a tecnologia de cada fabricante.

Adotou-se para fins de avaliações energéticas um rendimento para a turbina de 92,50%. Já para o gerador espera-se um rendimento de 96,50%.

Para o tipo de turbina adotado Francis simples e rotação síncrona de 300 rpm espera-se que a faixa de operação da turbina fique contida entre vazões turbinadas em torno de 50% a 100%.

Estes valores estão em acordo com as propostas tomadas junto aos fabricantes e resulta para o conjunto turbina gerador um rendimento médio esperado de 89,26%.

4.6.8. Perdas elétricas devido ao sistema de transmissão

Conforme item 3.1 descrito na informação de acesso IAC 133 – 2016 expedido pela COPEL Distribuidora, a conexão do complexo se dará a partir da construção de 4 km de linha de distribuição 138 kV interligando uma subestação (SE) de seccionamento na linha de distribuição Cavernoso – Laranjeiras do Sul.

A tensão de geração será 6,9kV sendo elevada nesta SE para a tensão de transmissão 34,5kV, da qual parte uma linha de transmissão em circuito duplo com 3,9 km até a PCH Cavernoso III e outros 10,9 km até a PCH Cavernoso IV. A interligação com os outros três

empreendimentos **PCH Cavernoso V**, PCH Cavernoso V e PCH Cavernoso VIII é realizada através de circuito simples de cabo tipo 477 AWG - Pelican com distâncias de 10,7 km, 5,4 km e 7,1 km respectivamente.

A perda média de transmissão é demonstrada abaixo, para a potência média transmitida considerada para todo o complexo foi de 182,70 kW ou 1,144% em termos percentuais.

Perda/Queda Média de Potência – Utilizado nos descontos dos cálculos energéticos:

- LT 34,5kV – Cabo 477AWG – Pelican em circuito simples entre as PCH's Cavernoso IV, Cavernoso V, Cavernoso VI e Cavernoso VIII;
- LT 34,5kV – Cabo 477AWG - Pelican em circuito duplo entre a SE Elevadora, PCH Cavernoso III e Cavernoso IV;
- Comprimento total da linha de aproximadamente 42 km.

Quadro 4.6.1 - Cálculo da perda média devido ao sistema de transmissão.

Aproveitamento	Perdas(kW)					Total	
	LT PCH Cavernoso III – SE Elevadora	LT PCH Cavernoso IV – PCH Cavernoso III	LT PCH Cavernoso V – PCH Cavernoso IV	LT PCH Cavernoso VI – PCH Cavernoso V	LT PCH Cavernoso VIII – PCH Cavernoso VI	kW	%
PCH Cavernoso III	9,123	-	-	-	-	9,123	0,267%
PCH Cavernoso IV	13,391	29,200	-	-	-	42,591	0,848%
PCH Cavernoso V	7,309	15,938	18,812	-	-	42,059	1,535%
PCH Cavernoso VI	5,228	11,401	13,457	4,337	-	34,424	1,756%
PCH Cavernoso VIII	7,549	16,461	19,430	6,263	4,800	54,503	1,926%
Perda Total(kW)	42,600	73,000	51,700	10,600	4,800	182,700	1,144%

Obs.: Foram apresentadas as perdas dos 5 empreendimentos devido ao fato da energia gerada por estas PCH's serem conduzidas pela mesma linha de transmissão.

Quanto à **perda média de potência**, utilizada para a determinação das perdas energéticas devido ao sistema de transmissão, resultou em 42,059 kW ou **1,535 %** a ser assumido exclusivamente pela PCH Cavernoso V.

4.6.9. Consumo Interno da Usina

O consumo interno da usina foi estimado em 70% da potência do trafo auxiliar, conforme metodologia recentemente adotada pelas esferas governamentais do setor elétrico para outros projetos em curso.

Levando em conta que a potencia do transformador auxiliar é de 57kW, da análise realizada depreende-se que o valor consumo interno da usina é Cint.=40,0 kWmed.

4.6.10. Resumo dos parâmetros energéticos considerados

Os parâmetros considerados nos estudos energéticos para ambas alternativas foram:

- Estimativa energética pela série de vazões médias mensais abrangendo período de maio de 1964 a Dezembro de 2015, ou seja, 51 anos de observações;
- Considerações sobre a curva de rendimentos típicos das turbinas Francis rotor Duplo e análise da geração para duas máquinas;
- Fatores de rendimento de 0,925 para turbina, e 0,965 para gerador, totalizando 0,8926 para o conjunto;
- Vazão de corte correspondente a 30% do engolimento de uma máquina ou 4,38 m³/s;
- Fator de indisponibilidade programada de 1% para duas unidades, o que representa um tempo de parada total anual de 3,6 dias/ano para manutenção;
- Fator de indisponibilidade forçada de 1% para duas unidades, o que representa um tempo de parada total anual de 3,6 dias/ano, devido à eventuais falhas na geração ou problemas no sistema de transmissão;
- Nenhuma restrição à geração oriunda de imposições de condições de despacho, já que para PCH's o despacho é descentralizado;
- Queda bruta média constante e igual a 20m contida entre as elevações 635,0 m e 615,00 m, que contempla a possibilidade de máxima queda em função não ocorrência do alagamento do canal de fuga;
- Perda de carga de 0,46 m ou 2,32% da queda bruta o que significa uma queda líquida HI de 19,54m;
- Perda na linha de transmissão foi considerada em 1,535 %;
- Consumo interno de 0,040 MWmed ou 40 kWmed.

4.6.11. Modelo de análise energética

O modelo de estudos energéticos adotados consta de planilha no software Excel, basicamente executando as seguintes operações:

- São informados os dados físicos particulares dos arranjos, como níveis de água, perdas de carga, volume útil de reservatório;
- Dados típicos dos fatores de rendimento, indisponibilidade forçada, regra de vazão sanitária;
- Série de vazões médias mensais no eixo de interesse;

- É definida uma faixa de potências a ser verificada a geração média e firme;
- Uma “macro” controla então o modelo, gerando as séries de vazões truncadas no patamar correspondente ao engolimento limitado pela potência instalada. Esta série truncada é transformada em série de potências médias mensais, através dos dados físicos e rendimentos informados;
- O passo anterior é repetido para todas as faixas de potência que se deseje determinar a geração média.

4.6.12. Resultados obtidos PCH Cavernoso V – 5,0 MW.

Os resultados apresentados a seguir são decorrentes das avaliações mais acuradas da motorização do aproveitamento a fim de se otimizar o potencial energético a ser instalado. Estas avaliações energético-econômicas estão detalhadas no capítulo 05.

A alternativa selecionada apresentou como ponto de máximo benefício líquido econômico a potência instalada de 5,0MW, com fator de capacidade 0,56, indicando conveniente grau de motorização e necessitando de um engolimento de 29,23m³/s, sendo este 34% superior a média de longo termo.

Área de drenagem do eixo.....	803 km ²
Nível normal de máximo de montante NAM.....	fixo el. 635,00 m
Nível normal de jusante NAJ	fixo el. 615,00 m
Queda Bruta	20,0 m
Perda de carga percentual	2,32%
Perda de carga em regime pleno	0,464 m
Queda líquida	19,54m
Série de vazões médias mensais.....	mai/1964 a dez/2015
Vazão média de longo termo no eixo Qmlt.....	21,82 m ³ /s
Vazão turbinada	29,23 m ³ /s
Permanência de vazões (turbinada)	25%
Rendimento do conjunto turbina (0,925) e gerador (0,965)	89,26 %
Indisponibilidade Forçada.....	1%
Indisponibilidade Programada.....	1%
Fator de indisponibilidade forçada e programada (1-Índice de indisponibilidade total).....	98%
Vazão mínima ou de corte	4,38 m ³ /s
Potência instalada.....	5,00MW
Energia média	2,80 MWmed
Produção de energia anual.....	24.509MWh/ano
Fator de capacidade médio.....	0,56

As páginas a seguir apresentam o resumo dos estudos energéticos realizados, considerando seus dados físicos para sensibilidade do impacto na geração de energia.

Tabela 4.6.1 - Série de vazões médias mensais PCH Cavernoso V.

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS COMPLEMENTADA (m³/s) PARA O EIXO PCH PCH CAVERNOSO V - A.D = 803 km²													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	média
1964					20,92	29,54	24,11	36,18	31,44	25,14	10,87	21,51	24,97
1965	13,96	31,08	21,88	15,13	55,92	19,40	34,31	25,55	16,76	46,87	29,53	24,04	27,87
1966	23,40	36,98	19,93	9,90	8,47	12,43	13,10	7,61	15,87	39,37	22,27	16,53	18,82
1967	14,37	14,25	15,59	7,76	7,23	17,48	19,14	15,71	18,64	10,31	11,86	18,95	14,27
1968	14,26	8,24	6,38	9,24	10,88	10,19	10,05	10,13	9,64	20,23	17,03	11,07	11,45
1969	23,81	11,99	9,39	15,89	18,57	35,55	27,28	18,92	19,39	29,65	31,22	23,51	22,10
1970	16,64	11,41	12,47	11,49	11,18	27,62	39,86	17,05	19,64	29,28	17,48	27,18	20,11
1971	53,81	18,64	13,44	17,37	41,29	37,50	42,93	16,39	22,64	25,90	16,53	18,90	27,11
1972	25,32	19,04	18,41	25,65	12,06	26,31	31,08	51,78	52,40	45,85	18,34	21,96	29,02
1973	41,41	31,75	15,23	8,65	17,11	25,14	27,91	25,50	36,79	42,80	22,84	10,14	25,44
1974	16,57	13,16	18,05	7,97	5,61	17,14	14,39	12,38	18,91	11,33	13,70	18,34	13,96
1975	15,87	30,41	14,40	8,22	5,69	12,88	8,45	10,43	20,24	52,87	28,87	30,73	19,92
1976	19,97	12,89	7,79	14,03	13,04	33,68	12,74	20,63	25,78	20,15	31,38	20,69	19,40
1977	21,54	11,42	9,95	8,40	4,59	14,17	10,26	8,56	9,03	17,02	16,42	15,21	12,22
1978	6,68	3,31	2,98	1,70	2,64	2,84	27,81	19,10	15,04	7,40	8,05	8,19	8,81
1979	4,91	6,41	5,30	4,62	39,46	12,22	7,43	18,06	27,47	45,13	45,12	26,44	20,21
1980	29,91	19,69	19,17	6,64	16,82	14,58	26,26	19,40	45,19	29,64	15,00	27,87	22,51
1981	25,72	19,53	10,85	11,27	11,59	14,19	10,30	6,17	4,26	22,44	17,55	57,86	17,64
1982	21,04	8,01	6,55	3,05	2,88	39,10	78,20	20,65	8,62	45,70	96,90	43,91	31,22
1983	27,08	21,56	39,55	38,27	96,94	79,73	108,71	26,70	50,26	51,09	32,78	14,48	48,93
1984	11,42	14,43	9,48	15,14	15,06	33,66	14,08	33,07	23,72	17,63	35,20	33,90	21,40
1985	11,63	17,91	14,35	30,38	16,45	12,06	16,23	7,43	7,35	4,38	3,65	1,94	11,98
1986	4,92	18,34	13,59	13,77	40,90	24,40	7,41	12,00	16,28	12,09	8,02	20,94	16,05
1987	11,15	27,02	9,83	11,87	24,95	38,03	22,94	12,86	6,95	14,44	21,23	16,07	18,11
1988	9,03	10,26	11,77	10,66	51,24	33,95	15,28	6,35	3,27	3,80	2,60	2,58	13,40
1989	14,13	34,12	14,47	12,16	32,51	8,91	16,62	30,84	56,52	33,57	16,32	8,09	23,19
1990	29,33	13,95	7,22	17,83	20,48	37,94	39,13	42,44	44,46	52,74	21,59	10,64	28,15
1991	4,50	4,11	2,48	9,60	6,60	29,81	19,13	10,06	4,83	22,40	20,24	33,30	13,92
1992	15,07	9,53	8,94	16,46	40,81	65,15	35,69	41,28	42,73	41,72	31,01	16,80	30,43
1993	15,65	23,72	18,38	11,35	48,78	25,10	26,05	16,87	26,61	67,78	13,70	30,42	27,04
1994	8,73	17,77	9,12	11,81	16,45	44,87	36,09	15,64	6,68	17,42	22,97	22,09	19,14
1995	22,86	23,63	14,84	15,14	8,23	11,77	40,50	9,76	15,04	32,77	14,49	7,62	18,05
1996	17,86	39,33	30,84	24,13	7,16	7,19	11,54	5,91	10,46	66,64	28,67	32,81	23,54
1997	29,11	45,83	22,92	7,52	7,27	43,19	27,08	23,52	21,01	67,08	42,96	19,89	29,78
1998	12,45	21,98	27,40	35,72	44,03	14,89	15,37	28,45	70,70	72,17	18,23	7,97	30,78
1999	11,18	25,58	13,58	19,88	15,29	35,67	40,58	8,24	11,00	4,78	2,67	4,30	16,06
2000	9,89	20,59	12,42	4,85	10,82	14,29	22,75	12,14	67,71	44,44	20,02	11,56	20,96
2001	23,47	77,80	27,20	16,74	17,77	25,87	23,59	14,92	13,24	46,50	16,04	16,11	26,60
2002	35,52	31,72	8,86	3,40	35,13	14,85	6,71	7,81	20,63	28,92	34,83	30,64	21,58
2003	13,91	24,69	20,36	11,11	7,18	20,15	21,38	9,14	6,37	13,73	32,91	42,38	18,61
2004	15,15	5,64	6,17	6,60	43,75	34,75	48,32	14,27	8,41	44,10	46,74	11,70	23,80
2005	8,94	3,47	2,20	2,72	12,92	51,16	17,28	7,28	43,23	81,89	31,48	7,35	22,49
2006	6,89	5,88	4,53	3,20	1,66	1,62	1,64	2,09	11,06	16,05	9,30	19,79	6,97
2007	18,91	10,05	6,19	12,87	49,67	18,08	8,16	4,42	2,48	4,45	22,19	15,54	14,42
2008	14,44	6,65	5,13	9,57	18,31	28,89	19,32	31,66	11,16	40,51	33,79	7,00	18,87
2009	7,19	6,86	6,37	3,92	9,29	15,72	46,71	30,48	52,22	58,59	29,32	38,13	25,40
2010	26,05	20,08	23,78	50,70	31,93	12,87	13,95	9,19	4,18	13,75	13,18	49,83	22,46
2011	15,77	31,26	12,28	11,05	7,13	7,63	29,44	61,97	20,85	31,18	22,28	9,79	21,72
2012	10,00	7,39	6,92	16,74	17,80	58,02	18,91	10,73	7,03	7,80	7,04	7,11	14,63
2013	24,56	32,64	84,21	21,69	24,71	112,23	53,43	14,44	27,42	37,76	11,30	11,37	37,98
2014	16,98	9,65	28,49	41,35	37,56	62,52	20,61	10,85	54,53	37,56	12,07	11,14	28,61
2015	27,23	15,18	11,98	8,15	26,73	24,26	105,14	15,40	19,04	39,03	56,12	57,77	33,84
MED	18,04	19,35	14,97	13,99	22,14	27,91	27,22	18,24	23,18	32,61	23,19	20,66	21,82
MAX	53,81	77,80	84,21	50,70	96,94	112,23	108,71	61,97	70,70	81,89	96,90	57,86	112,23
MIN	4,50	3,31	2,20	1,70	1,66	1,62	1,64	2,09	2,48	3,80	2,60	1,94	1,62

LEGENDA:
 Mês comprometido pela vazão mínima de corte.

PCH CAVERNOSO V

CÁLCULO DA GARANTIA FÍSICA - ENERGÉTICO - 5 MW

Dados gerais

Nível de água normal de montante	635,00	Perdas conexão (%)	1,535
Nível de água mínimo de montante	635,00	Consumo Interno (Cint) Mwmed	0,040
Nível de água médio	635,00	Vazão remanescente (m³/s)	0,82
Nível de água normal de jusante	615,00	Vazão média de longo período (m³/s)	21,82
Queda bruta Hb (m)	20,00	Parâmetros de engolimento mínimo	m³/s
Perda hidráulica no circuito adutor (%Hb)	2,32%	Faixa de corte (%)	30%
Queda líquida HI (m)	19,54	Qtde de turbinas	2,00
Fator de indisponibilidade forçada	0,98	Vazão mínima de corte (m³/s)	4,38
Rendimento médio do conjunto turb/multi/ger/trans	0,893	Área de drenagem do posto (dados de origem) - km²	1490
Potência instalada (MW)	5,00	Área drenagem local de estudo - km²	803
Engolimento total (m³/s)	29,23	Relação de áreas	0,539
Energia assegurada (Mwmed)	24509		2,80
Fator de capacidade médio			0,56

Análise da motorização

Potência Instalada	Engolimento	Energia firme	Energia média	F.Cap	F.Cap
MW	m³/s	MWmed	MWmed	firme	mit
0,50	2,92	0,00	0	0	0,87
1,00	5,85	0,00	0,89	0,00	0,89
2,00	11,69	0,00	1,64	0,00	0,82
3,00	17,54	0,00	2,18	0,00	0,73
4,00	23,38	0,00	2,54	0,00	0,64
5,00	29,23	0,00	2,80	0,00	0,56
6,00	35,07	0,00	2,98	0,00	0,50
7,00	40,92	0,00	3,08	0,00	0,44
8,00	46,76	0,00	3,12	0,00	0,39
9,00	52,61	0,00	3,14	0,00	0,35
10,00	58,46	0,00	3,14	0,00	0,31

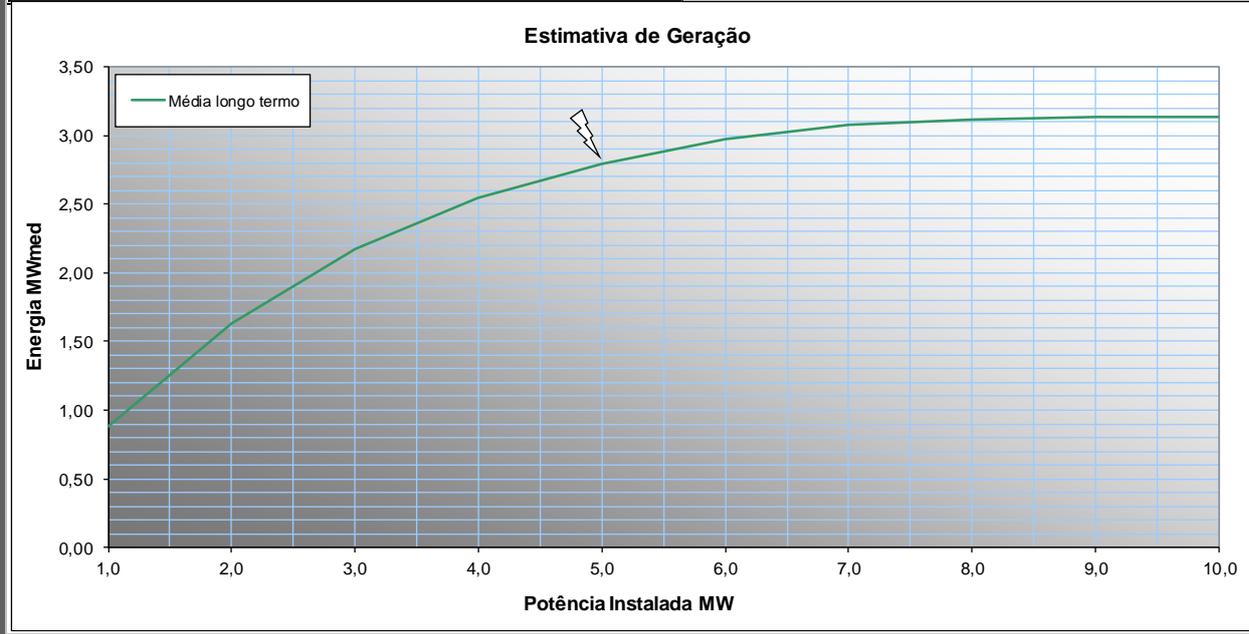
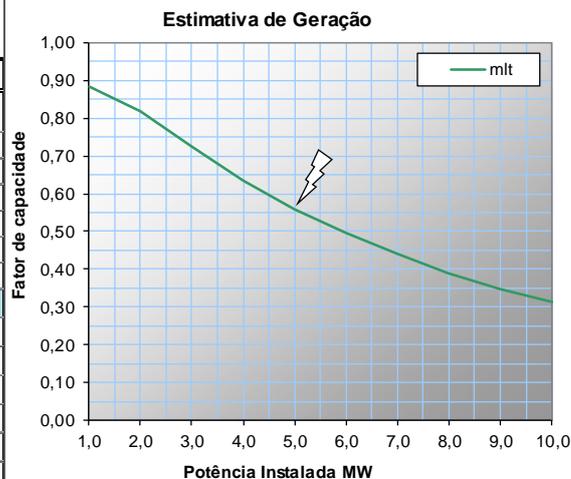


Gráfico 4.6.4 - Cálculo garantia física PCH Cavernoso V.

Tabela 4.6.2 – Série de gerações médias mensais PCH Cavernoso V.

Série de gerações médias mensais (Mwmed) do histórico disponível, considerados previamente o desconto da vazão sanitária, indisponibilidade, o desconto da vazão de corte, perdas na linha de transmissão e o consumo interno.													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1964					3,28	4,70	3,81	4,79	4,79	3,98	1,62	3,38	3,79
1965	2,13	4,79	3,44	2,32	4,79	3,03	4,79	4,04	2,59	4,79	4,70	3,79	3,77
1966	3,69	4,79	3,12	1,46	1,22	1,88	1,99	1,08	2,44	4,79	3,50	2,55	2,71
1967	2,20	2,18	2,40	1,11	1,02	2,71	2,98	2,42	2,90	1,53	1,78	2,95	2,18
1968	2,18	1,19	0,88	1,35	1,62	1,51	1,48	1,50	1,42	3,16	2,64	1,65	1,71
1969	3,76	1,80	1,37	2,45	2,89	4,79	4,33	2,95	3,03	4,72	4,79	3,71	3,38
1970	2,57	1,71	1,88	1,72	1,67	4,38	4,79	2,64	3,07	4,66	2,71	4,31	3,01
1971	4,79	2,90	2,04	2,69	4,79	4,79	4,79	2,53	3,56	4,10	2,55	2,95	3,54
1972	4,00	2,97	2,86	4,06	1,82	4,17	4,79	4,79	4,79	4,79	2,85	3,45	3,78
1973	4,79	4,79	2,34	1,25	2,65	3,97	4,43	4,03	4,79	4,79	3,60	1,50	3,58
1974	2,56	2,00	2,80	1,14	0,75	2,65	2,20	1,87	2,95	1,69	2,09	2,85	2,13
1975	2,44	4,79	2,20	1,18	0,76	1,95	1,22	1,55	3,17	4,79	4,59	4,79	2,79
1976	3,12	1,95	1,11	2,14	1,98	4,79	1,93	3,23	4,08	3,15	4,79	3,24	2,96
1977	3,38	1,71	1,47	1,21	0,00	2,16	1,52	1,24	1,31	2,64	2,54	2,34	1,79
1978	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,42	2,98	2,31	1,05	1,15	1,18	1,17
1979	0,00	0,88	0,70	0,00	4,79	1,84	1,05	2,81	4,36	4,79	4,79	4,19	2,52
1980	4,76	3,07	2,99	0,92	2,60	2,23	4,16	3,03	4,79	4,72	2,30	4,43	3,33
1981	4,07	3,05	1,62	1,69	1,74	2,17	1,52	0,84	0,00	3,53	2,72	4,79	2,31
1982	3,30	1,15	0,91	0,00	0,00	4,79	4,79	3,23	1,25	4,79	4,79	4,79	2,81
1983	4,30	3,38	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,23	4,79	4,79	4,79	2,22	4,37
1984	1,71	2,21	1,39	2,32	2,31	4,79	2,15	4,79	3,74	2,74	4,79	4,79	3,14
1985	1,74	2,78	2,19	4,79	2,54	1,82	2,50	1,05	1,04	0,00	0,00	0,00	1,70
1986	0,00	2,85	2,07	2,10	4,79	3,85	1,05	1,81	2,51	1,82	1,15	3,28	2,27
1987	1,67	4,29	1,45	1,78	3,94	4,79	3,61	1,95	0,97	2,21	3,33	2,48	2,71
1988	1,31	1,52	1,77	1,58	4,79	4,79	2,35	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	1,58
1989	2,16	4,79	2,21	1,83	4,79	1,30	2,57	4,79	4,79	4,79	2,52	1,16	3,14
1990	4,67	2,13	1,02	2,77	3,21	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	3,39	1,58	3,56
1991	0,00	0,00	0,00	1,41	0,91	4,75	2,98	1,48	0,00	3,52	3,17	4,79	1,92
1992	2,31	1,40	1,30	2,54	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	2,60	3,64
1993	2,41	3,74	2,86	1,70	4,79	3,97	4,13	2,61	4,22	4,79	2,09	4,79	3,51
1994	1,27	2,76	1,33	1,77	2,54	4,79	4,79	2,41	0,93	2,70	3,62	3,47	2,70
1995	3,60	3,73	2,27	2,32	1,18	1,77	4,79	1,44	2,31	4,79	2,22	1,08	2,62
1996	2,77	4,79	4,79	3,81	1,01	1,01	1,73	0,80	1,55	4,79	4,56	4,79	3,03
1997	4,63	4,79	3,61	1,07	1,03	4,79	4,30	3,71	3,29	4,79	4,79	3,11	3,66
1998	1,88	3,45	4,35	4,79	4,79	2,28	2,36	4,52	4,79	4,79	2,83	1,14	3,50
1999	1,67	4,05	2,07	3,11	2,35	4,79	4,79	1,19	1,64	0,00	0,00	0,00	2,14
2000	1,46	3,22	1,87	0,00	1,61	2,18	3,58	1,83	4,79	4,79	3,13	1,73	2,52
2001	3,70	4,79	4,31	2,59	2,76	4,10	3,72	2,29	2,01	4,79	2,47	2,48	3,33
2002	4,79	4,79	1,29	0,00	4,79	2,28	0,93	1,11	3,23	4,60	4,79	4,79	3,11
2003	2,12	3,90	3,19	1,66	1,01	3,15	3,35	1,33	0,88	2,09	4,79	4,79	2,69
2004	2,33	0,76	0,84	0,91	4,79	4,79	4,79	2,18	1,21	4,79	4,79	1,76	2,83
2005	1,30	0,00	0,00	0,00	1,96	4,79	2,68	1,03	4,79	4,79	4,79	1,04	2,26
2006	0,96	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	2,47	1,36	3,09	0,86
2007	2,95	1,48	0,85	1,95	4,79	2,81	1,17	0,00	0,00	0,00	3,49	2,39	1,82
2008	2,21	0,92	0,00	1,40	2,85	4,59	3,01	4,79	1,67	4,79	4,79	0,98	2,67
2009	1,01	0,96	0,88	0,00	1,36	2,42	4,79	4,79	4,79	4,79	4,67	4,79	2,93
2010	4,13	3,14	3,75	4,79	4,79	1,95	2,13	1,34	0,00	2,10	2,00	4,79	2,91
2011	2,43	4,79	1,85	1,65	1,00	1,08	4,69	4,79	3,27	4,79	3,50	1,44	2,94
2012	1,47	1,04	0,97	2,59	2,76	4,79	2,95	1,60	0,99	1,11	0,99	1,00	1,85
2013	3,88	4,79	4,79	3,41	3,90	4,79	4,79	2,21	4,35	4,79	1,69	1,70	3,76
2014	2,63	1,42	4,53	4,79	4,79	4,79	3,23	1,62	4,79	4,79	1,82	1,66	3,40
2015	4,32	2,33	1,80	1,17	4,24	3,83	4,79	2,37	2,97	4,79	4,79	4,79	3,51
MD	2,64	2,70	2,05	1,92	2,70	3,36	3,27	2,54	2,79	3,63	3,12	2,83	2,80
MX	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79	4,79

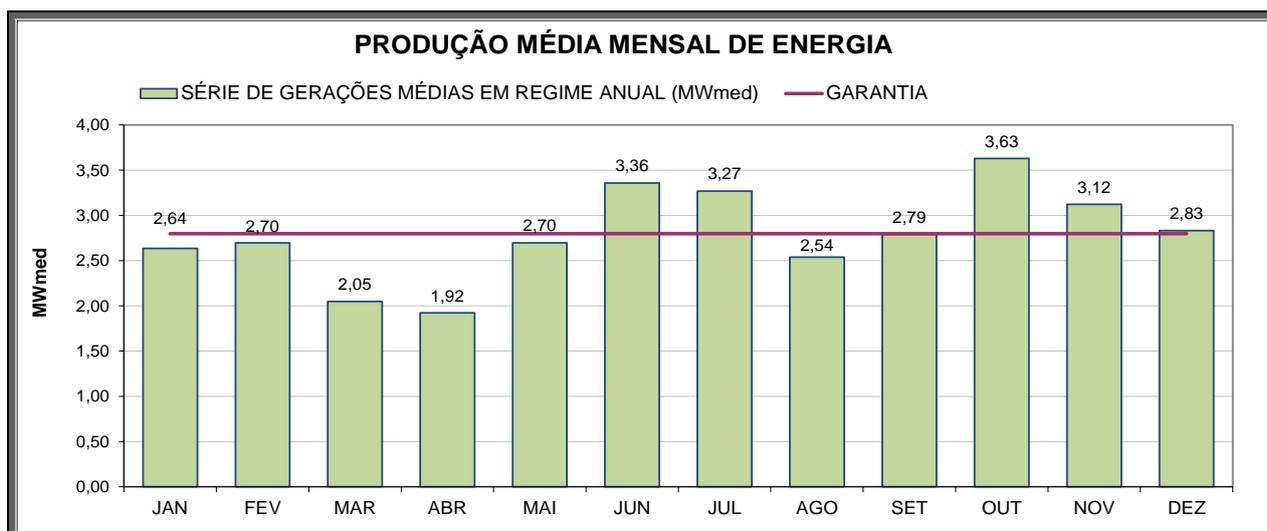


Gráfico 4.6.5 - Produção média mensal de energia PCH Cavernoso V.

Foram consideradas duas unidades, de modo que a modulação de carga será viável e as manobras para uma operação ininterrupta seriam possibilitadas mesmo com pequena depleção no reservatório.

Quadro 4.6.2 - Parâmetros para o cálculo da garantia física da PCH Cavernoso V.

PARÂMETROS PARA O CÁLCULO DA GARANTIA FÍSICA - PORTARIA MME 463/2009		
PROCESSO ANEEL 48500.003085/2015-68		PCH CAVERNOSO V
1	Coordenadas de referência do Eixo do Barramento (SIRGAS 2000)	25° 23' 1,3" S / 52° 01' 43,8" W
2	Coordenadas de referência da Casa de Força (SIRGAS 2000)	25° 23' 7,9" S / 52° 01' 56,5" W
3	Potência Instalada Total (kW)	5.000
4	Número de unidades	2
5	Potência Instalada por Gerador (kVA) e seu Fator de Potência	2.778 / 0,9
6	Potência Instalada por Turbina (kW) e seu engolimento mínimo (m³/s)	2.591 / 4,38
7	Tipo de turbina	Francis Simples
8	Rendimento Nominal por Turbina (%)	92,50
9	Rendimento Nominal por Gerador (%)	96,50
10	TEIF: Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada (%)	1,00
11	IP: Indisponibilidade Programada (%)	1,00
12	h: Perdas Hidráulicas Nominais (m)	0,46
13	N. A. máximo normal de montante [m]	635,00
14	N. A. máximo normal de jusante [m]	615,00
15	Hb: Queda Bruta Nominal (m)	20,00
16	HI: Queda líquida (m)	19,54
17	Perdascon: Perdas Elétricas até o Ponto de Conexão (%)	1,535%
18	Cint: Consumo Interno (MW médio)	0,040
19	qr: Vazão Remanescente do Aproveitamento (m³/s)	0,82
20	qu: Vazão de Usos Consuntivos (m³/s)	0,00
21	Área do Reservatório no N.A. máx. normal [km²]	1,023
22	Descarga média de longo termo (m³/s)	21,82
23	Série de Vazões Médias Mensais	Mai/1964 à dez/2015
24	Garantia Física (MW médio)	2,80

Francisco Beltrão, setembro de 2016.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 4.8

4.8. CUSTOS.....	163
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165

4.8. CUSTOS

O projeto básico da PCH Cavernoso V foi concebido e orçado considerando-se uma base de custos atualizada em função das diversas obras recentemente implantada ou atualmente em fase de implantação pelo grupo empreendedor e sua projetista.

Os custos unitários relativos a construção civil refletem a realidade do setor elétrico pós crise econômica mundial e perante expectativa de recessão econômica.

A tabela 4.8.1 a seguir apresenta a base de custos unitários considerados. Os custos unitários estão em concordância com o porte da obra, onde se espera em parte a contratação de empreiteiros e mão de obra local, movimentando a economia regional.

Os equipamentos foram cotados junto a fornecedores e também por semelhança conforme curvas de custo atualizadas em função dos parâmetros peso, rotação, potência e cargas hidráulicas e exprimem perfeitamente a realidade do mercado conforme pode ser conferido no capítulo 5 e 6.

O custo do sistema de comando e proteção e sistema supervisorio praticamente não variam com a potência instalada.

O custo da linha de transmissão foi considerado conforme distância e dimensionamento do cabo e nível de tensão da linha de transmissão, no caso 34,5kV, e conectando na subestação elevadora 34,5kV da COPEL na SE Laranjeiras do Sul. Além deste custo do ramal de interligação foi também considerado o custo dos bay's de conexão.

Os equipamentos hidromecânicos tais como grades, comportas, conduto forçado, ponte rolante e outros foram cotados em função das dimensões, cargas hidráulicas atuantes e do peso.

O custo de aquisição das áreas relativas à reservatório, APP e regiões de obra resultou numa média de R\$ 10.000,00/ha.

Os demais custos administrativos, de engenharia e ambientais refletem o porte do empreendimento.

A cotação do dólar considerada para o mês de agosto de 2016, data base deste orçamento, 1US\$ = 3,21 R\$ e este valor foi considerado nos orçamentos.

Os orçamentos completos no padrão Eletrobrás para as cinco alternativas de potência estudadas são demonstrados no capítulo 10 – Orçamento Padrão Eletrobrás.

Tabela 4.8.1 – Relação de custos unitários considerados na PCH Cavernoso V.

CUSTOS UNITÁRIOS UTILIZADOS NA ELABORAÇÃO DOS ORÇAMENTOS	un	PREÇO UNITÁRIO R\$
INSUMOS DIRETOS		agosto-16
Aquisição de terras	ha	10.000,00
Instalações e acabamentos casa de força e sala de comando	m ²	800,00
Ponte de serviço	gl	120.000,00
Ensecadeira de rocha e terra	m ²	5,00
Remoção de ensecadeiras	gl	3,00
Esgotamento e outros custos	h	60,00
Aterro compactado	m ³	8,00
Enrocamento	m ³	18,00
Núcleo de argila	m ³	10,00
Transições / Filtros	m ³	60,00
Proteção de taludes plantio de grama	m ²	5,00
Proteção de taludes montante rip rap	m ²	5,00
Revestimento com PEAD 1,5mm inclusive aplicação	m ²	18,00
Alvenaria de pedras	m ³	200,00
Escavação comum	m ³	8,00
Escavação comum , manual	m ³	40,00
Escavação mista material de terceira com equipamentos	m ³	15,00
Escavação em rocha a céu aberto desmonte retirada até DMT 300m	m ³	21,00
Pré-fissuramento	m ²	40,00
Escavação em rocha localizada	m ³	60,00
Escavação subterrânea em rocha até 5%	m ³	165,00
Escavação subterrânea em rocha grade 17%	m ³	220,00
Escavação subterrânea em rocha Shaft D=3,0m	m ³	380,00
Escavação subterrânea em rocha furo guia	m	250,00
Limpeza e tratamento de fundação	m ²	30,00
Furo para injeção de nata de cimento	m	17,50
Injeção de nata de cimento	kg	10,00
Concreto fck 30 Mpa	m ³	280,00
Concreto estrutural fck 20MPa muros, ala, lajes de revestimento etc	m ³	265,00
Concreto Ciclópico massa fck10Mpa com 30% pedras de mão	m ³	250,00
Concreto projetado fck25MPa aplicado esp. média 10cm incl. Tela e dramix	m ³	900,00
Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	60,00
Formas curvas	m ²	100,00
Junta elástica para concreto tipo Fungemband O22 ou similar	m	170,00
Chumbadores	un	150,00
Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout	un	150,00
Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP190RB Cordoalhas de 12 fios	un	8.000,00
Tirantes ativos 1" x 3,0m Resinex, incl furo 1"1/4 , resina e colocação	un	450,00
Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	3,30
Tela Telcon CA60A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	3,80
Revestimento metálico conduto e chaminé	kg	9,00
Sistema de drenagem interno, canaletas dutos registros e conexões da civil	vb	30.000,00
Equipamentos diversos, bombeamento, grades piso, guarda corpo	gl	50.000,00
Estradas de rodagem inclusive revestimento cascalho	km	15.000,00
CUSTOS INDIRETOS		
Construções do canteiro e acampamento	gl	150.000,00
Manutenção e operação do canteiro e acampamento (18 meses)	gl	300.000,00
Engenharia Básica (inventário, projeto básico despesas gerais)	gl	350.000,00
Serviços Especiais de Engenharia Projeto executivo, consultorias	gl	600.000,00
Estudos e Projetos Ambientais	gl	120.000,00
Administração do proprietário	gl	1.000.000,00

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ia: BALHANA , Altiva P.; MACHADO, Brasil P.; WESTPHALEN, Cecília Maria. **História do Paraná**. Curitiba: GRAFIPAR, 1969. v.1.

BERNARDE, S. P.; MACHADO, R.S. Riqueza de espécies, ambiente de reprodução e temporada de vocalização da anurofauna em Três Barras do Paraná, Brasil (Amphibia: Anura). **Cuad. Herpetol.** 2000. 14(2): p.93-104

BÉRNILS, R. S.; MOURA-LEITE, J.C.; MORATO, S.A.A. Répteis In: MIKICH,S.B.; BÉRNILS,R.S. (Eds.) **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: IAP, 2004. p. 499-535.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria da Agricultura Familiar.

CEHPAR - CENTRO DE HIDRÁULICA E HIDROLOGIA PROFESSOR PARIGOT DE SOUZA. **Regionalização de vazões em pequenas bacias hidrográficas do Estado do Paraná** (PROJETO HG-77). Curitiba: CEHPAR, 1995.

COLODEL, J. A. **Obrages & companhias colonizadora: Santa Helena na história do Oeste paranaense até 1960**. Cascavel : Assoeste, 1988.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Anexo à Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003, do Ministério do Meio Ambiente. 2003.

LANGE, R.B.; JABLONSKI, E. 1981. Lista prévia dos Mammalia do Estado do Paraná. **Estudos de Biologia**. n.6 35p.

LEINZ, V.; BARTORELLI, A.; ISOTTA, C. A. L. Contribuição ao estudo do magmatismo basáltico mesozóico da Bacia do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.40, p.167-181. 1968.

LEITE, P.F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil**: Proposta de Classificação. Curitiba, 1994. 160 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

LONGHI, S.J. **Floresta Ombrófila Mista**. Curitiba, 1993. 61 f. Trabalho de Pós-Graduação (Disciplinas de Ecologia Florestal e Fitogeografia Florestla) – Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.

MACHADO, S. do A.; SIQUEIRA, J.D.P. Distribuição natural da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: IUFRO MEETING ON FORESTRY PROBLEMS OF THE GENUS ARAUCÁRIA, 1., 1979, Curitiba. **Forestry problems of the genus Araucaria**. Curitiba: FUPEF, 1980. p. 4-9.

MAGALHÃES, Marisa V. **O Paraná e suas regiões nas décadas recentes: as migrações que também migram**. Belo Horizonte, 2003. Tese (Doutorado) – UFMG/CEDEPLAR, 2003.

MARGARIDO, T.C.C.; BRAGA, F.G. Mamíferos. In: MIKICH, S.B.; BÉRNILS, R.S. (Eds.) **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: IAP, 2004. p. 27-139.

MORATO, S.A.A. **Padrões de distribuição da fauna de serpentes da floresta de araucária e ecossistemas associados na Região Sul do Brasil**. Curitiba: UFPR, Dissertação de Mestrado, 1995, 122p.

OLIVEIRA, M. de L. A. A. de. Conservação “In situ” da diversidade biológica dos Campos sulinos e da Mata de Araucária. In: ARAÚJO, E. de L.; MOURA, A. do N.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; GESTINARI, L. M. de S.; CARNEIRO, J. de M. T. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: UFRPE/Imprensa Universitária, 2002. p. 106–108.

PERSSON, V.G.; LORINI, M.L. 1990. Contribuição ao conhecimento da mastofaunística da porção centro-sul do Estado do Paraná. **Acta Biológica Leopoldensia**. v.12, n. 1, p. 79-98.

RIBAS, E.R.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Distribuição e habitat das tartarugas de água-doce (Testudines, Chelidae) do Estado do Paraná, Brasil. **Biociências** 10(2): p.15-32, 2002.

ROCHA, A. L.; SCHMIDLIN, D. (Coord.). **Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA-Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. PRÓ-ATLÂNTICA – Programa Proteção da floresta atlântica, 2002.

ROVEDDER, C. E.; REPENNING, M. Lista das espécies de aves anotadas ao longo da área de construção e inundação prevista no projeto da UHE Pai Querê, estudo realizado de setembro de 2006 a março de 2007. Arquivo digital disponível em: http://www.inga.org.br/docs/aves_paiquerere.pdf, acesso em outubro de 2008.

SEGALLA, V.M.; LANGONE, J.A. Anfíbios In: MIKICH, S.B.; BÉRNILS, R.S. (Eds.) **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: IAP, 2004. p. 539-577.

SILVA, D. W. da. Floresta com Araucária ocorrência e histórico. In: ARAÚJO, E. de L.; MOURA, A. do N.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; GESTINARI, L. M. de S.; CARNEIRO, J. de M. T.

Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Recife: UFRPE/Imprensa Universitária, 2002. p. 98–100.

STARUBE, F.C.; URBEN-FILHO, A.; KAJIWARA, D. Aves In: MIKICH,S.B.; BÉRNILS,R.S. (Eds.) **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná.** Curitiba: IAP, 2004. p. 145-493.

STRAUBE F.C.; KRUL, R.; CARRANO, E. Coletânea da avifauna da região sul do Estado do Paraná (Brasil). **Atualidades Ornitológicas N.125, maio/junho** 2005 p.10-72.

WISYIEWSKI, C.; RIBAS, M. C.; NEGRELLE, R.; PEDERNEIRAS, J.; CURCIO, G. R. **Ecologia da Floresta Ombrófila Mista de Araucária e Latifoliada no Estado do Paraná.** Relatório Final. Curitiba: 1993. 64 p.

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 5

5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS	1
5.1. INTRODUÇÃO E ESTUDOS ANTERIORES	1
5.2. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS	3
5.2.1. DADOS DISPONÍVEIS.....	3
5.2.2. DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS AVALIADAS.	4
5.2.3. ALTERNATIVA ANALISADA.....	12
5.3. ALTERNATIVAS DE MOTORIZAÇÃO	14
5.3.1. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO ENERGÉTICO	15
5.3.2. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO CIRCUITO HIDRÁULICO.....	15
5.3.3. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DA CASA DE FORÇA.....	16
5.3.4. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DOS HIDROMECAÑICOS	17
5.3.5. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO	17
5.3.6. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DA TURBINA E GERADOR	18
5.3.7. VARIAÇÃO DO CUSTO TOTAL INSTALADO	18
5.4. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA DE MOTORIZAÇÃO	19
5.4.1. ANÁLISE DO BENEFÍCIO BRUTO TOTAL.....	19
5.4.2. ANÁLISE DO CUSTO TOTAL ANUAL	20
5.4.3. ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DE VIABILIDADE ECONÔMICA POR DIVERSOS CRITÉRIOS.....	22
5.4.4. CONCLUSÕES DO ESTUDO DE VIABILIDADE DE MOTORIZAÇÃO	25
5.5. CONCLUSÕES FINAIS QUANTO AOS ESTUDOS DE ALTERNATIVAS	25

5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

5.1. INTRODUÇÃO E ESTUDOS ANTERIORES

O presente capítulo tem por objetivo estudar o trecho do Rio Cavernoso visando seu aproveitamento energético ótimo através da implantação de uma pequena central hidrelétrica – PCH Cavernoso V.

O potencial em questão, situado no km 106 do rio Cavernoso, foi definido no estudo de inventário do Rio Cavernoso previamente realizado pela empresa Renova PCH Ltda. conforme processo ANEEL nº 48500.004378/2008-33 tendo sido aprovado por intermédio do Despacho nº 1.156, de 10 de abril de 2012.

O projeto básico foi desenvolvido mediante contrato com a empresa projetista Design Head Engenharia & Construtora Ltda.

Para se atingir o aproveitamento ótimo deste potencial os estudos de alternativas se desdobrarão em três planos:

- Na confirmação da melhor alternativa locacional e verificação quanto a não interferência da PCH Cavernoso V com os demais potenciais hidráulicos, a jusante PCH Cavernoso V, bem como na confirmação quanto a melhor solução construtiva do barramento e circuito hidráulico;
- Análise cuidadosa de motorização segundo critérios e metodologia emanados da Agência Reguladora através da verificação do benefício – custo incremental;
- Na verificação mediante consulta a concessionária local da possibilidade de interligação da PCH Cavernoso V ao SIN.

Com este procedimento espera-se exaurir as investigações dos arranjos e parâmetros possíveis para o potencial em questão adentrando-se na etapa próxima de detalhamento de forma consolidada.

Destarte o arranjo e solução construtiva ficam fortemente condicionados as questões morfológicas do terreno e questões geotécnicas, bem como a existência de desníveis remanescentes passíveis de aproveitamento na divisão de quedas de referencia aprovada.

A proposta de arranjo delineada no estudo de inventário aprovado indica um aproveitamento tipo fio d'água, com nível de montante na el. 635,00 e nível de jusante na el. 615,00. A produção hídrica e a queda bruta proposta de aproveitamento de 20,00m de desnível bruto, indicavam uma potência preliminar a instalar de 4,80 MW, segundo critérios típicos aplicados no inventário, esta é a alternativa básica aqui denominada Alternativa 01, todavia nos estudos desenvolvidos nesse Projeto Básico houve sinalização para a leve acréscimo na potência instalada para 5,0 MW.

A filosofia deste projeto considera a exploração da energia local para comercialização no mercado de energia através de contratos de longo e médio prazo, configurando a situação de

produtor independente de energia elétrica.

Dentro do objetivo maior que é a construção e operação segura da usina, descortinam-se fases intermediárias recomendadas de forma a garantir a outorga da concessão e o bom nível técnico-econômico do empreendimento:

- **Estudos preliminares** – Definição do potencial isolado de um sítio, análise de pré- viabilidade com dados expeditos – **Concluído.**
- **Estudo de divisão de quedas ou Inventário** – Considerando a cascata do rio como um todo e levantando restrições atuais ou futuras, procura definir arranjos preliminares visando maximizar geração ou tarifas atraentes de energia, levando em consideração aspectos ambientais e técnicos, concluindo pelo aproveitamento ótimo do rio em uma visão global – Concluído - Processo ANEEL nº 48500.004378/2008-33 aprovado pelo Despacho nº 1.156, de 10 de abril de 2012.
- **Estudo de alternativas** – Intensifica o objetivo de extração de energia de um local específico, apoiado em dados consistentes de hidrologia, topografia e geologia, correndo em paralelo com os licenciamentos ambientais e legais. Nesta etapa obtém-se precisão superior nos dimensionamentos e orçamentos permitindo-se inferir o custo da energia gerada com satisfatória segurança. O estudo de alternativas orienta a questão de negociação das terras e prova, através do dimensionamento e orçamentação de alternativas tecnicamente viáveis, a economicidade de um arranjo em relação aos demais. Culmina esta fase na verificação da motorização ótima do eixo da alternativa locacional permitindo uma completa análise de viabilidade do ponto de vista ambiental – econômico e financeiro – **Objeto deste capítulo – Concluído.**
- **Projeto básico** – Coletânea de documentos, autorizações, procedimentos técnicos, dimensionamentos que devem ser reunidos de forma a consolidar o aproveitamento hidrelétrico em um projeto seguro. Contém o resumo histórico do que foi estudado até se chegar à alternativa atual. Deve ser submetido ao Poder Concedente para possibilitar a autorização. Ainda, no caso de uma PCH, pode servir como documento de referência de contratação ou licitação para construção através de uma empreiteira de obras haja vista o suficiente grau de detalhe. Pode ser usado como instrumento de captação de recursos junto a entidades financeiras demonstrando o domínio das variáveis de risco que cercam o empreendimento – **Objeto deste relatório – Concluído.**
- **Projeto executivo** – Para o caso de uma PCH pode correr em conjunto com a execução da obra, em forma de acompanhamento, corrigindo quando uma condição do terreno escapa daquilo previsto no projeto básico, orientando pequenas alterações e métodos construtivos. Visa o acompanhamento das contratações dos equipamentos e empreiteiros, providencia a necessária adaptação entre as partes civil, mecânica e elétrica. Detalhamento de todas as estruturas a nível construtivo, inclusive com o projeto estrutural e geotécnico – **Não iniciado.**

O estudo de alternativas abordou os seguintes temas:

- Alternativas 01 e 02;
- Alternativas quanto ao circuito adutor e tipo de barragem;
- Alternativas quanto a motorização e seleção dos equipamentos turbina e gerador;

O quadro a seguir resume o organograma do estudo de alternativas:

Quadro 5.1- Organograma das alternativas estudadas para a PCH Cavernoso V.

RESUMO DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS		
ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DA BARRAGEM	ALTERNATIVAS QUANTO AO CIRCUITO HIDRÁULICO	ALTERNATIVAS DE MOTORIZAÇÃO
INVENTÁRIO (ALTERNATIVA 01) BARRAGEM E VERTEADOR EM CONCRETO COMPRIMENTO DO VERTEDOURO: 70 m ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM/VERTEDOURO: 20 m NAM: 635,00 m NAJ: 615,00 m	INVENTÁRIO (ALTERNATIVA 01) TÚNEL DE ADUÇÃO: 300 m CANAL DE ADUÇÃO: 260m CONDUTO FORÇADO: 75 m	INVENTÁRIO (ALTERNATIVA 01) POTÊNCIA INSTALADA: 4,80 MW FATOR DE CAPACIDADE 0,56 TURBINA: 02 x KAPLAN S JUSANTE ALTURA DE SUÇÃO: -1,70 m VAZÃO TURBINADA: 30,02 m ³ /s
ALTERNATIVA 02 BARRAGEM EM SOLO COMPACTADO COMPRIMENTO DO VERTEADOR LATERAL = 113m ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM/VERTEDOURO: 18,60 m NAM: 635,00 m NAJ: 615,00 m	ALTERNATIVA 02 CANAL DE APROXIMAÇÃO: 160 m CANAL DE ADUÇÃO: 163 m CONDUTO FORÇADO: 90m	ALTERNATIVA 02 POTÊNCIA INSTALADA: 5,0 MW ENERGIA MÉDIA: 2,80 MW FATOR DE CAPACIDADE 0,56 TURBINA: 02 x FRANCIS SIMPLES ALTURA DE SUÇÃO: + 2,0 m VAZÃO TURBINADA: 29,23 m ³ /s

5.2. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

5.2.1. Dados disponíveis

Para determinação das alternativas de barramento, eixos hidráulicos e os arranjos possíveis, os seguintes dados/informações foram recebidos e considerados:

- Estudo de Inventário Hidrelétrico do rio Cavernoso;
- Estudos planialtimétrico e levantamento topográfico e topobatimétricos inclusive com conferência de níveis de água;
- Estudos hidrológicos atualizados – PCH Cavernoso V;
- Levantamento geológico de superfície e campanha de sondagens a poço e sondagens rotativas para confirmação das condições de fundação e subsolo. Cadastro de jazidas de possíveis materiais de construção.

Foram feitas visitas ao local do aproveitamento com verificação das condições dos eixos e traçados além da região no entorno do projeto.

A proposta primitiva de arranjo do aproveitamento PCH Cavernoso V , segundo o estudo de inventário, previa um arranjo com barragem vertente em concreto, do tipo soleira livre, de comprimento 70 metros, com altura máxima de 20 metros, e um circuito adutor contendo um

túnel adutor de 300 metros de comprimento e 75 metros de condutos forçados. Quanto a motorização, este arranjo previa uma potencia instalada de 4,80 MW e turbinas do tipo Kaplan S Jusante.

Ambas alternativas preveem que a PCH Cavernoso V seja instalada em vale fechado, com encostas de declividade alta, apresentando solos litólicos e de baixa espessura em áreas de relevo forte ondulado a montanhoso. Nas áreas de relevo plano a suave ondulado os solos são profundos com menor suscetibilidade à erosão.

A bacia apresenta um grau elevado de antropismo, com pouca ou incipiente preservação das matas ciliares que se desenvolvem timidamente ao longo do curso d'água. Nas regiões altas o uso do solo é intenso com atividades agrícolas, pecuária e de reflorestamento.

A geomorfologia no local é marcada por um relevo tabular, formado pela intercalação de encostas íngremes a muito íngremes.

Observa-se que as opções de arranjo da PCH Cavernoso V ficam fortemente condicionadas ao relevo e questões de ordem geológicas e geotécnicas bem como a obtenção de um balanço positivo nas escavações obrigatórias perante as necessidades de materiais de construção, notadamente enrocamento e argila para a barragem.

5.2.2. Descrição das alternativas avaliadas.

Inicialmente as diretrizes do projeto básico da PCH Cavernoso V buscaram o levantamento de dados primários nas matérias definidoras do potencial hidrelétrico disponibilizando uma ampla, atualizada e precisa base de informações de ordem topográfica, cartográfica, hidrológica, geológica e de caracterização ambiental do local de interesse.

Também foram realizados estudos sobre o balanço de material oriundo das escavações e necessários para a execução da obra.

Com o intuito reduzir os prazos e os custos para a implantação da usina essa projetista realizou vários estudos de arranjos, preservando os níveis de montante e de jusante, com o intuito de contrabalancear os volumes de escavação e os volumes de materiais necessários para execução da obra.

ALTERNATIVA 01

A alternativa 01 é o arranjo previsto no estudo de inventário. Este sugere a construção de uma barragem vertente, em concreto ciclópico. A altura máxima do barramento seria de 20 m, com lamina vertente de 70 m e cota de NAM de 635 m.

A captação ocorre por meio de uma tomada d'água dotada de grade, limpa grades e comporta junto ao emboque do túnel adutor, de 300 m de extensão seção em formato arco-retângulo de diâmetro 5,00m. Ao desemboque deste, é previsto um canal de adução de 260 m e 5 metros de base. Ao final do canal, tem-se uma câmara de carga, de onde partem de forma independentes dois condutos forçados metálicos, de extensão 75 m cada e 2,35 m de diâmetro. A perda de carga total neste circuito é de 7,7%, Os condutos alimentam as unidades hidrogeradoras do tipo Kaplan S Jusante, Francis Simples abrigadas na casa de força.

A cota do canal de fuga foi estipulada na el. 615,00 m formando um desnível bruto de 20 m, sugerindo a potência instalada total de 4,8 MW e a potência média de 2,68 MW.

O nível de água de jusante ficou estabelecido na el. 615,00 e seu nível normal de montante na el. 635,00 aproveitando um desnível bruto de 20,00 m. O reservatório neste caso foi proposto com o intuito de gerar queda e criar condições de captação. A área alagada total resultou 98,8 ha, dos quais 22,0 ha referem-se a calha natural do rio, resultando em uma área efetivamente alagada de 76,8 ha. A faixa de 30 m da margem do alagamento reservada à área de preservação permanente foi calculada em 51,5 ha. O volume total represado atinge 4,890x10⁶ m³. Como não há depleção o volume útil é nulo. Nesta concepção o reservatório possui 6,1 km de extensão sobre a calha do rio.

A casa de força foi locada à margem esquerda do rio Cavernoso e abriga um conjunto de duas turbinas tipo Kaplan-S Jusante, com acoplamento direto ao gerador. Esta máquina trabalhará em rotação síncrona de 360 RPM e sobre a carga de sucção negativa de -1,70m, necessitando de comportas stop-log na saída da sucção. Uma ponte rolante com capacidade aproximada de 25t fará a movimentação dos equipamentos para montagem e manutenção. A subestação ficará posicionada ao lado da sala de comando e esta, por sua vez, fica justaposta à casa de máquinas em cota segura.

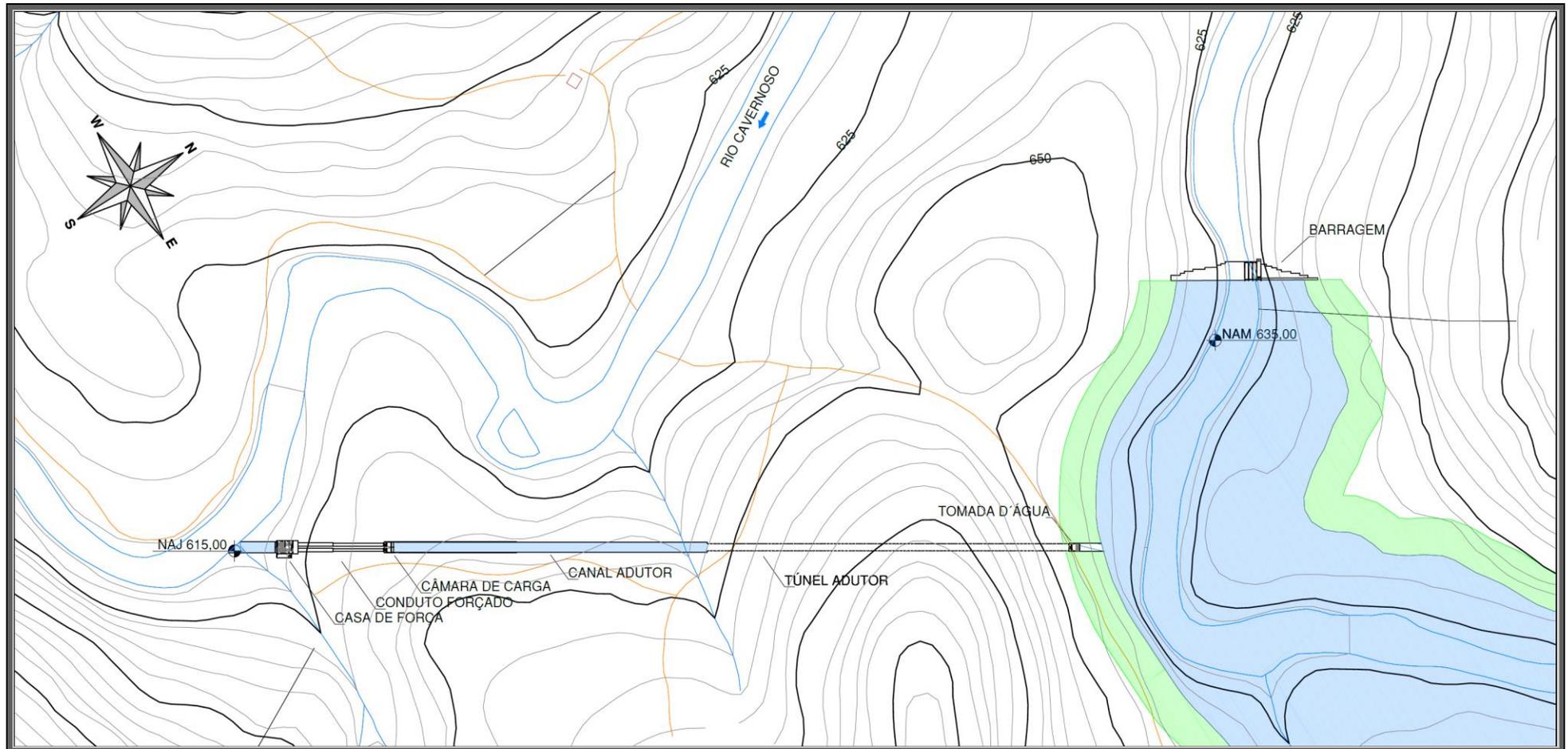


Figura 5.1 – Arranjo da PCH Cavernoso V (inventário) – ALT 01

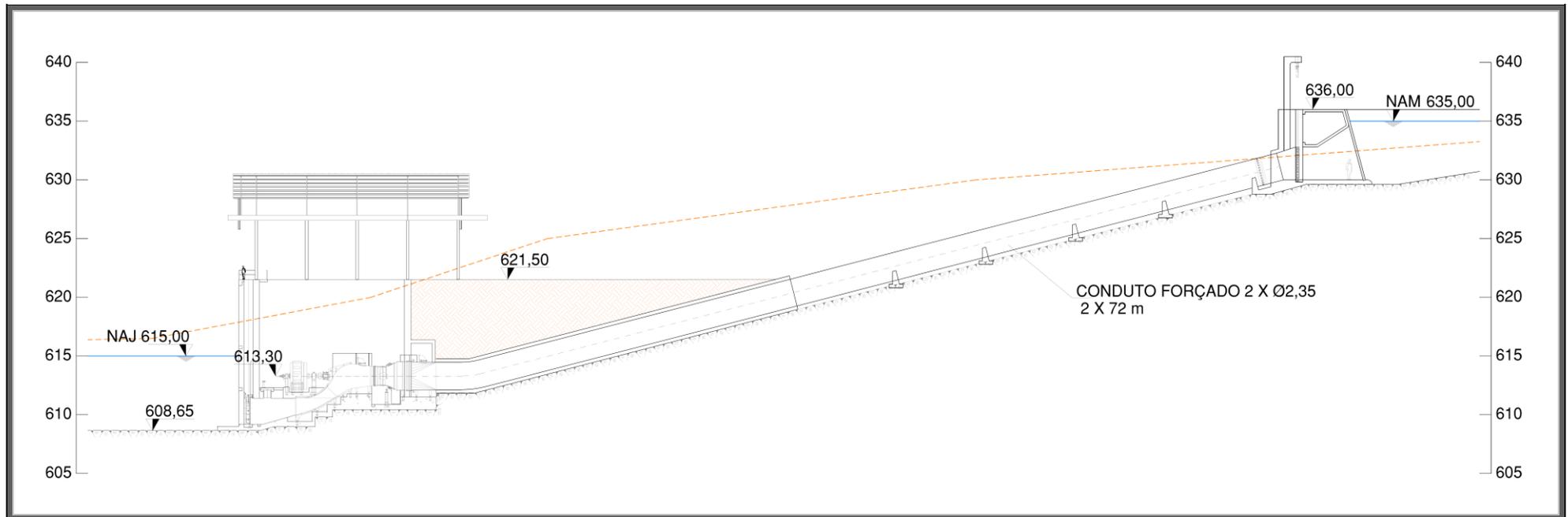


Figura 5.2 – Perfil da PCH Cavernoso V (inventário) – ALT 01

Durante a execução do projeto básico da PCH Cavernoso V, foram realizadas sondagens em campo com o objetivo de levantar o perfil rochoso nos locais onde serão executadas as obras civis da usina.

Com isso foi possível levantar os volumes de solo e rocha que serão extraídos nas escavações e comparar com os volumes de materiais necessários para a execução da obra.

Esses dados possibilitaram estudar otimizações do layout proposto no inventário a fim de garantir fundações seguras além de equilibrar o balanço de materiais, reduzindo o valor de implantação da obra.

ALTERNATIVA 02

Vislumbrando a possibilidade de reduzir o custo de implantação da obra além de encurtar o cronograma de execução, estudou-se a alternativa de deslocar levemente o eixo do barramento para montante do rio, onde se constatou melhor qualidade da rocha de fundação nas sondagens na ombreira esquerda e resultados da análise geológico-geotécnica.

Com essa alteração o volume aplicado na estrutura do barramento sofreu pequeno decréscimo na altura do barramento, conforme já mencionado neste capítulo. Optou-se por manter NAM dos Estudos de Inventário (NAM = 635,00m).

O barramento sofreu alteração de sua concepção construtiva, passando a ser constituído em enrocamento com núcleo vedante em argila. Adjacente, na margem esquerda, foi posicionado um vertedouro em soleira livre.

Outra vantagem com essa alteração da posição do eixo foi a locação de um circuito de adução que possibilitou o encaixe de um canal de adução apenas. Na alternativa 1, devido as restrições topográficas, era necessária a construção de um túnel de adução. Com isto o volume de obras deste arranjo foi minimizado, bem como obteve-se um ganho expressivo energético, decorrente da otimização da perda de carga hidráulica no circuito adutor.

Além disso, as sondagens indicaram um perfil longitudinal no eixo da barragem contínuo, sem degraus característicos dos derrames basálticos, reduzindo a possibilidade de recalques diferenciais e fendilhamento vertical, ainda assim é previsto a montante camada de crackfiller no sentido de sanar qualquer ocorrência indesejável e a jusante filtros.

O material necessário para a construção da barragem será todo proveniente das escavações da obra.

Existe disponibilidade de enrocamento de granulometria de boa qualidade proveniente de rocha basáltica na ombreira esquerda, onde estão localizadas as escavações do túnel de adução, além da casa de força e canal de fuga.

O enrocamento miúdo pode ser utilizado sem qualquer britagem na transição, oriundo do túnel aconchegando o filtro e o núcleo argiloso, melhorando a desempenho da seção quanto a acomodações e recalques.

A argila para o núcleo da barragem encontra-se disponível em grande quantidade nas

proximidades do barramento, dentro da área do futuro reservatório.

Nessa configuração o balanço de materiais oriundos das escavações e necessários para a execução da obra ficou mais bem equilibrado e com reduzida provisão de botas fora.

ALTERNATIVA 01 - Inventário.

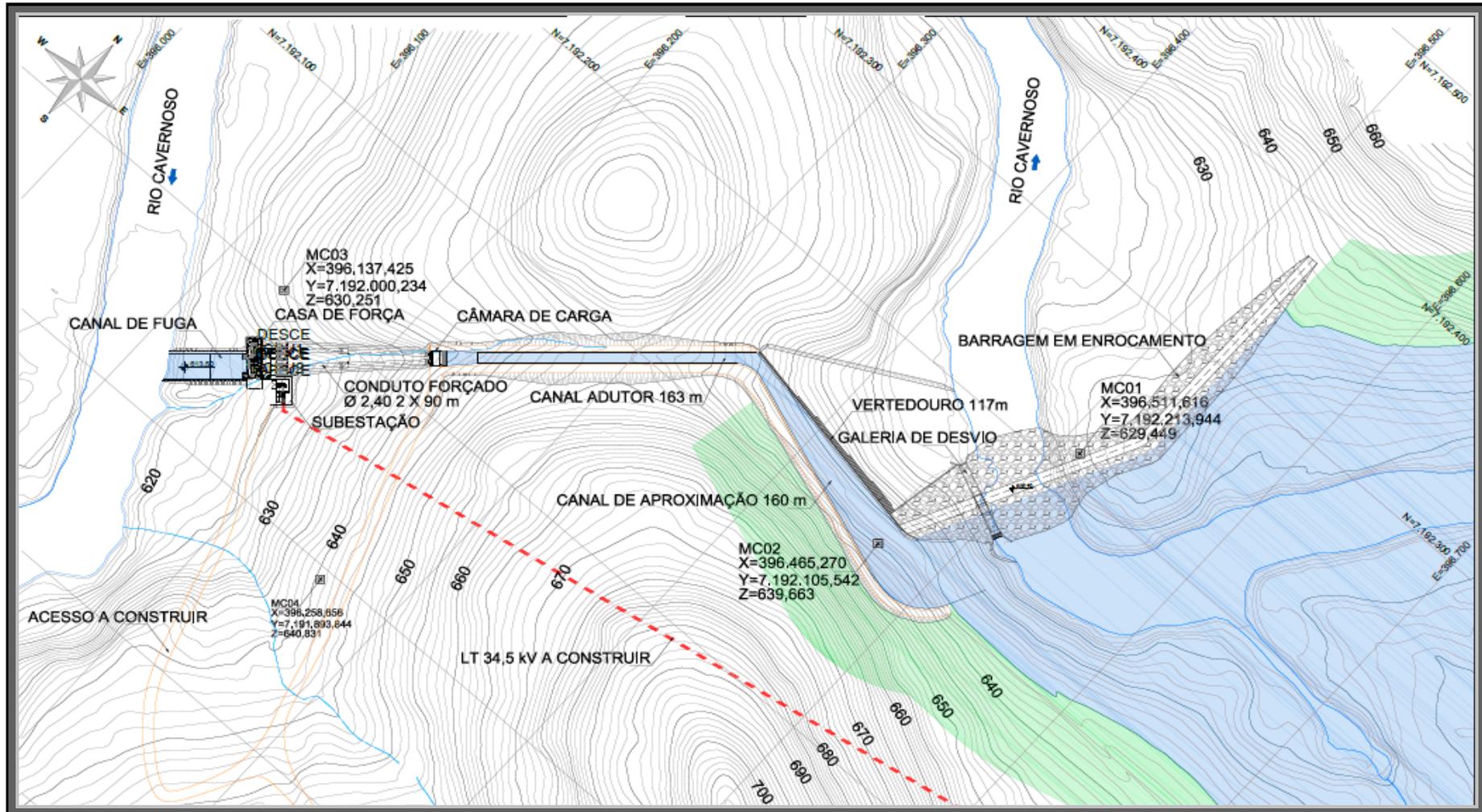


Figura 5.3 – Arranjo da PCH Cavernoso V – ALT 02 – Projeto Básico.

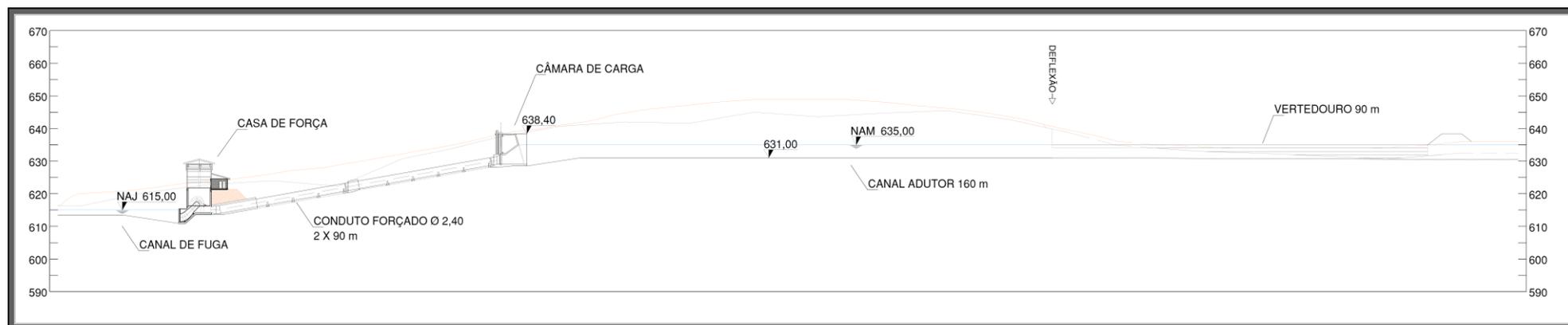


Figura 5.4 – Perfil da PCH Cavernoso V (Projeto Básico) – ALT 02.

A área alagada foi certificada por nova campanha topográfica, mais precisa e resultou 102,28 ha, dos quais 25,78 ha referem-se a calha natural do rio, resultando em uma área efetivamente alagada de 76,50 ha. A faixa de 50 m da margem do alagamento reservada à área de preservação permanente foi calculada em 89,47 ha. O volume total represado atinge $2,982 \times 10^6$ m³. Como não há depleção o volume útil é nulo. Nesta concepção o reservatório possuiria 6,2 km de extensão sobre a calha do rio.

Dentro da filosofia de busca da otimização da exploração energética com viabilidade econômica, o projeto também se ocupou de verificar a questão da motorização através da análise energética econômica incremental, demonstrando que o acréscimo da potência instalada de 4,80 MW para 5,0 MW resultou em melhor produção média energética, mantendo o fator de capacidade de 0,56, sendo esta a potência que concilia o melhor retorno econômico do empreendimento e promove o aproveitamento ótimo do sitio em questão.

Os índices econômicos são detalhados mais adiante nos estudos de alternativas de motorização e Orçamento Padrão Eletrobrás, porém adianta-se que se chegou a um custo total de implantação, inclusive sistema de transmissão associado de R\$ 21.230.857 bem como um custo índice de implantação de 4.246 R\$/kW e um custo de geração da ordem de R\$ 117,33 /MWh.

Cumprindo sua função investigativa o presente estudo se deteve na comparação entre as diversas alternativas cabíveis em cada um destes setores do empreendimento, sempre tendo como base aquela proposta no estudo de inventário e as variantes incorporando outras soluções de acordo com progressos investigativos e análises específicas, e restou demonstrado que para a PCH Cavernoso V, a alternativa 02 é aquela que apresenta maior segurança construtiva e de operação, menor custo de instalação, máxima geração de energia ao mesmo tempo garantindo mínimo índice de impacto ambiental.

5.2.3. Alternativa de conexão analisada

Conforme estudos desenvolvidos e apresentados à Copel para a definição de interligação da PCH Cavernoso V pertencente ao conjunto de 05 empreendimentos denominado Complexo Cavernoso, a integração da central geradora contemplou simulações computacionais e análises do desempenho do sistema elétrico da COPEL, considerando a conexão ao sistema elétrico.

O Complexo de PCHs Cavernoso possui capacidade instalada de 25 MW divididos em 5 PCHs, à saber:

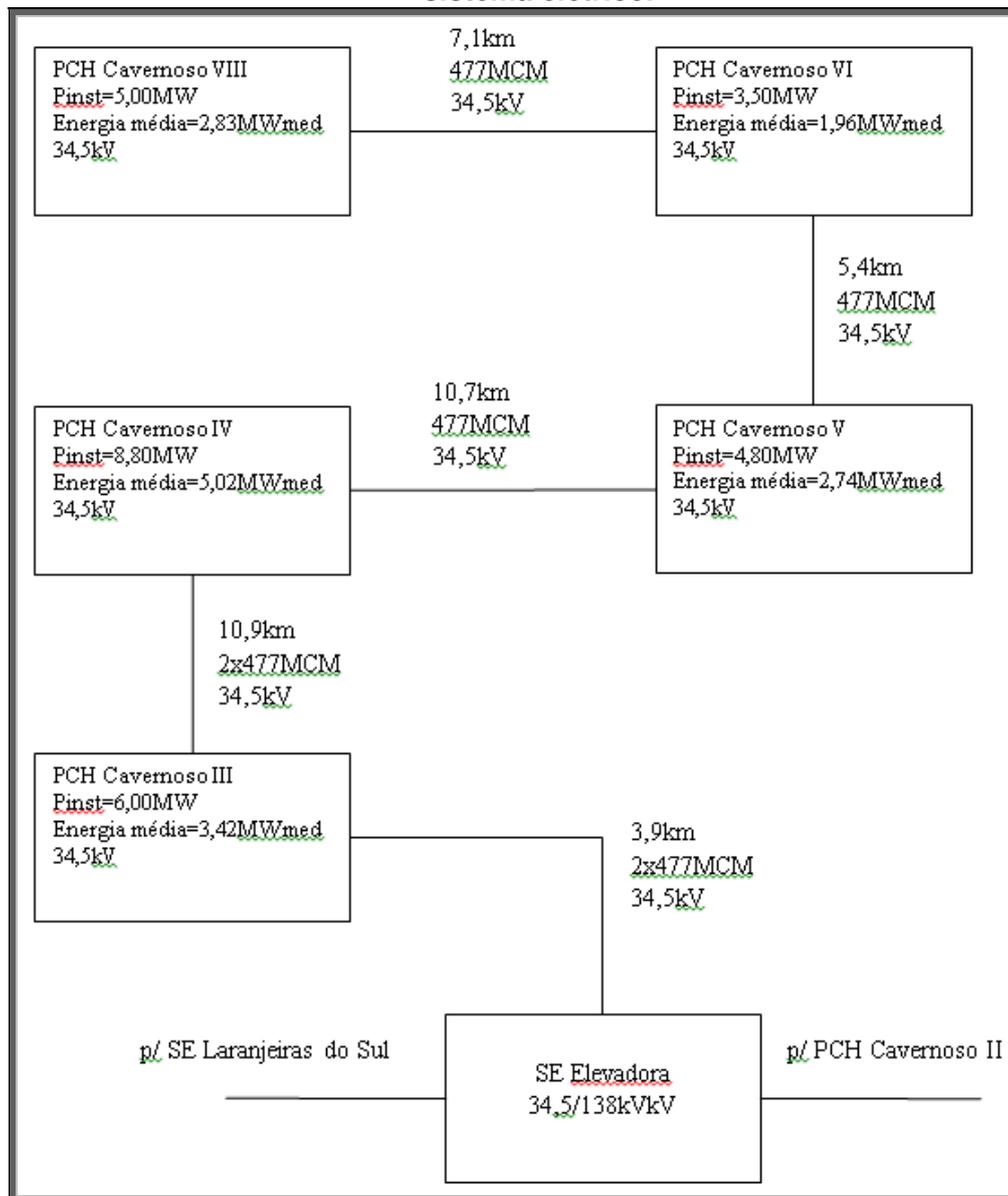
- PCH Cavernoso VIII;
- PCH Cavernoso VI;
- PCH Cavernoso V;
- PCH Cavernoso IV;
- PCH Cavernoso III.

Conforme item 3.1 descrito na informação de acesso IAC 133 – 2016 expedido pela COPEL Distribuidora, a conexão do complexo se dará a partir da construção de 4 km de linha de distribuição 138 kV interligando uma subestação (SE) de seccionamento na linha de distribuição Cavernoso – Laranjeiras do Sul.

A tensão de geração será 6,9kV sendo elevada nesta SE para a tensão de transmissão 34,5kV, da qual parte uma linha de transmissão em circuito duplo com 3,9 km até a PCH Cavernoso III e outros 10,9 km até a PCH Cavernoso IV. A interligação com os outros três empreendimentos **PCH Cavernoso V**, PCH Cavernoso VI e PCH Cavernoso VII é realizada através de circuito simples de cabo tipo 477 AWG - Pelican com distâncias de 10,7 km, 5,4 km e 7,1 km respectivamente.

A perda média de transmissão é demonstrada abaixo, para a potência média transmitida considerada para todo o complexo foi de 182,70 kW ou 1,144% em termos percentuais.

Quadro 5.2- Diagrama esquemático do Complexo PCHs Cavernoso em relação ao sistema elétrico.



Perda/Queda Média de Potência – Utilizado nos descontos dos cálculos energéticos:

- LT 34,5kV – Cabo 477AWG – Pelican em circuito simples entre as PCH's Cavernoso IV, Cavernoso V, Cavernoso VI e Cavernoso V;
- LT 34,5kV – Cabo 477AWG - Pelican em circuito duplo entre a SE Elevadora, PCH Cavernoso III e Cavernoso IV;
- Comprimento total da linha de aproximadamente 38 km.

Quadro 5.3- Cálculo da perda média devido ao sistema de transmissão.

Aproveitamento	Perdas(kW)					Total	
	LT PCH Cavernoso III – SE Elevadora	LT PCH Cavernoso IV – PCH Cavernoso III	LT PCH Cavernoso V – PCH Cavernoso IV	LT PCH Cavernoso VI – PCH Cavernoso V	LT PCH Cavernoso VIII – PCH Cavernoso VI	kW	%
PCH Cavernoso III	9,123	-	-	-	-	9,123	0,267%
PCH Cavernoso IV	13,391	29,200	-	-	-	42,591	0,848%
PCH Cavernoso V	7,309	15,938	18,812	-	-	42,059	1,535%
PCH Cavernoso VI	5,228	11,401	13,457	4,337	-	34,424	1,756%
PCH Cavernoso VIII	7,549	16,461	19,430	6,263	4,800	54,503	1,926%
Perda Total(kW)	42,600	73,000	51,700	10,600	4,800	182,700	1,144%

Obs.: Foram apresentadas as perdas dos 5 empreendimentos devido ao fato da energia gerada por estas PCH's serem conduzidas pela mesma linha de transmissão.

Quanto à **perda média de potência**, utilizada para a determinação das perdas energéticas devido ao sistema de transmissão, resultou em **1,535 %** a ser assumido exclusivamente pela PCH Cavernoso V.

5.3. ALTERNATIVAS DE MOTORIZAÇÃO

Em uma terceira fase o projeto buscou explorar para a Alternativa locacional 02 selecionada, as alternativas de motorização propondo patamares de potência variando de 1MW em 1MW.

Esta análise, de caráter obrigatório para o aceite técnico do projeto, consiste na verificação do comportamento do benefício líquido (B-C) incremental com a variação da potência instalada em acréscimos definidos.

Nesta fase, como permanecem fixos os principais parâmetros definidores do impacto ambiental tal como nível do lago, vazão remanescente, área de supressão vegetal, traçados e movimento de terra, verifica-se que de fato há uma diluição do impacto ambiental com o aumento da potência, portanto a variável ambiental não foi incluída nesta etapa de análise uma vez que o panorama geral tende a evolução positiva.

Assim procedeu-se detalhamento das questões construtivas, estudos de motorização etc., possibilitando se agregar maior energia em níveis econômicos ainda atrativos e soluções

adequadas do ponto de vista construtivo e de seleção de equipamento eletromecânico.

5.3.1. Critérios de dimensionamento energético

Definiu-se que o estudo de motorização com um passo incremental abrangeria seguintes potências instaladas, partindo da potência inicial definida no estudo de alternativas de 3,0MW:

- 3,0 MW;
- 4,0 MW;
- 5,0 MW;
- 6,0 MW;
- 7,0 MW.

No capítulo 10 é apresentado o OPE completo das 5 alternativas.

Quadro 5.4- Faixas de estudos de motorização.

VAZÃO TURBINADA TOTAL	m ³ /s	17,54	23,38	29,23	35,07	40,92
POTÊNCIA INSTALADA	kW	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
ENERGIA MÉDIA	MWmed	1,64	2,18	2,54	2,80	2,98
PRODUÇÃO ANUAL	MWh/ano	14.343	19.057	22.268	24.509	26.066
ENERGIA MÉDIA INCREMENTAL	MWmed	-	0,54	0,37	0,26	0,18
ENERGIA MÉDIA INCREMENTAL	%	-	32,9%	16,9%	10,1%	6,4%
FATOR DE CAPACIDADE	-	0,55	0,54	0,51	0,47	0,43

Com o aumento do grau de motorização, para uma queda líquida mantida constante verifica-se que há o incremento proporcional na vazão turbinada, donde deriva a necessidade de redimensionamento ponto a ponto das estruturas do circuito hidráulico e unidades geradoras com conseqüente reflexo nas dimensões da casa de força. Partiu-se do conceito de utilização de duas unidades Francis Simples horizontal devido a faixa de queda e engolimento prevista. Este assunto é demonstrado nos itens a seguir.

5.3.2. Critérios de dimensionamento circuito hidráulico

Para manter uma perda de carga fixa e igual a 1,85m ou 1,97% da queda bruta, houve que se variar as dimensões do circuito adutor, em termos de seções transversais, com correspondente impacto em volume e custo.

Quadro 5.5- Dimensionamento da câmara de carga.

CÂMARA DE CARGA						
POTÊNCIA INSTALADA	kW	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
ÁREA	m ²	3,63	4,40	5,18	7,51	10,88
LX	m	1,47	1,79	2,10	3,05	4,41
LY	m	5,08	6,16	7,25	10,51	15,23
Pré fissuramento	m ²	37	57	71	93	122
Concreto fck 20 Mpa	m ³	53	82	102	133	175
FORMAS	m ²	249	383	479	622	819
Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	3.195	4.916	6.145	7.988	10.507

Quadro 5.6- Dimensionamento do túnel adutor.

CANAL DE APROXIMAÇÃO + CANAL ADUTOR --- ESCAVAÇÃO EM SOLO E ROCHA						
POTÊNCIA INSTALADA	kW	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
BASE	m	2,8	3,2	4,00	4,4	5,6
ALTURA (escoamento + borda)	m	3,90	4,80	6,00	6,60	7,80
SEÇÃO DO CANAL ADUTOR	m ²	10,92	15,36	24,00	29,04	43,68
VELOCIDADE NO CANAL ADUTOR	m/s	1,61	1,52	1,22	1,21	0,94
COMPRIMENTO CANAL	m	323	323	323	323	323
ESCAVAÇÃO COMUM MISTA MATERIAL DE TERCEIRA	m ³	3.909	5.014	8.498	11.727	15.381
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CEU ABERTO	m ³	9.104	11.677	19.792	27.312	35.823

No caso do conduto forçado optou-se por variar o diâmetro respeitando o diagrama de cargas com sobrepressão admitida de 40%, resultando em diferentes pesos totais com reflexo posterior no custo.

Quadro 5.7- Dimensionamento do conduto forçado.

CONDUTO FORÇADO						
POTÊNCIA INSTALADA	kW	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
PESO AÇO TOTAL DO CONDUTO FORÇADO	kg	63.353	73.911	84.470	91.509	98.548
DIÂMETRO CONDUTO FORÇADO PRINCIPAL	m	1,80	2,10	2,40	2,60	2,80
ÁREA CONDUTO FORÇADO ÚNICO	m ²	2,54	3,46	4,52	5,31	6,16
COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO	m	90	90	90	90	90
VELOCIDADE NO CONDUTO FORÇADO (2 CONDUTOS INDEPENDENTES)	m/s	3,45	3,38	3,23	3,30	3,32

Para o canal de fuga igualmente manteve-se a sua altura ou profundidade do corte em rocha e variou-se a largura do canal.

5.3.3. Critérios de dimensionamento da casa de força

Para a casa de força a variação de suas dimensões para diversas alternativas de motorização está associada diretamente ao equipamento que a mesma abrigará.

Assinala-se que a variável que por fim comanda o dimensionamento é o comprimento do casco da casa em função do tamanho das unidades hidrogeradoras.

A largura dimensionada para cada potência variou de acordo com o volume ocupado pelas máquinas para cada potência.

Quadro 5.8- Resumo de dimensionamento da casa de força.

CASA DE FORÇA						
POTÊNCIA INSTALADA	kW	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
ÁREA DA CASA DE FORÇA	m ²	86	126	175	252	343
LX	m	15,9	19,3	22,70	27,2	31,8
LY	m	5,4	6,5	7,70	9,2	10,8
ESCAVAÇÃO COMUM	m ³	124	170	288	400	660
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO	m ³	673	923	1.564	2.174	3.582
PRÉ-FISSURAMENTO	m ²	164	226	382	532	876
LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO	gl	163	224	380	528	870
CONCRETO FCK 20 Mpa	m ³	151	207	350	487	802
CONCRETO FCK 10 Mpa	m ³	86	118	200	278	458
FORMAS REAP 3X INCLUSIVE ESCORAS E ANDAIMES	m ²	538	738	1.250	1.738	2.863
AÇO CA50A FORNECIMENTO APLICAÇÃO INCLUSIVE 10% DE PERDAS	kg	9.030	12.390	21.000	29.190	48.090
CHUMBADORES PASSIVOS CA50A d=1" l=6,0m INCLUSIVE FURAÇÃO, GROUT	un	163	224	380	528	870

5.3.4. Critérios de dimensionamento dos hidromecânicos

Considerou-se também a variação do custo das comporta e grades da tomada d'água em função das variantes dimensões estudadas conforme demonstrado no quadro 5.4. O mesmo procedimento foi aplicado ao canal de fuga.

Quadro 5.9- Dimensionamento do canal de fuga.

CANAL DE FUGA						
POTÊNCIA INSTALADA	kW	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
BASE	m	8,6	11,5	14,40	17,3	20,2
ALTURA DO ESCOAMENTO	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
SEÇÃO DO CANAL ADUTOR	m ²	13,0	17,3	21,60	25,9	30,2
VELOCIDADE NO CANAL ADUTOR	m/s	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
COMPRIMENTO CANAL	m	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00
ÁREA INCREMENTAL DE ROCHA	m ²	-8,64	-4,32	0,00	4,32	8,64

5.3.5. Critérios de dimensionamento do sistema de transmissão associado

Para a PCH Cavernoso V, os custos serão compartilhados com cada empreendimento integrantes do complexo de usinas. Ou seja, a amortização dos custos com o sistema de transmissão ocorrerá proporcionalmente à utilização da estrutura.

Desta forma, a PCH Cavernoso V absorverá custos compartilhados com a linha de transmissão compreendida por 10,7 km de comprimento em circuito simples de cabo tipo 477 AWG – Pelican e mais 18,8 km de distância com mesmo tipo de cabo e em circuito duplo agregando a interligação das PCHs Cavernoso IV e Cavernoso III até chegar à subestação de seccionamento que interligará a linha de transmissão sentido a SE Laranjeiras do Sul.

É oportuno mencionar que a informação de acesso IAC 133 – 2016 expedido pela COPEL Distribuidora homologa o projeto elétrico supra.

5.3.6. Critérios de dimensionamento da turbina e gerador

Em relação às turbinas, optou-se por manter o número de unidades em duas, variando as potências de cada máquina, em função disto acarretando em mudanças no diâmetro do rotor e rotação síncrona.

A tabela a seguir apresenta os conjuntos contemplados na análise.

Quadro 5.10- Dimensionamento turbinas tipo Francis Simples.

TURBINAS E GERADORES						
POTÊNCIA INSTALADA	kW	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
POTÊNCIA UNITÁRIA TURBINA	kW	1554	2073	2591	3109	3627
VAZÃO TURBINADA UNITÁRIA	m ³ /s	8,77	11,69	14,61	17,54	20,46
VAZÃO MÍNIMA DE CORTE DA TURBINA 1	m ³ /s	2,63	3,51	4,38	5,26	6,14
QUEDA LÍQUIDA	m	19,54	19,54	19,54	19,54	19,54
TIPO DE TURBINA		FRANCIS ROTOR SIMPLES				
NÚMERO DE MÁQUINAS		2	2	2	2	2
ROTAÇÃO TURBINA/GERADOR 1	RPM	400	350	300	260	230
ALTURA SUCCÃO (Hs) TURBINA 01	m	+2,20	2,10	+2,00	+1,70	+1,50
DIAMETRO DO ROTOR 1	mm	800	1100	1400	1800	2100

Associado aos parâmetros acima se efetuaram estimativas de custo, baseado em propostas tomadas junto a fornecedores.

Feitas estas exposições adiante trataremos da variação custo total da usina e da análise de viabilidade que possibilitará a seleção da alternativa de motorização mais adequada ao arranjo da PCH Cavernoso V.

5.3.7. Variação do custo total instalado

Nesta avaliação os custos de barramento, desvio do rio, reservatório dentre outros tais como administrativos foram mantidos constantes.

As tabelas a seguir resumem os quantitativos civis que alimentaram os orçamentos padrão Eletrobrás das alternativas de motorização analisadas.

Quadro 5.11- Resumo de quantitativos civis das alternativas.

RESUMO VOLUMES TOTAIS DO PROJETO	UNID	3,0MW	4,0MW	5,0MW	6,0MW	7,0MW
Escavação Comum (Solo)	m ³	35.569	37.645	43.939	49.589	59.958
Escavação Rocha a céu aberto	m ³	30.558	36.125	52.816	68.671	96.021
Escavação Rocha Subterrânea	m ³	0	0	0	0	0
Aterro diversos compactado mecanicamente	m ³	0	0	0	0	0
Terraplenagem Aterro Barragem	m ³	85.208	85.208	85.208	85.208	85.208
Concreto	m ³	1.349	1.489	1.855	2.179	4.218
Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	4.245	4.590	5.484	6.269	8.140
Aço CA50A	kg	82.193	89.155	107.243	122.829	247.579

A seguir é apresentado o resumo dos orçamentos Padrão Eletrobrás das alternativas de motorização analisadas.

Os orçamentos completos exigidos no checklist e na resolução normativa que trata do aceite de projeto básico (ANEXO IV DA RESOLUÇÃO Nº 412/10– CRITÉRIOS DE SELEÇÃO, item 3 – Estudos energéticos) são apresentados em anexo ao final do capítulo.

Quadro 5.12- Resumo de custos das contas OPE das alternativas.

POTÊNCIA INSTALADA (kW)	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWh/ANO	19.057	22.268	24.509	26.066	26.964
Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh 12%aa	132,30	123,15	117,33	133,82	153,23
TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS	2.281	2.281	2.281	2.281	2.281
ESTRUTURAS E OUTRAS BENEFETÓRIAS	550	885	1.095	1.444	1.923
BARRAGENS E ADUTORAS	5.075	5.559	6.297	6.787	8.573
TURBINAS E GERADORES	1.727	2.567	3.827	5.523	8.043
EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO	1.628	1.628	1.628	1.628	1.628
DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA	2.239	2.260	2.281	3.184	3.289
ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES	16	16	16	16	16
CUSTOS INDIRETOS	2.604	2.604	2.604	2.604	2.604
JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO (%)	967	1.068	1.202	1.408	1.701

5.4. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA DE MOTORIZAÇÃO

A análise de viabilidade econômica baseia-se na quantificação dos custos de instalação e custos de operação, confrontados com os benefícios obtidos com a exploração do empreendimento, através da comercialização da energia gerada.

O objetivo deste capítulo é definir o ponto ótimo de motorização que resulte no máximo benefício líquido, situação em que ocorre por definição matemática uma inversão no valor do parâmetro benefício menos custo incremental.

Uma análise de viabilidade depende, além de elementos de custo e benefício, da formulação de um cenário econômico e de mercado, avaliando o comportamento do empreendimento frente às principais variáveis de risco.

Neste capítulo foi simulada uma análise de viabilidade discretizada, baseada na produção de energia para diversas motorizações e no custo total e anual destas possibilidades, frente a cenários de mercado e agentes financeiros considerados como os mais prováveis.

Considerou-se uma taxa de juros de 12%aa, um horizonte de projeto de 30 anos e um custo operacional modulado em função da potência instalada.

5.4.1. Análise do benefício bruto total

O benefício bruto da usina advém da comercialização do seu montante de energia à tarifa de referência considerada. Nesta análise foi admitido um valor de comercialização da energia ao preço médio de venda da energia de R\$199,92/MWh, a qual praticado no último leilão A-5 ocorrido em 29/04/2016 devidamente atualizado pelo índice IPCA até a presente data.

Também foi considerado a valorização da potência fornecida em horário de ponta R\$12.000/MW instalado/ano, pois avalia-se que esta seja uma tendência do mercado de energia elétrica para os próximas décadas.

As receitas brutas anuais para as alternativas de motorização são mostradas no gráfico a seguir.

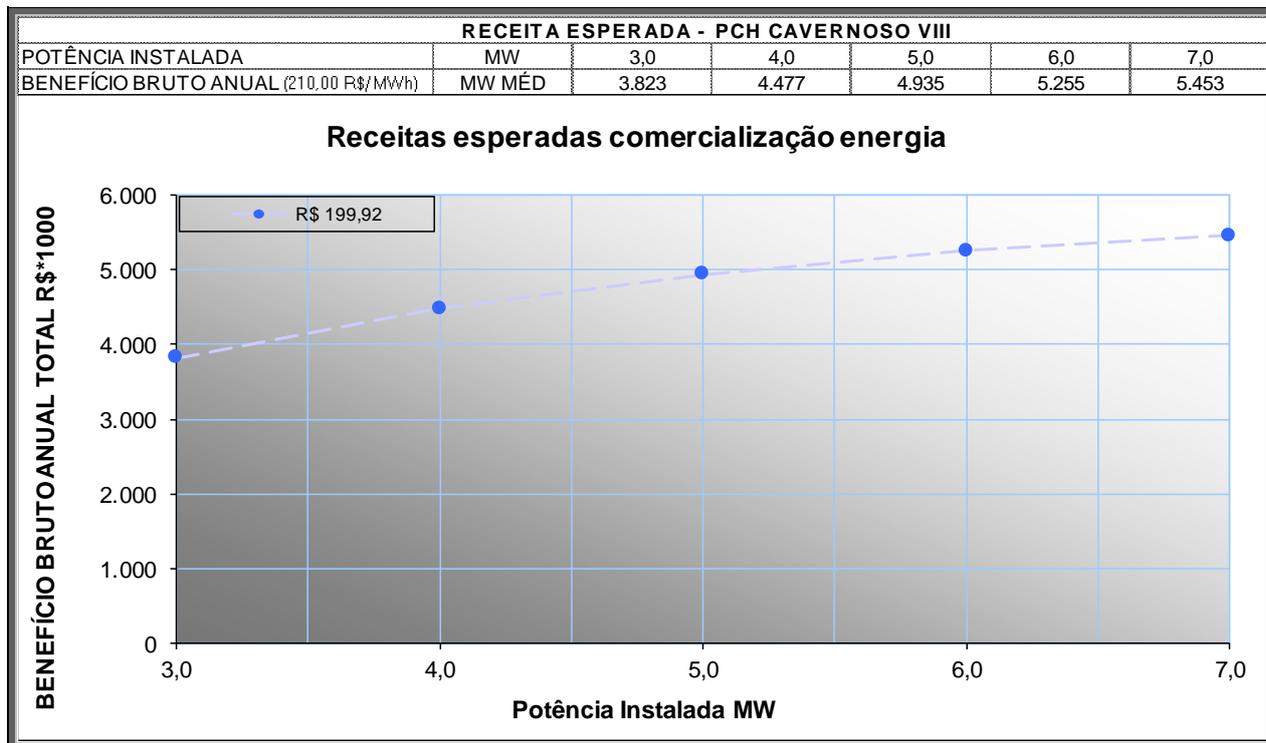


Gráfico 5.1 – Receita Bruta PCH Cavernoso V.

5.4.2. Análise do custo total anual

O custo anual total é obtido da soma da parcela de custos relativos a operação e manutenção com a parcela de custos de capital.

O custo de operação e manutenção para um empreendimento deste porte foi estimado como um custo fixo no valor de R\$ 240.000,00.

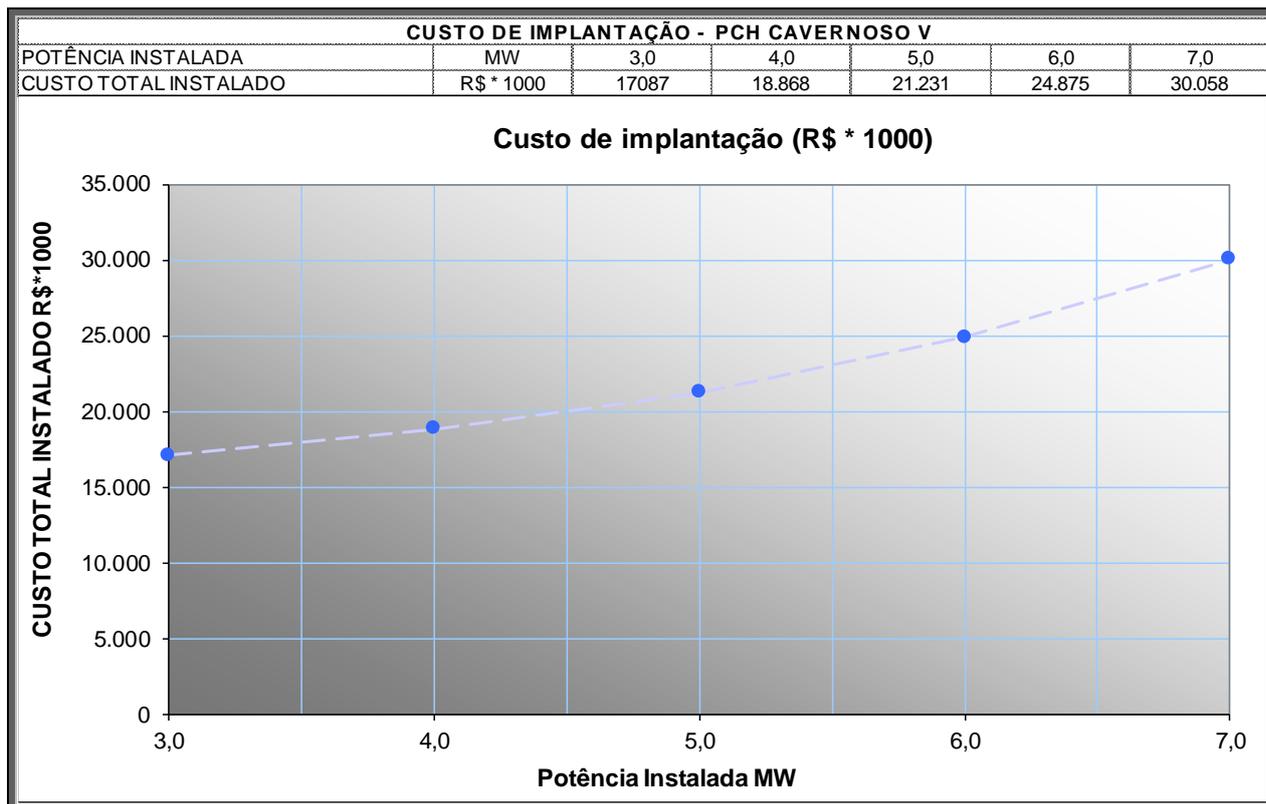


Gráfico 5.2 – Custo de implantação PCH Cavernoso V.

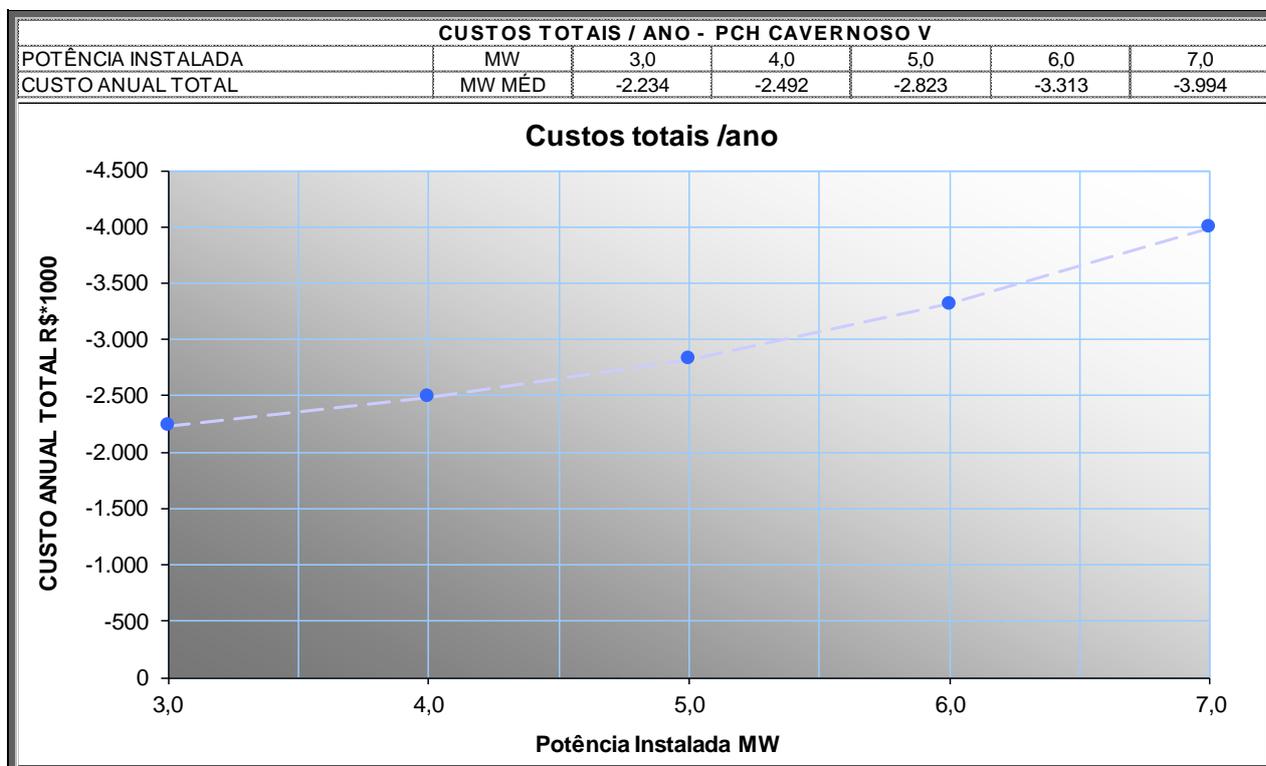


Gráfico 5.3 – Custos totais anualizados PCH Cavernoso V.

5.4.3. Análise do comportamento dos parâmetros de viabilidade econômica por diversos critérios

Elencados os benefícios e custos podem-se concluir os seguintes comportamentos econômicos:

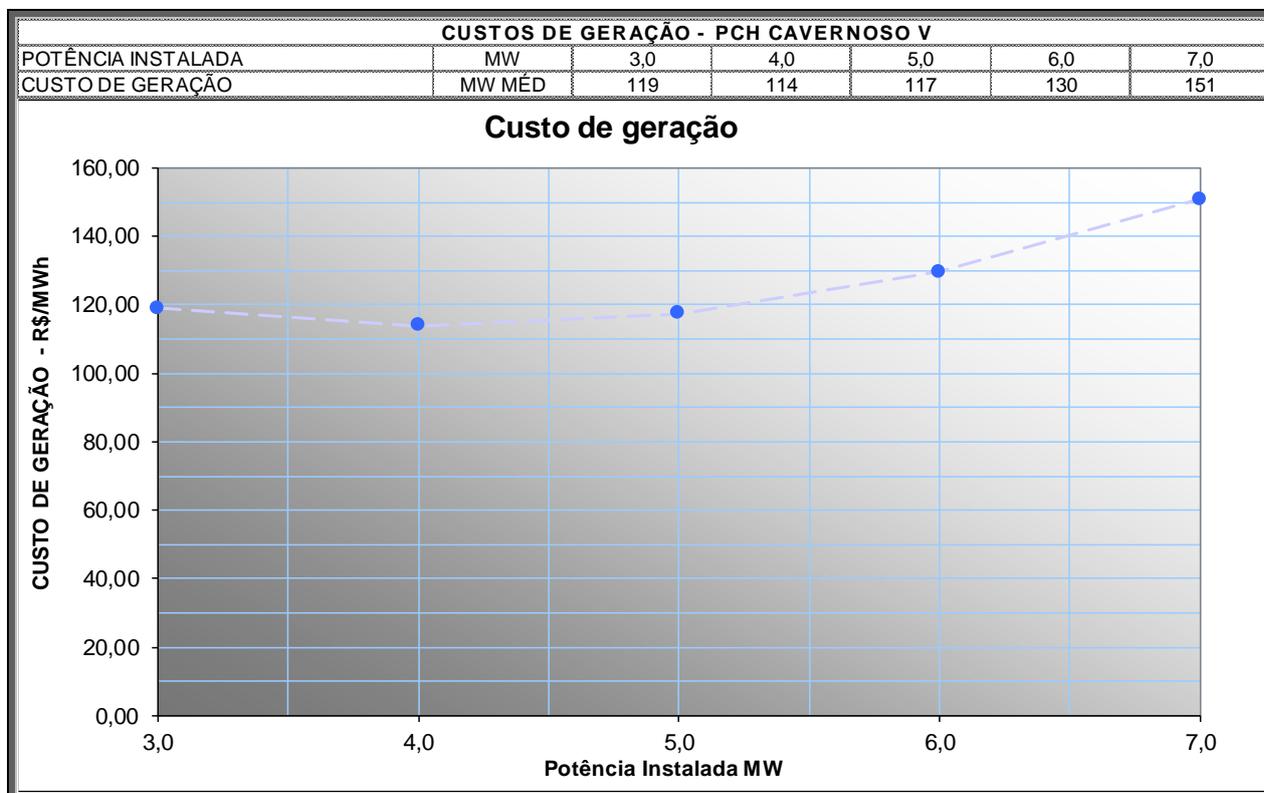


Gráfico 5.4 – Custo de geração PCH Cavernoso V.

O mínimo custo de geração ocorre quando instalada a potência de 5,0MW. Deste ponto em diante o acréscimo de custos com a potência instalada que é representada por uma função sempre crescente começa a preponderar sobre o benefício advindo da comercialização da energia que apresenta exaustão frente à disponibilidade hídrica, de caráter assintótico a um valor teórico máximo.

Porém o máximo benefício líquido ou retorno econômico não ocorre no ponto de mínimo custo de geração de energia, pois depende de uma externalidade que é o valor considerado para remuneração da energia gerada ou, simplificando, o preço de venda.

O gráfico a seguir demonstra que o máximo benefício líquido ocorre se instalada a potência de 5,0MW.

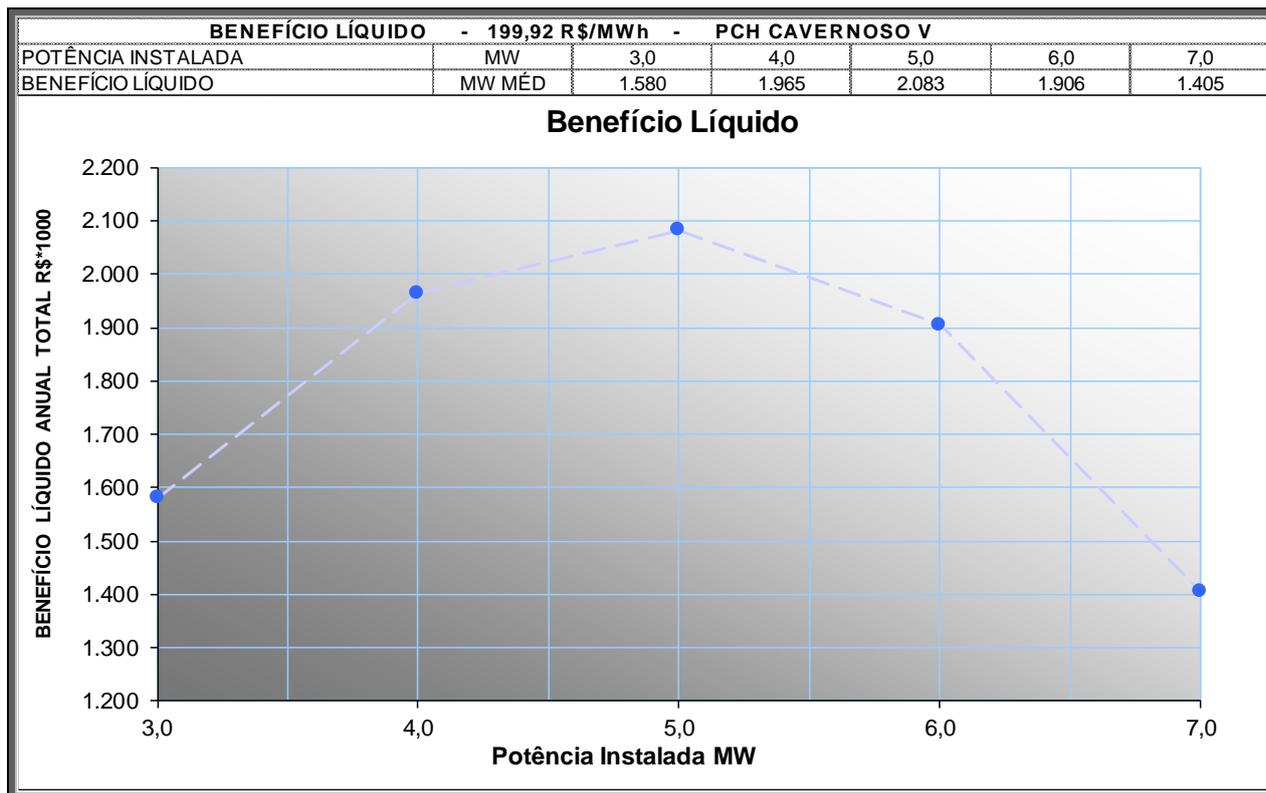


Gráfico 5.5 – Máximo benefício líquido PCH Cavernoso V .

Deste ponto em diante o parâmetro benefício - custo incremental sofre uma inversão de valores. Entre os pontos discretos 6,0MW e 7,0MW há uma inversão nos benefícios incrementais, revelando que este seria o ponto de corte ideal para instalar 5,0MW na PCH Cavernoso V.

Além deste patamar de potência de 5,0MW os benefícios não compensariam os custos de implantação conforme comprovado no gráfico a seguir.

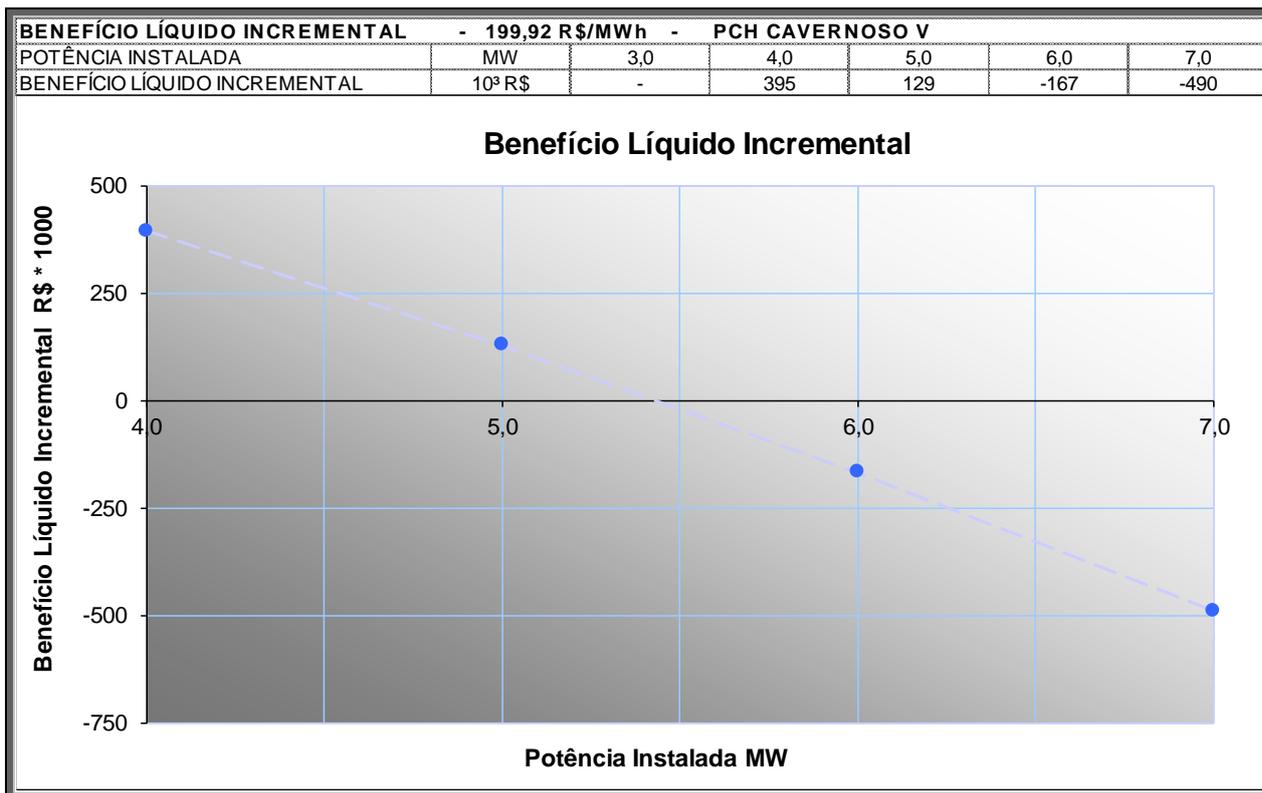


Gráfico 5.6 – Índice Benefício – Custo Incremental PCH Cavernoso V.

O quadro a seguir resume os estudos de viabilidade efetuados para o valor de remuneração de energia de R\$199,92 / MWh. (Preço da energia comercializada no leilão A-5/2016, devidamente corrigido até a presente data).

Quadro 5.13 - Resumo de análise de viabilidade com tarifa de 199,92 R\$/MWh PCH Cavernoso V - Rio Cavernoso.

PCH CAVERNOSO V				ESTUDO ENERGÉTICO ECONÔMICO INCREMENTAL			
DADOS GERAIS				ECONÔMICOS			
Nível de água normal de montante	635,00	Volume útil do reservatório (10 ⁶ m ³)	1,535	Taxa de juros total (%aa)	0,12		
Nível de água mínimo de montante	635,00	Vazão Q7,10 (m ³ /s)	0,04	Período de amortização (anos)	30		
Nível de água médio de montante	635,00	Vazão remanescente 50% Q10,7(m ³ /s)	0,820	Tarifa de energia (R\$/MWh)	199,92		
Nível de água normal de jusante	615,00	Vazão média de longo período (m ³ /s)	21,82	Tarifa de ponta (R\$/MW/ano)	12000,00		
Queda bruta Hb (m)	20,00	Estimativas de regularização	m ³ /s	FREC fator de recuperação capital	0,1241		
Perda hidráulica média circuito (%Hb)	2,32%	regularização diária (5,4 horas)	78,96	Custo operação/manut/seguro/adm R\$/kW/ano	37,50		
Queda líquida HI (m)	19,54	regularização mensal	0,59	VPL	8,06		
Fator de indisponibilidade forçada	0,98	regularização no período crítico	0,007				
Rendimento médio do conjunto	0,893						

QUADRO RESUMO MOTORIZAÇÃO				BENEFÍCIOS			CUSTOS			PARÂMETROS		
Potência Instalada	Vazão turbinada	Energia média	F.Cap Energia	Energia R\$*1000	Potência R\$*1000	Totais R\$*1000	Total instalado R\$*1000	Unitário R\$/kW	Anual incl. oper e manut R\$*1000	Benefício Líquido R\$*1000	Custo de Geração R\$/MWh	Valor presente Líquido (VPL) R\$*10 ⁶
3,00	17,54	2,18	0,73	3.810	35	3.845	17.087	5.696	-2.234	1.611	117,22	12,98
4,00	23,38	2,54	0,64	4.452	47	4.499	18.868	4.717	-2.492	2.007	111,92	16,16
5,00	29,23	2,80	0,56	4.900	59	4.959	21.231	4.246	-2.823	2.135	115,19	17,20
6,00	35,07	2,98	0,50	5.211	71	5.282	24.875	4.146	-3.313	1.969	127,10	15,86
7,00	40,92	3,08	0,44	5.391	82	5.473	30.058	4.294	-3.994	1.479	148,13	11,91

5.4.4. Conclusões do estudo de viabilidade de motorização

Houve um estudo energético econômico exaustivo e robusto visando comprovar a motorização ideal da PCH Cavernoso V, seguindo estritamente escopo normativo.

Observa-se que devido a situação peculiar de um circuito de geração longo em túnel, os custos associados a motorização são bastante expressivos e a análise cuidadosa captura esta resposta fielmente, inibindo a possibilidade de se supermotorizar o referido potencial.

A potência final instalada proposta neste Projeto Básico de 5,0 MW resulta na geração média esperada de 2,80 MWmed, fator de capacidade 0,56 considerando já os descontos de vazão remanescente, perdas na conexão e consumo interno da usina.

Considera-se um fator de capacidade baixo a normal, ou seja, a usina estaria bem motorizada.

Esta potência corresponde ao ponto de máximo benefício líquido ou ponto onde ocorre a inversão do benefício líquido incremental, sendo o ponto ótimo econômico para o cenário de custos considerados.

A conclusão mais importante é a de que neste patamar 5,0MW existe viabilidade econômica para implantação do projeto para o cenário atual pois o custo de geração encontra-se em R\$199,92/MWh. Qualquer remuneração acima deste valor trará o empreendimento a luz da viabilidade econômica, portanto entende-se como competitivo.

5.5. CONCLUSÕES FINAIS QUANTO AOS ESTUDOS DE ALTERNATIVAS

Como conclusão final das avaliações de alternativas podemos afirmar que houve um bom nível de investigação de arranjos e situações locais, estas sempre acompanhadas das campanhas de sondagem e topografia em campo, em caráter dinâmico.

Manteve-se o foco de avaliação das dificuldades construtivas e impactos ambientais relacionados ao lançamento de cada arranjo, de tal sorte que se pode garantir que todas as soluções cogitadas são perfeitamente exequíveis sob os aspectos de engenharia e meio ambiente.

Por fim avaliou-se detalhadamente a questão da motorização, cujo resultado apontou para uma potência instalada proposta neste Projeto Básico de 5,0 MW, resultando na geração média esperada de 2,80 MWmed, considerando já os descontos de vazão remanescente, perdas na conexão, vazão mínima de corte e consumo interno da usina.

Esta potência corresponde ao ponto de máximo benefício líquido ou ponto onde ocorre a inversão do benefício líquido incremental, sendo o ponto ótimo econômico para o cenário de custos considerados. Neste patamar existe viabilidade econômica para implantação do projeto para o cenário atual.

Os equipamentos selecionados para a potência de 5,0MW estão distribuídos em 2 unidades geradoras e constam de turbinas tipo Francis simples de eixo horizontal 300 rpm acopladas individualmente aos geradores síncronos trifásicos.

Houve uma otimização significativa do arranjo previsto no inventário hidrelétrico com 2,68MW e fator de capacidade de 0,56 resultando em um ganho expressivo de potência instalada e energia média.

O projeto básico aqui apresentado conforme alternativa 2, atende as características técnicas exigidas no check-list da ANEEL, no manual de PCH's da Eletrobrás e em linhas gerais propõem soluções adequadas ao porte da usina verificada possibilitando assim sua análise e consequente homologação técnica.

A Alternativa selecionada é detalhada no capítulo 06.

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

SUMÁRIO

CAPITULO 6

6.	DETALHAMENTO DO PROJETO.....	1
6.1.	ARRANJO GERAL DO PROJETO.....	1
6.2.	DESVIO DO RIO.....	3
6.3.	BARRAGENS E DIQUES.....	4
6.3.1.1.	CARACTERÍSTICAS BARRAGEM E VERTEDOURO.....	6
6.3.2.	DISPOSITIVO DE VAZÃO SANITÁRIA	7
6.4.	VERTEDOURO	7
6.5.	CIRCUITO HIDRÁULICO	9
6.5.1.	TOMADA D'ÁGUA DO CANAL DE ADUÇÃO	12
6.5.2.	TÚNEL DE ADUÇÃO.....	Error! Bookmark not defined.
6.5.3.	CONDUTOS FORÇADOS.....	12
6.6.	CASA DE FORÇA E CANAL DE FUGA	13
6.7.	EQUIPAMENTOS E SISTEMAS ELETROMECÂNICOS.....	14
6.7.1.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS TURBINAS	14
6.7.2.	SISTEMAS ELÉTRICOS.....	21
6.7.2.1.	MEDIÇÕES.....	21
6.7.2.2.	PROTEÇÕES.....	21
6.7.2.3.	SDSC – SISTEMA DE SUPERVISÃO	22
6.7.2.4.	GERADORES	22
6.7.2.5.	SISTEMA DE EXCITAÇÃO.....	23
6.7.2.6.	REGULADOR DE TENSÃO.....	23
6.7.2.7.	REGULADOR CARGA-VELOCIDADE	24
6.7.3.	LIGAÇÃO DOS GERADORES AOS QUADROS ELÉTRICOS.....	25
6.7.4.	CUBÍCULOS, PAINÉIS E QUADROS ELÉTRICOS.....	25
6.7.5.	SUBESTAÇÃO ELEVADORA	26
6.7.5.1.	DISJUNTOR.....	26
6.7.5.2.	CHAVE SECCIONADORA.....	27
6.7.5.3.	TRANSFORMADOR DE CORRENTE (TC)	28
6.7.5.4.	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TP)	28
6.7.5.5.	PÁRA-RAIOS.....	29
6.7.6.	TRANSFORMADOR ELEVADOR	29
6.7.7.	FONTES AUXILIARES	30
6.7.7.1.	FONTE DE CORRENTE ALTERNADA.....	30
6.7.7.2.	FONTE DE CORRENTE CONTÍNUA	30
6.7.8.	MALHA DE ATERRAMENTO.....	31
6.7.9.	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES.....	31
6.7.10.	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	31
6.7.11.	GERADOR DIESEL DE EMERGÊNCIA.....	31
6.8.	LINHA DE TRANSMISSÃO	32
6.9.	SUBESTAÇÃO	33

6.9.1.	ESQUEMA ELÉTRICO GERAL.....	33
6.9.2.	MEDIÇÕES.....	33
6.9.3.	SDSC – SISTEMA DE SUPERVISÃO	33

6. DETALHAMENTO DO PROJETO

6.1. ARRANJO GERAL DO PROJETO

O arranjo consolidado da PCH Cavernoso V buscou o mesmo aproveitamento das quedas definidas no Estudo de Inventário (NAM 635,00 e NAJ 615,00), dimensionado para a potência instalada de 4,80 MW. No Projeto Básico, a potência instalada passa a ser 5,00 MW, conforme descrição no capítulo 4.6.

O presente arranjo consolidado aprimorou o arranjo selecionado nos Estudos do Inventário, mas manteve-se bastante fiel a esta alternativa escolhida. As otimizações propostas no arranjo são detalhadas neste capítulo. Segue um resumo das otimizações:

- Deslocamento do eixo da barragem para montante, em cerca de 280 metros em relação ao arranjo do Inventário;
- Alteração do tipo de barragem: na alternativa escolhida dos Estudos do Inventário, a barragem era do tipo vertente, de concreto ciclópico. No arranjo otimizado proposto neste Projeto Básico, a barragem passou a ser constituída em enrocamento com núcleo de argila;
- Inserido vertedouro lateral na margem esquerda, para servir de estrutura extravasora para controlar o NA normal de montante;
- Alteração do tipo de circuito adutor, passando de túnel para canal, através de readequação topográfica na região de implantação do empreendimento;
- Deslocamento da Casa de Força para montante, para adequar-se ao circuito de adução proposto neste projeto.

O eixo da barragem na concepção original do projeto, na alternativa selecionada dos Estudos de Inventário, estava assente em lajeado de basalto, aflorado na el. 618,00 m, o que propiciava boas condições de fundação. Na otimização do arranjo houve alteração na posição do eixo, para melhor conformação das estruturas.

O eixo adequado para a barragem foi encontrado na porção do rio em que a parte mais baixa do terreno que será assente está na el. 619,30 m, aflorada em cota mais alta que na elevação detectada nos Estudos de Inventário, configurando a necessidade da construção de um barramento menor, com altura máxima de 19,10 m.

Prevê-se a liberação da vazão sanitária a jusante do barramento para este projeto básico, pois este aproveitamento é em concepção de desvio. O módulo da vazão sanitária, igual a 0,82 m³/s, foi projetado para ser provido por orifícios junto à soleira vertente, liberando esta vazão ao pé da barragem. Os valores estão descritos no item 4.3.9 deste relatório.

A captação d'água ocorre junto à barragem, através da tomada d'água situada na margem esquerda. A tomada d'água será equipada de comporta corta fluxo e equipamento limp grades, para manutenção periódica do circuito adutor. Deste ponto em diante o circuito hidráulico é constituído por um canal de adução com extensão total de 163 m. Ao final do canal adutor, prevê-se a instalação de condutos forçados metálicos independentes, de extensão 90 m e diâmetro 2,40 m. O conduto terá a função primordial de aduzir uma vazão igual a turbinada, de forma pressurizada, até entregar esta vazão nas turbinas, situadas na casa de

força.

A casa de força possui dois conjuntos de turbinas Francis Simples eixo horizontal com acoplamento direto ao gerador, conforme tabela abaixo:

Tabela 6.1 - Turbinas PCH Cavernoso V

Tipo	Rotação [rpm]	Hs [m]	D [mm]	P unitária no eixo [kW]
Francis Eixo Horizontal	300	+2,00	1400	2.591

O canal de fuga será escavado em solo e rocha, com extensão aproximada de 41 m, restituindo a vazão turbinada até a calha natural do rio. O nível de água de jusante da PCH Cavernoso V ficou, portanto, estabelecido na el. 615,00 m. Seu nível normal de montante foi definido na el. 635,00 m, configurando uma queda bruta de 20,00 m.

A potência instalada mantida para este aproveitamento é de 5,0 MW, com engolimento nominal total de 29,23 m³/s, que possibilita uma geração média anual de 2,80 MWmed ou 24.509 MWh/ano, resultando em fator de capacidade 0,56 para a energia média, o que permite um bom aproveitamento do potencial. O engolimento nominal total das máquinas representa um valor 34% acima do valor da vazão média de longo termo (21,82 m³/s).

Foi considerado o desconto da vazão sanitária de 0,81 m³/s, correspondendo ao critério 50% da vazão Q_{7,10}.

A área alagada no NAM neste arranjo consolidado resultou em 102,28 ha, dos quais 25,78 ha referem-se a calha natural do rio, resultando em uma área efetivamente alagada de 76,50 ha. A faixa de preservação permanente total foi calculada em 89,47 ha.

O volume total represado é 2,982x10⁶ m³. Como a usina é a fio d'água, não há deplecionamento do reservatório, portanto o volume útil é desconsiderado.

O arranjo geral do empreendimento pode ser visualizado em detalhes através do desenho 02A constante no caderno de desenhos deste Projeto Básico.

A seguir é apresentado um descritivo geral do projeto básico e na continuidade são detalhadas suas estruturas, etapas construtivas e equipamentos principais.

Empresa.....Energética Rodão Ltda.
CNPJ..... 18.475.126/0001-88
Projeto.....PCH Cavernoso V
Rio e quilômetro a partir da fozCavernoso km 106
MunicípiosCantagalo / Guarapuava / Cândói
Sub-bacia65
Bacia6
Estado.....Paraná
Área de drenagem.803 km²

Vazão média de longo termo Q_{MLT}	21,82 m ³ /s
Vazão sanitária a ser permanentemente liberada	0,81 m ³ /s
Vazão Turbinada Total	29,23 m ³ /s
Nível de água Máximo de montante NAM _{máx} (Tr 1.000).....	637,35 m
Nível de água Normal de montante NAM.....	635,00 m
Nível de água Mínimo de montante NAM _{min}	635,00 m
Depleção máxima do reservatório.....	0,0 m
Volume útil associado.....	0,000*10 ⁶ m ³
Volume morto.....	2,982*10 ⁶ m ³
Volume total.....	2,982*10 ⁶ m ³
Área total alagada	102,28 ha
Área da calha natural do rio	25,78 ha
Área efetivamente alagada	76,50 ha
Área de preservação permanente.....	89,47 ha
Trecho de Vazão Reduzida (TVR)	1,30 km
Nível de água médio de montante (p/ cálculos energéticos).....	635,00 m
Nível de água normal de jusante NAJ.....	615,00 m
Queda bruta média	20,00 m
Perda de carga no circuito hidráulico	0,46 m
Queda líquida de projeto da turbina	19,54 m
Potência instalada.....	5,00 MW
Fator de capacidade p/ energia MLT.....	0,56
Energia média anual gerada (Garantia Física).....	2,80 MWmed
Energia média anual gerada.....	24.509 MWmed/ano

6.2. DESVIO DO RIO

O desvio do rio está descrito em detalhes no item 4.3.10.2 deste Projeto Básico, contemplando cálculos resultantes, gráficos, tabelas, etapas descritas, curvas-chave e desenhos.

Os desenhos 02D e 02E do caderno de desenhos deste projeto demonstram com detalhes e em escala adequada o desvio do rio deste empreendimento.

O desvio do rio Cavernoso deverá ocorrer em fase única, utilizando-se de ensecadeiras de montante e jusante e galeria de desvio dimensionada para escoar a vazão afluente.

Esta fase única do desvio do rio será executada fechando o rio através do lançamento de duas ensecadeiras transversais ao fluxo, cuja crista da ensecadeira de montante estará na cota 630,00 m, protegendo uma TR próxima de 2 anos, e a ensecadeira de jusante elevada até a cota 625,00 m, configurada para proteger a mesma TR de projeto. Estas ensecadeiras serão incorporadas à barragem, não sendo necessária sua remoção ao término do desvio.

Todas as ensecadeiras previstas no desvio do rio serão compostas por argila/enrocamento e a inclinação dos taludes foi prevista para 1,0H:1,0V, com pista na crista de 4 m. Os materiais para construção da ensecadeira serão provenientes das escavações do próprio sítio da obra.

Para ser possível o desvio do rio, será executado na margem esquerda uma galeria de desvio, em concreto, bem como parte dos canais de aproximação da galeria e restituição. Em momento oportuno, no qual a galeria esteja apta a receber a vazão afluente, os canais de

aproximação e restituição serão finalizadas suas escavações, até que estes canais encontrem o leito natural do rio, e tenham condições de escoar a vazão do rio pela galeria de desvio.

As elevações das ensecadeiras de desvio ficaram estabelecidas em cotas bastante seguras para o desvio, graças ao relevo observado pela topografia da região, que faz um encaixe de vale nas ombreiras do rio, e eleva rapidamente o nível do terreno em poucos metros de afastamento da calha do rio, e também as baixas vazões observadas.

Tabela 6.2 Resumo do Desvio do Rio

Desvio do Rio Cavernoso		
Fase Única		
Vazão Máxima Instantânea TR 5 anos	130	m ³ /s
Nível de Água Normal a Montante do Desvio	620,85	m
Cota da Crista da Ensecadeira de Montante	630	m
Vazão Máxima Próxima a TR 2 anos	130	m ³ /s
Nível de Água a Jusante do Desvio	620,45	m
Cota da Crista da Ensecadeira de Jusante	625,00	m
Largura da Galeria de Desvio	3,0	m
Altura da Galeria de Desvio	3,0	m
Capacidade Máxima de Escoamento pela Galeria	49,6	m ³ /s

Apesar de a galeria ter capacidade de escoamento inferior a TR 2 anos, observa-se que o efeito hidráulico que ocorrerá é o afogamento da entrada da galeria, em caso de vazões mais elevadas, sem no entanto observar o efeito de galgamento sobre as ensecadeiras. No caso de vazões inferiores, o efeito de escoamento da vazão afluyente é mais lento, em decorrência das dimensões adotadas neste projeto, sem no entanto comprometer a segurança do desvio do rio.

6.3. BARRAGENS E DIQUES

Buscou-se para concepção deste projeto o melhor local para o eixo do barramento. Houve uma leve alteração no posicionamento do eixo da barragem, entre a alternativa selecionada, mostrada no capítulo 5 e a alternativa final, descrita neste capítulo. A barragem deslocou-se cerca de 220 metros para montante, em relação a alternativa selecionada nos Estudos de Inventário. Justifica-se a mudança do eixo da barragem devido as melhores condições geológicas para o vertedouro na nova posição.

As sondagens locais na região da barragem detectaram um lugar onde há um patamar de rocha aflorada no leito do rio, que melhora significativamente as condições para implantação da barragem, pois, além de reduzir os volumes da mesma, a rocha apresentou competência suficiente para receber a estrutura.

Neste eixo selecionado para avanço do projeto básico, cujas condições de fundação são mais adequadas quando comparadas ao eixo selecionado do inventário, a cota de fundação da

barragem ficou na elevação média de 619,30 m, perfazendo uma barragem de altura média de 19,10 m.



Figura 6.1 – Eixo de barragem da PCH Cavernoso V - adotado

A concepção da barragem para a PCH Cavernoso V é uma barragem de face de enrocamento com núcleo vedante em argila compactada, com inclinações dos paramentos de montante e jusante em 1:V;1,3H. A extensão total da barragem é de 272,30 metros.

Adjacente à barragem de enrocamento, posicionado na margem esquerda do rio, será executado o vertedouro em soleira livre, de extensão 113 metros em concreto ciclópico, apoiado em sua lateral direita num muro de transição em concreto armado.

Os detalhes hidráulicos do vertedouro são explanados em detalhes no item 6.4 deste relatório.



Figura 6.2 – Exemplo de barragem em enrocamento em construção, similar ao projeto da PCH Cavernoso V

Os desenhos referentes à barragem e o vertedouro podem ser conferidos nas pranchas 02A, 02F, 02G e 02H do caderno de desenhos deste Projeto Básico.

Para determinação da borda livre do vertedouro, foi adotado um *freeboard* de 1,05 metros acima do NA 637,35 m, equivalente a uma vazão igual a TR 1.000 anos, estabelecendo assim a cota de coroamento da barragem na elevação 638,40 m. Para um evento de cheia galgar a barragem nesta altura, seria necessário uma cheia de vazão 1.518,54 m³/s, equivalente a uma cheia superior a TR 10.000 anos, sendo portanto, um evento estatisticamente improvável de ocorrer.

A seguir são apresentadas as principais características da barragem e vertedouro da PCH Cavernoso V:

6.3.1.1. Características Barragem e Vertedouro

Vertedouro

Tipo de vertedouro (ver item 6.4 para mais detalhes):..... Livre
 Extensão total Vertedouro Soleira Livre..... 113,00 m

Barragem Ombreira Esquerda

Tipo de Barragem.....Enrocamento com núcleo de Argila
 Elevação.....619,30 m
 Extensão62,30 m
 Volume Enrocamento..... 8.859,37 m³
 Volume Argila Compactada.....9.934,16 m³
 Transições / Filtros.....804,31 m³
 Altura máxima 17,60 m

Barragem Ombreira Direita

Tipo de Barragem.....Enrocamento com núcleo de Argila
 Elevação.....619,30 m
 Extensão210,00 m
 Volume Enrocamento.....29.659,63 m³
 Volume Argila Compactada..... 33.257,84 m³

Transições / Filtros.....	2.692,69 m ³
Altura máxima	17,80 m

6.3.2. Dispositivo de Vazão Sanitária

A vazão sanitária estipulada para o empreendimento, no valor de 0,82 m³/s será liberada ao TVR, a partir da galeria de desvio, por meio de um orifício posicionado no centro do vertedouro. Esta vazão será liberada constantemente ao pé da barragem, por meio de 6 orifícios de 20 cm de diâmetro, posicionado na el. 633,00 m.

Durante o enchimento do reservatório, a vazão sanitária ficará garantida, em decorrência de que o orifício será instalado no pranchão de concreto que promoverá o fechamento do rio.

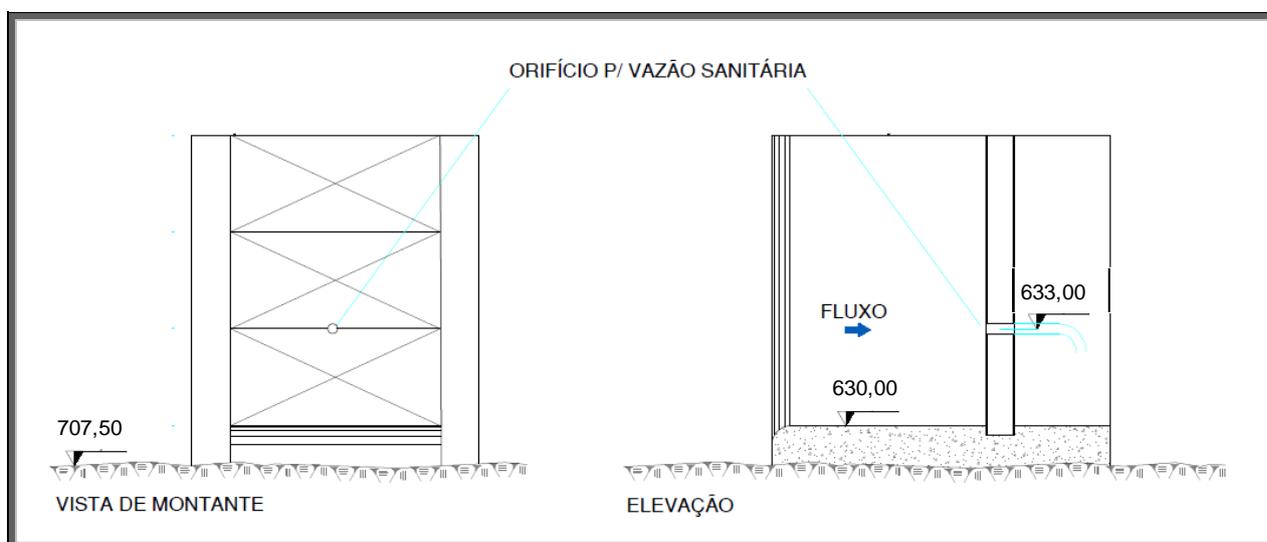


Figura 6.3 – Posição prevista do orifício da vazão sanitária na Galeria de Desvio

6.4. VERTEDOURO

O vertedouro da PCH Cavernoso V foi projetado sobre a calha natural dos rio Cavernoso, em local de geologia favorável para a implantação de estruturas deste tipo.

Esta estrutura será construída em concreto ciclópico, com paramento de montante reto e de jusante em degraus, para promover a dissipação da energia. Este tipo de vertedouro adota uma geometria hidrodinâmica que implica promover, adequadamente, o assentamento da lâmina vertente sobre toda a soleira, proporcionando uma boa eficiência hidráulica, resguardando assim a estrutura de danos provocados pela cavitação da água nos degraus, bem como a ocorrência de pressões negativas importantes, que podem desencadear danos estruturais no vertedouro. No pé do vertedouro, está previsto uma laje de dissipação, para atenuar os efeitos de erosão na rocha a jusante.

Quanto aos aspectos hidráulicos, os vertedores foram dimensionados para suportar uma cheia de projeto milenar, de acordo com as diretrizes da Eletrobrás para Projetos Básicos de PCHs.

A vazão correspondente de projeto do vertedouro é igual a 837,0 m³/s, correspondente à TR 1.000 anos. A carga d'água sobre a soleira se eleva em 2,35 m. A curva-chave do vertedouro é apresentada em detalhes no capítulo 4.3 - Estudos Hidráulicos.

PCH CAVERNOSO V - RIO CAVERNOSO - CURVA CHAVE NO VERTEDOR								
Comporta Basculante 1m x 60m		Quantidade de comportas:		0		VAZÕES MÁXIMAS INSTANTÂNEAS (COEF. FULLER)		
Cota do piso da Comporta (Aberta)						TR 2 ANOS 222 m ³ /s		
Altura da Comporta						TR 5 ANOS 329 m ³ /s		
Largura de cada Comporta						TR 10 ANOS 399 m ³ /s		
Nível de água Normal de Montante						TR 20 ANOS 467 m ³ /s		
Vertedor Soleira Livre auxiliar - Concreto						TR 50 ANOS 555 m ³ /s		
Cota da soleira vertente (NAM)		635,00m				TR 100 ANOS 620 m ³ /s		
Comprimento de soleira vertente		113m				TR 200 ANOS 686 m ³ /s		
Coeficiente de descarga - cd para carga de projeto		Conforme Coluna 5				TR 500 ANOS 772 m ³ /s		
VAZÃO REMANESCENTE		0,82m ³ /s				TR 1.000 ANOS 837 m ³ /s		
Número de Orifícios (un.)		8				TR 10.000 ANOS 1054 m ³ /s		
Cota do centro de pressão		633,00m				NAM normal 635,00m		
Diâmetro orifício		0,20m				Free Board 1,05m		
Área total de orifício		0,031m ²						
Coef. Perda de carga na entrada		0,25						
NA Max	Carga sobre vertedor Bascunte	Carga sobre vertedor Soleira Livre	Coef. Real de Descarga vertedor Bascunte	Coef. Real de Descarga vertedor Soleira Livre	Vazão Vertedor Comp. Basc. m ³ /s	Vazão Vertedor Soleira Livre m ³ /s	Vazão Remanescente m ³ /s	Vazão Total
635,00	0,00	0,00	1,43	1,43	0	0	0,82	0,82
635,20	0,20	0,20	1,52	1,52	0	15	0,86	16,19
635,40	0,40	0,40	1,60	1,60	0	46	0,90	46,53
635,60	0,60	0,60	1,67	1,67	0	88	0,93	88,55
635,80	0,80	0,80	1,73	1,73	0	140	0,97	141,09
636,00	1,00	1,00	1,79	1,79	0	202	1,00	203,39
636,20	1,20	1,20	1,84	1,84	0	274	1,04	274,78
636,40	1,40	1,40	1,89	1,89	0	354	1,07	354,69
636,60	1,60	1,60	1,93	1,93	0	441	1,10	442,54
636,80	1,80	1,80	1,97	1,97	0	537	1,13	537,83
637,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0	639	1,16	640,06
637,20	2,20	2,20	2,03	2,03	0	748	1,19	748,80
637,35	2,35	2,35	2,05	2,05	0	836	1,21	837,00
637,60	2,60	2,60	2,07	2,07	0	983	1,24	984,20
637,80	2,80	2,80	2,09	2,09	0	1109	1,27	1110,21
638,00	3,00	3,00	2,11	2,11	0	1240	1,30	1241,39
638,20	3,20	3,20	2,13	2,13	0	1376	1,32	1377,55
638,40	3,40	3,40	2,14	2,14	0	1517	1,35	1518,54

Para a vazão milenar Q Tr1000 ANOS = 837 m³/s o nível máximo de montante será na el. 637,35. Recomenda-se adotar uma cota de proteção contra extravasamento na el. 638,40m configurando um free board de 1,05m. Os orifícios extravasores, operando em ultimate capacity, suportam uma vazão de 1518,54 m³/s.

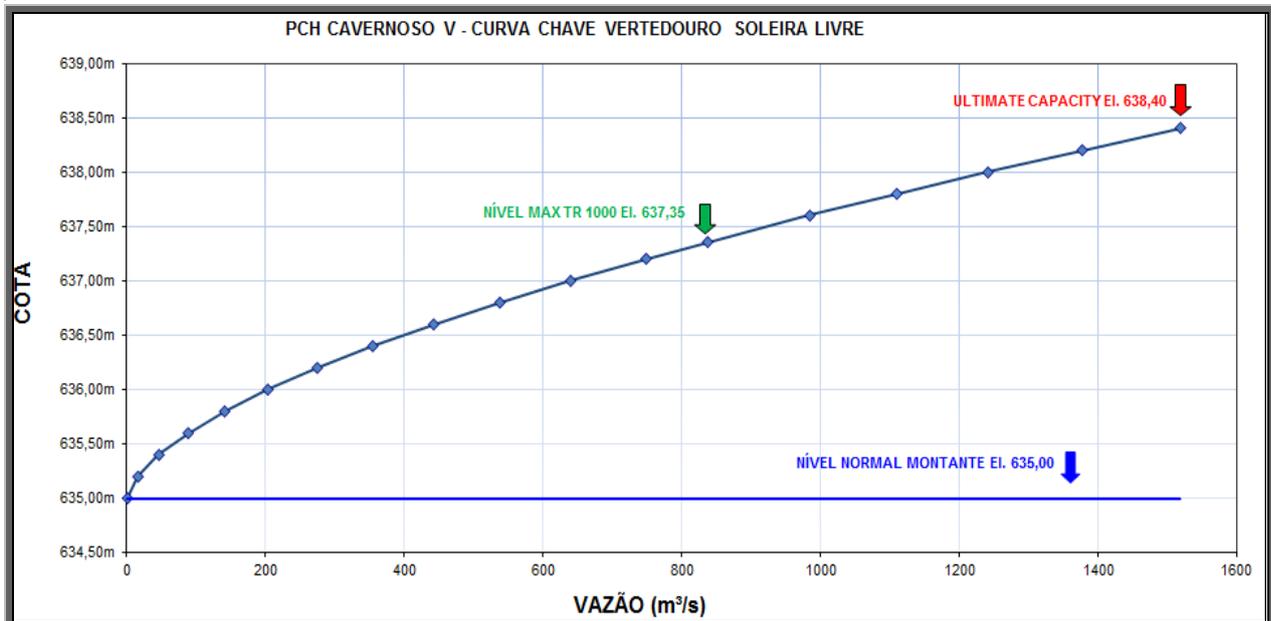


Gráfico 6.1 - Curva-chave do Vertedouro PCH Cavernoso V

6.5. CIRCUITO HIDRÁULICO

O circuito hidráulico da PCH Cavernoso V foi projetado para condução da vazão de engolimento máximo de 29,23 m³/s, com perda de carga total de 0,46 m, correspondente a 2,32% da queda bruta do empreendimento, em condições de operação à plena carga.

Em resumo, no circuito hidráulico de geração constam as seguintes estruturas:

- Canal de Aproximação do Circuito Hidráulico de Adução
- Canal de Adução
- Tomada d'Água / Câmara de Carga;
- Conduto forçado;
- Canal de fuga.

Estas estruturas podem ser visualizadas em escala adequada nos desenhos 02A ao 02O, parte integrante do caderno de desenhos deste Projeto Básico.

A perda de carga total é distribuída nestas estruturas na seguinte maneira:

ENERGÉTICA RODÃO LTDA
 FRANCISCO BELTRÃO - PR

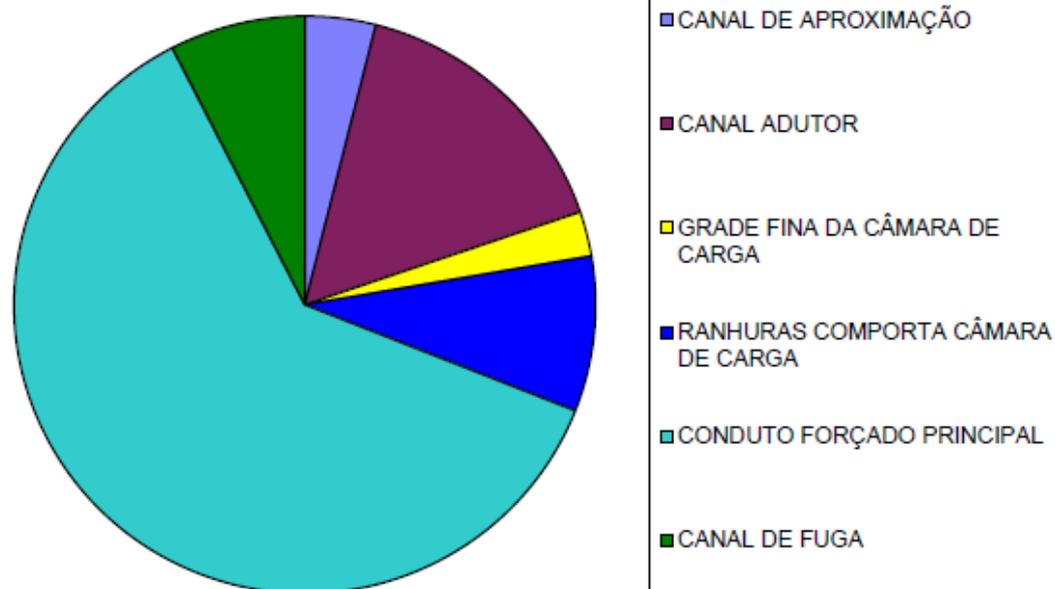
 PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO V
 RIO CAVERNOSO - SUB-BACIA 65

PERFIL HIDRÁULICO - 5,0 MW

 CLIENTE:
 PROJETO:

ENERGÉTICA RODÃO LTDA
PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO V
VAZÃO DE PROJETO (m³/s) 29,23

LOCAL	PERDA DE CARGA (m)	N. A. MONTANTE (m)	N.A. JUSANTE (m)
N.A. NORMAL NA BARRAGEM		635,00	635,00
CANAL DE APROXIMAÇÃO	0,0183	635,00	634,98
CANAL ADUTOR	0,0736	634,98	634,91
GRADE FINA DA CÂMARA DE CARGA	0,012	634,91	634,90
RANHURAS COMPORTA CÂMARA DE CARGA	0,040	634,90	634,86
CONDUTO FORÇADO PRINCIPAL	0,285	634,86	634,57
CANAL DE FUGA	0,035	634,57	634,54
NÍVEL DE ÁGUA NORMAL DE JUSANTE			615,00
TOTAL	0,46	ou	2,32%
QUEDA LIQUIDA	Hliq.=635,00 - 615,00 - 0,46 = 19,54 m		


Figura 6.4 – Resumo de Perda de Carga Circuito de Adução PCH Cavernoso V

Os cálculos detalhados das perdas de carga no circuito adutor podem ser visualizados no item 4.6 deste Projeto Básico.

Conforme já descrito anteriormente, o arranjo previsto necessitará de uma barragem com altura

média de 19,10 m de altura no rio Cavernoso, para que o nível d'água de montante atinja a el. 635,00 m, cota esta referente ao nível normal de montante (NAM) do aproveitamento.

A captação d'água para o circuito de adução ocorre pela margem esquerda do rio Cavernoso, diretamente do reservatório, que, através da tomada d'água, as águas são conduzidas pelo túnel de adução até entrar nos condutos forçados. A tomada d'água estará dotada de sistema de limpa-grades, para manutenção da PCH. Após os condutos forçados, constituídos em aço, as águas turbinadas serão escoadas para as turbinas. Após o turbinamento, as águas são restituídas ao leito natural do rio, através do canal de fuga. A seguir são detalhadas cada estrutura do circuito hidráulico de geração:

6.5.1. Canal de Adução

O canal adutor é previsto escavado em rocha, em seção retangular. Na parte escavada em solo, situada acima do canal de adução, serão respeitados os limites de corte de taludes para o solo caracterizado na região. Possui dimensões hidráulicas de 6,0 m de base, 4 m de lâmina d'água, e na parte escavada em solo, taludes laterais 1V:1H. O comprimento total é 163 m, o que configura uma velocidade máxima do fluxo na parte do canal escavado em 1,22 m/s. O nível de água do canal é igual ao NAM do reservatório.

Nos desenhos 02A, 02B, 02J e 02K é possível visualizar em detalhes o canal de adução.

O dimensionamento hidráulico deste canal está descrito em detalhes no item 4.3.4 deste Projeto Básico.

Devido a imposições topográficas, haverá trechos de captação de drenagem, onde será necessário adequar dispositivos para coleta e transposição de águas escoadas no terreno, para evitar erosões nas estruturas do canal.

Ao longo do curso do canal, haverá a precaução de se avaliar, durante o projeto executivo, a necessidade de revestir com concreto projetado a parte do canal que não ficará em contato direto com o fluxo d'água, além de uma calçada lateral. Esta preocupação se dá em função da potencialidade do maciço rochoso sedimentar desagregar quando exposto à chuva ou intempéries.

Canal adutor	Escavado em rocha granítica
Seção típica.....	Seção retangular com 6,0 m de base e 4,0 m de altura
Trecho extensão total.....	163 m
Velocidade da água	1,22 m/s
Área livre de escoamento	24,00 m ²
Perímetro Molhado.....	14,00 m
Raio Hidráulico	1,71 m



Figura 6.5 – Exemplo de seção típica canal em rocha / Taludes de solo

6.5.2. Tomada d'Água do Canal de Adução

No início do circuito de adução, haverá um pequeno canal de aproximação, que terá a função única de conduzir a vazão turbinada até a tomada d'água. Esta tomada d'água estará posicionada na margem esquerda do rio, e será equipada com comporta para manutenções esporádicas no circuito de adução, caso necessário. A operação da comporta se dará por sistema hidráulico de duplo acionamento.

No capítulo 4.3 deste projeto básico é possível visualizar detalhes do dimensionamento hidráulico desta estrutura.

O desenho 02L mostra planta, vista e corte em detalhes desta tomada d'água.

Abaixo segue algumas características típicas desta estrutura:

Tomada d'águaTipo direta, em concreto armado, com controle através de comporta
Outros dispositivos de proteção.....*Log boom* - flutuantes unidos por cabo de aço ancorados
Espaçamento entre flutuantes1,0 m
Tipo e dimensão dos flutuantes.....Bombonas de 40 litros
Dispositivo de controle.....Comporta metálica tipo vagão acionamento hidráulico
Dimensões da comporta.....3,00 x 3,00 (B x H)

6.5.3. Condutos Forçados

Em seguida, fluxo d'água parte pressurizado através de dois condutos forçados paralelos, independentes entre si, constituídos em tubulação metálica circular de 2,4 m de diâmetro e 90 m de comprimento. Nesta dimensão o fluxo d'água ocorre em velocidade máxima de 3,23 m/s.

Os condutos foram devidamente dimensionados em chapas de aço comercial, tipo Corten – COR 500, com tensão de escoamento elevada 3.450 kgf/cm² e espessura variando conforme

tabela abaixo:

Tabela 6.3 – Características dos Trechos do Conduto Forçado

Trecho	Diâmetro (m)	Comprimento (m)	Espessura (pol)
1 (único)	2,40	90	5/16"

Tabela 6.4 – Dimensionamento do Conduto Forçado

CÁLCULO: ESPESSURA DA TUBULAÇÃO CONDUTO FORÇADO		
CLIENTE:	ENERGÉTICA RODÃO LTDA.	
PROJETO:	PCH CAVERNOSO V	
POTÊNCIA:	5,0 MW	
DUAS UNIDADES INDEPENDENTES		
Q =	14,6	* vazão por unidade de tubo - m³/s
Diâm.	240,0	* diâmetro da tubulação - cm
v =	3,23	* velocidade - m/s
aço tipo =	COR 500	
es =	1,5	* sobreespessura de corrosão - mm
f _u =	4.900	máximo
γ _s =	1,15	
f _{yk} =	3.750	kg/cm²
δ _{adm} =	3.260,9	* tensão máxima admissível - kg/cm²
δ=	1,4	* coeficiente de segurança a tração
ξ=	0,8	* eficiência de solda
S =	40%	* sobrepressão ou golpe de aríete % queda bruta
$H = [(e - e_s) * 2 * \delta * f * kf] / d$		
COMP.TOTAL (m) =	180	
PESO TOTAL (kg) =	84.470	

O desenho 02N ilustra a resistência do conduto frente à solicitação hidrodinâmica, provando sua estabilidade. O projeto de ancoragem em rocha do conduto forçado considerou um bloco de apoio que envelopa os berços de sustentação a cada 12 m.

O desenho 02M apresenta o conduto em planta e perfil.

No item 4.3 é possível verificar outros detalhes hidráulicos, utilizados para o projeto destes condutos.

6.6. CASA DE FORÇA E CANAL DE FUGA

A casa de força foi posicionada ligeiramente afastada da margem do rio Cavernoso, assente em rocha de boa qualidade e dimensionada para abrigar duas unidades hidrogeradoras.

Para assegurar a estanqueidade operacional das máquinas, foi previsto a cota de proteção do

casco em concreto armado posicionado na el. 619,58 m, conforme curva-chave calculada para o evento milenar. A área de montagem está na elevação 621,65 m, portanto, em nível bastante seguro. O piso das máquinas está na el. 615,53 m.

Nos desenhos 02O ao 02R são apresentados detalhes gráficos da casa de força, em planta e cortes, pela turbina, pelo gerador e um corte longitudinal.

A superestrutura será metálica, sendo prevista uma ponte rolante de capacidade 25 t servindo a área de montagem e o piso de operação. A jusante da parede do casco da casa de força é posicionada a sala de comando.

O fechamento lateral e da cobertura da casa de força é previsto em telhas metálicas.

À jusante da casa de força, será posicionado o canal de fuga, escavado em rocha, cujas dimensões são 14,40 m de largura, extensão de 41 metros e 1,5 m de lâmina d'água, servido por muros laterais para estabilização das paredes, cuja função será restituir a vazão turbinada ao leito natural do rio.

6.7. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS ELETROMECÂNICOS

Para a elaboração de um projeto básico fundamentado em subsídios concretos da ótica das soluções hidráulicas possíveis, fez-se de fundamental importância a orientação de um engenheiro mecânico habilitado e experiente no ramo de projeto e fornecimento de equipamentos mecânicos para centrais hidrelétricas.

Ressalta-se que para faixa de queda do aproveitamento em questão, em torno dos 49 m de queda e engolimento da ordem de 19,54 m³/s, a solução mais adequada foi adotar a turbinas tipo Francis com rotor simples.

O conjunto turbina-gerador foi definido com sendo distribuído em duas unidades e de eixo horizontal. O rotor da turbina ficará no balanço do mancal guia-escora do gerador.

O gerador deverá possuir dois mancais que através do eixo suportam a carga do estator. É previsto um volante de inércia que irá equalizar os transitórios do conjunto, sendo posicionado após o mancal guia.

A seguir tem-se reproduzido o relatório de dimensionamento com as características técnicas para a solução de turbina adotada.

6.7.1. Especificações Técnicas das Turbinas

Descrição Geral - No presente projeto está sendo considerado o fornecimento de turbinas Francis espiral, rotor simples, de eixo horizontal, de rotação 300 rpm. Os rotores das turbinas serão fixados nas pontas dos eixos dos geradores, sendo que os esforços axial e radial serão absorvidos pelo mancal guia/escora do gerador.

Rotor - O rotor será projetado e fabricado para suportar todas as tensões resultantes da

operação normal da unidade e do funcionamento da velocidade de disparo mais crítica. Os rotores serão do tipo Francis simples, em aço inoxidável ASTM A 743 Gr. CA 6 NM, com pás perfiladas e entregues devidamente usinados em fresadora CNC nas medidas requeridas pelo projeto. A fabricação do rotor será do tipo mecanossoldado sendo as pás, cubo e anel externo fundidos e usinados separadamente, após o processo de solda o rotor sofrer tratamento térmico para alívio das tensões. O cubo de cada rotor possuirá furos roscados, para fixação ao flange do eixo através de parafusos do tipo prisioneiro e furos com roscas para as hastes do dispositivo "saca rotor". O rotor será balanceado dinamicamente.

Tampas - A turbina possuirá 02 (duas) tampas laterais, as mesmas serão fabricadas de aço carbono ASTM A 36. Ambas as tampas serão projetadas para suportar seguramente a máxima pressão da água e todas as forças que agem sobre elas, mantendo as tensões dentro dos limites especificados. Será analisada ainda a deflexão máxima da tampa sob pressão nominal para garantir as folgas especificadas do entreferro palhetas/tampas e rotor/tampas. As tampas serão parafusadas ao pré-distribuidor e internamente possuirão revestimentos de aço inoxidável ASTM A 240 tipo 304 ou similar, substituíveis.

Aros de desgaste - As tampas possuirão aros de desgastes estacionários na região do entreferro com o rotor. Estes aros serão confeccionados em aço inoxidável AISI 316 ou similar, sendo substituíveis em tempos estabelecidos para manutenção.

Distribuidor – Constando das seguintes partes:

Pás diretrizes - As pás diretrizes serão de aço inoxidável tipo ASTM A 743 Gr. CA 6 NM ou similar, formando uma peça inteira com os munhões. O número de pás diretrizes será coordenado com o número de pás dos rotores, para evitar ressonâncias e vibrações periódicas. Os eixos das pás diretrizes possuirão vedações de neoprene e anéis compressores. Na maior parte do curso de abertura das palhetas, a partir do ponto de abertura próximo ao ponto de marcha em vazio, as palhetas terão uma tendência hidráulica à fechar. As palhetas serão totalmente usinadas. Nas faixas de contato entre palhetas, será previsto um ajuste com tolerância adequada, para minimizar os vazamentos pelo distribuidor na posição fechada. O vazamento através das palhetas diretrizes não será maior que 0,5% da vazão nominal da turbina. O perfil das pás diretrizes será totalmente usinado, sendo feito um ajuste final durante a pré-montagem de fábrica, para garantir a vedação entre as mesmas.

Mancais das pás diretrizes - Os mancais serão de ferro fundido cinzento ASTM A 48 Cl. 35 fixados nas tampas da turbina por parafusos. Os mancais terão buchas autolubrificantes de bronze com camada de teflon ou equivalente, substituíveis, projetadas para uma pressão máxima de 25 MPa, do tipo DEVA BM ou similar. As hastes das palhetas, na região das buchas autolubrificantes, terão rugosidade dentro da faixa de tolerância especificada pelo fabricante das buchas. As palhetas serão providas de mancais de escora e, contra-escora, para limitar qualquer tendência de movimento axial.

Mancais das Turbinas - Cada turbina possuirá um mancal do tipo guia/escora, devidamente dimensionado para operar nas condições mais severas, impostas nas rejeições de carga, e nas condições normais de operação.

O mancal será basicamente constituído de uma carcaça de ferro fundido nodular, casquilhos radiais em duas partes, com revestimento em metal patente, sapatas para absorver as cargas axiais provenientes do rotor da turbina igualmente revestidas com metal patente e montadas em suporte confeccionado em chapas de aço ASTM A 36 ou similar.

O mancal será projetado para operação contínua, para qualquer velocidade desde 50% a 150% da velocidade nominal e podendo operar, 15 minutos a velocidade de disparo, sem precauções especiais de operação. Quando o mancal iniciar um funcionamento em temperatura normal de operação, será capaz de operar em velocidade e carga nominal pelo menos 15 minutos sem água de refrigeração.

A lubrificação do mancal será feita por intermédio de uma unidade hidráulica, descrita a seguir, com todos os elementos necessários para o seu bom funcionamento, projetados de maneira a controlar, sinalizar e atuar as lógicas de proteção e de operação da unidade.

O mancal possuirá os seguintes instrumentos e dispositivos de segurança:

- Termo-resistências tipo PT-100 em número de três, uma para as sapatas de escora outra para a sapata de contra escora e a terceira para o casquilho guia.
- Detetor de fluxo de óleo com contato NA.
- Manômetro (1 por mancal).
- Chave de nível mínimo de óleo da unidade de refrigeração.
- Detetores de fluxo de água de refrigeração com um contato NA.

Todas as tubulações e conexões de óleo serão de aço carbono do tipo “ERMETO” e as tubulações de água serão em aço inoxidável AISI – 304.

Mecanismo de regulação - O mecanismo de regulação será composto de alavancas fixadas nos eixos das pás diretrizes fornecidas em aço fundido ASTM A 216 WWC ou similar, composto ainda de bielas fabricadas de chapa de aço ASTM A 36 que formarão a ligação entre as alavancas e o anel de regulação. Cada alavanca é fixada sobre o respectivo munhão da palheta diretriz por atrito de aperto e pino de esmagamento que também constitui o elemento posicionador das palhetas em relação ao anel de regulação. Na eventualidade de entrada de um corpo estranho no distribuidor a alavanca de regulagem desliza sobre o munhão da palheta. Além disso, será previsto um limitador de movimento para prevenir o contato de uma pá com pás vizinhas, em caso de deslizamento do sistema de regulagem. Cada pá será ser equipada com um contato de fim de curso para a sinalização de deslocamento do eixo da pá. Em todos os pontos de articulação das alavancas, bielas e no aro de regulação serão instalados pinos de aço inoxidável AISI 304 e buchas autolubrificante, do tipo DEVA BM ou similar.

Anel de regulagem - No lado de acionamento do distribuidor, será instalado o anel de regulagem da turbina, confeccionado de chapas ASTM A 36 ou similar, projetado de maneira a receber o acionamento hidráulico do cilindro. O anel será mecanossoldado e sofrerá tratamento térmico para o alívio de tensões antes de iniciar o processo de usinagem do mesmo. O anel de regulagem será suportado por frisos de polímero autolubrificante, do tipo Vesconite ou similar, fixados na respectiva tampa, permitindo o movimento do mesmo. Na região de deslizamento, o

anel de regulagem será revestido de inoxidável AISI 304 pelo processo de deposição por solda. Na periferia do anel, haverá olhais revestidos de buchas de bronze autolubrificante, do tipo DEVA BM ou equivalente para ligação com as bielas de regulação.

Caixa de vedação - A concepção da vedação do eixo é baseada nos critérios dos fabricantes de gaxetas, quanto à velocidade linear, temperatura e pressão. O resfriamento/lubrificação da gaxeta se fará com dupla filtragem da água (filtro automático). Esta caixa de vedação e o prensa-gaxeta serão fabricados em ferro fundido cinzento GG-20.

Prevê-se a instalação de um conjunto de gaxetas auto-lubrificantes para cada turbina. O número e a dimensão das gaxetas serão determinadas na ocasião do projeto executivo. As gaxetas serão do tipo trançada de grafite expandido puro com reforço estrutural de fibras têxteis o que confere as mesmas um excelente desempenho em altas pressões e velocidades periféricas não provocando nenhum desgaste ao eixo ou a bucha de deslizamento. As gaxetas deslizarão sobre uma bucha de aço inox AISI-420 montada, com dureza de 250 HB sobre o eixo do gerador. O sistema possuirá adicionalmente água de refrigeração para as gaxetas além de um sistema adicional de drenagem que será direcionado ao poço de drenagem da casa de máquinas.

Um sensor de temperatura tipo PT-100 será previsto para o controle de temperatura das gaxetas.

Pré-distribuidor e caixa espiral – O pré-distribuidor será feito de construção mecanossoldada sendo os flanges e as pás fixas em aço carbono ASTM A 36. As partes laterais do pré-distribuidor possuirão flanges usinados para a fixação das tampas da turbina. As virolas da caixa espiral serão construídas em aço carbono ASTM A 36, ou similar de acordo com a forma geométrica do contorno hidráulico. As virolas serão soldadas ao pré-distribuidor.

A caixa espiral será provida caso as suas dimensões o permitam de uma boca de visita, conforme norma AWWA C 200. Serão ainda previstas válvulas para drenagem de água e ar, olhais de suspensão e tomadas para manômetro e sensor de pressão. Numa seção de entrada, serão colocadas 4 (quatro) tomadas de pressão, para medição de pressão e, na caixa espiral, em conformidade com o código IEC.

Após a montagem e a soldagem do pré-distribuidor na fábrica e antes de sua usinagem final, será feito alívio de tensões. A extremidade de montante da tomada d'água da caixa espiral será chanfrada, para soldagem em campo da junta de desmontagem da válvula borboleta. A junta do tipo rígida permitirá a montagem e desmontagem da válvula borboleta.

Todas as soldas longitudinais nas chapas das virolas, as soldas entre as palhetas do pré-distribuidor e os anéis planos que as suportam e entre estes anéis e a caixa espiral serão 100% ultrassonadas.

As palhetas fixas serão usinadas para se obter o perfil hidráulico. As suas extremidades serão também usinadas para que se obtenha comprimentos e chanfros para soldas uniformes. Estes chanfros serão inspecionados por líquido penetrante, antes da soldagem.

Tubo de sucção e curva de sucção – O trecho reto com saída circular será constituído de seções ovais para circulares. O cotovelo de sucção será constituído por um trecho de seção

circular para oval com flanges para conexão a respectiva tampa do distribuidor e ao trecho reto do tubo de sucção.

Tanto o trecho reto final do tubo de sucção como o cotovelo de sucção serão concretadas. O tubo e a curva de sucção serão confeccionados a partir de chapas de aço ASTM A 36 ou similar. O tubo de sucção possuirá um manovacuômetro, janela de inspeção.

Volante de inércia - O GD^2 faltante o conjunto turbina e gerador será compensado com um volante de inércia de fornecimento do fabricante do gerador. Neste projeto, está previsto um volante de aço carbono, para o complemento do GD^2 , com assento para os flanges da turbina e respectivo gerador, bem como canal para permitir sua centragem. O volante será balanceado estaticamente.

Placa de identificação - Será confeccionada uma placa metálica para identificação da turbina de aço inoxidável, contendo todos os dados principais da turbina, bem como o seu número de série e ano de fabricação.

Unidade Hidráulica de Lubrificação - A unidade hidráulica de circulação do óleo de lubrificação do mancal da turbina possuirá uma bomba de engrenagens em CA.

A unidade hidráulica será constituída de um reservatório de óleo de 400 l no qual estará montado a motobomba de circulação de óleo o filtro de ar e de pressão, a válvula de segurança e registros de controle de fluxo para cada uma das entradas de óleo do mancal. A refrigeração do óleo será feita em um trocador de calor do tipo Casco/tubo sendo os tubos de aço inoxidável montado junto a unidade hidráulica.

Como acessório as unidades possuirão uma chave de nível mínimo e máximo de óleo um visor de nível tipo tubo de vidro e um PT-100 para o controle de temperatura.

Unidade Hidráulica para Regulador - Para acionamento do distribuidor da turbina, da válvula borboleta, da válvula de by-pass e do freio, será previsto em projeto um sistema de óleo pressurizado composto de uma unidade hidráulica e servoatuadores. A unidade será constituída em chapa de aço carbono e sobre ela serão montados os seguintes equipamentos: A motobomba de engrenagem de corrente alternada, as válvulas reguladoras de pressão, os filtros de pressão e retorno a válvula proporcional de comando do servomotor do distribuidor, as válvulas direcionais de segurança e de comando da válvula borboleta/ by-pass e os acumuladores de pressão do tipo bexiga. Será fornecida ainda uma válvula isoladora para os acumuladores.

Cada unidade será equipada com uma chave de nível mínimo de óleo, um sensor de pressão analógico com sinal de 4 a 20 mA um pressostato de pressão crítica e uma termoresistência tipo PT 100. O manômetro para visualização local da pressão será de 100 mm de diâmetro fabricado em caixa de aço preenchidos com glicerina. Também será instalado um visor de nível vertical com medição volumétrica.

Os servoatuadores serão construídos em aço carbono e as hastes de acionamento serão

revestidas com cromo duro para garantir durabilidade ao equipamento.

Válvula Borboleta - Está previsto neste Projeto Básico a instalação de duas válvulas borboleta tipo estanque de vedação simples, sendo uma para cada unidade. A válvula está situada na entrada da caixa espiral, devidamente dimensionada para resistir os esforços resultantes originados pela operação do sistema, nas condições normais e excepcionais. A válvula será acionada através de um servomotor na abertura e o fechamento será feito através de um sistema de contrapeso.

As válvulas borboleta terão diâmetro nominal 122 mm, acopladas junto às turbinas. A vedação será em borracha / inox.

O corpo das válvulas serão construídos de chapas de aço carbono ASTM A 36 tendo reforços transversais para enrijecer sua estrutura. Os mancais do eixo do obturador são integrados ao corpo equipados com bucha de bronze munidas insertos de bissulfeto de molibdênio como meio lubrificante. A vedação será por retentores e O'rings de neoprene.

O eixo será de aço carbono AISI 4340 e será fixado ao obturador por dois pares de pinos paralelos. Na região de pivotamento dos mancais os eixos serão revestidos de aço inoxidável por aspersão térmica tipo AISI 410 ou por cromo duro com camada de 0,2 mm.

Para equalizar a pressão entre o tubo forçado e a caixa espiral permitindo a abertura da válvula borboleta sem esforço, será projetado um sistema de *by-pass* com um diâmetro de 5". O sistema terá dois registros, sendo o principal e o de manutenção do tipo gaveta. O primeiro operado hidráulicamente utilizando-se o óleo da unidade hidráulica do regulador de velocidade, fará a equalização de pressão entre montante e jusante. O segundo, operado manualmente, servirá para isolar o registro principal em caso de manutenção.

É possível, quando desenvolver o projeto executivo das válvulas borboletas, prever um terceiro registro do tipo gaveta que permitirá drenar a água do conduto forçado. O sistema estará equipado com dois sensores de pressão (um montado no conduto forçado e outro na turbina) para a monitoração do diferencial de pressão entre o conduto e a turbina. O registro principal terá ainda dois sensores indutivos para indicação de *by-pass* aberto ou fechado.

Quanto à abertura da válvula, esta operação será efetuada utilizando-se a pressão de óleo da unidade hidráulica do regulador de velocidade. Após a equalização da pressão entre conduto forçado e caixa espiral o comando de abertura será dado a partir de uma botoeira montada no quadro de comando da usina ou pela lógica de partida da máquina. A pressão de óleo da unidade hidráulica atua sobre um cilindro hidráulico que desloca um braço mecânico abrindo a válvula. Na posição aberta o contrapeso de fechamento mantém-se travado pela válvula de retenção elétrica (de 125 VCC), pois a mesma enquanto energizada não permite o retorno do óleo do cilindro hidráulico para o tanque da unidade hidráulica.

Quanto ao fechamento, um contrapeso será liberado fechando a válvula, com velocidade pré-ajustada, desenergizando o solenóide da válvula de retenção elétrica (válvula de assento). O

ajuste da velocidade de fechamento será efetuado através de uma válvula reguladora de vazão montada no pé do cilindro hidráulico.

O servomotor da válvula borboleta tem amortecimento e a velocidade ajustável no final de curso de fechamento.

Características da turbina Francis rotor simples adotados neste Projeto Básico:

Número de unidades.....	02 unidades
Tipo.....	Francis rotor simples
Posição do eixo.....	Horizontal
Diâmetro do rotor.....	1400 mm
Potência unitária	2.591 kW
Engolimento nominal por máquina.....	14,61m ³ /s
Engolimento mínimo	4,38m ³ /s
Porcentagem de engolimento mínimo em relação à vazão turbinada.....	30%
Queda líquida nominal das turbinas ou Design Head.....	19,54m
Rotação	300 rpm
Rendimento na potência nominal.....	92,5%
Altura máxima de sucção.....	+2,00m

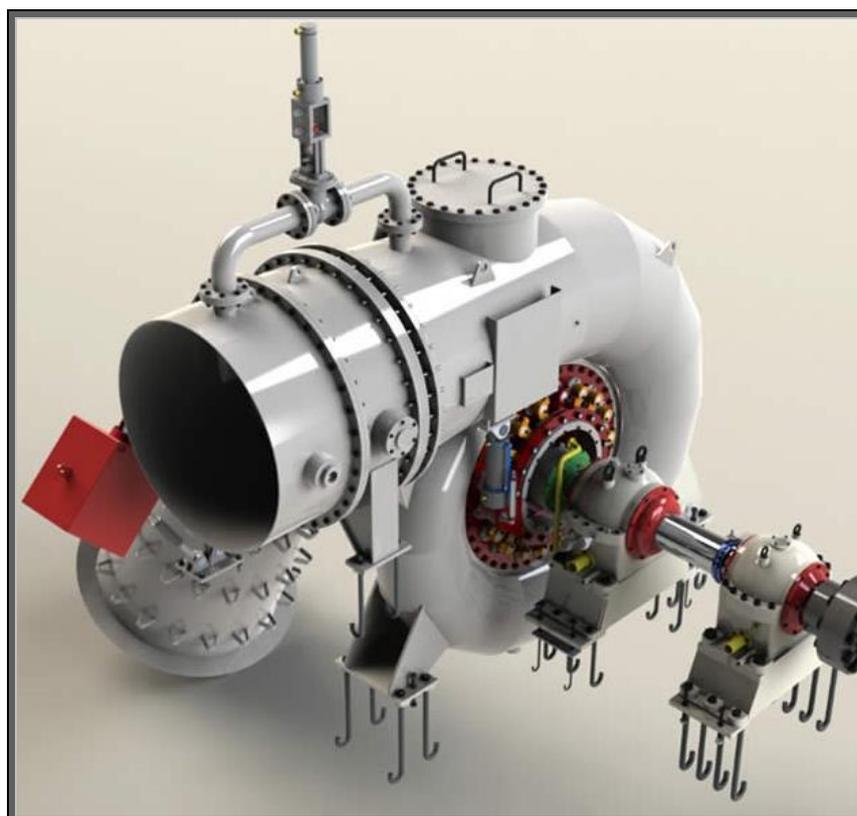


Figura 6.6 - Ilustração da turbina Francis simples duplo empregada - PCH Cavernoso V.

6.7.2. SISTEMAS ELÉTRICOS

A seguir é apresentada uma descrição geral dos equipamentos elétricos de geração, medição e interligação que estão previstos para serem instalados na PCH Cavernoso V.

6.7.2.1. Medições

Estão previstas as medições em cada unidade geradora e na alta tensão da subestação elevadora. Serão tomadas medidas instantâneas de corrente (A), tensão (V), potência ativa (W), potência reativa (VAr), potência aparente (VA), fator de potência ($\cos \Phi$), e frequência (Hz) dos geradores. Na saída do transformador elevador em alta tensão, estão previstas as medições instantâneas de corrente (A), tensão (V), potência ativa (W), potência reativa (VAr), potência aparente (VA), energia ativa (Wh) e energia reativa (VArh) em alta tensão. Na saída geral de alta tensão, estará localizado o disjuntor geral de proteção em alta tensão, uma chave seccionadora de abertura do circuito de alta tensão.

6.7.2.2. Proteções

a) Proteção dos Geradores:

As unidades geradoras serão protegidas por relés multi-função (SEL 300G) com as seguintes proteções:

- relé de sincronismo;
- relé de subtensão;
- relé de potência inversa;
- relé de excitação de campo;
- relé de desbalanceamento de corrente de fase;
- relé térmico;
- relé instantâneo de sobrecorrente;
 - relé de sobrecorrente com restrição por tensão;
- relé de sobrecorrente de neutro;
- relé de sobretensão;
 - relé de frequência;
- relé diferencial.

b) Proteção da Subestação e Saída em Alta Tensão:

A subestação elevadora e instalações em alta tensão serão protegidas por relés multi-função (SEL 351A e SEL 787) com as seguintes proteções:

- relé de sincronismo;
- relé de temperatura do óleo do transformador elevador;
- relé de subtensão;
- relé anunciador;
- relé térmico dos enrolamentos do transformador;
- relé instantâneo de sobrecorrente;
- relé de sobrecorrente com retardo de tempo;
- relé de sobrecorrente de neutro;

- relé de sobretensão;
- relé de desequilíbrio de tensão;
- relé Bucholz;
- relé direcional de sobrecorrente CA;
- relé direcional de sobrecorrente CA do neutro;
 - relé de nível de óleo;
- relé de proteção contra defasagem;
- relé de frequência;
- relé diferencial do transformador.

6.7.2.3. SDSC – SISTEMA DE SUPERVISÃO

O sistema de automação da usina será baseado em um conjunto de Controladores Lógicos Programáveis (CLP's), onde uma unidade base se comunica com uma unidade remota localizada próxima ao local dos acionamentos (normalmente localizado no piso inferior), através do protocolo *DeviceNet*. Isto proporciona distâncias menores nos cabos de sinais. O sistema também possui comunicação *ModBus* com os outros aparelhos do painel.

Como interfaces para as informações, serão utilizados dois microcomputadores, trabalhando em redundância, comunicando através de *Ethernet* com o CLP. Todos os CLP's da usina estarão na mesma rede *Ethernet* possibilitando a comunicação entre eles, quando necessário.

O sistema de automação possuirá identificação do usuário por nome e senha, ou seja, qualquer pessoa só poderá ter acesso aos comandos e configuração da máquina se estiver habilitado com o nome (*login*) e a senha, corretos.

A máquina possuirá dois modos de comando: Manual e Automático. No modo manual, o operador deve comandar a máquina passo a passo com um simples toque nos botões indicativos na tela "Comandos". Isto deve ser executado com muita atenção, verificando sempre se os comandos foram corretamente introduzidos. Lembrando que, modo Manual significa que o operador irá acionar as etapas somente no momento em que ele desejar; mas, controle de pressão, fluxo, posição, velocidade e tensão são todos executados pelo controlador.

No modo Automático, o operador fará somente o ato de iniciar a partida/parada. Os comandos dos passos serão feitos automaticamente pelo controlador de acordo com a ordem das etapas, obedecendo aos tempos e estados pré-programados para cada uma delas. Em modo automático é possível "abortar" a partida ou parada em qualquer momento, isto irá causar a parada do processo (de partida ou parada da máquina) assim em que acabar o passo que estiver executando. O sistema fica esperando um novo comando, que pode ser automático ou manual de partida ou parada.

6.7.2.4. Geradores

Serão utilizados dois geradores síncronos trifásico de eixo horizontal, autoventilados, unidirecionais. Cada turbina terá um gerador compatível com seu porte. As características dos geradores são descritos a seguir:

- Tipo: Gerador síncrono trifásico.
- Quantidade: 2 unidades.
- Posição do eixo: Horizontal.
- Excitação: *Brushless*.
- Sistema de refrigeração: Aberto.
- Potência unitária: 2.778 kVA.
- Fator de Potência: 0,9.
- Tensão de geração: 6,9 kV.
- Rendimento (100% carga, $\cos \phi = 0,9$): 96,5.
- Número de Polos: 24.
- Rotação: 300 rpm.
- Massa Total Aproximada: 24 Ton.
- Classe de isolamento: F.
- Número de fases: 3.
- Conexões do enrolamento: Estrela.
- Frequência: 60 Hz.
- Chassi Autoportante: Sim.
- Rotor em Balanço: Sim.
- Mancais: 1 Guia e 1 Combinado.
- Tipo dos Mancais: Deslizante.

6.7.2.5. Sistema de excitação

Adotou-se o sistema *Brushless* para as máquinas da PCH. Neste sistema a potência para excitação do gerador é obtida através de uma excitatriz principal, que dependendo da forma construtiva da máquina pode ser montada do lado de fora da mesma, próxima ao mancal do lado não acionado. A excitatriz principal é constituída de: pólos fixos que acomodam as bobinas do campo de excitação ligado em série, armadura e ponte retificadora girante.

A tensão de saída do gerador permanece constante pelo controle do regulador eletrônico de tensão. O mesmo supervisiona a tensão de saída e alimenta o campo da excitatriz principal com a corrente necessária para gerar a tensão alternada, que após retificada pelos diodos girantes, alimenta o campo do gerador.

O rotor da excitatriz principal, constituído de chapas laminadas de aço-silício de baixas perdas é montado sobre o eixo da máquina principal e suas ranhuras abrigam um enrolamento trifásico ligado em estrela. E de cada ponto da ligação estrela, saem dois fios para os retificadores girantes (diodos). Dos dois fios, um é ligado ao retificador sobre o suporte dissipador positivo e o segundo fio é ligado ao mesmo retificador sobre o suporte negativo.

6.7.2.6. Regulador de tensão

O regulador de tensão da unidade geradora terá as seguintes características:

- Realimentação: 115 Vca – via TP.
- Alimentação do circuito de potência: Via trafo de excitação.

- Sinal de corrente: 5 A.
- Comandos externos digitais:
 - Reset de Proteções
 - Automático/Manual
 - Aumenta / Diminui Tensão
 - Habilita Regulador de Tensão
 - Habilita Operação Paralelo.

- Modos de operação: Compensação de Reativos + F.P Constante.
- Proteções e alarmes:
 - Sobrecorrente
 - Sobretensão
 - Subfrequência
 - Sub/ sobre-excitação
 - Falta de fase.
 - Sinal digital de defeito.
 - Indicação de tensão, corrente de excitação.
 - Escorvamento Automático.

6.7.2.7. Regulador carga-velocidade

O regulador de tensão da unidade geradora terá as seguintes características:

- Tipo Digital.
- Funções requeridas:
 - Regulação automática carga/velocidade.
 - Limitador de abertura.
 - Controle manual e automático
 - carga/velocidade.
 - Taxa de aceleração.
 - Estatismo de posição e de carga.
 - Proteção contra falta temporária de energia no processador.
 - Operação em "speed no load".
 - Operação interligada e isolada.
 - Relês de supervisão de velocidade de rotação.
 - Interface completa para controle remoto.
 - Entradas para sinais lógicos de controle e interface com o controle da usina.
 - Interface de programação.
 - Entrada para sinal de frequência de referência.
 - Entrada de sinal de frequência do TP do gerador.
 - Aquisição do valor de potência ativa.
 - Aquisição da posição de abertura das palhetas.
 - Disposição do sinal de limite da referência da carga/velocidade e do limitador de abertura.
 - Supervisão das velocidades programadas de rotação para proteção de sobrevelocidade e integração ao circuito de controle da unidade geradora.
 - Sensor de velocidade digital para os sinais de velocidade de rotação.

Instrumentos indicadores:

- Posição do limitador de abertura.
- Valor da referência do limitador de abertura.
- Velocidade de rotação.
- Posição de abertura das palhetas.
- Frequência atual.

Chaves ou botoeiras de controle:

- Parada em emergência.
- Partida normal.
- Ajuste do limitador de abertura.
- Ajuste de velocidade em vazio.
- Controle manual/automático carga/velocidade.
- Ajuste do estatismo permanente.
- Ajuste da taxa de aceleração na partida.

Sinalizações e alarmes:

- Unidade sincronizada.
- Falta de alimentação CC e CA.
- Falha no sistema hidráulico do regulador.

6.7.3. LIGAÇÃO DOS GERADORES AOS QUADROS ELÉTRICOS

A ligação do gerador síncrono ao disjuntor da unidade geradora nos quadros elétricos de saída do gerador será feita na tensão de 6,9 kV, através de cabos de cobre com isolamento em XLPE. Estes cabos serão rigidamente conectados a isoladores/mufas apropriados em suas extremidades e abrigados em eletrocalhas ventiladas especiais ao longo das paredes.

6.7.4. CUBÍCULOS, PAINÉIS E QUADROS ELÉTRICOS

O sistema de proteção, comando e controle da usina ficará abrigado em quadros metálicos revestidos com pintura epóxi pó. Compreendem os painéis e quadros da PCH:

- a) CFN – Cubículo de Fechamento de Neutro: cubículo a ser instalado próximo ao gerador e que terá a finalidade de abrigar o resistor de aterramento da unidade geradora.
- b) CSG – Cubículo de Saída do Gerador: abriga os disjuntores e equipamentos de média tensão da saída da unidade geradora.
- c) CSEG – Cubículo de Surto e Excitação do Gerador: abriga os pára-raios e capacitores de média tensão da saída da unidade geradora.
- d) PCPG – Painel de Comando e Proteção do Gerador: abriga todo o sistema de comando e proteção, como relés, medidores, reguladores de velocidade e tensão.
- e) QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão: quadro fixo em parede destinado a abrigar os disjuntores trifásicos e monofásicos dos serviços auxiliares.
- f) QGTD – Quadro Geral da Tomada d'Água: quadro destinado a abrigar disjuntores e dispositivos de acionamentos de motores para eletrificação da tomada d'água.
- g) QL – Quadro de Luz: abriga disjuntores de iluminação.
- h) QCASE – Quadro CA da Subestação: abriga disjuntores de tomadas e iluminação da

subestação elevadora.

i) QCAUG – Quadro CA das unidades geradoras: abriga disjuntores e contactores da respectiva unidade geradora.

j) QCAD – Quadro CA da Drenagem: quadro de comando das bombas de drenagem.

k) QCAI – Quadro CA Interruptível: quadro de cargas essenciais CA.

l) QDCC – Quadro de distribuição CC: quadro destinado a abrigar disjuntores e fusíveis para os circuitos em corrente contínua da usina.

m) PCPSE – Painel de Comando e Proteção da Subestação Elevadora: painel destinado a abrigar relés, dispositivos de comando, medição e proteção da subestação, incluindo transformador elevador.

6.7.5. SUBESTAÇÃO ELEVADORA

A subestação elevadora da PCH será do tipo abrigada em alvenaria, permitindo fácil manutenção, aliada a uma longa vida útil dos equipamentos por estarem protegidos de intempéries. Tanto a entrada quanto saída de cabos de força serão aéreas através de buchas de passagem protegidos por pára-raios.

Os cabos em tensão de 6,9 kV derivados do gerador chegarão à subestação através de canaletas no piso, chegando a uma caixa de passagem na base do transformador elevador, onde serão conectados nas buchas flangeadas de baixa do transformador. Após o transformador previsto ao tempo será instalado o disjuntor de 34,5 kV, podendo este ser isolado através de chaves seccionadoras para sua eventual manutenção.

Após o conjunto de seccionadoras, serão instalados Transformadores de Corrente (TC's) e Transformadores de Potencial (TP's), além de pára-raios junto ao transformador elevador e para proteção da saída da linha de transmissão. A seccionadora da saída da linha de transmissão possuirá sistema de mola pré-carregada que abrirá automaticamente sempre que o disjuntor da subestação abrir. Haverá intertravamento com o disjuntor nas seccionadoras de modo a não permitir a abertura das mesmas sob carga. Também serão instalados pára-raios tipo *Franklin* sobre a estrutura da SE e Casa de Máquinas, aumentando ainda mais a proteção quanto a descargas atmosféricas.

6.7.5.1. Disjuntor

- Classe de isolamento: 36,2 kV.
- Tensão nominal fase-fase: 34,5 kV.
- Corrente nominal: 630 A.
- Frequência nominal: 60 Hz.
- Dielétrico: Vácuo.
- Instalação abrigado.
- Tempo de interrupção nominal: 3 ciclos.
- Quantidade: 01 unidade.

O disjuntor deverá ser tripolar e seus contatos principais deverão ter capacidade térmica adequada à sequência de operações especificadas.

O disjuntor deverá ser fornecido com mecanismo de operação do tipo energia acumulada a mola e comando único para os três polos. O motor de carregamento da mola deverá ser do tipo universal para operação a partir de alimentadores em 125 Vcc, alimentado a partir do banco de baterias. Deve ser fornecida uma bobina de mínima alimentada também através do banco de baterias. O circuito do motor deverá ser protegido por um disjuntor tripolar com contato de alarme e por um dispositivo de proteção contra sobrecarga provido com contato de alarme. Um relé de falta de fase deverá ser provido para alarme remoto.

Os circuitos de controle do disjuntor deverão ser projetados para operação em 125 Vcc e protegidos por um disjuntor bipolar com contato de alarme. Deverá ser fornecido um relé de falta de tensão corrente contínua, para alarme remoto.

O disjuntor deverá ser fornecido com no mínimo os seguintes acessórios:

- Indicador de posição;
- Chaves de contatos auxiliares com 4NA + 4NF;
- Válvula de segurança;
- Estrutura suporte.

6.7.5.2. Chave Seccionadora

- Classe de isolamento: 36,2 kV.
- Tipo: tripolar para uso abrigado.
- Tensão nominal: 34,5 kV.
- Corrente nominal: 630 A.
- Frequência nominal: 60 Hz.
- Acionamento: manual.
- Abertura: central.
- Montagem: vertical.
- Quantidade: 02 unidades.

O projeto das chaves seccionadoras deverá permitir um controle efetivo sobre a lâmina, em qualquer posição de seu curso, inclusive com pressão nos contatos na posição fechada, com um mínimo de esforço mecânico nos isoladores. As chaves deverão ser projetadas para suportar os esforços mecânicos da corrente de curto circuito especificada, e, simultaneamente, com esforços nos terminais provenientes dos cabos condutores.

Os contatos principais deverão ser usinados com perfeição e auto-alinháveis, não deverão sofrer danos sob ação de intempéries e deverão ser providos de dispositivos que garantam a operação sob pressão constante.

Os contatos deverão ser projetados e construídos para que as elevações de temperatura especificadas na norma NBRIEC62271-102 – Equipamentos de alta-tensão - Parte 102: Seccionadores e chaves de aterramento não sejam atingidas com a chave conduzindo a corrente nominal em operação contínua.

Cada pólo da chave seccionadora deverá ter uma base única para as colunas de isoladores. A base deverá ser de aço galvanizado à quente e deverá incluir furação para fixação à estrutura suporte.

Os isoladores deverão atender as exigências da norma NBR5032 – Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1.000 V – Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada.

As chaves deverão ter os três pólos rigidamente acoplados de tal modo que sejam operados por um único mecanismo de operação.

O mecanismo de operação deverá ter possibilidade de ser travado em qualquer das posições extremas, entendendo-se por travamento a ação de um dispositivo que impeça a operação intencional.

O mecanismo de operação deverá possuir indicador mecânico de posição colocado junto ao mecanismo e facilmente visível do solo.

6.7.5.3. Transformador de Corrente (TC)

- Corrente primária nominal: 100 A.
- Correntes secundárias nominais: 5-5 A.
- Secundários para medição: 1.
- Secundários para proteção: 1.
- Tensão nominal do sistema: 34,5 kV.
- Frequência nominal: 60 Hz.
- Classe de exatidão dos enrolamentos de proteção: 10 B 200*.
- Classe de exatidão dos enrolamentos de medição: 0,3 C 75*.
- Quantidade: 03 unidades (01 por fase).
- Instalação: abrigada.

6.7.5.4. Transformador de Potencial (TP)

- Tensão nominal do sistema: 34,5 kV.
- Ligação do enrolamento primário: fase-terra.
- Relação de transformação: $34.500\sqrt{3}-115/115\sqrt{3}-115/115\sqrt{3}$.
- Número de enrolamentos secundários para proteção: 1.
- Número de enrolamentos secundários para medição: 1.
- Ligação dos enrolamentos secundários: estrela aterrado.
- Classe de exatidão do enrolamento de proteção: 0,3 P 100*.
- Classe de exatidão do enrolamento de medição: 0,3 P 100*.
- Quantidade: 03 unidades (01 por fase).
- Instalação: abrigada.

6.7.5.5. Pára-raios

- Tipo: estação de ZnO.
- Invólucro Polimérico (Silicone).
- Tensão nominal: 30 kV.
- Frequência nominal: 60 Hz.
- Quantidade: 06 unidades.

O pára-raios deve ser construído de tal forma que possua elasticidade suficiente para resistir a variações de temperatura ambiente evitando esforços concentrados no seu isolador.

Todo e qualquer material empregado na construção de cada equipamento deverá ser de qualidade superior e tal que a ele sejam aplicáveis todas as exigências de acabamento impostas por esta Especificação Técnica e normas técnicas vigentes.

O suporte da base do pára-raios deverá ser provido de conector de aterramento de liga de cobre de alta condutividade, sem solda, do tipo terminal aparafusado, com dois parafusos de fixação para cabos de cobre até 120 mm².

6.7.6. Transformador Elevador

No projeto da SE elevadora, considerou-se apenas um transformador elevador, opção esta que se mostrou como o melhor custo-benefício para o aproveitamento em questão.

A adoção de apenas um transformador elevador não fragiliza a usina uma vez que é possível evitar sua falha através de um bom plano de manutenção preditiva o qual deve incluir o acompanhamento do estado do óleo eletro-isolante, a troca periódica da sílica-gel, análise termográfica e inspeções visuais.

Através destes procedimentos consegue-se minimizar os efeitos de envelhecimento do transformador e aumentar sua vida útil.

Um estoque permanente com as peças sobressalentes mais suscetíveis a falhas, como buchas de alta e baixa tensão, terminais, sensores, entre outros será mantido na usina de modo que uma falha possa ser prontamente corrigida em campo, sem a necessidade de envio do transformador para manutenção na fábrica.

Em caso de falha um transformador auxiliar poderá ser alugado (subestações móveis) não imputando em parada de geração significativa.

Seguem abaixo as características básicas do transformador elevador:

- Quantidade: 01.
- Tipo: Trifásico imerso em óleo.
- Baixa tensão: 6,90 kV ligado em delta.
- Alta tensão: 34,5 kV \pm 2x2,5% kV ligado em estrela aterrada.
- Frequência: 60 Hz.
- Buchas de AT: Na tampa.
- Buchas de BT: Flangeadas.

- Isolante:.....Óleo mineral.
- Terminais de aterramento:..... Conector duplo para cabo nu de cobre de 25 a 120mm².
- Acessórios:
 - Indicador magnético de nível de óleo com dois contatos.
 - Indicador da temperatura do óleo com dois contatos.
 - Relé de gás tipo *Buchholz* com dois contatos.
 - Secador de ar sílica gel.
 - Dispositivo de alívio de pressão sem contatos tipo tubo de explosão.
 - Caixa de ligação de acessórios.
 - Comutador de derivações sem carga e sem tensão.
 - Radiadores fixos soldados ao tanque.
 - Válvula de drenagem do óleo.
 - Dispositivo para ligação de filtro-prensa.
 - Dispositivo para retirada de amostra do óleo.
 - Meios para suspensão do transformador, incluindo parte ativa, tampa.
 - Rodas lisas bidirecionais para trilho perfil U.
 - Apoio para macacos.
 - Abertura para inspeção.
 - Placa de identificação.

6.7.7. FONTES AUXILIARES

6.7.7.1. Fonte de Corrente Alternada

Para permitir maior segurança ao funcionamento do sistema elétrico da central, está prevista a instalação de uma fonte auxiliar de corrente alternada, através de um transformador de serviços auxiliares de 75 kVA ligado a saída da linha de 34,5 kV.

A escolha do local de instalação do transformador de serviços auxiliares foi estratégica, pois mesmo com o disjuntor da subestação elevadora aberto, a usina continua sendo abastecida em seus serviços auxiliares, permitindo assim o funcionamento de cargas essenciais, tais como bombas de drenagem e sistemas de lubrificação.

A ligação dos bornes de baixa tensão (380/220V) do transformador dos serviços auxiliares ao quadro dos serviços auxiliares, na sala de comando, será feita com 4 cabos de cobre (3 fases + neutro).

6.7.7.2. Fonte de Corrente Contínua

Com o objetivo de tornar a alimentação do sistema de proteção, comando e sinalização independente e confiável, previmos a instalação de um banco de baterias chumbo-ácidas com carregador (retificador), em tensão nominal 125 Vcc. A bateria terá 10 elementos, com capacidade mínima de 200 Ah em regime de descarga de 10 horas.

O banco de baterias será instalado na parte interna da casa de máquinas, próximo aos quadros onde será preparada uma ventilação permanente para o exterior do prédio, para a saída dos gases liberados pelas baterias.

6.7.8. MALHA DE ATERRAMENTO

Será necessária uma malha de aterramento, para a ligação do neutro do transformador elevador e dos pára-raios da subestação. Será executada utilizando-se hastes de aterramento cobreadas e condutores de cobre nu. A resistência de aterramento deverá ser inferior a 10 ohms em qualquer época do ano. Também deverão ser ligados à malha de aterramento, os neutros do gerador, os pára-raios e varistores, e todos os componentes metálicos da usina não energizados.

6.7.9. SISTEMA DE COMUNICAÇÕES

Além de telefonia convencional, recomenda-se a instalação de um aparelho de rádio-comunicação, do tipo *Spread Spectrun* para transmissão de dados e voz se necessário. Os rádios devem usar a frequência de 2,4 GHz e antenas parabólicas de 60 cm de diâmetro. Um sistema de baterias e *no-break* deve ser utilizado para garantir a energização dos rádios mesmo em faltas de energia. Os rádios e suas respectivas antenas devem ser instaladas em torres autoportantes de 18 m de altura.

6.7.10. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

O sistema de iluminação será constituído por luminárias do tipo fluorescentes, com baixo fator de potência e alto rendimento, projetado de tal maneira à atingir os níveis de iluminação requeridos para cada um dos ambientes de acordo com as normas.

A iluminação da nave principal será feita por projetores, com lâmpada de vapor de mercúrio de 400 W. A área externa deverá ser iluminada por luminárias, fixadas em postes de concreto, do tipo vapor de sódio.

6.7.11. GERADOR DIESEL DE EMERGÊNCIA

Para o caso de perda da linha de transmissão, que acarreta por consequência a perda da alimentação dos serviços auxiliares, será instalado um grupo gerador diesel, alimentando automaticamente os serviços auxiliares via QGBT (quadro geral de baixa tensão).

Desta forma, além de manter o sistema supervisório em funcionamento, todos os sistemas auxiliares essenciais também ficarão energizados e aptos a operar, tais como bombas do sistema de drenagem e bombas do sistema de lubrificação de mancais.

Abaixo segue a especificação do grupo diesel previsto para a usina:

Potência aparente: 81 / 78 / 74 kVA (Emergência / Principal / Contínua)
Potência ativa: 65 / 62 / 59 kW (Emergência / Principal / Contínua)
Tensão: 380/220 V
Frequência: 60 Hz
Funcionamento: automático
Motor: estacionário de combustão interna
Gerador: síncrono trifásico com excitatriz *brushless*

- Acessórios:

- Bateria chumbo ácida de 105 Ah.
- Segmento elástico para absorção de vibrações.
- Silenciador.
- Recipiente para combustível com capacidade de 125 litros.
- Filtro de combustível.
- Sistema de regulação eletrônica de velocidade.
- Sistema de regulação eletrônica de tensão.

6.8. LINHA DE TRANSMISSÃO

Este item é tratado em detalhes no capítulo 4.7 – Integração da Usina ao Sistema de Transmissão. Adianta-se aqui que a conexão da usina dar-se-á de forma compartilhada entre as PCHs Cavernoso III, IV, V e VIII.

Conforme item 3.1 descrito na informação de acesso IAC 133 – 2016 expedido pela COPEL Distribuidora, a conexão do complexo se dará a partir da construção de 4 km de linha de distribuição 138 kV interligando uma subestação (SE) de seccionamento na linha de distribuição Cavernoso – Laranjeiras do Sul.

A tensão de geração será 6,9kV sendo elevada nesta SE para a tensão de transmissão 34,5kV, da qual parte uma linha de transmissão em circuito duplo com 3,9 km até a PCH Cavernoso III e outros 10,9 km até a PCH Cavernoso IV. A interligação com os outros três empreendimentos PCHs Cavernoso V, PCH Cavernoso VI e PCH Cavernoso V é realizada através de circuito simples de cabo tipo 477 AWG - Pelican com distâncias de 10,7 km, 5,4 km e 7,1 km respectivamente.

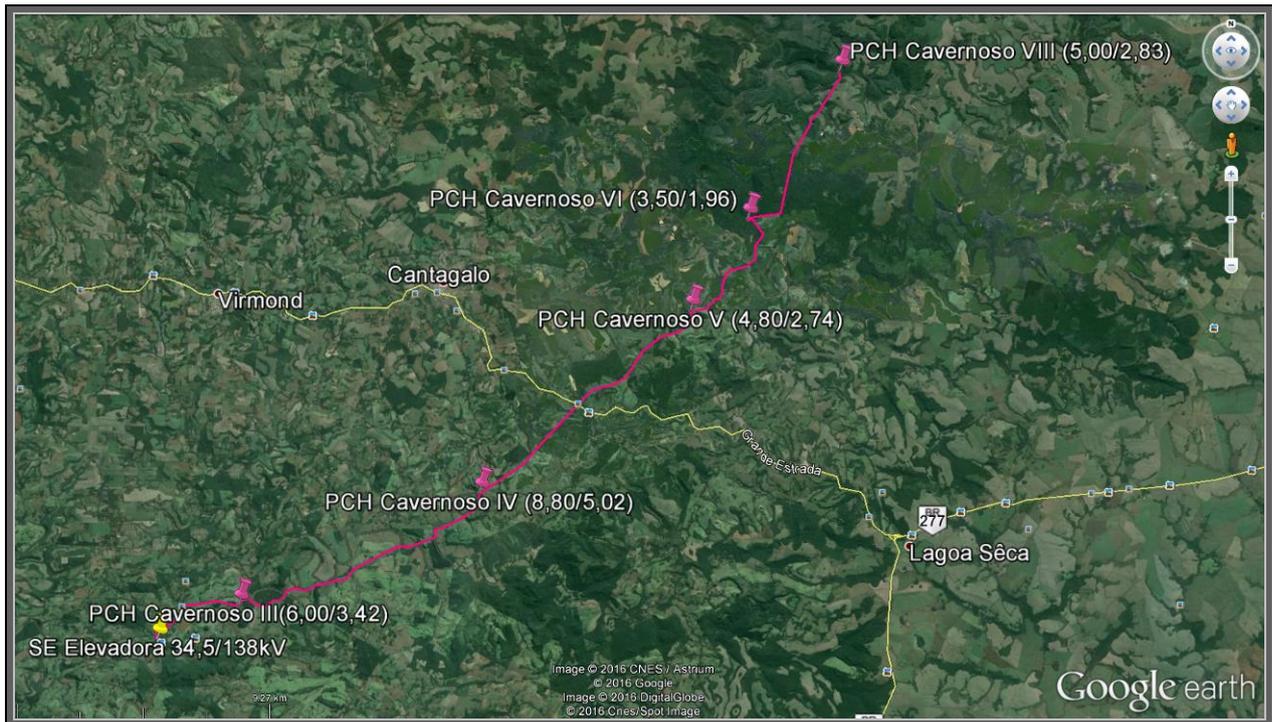


Figura 6.7 - Diagrama das linhas de transmissão

6.9. SUBESTAÇÃO

Este subitem apresenta, em linhas gerais, o descritivo básico da rede de transmissão associada, bem como a conexão com o sistema elétrico brasileiro.

6.9.1. Esquema elétrico geral

A seguir apresentamos uma descrição geral dos equipamentos elétricos de geração, medição e interligação da usina.

6.9.2. Medições

Estão previstas as medições em cada unidade geradora e na alta tensão da subestação elevadora. Serão tomadas medidas instantâneas de corrente (A), tensão (V), potência ativa (W), potência reativa (VAr), potência aparente (VA), fator de potência ($\cos \Phi$), e frequência (Hz) dos geradores. Na saída do transformador elevador em alta tensão, estão previstas as medições instantâneas de corrente (A), tensão (V), potência ativa (W), potência reativa (VAr), potência aparente (VA), energia ativa (Wh) e energia reativa (VArh) em alta tensão. Na saída geral de alta tensão, estará localizado o disjuntor geral de proteção em alta tensão, uma chave seccionadora de abertura do circuito de alta tensão.

6.9.3. SDSC – SISTEMA DE SUPERVISÃO

O sistema de automação da usina será baseado em um conjunto de Controladores Lógicos

Programáveis (CLP's), onde uma unidade base se comunica com uma unidade remota localizada próxima ao local dos acionamentos (normalmente localizado no piso inferior), através do protocolo *DeviceNet*. Isto proporciona distâncias menores nos cabos de sinais. O sistema também possui comunicação *ModBus* com os outros aparelhos do painel.

Como interfaces para as informações, serão utilizados dois microcomputadores, trabalhando em redundância, comunicando através de Ethernet com o CLP. Todos os CLP's da usina estarão na mesma rede Ethernet possibilitando a comunicação entre eles, quando necessário.

O sistema de automação possuirá identificação do usuário por nome e senha, ou seja, qualquer pessoa só poderá ter acesso aos comandos e configuração da máquina se estiver habilitado com o nome (*login*) e a senha, corretos.

A máquina possuirá dois modos de comando: Manual e Automático. No modo manual, o operador deve comandar a máquina passo a passo com um simples toque nos botões indicativos na tela "Comandos". Isto deve ser executado com muita atenção, verificando sempre se os comandos foram corretamente introduzidos. Lembrando que, modo Manual significa que o operador irá acionar as etapas somente no momento em que ele desejar; mas, controle de pressão, fluxo, posição, velocidade e tensão são todos executados pelo controlador.

No modo Automático, o operador fará somente o ato de iniciar a partida/parada. Os comandos dos passos serão feitos automaticamente pelo controlador de acordo com a ordem das etapas, obedecendo aos tempos e estados pré-programados para cada uma delas. Em modo automático é possível "abortar" a partida ou parada em qualquer momento, isto irá causar a parada do processo (de partida ou parada da máquina) assim em que acabar o passo que estiver executando. O sistema fica esperando um novo comando, que pode ser automático ou manual de partida ou parada.

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 7

7. ESTUDOS AMBIENTAIS	1
7.1. VISÃO INSTITUCIONAL	1
7.2. GESTÃO AMBIENTAL NO ESTADO DO PARANÁ	2
7.3. O MEIO AMBIENTE E A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	3
7.4. MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO.....	7
7.5. IMPACTOS E BENEFÍCIOS.....	8
7.5.1. IMPACTOS ESPERADOS	8
7.5.1.1 AVALIAÇÕES FUNDIÁRIAS.....	9
7.5.2. BENEFÍCIOS GERADOS.....	10
7.5.3. QUESTÕES FUNDIÁRIAS: IMÓVEIS AFETADOS PELO EMPREENDIMENTO	11
7.6. OUTROS USOS D'ÁGUA	11
7.6.1. TIPOS DE USO.....	13
7.6.1.1. CONSUMO HUMANO.....	13
7.6.1.2. DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS.....	13
7.6.1.3. RECREAÇÃO, TURISMO E PESCA.....	13
7.6.1.4. IRRIGAÇÃO.....	13
7.6.1.5. NAVEGAÇÃO	13
7.6.1.6. CONTROLE DE CHEIAS	13
7.6.1.7. GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRÁULICA	14
7.6.1.8. VAZÃO ECOLÓGICA.....	14
7.7. TERMO DE REFERÊNCIA PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL CGH E PCH – ATÉ 10MW.....	15
7.8. HISTÓRICO JURÍDICO AMBIENTAL DA PCH Cavernoso V.....	16
7.9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	16
ANEXO 7.1.....	18
ANEXO 7.2.....	19
ANEXO 7.3.....	20
ANEXO 7.4.....	21

7. ESTUDOS AMBIENTAIS

7.1. VISÃO INSTITUCIONAL

O Meio Ambiente pode ser definido como sendo o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, obriga e rege a vida em todas suas formas.

Qualquer atividade que interfira nas condições ambientais vigentes está submetida ao controle do Estado, sendo permitidas práticas e condutas cujos impactos possam ser absorvidos por medidas mitigadoras e compensatórias.

A questão ambiental atingiu um estágio de relevante importância em virtude do quadro atual de alteração climática que tende a produzir modificações significativas da dinâmica de interdependência dos fatores ambientais, com sérios desdobramentos que podem afetar todas as relações sociais e produtivas, num contexto global.

Trata-se, portanto, de um tema que cada vez mais mostra sua atualidade em função do processo de conscientização da sociedade em busca do estabelecimento de políticas e programas de desenvolvimento que tenham um caráter de sustentabilidade e que os impactos decorrentes da exploração dos recursos naturais não alterem significativamente a dinâmica dos ecossistemas, refletindo em deterioração da qualidade de vida.

As variáveis ambientais, pelas suas abrangências, apresentam uma interface direta com os diversos tópicos associados às atividades estruturantes e, por conseguinte, com as relações multidisciplinares reinantes nas áreas direta e indiretamente afetadas, que produzem efeitos nas estruturas socioeconômicas, físicas e bióticas associadas a um determinado meio.

Pela sua importância, assinala-se que toda atividade impactante está submetida ao controle do Estado, que atua com o objetivo de nortear condutas na busca do restabelecimento do equilíbrio do meio que, porventura, sofra alteração mais significativa.

Para tanto, a dinâmica social do país atuou de forma a se consolidar um arcabouço institucional mais recente, a partir da publicação da Lei nº. 6.938/1981, que definiu a Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecendo a necessidade de licenciamento de obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos pela constatação de que tais atividades eram modificadoras do Meio Ambiente.

A Constituição Federal de 1988, que introduziu conceitos relacionados ao direito de todos em conviver num meio ecologicamente equilibrado, exigiu estudo prévio ambiental de obras potencialmente impactantes.

Na evolução do escopo normativo, publicou-se à Lei nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos dispondo sobre a necessidade de assegurar a disponibilidade de água, o uso racional e integrado bem como manter os padrões de qualidade adequados aos diversos usos.

Em 1997, a Resolução nº. 237 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente definiu as

competências da União, Estados e Municípios e determinou que o licenciamento deverá ser sempre feito em um único nível de competência.

O grande desafio no tratamento das questões ambientais é justamente lidar com uma ciência que abrange conceitos multidisciplinares, alguns deles de entendimento subjetivo e que demanda soluções que mantenham relações estáveis entre o desenvolvimento social e a utilização dos recursos naturais finitos.

7.2. GESTÃO AMBIENTAL NO ESTADO DO PARANÁ

No Estado do Paraná a gestão dos assuntos ambientais é feita através da seguinte estrutura administrativa:

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, órgão normativo da administração direta do Governo do Estado do Paraná, criada pela Lei Estadual nº 10.066/92.

Instituto Ambiental do Paraná - IAP. Autarquia Estadual, órgão executivo da administração indireta, vinculado à SEMA, criado pela Lei Estadual n.º 10.066/92 e alterada pela Lei Estadual n.º 11.352/96, tem seus objetivos apontados no Decreto Estadual 1.502 de 4 de agosto de 1.992.

Instituto das Águas do Paraná – AGUASPARANÁ. A Lei Estadual nº 16.242 de 13 de outubro de 2009 criou o Instituto em substituição a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA). Autarquia Estadual, órgão executivo da administração indireta, vinculada à SEMA, responsável pela formulação e execução da Política Estadual de Recursos Hídricos e pela implementação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Cabe igualmente à instituição a gestão do Fundo Estadual de Recursos Hídricos e a Secretaria Executiva do Conselho Estadual de Recursos Hídricos. A partir da emissão do Decreto nº 1651/03 passou também a exercer as funções de Agência de Água, responsável pela coordenação, elaboração e implementação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, dos Planos de Bacias Hidrográficas e pela cobrança da água.

Conselho Estadual do Meio Ambiente - CEMA. Órgão de caráter consultivo/deliberativo e segundo a legislação em vigor (Leis Estaduais 7978/84, 8289/86, 8485/87 e 11352/96) integravam o CEMA, como conselheiros, seis Secretários de Estado e o Procurador Geral, três deputados estaduais, cinco representantes de instituições universitárias e sete representantes de associações conservacionistas não governamentais, com calendário de reuniões ordinárias mensais e Comissões Técnicas Temporárias.

Conselho do Litoral - Vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA, o Conselho do Litoral, é um órgão colegiado, criado pelo Decreto Estadual 4605/84, com composição e atribuição definidas pelo Decreto Estadual 2154/96.

Batalhão da Polícia Florestal - BPFLO. Componente da força Policial Militar do Estado é vinculado à Secretaria de Estado da Segurança Pública, como Unidade Especializada na proteção ao Meio Ambiente. A Lei Estadual nº 6.774, Lei da Organização Básica da polícia

Militar do Paraná, de 08 de janeiro de 1976, transformou o Corpo de Polícia Florestal em Batalhão de Polícia Florestal.

Delegacia de Proteção ao Meio Ambiente - DPMA. Componente da força policial civil do Estado é vinculada à Secretaria de Estado da Segurança Pública e adota as medidas necessárias para investigação, prevenção, repressão e apuração das infrações penais lesivas ao Meio Ambiente, incluindo-se os atos lesivos a Flora, Fauna, Pesca, Poluição, Ordenamento Urbano e Patrimônio Cultural.

Comissão de Ecologia e Meio Ambiente da Assembléia Legislativa do Estado do Paraná - a ela compete manifestar-se sobre as posições relativas à disciplina das atividades humanas que interferem ou alterem o Meio Ambiente, as que visem à conservação da Natureza e evitem a depredação dos Recursos Naturais.

Ministério Público Estadual - MP. Instituição permanente, essencial à função jurisdicional do Estado, incumbindo-lhe a defesa da ordem jurídica, do regime democrático e dos interesses sociais e individuais indisponíveis (artigo 127 da Constituição Federal de 1988).

7.3. O MEIO AMBIENTE E A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

É escusado citar a inter-relação entre o meio ambiente e a necessidade de produção de energia para atendimento das demandas humanas básicas, bem como o papel da energia na manutenção da qualidade de vida e sustentação econômica a atual da sociedade. Parte-se do princípio elementar de que a energia elétrica é um bem indispensável a atual forma de vida e que deve ser produzido com mínimo impacto ao meio ambiente.

A matriz energética brasileira ainda depende em grande parte de fontes não renováveis. A dependência de fontes como essas pode não ser sustentável em longo prazo.

O balanço da matriz energética brasileira é apresentado na tabela 7.1 (ANEEL – 2015). Dentre a diversidade, destaca-se o potencial hidráulico que representa aproximadamente 62% da energia elétrica gerada no país.

É notável a crise de gestão hídrica e econômica e por que passa o setor elétrico afetando toda a população do país mais acentuadamente a partir do ano de 2013. Esta se fez sentir no aumento grave do risco de desabastecimento e na drástica elevação dos preços, fatos inegáveis a todos os cidadãos e seguimentos da economia.

Na origem da crise verificam-se dois elementos principais:

1 – a entrada sempre crescente das térmicas fósseis na base do sistema, mais caras e poluentes, em detrimento das fontes renováveis, mais econômicas e limpas;

2 – O descompasso de oferta de novos empreendimentos de geração frente a crescente demanda, mormente em função de ausência de estímulos econômicos e das dificuldades de licenciamento ambiental impostas às fontes de energia hídrica, paradoxalmente.

É reconhecido no setor que a construção de novos empreendimentos de geração e transmissão de energia não vem acompanhando o crescimento da demanda, elevando assim o grau de risco de não atendimento (apagões) e pela lei de mercado (redução da oferta) aumentando o preço do produto energia.

O infográfico a seguir, elaborado por Eletropaulo, auxilia na demonstração do por que do aumento recente nas contas de energia, notadamente com o ingresso progressivamente maior de energia térmica, mais cara e poluente.

Também este estudo demonstra como o risco de desabastecimento interfere, negativamente, nas contas de cada empresa ou cidadão.

Assim, permite vislumbrar a intrincada cadeia tributária e o complexo controle regulatório sobre o setor elétrico que atualmente está desmembrado em três segmentos principais geração transmissão e distribuição e no consumo em dois setores, mercado regulado e mercado livre.

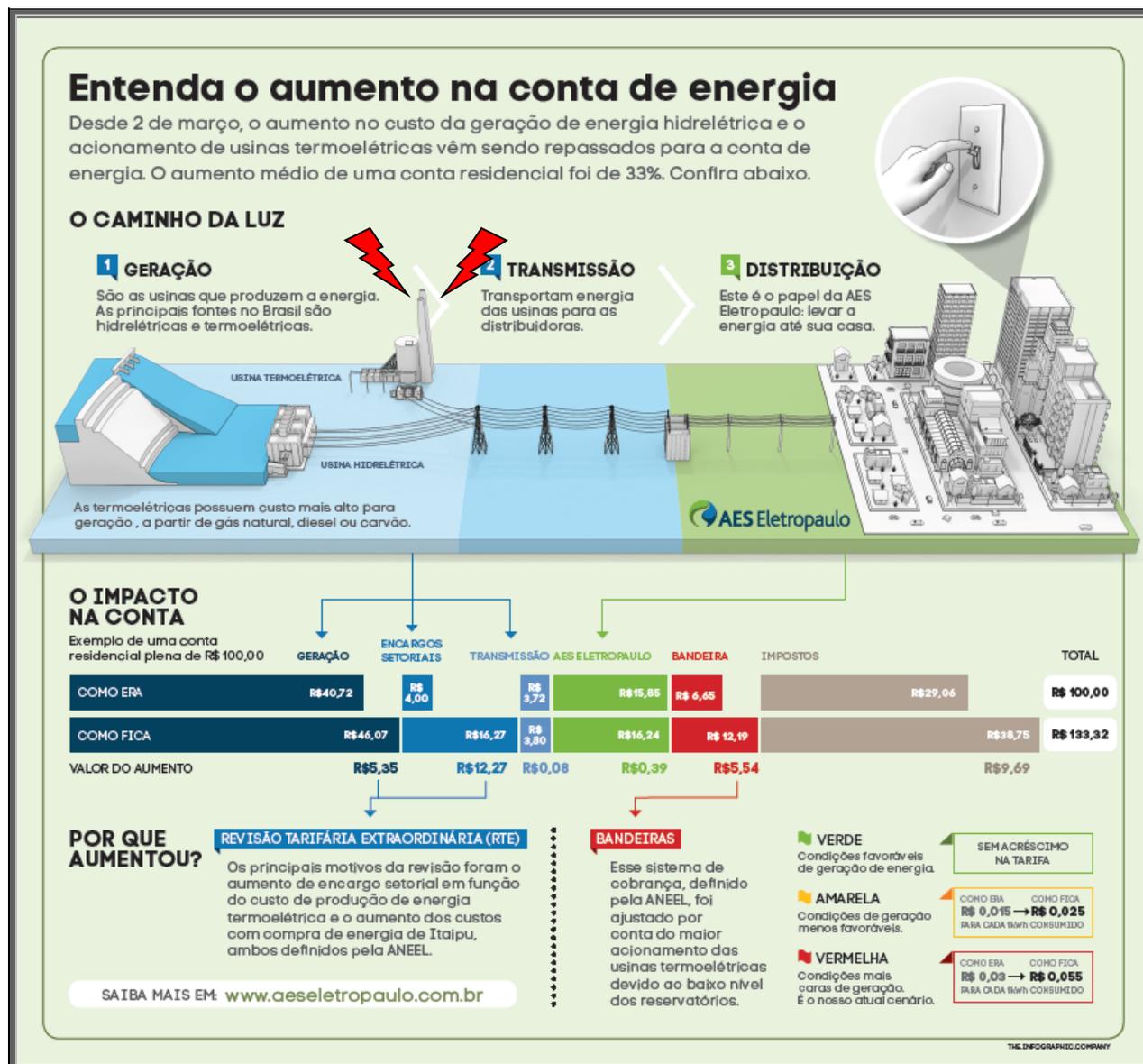


Gráfico 7.2 – Demonstrativo do aumento na conta de energia elétrica.

Feito este breve relato do cenário nacional, da crise pelo que o setor passa, concentremo-nos na situação do Estado do Paraná quanto à geração de energia elétrica.

Quanto ao atendimento do mercado consumidor de energia elétrica, o Estado do Paraná encontra-se em situação privilegiada, com seu balanço de fornecimento equacionado no curto prazo.

A ampliação do parque gerador do estado do Paraná exprime um cenário recessivo com alguns empreendimentos esporádicos de médio porte liderados por empresas estatais e uma forte demanda de potenciais de pequeno porte aguardando licenciamento encabeçados pela iniciativa privada.

A questão que se discute é que usinas de grande porte, propostas para serem construídas em um Estado composto por minifúndios, geram desdobramentos de cunho ambiental que

demandam prolongados processos de negociação relativa à desocupação das áreas de reservatório. A desvinculação da população atingida de seu tradicional reduto requer programas de remanejamento que só pode ser suportado por obras vultosas.

Por outro lado, o Paraná tem uma tradição consolidada na construção de pequenas centrais hidrelétricas seja através de sua concessionária estatal – COPEL seja pela iniciativa privada através dos projetos implantados que movimentam a economia regional sem provocar interferências ambientais mais significativas.

Há de se compatibilizar o incentivo ao crescimento da oferta de energia com a demanda licenciatória que no estado é administrada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA.

Num cenário de planejamento até 2020, espera-se que o Paraná atinja uma posição confortável na produção energética por meio da valorização e aproveitamento de fontes renováveis, entre elas: a hídrica e a biomassa.

Conforme mencionado anteriormente, nesse momento faz-se necessária à compatibilização prévia entre o que foi idealizado e aprovado pela ANEEL na bacia do rio Cavernoso na fase de inventário com os parâmetros físicos e suas possíveis variantes em fase de projeto básico, visando sempre à otimização do recurso natural, sem interferência com demais aproveitamentos viáveis previstos.

7.4. MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO

Constitui um desafio a qualquer estado industrializado promover o crescimento de modo sustentável sem agressões ao meio ambiente. Focalizando a questão energética, é indiscutível que o crescimento econômico está atrelado a implantação de novas fontes de geração de energia e especialmente aquelas fontes consideradas limpas e renováveis.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo MDL constitui-se em um conjunto de ações estratégicas visando à redução e possível reversão da emissão de carbono e outros agentes poluidores na atmosfera, contribuindo para redução do efeito estufa e evitando cenários catastróficos prescritos para um futuro próximo, caso se mantenham as taxas de emissão atuais.

Nada mais é de que o estabelecimento de normas que punem o agente poluidor, penalizando-o com taxas, formando um fundo que remunera aqueles que atuam em sentido contrário, ou seja, despoluem, retirando o carbono livre da atmosfera ou através de tecnologias adequadas evitando e ou reduzindo sua produção.

Trata-se de um assunto de interesse global, sintetizado em um acordo denominado “Protocolo de Quioto” acatado cada vez mais tanto por países industrializados quanto emergentes.

O artigo 12 do Protocolo de Quioto é referente ao MDL, o seu propósito é prestar assistência às Partes não incluídas no Anexo I (referente ao protocolo) para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às

Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3.

O Protocolo de Quioto exige que todos os projetos de MDL sejam submetidos à validação e verificação/certificação por uma entidade operacional designada, ou seja, verificada independentemente por terceiros.

Existem projetos de MDL na área de Aterros Sanitários; **Pequenas Centrais Hidroelétricas - PCH**; Geração de energia a partir de biomassa; Co-geração com bagaço de cana; Suinocultura etc. Estes projetos permitem a redução das emissões de gases de efeito estufa atuando seja no aumento da remoção de CO₂, mediante investimentos em tecnologias mais eficientes, ou na substituição direta de fontes de energia fósseis por renováveis, racionalização do uso da energia, florestamento e reflorestamento, entre outras.

A PCH em questão é um projeto de geração de energia livre de gases de efeito estufa (GEEs) que propiciará reduções nas emissões de GEEs ao substituir a geração em usinas térmicas a combustível fóssil, que alimentam o sistema interligado de energia.

Este projeto especificamente está sendo desenvolvido visando sua certificação como participante do MDL. Neste sentido propostas foram solicitadas e estão sendo analisadas por empresas especializadas.

O projeto considera a remuneração obtida com a comercialização dos créditos de carbono no seu fluxo econômico, sendo esta verba suficiente para cobrir os custos operacionais da usina, auxiliando direta e positivamente na viabilidade do empreendimento.

7.5. IMPACTOS E BENEFÍCIOS

A seguir serão abordados, resumidamente, os principais impactos e benefícios esperados advindos da implantação deste empreendimento. Logicamente os estudos completos são objetos das avaliações ambientais contratadas visando o processo de licenciamento e que dependem da conclusão dos estudos de engenharia para a sua finalização.

7.5.1. Impactos esperados

Os principais impactos negativos resultantes das alterações ambientais promovidas por empreendimentos hidrelétricos no meio abiótico são: mudanças na dinâmica de sedimentação ao longo dos reservatórios e na velocidade do fluxo hídrico do rio Cavernoso.

No meio biótico está associado à alteração do ambiente aquático lótico para lântico em alguns pontos na área do reservatório da PCH Cavernoso V, criando condições desfavoráveis para algumas espécies da fauna e favoráveis para outras. No entanto, são desconhecidas as alterações que podem ocorrer, tanto qualitativa, quanto quantitativamente, para a maioria das espécies de peixes.

Considera-se como fase mais crítica a de implantação das estradas e demais construções necessárias a PCH, período de grande movimentação de pessoas e máquinas, que acarretarão em significativa poluição sonora e visual, provocando o refúgio de grande parte das

espécies animais para áreas circunvizinhas. Problema este, que deverá ser solucionado, em parte, com o término da obra, visto que boa parte da mata atingida se regenerará principalmente gramíneas e vegetação arbustiva, e a poluição sonora serão significativamente reduzidas, permitindo a reutilização da área pelos espécimes refugiados em matas próximas.

No caso específico do arranjo selecionado para a usina Cavernoso V, este propõe um arranjo partindo de uma barragem de face de enrocamento com núcleo vedante em argila compactada, captação por canal de aproximação, tomada d'água, canal de adução, câmara de carga e conduto forçado por fim uma casa de força.

Quanto aos impactos socioeconômicos gerados pelos empreendimentos, os principais são devido ao alagamento de benfeitorias incidentes (cercas, bueiros e trechos de acessos) sobre a área onde será criado o reservatório e sobre a área onde será feita a recomposição da mata ciliar do rio (Área de Preservação Permanente).

O reservatório proposto com 6.168m de comprimento e espelho d'água de alagamento (alagamento total) de 102,28ha. A área alagada efetiva, ou área alagada de barranca do rio, totaliza 76,50ha. A usina implantará uma política de preservação da região do entorno do reservatório, a fim de mitigar possíveis efeitos negativos.

Com a elaboração de novos estudos cartográficos de fonte recente (2016) foi possível tecer um diagnóstico bem acurado dos impactos de atingimento fundiário e de benfeitorias.

A porção de vegetação que não será atingida pelo alagamento ou pelas obras da PCH encontra-se entre ilhas e/ou fragmentos de vegetações, as quais possibilitarão refúgio à fauna.

Salienta-se que grande parte da fauna possui hábito migratório e ampla área de vida, o que possibilita um fluxo permanente entre essas áreas.

Para se preservar a ictiofauna no trecho de rio ensecado, foi adotada a manutenção da descarga de vazão sanitária permanente, conforme critério aceito em âmbito estadual 50%Q10,7, que no caso resultou 0,82m³/s. Este valor atende as condições de vida e tempo de renovação das poças existentes no trecho ensecado.

Na área de alagamento serão afetadas 8 benfeitorias. A mata ciliar a ser afetada representa uma estreita faixa, havendo recomposição da mesma por ocasião da formação do reservatório. Áreas de pastagens serão afetadas, representando também uma estreita faixa.

Cabe ressaltar também que nenhuma propriedade será inviabilizada, no que se refere à área remanescente, pois as áreas afetadas são de pequenas dimensões.

Além disso, com a proposta da consolidação, toda e qualquer benfeitoria afetada, será repostada, reconstruída ou indenizada, ao que couber.

7.5.1.1. Avaliações fundiárias

Procedemos avaliações fundiárias através da seguinte metodologia:

Contagem de benfeitorias e vistas a campo, aplicando um valor de R\$ 250.000/construção; Quanto aos terras alagadas e APP inicialmente verificamos que grande percentual das terras atingidas são terras mecanizáveis ou pastagens o que as enquadraria em terras mecanizáveis.

Através da consulta realizada na Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, a avaliação das terras nos municípios de Guarapuava, Cândói e Cantagalo, sob a data base de 2016 apresenta um preço médio entre R\$35.000,00/ha e R\$3.500,00/ha. Conforme tabela abaixo:

Tabela 7.1 – Avaliação das terras nos municípios

Descrição Município	Tipo de Terra	Classe / Grau	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Guarapuava	Mista	Mecanizada	13.000	11.100	15.700	16.100	14.900	17.800	17.800	19.600	30.000	30.000	30.500
		Mecanizável	5.400	5.600	7.600	5.800	4.600	7.800	8.000	8.800	11.500	11.800	11.800
		Não Mecanizável	3.600	3.600	4.200	4.150	3.000	4.500	4.900	5.300	6.200	6.500	6.500
		Inaproveitáveis	1.100	1.500	1.850	2.100	1.300	2.800	2.800	3.000	3.900	3.900	3.900
Cantagalo	Mista	Mecanizada	8.700	8.250	9.900	12.300	11.700	12.700	14.800	17.800	23.600	24.800	28.600
		Mecanizável	4.900	5.150	6.800	7.100	7.250	7.850	9.000	10.600	14.100	14.200	16.400
		Não Mecanizável	3.500	3.800	4.600	4.700	4.900	5.200	6.300	7.000	9.000	9.000	10.200
		Inaproveitáveis	850	1.250	1.600	2.400	2.600	2.900	3.200	3.200	3.500	3.300	3.500
Cândói	Mista	Mecanizada	11.900	9.900	13.200	14.100	13.200	17.500	19.100	22.700	29.300	30.900	35.000
		Mecanizável	5.400	5.400	7.500	7.850	7.100	9.700	12.700	14.200	17.900	17.300	19.800
		Não Mecanizável	3.100	3.700	4.500	4.750	4.500	6.200	8.000	8.900	11.000	9.900	11.200
		Inaproveitáveis	900	1.400	1.700	2.500	2.700	3.200	3.900	4.000	4.500	4.100	4.000

7.5.2. Benefícios gerados

Alguns dos aspectos positivos que podem ser mencionados pela instalação do empreendimento é a geração de empregos diretos e indiretos no período de tempo das obras para a construção da PCH, cuja estimativa de aproximadamente quinze meses.

Espera-se neste período empregar um contingente direto de 80 pessoas envolvidas na construção que, devido à proximidade da cidade deverão ser alojadas na mesma, movimentando a economia local. Também 60 postos indiretos no mínimo devem ser gerados e mantidos envolvidos com o empreendimento.

Outro benefício é o repasse de verbas, na forma de impostos, cujo principal é o ICMS, para o município onde estará localizada a PCH, aumentando com isso a arrecadação municipal, especialmente na fase operacional. No empreendimento estudado a casa de força estará localizada no município de Cândói.

Deve ser ressaltado ainda, que um benefício ambiental promovido pela instalação do empreendimento será a recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APP), com o plantio de espécies vegetais nativas, ao longo dos corpos d'água na área de influência direta do alagamento, com dimensões de 50m nas margens do lago.

A medida ambiental planejada, de reflorestamento de toda mata ciliar em torno do reservatório, trará futuramente resultados positivos quanto ao repovoamento e refúgio para a fauna local.

7.5.3. Questões fundiárias: imóveis afetados pelo empreendimento

Houve o cadastro das questões fundiárias para fins de estudos ambientais, porém, nenhuma matrícula foi adquirida até o momento aguardando a sinalização da viabilidade ambiental para se iniciar as negociações.

7.5.4. Áreas Indígenas

A reserva indígena mais próxima da PCH Cavernoso V se encontra a 44,7km (Figura 7.1) e por ser uma distância considerável não demanda enfoque sobre esse assunto.

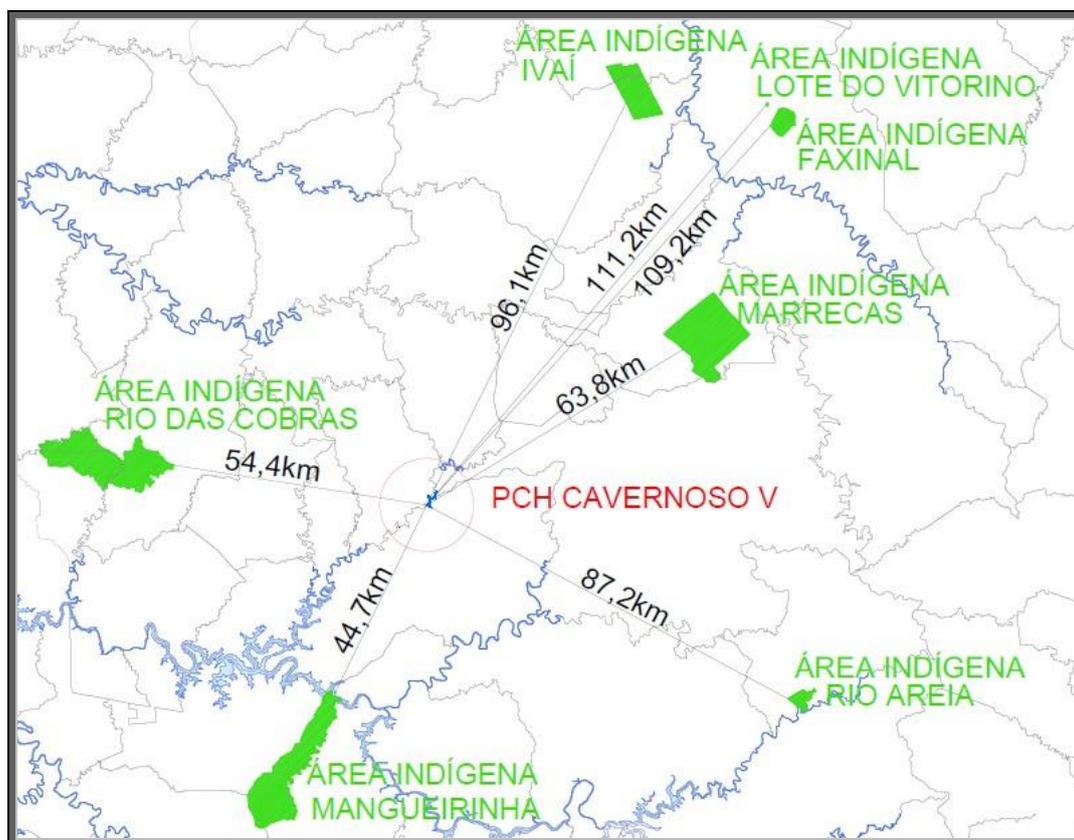


Figura 7.1 – Terras Indígenas

7.6. OUTROS USOS D'ÁGUA

A água é um recurso natural de disponibilidade limitada e dotada de valor econômico, cuja gestão é definida pela política de recursos hídricos implementada no âmbito de cada unidade da federação.

É um bem vital para a manutenção de toda cadeia física e biológica que garantem às condições de preservação da vida e dada a sua importância, a partir da década de 80, o Estado resgatou conceitos preconizados no Código de Águas criando um novo ambiente

regulatório cada vez mais preservacionista, com a assunção de novas condutas que envolvem o planejamento e o gerenciamento de aspectos quantitativos e qualitativos da água.

Adicionalmente, também ampliou conceitos com vistas a incorporar as componentes sociais e econômicas que garantam as condições de sustentabilidade do uso múltiplo dos recursos hídricos.

No contexto federal, a regulamentação ocorreu através da Lei nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos fundamentada nos seguintes pontos:

- A água, além de ser um bem de domínio público, é um recurso natural limitado e de múltiplo uso;
- O uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais, em caso de escassez;
- A bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implantação da Política de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Em relação ao último ponto, registra-se que em relação ao Estado do Paraná o órgão executivo gestor do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/PR é o Instituto das Águas do Paraná - AGUASPARANÁ. Ele oferece suporte institucional e técnico à efetivação dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH/PR) instituída pela Lei nº 12.726/99.

Dessa forma, o Instituto reafirma conceitos e defini os objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos de modo a promover a harmonização entre os múltiplos e competitivos usos dos recursos hídricos e a sua limitada e aleatória disponibilidade temporal e espacial, com o intuito de:

- a) Assegurar o abastecimento humano e permitir a continuidade e desenvolvimento das atividades econômicas;
- b) Combater os efeitos adversos das enchentes, estiagens e da erosão do solo;
- c) Impedir a degradação e promover a melhoria de qualidade das águas superficiais de modo a garantir, no presente e no futuro, condições de disponibilidade.

Diante da importância do tema e considerando os quadros de variabilidade, de distribuição e de competição pelo uso da água superficial para atender ao abastecimento de populações e irrigação de lavouras; a diluição de esgoto doméstico e industrial e pesca; geração de energia e lazer; entre outros, instituiu-se o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, que é um modelo de gerenciamento descentralizado aplicado ao estado do Paraná.

7.6.1. Tipos de uso

7.6.1.1. Consumo humano

A região é abastecida por uma rede de drenagem de porte moderado sendo que os usuários têm alternativa de suprimento para cada demanda, sem que haja a configuração de um quadro de conflito pelo uso. Acredita-se que esta utilização não apresenta uma tendência que venha, mesmo no longo prazo, exigir volumes consuntivos de maior expressão.

7.6.1.2. Dessedentação de animais

A pecuária desenvolvida na região está relacionada aos rebanhos galináceos, bovinos e suínos. O fornecimento de água para a criação de animais, e para atendimento da fauna local, essa em constante fluxo de deslocamento, também não constitui um dado que venha sinalizar qualquer prejuízo.

7.6.1.3. Recreação, turismo e pesca

A região não desempenha um papel importante relacionado ao turismo e o desenvolvimento de práticas esportivas. As atividades de pesca comercial ocorrem no rio Principal, Iguaçu e em pequena escala.

7.6.1.4. Irrigação

Não foram constatadas expressivas irrigações nas proximidades do rio Cavernoso. Esse tipo de uso consuntivo ocorre fora da região de interesse e não constitui um uso concorrente com a geração de energia elétrica.

7.6.1.5. Navegação

Esse tipo de uso não ocorre na área de influência do rio Cavernoso. Além disso, não há demanda para que este modal de transporte ocorra. A região é bem servida por rede de estradas vicinais e rodovias para o escoamento da produção agrícola.

7.6.1.6. Controle de cheias

Há indícios de ocorrência de picos de cheias de expressiva magnitude que não causam danos ao longo de toda a sua extensão, pois a topografia acidentada é um dispersor natural de ocupação.

Pelas características da topografia local, marcada por um relevo acidentado e trechos sinuosos existe uma tendência de estabelecimento de arranjos físicos que resultem na formação de reservatórios a fio d'água, com baixa capacidade de acumulação e sem a propriedade de laminar as cheias.

Portanto o presente estudo não considera objetivo de controle de cheias e tampouco antevê esta ser uma demanda premente para a bacia.

7.6.1.7. Geração de energia hidráulica

Este é um tipo de uso que, inclusive, motivou a elaboração deste Projeto Básico, de tal sorte a avaliar as potencialidades do rio, com utilização intensiva, mas não consuntiva dos recursos hídricos.

Pelas características da topografia local, marcada por um relevo acidentado e trechos sinuosos existe uma tendência de estabelecimento de arranjos físicos que resultem na formação de reservatórios com baixa capacidade de acumulação e laminação de cheias, usualmente definidos como sendo a fio d'água.

Estas condições geralmente influenciam no arranjo de modo a dotá-lo de uma concepção mais simples, no qual o circuito hidráulico é do tipo de desvio, constituído por túnel, ocasionando modificação na dinâmica do escoamento, com redução das vazões no trecho ensecado.

Avaliando os usos anteriormente mencionados, verifica-se que não existe restrição quanto ao aproveitamento das aflúências naturais visando à geração de energia elétrica ao longo deste rio.

7.6.1.8. Vazão ecológica

A vazão ecológica ou sanitária é um volume de água estabelecido a ser liberado permanentemente a jusante do barramento para evitar o ensecamento do rio durante o enchimento do reservatório ou mesmo durante a operação, este em casos de arranjo de desvio. O estabelecimento da vazão ecológica é um parâmetro que varia em função da legislação ambiental de cada unidade da Federação e sua definição pode depender de análises pontuais, a serem efetuadas caso a caso.

No estudo de inventário do rio Cavernoso, bem como neste estudo de Projeto Básico da PCH Cavernoso V, devido às características do arranjo proposto acarretar um trecho ensecado na calha do rio, necessidade de manutenção da vazão ecológica na operação da usina (Figura 7.5 e 7.6).

Antigas normas setoriais estabeleciam que na elaboração dos estudos e na concepção do Projeto, deveria ser considerado que a vazão remanescente no curso d'água, a jusante do barramento, não pode ser inferior a 80 % da vazão mínima média mensal, calculada com base nas vazões naturais observadas no local previsto para o barramento, de acordo com o Manual de PCH – ELETROBRÁS/ANEEL.

Observa-se que no Estado do Paraná os licenciamentos ambientais tem tomado como base o valor de referência 50% Q7,10 (cinquenta por cento da vazão de estiagem de sete dias de duração e 10 anos de recorrência), segundo órgão fiscalizador dos recursos hídricos do estado - SUDERHSA.

A seguir estão apresentados os valores de vazão mínima média diária esperada para sete dias de duração e variados tempos de retorno obtidos a partir dos estudos de regionalização de vazões, considerando distribuições estatísticas de Weibull.

Os valores colocados no gráfico abaixo foram gerados pelo programa de regionalização HG77 do CEHPAR(UFPR) para a foz do rio Cavernoso e trasladados por simples relação de área de drenagem para o eixos da PCH's Cavernoso V.

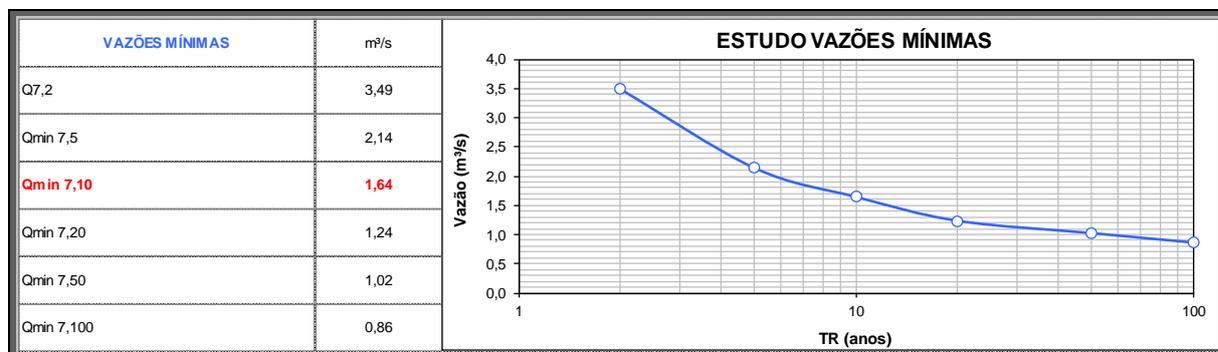


Gráfico 7.3 – Estudo de Vazões Mínimas

O valor de vazão ecológica deve atender aos critérios hidrológicos exigidos pelo órgão gestor de recursos hídricos estadual e na fase dos estudos de inventário considerou-se o desconto de 50% da vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de retorno de 10 anos (Q10,7) para definição da vazão sanitária, resultando em (50%Q10,7) 0,82m³/s. Este valor foi mantido nesta atual fase de projeto básico por atender ao critério do órgão gestor de recursos hídricos no Estado do Paraná.

Esta vazão é liberada permanentemente a jusante da barragem em volume suficiente para dar condições de manutenção da fauna e flora do trecho entre a barragem e a restituição. Associado a isto, como a usina é a fio d'água, calculou-se que em cerca de 20% do tempo as águas do reservatório estarão fluindo sobre o vertedouro. Essas águas contribuirão significativamente em favor do regime hídrico e da renovação das águas retidas nas cisternas naturais.

O valor desta vazão leva em consideração que o rio Cavernoso apresenta regime extremo de vazões sem sazonalidade definida, onde se observa que a vazão de seca é bastante pronunciada já na condição natural sem barramento. Além disto, no trecho ensecado existem corredeiras que constituem obstáculos naturais intransponíveis à ictiofauna, dividindo-o em sub-trechos isolados.

Dentro deste contexto o tempo previsto de renovação das poças do rio no trecho ensecado variaria aproximadamente de 25 minutos a 3 horas 50 minutos. Isso indica não haver evidências preliminares de problemas de ordem sanitária nas poças.

Além disso, em situações de emergência a descarga poderá ser aumentada 1h/dia, como medida mitigadora sem maiores impactos energéticos por ser uma situação extraordinária, geralmente de curta duração. Este aumento emergencial de vazão ecológica seria provido por simples vertimento, paralisando deliberadamente o despacho da PCH Cavernoso V.

7.7. TERMO DE REFERÊNCIA PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL CGH E PCH – ATÉ 10MW.

No Estado do Paraná, o órgão licenciador é o Instituto Ambiental do Paraná - IAP e este emitiu o documento TERMO DE REFERÊNCIA PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL CGH E PCH –

ATÉ 10MW o qual estabelece os procedimentos básicos para obtenção do Licenciamento Ambiental referente à implantação de Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), em âmbito do Território Paranaense, com potência instalada até 10 MW.

Tal documento tem por objetivo determinar a abrangência, os procedimentos, os critérios e os subsídios técnicos para o desenvolvimento dos estudos ambientais, a serem apresentados através de Relatório Ambiental Simplificado (RAS) e Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais (RDPA).

Para realizar a abordagem dos principais impactos ambientais gerados pelos empreendimentos, foram realizadas as caracterizações do meio físico, biótico e sócio-econômico, visando com isso obter-se um diagnóstico do meio ambiente na área de influência direta e indireta. Estes dados estão disponíveis no capítulo 4.5 – Caracterização Ambiental.

7.8. HISTÓRICO JURÍDICO AMBIENTAL DA PCH CAVERNOSO V

Em 10 de abril de 2012 o **Despacho nº 1.156 SGH/ANEEL**, aprovou a Revisão dos Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Cavernoso, no trecho desde a nascente até o nível de montante da PCH Cavernoso III (cota 581 m), sub-bacia 65, bacia hidrográfica do Rio Paraná, no Estado do Paraná. (Anexo 7.1)

Em 31 de julho de 2015 o **Despacho nº 2.483 SCG/ANEEL**, efetivou como ativo o registro para a realização dos Estudos de Projeto Básico da PCH Cavernoso IV, situada no rio Cavernoso, integrante da sub-bacia 65, nos municípios de Candói e Cantagalo, no estado do Paraná. (Anexo 7.2)

Em 30 de agosto de 2016 a **Energética Rodão Ltda.**, protocolou consulta ao IAP, visando obter informações sobre as condições de Licenciamento Ambiental. (Anexo 7.3)

Em 26 de setembro de 2016, a **Energética Rodão Ltda.**, protocolou a solicitação de Outorga prévia superficial junto ao Instituto das águas do Paraná. (Anexo 7.4).

7.9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os tópicos anteriores concentraram-se em um levantamento de informações que permitiram caracterizar a região no entorno do empreendimento ora proposto.

Uma vez aceita a premissa de que a situação de racionamento energético tem custo inaceitável para a sociedade e compreendida a demanda crescente energética nacional, é racional nos preocuparmos com possíveis fontes de produção de energia para que seja factível, em um horizonte de curto prazo, definir dentre todas as alternativas quais aquelas que atendem em termos de mínimo custo ambiental e social.

A demanda energética aumenta, seja no setor industrial em pujante crescimento, seja pela melhoria da distribuição de renda e do índice de desenvolvimento humano, que puxam por sua vez o crescimento do consumo no setor comercial e residencial.

Como principais fontes de geração factíveis de curto prazo mais comuns têm-se as térmicas e as hidrelétricas. Em se tratando de um aproveitamento hidrelétrico, este é considerado como geração de energia limpa e renovável, tendo em vista que no processo não se gera efluentes e este obedece a um ciclo natural renovável, o ciclo da água.

Focalizando nos aproveitamentos hidrelétricos, seu principal impacto está localizado no reservatório, onde não raro grandes porções de terreno são ocupadas, desalojando contingente humano e atingindo toda uma biota existente.

Por outro lado verifica-se que esta usina pode contribuir, não somente em nível nacional, no equacionamento da demanda energética, mas principalmente em âmbito regional trazendo enorme benefício socioeconômico devido ao investimento local, empregos criados e possibilitando o aumento da arrecadação do município sede.

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

ANEXO 7.1

DESPACHO Nº 1.156 SGH/ANEEL

10 DE ABRIL DE 2012

ANEXO 7.2

DESPACHO Nº 2.483 SCG/ANEEL

31 DE JULHO DE 2015

ANEXO 7.3 PROTOCOLO IAP DE 30 DE AGOSTO DE 2016

ANEXO 7.4
SOLICITAÇÃO DE OUTORGA PRÉVIA
D'ÁGUA
BOLETO
COMPROVANTE DE PAGAMENTO
PROTOCOLO
26 DE SETEMBRO DE 2016

SUMÁRIO

CAPÍTULO 8

8. INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA	1
8.1. INFRAESTRUTURA LOCAL	1
8.1.1. ACESSOS EXTERNOS	1
8.1.2. ACESSOS INTERNOS	3
8.1.3. TELECOMUNICAÇÕES.....	3
8.1.4. SUPRIMENTO DE ENERGIA NO CANTEIRO	3
8.2. LOGÍSTICA DE OBRA / BALANÇO DE MATERIAIS.....	3
8.2.1. CANTEIROS DE OBRAS.....	5
8.2.2. FORNECEDORES DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	5

8. INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

8.1. Infraestrutura local

A PCH Cavernoso V localiza-se no rio Cavernoso, divisa Municipal entre Cantagalo e Candói, ambos os municípios situados no Estado do Paraná, na sub bacia 65, Bacia do rio Paraná.

O Estudo de Inventário deste rio Cavernoso foi elaborado pela empresa Renova PCH Ltda., e aprovado através do Despacho SGH/ANEEL nº 1.156 de 10 de abril de 2012.

O presente estudo de Projeto Básico foi realizado pela empresa **Energética Rodão Ltda.**, através de contrato com a empresa projetista Design Head Engenharia & Construtora Ltda., dentro das normas e orientações gerais ou específicas emanadas pela Agência Reguladora contidas nas Resoluções nº 343/2008 e devendo se enquadrar também na recente Res. nº 673/2015.

A barragem está inserida entre os municípios de Candói (margem esquerda) e Cantagalo (margem direita). A casa de força está localizada no município de Candói. Apesar de estar inserida no município de Guarapuava, a cidade polo mais próxima do local da barragem é Laranjeiras do Sul, distante cerca de 60 km do eixo, oferecendo total infraestrutura de apoio às obras. Outra opção de cidade polo é Guarapuava, distante cerca de 71 km. Ambas as cidades apresentam configuração econômica bem desenvolvida, com diversas indústrias instaladas, setor de comércio e serviços bem desenvolvidos hotéis e restaurantes.

Nas cidades citadas existem hotéis, farmácias, postos de combustíveis, supermercados, escolas, postos de saúde e hospitais adequados a princípio ao pequeno movimento esperado com a instalação desta obra.

Vislumbra-se que a logística de obra deverá ser contratada com equipe de construção local e eventualmente empreiteiras de fora, como por exemplo, para execução do túnel adutor, sendo que a empresa Energética Rodão Ltda., deve providenciar a infraestrutura básica de canteiro ou se apoiar nas residências disponíveis para aluguel nos distritos mais próximos.

Devido à distância existente entre as cidades e o local da obra, para a construção futura desta PCH será necessária à instalação de um canteiro completo (escritórios, refeitórios, dormitórios, almoxarifado, abastecimento de combustíveis, central de concreto, etc.) com boa logística de suprimento e estoque de insumos básicos.

8.1.1. Acessos externos

O acesso ao local da usina pode ser feito da capital Curitiba, por 313 km pela da rodovia BR 277 e 10 km por uma estrada vicinal, onde através de estradas de chão faz-se possível acessar o local da usina.

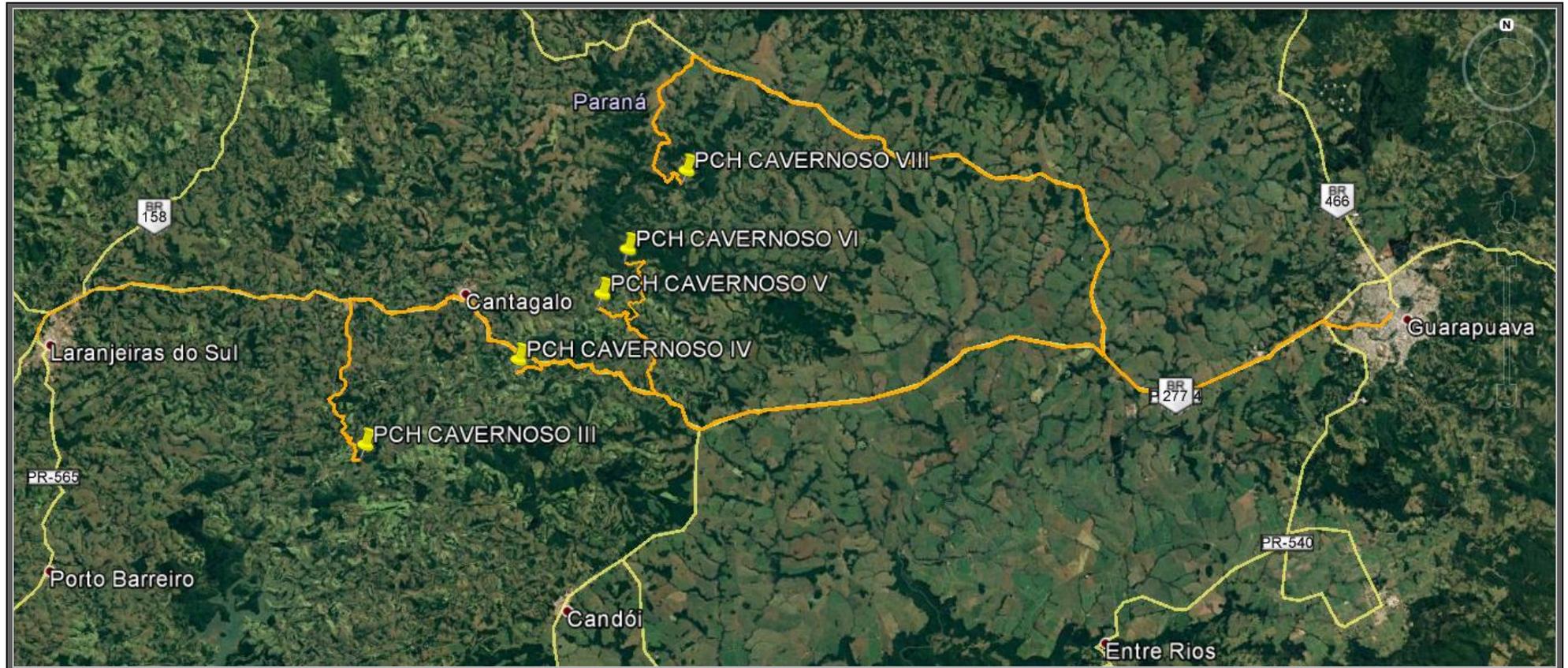


Figura 8.1 – Vista aérea dos acessos municipais e locais.

A planta de localização e acesso pode ser visualizada na figura a seguir e nas cartas geográficas em anexo.

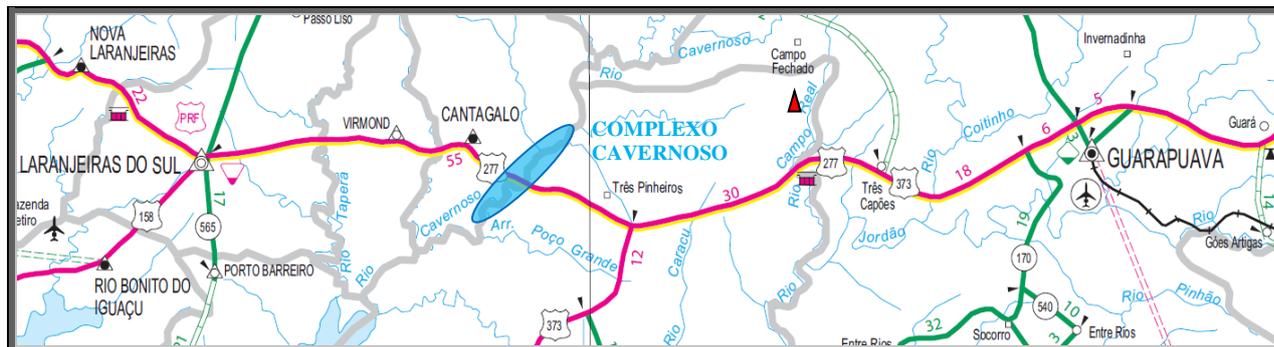


Figura 8.2 – Mapa rodoviário

Devido a sua concepção adiante comentada, a obra deverá ter algum movimento interno devido ao balanço e necessidade de transporte de materiais provenientes das escavações obrigatórias. Porém o tráfego externo esperado não é significativo tendo em vista o pequeno volume de concreto e materiais importados ao canteiro.

8.1.2. Acessos internos

Internamente à obra acessos amplos terão que ser implantados e devido à alta declividade do trecho recomenda-se fazer a devida drenagem e revestimento primário. O acesso que interligará o setor de barragem até a casa de força será construído, de modo a não prejudicar o que sobrou da mata nativa, esta já bastante antropizada.

8.1.3. Telecomunicações

Observou-se que em alguns pontos altos o sinal de telefonia celular é disponível. Nas áreas rurais uma alternativa é o radio canal. Provavelmente na fase de início de obra será utilizada esta alternativa para transmissão de dados e voz.

8.1.4. Suprimento de energia no canteiro

A eletrificação rural é prestada através da distribuidora local COPEL em alternativa trifásica 34,5 kV rural. Para a obra será necessário a previsão de instalação de um ponto de transformação trifásico 34,5 kV/380 V visando atender as cargas listadas a seguir:

- **Canteiro da barragem, circuito adutor e casa de força** - Cargas simultâneas relativas aos equipamentos de construção civil, iluminação banca de formas e armaduras e chuveiros – total 240 kW; fator de carga típico 0,30, tempo de consumo médio 12 meses, estimativa de custos com energia (apenas consumo a R\$300,00mills/kWh) – R\$ 315.360,00.

8.2. Logística de obra / Balanço de Materiais

O projeto executivo da PCH Cavernoso V será iniciado apenas quando da emissão da licença de instalação em favor do grupo empreendedor e expedição da Resolução Autorizativa.

Analisando o projeto da alternativa selecionada verifica-se que se trata de um arranjo com circuito adutor em desvio por túnel pressurizado, de modo que é possível antever diversas frentes de trabalho em andamento paralelamente quando do momento de sua execução.

Também foi exposto no capítulo 4.4 – Estudos geológicos, geotécnicos e materiais de construção, que o projeto contempla no balanço de materiais de construção, a necessidade de um bota espera até a destinação final do enrocamento retirado do túnel e canal de aproximação.

Neste contexto, apresenta-se a seguir um quadro resumo de quantitativos totais extraído do orçamento previsto para o projeto para somente então depois iniciar o descritivo das possíveis fontes de fornecimento e logística da obra.

Tabela 8.1 – Resumo de quantitativos das obras civis PCH Cavernoso V.

RESUMO VOLUMES TOTAIS DO PROJETO		UNIDADE
Escavação Comum (Solo)	43.939	m ³
Escavação em Rocha a céu aberto	52.816	m ³
Escavação em Rocha subterrânea	-	m ³
Aterros diversos compactados mecanicamente	3.500	m ³
Terraplanagem Aterro Barragem	85.208	m ³
Concreto	1.855	m ³
Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	5.484	m ²
Aço CA50A	106.214	kg

A elaboração deste projeto básico levou em conta a possibilidade de utilização de materiais não investigados previamente, principalmente nos aterros, através de zonas de empréstimos. Esta previsão visou proporcionar maior flexibilidade no balanço dos materiais a serem empregados na obra, perante as adaptações de obra devido a modificações eventuais de arranjo, forma geométrica ou dimensões das estruturas, além da possível constatação de que alguns materiais se apresentem com características tecnológicas e em quantidades diferentes das pré-determinadas.

Durante a fase de projeto executivo, os estudos de balanceamento possivelmente sofrerão ajustes, decorrentes do andamento da obra e da avaliação em tempo real dos materiais escavados. Estes ajustes serão necessários para equilibrar a origem e os destinos dos materiais. Estoques intermediários deverão ser evitados e, apenas considerados se houver necessidade, de acordo com as etapas de construção e cronograma executivo.

Frente às informações colocadas, definiu-se que a obra será implantada diretamente pelo empreendedor Energética Rodão Ltda., o qual em sua composição societária apresenta participantes com experiência pregressa em projetos e implantação de usinas deste porte.

Para tanto se necessitará de uma estrutura administrativa liderada pelo engenheiro

responsável técnico do canteiro para o gerenciamento direto de contratos com subempreiteiros e fornecedores em cada especialidade, a saber:

- Construção civil;
- Desmonte em rocha subterrânea e limpeza da praça;
- Carga, transporte espalhamento e compactação;
- Empreiteira de montagem elétrica da linha de transmissão e suprimento do canteiro;
- Fornecedor da Turbina e agregados;
- Fornecedor do Gerador e agregados;
- Fornecedor dos Painéis e automação;
- Fornecedor dos Hidromecânicos.

Como estrutura de apoio a autorizada relaciona-se:

- Empresa Projetista;
- Empresa Fiscalizadora de eventos de fornecimento e Inspeção de qualidade;
- Administrativo e manutenção de canteiro.

Neste modelo foram implantadas diversas obras recentemente com sucesso, sendo recomendado o mesmo formato para o caso da PCH Cavernoso V em função das características e simplicidade da obra.

8.2.1. Canteiros de obras

Em função da extensão e localização da obra, deverá ser previsto apenas um canteiro, localizado na região próximo ao barramento.

Este canteiro servirá às respectivas frentes de obra provendo condições de habitação e refeitório a todo o contingente da obra e deverá prever:

- Escritório geral e escritórios dos contratados;
- Pátio para agregados;
- Britador móvel;
- Banca de armaduras;
- Pátios de recepção e estoque de ferragens;
- Banca de carpintaria.

O canteiro de obras deverá receber no pico da obra 80 funcionários alojados e estar apto a servir 100 refeições por turno.

8.2.2. Fornecedores de materiais de construção

Para os insumos básicos espera-se a contratação de fornecedores regionais de materiais tal como o cimento e aço sendo que estes possuem rede de distribuição já instalada e operante comercialmente, cabendo citar:

- Cimento - Votoran, Itambé;

- Aço de construção civil – Gerdau Comercial S.A.; Belgo Mineira S.A.;
- Aço em chapas COR 500 - Gerdau Comercial S.A.; Distribuidora de Aços Continente S.A.

Para os materiais agregados para concreto tais como brita e areia, serão elencados preferencialmente fornecedores locais, ou alternativamente contratados britadores móveis para britagem e estocagem do volume necessário a obra.

Estoques adequados destes insumos bem como estrutura de armazenagem deverão ser previstos para o volume de obra e o tempo de fornecimento de modo a não comprometer a logística da obra. Miscelâneas poderão ser adquiridas em redes de comércio de material de construção locais.

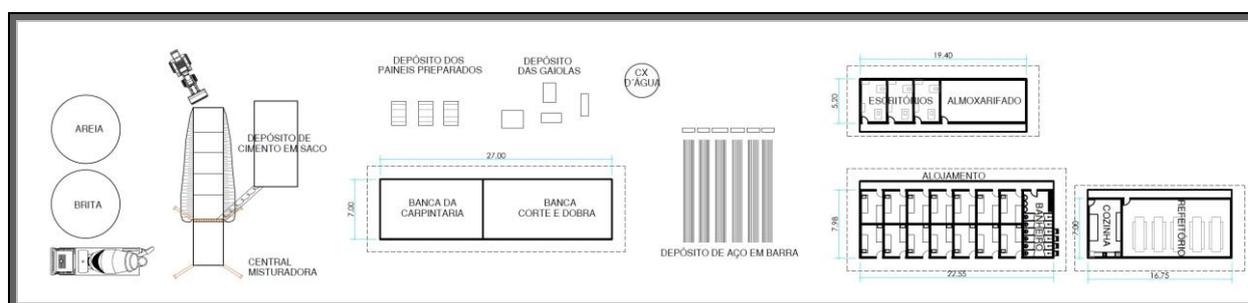


Figura 8.3 – Esboço da disposição de um canteiro de obras para a PCH Cavernoso V.



Figura 8.4– Local da Barragem.



Figura 8.5 – Local da implantação da PCH.



Figura 8.6– Local previsto para instalação do Canteiro de Obras.

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

CRONOGRAMA EXECUTIVO RESUMIDO PCH CAVERNOSO V

ACOMPANHAMENTO DA FISCALIZAÇÃO ANEEL 48500.003089/2015-46

item	Descrição do Marco		Data de início
1	Obtenção da licença previa - LP	até	01/01/2018
2	Obtenção da licença de instalação - LI	até	01/01/2018
3	Início de montagem do canteiro e acampamento	até	01/01/2018
4	Início das obras civis das estruturas	até	01/02/2018
5	Desvio do rio fase única	até	01/07/2018
6	Início da concretagem da casa de força	até	01/06/2018
7	Início da montagem eletromecânica das unidades geradoras	até	01/12/2018
8	Início das obras da subestação e linha de transmissão de interesse restrito	até	01/09/2018
9	Conclusão da montagem eletromecânica	até	01/02/2019
10	Obtenção licença de operação - LO	até	01/01/2019
11	Início do enchimento do reservatório	até	01/02/2019
12	Início da operação em teste simultâneo das unidades geradoras	até	01/03/2019
13	Início da operação comercial simultaneo das unidades geradoras	até	01/05/2019

Responsável Técnico: Eng. Alberto de Andrade Pinto CREA 25.341-D PR

Empresa interessada: Rodão Energética Ltda.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 10

10. ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS	1
10.1. CUSTO TOTAL INSTALADO	1

10. ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS

Neste capítulo é apresentado o orçamento padrão ELETROBRÁS da PCH Cavernoso VI com 4,0MW instalados, baseado no dimensionamento da alternativa selecionada, orçada através de uma base de custos balizada por obras recentes em andamento na região centro-oeste do país, devidamente atualizada em comparativo com outros fornecimentos.

Para a cotação dos equipamentos foram tomadas propostas junto ao mercado de fornecedores tradicionais, alinhando as contratações futuras para a fase de obra. Foi considerado o dólar comercial R\$ 3,21 / USD referente à data base de agosto /2016.

10.1. CUSTO TOTAL INSTALADO

O orçamento elaborado com base no projeto detalhado da obra resultou um custo total instalado de R\$ 23.342.921,15 inclusive linha de transmissão, custos de interligação e proteção, custos indiretos e juros durante a construção. O custo unitário de instalação ficaria em 5.836 R\$/kW.

O custo direto total resultou R\$ 18.861.123,72 e os custos indiretos (incluindo canteiro, engenharia e administração da obra) R\$ 3.160.500,00. A soma custo direto mais indireto, sem juros durante a construção chega a R\$ 22.021.623,72.

Ao final do orçamento é conduzida uma estimativa de tarifa de energia que no caso resultou em R\$165,91 /MWh, valor considerado atrativo. Esta análise simplificada contemplou o custo total instalado, anualizado através de um fator de recuperação de capital – FRC e o custo de operação e manutenção médio da usina, admitido como R\$ 240.000,00/ano.

O fator de recuperação de capital (FRC) adotado refere-se a uma expectativa de taxa de interesse de 12% a.a. e um horizonte de 30 anos, prazo referente ao período de concessão da usina.

À seguir, apresenta-se a tabela de custos unitários devidamente atualizados.

Objetivamente, apresentamos na sequência, os OPE's completos para as cinco potências estudadas, 3,0MW, 4,0MW, **5,0MW**, 6,0MW e 7,0MW.

PCH CAVERNOSO VI – 2,0 MW

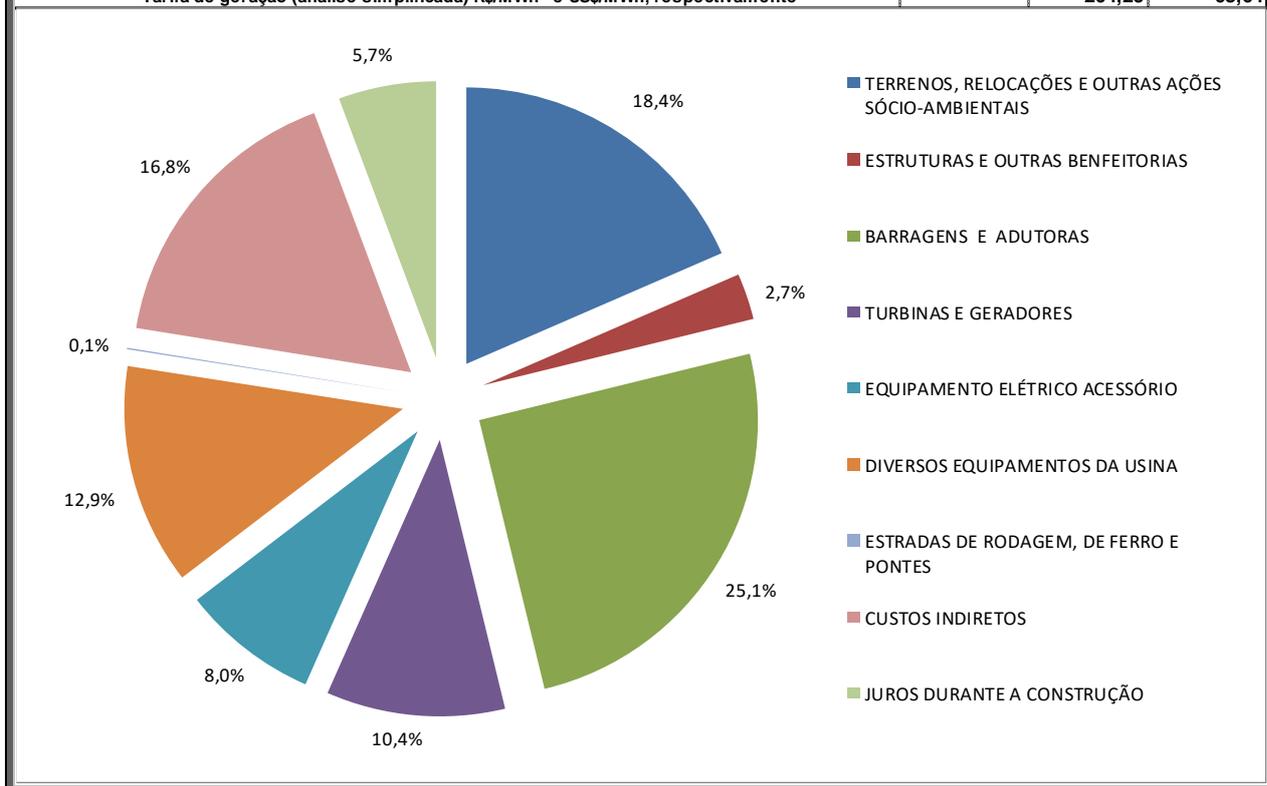
PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI			 Data: 01/08/2016 2,00			
			PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS R\$/US\$ = 3,21 Preços de obras correntes em 42.614,00			
CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT R\$	CUSTO R\$ 10 ³	CUSTO US\$ 10 ³
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				3.474,06	1.082,26
.10.10	AQUISIÇÃO DE TERRENOS E BENEFETORIAS				2.692,29	838,72
.10.10.11	PROPRIEDADES RURAIS	gl			2.564,09	798,78
.10.10.11.10	Reservatório (NAMax) já descontado a área da calha natural	ha	147,30	10.000,00	1.472,97	458,87
.10.10.11.11	Canteiro, Acampamento, Jazidas e Áreas Afins	ha	3,00	10.000,00	30,00	9,35
.10.10.11.40	Áreas de Preservação Permanente e/ou Unidades de Conservação	ha	106,11	10.000,00	1.061,12	330,57
.10.10.11.41	Reassentamento Rural	ha			0,00	0,00
.10.10.12	DESPESAS LEGAIS	%	5,00	2.564.090,00	128,20	39,94
.10.10.13	OUTROS	gl			0,00	0,00
.10.11	RELOCAÇÕES				115,00	35,83
.10.11.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	5,00	15.000,00	75,00	23,36
.10.11.21	OUTRAS RELOCAÇÕES	gl		250.000,00	0,00	0,00
.10.11.23	OUTROS CUSTOS cercas, demarcações etc	gl	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.10.15	OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				350,95	109,33
.10.15.44	COMUNICAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.45	MEIO FÍSICO-BIÓTICO	gl			220,95	68,83
.10.15.45.18	Limpeza do Reservatório	ha	73,65	3.000,00	220,95	68,83
.10.15.45.40	Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente	ha		2.500,00	0,00	0,00
.10.15.47	LICENCIAMENTO E GESTÃO INSTITUCIONAL	gl			100,00	31,15
.10.15.47.53	Licenciamento	gl	1,00	80.000,00	80,00	24,92
.10.15.47.55	Gestão Institucional	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.47.56	Outros custos	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.48	USOS MÚLTIPLOS	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.13	OUTROS CUSTOS	gl			0,00	0,00
	Subtotal da conta .10				3.158,24	983,88
.10.27	EVENTUAIS DA CONTA .10	%	10,00	3.158.240,15	315,82	98,39
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENEFETORIAS				508,23	158,33
.11.12	BENEFETORIAS NA ÁREA DA USINA				10,00	3,12
.11.13	CASA DE FORÇA				452,03	140,82
.11.13.00.12	Escavação	gl			20,45	6,37
.11.13.00.12.10	Comum	m ²	382,20	8,00	3,06	0,95
.11.13.00.12.11	Em Rocha a céu aberto	m ²	572,00	21,00	12,01	3,74
.11.13.00.12.12	Pré-fissuramento	m ²	134,55	40,00	5,38	1,68
.11.13.00.12.13	Aterro compactado mecanicamente	m ²		8,00	0,00	0,00
.11.13.00.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	208,00	30,00	6,24	1,94
.11.13.00.14	Concreto fck 20 MPa	m ³	304,20	265,00	80,61	25,11
.11.13.00.15	Concreto fck10MPa	m ³	104,00	250,00	26,00	8,10
.11.13.00.16	Concreto fck 30 Mpa	m ³		280,00	0,00	0,00
.11.13.00.17	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	928,20	60,00	55,69	17,35
.11.13.00.18	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	18.252,00	3,30	60,23	18,76
.11.13.00.19	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		208,00	150,00	31,20	9,72
.11.13.00.20	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP195RB Cordoalhas de 9 un			8.000,00	0,00	0,00
.11.13.00.21	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas (muro de contenção)	m ³		200,00	0,00	0,00
.11.13.00.22	Sistema de drenagem interno, canaletas dutos registros e conexões	vb	0,52	50.000,00	26,00	8,10
.11.13.00.23	Instalações e acabamentos na casa de força	m ²	182,00	800,00	145,60	45,36
.11.13.00.24	Instalações e acabamentos na Subestação	vb	1,00	40.000,00		
.11.13.00.25	Estrutura metálica da casa de força	vb	1,00	140.000,00		
.11.14	VILA DOS OPERADORES	vb	1,00	40.000,00		
	Subtotal da conta .11				462,03	143,93
.11.27	EVENTUAIS DA CONTA .11	%	10,00	462.028,20	46,20	14,39

.12.	BARRAGENS E ADUTORAS			4.726,98	1.472,58
.12.16	DESVIO DO RIO			553,29	172,36
.12.16.22	ENSECADERAS	gl		174,85	54,47
.12.16.22.18	Ponte de serviço	gl	1,00	120.000,00	120,00
.12.16.22.19	Ensecadeira de rocha e terra	m ²	3.500,00	5,00	17,50
.12.16.22.21	Remoção de ensecadeiras	m ²	2.450,00	3,00	7,35
.12.16.22.22	Esgotamento e outros custos	gl		20.000,00	0,00
.12.16.23.23	Equipamento de fechamento	gl			30,00
.12.16.23.23.16	Aluguel de guincho	gl	1,00	30.000,00	30,00
.12.16.23.23.56	Peças fixas extras	un		10.000,00	0,00
.12.16.23.23.17	Comporta ensecadeira (pranchas de concreto)	gl		1.260,00	0,00
.12.16.23.17	Outros custos	gl			0,00
.12.16.24.	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO	gl		378,44	117,89
.12.16.24.12	Escavação	m ³			0,00
.12.16.24.12.10	Comum	m ²		8,00	0,00
.12.16.24.12.11	Em rocha a céu aberto	m ²		21,00	0,00
.12.16.24.12.10	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00
.12.16.24.12.11	Subterrânea em rocha i<5%	m ²		165,00	0,00
.12.16.24.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	311,50	30,00	9,35
.12.16.24.14	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	2.230,00	60,00	133,80
.12.16.24.15	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	m ²	392,00	265,00	103,88
.11.16.24.16	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		12,00	150,00	1,80
.12.16.24.17	Concreto Ciclóptico massa fck15Mpa com 30% pedras de mão	m ²		250,00	0,00
.12.16.24.18	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	kg	23.520,00	3,30	77,62
.12.16.24.19	Equipamento de fechamento	gl			2,00
.12.16.24.19.55	Dispositivo de vazão sanitária	un	1,00	2.000,00	2,00
.12.16.24.20	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=3,0m x H=3, un		1,00	50.000,00	50,00
.12.17	BARRAGENS E DIQUES			1.487,75	463,47
.12.17.25	BARRAGENS E DIQUES DE TERRA E ENROCAMENTO	gl		1.351,26	420,95
.12.17.25.12	Escavação	m ³			128,56
.12.17.25.12.10	Comum	m ²	16.070,00	8,00	128,56
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto trincheira	m ²		21,00	0,00
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00
.12.17.25.24	Aterro compactado	m ²		8,00	0,00
.12.17.25.25	Enrocamento	m ²	52.890,00	8,00	423,12
.12.17.25.26	Núcleo de argila	m ²	64.675,00	8,00	517,40
.12.17.25.27	Transições / Filtros	m ²	4.460,00	8,00	35,68
.12.17.25.28	Revestimento do paramento / Face de concreto	gl		320,00	0,00
.12.17.25.29	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²		60,00	0,00
.12.17.25.30	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	kg		3,30	0,00
.12.17.25.31	Proteção de taludes RIP RAP	m ²		5,00	46,50
.12.17.25.31.18	Talude de montante RIP RAP	m ²	930,00	50,00	46,50
.12.17.25.31.19	Talude de jusante Rip Rap	m ²		50,00	0,00
.12.17.25.32	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un			150,00	0,00
.12.17.25.33	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m		170,00	0,00
.12.17.25.34	Injeção nata cimento	gl	1,00	200.000,00	200,00
.12.17.27	TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO	gl		136,49	42,52
.12.17.27.12	Escavação	m ³			0,00
.12.17.27.12.10	Comum	m ²		8,00	0,00
.12.17.27.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³		21,00	0,00
.12.17.27.12.12	Aterro compactado	m ²		8,00	0,00
.12.17.27.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	265,00	30,00	7,95
.12.17.27.14	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	m ³	290,00	30,00	8,70
.12.17.27.15	Formas	m ²	780,00	30,00	23,40
.12.17.27.16	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	23.200,00	3,30	76,56
.12.17.27.17	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		132,50	150,00	19,88
.12.17.27.18	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	gl		200,00	0,00

.12.18	VERTEDOUROS				1.329,54	414,19
.12.18.28	VERTEDOUROS DE SUPERFÍCIE	gl			1.329,54	414,19
.12.18.28.12	Escavação	m ³			77,34	24,09
.12.18.28.12.10	Comum	m ³	900,00	8,00	7,20	2,24
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.340,00	21,00	70,14	21,85
.12.18.28.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	295,00	30,00	8,85	2,76
.12.18.28.14	Injeção de nata de cimento	gl	1,00	100.000,00	100,00	31,15
.12.18.28.15	Concreto fck 20 MPa bombeado	m ³	810,00	265,00	214,65	66,87
.12.18.28.16	Concreto Ciclóptico massa fck10Mpa com 30% pedras de mão	m ³		250,00	0,00	0,00
.12.18.28.17	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.18.28.18	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	760,00	60,00	45,60	14,21
.12.18.28.19	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	32.400,00	3,30	106,92	33,31
.12.18.28.20	Armadura tela telcon Q138 - 2,1 kg/m ² incl aplicação	kg	619,50	3,80	2,35	0,73
.12.18.28.21	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m	10,00	170,00	1,70	0,53
.12.18.28.22	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		147,50	150,00	22,13	6,89
.12.18.28.23	Outros custos Comporta Basculante	vb	3,00	250.000,00	750,00	233,64
.12.19	TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS				961,38	299,49
.12.19.30	TOMADA D'ÁGUA	gl			402,26	125,32
.12.19.30.12	Escavação	m ³			2,84	0,88
.12.19.30.12.10	Comum	m ³	111,30	8,00	0,89	0,28
.12.19.30.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	174,11	8,00	1,39	0,43
.12.19.30.12.12	Aterro compactado mecanicamente	m ³		8,00	0,00	0,00
.12.19.30.12.13	Pré-fissuramento	m ²	68,98	8,00	0,55	0,17
.12.19.30.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	47,70	8,00	0,38	0,12
.12.19.30.14	Concreto estrutural fck 20MPa	m ³	135,15	8,00	1,08	0,34
.12.19.30.15	Concreto estrutural fck 10MPa	m ³	12,80	8,00	0,10	0,03
.12.19.30.16	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.19.30.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	8.109,00	8,00	64,87	20,21
.12.19.30.18	Formas	m ²	373,65	8,00	2,99	0,93
.12.19.30.19	Equipamento de Fechamento e acessórios	gl			330,00	102,80
.12.19.30.20	Log boon - flutuantes na entrada do canal de emboque	gl	1,00	20.000,00	20,00	6,23
.12.19.30.21	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=2,70m x H=	un	2,00	50.000,00	100,00	31,15
.12.19.30.22	Dispositivo de limpa grades	un	1,00	90.000,00	90,00	28,04
.12.19.30.23	Guias laterais Stop-log	gl	2,00	10.000,00	20,00	6,23
.12.19.30.24	Painel de grade grossa galvanizada a fogo , incl. Dispositivos de fi	gl	2,00	50.000,00	100,00	31,15
.12.19.34	CONDUTO FORÇADO	gl			528,65	164,69
.12.19.34.12	Escavação	m ³			94,19	29,34
.12.19.34.12.10	Comum, em parte manual	m ³	1.435,50	8,00	11,48	3,58
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.045,90	21,00	63,96	19,93
.12.19.34.12.12	Em rocha a céu aberto localizada	m ³		60,00	0,00	0,00
.12.19.34.12.13	Pré fissuramento	m ²	468,60	40,00	18,74	5,84
.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	49,62	30,00	1,49	0,46
.12.19.34.14	Concreto Regula Base fck 10 MPa	m ³	34,85	250,00	8,71	2,71
.12.19.34.15	Concreto fck 20 MPa	m ³	31,73	265,00	8,41	2,62
.12.19.34.16	Formas	m ²	138,92	60,00	8,34	2,60
.12.19.34.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	1.903,94	3,30	6,28	1,96
.12.19.34.18	Chumbadores	un		150,00	0,00	0,00
.12.19.34.19	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP190RB Cordoalhas de u n			8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.20	Tirantes ativos 1" Resinex, incl furo 1"1/4 , resina e colocação u n			450,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			401,23	124,99
.12.19.34.23.10	Conduto forçado COR-AR-COR 500	kg	44.581,46	9,00	401,23	124,99
.12.19.34.23.12	Escotilha de Inspeção	gl		8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.17	Comporta Gaveta	gl		7.000,00	0,00	0,00
.12.19.35	CANAL DE FUGA ESCAVADO EM SOLO/ROCHA SEMI REVESTIDC	gl			30,46	9,49
.12.19.35.12	Escavação	m ³			30,46	9,49
.12.19.35.12.10	Comum	m ³	90,72	8,00	0,73	0,23
.12.19.35.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	1.415,93	21,00	29,73	9,26
.12.19.35.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.19.35.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00	0,00
.12.19.35.14	Alvenaria de pedras talhadas e rejuntadas para muros	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.19.35.15	Concreto fck 20 MPa	m ³		265,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.13	Formas	m ²		60,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.14	Armadura	kg		3,30	0,00	0,00
.12.19.35.14.15	Chumbadores	un		150,00	0,00	0,00
.12.19.35.17	Outros custos	gl		5.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			0,00	0,00
.12.19.34.23.23	Comporta stop fechamento sucção, carga 10mca	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.24	Monovia talha elétrica 10t	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.25	Guias das comportas	un			0,00	0,00
	Subtotal obras civis				3.568,72	1.111,75
	Subtotal equipamentos				763,23	237,77
.12.27.98	EVENTUAIS DA CONTA .12 obras civis	%	10,00	3.568.717,38	356,87	111,17
.12.27.99	EVENTUAIS DA CONTA .12 equipamentos	%	5,00	763.233,16	38,16	11,89

.13.	TURBINAS E GERADORES				1.953,00	608,41
.13.13.00.23.28	Turbinas Kaplan S-Montante	gl	2,00	400.000,00	800,00	249,22
.13.13.00.23.29	Grupo diesel auxiliar 75kVA	gl	1,00	60.000,00	60,00	18,69
.13.13.00.23.30	Geradores Sincronos incl. Mancais, 360rpm	gl	2,00	500.000,00	1.000,00	311,53
	Subtotal da conta .13				1.860,00	579,44
.13.27	EVENTUAIS DA CONTA .13	%	5,00	1.860.000,00	93,00	28,97
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO				1.500,00	467,29
.14.00.00.23.30	Equipamento Elétrico Acessório	gl	1,00	1.200.000,00	1.200,00	373,83
.14.00.00.23.31	Sub-estação elevadora 6,9kV- 34,5kV	gl	1,00	300.000,00	300,00	93,46
.14.00.00.23.32	Automação supervisão	gl				0,00
	Subtotal da conta .14					0,00
.14.27	EVENTUAIS DA CONTA .14	%	5,00	0,00	0,00	0,00
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA				2.434,47	758,40
.15.13.00.23.20	Ponte rolante traslado e içamento manual	gl	1,00	70.000,00	70,00	21,81
.15.13.00.23.21	Linha de Transmissão 34,5kVA + SE elevadora seccionadora+ bay cone	gl	1,00	2.198.539,99	2.198,54	684,90
.15.00.00.23.31	Equipamentos diversos, bombeamento, grades piso, guarda corpo	gl	1,00	50.000,00	50,00	15,58
	Subtotal da conta .15				2.318,54	722,29
.15.27	EVENTUAIS DA CONTA .15	%	5,00	2.318.539,99	115,93	36,11
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES				15,75	4,91
.16.00.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.16.00.15	PONTES	gl		120.000,00	0,00	0,00
	Subtotal da conta .16				15,00	4,67
.16.27	EVENTUAIS DA CONTA .16	%	5,00	15.000,00	0,75	0,23
	CUSTO DIRETO				14.612,50	4.552,18
.17.	CUSTOS INDIRETOS				3.160,50	984,58
.17.21	CANTEIRO E ACAMPAMENTO				800,00	249,22
.17.21.38	CONSTRUÇÕES DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	200.000,00	200,00	62,31
.17.21.39	MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	600.000,00	600,00	186,92
.17.22	ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO				2.210,00	688,47
.17.22.40	ENGENHARIA	gl			1.210,00	376,95
.17.22.40.36	Engenharia Básica	gl	1,00	310.000,00	310,00	96,57
.17.22.40.37	Serviços Especiais de Engenharia	gl	1,00	600.000,00	600,00	186,92
.17.22.40.54	Estudos e Projetos Ambientais	gl	1,00	300.000,00	300,00	93,46
.17.22.41	ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO	gl	1,00	1.000.000,00	1.000,00	311,53
	Subtotal da conta .17				3.010,00	937,69
.17.27	EVENTUAIS DA CONTA .17	%	5,00	3.010.000,00	150,50	46,88
	CUSTO DIRETO E INDIRETO				17.773,00	5.536,76
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO SOBRE O CAPITAL	%	0,06	17.772.996,11	1.066,38	332,21
	JUROS ANUAIS % aa			0,12		
	TEMPO MÉDIO DE CAPITAL P/ CONSTRUÇÃO			1,50		
	PERÍODO DE AMORTIZAÇÃO (ANOS)			30,00		
	FACTOR DE RECUPERAÇÃO DE CAPITAL (SIMPLIFICADO) FREC			0,12		
	CUSTO TOTAL ALTERNATIVA, SUBESTAÇÃO E L. T. INCLUSIVE			R\$ 18.839,38	US\$ 5.868,96	
	CUSTO UNITÁRIO em R\$/kW e US\$/kW respectivamente			9.419,69	2.934,48	
	CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			400.000,00		
	CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS			2.738.789,03		
	POTÊNCIA INSTALADA	kW		2.000,00		
	PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWh/ANO			13406		
	Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh 12%aa			204,29		63,64

.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS		3.474,06	1.082,26
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS		508,23	158,33
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS		4.726,98	1.472,58
.13.	TURBINAS E GERADORES		1.953,00	608,41
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO		1.500,00	467,29
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA		2.434,47	758,40
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES		15,75	4,91
.17.	CUSTOS INDIRETOS		3.160,50	984,58
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO	%	0,06	17.772.996,11
CUSTO TOTAL INCL.SUBESTAÇÃO LT E INTERLIGAÇÃO			Custo*1000	18.839,38
Custo Unitário em R\$/kW e US\$/kW respectivamente				5.868,96
Potência instalada				9.419,69
				2.934,48
CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS				2.000,00
PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWH/ANO				2.738,79
Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh, respectivamente				13.406,24
				204,29
				63,64



PCH CAVERNOSO VI – 3,0 MW

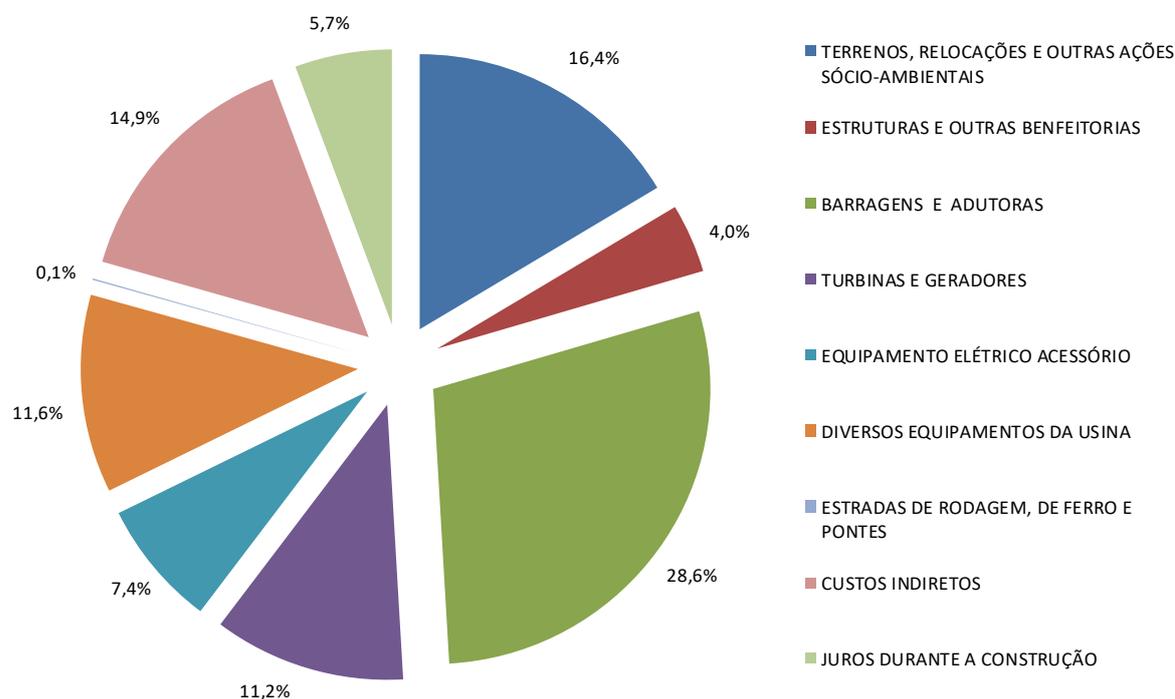
PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI			 Data: 01/08/2016 3,00			
			PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS R\$/US\$ = 3,21 Preços de obras correntes em 42.614,00			
CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT R\$	CUSTO R\$ 10 ³	CUSTO US\$ 10 ³
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				3.474,06	1.082,26
.10.10	AQUISIÇÃO DE TERRENOS E BENEFETORIAS				2.692,29	838,72
.10.10.11	PROPRIEDADES RURAIS	gl			2.564,09	798,78
.10.10.11.10	Reservatório (NAmx) já descontado a área da calha natural	ha	147,30	10.000,00	1.472,97	458,87
.10.10.11.11	Canteiro, Acampamento, Jazidas e Áreas Afins	ha	3,00	10.000,00	30,00	9,35
.10.10.11.40	Áreas de Preservação Permanente e/ou Unidades de Conservação	ha	106,11	10.000,00	1.061,12	330,57
.10.10.11.41	Reassentamento Rural	ha			0,00	0,00
.10.10.12	DESPESAS LEGAIS	%	5,00	2.564.090,00	128,20	39,94
.10.10.13	OUTROS	gl			0,00	0,00
.10.11	RELOCAÇÕES				115,00	35,83
.10.11.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	5,00	15.000,00	75,00	23,36
.10.11.21	OUTRAS RELOCAÇÕES	gl		250.000,00	0,00	0,00
.10.11.23	OUTROS CUSTOS cercas, demarcações etc	gl	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.10.15	OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				350,95	109,33
.10.15.44	COMUNICAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.45	MIO FÍSICO-BIÓTICO	gl			220,95	68,83
.10.15.45.18	Limpeza do Reservatório	ha	73,65	3.000,00	220,95	68,83
.10.15.45.40	Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente	ha		2.500,00	0,00	0,00
.10.15.47	LICENCIAMENTO E GESTÃO INSTITUCIONAL	gl			100,00	31,15
.10.15.47.53	Licenciamento	gl	1,00	80.000,00	80,00	24,92
.10.15.47.55	Gestão Institucional	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.47.56	Outros custos	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.48	USOS MÚLTIPLOS	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.13	OUTROS CUSTOS	gl			0,00	0,00
	Subtotal da conta .10				3.158,24	983,88
.10.27	EVENTUAIS DA CONTA .10	%	10,00	3.158.240,15	315,82	98,39
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENEFETORIAS				857,74	267,21
.11.12	BENEFETORIAS NA ÁREA DA USINA				10,00	3,12
.11.13	CASA DE FORÇA				729,76	227,34
.11.13.00.12	Escavação	gl			23,99	7,47
.11.13.00.12.10	Comum	m ³	448,35	8,00	3,59	1,12
.11.13.00.12.11	Em Rocha a céu aberto	m ³	671,00	21,00	14,09	4,39
.11.13.00.12.12	Pré-fissuramento	m ²	157,84	40,00	6,31	1,97
.11.13.00.12.13	Aterro compactado mecanicamente	m ²		8,00	0,00	0,00
.11.13.00.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	244,00	30,00	7,32	2,28
.11.13.00.14	Concreto fck 20 MPa	m ³	356,85	265,00	94,57	29,46
.11.13.00.15	Concreto fck10MPa	m ³	122,00	250,00	30,50	9,50
.11.13.00.16	Concreto fck 30 Mpa	m ³		280,00	0,00	0,00
.11.13.00.17	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	1.088,85	60,00	65,33	20,35
.11.13.00.18	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	21.411,00	3,30	70,66	22,01
.11.13.00.19	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		244,00	150,00	36,60	11,40
.11.13.00.20	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP195RB Cordoalhas de 9 un			8.000,00	0,00	0,00
.11.13.00.21	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas (muro de contenção)	m ³		200,00	0,00	0,00
.11.13.00.22	Sistema de drenagem interno, canaletas dutos registros e conexões	vb	0,70	50.000,00	35,00	10,90
.11.13.00.23	Instalações e acabamentos na casa de força	m ²	213,50	800,00	170,80	53,21
.11.13.00.24	Instalações e acabamentos na Subestação	vb	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.11.13.00.25	Estrutura metálica da casa de força	vb	1,00	155.000,00	155,00	48,29
.11.14	VILA DOS OPERADORES	vb	1,00	40.000,00	40,00	12,46
	Subtotal da conta .11				779,76	242,92
.11.27	EVENTUAIS DA CONTA .11	%	10,00	779.763,85	77,98	24,29

.12. BARRAGENS E ADUTORAS		6.068,18	1.890,40
.12.16	DESVIO DO RIO		563,29
.12.16.22	ENSECADEIRAS		174,85
.12.16.22.18	Ponte de serviço	1,00	120.000,00
.12.16.22.19	Ensecadeira de rocha e terra	3.500,00	5,00
.12.16.22.21	Remoção de ensecadeiras	2.450,00	3,00
.12.16.22.22	Esgotamento e outros custos		20.000,00
.12.16.23.23	Equipamento de fechamento		30,00
.12.16.23.23.16	Aluguel de guincho	1,00	30.000,00
.12.16.23.23.56	Peças fixas extras		10.000,00
.12.16.23.23.17	Comporta ensecadeira (pranchas de concreto)		1.260,00
.12.16.23.17	Outros custos		0,00
.12.16.24.	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO		388,44
.12.16.24.12	Escavação		0,00
.12.16.24.12.10	Comum		8,00
.12.16.24.12.11	Em rocha a céu aberto		21,00
.12.16.24.12.10	Pré-fissuramento		40,00
.12.16.24.12.11	Subterrânea em rocha i<5%		165,00
.12.16.24.13	Limpeza e tratamento de fundação	311,50	30,00
.12.16.24.14	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	2.230,00	60,00
.12.16.24.15	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	392,00	265,00
.11.16.24.16	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un	12,00	150,00
.12.16.24.17	Concreto Ciclopico massa fck15Mpa com 30% pedras de mão		250,00
.12.16.24.18	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	23.520,00	3,30
.12.16.24.19	Equipamento de fechamento		2,00
.12.16.24.19.55	Dispositivo de vazão sanitária	1,00	2.000,00
.12.16.24.20	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=3,0m x H=3, un	1,00	60.000,00
.12.17	BARRAGENS E DIQUES		2.469,47
.12.17.25	BARRAGENS E DIQUES DE TERRA E ENROCAMENTO		2.241,43
.12.17.25.12	Escavação		128,56
.12.17.25.12.10	Comum	16.070,00	8,00
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto trincheira		21,00
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação		30,00
.12.17.25.24	Aterro compactado		8,00
.12.17.25.25	Enrocamento	52.890,00	18,00
.12.17.25.26	Núcleo de argila	64.675,00	10,00
.12.17.25.27	Transições / Filtros	4.460,00	60,00
.12.17.25.28	Revestimento do paramento / Face de concreto		320,00
.12.17.25.29	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes		60,00
.12.17.25.30	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação		3,30
.12.17.25.31	Proteção de taludes RIP RAP		5,00
.12.17.25.31.18	Talude de montante RIP RAP	930,00	50,00
.12.17.25.31.19	Talude de jusante Rip Rap		50,00
.12.17.25.32	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		150,00
.12.17.25.33	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação		170,00
.12.17.25.34	Injeção nata cimento	1,00	200.000,00
.12.17.27	TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO		228,04
.12.17.27.12	Escavação		0,00
.12.17.27.12.10	Comum		8,00
.12.17.27.12.11	Em rocha a céu aberto		21,00
.12.17.27.12.12	Aterro compactado		8,00
.12.17.27.13	Limpeza e tratamento de fundação	265,00	30,00
.12.17.27.14	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	290,00	265,00
.12.17.27.15	Formas	780,00	60,00
.12.17.27.16	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	23.200,00	3,30
.12.17.27.17	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un	132,50	150,00
.12.17.27.18	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas		200,00

.12.18	VERTEDEOUROS				1.329,54	414,19
.12.18.28	VERTEDEOUROS DE SUPERFÍCIE	gl			1.329,54	414,19
.12.18.28.12	Escavação	m ³			77,34	24,09
.12.18.28.12.10	Comum	m ³	900,00	8,00	7,20	2,24
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.340,00	21,00	70,14	21,85
.12.18.28.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	295,00	30,00	8,85	2,76
.12.18.28.14	Injeção de nata de cimento	gl	1,00	100.000,00	100,00	31,15
.12.18.28.15	Concreto fck 20 MPa bombeado	m ³	810,00	265,00	214,65	66,87
.12.18.28.16	Concreto Ciclóptico massa fck10Mpa com 30% pedras de mão	m ³		250,00	0,00	0,00
.12.18.28.17	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.18.28.18	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	760,00	60,00	45,60	14,21
.12.18.28.19	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	32.400,00	3,30	106,92	33,31
.12.18.28.20	Armadura tela telcon Q138 - 2,1 kg/m ² incl aplicação	kg	619,50	3,80	2,35	0,73
.12.18.28.21	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m	10,00	170,00	1,70	0,53
.12.18.28.22	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		147,50	150,00	22,13	6,89
.12.18.28.23	Outros custos Comporta Basculante	vb	3,00	250.000,00	750,00	233,64
.12.19	TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS				1.197,35	373,01
.12.19.30	TOMADA D'ÁGUA	gl			543,03	169,17
.12.19.30.12	Escavação	m ³			8,41	2,62
.12.19.30.12.10	Comum	m ³	128,10	8,00	1,02	0,32
.12.19.30.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	200,39	21,00	4,21	1,31
.12.19.30.12.12	Aterro compactado mecanicamente	m ³		8,00	0,00	0,00
.12.19.30.12.13	Pré-fissuramento	m ²	79,39	40,00	3,18	0,99
.12.19.30.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	54,90	30,00	1,65	0,51
.12.19.30.14	Concreto estrutural fck 20MPa	m ³	155,55	265,00	41,22	12,84
.12.19.30.15	Concreto estrutural fck 10MPa	m ³	14,73	10,00	0,15	0,05
.12.19.30.16	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.19.30.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	9.333,00	3,30	30,80	9,59
.12.19.30.18	Formas	m ²	430,05	60,00	25,80	8,04
.12.19.30.19	Equipamento de Fechamento e acessórios	gl			435,00	135,51
.12.19.30.20	Log boon - flutuantes na entrada do canal de emboque	gl	1,00	25.000,00	25,00	7,79
.12.19.30.21	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=2,70m x H=	gl	2,00	65.000,00	130,00	40,50
.12.19.30.22	Dispositivo de limpa grades	un	1,00	120.000,00	120,00	37,38
.12.19.30.23	Guias laterais Stop-log	gl	2,00	15.000,00	30,00	9,35
.12.19.30.24	Painel de grade grossa galvanizada a fogo , incl. Dispositivos de fi	gl	2,00	65.000,00	130,00	40,50
.12.19.34	CONDUTO FORÇADO	gl			618,54	192,69
.12.19.34.12	Escavação	m ³			102,02	31,78
.12.19.34.12.10	Comum, em parte manual	m ³	1.850,20	8,00	14,80	4,61
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.212,04	21,00	67,45	21,01
.12.19.34.12.12	Em rocha a céu aberto localizada	m ³		60,00	0,00	0,00
.12.19.34.12.13	Pré fissuramento	m ²	494,16	40,00	19,77	6,16
.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	52,32	30,00	1,57	0,49
.12.19.34.14	Concreto Regula Base fck 10 MPa	m ³	36,75	250,00	9,19	2,86
.12.19.34.15	Concreto fck 20 MPa	m ³	33,46	265,00	8,87	2,76
.12.19.34.16	Formas	m ²	146,50	60,00	8,79	2,74
.12.19.34.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	2.007,79	3,30	6,63	2,06
.12.19.34.18	Chumbadores	un		150,00	0,00	0,00
.12.19.34.19	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP190RB Cordoalhas de u	n		8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.20	Tirantes ativos 1" Resinex, incl furo 1"1/4 , resina e colocação	u n		450,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			481,48	149,99
.12.19.34.23.10	Conduto forçado COR-AR-COR 500	kg	53.498,00	9,00	481,48	149,99
.12.19.34.23.12	Escotilha de Inspeção	gl		8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.17	Comporta Gaveta	gl		8.500,00	0,00	0,00
.12.19.35	CANAL DE FUGA ESCAVADO EM SOLO/ROCHA SEMI REVESTIDC	gl			35,78	11,15
.12.19.35.12	Escavação	m ³			35,78	11,15
.12.19.35.12.10	Comum	m ³	106,56	8,00	0,85	0,27
.12.19.35.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	1.663,15	21,00	34,93	10,88
.12.19.35.12.12	Pré fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.19.35.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00	0,00
.12.19.35.14	Alvenaria de pedras talhadas e rejuntadas para muros	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.19.35.15	Concreto fck 20 MPa	m ³		265,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.13	Formas	m ²		60,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.14	Armadura	kg		3,30	0,00	0,00
.12.19.35.14.15	Chumbadores	un		150,00	0,00	0,00
.12.19.35.17	Outros custos	gl		5.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			0,00	0,00
.12.19.34.23.23	Comporta stop fechamento sucção, carga 10mca	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.24	Monovia talha elétrica 10t	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.25	Guias das comportas	un			0,00	0,00
	Subtotal obras civis				4.611,16	1.436,50
	Subtotal equipamentos				948,48	295,48
.12.27.98	EVENTUAIS DA CONTA .12 obras civis	%	10,00	4.611.161,28	461,12	143,65
.12.27.99	EVENTUAIS DA CONTA .12 equipamentos	%	5,00	948.482,00	47,42	14,77

.13.	TURBINAS E GERADORES			2.373,00	739,25
.13.13.00.23.28	Turbinas Kaplan S-Montante	gl	2,00	500.000,00	1.000,00
.13.13.00.23.29	Grupo diesel auxiliar 75kVA	gl	1,00	60.000,00	60,00
.13.13.00.23.30	Geradores Sincronos incl. Mancais, 360rpm	gl	2,00	600.000,00	1.200,00
	Subtotal da conta .13				2.260,00
.13.27	EVENTUAIS DA CONTA .13	%	5,00	2.260.000,00	113,00
					35,20
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO			1.575,00	490,65
.14.00.00.23.30	Equipamento Elétrico Acessório	gl	1,00	1.200.000,00	1.200,00
.14.00.00.23.31	Sub-estação elevadora 6,9kV - 34,5kV	gl	1,00	300.000,00	300,00
.14.00.00.23.32	Automatização supervisório	gl			0,00
	Subtotal da conta .14				1.500,00
.14.27	EVENTUAIS DA CONTA .14	%	5,00	1.500.000,00	75,00
					23,36
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA			2.465,97	768,21
.15.13.00.23.20	Ponte rolante translado e içamento manual	gl	1,00	100.000,00	100,00
.15.13.00.23.21	Linha de Transmissão 34,5kVA + SE elevadora seccionadora+ bay cone	gl	1,00	2.198.539,99	2.198,54
.15.00.00.23.31	Equipamentos diversos, bombeamento, grades piso, guarda corpo	gl	1,00	50.000,00	50,00
	Subtotal da conta .15				2.348,54
.15.27	EVENTUAIS DA CONTA .15	%	5,00	2.348.539,99	117,43
					36,58
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES			15,75	4,91
.16.00.14	ESTRADAS DE RODA GEM	km	1,00	15.000,00	15,00
.16.00.15	PONTES	gl		120.000,00	0,00
	Subtotal da conta .16				15,00
.16.27	EVENTUAIS DA CONTA .16	%	5,00	15.000,00	0,75
					0,23
	CUSTO DIRETO				16.829,70
					5.242,90
.17.	CUSTOS INDIRETOS			3.160,50	984,58
.17.21	CANTEIRO E ACAMPAMENTO				800,00
.17.21.38	CONSTRUÇÕES DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	200.000,00	200,00
.17.21.39	MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	600.000,00	600,00
.17.22	ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO				2.210,00
.17.22.40	ENGENHARIA	gl			1.210,00
.17.22.40.36	Engenharia Básica	gl	1,00	310.000,00	310,00
.17.22.40.37	Serviços Especiais de Engenharia	gl	1,00	600.000,00	600,00
.17.22.40.54	Estudos e Projetos Ambientais	gl	1,00	300.000,00	300,00
.17.22.41	ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO	gl	1,00	1.000.000,00	1.000,00
	Subtotal da conta .17				3.010,00
.17.27	EVENTUAIS DA CONTA .17	%	5,00	3.010.000,00	150,50
					46,88
	CUSTO DIRETO E INDIRETO				19.990,20
					6.227,48
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO SOBRE O CAPITAL	%	0,06	1.199,41	373,65
	JUROS ANUAIS % aa		0,12		
	TEMPO MÉDIO DE CAPITAL P/ CONSTRUÇÃO		1,50		
	PERÍODO DE AMORTIZAÇÃO (ANOS)		30,00		
	FATOR DE RECUPERAÇÃO DE CAPITAL (SIMPLIFICADO) FREC		0,12		
	CUSTO TOTAL ALTERNATIVA , SUBESTAÇÃO E L. T. INCLUSIVE			R\$ 21.189,62	US\$ 6.601,13
	CUSTO UNITÁRIO em R\$/kW e US\$/kW respectivamente			7.063,21	2.200,38
	CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			400.000,00	
	CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS			3.030.556,58	
	POTÊNCIA INSTALADA	kW		3.000,00	
	PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWh/ANO			16841	
	Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh 12%aa			179,95	56,06

.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO SOBRE O CAPITAL	%	0,06	1.199,41	373,65
	JUROS ANUAIS % aa		0,12		
	TEMPO MÉDIO DE CAPITAL P/ CONSTRUÇÃO		1,50		
	PERÍODO DE AMORTIZAÇÃO (ANOS)		30,00		
	FATOR DE RECUPERAÇÃO DE CAPITAL (SIMPLIFICADO) FREC		0,12		
	CUSTO TOTAL ALTERNATIVA , SUBESTAÇÃO E L. T. INCLUSIVE		R\$ 21.189,62	US\$ 6.601,13	
	CUSTO UNITÁRIO em R\$/kW e US\$/kW respectivamente		7.063,21	2.200,38	
	CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO		400.000,00		
	CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS		3.030.556,58		
	POTÊNCIA INSTALADA	kW	3.000,00		
	PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWh/ANO		16841		
	Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh 12%aa		179,95	56,06	
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS			3.474,06	1.082,26
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS			857,74	267,21
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS			6.068,18	1.890,40
.13.	TURBINAS E GERADORES			2.373,00	739,25
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO			1.575,00	490,65
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA			2.465,97	768,21
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES			15,75	4,91
.17.	CUSTOS INDIRETOS			3.160,50	984,58
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO	%	0,06	19.990.204,90	1.199,41
	CUSTO TOTAL INCL.SUBESTAÇÃO LT E INTERLIGAÇÃO			Custo*1000	21.189,62
	Custo Unitário em R\$/kW e US\$/kW respectivamente				6.601,13
	Potência instalada	kW			7.063,21
	CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS				3.000,00
	PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWh/ANO				3.030,56
	Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh, respectivamente				16.841,22
					179,95
					56,06



PCH CAVERNOSO VI – 4,0 MW (SELECIONADA)

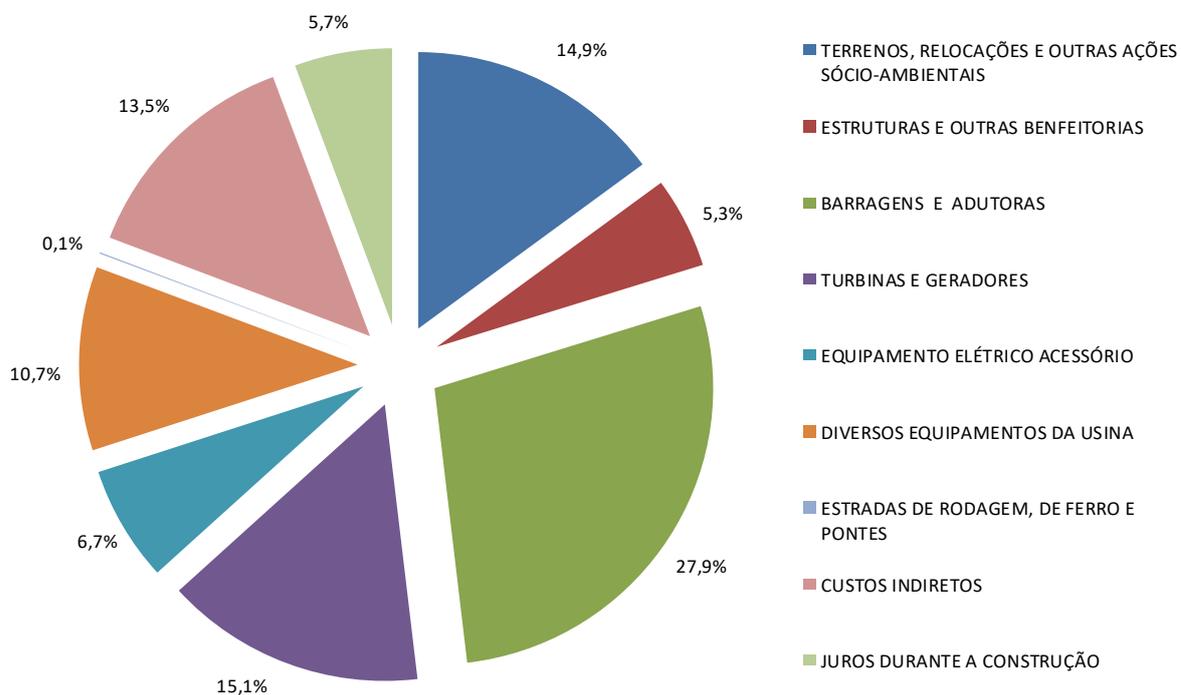
PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI			 Data: 01/08/2016 4,00			
			PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO IV ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS R\$/US\$ = 3,21 Preços de obras correntes em 42.614,00			
CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT R\$	CUSTO R\$ 10 ³	CUSTO US\$ 10 ³
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				3.474,06	1.082,26
.10.10	AQUISIÇÃO DE TERRENOS E BENEFETORIAS				2.692,29	838,72
.10.10.11	PROPRIEDADES RURAIS	gl			2.564,09	798,78
.10.10.11.10	Reservatório (NAmáx) já descontado a área da calha natural	ha	147,30	10.000,00	1.472,97	458,87
.10.10.11.11	Canteiro, Acampamento, Jazidas e Áreas Afins	ha	3,00	10.000,00	30,00	9,35
.10.10.11.40	Áreas de Preservação Permanente e/ou Unidades de Conservação	ha	106,11	10.000,00	1.061,12	330,57
.10.10.11.41	Reassentamento Rural	ha			0,00	0,00
.10.10.12	DESPESAS LEGAIS	%	5,00	2.564.090,00	128,20	39,94
.10.10.13	OUTROS	gl			0,00	0,00
.10.11	RELOCAÇÕES				115,00	35,83
.10.11.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	5,00	15.000,00	75,00	23,36
.10.11.21	OUTRAS RELOCAÇÕES	gl		250.000,00	0,00	0,00
.10.11.23	OUTROS CUSTOS cercas, demarcações etc	gl	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.10.15	OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				350,95	109,33
.10.15.44	COMUNICAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.45	MEIO FÍSICO-BIÓTICO	gl			220,95	68,83
.10.15.45.18	Limpeza do Reservatório	ha	73,65	3.000,00	220,95	68,83
.10.15.45.40	Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente	ha		2.500,00	0,00	0,00
.10.15.47	LICENCIAMENTO E GESTÃO INSTITUCIONAL	gl			100,00	31,15
.10.15.47.53	Licenciamento	gl	1,00	80.000,00	80,00	24,92
.10.15.47.55	Gestão Institucional	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.47.56	Outros custos	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.48	USOS MÚLTIPLOS	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.13	OUTROS CUSTOS	gl			0,00	0,00
	Subtotal da conta .10				3.158,24	983,88
.10.27	EVENTUAIS DA CONTA .10	%	10,00	3.158.240,15	315,82	98,39
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENEFETORIAS				1.242,21	386,98
.11.12	BENEFETORIAS NA ÁREA DA USINA				10,00	3,12
.11.13	CASA DE FORÇA				1.079,29	336,23
.11.13.00.12	Escavação	gl			39,33	12,25
.11.13.00.12.10	Comum	m ²	735,00	8,00	5,88	1,83
.11.13.00.12.11	Em Rocha a céu aberto	m ²	1.100,00	21,00	23,10	7,20
.11.13.00.12.12	Pré-fissuramento	m ²	258,75	40,00	10,35	3,22
.11.13.00.12.13	Aterro compactado mecanicamente	m ²		8,00	0,00	0,00
.11.13.00.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	400,00	30,00	12,00	3,74
.11.13.00.14	Concreto fck 20 MPa	m ³	585,00	265,00	155,03	48,29
.11.13.00.15	Concreto fck10MPa	m ³	200,00	250,00	50,00	15,58
.11.13.00.16	Concreto fck 30 Mpa	m ³		280,00	0,00	0,00
.11.13.00.17	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	1.785,00	60,00	107,10	33,36
.11.13.00.18	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	35.100,00	3,30	115,83	36,08
.11.13.00.19	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		400,00	150,00	60,00	18,69
.11.13.00.20	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP195RB Cordoalhas de 9 un			8.000,00	0,00	0,00
.11.13.00.21	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas (muro de contenção)	m ³		200,00	0,00	0,00
.11.13.00.22	Sistema de drenagem interno, canaletas dutos registros e conexões	vb	1,00	50.000,00	50,00	15,58
.11.13.00.23	Instalações e acabamentos na casa de força	m ²	350,00	800,00	280,00	87,23
.11.13.00.24	Instalações e acabamentos na Subestação	vb	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.11.13.00.25	Estrutura metálica da casa de força	vb	1,00	170.000,00	170,00	52,96
.11.14	VILA DOS OPERADORES	vb	1,00	40.000,00	40,00	12,46
	Subtotal da conta .11				1.129,29	351,80
.11.27	EVENTUAIS DA CONTA .11	%	10,00	1.129.285,00	112,93	35,18

.12.	BARRAGENS E ADUTORAS			6.518,13	2.030,57
.12.16	DESVIO DO RIO			583,29	181,71
.12.16.22	ENSECADERAS	gl		174,85	54,47
.12.16.22.18	Ponte de serviço	gl	1,00	120.000,00	120,00
.12.16.22.19	Ensecadeira de rocha e terra	m ²	3.500,00	5,00	17,50
.12.16.22.21	Remoção de ensecadeiras	m ²	2.450,00	3,00	7,35
.12.16.22.22	Esgotamento e outros custos	gl		20.000,00	0,00
.12.16.23.23	Equipamento de fechamento	gl		30,00	9,35
.12.16.23.23.16	Aluguel de guincho	gl	1,00	30.000,00	30,00
.12.16.23.23.56	Peças fixas extras	un		10.000,00	0,00
.12.16.23.23.17	Comporta ensecadeira (pranchas de concreto)	gl		1.260,00	0,00
.12.16.23.17	Outros custos	gl		0,00	0,00
.12.16.24.	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO	gl		408,44	127,24
.12.16.24.12	Escavação	m ³		0,00	0,00
.12.16.24.12.10	Comum	m ²		8,00	0,00
.12.16.24.12.11	Em rocha a céu aberto	m ²		21,00	0,00
.12.16.24.12.10	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00
.12.16.24.12.11	Subterrânea em rocha i<5%	m ²		165,00	0,00
.12.16.24.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	311,50	30,00	9,35
.12.16.24.14	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	2.230,00	60,00	133,80
.12.16.24.15	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	m ²	392,00	265,00	103,88
.11.16.24.16	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		12,00	150,00	1,80
.12.16.24.17	Concreto Ciclóptico massa fck15Mpa com 30% pedras de mão	m ²		250,00	0,00
.12.16.24.18	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	kg	23.520,00	3,30	77,62
.12.16.24.19	Equipamento de fechamento	gl		2,00	0,62
.12.16.24.19.55	Dispositivo de vazão sanitária	un	1,00	2.000,00	2,00
.12.16.24.20	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=3,0m x H=3, un		1,00	80.000,00	80,00
.12.17	BARRAGENS E DIQUES			2.469,47	769,30
.12.17.25	BARRAGENS E DIQUES DE TERRA E ENROCAMENTO	gl		2.241,43	698,26
.12.17.25.12	Escavação	m ³		128,56	40,05
.12.17.25.12.10	Comum	m ²	16.070,00	8,00	128,56
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto trincheira	m ²		21,00	0,00
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00
.12.17.25.24	Aterro compactado	m ²		8,00	0,00
.12.17.25.25	Enrocamento	m ²	52.890,00	18,00	952,02
.12.17.25.26	Núcleo de argila	m ²	64.675,00	10,00	646,75
.12.17.25.27	Transições / Filtros	m ²	4.460,00	60,00	267,60
.12.17.25.28	Revestimento do paramento / Face de concreto	gl		320,00	0,00
.12.17.25.29	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²		60,00	0,00
.12.17.25.30	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	kg		3,30	0,00
.12.17.25.31	Proteção de taludes RIP RAP	m ²		5,00	46,50
.12.17.25.31.18	Talude de montante RIP RAP	m ²	930,00	50,00	46,50
.12.17.25.31.19	Talude de jusante Rip Rap	m ²		50,00	0,00
.12.17.25.32	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un			150,00	0,00
.12.17.25.33	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m		170,00	0,00
.12.17.25.34	Injeção nata cimento	gl	1,00	200.000,00	200,00
.12.17.27	TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO	gl		228,04	71,04
.12.17.27.12	Escavação	m ³		0,00	0,00
.12.17.27.12.10	Comum	m ²		8,00	0,00
.12.17.27.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³		21,00	0,00
.12.17.27.12.12	Aterro compactado	m ²		8,00	0,00
.12.17.27.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	265,00	30,00	7,95
.12.17.27.14	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	m ³	290,00	265,00	76,85
.12.17.27.15	Formas	m ²	780,00	60,00	46,80
.12.17.27.16	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	23.200,00	3,30	76,56
.12.17.27.17	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		132,50	150,00	19,88
.12.17.27.18	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	gl		200,00	0,00

.12.18	VERTEDOUROS				1.329,54	414,19
.12.18.28	VERTEDOUROS DE SUPERFÍCIE	gl			1.329,54	414,19
.12.18.28.12	Escavação	m ³			77,34	24,09
.12.18.28.12.10	Comum	m ³	900,00	8,00	7,20	2,24
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.340,00	21,00	70,14	21,85
.12.18.28.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	295,00	30,00	8,85	2,76
.12.18.28.14	Injeção de nata de cimento	gl	1,00	100.000,00	100,00	31,15
.12.18.28.15	Concreto fck 20 MPa bombeado	m ³	810,00	265,00	214,65	66,87
.12.18.28.16	Concreto Ciclóptico massa fck10Mpa com 30% pedras de mão	m ³		250,00	0,00	0,00
.12.18.28.17	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.18.28.18	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	760,00	60,00	45,60	14,21
.12.18.28.19	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	32.400,00	3,30	106,92	33,31
.12.18.28.20	Armadura tela telcon Q138 - 2,1 kg/m ² incl aplicação	kg	619,50	3,80	2,35	0,73
.12.18.28.21	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m	10,00	170,00	1,70	0,53
.12.18.28.22	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		147,50	150,00	22,13	6,89
.12.18.28.23	Outros custos Comporta Basculante	vb	3,00	250.000,00	750,00	233,64
.12.19	TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS				1.596,03	497,20
.12.19.30	TOMADA D'ÁGUA	gl			722,89	225,20
.12.19.30.12	Escavação	m ³			13,78	4,29
.12.19.30.12.10	Comum	m ³	210,00	8,00	1,68	0,52
.12.19.30.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	328,50	21,00	6,90	2,15
.12.19.30.12.12	Aterro compactado mecanicamente	m ³		8,00	0,00	0,00
.12.19.30.12.13	Pré-fissuramento	m ²	130,15	40,00	5,21	1,62
.12.19.30.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	90,00	30,00	2,70	0,84
.12.19.30.14	Concreto estrutural fck 20MPa	m ³	255,00	265,00	67,58	21,05
.12.19.30.15	Concreto estrutural fck 10MPa	m ³	24,15	250,00	6,04	1,88
.12.19.30.16	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.19.30.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	15.300,00	3,30	50,49	15,73
.12.19.30.18	Formas	m ²	705,00	60,00	42,30	13,18
.12.19.30.19	Equipamento de Fechamento e acessórios	gl			540,00	168,22
.12.19.30.20	Log boon - flutuantes na entrada do canal de emboque	gl	1,00	30.000,00	30,00	9,35
.12.19.30.21	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=2,70m x H=	gl	2,00	80.000,00	160,00	49,84
.12.19.30.22	Dispositivo de limpa grades	un	1,00	150.000,00	150,00	46,73
.12.19.30.23	Guias laterais Stop-log	gl	2,00	20.000,00	40,00	12,46
.12.19.30.24	Painel de grade grossa galvanizada a fogo , incl. Dispositivos de fi	gl	2,00	80.000,00	160,00	49,84
.12.19.34.	CONDUTO FORÇADO	gl			824,79	256,94
.12.19.34.12	Escavação	m ³			175,90	54,80
.12.19.34.12.10	Comum, em parte manual	m ³	3.190,00	8,00	25,52	7,95
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	5.538,00	21,00	116,30	36,23
.12.19.34.12.12	Em rocha a céu aberto localizada	m ³		60,00	0,00	0,00
.12.19.34.12.13	Pré fissuramento	m ²	852,00	40,00	34,08	10,62
.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	90,21	30,00	2,71	0,84
.12.19.34.14	Concreto Regula Base fck 10 MPa	m ³	63,37	250,00	15,84	4,94
.12.19.34.15	Concreto fck 20 MPa	m ³	57,70	265,00	15,29	4,76
.12.19.34.16	Formas	m ²	252,59	60,00	15,16	4,72
.12.19.34.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	3.461,71	3,30	11,42	3,56
.12.19.34.18	Chumbadores	un		150,00	0,00	0,00
.12.19.34.19	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP190RB Cordoalhas de u n			8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.20	Tirantes ativos 1" Resinex, incl furo 1"1/4 , resina e colocação u n			450,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			588,48	183,33
.12.19.34.23.10	Conduto forçado COR-AR-COR 500	kg	65.386,14	9,00	588,48	183,33
.12.19.34.23.12	Escotilha de Inspeção	gl		8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.17	Comporta Gaveta	gl		200.000,00	0,00	0,00
.12.19.35	CANAL DE FUGA ESCAVADO EM SOLO/ROCHA SEMI REVESTIDC	gl			48,35	15,06
.12.19.35.12	Escavação	m ³			48,35	15,06
.12.19.35.12.10	Comum	m ³	144,00	8,00	1,15	0,36
.12.19.35.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	2.247,50	21,00	47,20	14,70
.12.19.35.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.19.35.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00	0,00
.12.19.35.14	Alvenaria de pedras talhadas e rejuntadas para muros	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.19.35.15	Concreto fck 20 MPa	m ³		265,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.13	Formas	m ²		60,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.14	Armadura	kg		3,30	0,00	0,00
.12.19.35.14.15	Chumbadores	un		150,00	0,00	0,00
.12.19.35.17	Outros custos	gl		5.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			0,00	0,00
.12.19.34.23.23	Comporta stop fechamento sucção, carga 10mca	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.24	Monovia talha elétrica 10t	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.25	Guias das comportas	un			0,00	0,00
	Subtotal obras civis				4.817,85	1.500,89
	Subtotal equipamentos				1.160,48	361,52
.12.27.98	EVENTUAIS DA CONTA .12 obras civis	%	10,00	4.817.845,46	481,78	150,09
.12.27.99	EVENTUAIS DA CONTA .12 equipamentos	%	5,00	1.160.475,29	58,02	18,08

.13.	TURBINAS E GERADORES				3.528,00	1.099,07
.13.13.00.23.28	Turbinas Kaplan S-Montante	gl	2,00	750.000,00	1.500,00	467,29
.13.13.00.23.29	Grupo diesel auxiliar 75kVA	gl	1,00	60.000,00	60,00	18,69
.13.13.00.23.30	Geradores Sincronos incl. Mancais, 360rpm	gl	2,00	900.000,00	1.800,00	560,75
	Subtotal da conta .13				3.360,00	1.046,73
.13.27	EVENTUAIS DA CONTA .13	%	5,00	3.360.000,00	168,00	52,34
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO				1.575,00	490,65
.14.00.00.23.30	Equipamento Elétrico Acessório	gl	1,00	1.200.000,00	1.200,00	373,83
.14.00.00.23.31	Sub-estação elevadora 6,9kV- 34,5kV	gl	1,00	300.000,00	300,00	93,46
.14.00.00.23.32	Automação supervisão	gl			0,00	0,00
	Subtotal da conta .14				1.500,00	467,29
.14.27	EVENTUAIS DA CONTA .14	%	5,00	1.500.000,00	75,00	23,36
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA				2.507,97	781,30
.15.13.00.23.20	Ponte rolante traslado e içamento manual	gl	1,00	140.000,00	140,00	43,61
.15.13.00.23.21	Linha de Transmissão 34,5kVA + SE elevadora seccionadora+ bay cone	gl	1,00	2.198.539,99	2.198,54	684,90
.15.00.00.23.31	Equipamentos diversos, bombeamento, grades piso, guarda corpo	gl	1,00	50.000,00	50,00	15,58
	Subtotal da conta .15				2.388,54	744,09
.15.27	EVENTUAIS DA CONTA .15	%	5,00	2.388.539,99	119,43	37,20
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES				15,75	4,91
.16.00.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.16.00.15	PONTES	gl		120.000,00	0,00	0,00
	Subtotal da conta .16				15,00	4,67
.16.27	EVENTUAIS DA CONTA .16	%	5,00	15.000,00	0,75	0,23
	CUSTO DIRETO				18.861,12	5.875,74
.17.	CUSTOS INDIRETOS				3.160,50	984,58
.17.21	CANTEIRO E ACAMPAMENTO				800,00	249,22
.17.21.38	CONSTRUÇÕES DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	200.000,00	200,00	62,31
.17.21.39	MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	600.000,00	600,00	186,92
.17.22	ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO				2.210,00	688,47
.17.22.40	ENGENHARIA	gl			1.210,00	376,95
.17.22.40.36	Engenharia Básica	gl	1,00	310.000,00	310,00	96,57
.17.22.40.37	Serviços Especiais de Engenharia	gl	1,00	600.000,00	600,00	186,92
.17.22.40.54	Estudos e Projetos Ambientais	gl	1,00	300.000,00	300,00	93,46
.17.22.41	ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO	gl	1,00	1.000.000,00	1.000,00	311,53
	Subtotal da conta .17				3.010,00	937,69
.17.27	EVENTUAIS DA CONTA .17	%	5,00	3.010.000,00	150,50	46,88
	CUSTO DIRETO E INDIRETO				22.021,62	6.860,32
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO SOBRE O CAPITAL	%	0,06	22.021.623,72	1.321,30	411,62
	JUROS ANUAIS % aa			0,12		
	TEMPO MÉDIO DE CAPITAL P/ CONSTRUÇÃO			1,50		
	PERÍODO DE AMORTIZAÇÃO (ANOS)			30,00		
	FACTOR DE RECUPERAÇÃO DE CAPITAL (SIMPLIFICADO) FREC			0,12		
	CUSTO TOTAL ALTERNATIVA, SUBESTAÇÃO E L. T. INCLUSIVE				R\$ 23.342,92	US\$ 7.271,94
	CUSTO UNITÁRIO em R\$/kW e US\$/kW respectivamente				5.835,73	1.817,98
	CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			240.000,00		
	CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS			3.137.875,61		23.342.921,15
	POTÊNCIA INSTALADA	kW		4.000,00		
	PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWh/ANO			18913		
	Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh 12%aa			165,91		51,69

.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS		3.474,06	1.082,26
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS		1.242,21	386,98
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS		6.518,13	2.030,57
.13.	TURBINAS E GERADORES		3.528,00	1.099,07
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO		1.575,00	490,65
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA		2.507,97	781,30
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES		15,75	4,91
.17.	CUSTOS INDIRETOS		3.160,50	984,58
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO	%	0,06	22.021.623,72
CUSTO TOTAL INCL.SUBESTAÇÃO LT E INTERLIGAÇÃO			Custo*1000	23.342,92
Custo Unitário em R\$/kW e US\$/kW respectivamente				5.835,73
Potência instalada				4.000,00
CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS				3.137,88
PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWH/ANO				18.912,86
Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh, respectivamente				165,91



PCH CAVERNOSO VI – 5,0 MW

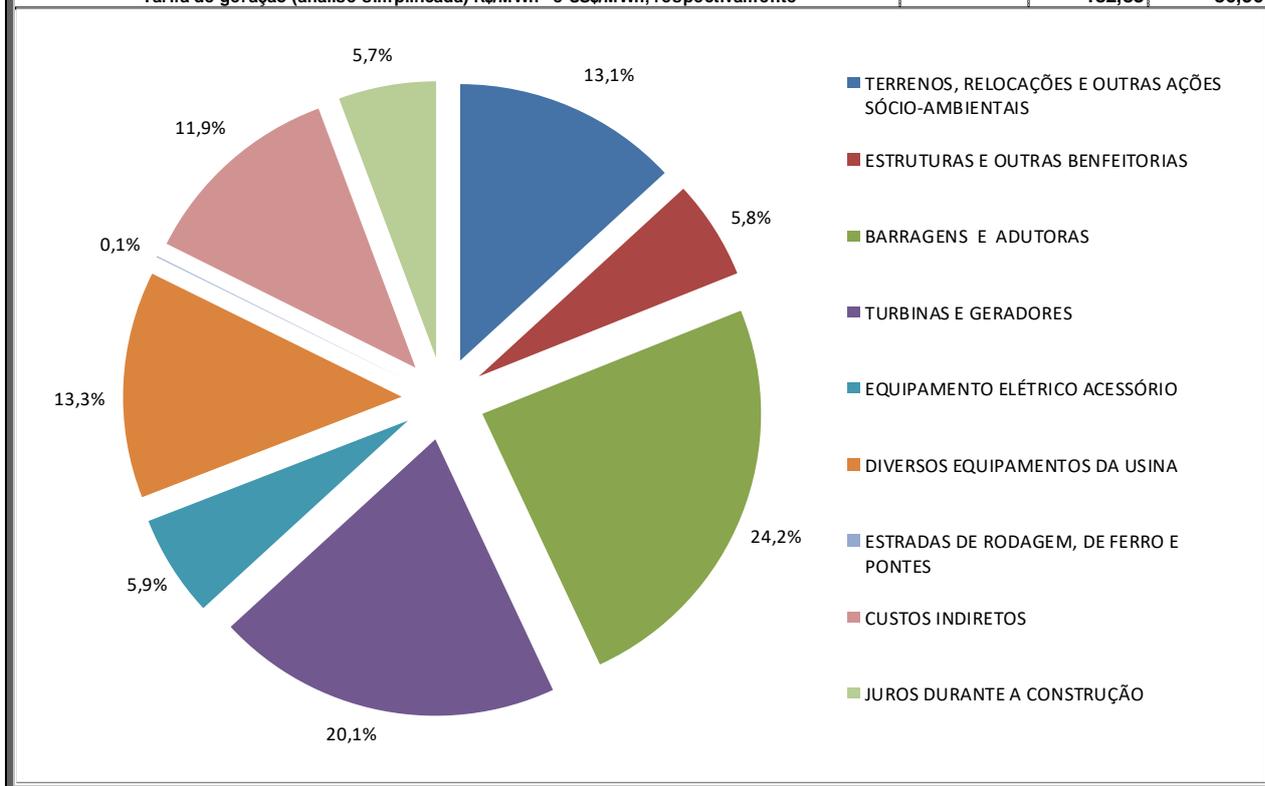
PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI			 Data: 01/08/2016 5,00			
			PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS R\$/US\$ = 3,21 Preços de obras correntes em 42.614,00			
CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT R\$	CUSTO R\$ 10 ³	CUSTO US\$ 10 ³
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				3.474,06	1.082,26
.10.10	AQUISIÇÃO DE TERRENOS E BENEFETORIAS				2.692,29	838,72
.10.10.11	PROPRIEDADES RURAIS	gl			2.564,09	798,78
.10.10.11.10	Reservatório (NAmáx) já descontado a área da calha natural	ha	147,30	10.000,00	1.472,97	458,87
.10.10.11.11	Canteiro, Acampamento, Jazidas e Áreas Afins	ha	3,00	10.000,00	30,00	9,35
.10.10.11.40	Áreas de Preservação Permanente e/ou Unidades de Conservação	ha	106,11	10.000,00	1.061,12	330,57
.10.10.11.41	Reassentamento Rural	ha			0,00	0,00
.10.10.12	DESPESAS LEGAIS	%	5,00	2.564.090,00	128,20	39,94
.10.10.13	OUTROS	gl			0,00	0,00
.10.11	RELOCAÇÕES				115,00	35,83
.10.11.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	5,00	15.000,00	75,00	23,36
.10.11.21	OUTRAS RELOCAÇÕES	gl		250.000,00	0,00	0,00
.10.11.23	OUTROS CUSTOS cercas, demarcações etc	gl	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.10.15	OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				350,95	109,33
.10.15.44	COMUNICAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.45	MEIO FÍSICO-BIÓTICO	gl			220,95	68,83
.10.15.45.18	Limpeza do Reservatório	ha	73,65	3.000,00	220,95	68,83
.10.15.45.40	Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente	ha		2.500,00	0,00	0,00
.10.15.47	LICENCIAMENTO E GESTÃO INSTITUCIONAL	gl			100,00	31,15
.10.15.47.53	Licenciamento	gl	1,00	80.000,00	80,00	24,92
.10.15.47.55	Gestão Institucional	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.47.56	Outros custos	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.48	USOS MÚLTIPLOS	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.13	OUTROS CUSTOS	gl			0,00	0,00
	Subtotal da conta .10				3.158,24	983,88
.10.27	EVENTUAIS DA CONTA .10	%	10,00	3.158.240,15	315,82	98,39
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENEFETORIAS				1.532,77	477,50
.11.12	BENEFETORIAS NA ÁREA DA USINA				10,00	3,12
.11.13	CASA DE FORÇA				1.343,43	418,51
.11.13.00.12	Escavação	gl			53,49	16,66
.11.13.00.12.10	Comum	m ²	999,60	8,00	8,00	2,49
.11.13.00.12.11	Em Rocha a céu aberto	m ²	1.496,00	21,00	31,42	9,79
.11.13.00.12.12	Pré-fissuramento	m ²	351,90	40,00	14,08	4,39
.11.13.00.12.13	Aterro compactado mecanicamente	m ²	0,00	8,00	0,00	0,00
.11.13.00.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	544,00	30,00	16,32	5,08
.11.13.00.14	Concreto fck 20 MPa	m ³	795,60	265,00	210,83	65,68
.11.13.00.15	Concreto fck10MPa	m ³	272,00	250,00	68,00	21,18
.11.13.00.16	Concreto fck 30 Mpa	m ³	0,00	280,00	0,00	0,00
.11.13.00.17	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	2.427,60	60,00	145,66	45,38
.11.13.00.18	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	47.736,00	3,30	157,53	49,07
.11.13.00.19	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		544,00	150,00	81,60	25,42
.11.13.00.20	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP195RB Cordoalhas de 9 un			8.000,00	0,00	0,00
.11.13.00.21	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas (muro de contenção)	m ³		200,00	0,00	0,00
.11.13.00.22	Sistema de drenagem interno, canaletas dutos registros e conexões	vb	1,00	50.000,00	50,00	15,58
.11.13.00.23	Instalações e acabamentos na casa de força	m ²	400,00	800,00	320,00	99,69
.11.13.00.24	Instalações e acabamentos na Subestação	vb	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.11.13.00.25	Estrutura metálica da casa de força	vb	1,00	200.000,00	200,00	62,31
.11.14	VILA DOS OPERADORES	vb	1,00	40.000,00	40,00	12,46
	Subtotal da conta .11				1.393,43	434,09
.11.27	EVENTUAIS DA CONTA .11	%	10,00	1.393.427,60	139,34	43,41

.12.	BARRAGENS E ADUTORAS			6.395,01	1.992,21
.12.16	DESVIO DO RIO			603,29	187,94
.12.16.22	ENSECADERAS	gl		174,85	54,47
.12.16.22.18	Ponte de serviço	gl	1,00	120.000,00	120,00
.12.16.22.19	Ensecadeira de rocha e terra	m ²	3.500,00	5,00	17,50
.12.16.22.21	Remoção de ensecadeiras	m ²	2.450,00	3,00	7,35
.12.16.22.22	Esgotamento e outros custos	gl		20.000,00	0,00
.12.16.23.23	Equipamento de fechamento	gl		30,00	9,35
.12.16.23.23.16	Aluguel de guincho	gl	1,00	30.000,00	30,00
.12.16.23.23.56	Peças fixas extras	un		10.000,00	0,00
.12.16.23.23.17	Comporta ensecadeira (pranchas de concreto)	gl		1.260,00	0,00
.12.16.23.17	Outros custos	gl		0,00	0,00
.12.16.24.	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO	gl		428,44	133,47
.12.16.24.12	Escavação	m ³		0,00	0,00
.12.16.24.12.10	Comum	m ²		8,00	0,00
.12.16.24.12.11	Em rocha a céu aberto	m ²		21,00	0,00
.12.16.24.12.10	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00
.12.16.24.12.11	Subterrânea em rocha i<5%	m ²		165,00	0,00
.12.16.24.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	311,50	30,00	9,35
.12.16.24.14	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	2.230,00	60,00	133,80
.12.16.24.15	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	m ²	392,00	265,00	103,88
.11.16.24.16	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		12,00	150,00	1,80
.12.16.24.17	Concreto Ciclóptico massa fck15Mpa com 30% pedras de mão	m ²		250,00	0,00
.12.16.24.18	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	kg	23.520,00	3,30	77,62
.12.16.24.19	Equipamento de fechamento	gl		2,00	0,62
.12.16.24.19.55	Dispositivo de vazão sanitária	un	1,00	2.000,00	2,00
.12.16.24.20	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=3,0m x H=3, un		1,00	100.000,00	100,00
.12.17	BARRAGENS E DIQUES			1.448,69	451,30
.12.17.25	BARRAGENS E DIQUES DE TERRA E ENROCAMENTO	gl		1.312,20	408,79
.12.17.25.12	Escavação	m ³		128,56	40,05
.12.17.25.12.10	Comum	m ²	16.070,00	8,00	128,56
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto trincheira	m ²		21,00	0,00
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00
.12.17.25.24	Aterro compactado	m ²		8,00	0,00
.12.17.25.25	Enrocamento	m ²	52.890,00	8,00	423,12
.12.17.25.26	Núcleo de argila	m ²	64.675,00	8,00	517,40
.12.17.25.27	Transições / Filtros	m ²	4.460,00	8,00	35,68
.12.17.25.28	Revestimento do paramento / Face de concreto	gl		320,00	0,00
.12.17.25.29	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²		60,00	0,00
.12.17.25.30	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	kg		3,30	0,00
.12.17.25.31	Proteção de taludes RIP RAP	m ²		5,00	7,44
.12.17.25.31.18	Talude de montante RIP RAP	m ²	930,00	8,00	7,44
.12.17.25.31.19	Talude de jusante Rip Rap	m ²		50,00	0,00
.12.17.25.32	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un			150,00	0,00
.12.17.25.33	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m		170,00	0,00
.12.17.25.34	Injeção nata cimento	gl	1,00	200.000,00	200,00
.12.17.27	TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO	gl		136,49	42,52
.12.17.27.12	Escavação	m ³		0,00	0,00
.12.17.27.12.10	Comum	m ²		8,00	0,00
.12.17.27.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³		21,00	0,00
.12.17.27.12.12	Aterro compactado	m ²		8,00	0,00
.12.17.27.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	265,00	30,00	7,95
.12.17.27.14	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	m ³	290,00	30,00	8,70
.12.17.27.15	Formas	m ²	780,00	30,00	23,40
.12.17.27.16	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	23.200,00	3,30	76,56
.12.17.27.17	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		132,50	150,00	19,88
.12.17.27.18	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	gl		200,00	0,00

.12.18	VERTEDEOUROS				1.329,54	414,19
.12.18.28	VERTEDEOUROS DE SUPERFÍCIE	gl			1.329,54	414,19
.12.18.28.12	Escavação	m ³			77,34	24,09
.12.18.28.12.10	Comum	m ³	900,00	8,00	7,20	2,24
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.340,00	21,00	70,14	21,85
.12.18.28.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	295,00	30,00	8,85	2,76
.12.18.28.14	Injeção de nata de cimento	gl	1,00	100.000,00	100,00	31,15
.12.18.28.15	Concreto fck 20 MPa bombeado	m ³	810,00	265,00	214,65	66,87
.12.18.28.16	Concreto Ciclóptico massa fck10Mpa com 30% pedras de mão	m ³		250,00	0,00	0,00
.12.18.28.17	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ²		200,00	0,00	0,00
.12.18.28.18	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	760,00	60,00	45,60	14,21
.12.18.28.19	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	32.400,00	3,30	106,92	33,31
.12.18.28.20	Armadura tela telcon Q138 - 2,1 kg/m ² incl aplicação	kg	619,50	3,80	2,35	0,73
.12.18.28.21	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m	10,00	170,00	1,70	0,53
.12.18.28.22	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		147,50	150,00	22,13	6,89
.12.18.28.23	Outros custos Comporta Basculante	vb	3,00	250.000,00	750,00	233,64
.12.19	TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS				2.493,67	776,85
.12.19.30	TOMADA D'ÁGUA	gl			869,52	270,88
.12.19.30.12	Escavação	m ³			7,44	2,32
.12.19.30.12.10	Comum	m ³	291,90	8,00	2,34	0,73
.12.19.30.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	456,62	8,00	3,65	1,14
.12.19.30.12.12	Aterro compactado mecanicamente	m ³		8,00	0,00	0,00
.12.19.30.12.13	Pré-fissuramento	m ³	180,91	8,00	1,45	0,45
.12.19.30.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	125,10	8,00	1,00	0,31
.12.19.30.14	Concreto estrutural fck 20MPa	m ³	354,45	8,00	2,84	0,88
.12.19.30.15	Concreto estrutural fck 10MPa	m ³	33,57	8,00	0,27	0,08
.12.19.30.16	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.19.30.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	21.267,00	8,00	170,14	53,00
.12.19.30.18	Formas	m ²	979,95	8,00	7,84	2,44
.12.19.30.19	Equipamento de Fechamento e acessórios	gl			680,00	211,84
.12.19.30.20	Log boon - flutuantes na entrada do canal de emboque	gl	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.12.19.30.21	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=2,70m x H=	gl	2,00	100.000,00	200,00	62,31
.12.19.30.22	Dispositivo de limpa grades	un	1,00	180.000,00	180,00	56,07
.12.19.30.23	Guias laterais Stop-log	gl	2,00	30.000,00	60,00	18,69
.12.19.30.24	Painel de grade grossa galvanizada a fogo , incl. Dispositivos de fi	gl	2,00	100.000,00	200,00	62,31
.12.19.34.	CONDUTO FORÇADO	gl			1.554,05	484,13
.12.19.34.12	Escavação	m ³			272,64	84,94
.12.19.34.12.10	Comum, em parte manual	m ³	4.944,50	8,00	39,56	12,32
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	8.583,90	21,00	180,26	56,16
.12.19.34.12.12	Em rocha a céu aberto localizada	m ³		60,00	0,00	0,00
.12.19.34.12.13	Pré fissuramento	m ²	1.320,60	40,00	52,82	16,46
.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	480,00	30,00	14,40	4,49
.12.19.34.14	Concreto Regula Base fck 10 MPa	m ³	98,22	250,00	24,55	7,65
.12.19.34.15	Concreto fck 20 MPa	m ³	1.019,43	265,00	270,15	84,16
.12.19.34.16	Formas	m ²	941,51	60,00	56,49	17,60
.12.19.34.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	61.165,64	3,30	201,85	62,88
.12.19.34.18	Chumbadores	un	480,00	150,00	72,00	22,43
.12.19.34.19	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP190RB Cordoalhas de u n			8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.20	Tirantes ativos 1" Resinex, incl furo 1"1/4 , resina e colocação	u n		450,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			641,97	199,99
.12.19.34.23.10	Conduto forçado COR-AR-COR 500	kg	71.330,00	9,00	641,97	199,99
.12.19.34.23.12	Escotilha de Inspeção	gl		8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.17	Comporta Gaveta	gl		10.000,00	0,00	0,00
.12.19.35	CANAL DE FUGA ESCAVADO EM SOLO/ROCHA SEMI REVESTIDC	gl			70,11	21,84
.12.19.35.12	Escavação	m ³			70,11	21,84
.12.19.35.12.10	Comum	m ³	208,80	8,00	1,67	0,52
.12.19.35.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.258,88	21,00	68,44	21,32
.12.19.35.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.19.35.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00	0,00
.12.19.35.14	Alvenaria de pedras talhadas e rejuntadas para muros	m ³		200,00	0,00	0,00
.12.19.35.15	Concreto fck 20 MPa	m ³		265,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.13	Formas	m ²		60,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.14	Armadura	kg		3,30	0,00	0,00
.12.19.35.14.15	Chumbadores	un		150,00	0,00	0,00
.12.19.35.17	Outros custos	gl		5.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			0,00	0,00
.12.19.34.23.23	Comporta stop fechamento sucção, carga 10mca	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.24	Monovia talha elétrica 10t	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.25	Guias das comportas	un			0,00	0,00
	Subtotal obras civis				4.521,22	1.408,48
	Subtotal equipamentos				1.353,97	421,80
.12.27.98	EVENTUAIS DA CONTA .12 obras civis	%	10,00	4.521.219,38	452,12	140,85
.12.27.99	EVENTUAIS DA CONTA .12 equipamentos	%	5,00	1.353.970,00	67,70	21,09

.13.	TURBINAS E GERADORES			5.313,00	1.655,14
.13.13.00.23.28	Turbinas Kaplan S-Montante	gl	2,00	1.100.000,00	2.200,00 685,36
.13.13.00.23.29	Grupo diesel auxiliar 75kVA	gl	1,00	60.000,00	60,00 18,69
.13.13.00.23.30	Geradores Sincronos incl. Mancais, 360rpm	gl	2,00	1.400.000,00	2.800,00 872,27
	Subtotal da conta .13				5.060,00 1.576,32
.13.27	EVENTUAIS DA CONTA .13	%	5,00	5.060.000,00	253,00 78,82
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO			1.575,00	490,65
.14.00.00.23.30	Equipamento Elétrico Acessório	gl	1,00	1.200.000,00	1.200,00 373,83
.14.00.00.23.31	Sub-estação elevadora 6,9kV- 34,5kV	gl	1,00	300.000,00	300,00 93,46
.14.00.00.23.32	Automação supervisão	gl			0,00 0,00
	Subtotal da conta .14				1.500,00 467,29
.14.27	EVENTUAIS DA CONTA .14	%	5,00	1.500.000,00	75,00 23,36
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA			3.510,72	1.093,68
.15.13.00.23.20	Ponte rolante traslado e içamento manual	gl	1,00	190.000,00	190,00 59,19
.15.13.00.23.21	Linha de Transmissão 34,5kVA + SE elevadora seccionadora+ bay cone	gl	1,00	3.103.539,99	3.103,54 966,83
.15.00.00.23.31	Equipamentos diversos, bombeamento, grades piso, guarda corpo	gl	1,00	50.000,00	50,00 15,58
	Subtotal da conta .15				3.343,54 1.041,60
.15.27	EVENTUAIS DA CONTA .15	%	5,00	3.343.539,99	167,18 52,08
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES			15,75	4,91
.16.00.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	1,00	15.000,00	15,00 4,67
.16.00.15	PONTES	gl		120.000,00	0,00 0,00
	Subtotal da conta .16				15,00 4,67
.16.27	EVENTUAIS DA CONTA .16	%	5,00	15.000,00	0,75 0,23
	CUSTO DIRETO				21.816,31 6.796,36
.17.	CUSTOS INDIRETOS			3.160,50	984,58
.17.21	CANTEIRO E ACAMPAMENTO				800,00 249,22
.17.21.38	CONSTRUÇÕES DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	200.000,00	200,00 62,31
.17.21.39	MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	600.000,00	600,00 186,92
.17.22	ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO				2.210,00 688,47
.17.22.40	ENGENHARIA	gl			1.210,00 376,95
.17.22.40.36	Engenharia Básica	gl	1,00	310.000,00	310,00 96,57
.17.22.40.37	Serviços Especiais de Engenharia	gl	1,00	600.000,00	600,00 186,92
.17.22.40.54	Estudos e Projetos Ambientais	gl	1,00	300.000,00	300,00 93,46
.17.22.41	ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO	gl	1,00	1.000.000,00	1.000,00 311,53
	Subtotal da conta .17				3.010,00 937,69
.17.27	EVENTUAIS DA CONTA .17	%	5,00	3.010.000,00	150,50 46,88
	CUSTO DIRETO E INDIRETO				24.976,81 7.780,94
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO SOBRE O CAPITAL	%	0,06	24.976.811,33	1.498,61 466,86
	JUROS ANUAIS % aa			0,12	
	TEMPO MÉDIO DE CAPITAL P/ CONSTRUÇÃO			1,50	
	PERÍODO DE AMORTIZAÇÃO (ANOS)			30,00	
	FACTOR DE RECUPERAÇÃO DE CAPITAL (SIMPLIFICADO) FREC			0,12	
	CUSTO TOTAL ALTERNATIVA, SUBESTAÇÃO E L. T. INCLUSIVE			R\$ 26.475,42	US\$ 8.247,79
	CUSTO UNITÁRIO em R\$/kW e US\$/kW respectivamente			5.295,08	1.649,56
	CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			400.000,00	
	CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS			3.686.755,48	
	POTÊNCIA INSTALADA	kW		5.000,00	
	PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWh/ANO			20165	
	Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh 12%aa			182,83	56,96

.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS		3.474,06	1.082,26
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS		1.532,77	477,50
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS		6.395,01	1.992,21
.13.	TURBINAS E GERADORES		5.313,00	1.655,14
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO		1.575,00	490,65
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA		3.510,72	1.093,68
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES		15,75	4,91
.17.	CUSTOS INDIRETOS		3.160,50	984,58
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO	%	0,06	24.976.811,33
CUSTO TOTAL INCL.SUBESTAÇÃO LT E INTERLIGAÇÃO			1.498,61	466,86
Custo Unitário em R\$/kW e US\$/kW respectivamente			Custo*1000	26.475,42
Potência instalada				8.247,79
CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS				5.295,08
PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWH/ANO				1.649,56
Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh, respectivamente				5.000,00
				3.686,76
				20.164,54
				182,83
				56,96



PCH CAVERNOSO VI – 6,0 MW

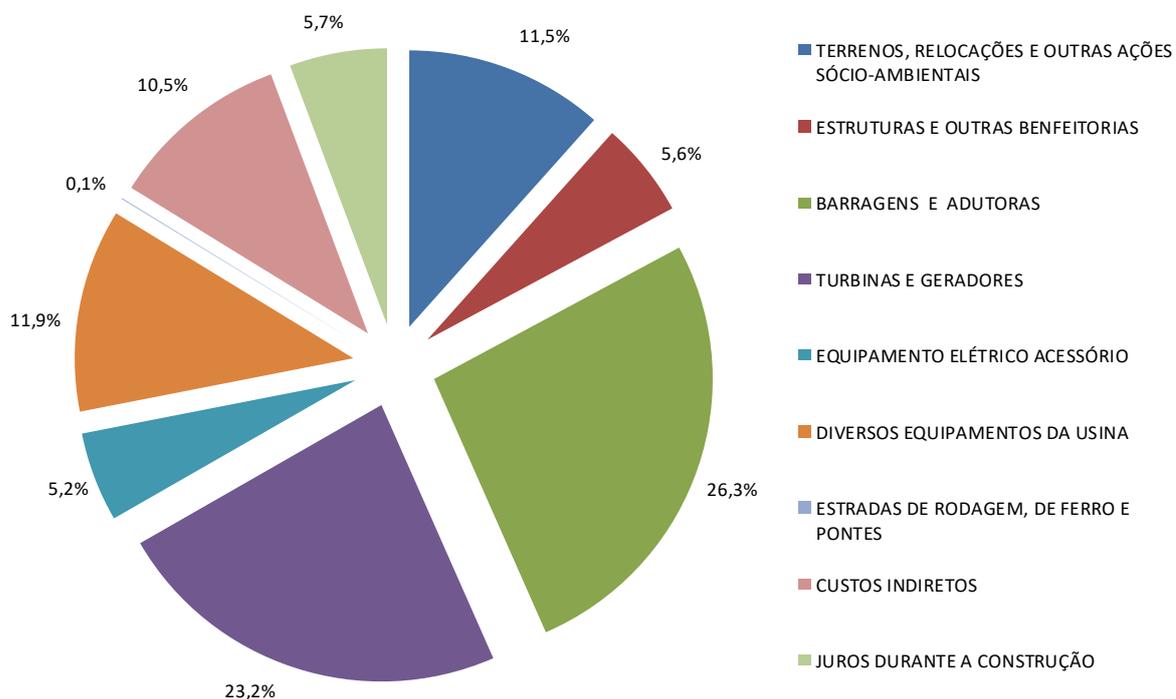
PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI			 Data: 01/08/2016 6,00			
 PROJETO BÁSICO PCH CAVERNOSO VI ORÇAMENTO PADRÃO ELETROBRÁS			R\$/US\$ = 3,21 Preços de obras correntes em 42.614,00			
CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT R\$	CUSTO R\$ 10 ³	CUSTO US\$ 10 ³
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				3.474,06	1.082,26
.10.10	AQUISIÇÃO DE TERRENOS E BENEFETORIAS				2.692,29	838,72
.10.10.11	PROPRIEDADES RURAIS	gl			2.564,09	798,78
.10.10.11.10	Reservatório (NAmax) já descontado a área da calha natural	ha	147,30	10.000,00	1.472,97	458,87
.10.10.11.11	Canteiro, Acampamento, Jazidas e Áreas Afins	ha	3,00	10.000,00	30,00	9,35
.10.10.11.40	Áreas de Preservação Permanente e/ou Unidades de Conservação	ha	106,11	10.000,00	1.061,12	330,57
.10.10.11.41	Reassentamento Rural	ha			0,00	0,00
.10.10.12	DESPESAS LEGAIS	%	5,00	2.564.090,00	128,20	39,94
.10.10.13	OUTROS	gl			0,00	0,00
.10.11	RELOCAÇÕES				115,00	35,83
.10.11.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	5,00	15.000,00	75,00	23,36
.10.11.21	OUTRAS RELOCAÇÕES	gl		250.000,00	0,00	0,00
.10.11.23	OUTROS CUSTOS cercas, demarcações etc	gl	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.10.15	OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS				350,95	109,33
.10.15.44	COMUNICAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.45	MEIO FÍSICO-BIÓTICO	gl			220,95	68,83
.10.15.45.18	Limpeza do Reservatório	ha	73,65	3.000,00	220,95	68,83
.10.15.45.40	Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente	ha		2.500,00	0,00	0,00
.10.15.47	LICENCIAMENTO E GESTÃO INSTITUCIONAL	gl			100,00	31,15
.10.15.47.53	Licenciamento	gl	1,00	80.000,00	80,00	24,92
.10.15.47.55	Gestão Institucional	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.47.56	Outros custos	gl	1,00	10.000,00	10,00	3,12
.10.15.48	USOS MULTÍPLoS	gl	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.10.15.13	OUTROS CUSTOS	gl			0,00	0,00
	Subtotal da conta .10				3.158,24	983,88
.10.27	EVENTUAIS DA CONTA .10	%	10,00	3.158.240,15	315,82	98,39
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENEFETORIAS				1.673,30	521,28
.11.12	BENEFETORIAS NA ÁREA DA USINA				10,00	3,12
.11.13	CASA DE FORÇA				1.471,18	458,31
.11.13.00.12	Escavação	gl			56,24	17,52
.11.13.00.12.10	Comum	m ²	1.051,05	8,00	8,41	2,62
.11.13.00.12.11	Em Rocha a céu aberto	m ²	1.573,00	21,00	33,03	10,29
.11.13.00.12.12	Pré-fissuramento	m ²	370,01	40,00	14,80	4,61
.11.13.00.12.13	Aterro compactado mecanicamente	m ²		8,00	0,00	0,00
.11.13.00.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	572,00	30,00	17,16	5,35
.11.13.00.14	Concreto fck 20 MPa	m ³	836,55	265,00	221,69	69,06
.11.13.00.15	Concreto fck10MPa	m ³	286,00	250,00	71,50	22,27
.11.13.00.16	Concreto fck 30 Mpa	m ³		280,00	0,00	0,00
.11.13.00.17	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ³	2.552,55	60,00	153,15	47,71
.11.13.00.18	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	50.193,00	3,30	165,64	51,60
.11.13.00.19	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		572,00	150,00	85,80	26,73
.11.13.00.20	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP195RB Cordalhas de 9 un			8.000,00	0,00	0,00
.11.13.00.21	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas (muro de contenção)	m ³		200,00	0,00	0,00
.11.13.00.22	Sistema de drenagem interno, canaletas dutos registros e conexões vb		1,00	50.000,00	50,00	15,58
.11.13.00.23	Instalações e acabamentos na casa de força	m ²	450,00	800,00	360,00	112,15
.11.13.00.24	Instalações e acabamentos na Subestação	vb	1,00	40.000,00	40,00	12,46
.11.13.00.25	Estrutura metálica da casa de força	vb	1,00	250.000,00	250,00	77,88
.11.14	VILA DOS OPERADORES	vb	1,00	40.000,00	40,00	12,46
	Subtotal da conta .11				1.521,18	473,89
.11.27	EVENTUAIS DA CONTA .11	%	10,00	1.521.177,55	152,12	47,39

.12.	BARRAGENS E ADUTORAS			7.917,10	2.466,39
.12.16	DESVIO DO RIO			623,29	194,17
.12.16.22	ENSECADERAS	gl		174,85	54,47
.12.16.22.18	Ponte de serviço	gl	1,00	120.000,00	120,00
.12.16.22.19	Ensecadeira de rocha e terra	m ²	3.500,00	5,00	17,50
.12.16.22.21	Remoção de ensecadeiras	m ²	2.450,00	3,00	7,35
.12.16.22.22	Esgotamento e outros custos	gl		20.000,00	0,00
.12.16.23.23	Equipamento de fechamento	gl			30,00
.12.16.23.23.16	Aluguel de guincho	gl	1,00	30.000,00	30,00
.12.16.23.23.56	Peças fixas extras	un		10.000,00	0,00
.12.16.23.23.17	Comporta ensecadeira (pranchas de concreto)	gl		1.260,00	0,00
.12.16.23.17	Outros custos	gl			0,00
.12.16.24.	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO	gl		448,44	139,70
.12.16.24.12	Escavação	m ³			0,00
.12.16.24.12.10	Comum	m ²		8,00	0,00
.12.16.24.12.11	Em rocha a céu aberto	m ²		21,00	0,00
.12.16.24.12.10	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00
.12.16.24.12.11	Subterrânea em rocha i<5%	m ²		165,00	0,00
.12.16.24.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	311,50	30,00	9,35
.12.16.24.14	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	2.230,00	60,00	133,80
.12.16.24.15	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	m ²	392,00	265,00	103,88
.11.16.24.16	Chumbadores passivos CA50A d=1" l=6,0m inclusive furação , grout un		12,00	150,00	1,80
.12.16.24.17	Concreto Ciclóptico massa fck15Mpa com 30% pedras de mão	m ³		250,00	0,00
.12.16.24.18	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	kg	23.520,00	3,30	77,62
.12.16.24.19	Equipamento de fechamento	gl			2,00
.12.16.24.19.55	Dispositivo de vazão sanitária	un	1,00	2.000,00	2,00
.12.16.24.20	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=3,0m x H=3, un		1,00	120.000,00	120,00
.12.17	BARRAGENS E DIQUES			2.469,47	769,30
.12.17.25	BARRAGENS E DIQUES DE TERRA E ENROCAMENTO	gl		2.241,43	698,26
.12.17.25.12	Escavação	m ³			128,56
.12.17.25.12.10	Comum	m ²	16.070,00	8,00	128,56
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto trincheira	m ²		21,00	0,00
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00
.12.17.25.24	Aterro compactado	m ²		8,00	0,00
.12.17.25.25	Enrocamento	m ²	52.890,00	18,00	952,02
.12.17.25.26	Núcleo de argila	m ²	64.675,00	10,00	646,75
.12.17.25.27	Transições / Filtros	m ²	4.460,00	60,00	267,60
.12.17.25.28	Revestimento do paramento / Face de concreto	gl		320,00	0,00
.12.17.25.29	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²		60,00	0,00
.12.17.25.30	Armadura aço CA50-A, incl perdas e aplicação	kg		3,30	0,00
.12.17.25.31	Proteção de taludes RIP RAP	m ²		5,00	46,50
.12.17.25.31.18	Talude de montante RIP RAP	m ²	930,00	50,00	46,50
.12.17.25.31.19	Talude de jusante Rip Rap	m ²		50,00	0,00
.12.17.25.32	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un			150,00	0,00
.12.17.25.33	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m		170,00	0,00
.12.17.25.34	Injeção nata cimento	gl	1,00	200.000,00	200,00
.12.17.27	TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO	gl		228,04	71,04
.12.17.27.12	Escavação	m ³			0,00
.12.17.27.12.10	Comum	m ²		8,00	0,00
.12.17.27.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³		21,00	0,00
.12.17.27.12.12	Aterro compactado	m ²		8,00	0,00
.12.17.27.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	265,00	30,00	7,95
.12.17.27.14	Concreto fck 20 MPa revestimento das faces	m ³	290,00	265,00	76,85
.12.17.27.15	Formas	m ²	780,00	60,00	46,80
.12.17.27.16	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	23.200,00	3,30	76,56
.12.17.27.17	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		132,50	150,00	19,88
.12.17.27.18	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	gl		200,00	0,00

.12.18	VERTEDOUROS				1.329,54	414,19
.12.18.28	VERTEDOUROS DE SUPERFÍCIE	gl			1.329,54	414,19
.12.18.28.12	Escavação	m ³			77,34	24,09
.12.18.28.12.10	Comum	m ³	900,00	8,00	7,20	2,24
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.340,00	21,00	70,14	21,85
.12.18.28.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	295,00	30,00	8,85	2,76
.12.18.28.14	Injeção de nata de cimento	gl	1,00	100.000,00	100,00	31,15
.12.18.28.15	Concreto fck 20 MPa bombeado	m ³	810,00	265,00	214,65	66,87
.12.18.28.16	Concreto Ciclóptico massa fck10MPa com 30% pedras de mão	m ³		250,00	0,00	0,00
.12.18.28.17	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ²		200,00	0,00	0,00
.12.18.28.18	Formas reap. 3x, inclusive escoras e andaimes	m ²	760,00	60,00	45,60	14,21
.12.18.28.19	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	32.400,00	3,30	106,92	33,31
.12.18.28.20	Armadura tela telcon Q138 - 2,1 kg/m ² incl aplicação	kg	619,50	3,80	2,35	0,73
.12.18.28.21	Junta Fungenband O22 , fornecimento e aplicação	m	10,00	170,00	1,70	0,53
.12.18.28.22	Chumbadores passivos CA50A d=3/4" l=3,0m inclusive furação , gro un		147,50	150,00	22,13	6,89
.12.18.28.23	Outros custos Comporta Basculante	vb	3,00	250.000,00	750,00	233,64
.12.19	TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS				2.844,96	886,28
.12.19.30	TOMADA D'ÁGUA	gl			1.080,95	336,74
.12.19.30.12	Escavação	m ³			21,09	6,57
.12.19.30.12.10	Comum	m ³	321,30	8,00	2,57	0,80
.12.19.30.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	502,61	21,00	10,55	3,29
.12.19.30.12.12	Aterro compactado mecanicamente	m ³		8,00	0,00	0,00
.12.19.30.12.13	Pré-fissuramento	m ²	199,13	40,00	7,97	2,48
.12.19.30.13	Limpeza e tratamento de fundação	m ²	137,70	30,00	4,13	1,29
.12.19.30.14	Concreto estrutural fck 20MPa	m ³	390,15	265,00	103,39	32,21
.12.19.30.15	Concreto estrutural fck 10MPa	m ³	36,95	10,00	0,37	0,12
.12.19.30.16	Alvenaria de Pedras talhadas e rejuntadas	m ²		200,00	0,00	0,00
.12.19.30.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	23.409,00	3,30	77,25	24,07
.12.19.30.18	Formas	m ²	1.078,65	60,00	64,72	20,16
.12.19.30.19	Equipamento de Fechamento e acessórios	gl			810,00	252,34
.12.19.30.20	Log boon - flutuantes na entrada do canal de emboque	gl	1,00	50.000,00	50,00	15,58
.12.19.30.21	Comporta vagão com rodas acionamento hidráulico(L=2,70m x H=	gl	2,00	120.000,00	240,00	74,77
.12.19.30.22	Dispositivo de limpa grades	un	1,00	200.000,00	200,00	62,31
.12.19.30.23	Guias laterais Stop-log	gl	2,00	40.000,00	80,00	24,92
.12.19.30.24	Painel de grade grossa galvanizada a fogo , incl. Dispositivos de fi	gl	2,00	120.000,00	240,00	74,77
.12.19.34.	CONDUTO FORÇADO	gl			1.685,68	525,13
.12.19.34.12	Escavação	m ³			295,51	92,06
.12.19.34.12.10	Comum, em parte manual	m ³	5.359,20	8,00	42,87	13,36
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	9.303,84	21,00	195,38	60,87
.12.19.34.12.12	Em rocha a céu aberto localizada	m ³		60,00	0,00	0,00
.12.19.34.12.13	Pré fissuramento	m ²	1.431,36	40,00	57,25	17,84
.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	515,00	30,00	15,45	4,81
.12.19.34.14	Concreto Regula Base fck 10 MPa	m ³	106,45	250,00	26,61	8,29
.12.19.34.15	Concreto fck 20 MPa	m ³	1.111,93	265,00	294,66	91,79
.12.19.34.16	Formas	m ²	1.009,35	60,00	60,56	18,87
.12.19.34.17	Aço CA50A fornecimento aplicação inclusive 10% perdas	kg	66.715,66	3,30	220,16	68,59
.12.19.34.18	Chumbadores	un	515,00	150,00	77,25	24,07
.12.19.34.19	Tirantes ativos protendidos cap. 100t aço CP190RB Cordoalhas de u n			8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.20	Tirantes ativos 1" Resinex, incl furo 1"1/4 , resina e colocação	u n		450,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			695,48	216,66
.12.19.34.23.10	Conduto forçado COR-AR-COR 500	kg	77.275,00	9,00	695,48	216,66
.12.19.34.23.12	Escotilha de Inspeção	gl		8.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.17	Comporta Gaveta	gl		10.000,00	0,00	0,00
.12.19.35	CANAL DE FUGA ESCAVADO EM SOLO/ROCHA SEMI REVESTIDC	gl			78,33	24,40
.12.19.35.12	Escavação	m ³			78,33	24,40
.12.19.35.12.10	Comum	m ³	233,28	8,00	1,87	0,58
.12.19.35.12.11	Em rocha a céu aberto	m ³	3.640,95	21,00	76,46	23,82
.12.19.35.12.12	Pré-fissuramento	m ²		40,00	0,00	0,00
.12.19.35.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		30,00	0,00	0,00
.12.19.35.14	Alvenaria de pedras talhadas e rejuntadas para muros	m ²		200,00	0,00	0,00
.12.19.35.15	Concreto fck 20 MPa	m ³		265,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.13	Formas	m ²		60,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.14	Armadura	kg		3,30	0,00	0,00
.12.19.35.14.15	Chumbadores	un		150,00	0,00	0,00
.12.19.35.17	Outros custos	gl		5.000,00	0,00	0,00
.12.19.34.23	Equipamento de Fechamento	gl			0,00	0,00
.12.19.34.23.23	Comporta stop fechamento sucção, carga 10mca	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.24	Monovia talha elétrica 10t	un			0,00	0,00
.12.19.34.23.25	Guias das comportas	un			0,00	0,00
	Subtotal obras civis				5.729,78	1.784,98
	Subtotal equipamentos				1.537,48	478,96
.12.27.98	EVENTUAIS DA CONTA .12 obras civis	%	10,00	5.729.776,06	572,98	178,50
.12.27.99	EVENTUAIS DA CONTA .12 equipamentos	%	5,00	1.537.475,00	76,87	23,95

.13.	TURBINAS E GERADORES				6.993,00	2.178,50
.13.13.00.23.28	Turbinas Kaplan S-Montante	gl	2,00	1.500.000,00	3.000,00	934,58
.13.13.00.23.29	Grupo diesel auxiliar 75kVA	gl	1,00	60.000,00	60,00	18,69
.13.13.00.23.30	Geradores Sincronos incl. Mancais, 360rpm	gl	2,00	1.800.000,00	3.600,00	1.121,50
	Subtotal da conta .13				6.660,00	2.074,77
.13.27	EVENTUAIS DA CONTA .13	%	5,00	6.660.000,00	333,00	103,74
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO				1.575,00	490,65
.14.00.00.23.30	Equipamento Elétrico Acessório	gl	1,00	1.200.000,00	1.200,00	373,83
.14.00.00.23.31	Sub-estação elevadora 6,9kV- 34,5kV	gl	1,00	300.000,00	300,00	93,46
.14.00.00.23.32	Automação supervisão	gl			0,00	0,00
	Subtotal da conta .14				1.500,00	467,29
.14.27	EVENTUAIS DA CONTA .14	%	5,00	1.500.000,00	75,00	23,36
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA				3.573,72	1.113,31
.15.13.00.23.20	Ponte rolante traslado e içamento manual	gl	1,00	250.000,00	250,00	77,88
.15.13.00.23.21	Linha de Transmissão 34,5kVA + SE elevadora seccionadora+ bay cone	gl	1,00	3.103.539,99	3.103,54	966,83
.15.00.00.23.31	Equipamentos diversos, bombeamento, grades piso, guarda corpo	gl	1,00	50.000,00	50,00	15,58
	Subtotal da conta .15				3.403,54	1.060,29
.15.27	EVENTUAIS DA CONTA .15	%	5,00	3.403.539,99	170,18	53,01
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES				15,75	4,91
.16.00.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km	1,00	15.000,00	15,00	4,67
.16.00.15	PONTES	gl		120.000,00	0,00	0,00
	Subtotal da conta .16				15,00	4,67
.16.27	EVENTUAIS DA CONTA .16	%	5,00	15.000,00	0,75	0,23
	CUSTO DIRETO				25.221,93	7.857,30
.17.	CUSTOS INDIRETOS				3.160,50	984,58
.17.21	CANTEIRO E ACAMPAMENTO				800,00	249,22
.17.21.38	CONSTRUÇÕES DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	200.000,00	200,00	62,31
.17.21.39	MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl	1,00	600.000,00	600,00	186,92
.17.22	ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO				2.210,00	688,47
.17.22.40	ENGENHARIA	gl			1.210,00	376,95
.17.22.40.36	Engenharia Básica	gl	1,00	310.000,00	310,00	96,57
.17.22.40.37	Serviços Especiais de Engenharia	gl	1,00	600.000,00	600,00	186,92
.17.22.40.54	Estudos e Projetos Ambientais	gl	1,00	300.000,00	300,00	93,46
.17.22.41	ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO	gl	1,00	1.000.000,00	1.000,00	311,53
	Subtotal da conta .17				3.010,00	937,69
.17.27	EVENTUAIS DA CONTA .17	%	5,00	3.010.000,00	150,50	46,88
	CUSTO DIRETO E INDIRETO				28.382,43	8.841,88
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO SOBRE O CAPITAL	%	0,06	28.382.428,87	1.702,95	530,51
	JUROS ANUAIS % aa			0,12		
	TEMPO MÉDIO DE CAPITAL P/ CONSTRUÇÃO			1,50		
	PERÍODO DE AMORTIZAÇÃO (ANOS)			30,00		
	FA TOR DE RECUPERAÇÃO DE CAPITAL (SIMPLIFICADO) FREC			0,12		
	CUSTO TOTAL ALTERNATIVA , SUBESTAÇÃO E L. T. INCLUSIVE			R\$ 30.085,37		US\$ 9.372,39
	CUSTO UNITÁRIO em R\$/kW e US\$/kW respectivamente			5.014,23		1.562,07
	CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			400.000,00		
	CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS			4.134.908,44		
	POTÊNCIA INSTALADA	kW		6.000,00		
	PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWh/ANO			20582		
	Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh 12%aa			200,90		62,59

.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS		3.474,06	1.082,26
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS		1.673,30	521,28
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS		7.917,10	2.466,39
.13.	TURBINAS E GERADORES		6.993,00	2.178,50
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO		1.575,00	490,65
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA		3.573,72	1.113,31
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES		15,75	4,91
.17.	CUSTOS INDIRETOS		3.160,50	984,58
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO	%	0,06	28.382.428,87
			1.702,95	530,51
	CUSTO TOTAL INCL.SUBESTAÇÃO LT E INTERLIGAÇÃO		Custo*1000	30.085,37
	Custo Unitário em R\$/kW e US\$/kW respectivamente			5.014,23
	Potência instalada	kW		6.000,00
	CUSTO ANUAL TOTAL CAPITAL+OP E MANUT, SEGUROS ENCARGOS			4.134,91
	PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA MWH/ANO			20.581,55
	Tarifa de geração (análise simplificada) R\$/MWh e US\$/MWh, respectivamente			200,90
				62,59



Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 11

11. FICHA TÉCNICA	1
-------------------------	---

11. FICHA TÉCNICA

		FICHA-RESUMO - ESTUDOS DE VIABILIDADE E PROJETO BÁSICO										
VERSÃO ABRIL/2008												
NOME DA USINA:	PCH CAVERNOSO V								DATA:	19/09/2016		
ETAPA:	ÚNICA								POT. (MW):	5,00		
NOME DO(S) INTERESSADO(S):	ENERGÉTICA RODÃO LTDA.											
CONTATO (resp. pelo empreendimento / e-mail):	ILSON LUIS FLESSAK					TEL.:	46 3520-1060		FAX:	46 3520-1060		
NOME DA(S) EMPRESA(S) PROJETISTA(S):	DESIGN HEAD ENGENHARIA & CONSTRUTORA LTDA.											
CONTATO (resp. técnico pelo estudo / e-mail):	ALBERTO DE ANDRADE PINTO (dhead.alberto@uol.com.br)					TEL.:	41-3588 1120		FAX:	41-3588 1120		
1. LOCALIZAÇÃO												
RIO:	CAVERNOSO			BACIA:	6		SUB-BACIA:	65		DISTÂNCIA DA FOZ:	106,2 km	
MUNICÍPIO(S):	CANTAGALO (MD)			UF:	PR		MUNICÍPIO(S):	CANDÓI / GUARAPUAVA (ME)		UF:	PR	
(BARRAGEM)	CANTAGALO (MD) / CANDÓI (ME)			UF:	PR		(C.DE FORÇA)	CANDÓI (ME)		UF:	PR	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA BARRAGEM:												
LATITUDE:	25 graus		23 minutos		1,3 segundos		SUL (S) OU NORTE (N):		S			
LONGITUDE:	52 graus		1 minutos		43,8 segundos		OESTE (W)					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA CASA DE FORÇA:												
LATITUDE:	25 graus		23 minutos		7,9 segundos		SUL (S) OU NORTE (N):		S			
LONGITUDE:	52 graus		1 minutos		56,5 segundos		OESTE (W)					
2. CARTOGRAFIA / TOPOGRAFIA												
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA:	UTM			ZONA:	22 SUL			DATUM:	SIRGAS2000		MC:	51° W
CARTAS E PLANTAS TOPOGRÁFICAS:				DATA:	1973			ESCALA:	1:100.000		FONTE:	DSG/ME
FOTOS AÉREAS:				DATA:	fev/16			ESCALA:	1:6.000		FONTE:	SV ENGENHARIA DE LEVANTAMENTOS LTDA.
RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA:				ESCALA:	1:10.000							
3. HIDROMETEOROLOGIA												
POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DE REFERÊNCIA:												
TIPO:	FDT	CÓD.:	65855000	ENTIDADE:	TRACTEBEL	NOME:	USINA CAVERNOSO	RIO:	CAVERNOSO	AD (em km²):	1.490	
TIPO:	FDSQ	CÓD.:	64764000	ENTIDADE:	ANA	NOME:	GUARAPARÁ	RIO:	PQUIRI	AD (em km²):	1.690	
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		RIO:		AD (em km²):		
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		RIO:		AD (em km²):		
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		RIO:		AD (em km²):		
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		RIO:		AD (em km²):		
TIPO:		CÓD.:		ENTIDADE:		NOME:		RIO:		AD (em km²):		
VAZÕES MÉDIAS MENSIS (m³/s) – PERÍODO: (DE MAI/1964 A DEZ/2015)												
TIPO DA SÉRIE (REGULARIZADA ou NATURAL): NATURAL												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
18,04	19,35	14,97	13,99	22,14	27,91	27,22	18,24	23,18	32,61	23,19	20,66	
PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSIS (m³/s):												
5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	100 %	
52,42	42,99	31,79	25,74	20,52	17,04	14,44	11,62	9,10	6,68	4,42	1,62	
PRECIP. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO: (DE MAI/1964 A DEZ/2015)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
189,1	162,5	131,6	141,9	145,3	151,1	125,6	111,0	153,4	187,1	159,0	176,7	
EVAPOR. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO: (DE MAI/1964 A DEZ/2015)												
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
134,7	115,5	103,9	69,9	45,4	27,6	39,3	41,9	60,7	97,1	116,6	126,6	
PREC. MÉDIA ANUAL:				1834		mm		VAZÃO MLT – PERÍODO: (DE MAI/1964 A DEZ/2015)				21,82 m³/s
EVAP. MÉDIA ANUAL:				978,9		mm		VAZÃO FIRME				CRITÉRIO: (P.Crítico) - m³/s
EVAP. MÉDIA MENSAL:				81,6		mm		VAZÃO MÁX. REGISTRADA (Junho/2013)				112,2 m³/s
ÁREA DE DRENAGEM:				803		km		VAZÃO MIN. REGISTRADA (Junho/2006)				1,6 m³/s

4. RESERVATÓRIO											
CARACTERÍSTICAS GERAIS					CRISTA DA BARRAGEM:					638,4	m
VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO:	88,18	anos	ALTURA DA BARRAGEM:					18,6	m		
PERÍMETRO:	20146	km	VOLUMES								
COMPRIMENTO:	6168	m	No NA MÁX. NORMAL:					2,982	x10 ⁶ m ³		
PROFUNDIDADE MÉDIA:	2,92	m	No NA MÍN. NORMAL:					2,982	x10 ⁶ m ³		
PROFUNDIDADE MÁXIMA:	15,2	m	ÚTIL:					N/A	x10 ⁶ m ³		
TEMPO DE FORMAÇÃO:	1,9	dias	ÁREAS (INCLUÍNDO CALHADO RIO)								
TEMPO DE RESIDÊNCIA:	1,8	dias	NA MÁX. NORMAL:					1,023	km		
NÍVEIS DE MONTANTE			NA MÁX. MAXIMORUM:					1,411	km		
NA MÁX. NORMAL:	635,00	m	NA MÍN. NORMAL:					1,023	km		
NA MÁX. MAXIMORUM:	637,35	m	VIDA ÚTIL								
NA MÍN. NORMAL:	635,00	m	VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. MAX. OPERATIVO):					88,18	anos		
NÍVEIS DE JUSANTE			VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. ÚTIL):					N/A	anos		
NA NORMAL de JUSANTE:	615,00	m	VAZÃO SÓLIDA AFLUENTE					60,225	t/ano		
NA MÁX. de JUSANTE:	619,58	m	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SEDIMENTOS					1,3	mg/l		
NA MÍN. de JUSANTE:	615,00	m	PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS					75	t/km ² .ano		
ÁREAS INUNDADAS POR MUNICÍPIO (em km²) - NO NA MÁX MAXIMORUM											
MUNICÍPIO (S)			UF	SUBTRAÍDA A CALHA DO RIO		NA CALHA DO RIO		TOTAL			
CANTAGALO (MD)			PR	0,4271		0,1326		0,5598			
CANDÓI (ME)			PR	0,6086		0,0942		0,7028			
GUARAPUAVA (ME)			PR	0,1002		0,0480		0,1482			
CURVAS											
PONTOS DAS CURVAS COTA x ÁREA x VOLUME DO RESERVATÓRIO						PONTOS DA CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA					
COTA (m)	ÁREA (km ²)	VOL. (hm ³)	COTA (m)	ÁREA (km ²)	VOL. (hm ³)	N.A. JUSANTE (m)	VAZÃO (m ³ /s)	N.A. JUSANTE (m)	VAZÃO (m ³ /s)		
631,00	0,54	0,000	636,00	1,23	4,110	614,15	0,00	620,45	1081		
632,00	0,63	0,586	637,00	1,37	5,413	614,75	24,89	620,75	1173		
633,00	0,73	1,263	638,00	1,52	6,857	615,35	72,46	621,05	1268		
634,00	0,84	2,049	639,00	1,65	8,441	615,95	136,88	621,35	1366		
635,00	1,02	2,982				616,55	216,54	621,65	1469		
POLINÔMIOS											
VOLUME x COTA (RESERVATÓRIO)						VAZÃO X N.A. JUSANTE (CANAL DE FUGA)					
COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4	COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	-1,0,E+08	7,4,E+05	-1,7,E+03	1,8,E+00	-7,0,E-04	VALOR	6,1,E+02	1,3,E-02	-2,0,E-05	1,0,E-08	-3,0,E-12
COTA X ÁREA (RESERVATÓRIO)											
COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4						
VALOR	-1,0,E+09	7,0,E+06	-1,7,E+04	1,8,E+01	-7,0,E-03						
5. TURBINAS											
TIPO:	FRANCIS ROTOR SIMPLES				VAZÃO NOMINAL UNITÁRIA:				14,61	m ³ /s	
NÚMERO DE UNIDADES:	2				- VAZÃO MÁXIMA TURBINADA:				29,23	m ³ /s	
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	2591				kW VAZÃO MÍNIMA TURBINADA:				8,77	m ³ /s	
ROTAÇÃO SÍNCRONA:	300				r.p.m. RENDIMENTO MÉDIO:				92,50%	%	
QUEDA DE REFERÊNCIA:	19,54				m PESO TOTAL POR UNIDADE:				160	kN	
6. GERADORES											
NÚMERO DE UNIDADES:	2				- FATOR DE POTÊNCIA:				0,90	-	
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	2778				kVA RENDIMENTO MÉDIO:				96,50%	%	
TENSÃO NOMINAL:	6,90 kV				kV PESO DO ROTOR:				190	kN	

7. INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE INTERESSE RESTRITO À CENTRAL GERADORA (INDICATIVA)										
SUBESTAÇÃO ELEVATÓRIA - DADOS DO TRANSFORMADOR					TIPO (S.E. ou SECÇÃO L.T.):		SEÇÃO DE LT			
NÚMERO DE UNIDADES:	1				MUNICÍPIO:		VIRMOND			
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	5556		kVA		UF:		PR			
TENSÃO ENR. PRIM.:	6,9		kV		NOME:		SE SECCIONADORA COMPLEXO CAVERNOSO			
TENSÃO ENR. SEC.:	34,5		kV		CONCESSIONÁRIA:		COPEL			
LINHA DE TRANSMISSÃO					SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA (QUANDO APLICÁVEL)					
MUNICÍPIO (S):		CANDÓI / CANTAGALO / VIRMOND			NÚMERO DE UNIDADES:		N/A		-	
UF (S):		PR			POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:		N/A		kVA	
EXTENSÃO:		5,40/10,9/3,9	km	TENSÃO ENR. PRIM.:		N/A		kV		
TENSÃO:		34,5	kV	TENSÃO ENR. SEC.:		N/A		kV		
CIRCUITO (Simple ou Duplo):		SIMPLES			SEÇÃO DE L.T. (QUANDO APLICÁVEL)					
PONTO DE CONEXÃO:					TENSÃO:		34,5	kV		
A CONSTRUIR ? (sim ou não):		SIM			CIRCUITO (Simple ou Duplo):		DUPLA			
8. ESTUDOS ENERGÉTICOS										
QUEDA BRUTA:		20,00	m	VAZÃO DE USOS CONSUNTIVOS:		0	m³/s			
PERDA HIDRÁULICA:		2,32%	%	ENERGIA GERADA:		2,80	MW médios			
FATOR DE INDISP. FORÇADA:		1,0%	-	ENERGIA FIRME:		-	MW médios			
FATOR DE INDISP. PROGRAMADA:		1,0%	-	PRODUTIBILIDADE MÉDIA (NA com 65 % V.U. armazenado)		N/A	MW / m³/s			
RENDIMENTO DO CONJ. TURBINA/GERADOR:		89,26%	%	PRODUTIBILIDADE MÁXIMA (NA máximo normal)		0,171	MW / m³/s			
VAZÃO REMANESCENTE:		0	m³/s	PRODUTIBILIDADE MÍNIMA (NA mínimo normal)		0,171	MW / m³/s			
9. CUSTOS										
OBRAS CIVIS:		6.025	X 10³ R\$	SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO:		1.983	X 10³ R\$			
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS:		9.103	X 10³ R\$	CUSTO TOTAL C/ SIST. DE TRANS. ASSOCIADO:		21.231	X 10³ R\$			
MEIO AMBIENTE:		245	X 10³ R\$	JUROS ANUAIS:		12%	%			
OUTROS CUSTOS:		2.052	X 10³ R\$	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO DA USINA:		30,0	anos			
CUSTO DIRETO TOTAL:		17.425	X 10³ R\$	O & M:		9,79	R\$/MWh			
CUSTOS INDIRETOS:		2.604	X 10³ R\$	CUSTO DA ENERGIA GERADA:		117,33	R\$/MWh			
CUSTO TOTAL S/ JDC:		20.029	X 10³ R\$	DATA DE REFERÊNCIA:		ago/16				
CUSTO TOTAL C/ JDC:		(JDC = 6 %)	21.231	X 10³ R\$	TAXA DE CÂMBIO:		3,21	R\$/US\$		
CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO (% DO CUSTO TOTAL S/ JDC)										
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
USINA (%)	70	30								
SIST. DE TRANS. ASSOC. (%)	50	50								
10. IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS										
POPULAÇÃO ATINGIDA (Nº HABITANTES):					FAMÍLIAS ATINGIDAS:					
URBANA:		N/A			URBANA:		N/A			
RURAL:		N/A			RURAL:		N/A			
TOTAL:		N/A			TOTAL:		N/A			
RELOCAÇÃO DE ESTRADAS ? (sim ou não)					NÃO		EXTENSÃO:		N/A	km
RELOCAÇÃO DE PONTES ? (sim ou não)					NÃO		EXTENSÃO:		N/A	km
EMPREGOS GERADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO:										
DIRETOS:		50			INDIRETOS:		50			
11. CRONOGRAMA - PRINCIPAIS FASES										
INÍCIO DAS OBRAS ATÉ O DESVIO DO RIO:		7	meses	PRAZO TOTAL DA OBRA (GERAÇÃO DA ÚLTIMA UNIDADE)		18	meses			
DESVIO DO RIO ATÉ O FECHAMENTO:		8	meses							
FECHAMENTO ATÉ GERAÇÃO DA 1ª UNIDADE:		2	meses	MARCO - MONTAGEM ELETROMECÂNICA (1ª UNIDADE):		11	meses			
PRAZO DE GERAÇÃO ENTRE UNIDADES:		2	meses	MARCO - OPERAÇÃO PRIMEIRA UNIDADE:		16	meses			
12. ASPECTOS CRÍTICOS DO EMPREENDIMENTO										
NÚCLEOS URBANOS ATINGIDOS ? (sim ou não)		N/A								
ÁREAS INDUSTRIAIS ATINGIDAS ? (sim ou não)		N/A								
ÁREAS INDÍGENAS ? (sim ou não)		N/A								
ÁREAS DE QUILOMBÓLAS ? (sim ou não)		N/A								
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA ? (sim ou não)		N/A								
ÁREAS DE PESQUISA OU EXPLORAÇÃO MINERAL ? (sim ou não)		N/A								
SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS ? (sim ou não)		N/A								
CAVERNAS ? (sim ou não)		N/A								
DISPONIBILIDADE HÍDRICA ? (sim ou não)		N/A								
OUTROS ? (sim ou não)		N/A								

13. DESCRIÇÃO SOBRE OS OUTROS USOS DA ÁGUA					
NAVEGAÇÃO (sim ou não)		N/A			
ABASTECIMENTO PÚBLICO (sim ou não)		N/A			
TURISMO LOCAL (sim ou não)		N/A			
LAZER (sim ou não)		N/A			
OUTROS (sim ou não)		N/A			
DADOS DE ARRANJO					
14. DESMO					
TIPO:		GALERIA		ESCAVAÇÃO COMUM:	350 m ²
VAZÃO DE DESVIO:	(TR = 2 ANOS)	222	m ³ /s	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	N/A m ²
NÚMERO DE UNIDADES:		1		ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	N/A m ²
SEÇÃO:		9	m ²	CONCRETO (CONVENCIONAL):	370 m ²
COMPRIMENTO:		45,2	m	ENSCADEIRA:	3.500 m ²
15. BARRAGEM					
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:		ENROCAMENTO COM NÚCLEO EM ARGILA		CONCRETO CONVENCIONAL:	N/A m ²
COMPRIMENTO TOTAL DA CRISTA:		272,3	m	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	N/A m ²
ENROCAMENTO:		38519,25	m ²	ESCAVAÇÃO COMUM:	24.800 m ²
ATERRO COMPACTADO:		43191,75	m ²	ESCAVAÇÃO EM ROCHA:	N/A m ²
FILTROS E TRANSIÇÕES:		3496,5	m ²	VOLUME TOTAL:	24.800 m ²
16. DIQUES					
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:		N/A		ATERRO COMPACTADO:	N/A m ²
COMPRIMENTO TOTAL DA(S) CRISTA(S):		N/A		FILTROS E TRANSIÇÕES:	N/A m ²
ALTURA MÁXIMA:		N/A		CONCRETO CONVENCIONAL:	N/A m ²
COTA DA CRISTA:		N/A		CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	N/A m ²
ENROCAMENTO:		N/A		VOLUME TOTAL:	N/A m ²
17. VERTEDOURO					
TIPO:		SOLEIRA LIVRE		CONCRETO (CONVENCIONAL):	195 m ²
VAZÃO DE PROJETO:	(TR = 1.000 ANOS)	837	m ³ /s	COMPORTAS:	
COTA DA SOLEIRA:		635,00	m	TIPO:	N/A
COMPRIMENTO TOTAL:		113	m	ACIONAMENTO:	N/A
NÚMERO DE VÃOS:		1		LARGURA:	N/A m
LARGURA DO VÃO:		113	m	ALTURA:	N/A m
ESCAVAÇÃO COMUM:		3775	m ²	ESTRUTURA DE DISSIPACÃO DE ENERGIA:	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		12650	m ²	TIPO:	BUCKET
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:		N/A	m ²		
18. CIRCUITO HIDRÁULICO DE GERAÇÃO					
CANAL/TÚNEL DE ADUÇÃO:				CONCRETO:	N/A m ²
COMPRIMENTO:		163	m	COMPORTAS	
LARGURA / SEÇÃO:		6 / 24	m / m ²	TIPO:	VAGÃO COM RODAS
ESCAVAÇÃO COMUM:		8498	m ²	ACIONAMENTO:	PISTÃO HIDRÁULICO
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		20620	m ²	LARGURA:	3,00 m
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:		N/A	m ²	ALTURA:	3,00 m
CONCRETO:		N/A	m ²	CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO	
CÂMARA DE CARGA:				DIÂMETRO INTERNO:	N/A m
ÁREA SUPERFICIAL:		74	m ²	ALTURA:	N/A m
SOBREVELEVAÇÃO MÁXIMA:		0,5	m	CONDUTO/TÚNEL FORÇADO	
DEPLEÇÃO MÁXIMA:		0,5	m	NÚMERO DE UNIDADES:	2
TOMADA D'ÁGUA:				DIÂMETRO INTERNO:	2,4 m
TIPO:		N/A		COMPRIMENTO MÉDIO:	2 X 90,00 m
COMPRIMENTO TOTAL:		N/A	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	6050 m ²
NÚMERO DE VÃOS:		N/A		ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	N/A m ²
ESCAVAÇÃO COMUM:		N/A	m ²	CONCRETO:	110 m ²
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		N/A	m ²	TRECHO BLINDADO:	84470 m ²
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:		N/A	m ²		

19. CASA DE FORÇA					
TIPO:	CASCO ESTRUTURAL ABRIGADA		ESCAVAÇÃO COMUM:	288	m ³
NÚMERO DE UNIDADES:	1		ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	1564,12	m ³
LARGURA DOS BLOCOS:	22,7	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	N/A	m ³
ALTURA DOS BLOCOS:	8,0	m	CONCRETO:	550	m ³
COMPRIMENTO DOS BLOCOS:	7,7	m			
20. OBRAS ESPECIAIS					
TIPO:	N/A		ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	N/A	m ³
ESCAVAÇÃO COMUM:	N/A	m ³	CONCRETO CONVENCIONAL:	N/A	m ³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	N/A	m ³	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	N/A	m ³
21. VOLUMES TOTAIS					
ESCAVAÇÃO COMUM:	43.939	m ³	ENROCAMENTO:	38.519	m ³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	52.816	m ³	ATERRO COMPACTADO:	81.711	m ³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	N/A	m ³	CONCRETO CONVENCIONAL:	1.855	m ³
SOLO:	N/A	m ³	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	N/A	m ³
22. OBSERVAÇÕES					
23. INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DA FICHA-RESUMO					
1) A ficha deverá ser integralmente preenchida pelo interessado. Nos campos onde não se aplicar determinada informação, indicar "n/a"; 2) Durante o preenchimento deverão ser observadas as unidades estabelecidas em cada campo; 3) As informações a serem inseridas deverão ser compatíveis com as constantes dos estudos de viabilidade e/ou projetos básicos (texto e desenhos) entregues a ANEEL; 4) O valor de potência instalada da usina deverá atender a expressão: Potência Instalada = (nº de unidades) x (potência unitária nominal dos geradores em KVA) x (fator de potência); 5) Não deverão ser inseridas ou excuídas linhas. Preencher apenas os campos preestabelecidos; e 6) Todas as folhas da ficha resumo deverão ser assinadas e carimbadas pelo responsável técnico do estudo / projeto.					

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 12

12. PARTICIPANTES DOS ESTUDOS	1
-------------------------------------	---

12. PARTICIPANTES DOS ESTUDOS

Colaboraram no desenvolvimento do Projeto Básico os seguintes profissionais:

Eng. Civil - Alberto de Andrade Pinto (Design Head Engenharia & Construtora Ltda) – Coordenação geral dos trabalhos e responsabilidade técnica pela Elaboração do estudo e relatório final;

Eng. Civil – Eduardo Mayer (Design Head Engenharia & Construtora Ltda) – Elaboração das curvas cota área volume, cálculos de volume de terraplenagem e concreto, estudos hidrológicos, cálculos hidráulicos de determinação das curvas chave, elaboração dos cronogramas, colaboração no desenvolvimento, edição e revisão de textos.

Eng. Agrônomo – Angelo Evaristo Sirtoli (Wasserland Engenharia e Projetos Ltda) – Gestor Ambiental contratado pela Rodão para acompanhamento do licenciamento ambiental junto as entidades competentes.

Eng. Agrônomo – Ana Rosa Sirtoli (Wasserland Engenharia e Projetos Ltda) – caracterização ambiental.

Eng. Cartógrafo – Sérgio Vicente Novak (SVN Engenharia de Levantamentos S.S - EPP) - Levantamento planialtimétrico, topobatimétricos, instalação das réguas.

Eng. Mecânico – Robert Fink (SEMI Industrial Ltda) – Definição dos equipamentos e conjuntos turbinas e geradores.

Eng. Eletricista – Tadashi Sagawa (Design Head Engenharia & Construtora Ltda) – Levantamentos com GPS, coordenação dos trabalhos de campo.

Eng. Eletricista – Anderson Fabrício Gueths (Gueths Engenharia Ltda) – Elaboração da consulta de acesso e projeto básico elétrico.

Geólogo – Eduardo Gabriel de Pauli Baptista (inGeo – Estudos Geológicos, Geotécnicos e Ambientais Ltda) – Coordenação das Sondagens e interpretação de campo, geologia de superfície e emissão de Laudo Geológico.

Administrador – João Maria da Rocha (SR Serviços Administrativos LTDA.) – Levantamento e cadastro dos proprietários, compra dos terrenos e trâmites burocráticos.

Técnico Projetos – Johnny Fabiano Petris (Johnny Fabiano Petris & cia Ltda) – Base cartográfica e desenhos.

Técnico Projetos – Jeniffer Thaís Klein Rosa (Design Head Engenharia & Construtora Ltda) – Desenhos.

Sondagens – GH Poços Artesianos Ltda – Execução das sondagens rotativas;

Estagiário de engenharia civil – Rafael Koneski (Design Head Engenharia & Construtora Ltda). – Elaboração das curvas cota área volume, cálculos de volume de terraplenagem e

concreto, estudos hidrológicos, cálculos hidráulicos de determinação das curvas chave, elaboração dos cronogramas, estudo econômico e elaboração do Orçamento Padrão Eletrobrás, colaboração no desenvolvimento, edição e revisão de textos.

Estagiário de engenharia civil – Luiz Diniz Neto (Design Head Engenharia & Construtora Ltda) – Elaboração das curvas cota área volume, cálculos de volume de terraplenagem e concreto, cálculos hidráulicos de determinação das curvas chave, elaboração dos cronogramas, organização da documentação relativa a situação fundiária, colaboração no desenvolvimento, edição e revisão de textos.

Formatação e impressão - Luiza Adriana Klein (Design Head Engenharia & Construtora Ltda) – Formatação de relatório, coordenação das impressões e correções finais.

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 13

13. ANEXOS.....	1
-----------------	---

13. ANEXOS

Em anexo estão fotocópias dos seguintes documentos:

- ART - Alberto de Andrade Pinto / Engenheiro Civil – Responsável técnico pelo Projeto Básico e pelos Estudos Hidrológicos, Estudos Energéticos, Estudos hidráulicos incluindo Avaliação das perdas de carga, e verificação da capacidade dos órgãos de descarga, Orçamento Padrão Eletrobrás. Coordenação geral dos trabalhos, responsabilidade técnica pelo Registro e Elaboração do estudo e relatório final.
- ART – Eduardo Gabriel de Pauli Baptista / Geólogo – Responsável técnico pelos Estudos Geológicos/geotécnicos e emissão do Laudo Geológico-geotécnico;
- ART – Sergio Vicente Novak / Engenheiro Cartógrafo - Responsável técnico pelos levantamentos topográficos e topobatimétricos terrestres, implantação de marcos locais, cadastro das divisas e implantação das referencias para as sondagens;
- Declaração de Responsabilidade Técnica pelos Estudos e Projetos entregues à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Francisco Beltrão, PR, setembro de 2016.