1. INTRODUÇÃO

Segundo o art. 225 da Constituição Federal de 1988, o Meio Ambiente constitui direito fundamental de interesse difuso e bem de uso comum de toda a sociedade, cabendo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Demais interesses, mesmo públicos, devem ser estabelecidos de maneira a não interferir neste direito.

Em função dessa determinação constitucional, cabe ao Poder Público "*exigir, na forma da lei, para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade*" (art. 225, § 1º). Esta obrigação é também abordada na Lei n°6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional d o Meio Ambiente.

Com a criação do SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente e do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente pela Lei 6.938/81, estabeleceram-se as competências e a estrutura do processo de avaliação de impactos ambientais. Os dispositivos legais que estabeleceram os procedimentos do processo de avaliação consistem basicamente nas resoluções 001/86 e 237/97 do CONAMA. A primeira, em seu Artigo 1º, descreve como impacto ambiental *qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem:*

- *a saúde, a segurança e o bem estar da população;*
- *as atividades sociais e econômicas;*
- *a biota;*
- *as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;*
- *a qualidade dos recursos ambientais.*

A Resolução CONAMA 237/97 detalha o processo de licenciamento ambiental, conforme se segue:

Art. 2º. A localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

§ 1º. Estão sujeitos ao licenciamento ambiental os empreendimentos e as atividades relacionadas no Anexo 1, parte integrante desta Resolução.

§ 2º. Caberá ao órgão ambiental competente definir os critérios de exigibilidade, o detalhamento e a complementação do Anexo 1, levando em consideração as especificidades, os riscos ambientais, o porte e outras características do empreendimento ou atividade.

Quanto às licenças cabíveis a empreendimentos sujeitos à avaliação de impactos ambientais, a Resolução CONAMA 237/97 estabelece, no art. 8°, o que se segue:

Art. 8º. O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá 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.

Parágrafo único - As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade."

O Artigo 10º fornece as etapas que o procedimento de licenciamento ambiental deverá obedecer. Diz esse artigo:

Art. 10 - O procedimento de licenciamento ambiental obedecerá às seguintes etapas:

I - Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;

II - Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;

III - Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;

IV - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

V - Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;

VI - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver

reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

VII - Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;

VIII - Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

No Estado do Paraná, o licenciamento prévio de empreendimentos geradores de impactos sobre o meio ambiente devem seguir o escopo do Termo de Referência Padrão do IAP – Instituto Ambiental do Paraná. Em tal documento, lê-se que o desenvolvimento de um Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) têm, por finalidade, "embasar, subsidiar e justificar a solicitação de licenciamento / autorização ambiental de empreendimentos / atividades efetiva ou potencialmente impactantes". Segundo o documento, tais estudos devem "conter informações técnicas e legais que demonstrem a viabilidade ambiental, sob os aspectos técnico-científicos, jurídicos, administrativos e locacionais de um empreendimento / atividade". E ainda, "Os meios e fatores ambientais que devem ser abordados e avaliados em um Estudo Ambiental são aqueles preliminarmente sugeridos / indicados na MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTAIS, instituída e aprovada conforme Portaria IAP N^{o} 158/2009".

Dada sua imensa quantidade de rios, o contexto global aponta o Brasil como uma das maiores reservas de hidroenergia do mundo. O potencial brasileiro estima-se em 213.000 MW, o equivante a 7 milhões de barris de petróleo/dia, sendo que, este é o recurso mais utilizado para a geração de eletricidade (cerca de 80%). A ampliação dos investimentos em aproveitamentos é justificada pelo seu eminente potencial hidroenergético ainda pouco explorado e pela crescente demanda do mercado consumidor.

O impacto ambiental causado pelas grandes centrais hidrelétricas, em comparativo com as pequenas centrais, é um aspecto positivo motivador para a construção. É

importante ainda destacar a descentralização locacional das fontes produtoras de energia no contexto da vasta territorialidade nacional. Dentro deste contexto, as PCHs contribuem para a maior estabilidade energética em consonância com a demanda de regiões de grande consumo.

O rio Iapó nasce no flanco sul da Serra das Furnas, exatamente no divisor de águas entre as sub-bacias do rio das Cinzas e Iapó. Apresenta um comprimento total de 172 km e sua área de drenagem na foz é de 3069km², podendo ser considerado ainda um rio de pequeno porte.

O curso do rio Iapó desenvolve-se no sentido sudoeste até a cidade de Castro, guinando após para noroeste até atingir sua foz no rio Tibagi.

No primeiro trecho o rio é plano e corre sobre substrato geológico do embasamento cristalino. Percorrendo uma região de sedimentos, o Iapó nesta região forma incontáveis meandros.

No segundo trecho o rio Iapó se depara com dois obstáculos. Cerca de 15 km a jusante da cidade de Castro o rio entrecorta um dique de riolito e em seqüência passa a correr sobre o arenito furnas com margens muito encaixadas.

Ao contrário do trecho de montante, inicia-se nesta porção forte declive, e neste segmento foram detectados diversos potenciais hidrelétricos, excluindo-se aqueles localizados dentro do Cânion do Guartelá, por se tratar de área de parque estadual.

A PCH Castro faz parte do plano de produção de energia limpa para empreendimentos que se enquadram à qualidade de energia e as políticas ambientais. A justificativa para a escolha do local apontado no relatório para desenvolver os estudos de implantação da PCH é a própria excelência do potencial, conforme concluído nos estudos de inventário desenvolvidos no ano de 2001. Neste contexto, levando em consideração as características físicas da área de Influência Direta, com o vale do rio, na área do reservatório, impõem-se as condições

operacionais típicas de uma PCH a fio d'água, sendo o volume acumulado muito reduzido.

O presente documento compreende o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA) do aproveitamento hidrelétrico PCH Castro, tal estudo foi desenvolvido obedecendo-se ao disposto no Termo de Referência Padrão do IAP, tendo sido elaborado pela equipe multidisciplinar da IGPlan Inteligência Geográfica Ltda. Os estudos foram conduzidos de maneira multi e interdisciplinar por diversos especialistas para o diagnóstico das áreas temáticas e análise ambiental. Espera-se, portanto, que os trabalhos aqui desenvolvidos tenham plena coerência e aplicação dentro da visão de sustentabilidade e mínimo impacto pretendidos para o empreendimento em questão.

1.1. Informações Sobre o Empreendimento

1.1.1. Caracterizaçâo do Empreendedor

O aproveitamento hidrelétrico PCH Castro, referente à empresa Castro Energia LTDA, como Produtor Independente de Energia Elétrica, conforme referências a seguir, cujo inventário do rio Iapó no qual o aproveitamento está inserido foi aprovado através do despacho SGH/ANEEL n.º 1.340 de 23 de junho de 2006.

RAZÃO SOCIAL: Castro Energia LTDA.
CNPJ: 08.017.729/0001-82
ENDEREÇO: Rua Penteado de Almeida 426 – Ponta Grossa – Paraná
CEP 84010-240
Telefone: (42) 3222 6400 / 9911 4513
Email: oalberti@uol.com.br

DIRETORIA EXECUTIVA:

Diretor Executivo:
Ozires Alberti
Eng. Civil

Responsável Técnico:

Alberto de Andrade Pinto

Eng. Civil CREA 25341-D PR

EMAIL: dhead@uol.com.br

1.1.2. Caracterização da Empresa de Consultoria Ambiental

Os estudos de diagnóstico, avaliação de impactos, proposição das medidas de controle e de programas de acompanhamento de impactos, o prognóstico ambiental e demais aspectos técnicos desse estudo cabem à empresa IGPlan Inteligência Geográfica Ltda. e a seus consultores associados e contratados, conforme se segue:

RAZÃO SOCIAL: IGPlan Inteligência Geográfica Ltda.
CNPJ: 04576573/0001-19
INSCRIÇÃO ESTADUAL: Isento
ENDEREÇO: TV. Rui Leão, 33 - Curitiba – Paraná
CEP: 80030-090
Telefone: 41- 3024-4477
E-Mail: igplan@igplan.com.br
CTF: 40028
CREA - PR: 39388

EQUIPE EXECUTIVA

Coordenação Geral e Responsabilidade Técnica

Francisco L. P. Lange J. *CTF 40029*

Engenheiro Agronômo,M.Sc *CREA-PR 13386/D*

Supervisão Geral

Gilson Frohner

Geógrafo *CREA-PR 28598/D*

Coordenador Administrativo

Sabrina Lopes de Matos Vinotti

Economista

Coordenação de Meio Ambiente

Marina Marins de Souza *CRBio 50398-07/D*

Bióloga, Esp.

Meio Ambiente

Carla Aparecida Garzaro

Gestora Ambiental

Cordenação de Geoprocessamento

Karine Krunn

Geógrafa *CREA-PR 74544/D*

Geoprocessamento

Letícia Cristina Wuensch

Engenheira Cartógrafa

Cartografia

Franco Amato

Eng. Cartógrafo, Esp. *CREA-PR 37905/D*

Meio Físico

Fabiano Oliveira *CTF 341222*

Geógrafo, Dr. *CREA-SC 052278-5*

Meio Biótico

- ✓ **Botânica**

Brasil Holsbach *CTF 217638*

CREA-PR 052278-5

Engenheiro Florestal

- ✓ **Ictiofauna**

Francisco L. P. Lange J. — *CTF 40029*
Engenheiro Agronômo,M.Sc — *CREA-PR 13386/D*

- ✓ **Herpetofauna**

Julio Cesar de Moura Leite — *CTF*
Biólogo, *Dr*. — *CRBio 9506-07/D*

- ✓ **Mastofauna**

Nicholas Kaminski — *CTF 501375*
Biólogo, Esp. — *CRBio 50310-07/D*

- ✓ **Avifauna**

Nicholas Kaminski — *CTF 501375*
Biólogo, Esp. — *CRBio 50310-07/D*

Meio Socioeconomico

- ✓ **Sociologia** — *CTF 97418*

Carla Moraes
Socióloga

- ✓ **Arqueologia**

Jonas Elias Volcov — *CTF 540384*
Arqueólogo

Eliane Maria Sganzerla
Arqueólogo — *CTF 540394*

Eloi Bora
Arqueólogo — *CTF 540384*

1.2. Objetivos e Justificativa para o Empreendimento

O setor elétrico brasileiro, que no passado constituiu importante valor de expansão econômica, poderá ser um condicionador da velocidade desse crescimento, uma vez que a oferta de energia acompanhou a demanda num ritmo inferior. No período de 1991 a 1994, o consumo total de energia elétrica no Brasil aumentou a uma taxa média de 3,5% a.a., enquanto o PIB a 2,8% a.a. Nos seis anos seguintes, enquanto a taxa média do consumo subiu para 4,5% a.a. o PIB chegou apenas a 2,6% a.a. No entanto, nesse ínterim, a oferta de energia elétrica cresceu mais lentamente que o consumo: da década de 80 para a de 90 o crescimento da capacidade instalada caiu de 4,8% a.a. para 3,3% a.a. Como referência, nos últimos seis anos (de 1996 a 2000) o aumento da oferta de energia elétrica foi de 3,8% a.a., índice inferior ao do consumo.

Esta característica do mercado brasileiro de energia elétrica apresentar taxas superiores as do PIB, aliada ao descompasso entre o crescimento da oferta e da demanda, constitui um potencial entrave a rápida retomada do crescimento econômico.

Atualmente, o Brasil detém todas as condições para iniciar um novo ciclo de expansão ao longo dos próximos 10 anos, na década de 80, apesar da estagnação da atividade, o consumo de energia elétrica no país continuou crescendo a taxas significativamente elevadas (5,9% a.a.), grande parte em função da maturação dos projetos industriais propostos no II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) e implantados ao final dos anos 70 e pela constante queda do nível tarifário. Nesse período, o PIB aumentou em média 1,6% a.a. Na década seguinte, o consumo passou para uma taxa média de 4,1% a.a., enquanto o PIB foi para 2,6% a.a.

Na década de 80, apesar da estagnação da atividade, o consumo de energia elétrica no país continuou crescendo a taxas significativamente elevadas (5,9% a.a.), grande parte em função da maturação dos projetos industriais propostos no II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) e implantados ao final dos anos 70 e pela

constante queda do nível tarifário. Nesse período, o PIB aumentou em média 1,6% a.a. Na década seguinte, o consumo passou para uma taxa média de 4,1% a.a., enquanto o PIB foi para 2,6% a.a.

A análise da evolução da capacidade nominal instalada com relação à geração de energia elétrica, no período de 1980 a 2000, indicava um risco crescente de déficit do sistema.

A expansão da capacidade instalada do sistema, observada entre os períodos 1981/1990 e 1991/2000, apresentou uma redução de sua taxa de 4,8% a.a. para 3,3% a.a., respectivamente, enquanto o consumo, apesar da queda observada, ainda se manteve elevado.

O sistema praticamente conviveu com uma situação de esgotamento da capacidade ociosa existente, uma vez que não se implementou nenhum tipo de racionamento do uso da energia. Esta situação limítrofe se sustentou, basicamente, em função dos projetos hidrelétricos implantados no passado possuírem um dimensionamento que previa o crescimento da demanda por diversos anos.

Apesar deste degrau de antecipação do investimento ser um procedimento inerente ao modelo baseado na hidroeletricidade, a oferta de nova capacidade é relativamente inelástica. A expansão observada nas duas últimas décadas, se deve basicamente ao modelo regulador anterior, de responsabilidade da ELETROBRÁS, que planejava o aumento da oferta com base no crescimento da demanda informada pelas distribuidoras, sem o estabelecimento de compromissos de compra futura e estimulada pela remuneração garantida baseada no custo de serviço, mesmo que apenas contábil, em função do controle tarifário do governo.

O parque gerador de energia elétrica brasileiro está predominantemente composto por usinas hidrelétricas (**71,2% da potência instalada total**). As usinas termoelétricas (**9% restantes**) são utilizadas nos sistemas interligados, na complementação da geração hidráulica nos períodos de seca e picos de demanda.

A geração térmica também vem sendo utilizada no suprimento de sistemas isolados, principalmente nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil. A predominância da geração de energia de origem hidráulica deve perdurar ainda por um longo período, face ao amplo potencial hidrelétrico economicamente competitivo do país.

As PCH's surgem como uma alternativa de rápido desempenho face a demanda de custos reais competitivos e impactos ambientais significativamente reduzidos e localizados. O Estado do Paraná se apresenta como o 3º Estado com maior potencial de geração de energia hidrelétrica a partir de PCH's no Brasil, com localização em áreas de carência social e baixos IDH's.

A PCH Castro não foge a esta tendência e pode representar significativo aporte de energia para o desenvolvimento da região onde está inserida, que é reconhecida como uma das economicamente mais reprimidas do Estado.

1.3. Aspectos Gerais e Localização do Empreendimento

A região compreendida pelo aproveitamento hidrelétrico tipo Pequena Central Hidrelétrica (PCH) denominada Casto (4 MW), situa-se no rio Iapó Km 60 afluente do rio Tibagi, Sub Bacia 64, no município de Castro, Sudoeste do Estado do Paraná. A PCH Castro é o aproveitamento mais à montante identificado no rio Iapó, acima do qual o rio torna-se muito plano e freqüentemente sai fora da calha natural alagando grandes áreas pantanosas. O aproveitamento PCH Castro é o primeiro identificado no rio Iapó (Figura 1.1).

A PCH localiza-se em área rural do município de Castro, Estado do Paraná, e pode ser acessada através da PR 340 no trecho que liga a cidade de Castro a Piraí do Sul, tomando um acesso secundário pela localidade denominada de Colônia dos Agostinhos, estando as estruturas principais localizadas na margem direita do rio Iapó.

Aspectos locacionais:

- Latitude: 24°44'14"S
- Longitude: 50°07’08"W
- Bacia: Paraná 06
- Sub-bacia: 64
- Município: Castro - PR

Figura 1.1: Mapa de Localização



1.4. Análise de Alternativas

1.4.1. Alternativas Tecnológicas

O atual Plano Decenal de Expansão para o ciclo 2008-2017 apresenta a expansão da oferta de energia elétrica com predominância da exploração de recursos hídricos e prevê ainda um aumento da participação termelétrica.

Mesmo com um aumento da geração termelétrica, o potencial hidrelétrico ainda será o grande responsável pela geração de energia. Isto decorre da alta competitividade econômica do potencial hidrelétrico. Além disso, os reservatórios das hidrelétricas, dentro da ótica de usos múltiplos da água, possibilitam que tais empreendimentos sejam considerados inserção regional.

As restrições levantadas aos empreendimentos hidrelétricos são, de um modo geral, de ordem sócio-ambiental. Atualmente, contudo, o setor elétrico tem reorientado suas ações no sentido de consolidar e sistematizar o conhecimento nessa área, de avaliar e caracterizar os custos e os benefícios sócio-ambientais, de intensificar e ampliar as ações mitigadoras e, por fim, de ampliar a participação da sociedade no processo de decisão de programas e projetos. Essas ações visam atenuar os aspectos negativos e ampliar os aspectos positivos dos empreendimentos, cabendo à sociedade como um todo a responsabilidade de estabelecer a medida de exploração desse potencial, a partir de uma perspectiva de desenvolvimento sustentado.

A opção pelas usinas hidrelétricas foi a trajetória tecnológica escolhida pelo País em razão da ampla disponibilidade de potenciais hidráulicos, a custos não excessivamente elevados e, sobretudo, em razão da falta de disponibilidade nacional de combustíveis fósseis.

Hoje, a participação hidrelétrica, fonte primária comum para a geração de energia elétrica no Brasil, alcança cerca de **90%**.

A fim de atender ao crescente consumo de energia elétrica no país, principalmente no que se refere às regiões Sul e Sudeste, o governo brasileiro vem desenvolvendo uma política abrangente de planos e programas de investimento para o Setor Elétrico Brasileiro, visando inclusive diversificar a matriz energética do País.

Dentre esses programas, destaca-se o Programa Prioritário de Termelétricas, que tem por objetivo aumentar a oferta de energia no País, a partir da implementação de diversas usinas termelétricas em vários Estados brasileiros. Esse programa pretende promover uma alteração da matriz energética brasileira aumentando a geração de energia de origem térmica nos próximos anos.

Essa nova concepção da matriz energética brasileira, principalmente com a utilização de gás natural, propicia condições de atendimento ao mercado a curto prazo e permite ganhos de confiabilidade e eficiência no sistema gerador de energia elétrica. Dessa forma, a participação do gás natural na matriz energética nacional deverá aumentar sensivelmente.

A alternativa hidrelétrica ainda é mais atrativa, tanto do ponto de vista técnico e econômico, como estratégico e ambiental. Quanto as Fontes Alternativas de Energia, a curto e médio prazo, o quadro que se apresenta é o de limitarem a ser uma alternativa suplementar e estratégica, que pode se tornar uma oportunidade de negócio que atraia os interesses da iniciativa privada.

É sabido que a experiência vivida pelos países desenvolvidos aponta para a necessidade de um meio de incentivo para tornar as Fontes Alternativas competitivas em relação às Fontes Convencionais. No Brasil em particular, este aspecto se reveste de maior gravidade pelo baixo custo da energia de origem hidráulica, hoje a maior parte amortizada, e pela incorporação de energia térmica com o uso de gás natural cujo preço, apesar de superior ao da energia de origem hidráulica, é bastante competitivo quando comparada às demais alternativas.

O Governo Federal lançou em 2004 o PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia que abrange a implantação de 1.000 MW de Eólica, 1.000 MW de Biomassa e 1.000 MW de Pequenas Centrais Hidrelétricas.

1.4.2. Alternativas Locacionais

1.4.2.1. Estudo de Alternativas

O presente ítem tem por objetivo abordar o estudo realizado no trecho do rio Iapó visando seu aproveitamento energético através da implantação da pequena central hidrelétrica – PCH Castro.

O potencial em questão, no km 60, foi definido quando do estudo de inventário simplificado do rio Iapó, previamente realizado pela empresa Zapzalka Construtora e Engenharia Ltda.

O inventário do rio Iapó se constitui no processo ANEEL 48500.002196/04-23, aprovado através do despacho SGH/ANEEL nº 1.340 de 23 de junho de 2006. Posteriormente a aprovação do estudo de inventário foi requerida licença para elaboração do projeto básico em nome da empresa de propósito específico Castro Energia Ltda, o qual recebeu aceite sob despacho da ANEEL Nº 629, de 12 de março de 2007. Este potencial foi outorgado previamente à Castro Energia LTDA. – através da Portaria SUDERHSA n°1026/2008 - DRH.

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.

Os aproveitamentos definidos no estudo de Inventário do rio Iapó foram:

- PCH FORTALEZA km 7
- PCH IAPÓ km 17
- PCH GUARTELÁ km 20
- PCH PULO km 54
- PCH CASTRO km 60

Quadro 1.1. Resumo do Estudo de Inventário Hidrelétrico do rio Iapó, Paraná

QUADRO-RESUMO - INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO							
Nº do Processo			48500.002196/04-23				
Nome(s) do(s) Interessado(s)			ZAPZALKA CONSTRUTORA E ENGENHARIA LTDA				
Nome do Rio e Trecho			RIO IAPÓ (NASCENTE A FOZ)				
Afluente do Rio (citar também a margem)			RIO TIBAGI PELA MARGEM DIREITA				
Nome da Bacia			RIO PARANÁ				
Nº da Sub-Bacia			64				
Nome(s) do(s) Estado(s)			PARANÁ				
IDENTIFICAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS		NÚMERO DE ORDEM	1	2	3	4	5
		NOME DO APROVEITAMENTO	PCH FORTALEZA	PCH IAPÓ	PCH GUARTELÁ	PCH PULO	PCH CASTRO
		RIO	FORTALEZA/IAPÓ	IAPÓ	IAPÓ	IAPÓ	IAPÓ
	COORD. UTM	E	563.488	569.911	571.282	586.898	589.170
		N	7.292.124	7.289.073	7.287.972	7.266.015	7.263.800
	COORD. GEOGR.	LATITUDE	24º 28' 59" S	24º 30' 38" S	24º 31' 13" S	24º 43' 04" S	24º 44' 16" S
		LONGITUDE	50º 22' 24" W	50º 18' 36" W	50º 17' 47" W	50º 08' 27" W	50º 07' 06" W
		DISTÂNCIA DA FOZ (km)	7	17	20	54	60
		ÁREA DE DRENAGEM (km^2)	3046	2221	2210	1697	1668
		ÁREA DE DRENAGEM TOTAL (km^2)	3069				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	NÍVEIS D´ÁGUA (m)	MONTANTE MÁXIMO NORMAL Namax	706,50	750,00	760,00	953,60	967,00
		MONTANTE MÍNIMO NORMAL Namin	706,00	749,50	759,50	953,10	967,00
		MONTANTE MÉDIO Named	706,25	749,75	759,75	953,35	967,00
		MAX. NORMAL A JUSANTE Naj	690,10	706,50	750,00	932,00	953,80
		DEPLEÇÃO	0,5	0,5	0,5	0,5	0
	VOLUMES DO RESERVATÓRIO (10^6 m^3)	TOTAL	10,40	1,85	0,83	0,78	0,04
		ÚTIL	1,08	0,17	0,11	0,23	0,00
	ÁREAS DO RESERVATÓRIO (km^2)	NO N.A. MÁXIMO NORMAL	2,21	0,35	0,22	0,21	0,08
		NO N.A. MÉDIO	2,21	0,35	0,22	0,21	0,08
	QUEDAS (m)	BRUTA MÁXIMA - Hb1	16,40	43,50	10,00	21,60	13,20
		BRUTA MÉDIA - Hb2	15,90	43,00	9,50	21,10	13,20
		LÍQUIDA MÁXIMA - H1	16,05	40,04	9,81	21,27	12,43
		LÍQUIDA MÉDIA - H2	15,55 *	39,57	9,32	20,77	12,43
	VAZÕES (m^3/s)	MÉDIA DE LONGO TERMO – MLT (DE MAI/1930 A DEZ/2002)	58,11	42,37	42,16	32,37	31,82
		MÉDIA DO PERÍODO CRÍTICO - Q_r	47,82	34,87	34,70	26,64	26,19
		Q MÍN MÉDIA MENSAL	6,26	4,56	4,54	3,49	3,43

		(m³/s)					
		Q MÁX TURBINADA (m³/s)	71,23	52,18	52,05	39,84	39,23
		DE PROJETO DO DESVIO (TR= 2 ANOS)	628	150	140	131	89
		DE PROJETO DO VERTEDOURO (TR= 1000 ANOS)	3069	2238	2227	1710	1681
		VAZÃO REMANESCENTE (m³/s)	2,37	1,73	1,72	1,32	1,30
CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS		ENERGIA MÉDIA (MW) médios	6,03	10,98	2,68	4,46	2,56
		ENERGIA FIRME (MW) médios	5,07	9,23	2,25	3,74	2,15
		(A) POTÊNCIA DE REFERÊNCIA (MW)	9,85	18,00	4,40	7,30	4,20
		(B) POTÊNCIA INSTALADA (MW)	9,85	18,00	4,40	7,30	4,20
TURBINAS		QUANTIDADE	4	3	2	2	2
		TIPO DE TURBINA	KAPLAN S DUPLA REG	FRANCIS DUPLA	KAPLAN S DUPLA REG	FRANCIS DUPLA	KAPLAN S DUPLA REG
		TIPO DE EIXO	HORIZONTAL	HORIZONTAL	VERTICAL	HORIZONTAL	HORIZONTAL
CUSTOS REFERÊNCIA: DATA: 03/2005 US$ 1,00 = R$ 2,70 TAXA DE JUROS 12%aa PERÍODO 30anos		(C) CUSTO TOTAL x 10^6 R$ (COM JDC)	21,15	35,01	10,08	13,52	13,13
		CUSTO-ÍNDICE DE REFERÊNCIA (C) / (A) x 10^3 R$ / kW	2.147	1.945	2.290	1.852	3.127
		CUSTO-ÍNDICE DE INSTALAÇÃO (C) / (B) x 10^3 R$ / kW	2.147	1.945	2.290	1.852	3.127
		ÍNDICE CUSTO BENEFÍCIO - ICB R$ / MWh	53,12	47,89	58,56	46,92	78,13
OBSERVAÇÕES			* NOS CÁLCULOS ENERGÉTICOS FOI EMPREGADA A QUEDA LÍQUIDA MÁXIMA TENDO EM VISTA A DEPLEÇÃO SER UTILIZADA EM POUCAS HORAS AO DIA E APENAS NO CASO DE SUPRIMENTO DO REGIME DE PONTA. EM GERAL A OPERAÇÃO SERÁ A FIO D' ÁGUA.				

1.4.2.2. Estudo de Alternativas PCH Castro

Critérios gerais

A PCH Castro é o aproveitamento mais à montante identificado no rio Iapó, acima do qual o rio torna-se muito plano e freqüentemente sai da calha natural alagando grandes áreas pantanosas. Imediatamente a jusante dele encontra-se a PCH Pulo, também em fase de projeto.

O arranjo do potencial PCH Castro é o caso típico de um aproveitamento de baixa queda atalhando um meandro com quedas bem distribuídas no trecho alto do rio Iapó. Analisadas as características naturais do terreno lançaram-se duas opções de arranjo que aproveitam a mesma queda bruta: A primeira seria o lançamento de uma barragem baixa em concreto com eixo a montante da seqüência total de corredeiras disponíveis e a adução através de um túnel; A segunda teve o eixo de barramento deslocado para jusante e conseqüentemente elevação da altura máxima da barragem e afogamento de algumas quedas. A adução neste caso seria feita através de um canal adutor.

Baseado nestas duas opções construtivas de barramento e na influência que elas teriam sobre o arranjo geral, abriram-se duas alternativas, nas quais foram analisados os aspectos positivos e negativos de cada uma delas do ponto de vista econômico, construtivo e ambiental.

ALT. 01 – Barragem em contrafortes e adução por túnel.

ALT. 02 – Barragem à gravidade, adução por canal e canal de fuga longo.

Os arranjos propostos em cada alternativa apresentam concepções bem diferentes não cabendo uma comparação isolada entre elementos, mas sim uma abordagem macro do empreendimento.

Cada alternativa, do ponto de vista econômico, apresenta um ponto chave, cujo custo de implantação é fator determinante na escolha do arranjo mais favorável. Destacam-se o túnel na alternativa 01 e a barragem na alternativa 02 como as estruturas de maior peso no orçamento.

1.4.2.3. Descrição Geral das Alternativas Consideradas para a PCH Castro

ALT. 01 – Barragem em Contrafortes e Adução por Túnel

Gerais – Este arranjo segue a mesma concepção proposta no estudo de inventário, inclusive mantendo os níveis de montante e jusante. Aproveita o máximo das quedas naturais disponíveis e alagamento mínimo.

Arranjo – A alternativa 01 inicia-se com um barramento baixo, consistindo em um paramento de concreto inclinado reforçado por contrafortes com 1,80m de altura no seu ponto mais alto. A crista, totalmente em vertedor possui 151m de extensão pela cota 697,00m, posicionada sobre a primeira corredeira a montante da seqüência de quedas disponíveis no local.

O desvio do rio seria feito em duas fases com ensecadeiras de argila / enrocamento. Devido à pequena altura da barragem o fluxo do rio será desviado sobre a própria soleira de concreto durante a segunda fase de desvio, dispensando a construção de estruturas com este propósito.

O circuito hidráulico se inicia com um trecho em canal adutor que segue pelo primeiro rincão a montante da barragem pela margem esquerda até o emboque no túnel. Neste ponto será construída uma estrutura de tomada d'água em concreto dotada de painel de grades, equipamento limpa-grades e comporta vagão com rodas para fechamento do circuito hidráulico.

O túnel adutor com cerca de 660m de extensão é pressurizado e teria uma pequena inclinação em direção à casa de força. A transição para o conduto forçado ocorreria dentro do próprio túnel através de um *plug* em concreto armado do qual partem duas linhas que alimentam individualmente cada conjunto.

A casa de força nesta concepção estaria posicionada recuada da margem e abrigaria as unidades geradoras dispostas paralelamente e resguardadas dos efeitos da enchente. A restituição da água ao rio é feita por um canal de fuga com aproximadamente 110m até o leito natural do rio.

Custo de implantação - O arranjo foi orçado em R$15.710.000,00 o que reflete em um custo índice de instalação de 3.927R$/kW e um custo médio de geração de

94,63R$/MWh para uma taxa de juros de 12%a.a. e um período de amortização de 30anos.

Impactos ambientais previstos e risco de obra – Este arranjo apresenta um circuito hidráulico longo e em sua maior parte composto por túnel adutor. O risco inerente à implantação de um túnel nestas dimensões está fortemente ligado à qualidade da rocha no qual o mesmo será escavado, portanto, buscou-se colher o máximo de dados geológicos através de uma extensa campanha de sondagens geoelétricas percorrendo todo o perfil do morro e complementado por sondagens rotativas, os quais indicaram a presença de um material de boa qualidade e bastante resistente.

A barragem é de fácil implantação, concebido em um modelo construtivo simples, justificado pela sua baixa altura e boas condições de fundação. O extenso lajeado sobre o qual a barragem será instalada facilita as atividades de desvio, as quais demandam equipamentos corriqueiros de terraplenagem tais como tratores de esteira e caminhões basculantes, que podem transitar pelo leito do rio, dispensando pontes de serviço.
O impacto ambiental gerado pela implantação do lago é mínimo visto que a área efetivamente alagada é bastante reduzida. Convém ressaltar também que as barrancas baixas e pouco inclinadas, em grande parte pantanosas, já sofrem alagamentos freqüentes e não são habitadas.

ALT. 02 – Barragem à Gravidade, Adução por Canal e Canal de Fuga Longo

Gerais – Esta alternativa aproveita os mesmos níveis propostos no inventário, com um arranjo curto entre o trecho barragem – casa de força e um canal de fuga longo. Foi lançado com o intuito de eliminar o túnel adutor, que é o elemento de custo civil mais pesado na alternativa 01, decorrendo em um circuito hidráulico mais simples, porém penalizado por seu barramento alto e alagamento de matas nativas.

Arranjo – Esta alternativa teve o eixo de barramento deslocado para jusante resultando em uma barragem com 8,0 m de altura no seu ponto mais alto. Conta

com 281m de crista sendo que destes 146m é soleira vertente. O desvio do rio nesta alternativa seria realizado através de um bloco de desvio composto por duas adufas e uma galeria equipada com uma comporta stop log. Este bloco ficaria posicionado junto à ombreira esquerda, ainda sobre a calha natural do rio.

O circuito hidráulico inicia-se lateralmente a barragem,na margem esquerda, onde está posicionada a tomada d'água do canal. Esta estrutura, construída em concreto armado e fundada em rocha, conta com duas comportas stop log acionadas através de uma mesma talha manual que pode ser transladada através de uma monovia.

O canal adutor, escavado em solo / rocha tem 86m de extensão e uma seção molhada com base de 6,0m e lâmina d'água com 6,0m. Suas paredes serão cortadas verticalmente em rocha com recuo de bancadas de 1,0m para cada 6,0m de altura, previamente dispensando qualquer revestimento.

Ao final do canal estaria posicionada a câmara de carga, ainda parcialmente encaixada no terreno. Esta estrutura seria construída em concreto armado e equipada com dois painéis de grade fina e equipamento limpa-grades, além de duas comportas vagão com rodas e tubos de aeração dos condutos.

A partir da câmara de carga partem duas linhas de condutos forçados que alimentam individualmente cada conjunto gerador. Cada tubo possui 28m de extensão e diâmetro de 2,70m, idênticos e simétricos em relação ao eixo da casa de força. Para esta pequena extensão, fez-se necessário um único bloco de ancoragem junto à casa de força. Para permitir o reaterro e onstrução do pátio de montagem o restante do conduto seria envelopado em concreto. A casa de força nesta concepção estaria posicionada junto à margem e abrigaria as unidades geradoras dispostas paralelamente e resguardadas dos efeitos da enchente. A sala de comando ficaria posicionada em um pátio elevado lateralmente a sala de máquinas. O nível de jusante proposto no inventário seria buscado através de um longo canal de fuga que rebaixaria o poço em frente a casa de força ao nível 953,80, detonando a soleira que atualmente controla o nível aproximadamente na elevação 954,50.

Custo de implantação - O arranjo foi orçado em R$15.782.000,00 o que reflete em um custo índice de instalação de 3.946R$/kW e um custo médio de geração de 95,03R$/MWh para uma taxa de juros de 12%a.a. e um período de amortização de 30anos.

Impactos previstos e risco de obra – Apesar de não se tratar de uma barragem excessivamente alta, em relação àquela proposta na alternativa 01 as dificuldades de execução estão bem mais evidentes, tais como, nas atividades de desvio do rio e no grande volume de concreto a ser utilizado, este exigindo um sistema especial de transporte e lançamento, além de uma central de concreto instalada no canteiro de obras. As obras de escavação para implantação do canal de fuga, as quais deverão ser feitas totalmente dentro da calha natural do rio, ficam sujeitas às variações do nível do rio e preferencialmente devem ser executas rapidamente em condições de baixa afluência. Devido a dificuldade de retirada deste material, após a detonação o mesmo será acumulado lateralmente à vala. A área alagada é sensivelmente maior, adentrando em área de mata nativa, a qual deve ser recomposta em no mínimo 30m da margem do lago formando a nova área de preservação. Muitos exemplares de pinheiros serão alagados, sendo esta espécie de interesse de preservação ambiental.

Seleção de Alternativa

Baseado nos levantamentos anteriormente apresentados onde as alternativas foram devidamente dimensionadas e orçadas, além da detecção de possíveis riscos que poderiam comprometer a implantação deste ou daquele arranjo, procedeu-se à fase de seleção de alternativa básica para posterior detalhamento e relatório final.
É importante salientar que os arranjos considerados apresentam obras exeqüíveis e compatíveis com a ótica de PCH's, onde as alternativas buscaram o aproveitamento alternativo de um mesmo desnível bruto. Ressalta-se também que este desnível é idêntico àquele proposto no estudo de inventário, mantendo-se inclusive as mesmas cotas de montante e jusante (**Anexo 01** - Ficha Técnica do empreendimento).

Tanto as áreas de drenagem quanto as perdas de carga nos circuitos hidráulicos assemelham-se nos dois arranjos estudados, portanto considerou-se a mesma produção de energia para as duas alternativas. Portanto o custo de instalação, questões ambientais e aspectos construtivos foram adotados como os critérios para seleção de alternativa.

Adentrando nos aspectos econômicos, efetuaram-se orçamentos integrados dos dois arranjos propostos, permitindo uma comparação simultânea direta, inclusive com variação de alguns cenários mercadológicos e de custo, possibilitando uma tomada segura de decisão ao se avaliar a robustez destes arranjos.

É importante esclarecer que os orçamentos foram conduzidos de modo uniforme, seja através da aplicação dos mesmos custos unitários, seja através da real quantificação dos volumes e serviços especiais envolvidos em cada alternativa.
Para o cenário orçamentário considerado, conclui-se que as duas alternativas resultaram em custos totais de instalação bem próximos. Importante ressaltar que estas análises até o presente momento basearam-se em cenários estáticos e em um conjunto pré-concebida de custos, buscando refletir a atual realidade do mercado.

Porém não deve ser eliminada a possibilidade de variação de preço de alguns insumos específicos que atingem diretamente o comportamento econômico das alternativas em questão. Através de uma análise de sensibilidade é possível determinar até quando uma alternativa é interessante perante a outra, frente a variações de determinados custos unitários específicos, ou verificar com que grau de certeza está tomando a decisão de seleção.

Para tanto foi modelado um cenário admissível de variação de custos unitários e rodados os orçamentos simultaneamente das duas alternativas, para apreciação do impacto no custo de geração. Admitiu-se uma variação percentual positiva e negativa de: 30% nos custos do concreto, em todas as suas especialidades;30% nos

custos de terraplenagem, escavações em solo, rocha e subterrâneas;50% no custo do aço.

Estas análises foram conduzidas em software Excel e contemplam a variação de apenas um grupo de custos unitários por vez, mantendo os demais custos fixos. Os resultados são recolhidos e apresentados de forma gráfica enquanto que o modelo retorna a seu estado inicial que originalmente está calibrado com a relação entre os custos unitários:

O custo unitário do concreto utilizado no orçamento é o ponto de equilíbrio entre as tarifas de geração das duas alternativas. A partir deste ponto, aumentando-se o custo do concreto, a alternativa 01 passa a ser mais atrativa. Do mesmo modo, caso ocorra uma queda no valor deste insumo, a alternativa 02 passa a apresentar a menor tarifa de geração.

A alternativa 02 é mais sensível à variação do custo do concreto, apresentado para elevações da ordem de 30% neste insumo um custo de geração 4,66% maior. Na alternativa 01, esta mesma situação elevaria o custo de geração em apenas 1,47%. Neste caso o custo do concreto fck15Mpa passaria de R$230,00/m³ que é o valor considerado no orçamento para R$ 299,00/m³.

A seguir é apresentada esta mesma análise para os itens associados a terraplenagens. A variação dos custos de terraplenagem está fortemente ligada à variação dos custos de combustível, seguido pelo custo de explosivos e acessórios. Aplicou-se a mesma faixa de variação de 30% no custo dos serviços de terraplenagem. Neste caso a alternativa 01 teve seu custo de geração sensivelmente alterado passando de R$ 94,63/MWh para R$ 101,15 /MWh, um aumento de 6,89% no limite superior. O custo de geração da alternativa 02 sofre aumento de 1,44%.

Vale ressaltar que dentro deste grupo de serviços que tiveram o seu custo variado nesta categoria está a escavação subterrânea para implantação do túnel adutor, proposto na alternativa 01, o qual contribuiu para a variação mais acentuada na

tarifa. Analogamente às análises anteriores, pesquisou-se o impacto gerado nas alternativas com a variação do custo da chapa de aço.

Como pode-se observar no uma variação do custo da chapa de aço de até 50% o custo de geração sofreria alteração de 0,74% na alternativa 01 e 1,10% na alternativa 02. Apesar da grande amplitude de variação deste insumo, o impacto nas tarifas foi reduzido, reflexo da pequena extensão de condutos empregada em ambas as alternativas. Para este insumo, na faixa analisada, o custo de geração da alternativa 01 sempre manteve-se abaixo da alternativa 02.

Fica claro ao se observar os gráficos acima quais os pontos estratégicos visando o controle de custo de implantação do arranjo a ser selecionado. A escala de ambos os gráficos coincide, possibilitando visualmente tirar algumas conclusões preliminares. Devido aos quantitativos bem diferenciados em cada arranjo, a resposta das alternativas ocorre de forma diferente em função das variações no cenário de custo. A alternativa 01 sofre mais as influências da variação do custo de terraplenagem enquanto a alternativa 02 é mais sensível às flutuações do concreto.

O centro das interseções está na tarifa R$ 94,63/MWh na alternativa 02 enquanto que para a alternativa 01 este ponto representa uma tarifa de R$ 95,03 /MWh. Fechado o raciocínio econômico passa-se a análise do empreendimento do ponto de vista socioeconômico e ambiental.

O empreendimento deve trazer um impacto socioeconômico positivo em se considerando a contratação de mão de obra local com abertura de 100 postos de trabalho diretos, e melhoria da economia do município, ainda que temporariamente. Há que ressaltar que o lançamento da barragem no eixo de jusante, desenvolvido na alternativa 02, eleva a área alagada e compromete uma mata ciliar que ainda hoje, apresenta inúmeros exemplares de pinheiro araucária, além de outras espécies de árvores típicas da região. Nesta alternativa também ocorre o posicionamento da casa de força numa borda de mato, exigindo o desmatamento de uma área de 0,5ha, até mesmo para posicionar a subestação em segurança e implantar os

acessos. Impacto que não ocorre na alternativa 01, cujo local da casa fica recuado da margem em um campo atualmente cultivado.

Frente a todas as dificuldades de licenciamento ambiental a qual está sujeita a implantação deste tipo de empreendimento, entende-se que a alternativa 01, por apresentar uma barragem muito baixa e circuito hidráulico quase totalmente subterrâneo, praticamente não interfere com o cenário na qual está inserida e deve ser melhor acolhida pelos órgãos ambientais competentes.Após a análise do conjunto de possibilidades imaginado para o empreendimento PCH Castro, o grupo empreendedor pesou os méritos e dificuldades de cada alternativa, contemplando diversos aspectos que influenciam na viabilidade do conjunto a saber:Facilidades construtivas e risco de obra; Riscos operacionais; Custo comparativo de implantação e geração; Produção energética; Questões relacionadas a terras e dificuldades de aquisição ou desapropriação; Condicionantes ambientais.

Em resumo, a alternativa 01 apresenta-se como a mais interessante por apresentar o menor custo de instalação e área alagada sensivelmente menor, além do arranjo subterrâneo proposto praticamente não interferir com as propriedades envolvidas. Este foi, portanto, o arranjo detalhado e otimizado conforme procedimentos de projeto básico.

1.5. Descrição Geral da PCH Castro

Dados Gerais

Rio e quilômetro a partir da foz .....Iapó km 60
Localização .....Rodovia PR340 km14 - Aparição
Município .....Castro - Margem esquerda
Município .....Castro - Margem direita
Sub-bacia.....64
Bacia.....06
Estado.....Paraná

Estudo de inventário .....zapzalka Construtora e Engenharia Ltda – 48500.002196/04-23

Aprovado através do despacho ..... SGH/ANEEL nº 1.340 de 23 de junho de 2006

Área de drenagem.....1668km2

Vazão média de longo termo Qmlt.....32,0m3/s

Vazão sanitária a ser permanentemente liberada (100% da vazão Q10,7).... 1,30m³/s

Vazão Turbinada.....37,23 m3/s

Permanência de vazões médias diárias (turbinada mais ambiental).....34%

Nível de água Máximo de montante NAMmáx (Tr1000).....El.969,83

Nível de água Normal de montante NAM..... El.967,00

Nível de água Mínimo de montante NAMmin.....El.967,00

Depleção máxima do reservatório..... 0,0m

Volume útil associado.....0,00 m³

Volume morto.....0,084 x 106 m³

Volume total.....0,084 x 106 m³

Área total alagada.....16,48ha

Área da calha natural do rio.....12,40ha

Área efetivamente alagada.....4,08ha

Índice de comprometimento ambiental (ha efet / MW instalado).....1,02ha/MW

Nível de água médio de montante (p/ cálculos energéticos)..... El.953,80

Nível de água normal de jusante NAJ..... El. 953,80

Queda bruta média .....21,60 m

Perda de carga no circuito hidráulico..... 0,797 m

Queda de projeto da turbina ou design head.....12,40 m

Potência instalada.....4,00 MW

Fator de capacidade p/ energia MLT..... 0,65

Energia média anual gerada.....22.618 MWméd

Energia firme (média gerada no período crítico jun49-nov56).....2,58 MWméd

1.5.1. Barragem e Vertedouro

Tipo de barragem / vertedor.....à gravidade aliviada em contrafortes
Parâmetros da laje inclinada.....0,75H:1,00V
Parâmetros da face de jusante dos contrafortes.....0,30H:1,00V
Altura máxima 2,0m
Tipo de vertedor.....Soleira livre sobre barragem
Cota da crista do vertedor .....El. 967,00
Coeficiente de descarga considerado…….....2,1
Comprimento total da crista do vertedouro.....151,00 m
Lâmina máxima sobre o vertedor.....2,83m
Vazão máxima de cálculo do vertedouro NA 969,83..... 1.681 m3/s
Capacidade última de vertimento NA 970,80 .....,..... 2.699 m³/s
Free Board …….....….....……..……..…….....0,97m
Vazão milenar instantânea TR1000 (Log Pearson III).....1.681 m³/s
Volume total de concreto (ciclópico e estrutural).....130 m3
Dispositivo para manutenção da vazão sanitária ..... orifício no corpo da barragem
Vazão sanitária ..... 1,30 m³/s

1.5.2. Desvio do Rio

A vazão mínima de desvio considerada no dimensionamento e especificação das estruturas de desvio é a de 2 anos de recorrência correspondendo a 144 m³/s devido ao porte do rio Iapó. Os dimensionamentos de desvio indicaram vazões bem mais elevadas.

As atividades de desvio deverão ocorrer em duas fases, através de ensecadeiras de argila/enrocamento, ilustradas nos desenhos 13 e 14.

Na primeira fase será construída uma ensecadeira pela cota 968,50 partindo da margem esquerda em direção a ilha maior ao centro do rio. A ensecadeira lançada a montante do ponto de captação permite a construção a seco do canal de emboque,

tomada d'água e trecho da barragem que vai da ombreira esquerda até o ponto de deflexão do eixo.

A forte inclinação a jusante da barragem dispensa a construção de uma ensecadeira adicional para evitar o retorno da água após passar pela soleira de controle. Nesta fase com duração prevista de três meses o fluxo do rio passaria a correr pelo canal existente entre a ilha maior e a margem direita. Nesta condição, para a passagem de uma cheia com 2 anos de recorrência o nível d'água alcançaria a el. 968,18.

A segunda fase de desvio do rio inicia com a construção de uma ensecadeira paralela ao eixo da barragem partindo da margem direita pela cota 969,00 estendendo-se até o ponto de deflexão da barragem, na direção da ilha ao centro do rio. O cordão de ensecadeira de primeira fase seria removido à medida que se avançasse a ensecadeira de segunda fase, com lançamento em ponta de aterro em um nível inicial mais baixo permitindo a compactação e garantindo a vedação do material argiloso.

Nesta última fase, de curta duração, o rio passaria a correr por sobre o trecho de barragem já construído. Para a passagem da cheia de projeto, com tempo de recorrência de dois anos, o nível de montante se estabeleceria na cota 968,84.

A plataforma superior final da ensecadeira será de 4,00m, suficiente para se trabalhar com um trator de esteira modelo D6 ou similar. A mesma será construída de argila compactada com enrocamento de pedra lançada do lado que será solicitado à ação hidrodinâmica da água. A inclinação do talude neste mesmo lado está prevista ser de 1,0H:1,0V nos trechos críticos e 1,3H:1,0V nas demais seções.

Convém ressaltar que a ruptura eventual desta ensecadeira com altura média de 4,00m não causaria danos à jusante uma vez que o curso do rio possui caixa alta e é desabitado em função das freqüentes cheias que ocorrem naturalmente.

Os prejuízos a obra da PCH Castro, no caso de uma eventual ruptura, se restringem à paralisação momentânea da obra e a reconstrução do último volume lançado de

concreto antes do advento da cheia. Após a passagem de uma eventual onda de cheia a ensecadeira pode ser reconstruída apesar das dificuldades citadas.

1.5.3. Sistema de Adução

O arranjo geral é típico de baixa queda com aproveitando do desnível existente ao longo de um meandro do rio Iapó. É formado por um canal de emboque, tomada d'água, túnel adutor, condutos forçados e canal de fuga.

O circuito hidráulico foi dimensionado para conduzir a água do ponto de captação até a restituição ao curso normal do rio Iapó com a mínima perda de carga e um custo viável de implantação, resultando em uma vazão de 37,30m³/s, com uma perda de carga de 0,797m ou 6,04%.

As estruturas componentes deste circuito hidráulico são detalhadas a seguir:

1.5.4. Canal de Emboque

No traçado proposto para o canal de emboque a seção molhada está totalmente encaixada em corte na rocha, sendo que nas proximidades do emboque a profundidade de corte atinge 23m.

O canal adutor capta a água diretamente do reservatório, sem estrutura de controle. Está previsto somente um cordão de flutuantes com tela defletora para evitar que objetos maiores adentrem o canal.

Tipo .....Escavado em solo e rocha
Seção Típica.....Seção retangular com 6,00m de largura
Extensão Total.....303 m
Lâmina d'agua 6,00m
Coeficiente de rugosidade adotado (n de Manning).....0,025
Área livre de escoamento.....36,00m²
Raio hidráulico.....2,00m
Velocidade de fluxo.....1,04m/s

Cota do fundo na estaca.....961,00 m
Declividade do fundo.....0,00027m/m
Cota do fundo na Chegada da câmara de carga.....960,92m
Dispositivos de proteção....Logboon 20 flutuantes unidos por cabo de aço ancorados
Espaçamento entre flotantes 1,5m
Seção livre da tela defletora.....20 m x 0,50 m (L x H)
Dimensão.....Bombonas de 40 litros

1.5.6. Tomada de água

Tomada de água .....Tipo direta com controle através de comportas
Dispositivo de controle.....Comporta metálica vagão; acionamento hidráulico
Número de comportas.....02
Dimensões da comporta.....2,80 x 3,25 (B x H)
Dispositivo de Proteção.....Painéis de grades finas
Número de Painéis de Grade.....02
Dimensão das Grades.....3,25 x 12,25 (B x H)
Cota do Topo da Tomada d'água.....970,80 m
Cota do Piso.....959,00 m

1.5.7. Túnel adutor

Tipo .....Escavado em riolito sem revestimento
Seção típica.....seção Arco-retângulo com 5,50m de diâmetro
Extensão total.....660m
Velocidade da água .....1,23 m/s
Coeficiente de rugosidade adotado (n de Manning).....0,023
Área livre de escoamento.....27,00m²
Raio hidráulico.....1,38m
Cota do fundo na estaca.....959,00m
Declividade do fundo.....0,00053m/m
Cota do fundo na chegada do conduto.....948,10m
Cota do fundo do rocktrap.....946,00m

1.5.8. Conduto forçado

Aço tipo.....COS AR COR 3450kgf/cm²
Quantidade.....02 unidades
Diâmetro..... 2,70m
Comprimento total..... 2x20,5m
Escalonamento de chapa .....#9,53mm
Peso total de conduto.....26.609 kg
Blocos de ancoragem.....01
Berços de apoio.....Conduto envelopado e reaterrado

1.5.9. Canal de fuga

Tipo ..... Escavado em solo e rocha com restituição direta ao rio
Formato.....Retangular base 12,00m e profundidade média 4,00m
Comprimento.....110 m
Seção molhada.....Variável - Smin 48,00 m2

1.5.10. Casa de força

Tipo ..... Casco estrutural impermeável em concreto armado e lastro em concreto ciclópico
Superestrutura..... Metálica
Área da casa de força..... 357,33m2
Área da sala de comando.....69,29m2
Área de montagem Externa com cobertura, atendida pela ponte rolante..... 71,08m2
Dimensões comprimento, largura e altura (casco).....14,18 x 15,62 x 12,81m
Altura máxima superestrutura (cumeeira).....10,00m
Volume de concreto 870m³
Cota de proteção contra enchentes..... El. 959,58
Piso da sala de máquinas..... El. 950,52
Piso da sala de comando..... El. 959,58
Cota do eixo da turbina..... El. 951,67

Fundação.....Tipo direta sobre rocha, reforçada contra uplift por tirantes
Área de montagem .....Externa com cobertura, atendida pela ponte rolante

1.6. Equipamento de Movimentação de Cargas

1.6.1. Casa de força

Tipo.....Ponte rolante com troley mecânico
Capacidade do guincho..... 18,00 t – elétrico comandado por botoneiras
Dispositivo de translado ..... Manual com correntes
Vão.....13,50 m
Pista de rolamento interna à casa de força..... 20,4m
Máximo momento fletor de cálculo da viga trilho da ponte.....47,5tf*m
Máximo esforço cortante de cálculo da viga trilho da ponte.....43,7 tf
Tipo de viga .....Bi-viga Metálica
Máximo momento fletor de cálculo da viga da ponte (2x62,9 tf.m).....125,8 tf*m
Máximo esforço cortante de cálculo da viga da ponte.(2x17,43f).....34,86 tf

1.6.2. Canal de Fuga

Tipo.....Ponte Rolante
Capacidade do guincho.....18,00 t
Dispositivo de translado.....Manual com correntes
Pista de rolamento externa à casa de força.....2,20m

1.6.3. Turbinas Kaplan “S” Eixo Horizontal

Número de unidades .....02 unidades
Tipo.....Kaplan S
Posição do eixo.....Horizontal
Diâmetro do rotor .....1850 mm
Potência unitária .....2320 kW
Engolimento por máquina.....37,30m3/s
Queda líquida nominal das turbinas ou Design Head.....12,40 m

Rotação .....277 rpm
Regulador de velocidade.....Eletrônico acionamento hidráulico
Rotação (ns).....667,52 rpm
Rotação específica (nq).....181,00 rpm
Altura máxima de sucção .....-1,14m
Altura de sucção adotada conforme posicionamento dos equipamentos .....-2,12m

1.6.4 Geradores

Número de unidades .....02 unidades
Tipo de gerador.....Síncrono Trifásico
Potência unitária ..... 2500 kVA
Tensão nominal .....6,9 kV
Freqüência .....60 Hz
Fator de potência.....0,85
Ligação .....Estrela com neutro acessível
Número de pólos.....26
Rotação.....277 rpm
Posição do eixo.....Horizontal
Sistema de refrigeração .....Aberto (troca de calor com o ambiente)
Velocidade de disparo ..... 650 rpm

1.6.5. Subestação Elevadora e Linha de Transmissão

Dimensões (frente x fundos) .....12,50m x 5,65m
Número de transformadores elevadores.....01
Potência total.....5,0 MVA ONAM
Tensão inferior..... 6,9 kV ligado em delta
Tensão superior..... 34,5 kV ± 2,5% kV ligado em estrela aterrada
Montagem.....Externa
Comprimento total de linha de transmissão.....12,75 km
Ponto de interligação.....Subestação da COPEL em Castro-PR
Cabo utilizado ..... CAA 2/0 AWG

1.6.6. Fonte de Energia Auxiliar

Corrente alternada.....Transformador de serviço 6,9kV/380V-220V
Tensão de alimentação.....220 V
Corrente contínua .....Banco de baterias
Carregador de bateria.....125 Vcc
Bateria chumbo – ácidas seladas.....60 unid.,12 V, 75 A hora x 10 h

1.6.7. Automação

Tipo.....Semi-assistida, com monitoramento do circuito hidráulico
Sistema supervisório.....Dois computadores em paralelo software a definir
Sistema de comunicação da usina.....Link em fibra ótica através do cabo da linha
Principais variáveis a monitorar.....Potência, tensão, freqüência, temperatura, NA's, pressão