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 do 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 evem ser abordados e avaliados em um Estudo Ambiental são aqueles preliminarmente sugeridos / indicados na MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTAIS, instituída e aprovada conforme Portaria IAP Nº 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 Aproveitamento Hidrelétrico Engenho Velho, pretendido à instalação no rio Iratim, afluente do médio Iguaçu no Estado do Paraná, 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 Engenho Velho é a própria excelência do potencial, conforme concluído nos estudos de inventário desenvolvidos no ano de 2001.

Dentre as possibilidades existentes no rio Iratim, o estudo de inventário demonstrou que a PCH Engenho Velho é uma excelente opção para energia de baixo custo e impacto ambiental reduzido, itens necessários para viabilizar projetos desta natureza. Neste contexto, levando em consideração as características físicas da Área de Influência do empreendimento, com o vale do rio na área do reservatório, impuseram-se as condições operacionais típicas de uma PCH a fio d'água, sendo o volume acumulado muito reduzido.

A futura operação do aproveitamento está direcionada ao fornecimento e comercialização da energia gerada para o sistema interligado de transmissão regional, atuando como produtor independente, através de programas de incentivo como o PCH COM, PROGEDIS-COPEL e PROINFA.

O presente documento compreende o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA) do aproveitamento hidrelétrico PCH Engenho Velho, outorgado à Empresa Paranaense de Participações S/A – EPP – através da Resolução Autorizativa ANEEL n.º 116 de 29 de novembro de 2004. Tal estudo e seu respectivo RIMA foram desenvolvidos obedecendo-se ao disposto no Termo de Referência Padrão do IAP, tendo sido elaborados 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 Engenho Velho foi outorgado à outorgado à Empresa Paranaense de Participações S/A – EPP – através da Resolução Autorizativa ANEEL n.º 116 de 29 de novembro de 2004,como Produtor Independente de Energia Elétrica, conforme referências a seguir:

RAZÃO SOCIAL: EPP – Empresa Paranaense de Participações S/A
CNPJ: 09.511.280/0001-77
INSCRIÇÃO ESTADUAL: 90439537-42

ENDEREÇO: Rua Bruno Filgueira, 2434- Curitiba – Paraná
CEP: 80.410-070
Telefone: 41-3091-1500

NIRE: 41300075000

DIRETORIA EXECUTIVA:
Diretor Executivo:
Luiz Fernando Cordeiro
Eng. Civil

Responsável Técnico:
Marco Aurélio Sprenger Ribas
Eng. Civil *CREA: 13471/D*

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: 40.028
RESPONSÁVEL TÉCNICO: Francisco L. P. Lange J. – *Engenheiro Agronômo,M.Sc.*
CREA nº PR-13386/D

EQUIPE EXECUTIVA:

Coordenador Geral:
Francisco L. P. Lange J.
Engenheiro Agronômo,M.Sc. *CREA-PR 13386/D*

Coordenador Executivo:
Marina Marins de Souza
Bióloga, Esp. *CRBio – 50398-07/D*

Supervisão Geral:
Gilson Frohner
Geógrafo *CREA –PR 28598/D*

Coordenador Administrativo:

Sabrina Lopes de Matos Vinotti
Economista

Cartografia:

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

Geoprocessamento:

Karine Krunn
Geógrafa *CREA-PR 74544/D*

Letícia Cristina Wuensch
Engenheira Cartógrafa

Meio Físico:

Fabiano Oliveira
Geógrafo, Dr. *CREA-SC 052278-5*

Meio Biótico:

Sergio Augusto Morato
Biólogo, Dr. *CRBio- 8478-07D*

Cleber Novacovski
Eng. Florestal *CREA-PR* 28946-D

Luciano Ceolim
Biólogo, M.Sc. *CRBIO – 50464-7-D/PR*

Euclides S.Grando Jr.
Biólogo, M.Sc. *CRBIO- 07490-03-D*

Sociologia:

Carla Moraes
Socióloga

Arqueologia:
Luis C.P.Simanski
Arqueólogo

Antropologia:
Lúcio Tadeu Mota
Antropólogo, Dr

Prognóstico Ambiental:
Vanuza Senes
Eng. Ambiental, Esp.

Apoio Técnico Geral:
Carla Aparecida Garzaro
Gestora Ambiental

Simoni Daniel
Eng. Florestal

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.

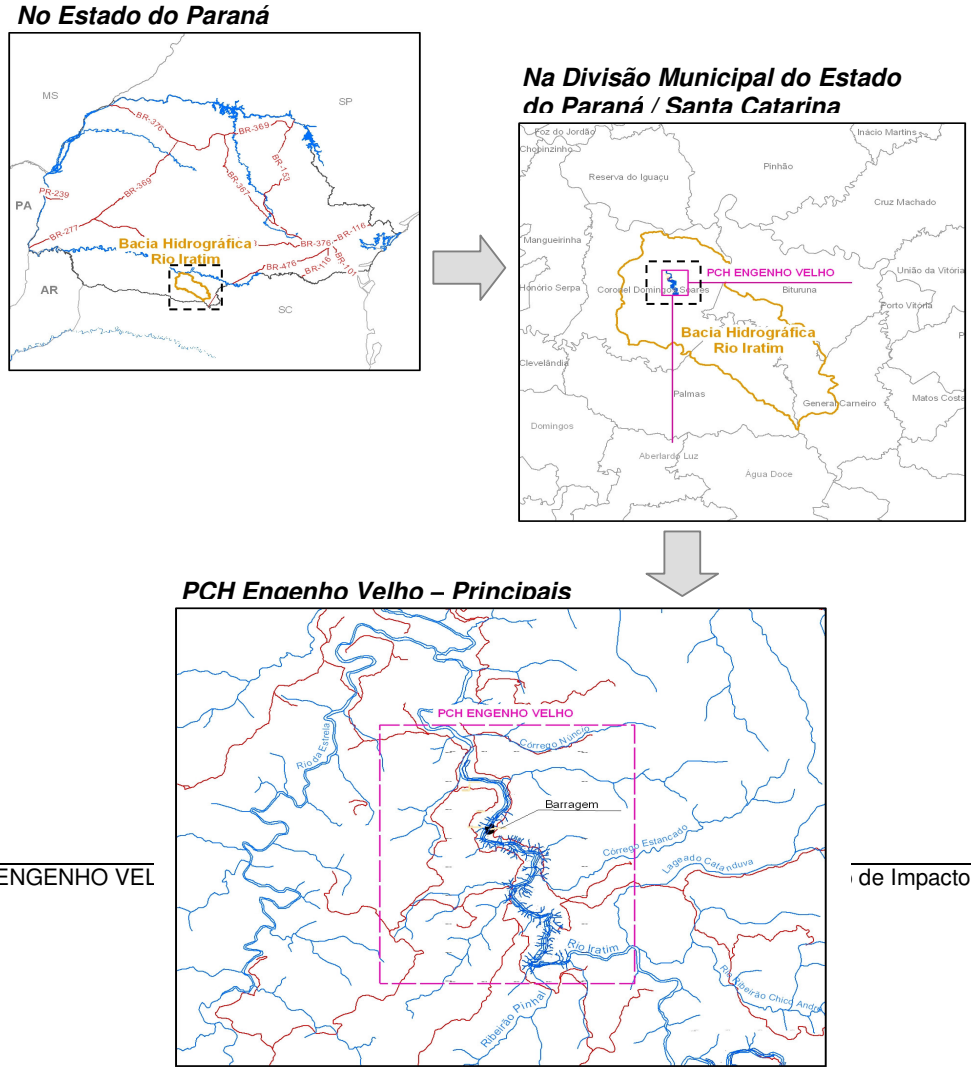
As PCH's surgem como uma alternativa de rápido desempenho face à demanda de custos reais competitivos e impactos ambientais significativamente reduzidos e localizados. O Estado do Paraná se apresenta como o 3º Estado com maior potencial de geração de energia hidrelétrica a partir de PCH's no Brasil,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

A PCH Engenho Velho 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 a ser abrangida pelo aproveitamento hidrelétrico tipo Pequena Central Hidrelétrica (PCH) denominada Engenho Velho (12 MW) situa-se no município de Coronel Domingos Soares, no Sudoeste do Estado do Paraná, no rio Iratim, afluente da margem esquerda do rio Iguaçu. Com a denominação correspondente ao aproveitamento Iratim 2 do Estudo de Inventário Hidrelétrico do rio Iratim (Correcta, 2001), a PCH Engenho Velho situa-se a 32 Km distante da Foz do rio Iratim (Figura 1.1).

Figura 1.1: Mapa de Localização



O acesso às diversas estruturas do aproveitamento é feito a partir de Curitiba pela BR 476 até União da Vitória, desta até General Carneiro pela BR 153 e de Bituruna pela PR 170 e desta através de estradas vicinais em ótimo estado que atendem propriedades rurais da região.

O acesso pela margem esquerda é feito a partir da cidade de Bituruna pela PR 170 até o trevo de Padre Ponciano e desta até o local do aproveitamento através de estradas vicinais.

As principais vias de ligação são a BR 476, BR 153 e PR 170 e estradas municipais e vicinais que possuem condição de trânsito comprometida, ao menos para veículos de passeio, durante períodos chuvosos.

Aspectos locacionais:

- Latitude: 26° 09' 00" S
- Longitude: 51° 52' 00" W
- Bacia: Paraná 06
- Sub-bacia: 65
- Município: Coronel Domingos Soares - PR

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 à 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

A concepção da usina aproveita a queda natural do rio no eixo selecionado, e foi desenvolvida respeitando a divisão de quedas do Estudo de Inventário aprovado, levando em consideração a interferência com os aproveitamentos Foz do Estrela - 29,5 MW imediatamente a jusante e Catanduva - 17,60 MW à montante.

O arranjo proposto está baseado na conformação local do terreno e na campanha de levantamentos topográficos e investigações geológicas realizadas especificamente para o projeto básico, podendo ser ainda otimizado durante a consolidação que deverá anteceder o projeto executivo, após conhecidas às características definitivas das obras e da construção civil, os equipamentos de geração, as condições técnicas de acesso e o traçado da interligação ao sistema elétrico.

O estudo de alternativas de eixos das obras estruturas principais na fase do projeto básico obedeceu aos seguintes requisitos:

- Máximo aproveitamento do desnível do rio partindo do eixo de inventário, porém não condicionado estritamente ao mesmo;
- Aproveitamento da situação topográfica no traçado do sistema de adução e concepção do barramento do rio, de modo a reduzir as obras e os custos decorrentes;
- Preservação das áreas interferidas, de acordo com a caracterização ambiental e sócio econômica do estudo de inventário e do projeto básico;
- Manutenção da vazão mínima estabelecida para o trecho desviado do rio;
- Disposição física das estruturas principais de acordo com as condições geológicas mais favoráveis à segurança das fundações e redução das obras;
- Determinação das condições de escoamento à jusante da barragem e da casa de força para locação destas estruturas acima do nível de afogamento nas descargas máximas de projeto;
- Melhor configuração para a saída da linha de transmissão e posicionamento da subestação.

1.4.2.1. Seleção dos eixos do barramento e estrutura de desvio do rio

Foram estudados vários eixos e tipos construtivos alternativos para o barramento integrado com o vertedouro e para a estrutura de desvio do rio, procurando a melhor localização em função das condições topográficas e geológicas.

Eixo 1 - Barramento em concreto e vertedouro incorporado com soleira vertente, a montante e a jusante do local selecionado no Estudo de Inventário, aproveitando a conformação física da região selecionada inicialmente:

- Divisão do túnel de adução em dois trechos com um dique intermediário, para represar um córrego e vencer o vale encontrado no percurso, mantendo a queda natural definida no Estudo de Inventário;
- Interferência da posição dos contatos entre os derrames de basalto característicos da zona do barramento, com alteração de rocha encontrada nas investigações sub superficiais;
- Persistem os falhamentos que resultam em baixa estanqueidade das ombreiras e fundação da barragem e estrutura de desvio;
- A formação do lago na proximidade do barramento apresenta vertentes menos íngremes, porém com risco de escorregamento das encostas;
- Não há redução ou aumento significativo da área inundada com os deslocamentos dos eixos estudados;
- Maior extensão da crista e volume de concreto para o barramento;
- Maior escavação para acomodação do canal e estrutura de desvio do rio;
- Menor altura das ensecadeiras para construção do canal e estrutura de desvio;
- Menor volume de concreto para o barramento;
- O problema geotécnico e o acréscimo de concreto aumentam significativamente o custo da obra;
- É prevista cortina de injeção para vedação do contato entre derrames e fraturamentos da rocha de fundação.

Eixo 2 - Barramento em concreto e vertedouro incorporado com soleira vertente, localizado à jusante do local selecionado no Estudo de Inventário:

- Redução no circuito de adução, e aumento da altura do barramento para compensar a redução de queda natural;

- Melhor condição da geologia local, porém subsistem os contatos entre derrames;
- Problemas geotécnicos e de estanqueidade das ombreiras e fundação da barragem que devem ser levantados;
- Formação do lago na proximidade do barramento com vertentes mais abertas, com menor risco de escorregamento das encostas;
- Aumento não significativo da área inundada;
- Menor extensão da crista e volume de concreto para o barramento;
- Menor escavação para acomodação do canal e estrutura de desvio do rio;
- Maior altura das ensecadeiras para construção do canal e estrutura de desvio;
- Maior volume de concreto para o barramento;
- O menor problema geotécnico e a redução da área inundada e de concreto reduzem significativamente o custo da obra;
- É prevista cortina de injeção para vedação do contato entre derrames e fraturamento da rocha de fundação.
- Solução com barragem mista em solo e concreto;
- É adequada para configuração topográfica nas posições estudadas de eixo;
- Resulta em capeamento de solo raso nas ombreiras e engaste direto na rocha;
- Permite a utilização do material da escavação do túnel;
- Exige a preparação e/ou importação de solo de argila arenosa classificado;
- Resulta em duas categorias diversas de construção para as obras de montante, divididas entre o barramento com o vertedouro integrado e estrutura de desvio do rio em concreto e a barragem e ombreiras em solo;
- Melhor acomodação às condições da geologia local, porém subsistem os problemas de vedação dos contatos entre derrames;
- Problemas geotécnicos e de estanqueidade das ombreiras e fundação da barragem que devem ser levantados;
- Maior sensibilidade às condições do clima e sazonalidade para a construção da estrutura em solo compactado;

O conjunto de requisitos avaliados concluiu pelo arranjo apresentado no presente relatório, ou seja, pela alternativa representada pelo Eixo 01 do Relatório do Projeto Básico (CORRECTA, 2008), principalmente por apresentar as melhores condições quanto aos riscos ambientais, à manutenção da área de reservatório prevista no inventario e os menores riscos de implantação das obras.

1.5. Aspectos do Inventário Hidrelétrico

1.5.1. Estudos Anteriores

O potencial hidrelétrico do rio Iguaçu e de seus principais tributários vem sendo estudado desde 1950, destacando-se os trabalhos realizados pela Copel em 1963, pelo DAEE - Departamento de Águas e Energia do Estado em 1966 e pelo Comitê dos Estudos Energéticos da Região Sul e CANAMBRA em 1968.

A consolidação dos estudos sobre o potencial deste rio remonta a 1966, quando foi realizado o planejamento de longo prazo para o setor de energia elétrica do Paraná.

O rio Iratim foi estudado originalmente por apresentar dados consistentes e facilidade de implantação do aproveitamento mais importante, com 30 MW próximo à foz do rio Estrela e da confluência com o rio Iguaçu.

A base inicial de informações para os estudos de geração compreendeu o levantamento do perfil físico do rio através de aerofotogrametria com controle altimétrico com barômetro de precisão e correção por altimetria física.

Em 1986 a COPEL efetuou o estudo do potencial hidrelétrico do Estado do Paraná para o programa de Reavaliação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro da ELETROBRAS, quando o potencial do rio Iratim foi estimado em 60,81 MW/h médios, considerando que o rio seria integralmente aproveitado através da divisão ótima de queda sob o aspecto energético.

Em 2001 o rio Iratim foi inventariado pela Correcta quando foi selecionada a divisão de quedas definitiva, identificando seus 6 aproveitamentos, sendo o primeiro mais a jusante o de Foz do Estrela - Iratim 1, com o NA máximo normal do reservatório na El. 607,00 e o aproveitamento de cabeceira Faxinal dos Santos, com reservatório na El 990,00.

O inventário resultou em 96,3 MW instalados, tendo sido limitado a montante pela existência de um alagamento ou reservatório naquela região do curso do rio. Esta situação está sendo reavaliada e existe a possibilidade de extensão do aproveitamento do rio acima da El 990,00, correspondente ao NA máximo normal do reservatório de Faxinal dos Santos.

A revisão das características indicadas no estudo de inventário e apresentadas neste relatório mostra a conveniência de elevar a potência instalada no eixo 2 em Engenho Velho de 10,10 para 12,00 MW, evidenciado a importância deste aproveitamento para a plena utilização da capacidade energética do rio.

1.5.2. Aproveitamentos Hidrelétricos Selecionados para o Rio Iratim

O Estudo de Divisão de Quadros apresentado para o aproveitamento hidrelétrico do rio Iratim, segundo Relatório de Estudo de Inventário elaborado em 2001, (CORRECTA, 2001), atualizado e revisto, focaliza para o rio Iratim um potencial de aproveitamento Hidrelétrico de 96,3 MW através de seis Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH.

1.5.2.1. Alternativas Estudadas

Na determinação da melhor divisão de quedas evidenciaram-se três alternativas mais promissoras, analisadas com maior profundidade neste trabalho.

Tabela 1.1 – Identificação das Alternativas de Partição de Quedas

ALTERNATIVAS	1	2	3
Quantidade de aproveitamentos	6	6	6

Queda bruta total	m	329,00	347,00	349,00
Queda natural total	m	214,50	207,50	199,50
Área inundada máxima total	Km²	6,86	11,41	12,37
Volume total dos reservatórios	$10^6 m^3$	93,00	139,00	151,00
Potência total instalada	MW	92,20	96,30	96,20
Energia assegurada	MW	55,37	57,76	57,70
Fator de capacidade		0,60	0,60	0,60

Para a formulação das alternativas de partição de quedas o rio foi dividido em diversos trechos ao longo de seu curso, limitado a jusante na parte baixa do rio pela elevação 607 m no reservatório da hidrelétrica Segredo, e a montante na parte alta a elevação 990 m já na região de planalto, a partir da qual não existem quedas concentradas nem meandros aproveitáveis para a produção de energia sob os critérios desse estudo.

A análise sobre a morfologia do curso do rio, sob os critérios do estudo e a experiência da empresa em trabalhos semelhantes, mostrou com clareza os eixos viáveis para a partição de quedas, evidenciados em um primeiro ensaio de divisão dispondo-se os reservatórios de cada aproveitamento com os remansos encadeados pela elevação das restituições respectivas. A esta primeira divisão foram aplicados os critérios enunciados no capítulo 5 do volume 1, com foco no aproveitamento ótimo sob o aspecto energético.

Foram verificadas as possibilidades e as dificuldades advindas da topografia e geologia preliminares, definidas as particularidades de cada eixo e evidenciadas as alternativas emergentes das concepções dos aproveitamentos nos eixos da partição.

As alternativas reveladas nesta etapa passaram a ser verificadas pelos índices ambientais, calculados parametricamente conforme indicadores de impacto e elementos síntese respectivos, metodologia enquadrada com o manual de Inventário da Eletrobrás. A determinação dos fatores de impacto ambientais e sócio

econômicos foi realizada com ênfase à determinação dos índices de impacto de forma paramétrica, ponderação de cada fator por considerações advindas de relacionamento e investigação "in loco", sem concessão a avaliações subjetivas.

Eliminadas as opções de eixo de uma mesma alternativa com peso energético, econômico ou ambiental nitidamente negativo, as soluções que sobreviveram da divisão resultaram em reservatórios com remansos quase encadeados e verificou-se que os benefícios energéticos finais tendiam a um valor muito próximo de 90 MW, em todas as hipóteses.

A consolidação desta fase mostrou ser conveniente dividir o rio em três trechos, com identidades características e evidentes:

1º trecho ou de jusante, estendendo-se do Km 0 em sua foz no rio Iguaçu até o Km 22, na confluência do Iratim com o rio Estrela.

Neste trecho do rio foi estabelecido o principal eixo hidrenergético, denominado Iratim 1 ou Foz do Estrela, possibilitando o aproveitamento da vazão afluente dos dois rios e o desnível natural de 25 m no meandro formado por uma curva do Iratim e o braço do Estrela antes da foz, aproveitado como parte do canal de aproximação e formação do circuito de geração da usina.

2º trecho, ou médio, entre a foz do rio Estrela no Km 22 e o Km 100, com desnível da ordem de 335 m entre as elevações 635 m e 970 m, apresentando corredeiras e pequenas quedas, concentradas em alguns locais, permitindo nítida identificação dos eixos de divisão de quedas com possibilidade de aproveitamentos a custos viáveis.

3º trecho ou superior, estendendo-se do Km 100 até as nascentes, com topografia praticamente plana, baixas declividades, curso do rio com vazões reduzidas em vale mais aberto, sem possibilidade de aproveitamentos a custos viáveis.

Para este inventário os estudos de divisão de quedas foram concentrados nos dois primeiros trechos, entre a foz e o Km 100.

Na formulação dos aproveitamentos em cada trecho, além dos critérios mencionados, foram estabelecidas as seguintes condições básicas:

- Situação de eixos prevendo o aproveitamento de meandros, principalmente os que apresentassem maiores desníveis;
- Limitação de altura das barragens para minimizar problemas econômicos e ambientais.
- Arranjos das estruturas dos aproveitamentos em cada eixo mais adequados a cada local, sem preocupação com a padronização de obras civis;
- Máximo aproveitamento do recurso energético disponível em cada eixo de alternativa;
- Manutenção de vazão mínima a jusante de cada eixo correspondente a 80% da vazão de estiagem de 7 dias de duração com TR 10 anos ($Q_{10,7}$).

1.5.2.2. Estudo de Eixos e Aproveitamentos

No estudo dos vários eixos e respectivos aproveitamentos para compor cada alternativa de divisão de quedas procurou-se aproveitar ao máximo o desnível natural, complementado com a queda artificial criada por uma barragem com altura limitada e custos compatíveis.

No trecho de jusante do rio foi concebido um único aproveitamento Foz do Estrela ou Iratim 1, utilizando praticamente todo o desnível natural, com o eixo da barragem logo a jusante da foz do rio Estrela e o nível normal do reservatório limitado a El. 675, de modo a não atingir obras de arte e estradas próximas à margem do rio, sendo seu limite uma ponte de concreto no Km 27 e tabuleiro inferior na El. 676.

No trecho intermediário ficaram mais evidentes os eixos nos Km 47, Km 57 e Km 86 que aproveitam meandros com desníveis naturais maiores.

O aproveitamento do Km 47, Catanduva ou Iratim 3, foi definido pela vocação hidrelétrica evidente do eixo respectivo, estabelecendo ponto notável da divisão de quedas do rio, e determinando as condições de aproveitamento à jusante e à montante.

O desnível natural entre o remanso do reservatório de Foz do Estrela - Iratim1 e a restituição de Catanduva - Iratim 3 foi aproveitado pela localização de Engenho Velho - Iratim 2, inicialmente com eixo entre o Km 26 ou o Km 32, dependendo do nível definitivo do reservatório de Foz do Estrela.

Vista Alegre - Iratim 4 foi localizado com a restituição encadeada ao remanso do reservatório de Catanduva - Iratim 3, em situação também evidente para o aproveitamento hidrelétrico, sobrando um desnível remanescente de 27 m sem viabilidade de utilização energética até a restituição de Paiol Grande - Iratim 5 no Km 86.

Faxinal dos Santos - Iratim 6, Km 102, com reservatório na El. 990 localiza-se a montante do aproveitamento Paiol Grande - Iratim 5, Km 86, sendo o último aproveitamento da divisão de quedas apresentada para o rio, com dois níveis possíveis de reservatório, conforme a posição final selecionada para o eixo da barragem.

A queda útil remanescente não aproveitada do rio, independentemente da alternativa de divisão selecionada, em função da possibilidade de localização dos eixos dos barramentos e dos níveis dos reservatórios, é inferior a 10% do desnível natural total disponível em todo o curso inventariado do rio.

1.5.2.3. Concepção dos Arranjos

Foz do Estrela - Iratim1

Aproveitamento de maior potência instalada do rio Iratim, está localizado no Km 21 a partir da foz do rio, com represamento na El. 675,00.

Nesta alternativa a barragem será em enrocamento com núcleo de solo argiloso proveniente de parte classificada das escavações para construção e de áreas de empréstimo.

A crista da barragem está prevista na El. 680,20, dois metros acima do nível do reservatório na cheia máxima na El. 678,19.

O vertedouro independente do corpo da barragem será escavado na sela topográfica existente no meandro selecionado do rio, com soleira vertente em concreto e perfil Creager, com a calha de descarga escavada na rocha e sem revestimento.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos sem adufas.

O circuito adutor utiliza a parte inundada do rio Estrela como canal de aproximação até o emboque do túnel com escoamento livre. Após o desemboque do túnel a adução prossegue em canal até a câmara de carga, onde inicia o conduto forçado único, com bifurcação para duas unidades geradoras no trecho final.

A casa de força será do tipo abrigada, com duas unidades geradoras com turbinas Francis de eixo vertical e respectivos equipamentos de controle e proteção. Ao lado da casa de força está prevista a área para os transformadores elevadores e equipamentos de alta tensão da subestação de 69 kV.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 610,00 com desnível total bruto de 65,00 m vencido com perda hidráulica estimada de 3,3% para 54,21 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 29,50 MW de potência instalada e energia assegurada de 17,69 MW com fator de capacidade 0,60.

Foz do Estrela - Iratim 1'

Esta alternativa para o primeiro aproveitamento está localizada na mesma posição de eixo, mas o represamento é feito com nível d'água na El. 660,00, menos elevado que na alternativa 1.

A barragem neste caso é a gravidade em concreto compactado a rolo - CCR, com crista na El. 664,20 e soleira vertente descarregando em perfil Creager com saída em curva circular em salto de esqui e adufas de desvio no corpo da barragem.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

O circuito adutor e a casa de força são semelhantes à alternativa 1.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 610,00, o desnível total bruto de 50,00 m é vencido com uma perda hidráulica estimada de 3,3% para 54,03 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 23,00 MW de potência instalada e energia assegurada de 13,83 MW com fator de capacidade 0,60.

Engenho Velho - Iratim 2

O eixo desta alternativa de aproveitamento com represamento na El. 709,00 está localizado no Km 32 a partir da foz do rio, a jusante da foz do Córrego Engenho Velho, afluente do Iratim pela margem esquerda.

A barragem neste caso é a gravidade em concreto compactado a rolo - CCR, com ombreira na El. 713,10 e soleira vertente com crista na El. 709,00 m descarregando em perfil Creager com saída em curva circular em salto em esqui.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

A adução será através de túnel escavado em rocha com 1.600 m de comprimento até a chaminé de equilíbrio de onde parte o conduto forçado único, com bifurcação para duas unidades geradoras no trecho final.

A casa de força será do tipo abrigada, com duas unidades geradoras com turbinas tipo Francis de eixo horizontal e respectivos equipamentos de controle e proteção. Ao lado da casa de força está prevista área para os transformadores elevadores e equipamentos de alta tensão e da subestação de 69 kV.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 681,00, com desnível total bruto 28,00 m e 42,36 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 10,10 MW de potência instalada e a energia assegurada gerada é de 6,06 MW com fator de capacidade 0,60.

Imediatamente à jusante está previsto o remanso do reservatório do aproveitamento Foz do Estrela - Iratim 1, limitando o nível d'água de jusante.

Engenho Velho - Iratim 2'

Esta alternativa de aproveitamento com represamento na El. 700,00 está localizada 6 Km à jusante da alternativa 1 para este eixo, no Km 26 a partir da foz do rio, bem mais abaixo da foz do Córrego Engenho Velho.

A barragem neste caso é a gravidade em concreto compactado a rolo - CCR, com crista na El. 704,10 e soleira vertente descarregando em perfil Creager com saída em curva circular em salto em esqui.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

A adução será através de túnel escavado em rocha com 350 m de comprimento até a chaminé de equilíbrio de onde parte o conduto forçado único, com bifurcação para duas unidades geradoras no trecho final.

A casa de força é semelhante à alternativa Engenho Velho - Iratim 2.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 660,00, com desnível total bruto 40,00 m e 40,81 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 14,90 MW de potência instalada e a energia assegurada gerada é de 8,96 MW com fator de capacidade 0,60.

Imediatamente à jusante está previsto o remanso do reservatório do aproveitamento Foz do Estrela - Iratim 1', limitando o nível d'água de jusante.

Catanduva - Iratim 3

O aproveitamento está localizado no Km 47 a partir da foz do rio no Iguaçu, com represamento na El. 766,00.

A barragem neste caso é agravidade em concreto compactado a rolo - CCR, com ombreira na El. 770,00 e soleira vertente com crista na El. 766,00 m descarregando em perfil Creager com saída em curva circular em salto em esqui.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

A adução será em parte através de túnel escavado em rocha com 2.500 m de comprimento, e parte através de canal com cerca de 710 m, que se desenvolve pela margem esquerda até a câmara de carga, onde inicia o conduto forçado único, com bifurcação para duas unidades geradoras no trecho final.

A casa de força será do tipo abrigada, projetada para abrigar duas unidades geradoras com turbinas tipo Francis de eixo horizontal e respectivos equipamentos de controle e proteção. Ao lado da casa de força está prevista área para os transformadores elevadores e equipamentos de alta tensão e da subestação de 69 kV.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 709,00, com desnível total bruto de 57,00 m e 36,27 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 17,6 MW

de potência instalada e a energia assegurada gerada é de 10,56 MW com fator de capacidade 0,60.

Imediatamente à jusante está previsto o reservatório do aproveitamento Engenho Velho - Iratim 2, limitando o nível d'água de jusante.

Catanduva - Iratim 3

O aproveitamento está localizado no Km 47 a partir da foz do rio, com represamento na El. 775,00.

A barragem neste caso é a gravidade em concreto compactado a rolo - CCR, com crista na El. 779,00 e soleira vertente descarregando em perfil Creager com saída em curva circular em salto de esqui e adufas de desvio no corpo da barragem.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

A adução será em parte através de túnel escavado em rocha com 2.280 m de comprimento e parte através de canal com cerca de 940 m, que se desenvolve pela margem esquerda até a câmara de carga, onde tem início o conduto forçado único que próximo da casa de força bifurca-se para alcançar as duas unidades geradoras no trecho final.

A casa de força é semelhante à alternativa Engenho Velho - Iratim 2.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 709,00, com desnível total bruto de 66,00 m e 36,30 m^3/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 20,0 MW de potência instalada e energia assegurada de 12,0 MW com fator de capacidade 0,60.

Imediatamente à jusante está previsto o remanso do reservatório do aproveitamento Engenho Velho - Iratim 2, limitando o nível d'água de jusante.

Vista Alegre - Iratim 4

O aproveitamento com represamento na El. 810,00 está localizado no Km 57 a partir da foz do Iratim no rio no Iguaçu.

A barragem neste caso é a gravidade em concreto compactado a rolo - CCR, com ombreira na El. 814,20 e soleira vertente com crista na El. 810,00 m descarregando em perfil Creager com saída em curva circular em salto em esqui.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

A adução será através de túnel escavado em rocha com 1.900 m de extensão até a chaminé de equilíbrio de onde parte o conduto forçado único, com bifurcação para duas unidades geradoras no trecho final.

A casa de força será do tipo abrigada, com duas unidades geradoras com turbinas tipo Francis de eixo horizontal e respectivos equipamentos de controle e proteção.

Ao lado da casa de força está prevista um área para os transformadores elevadores e equipamentos de alta tensão e da subestação de 69 kV.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 766,00, com desnível total bruto de 44,00 m e 33,90 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 12,70 MW de potência instalada e a energia assegurada gerada é de 7,62 MW com fator de capacidade 0,60.

Vista Alegre - Iratim 4'

O aproveitamento está localizado no Km 62 a partir da foz do rio, com represamento na El. 825,00.

A barragem neste caso é a gravidade em concreto compactado a rolo - CCR, com crista na El. 829,00 e soleira vertente descarregando em perfil Creager com saída em curva circular em salto de esqui e adufas de desvio no corpo da barragem.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

A adução será através de túnel escavado em rocha com 350 m de extensão até a chaminé de equilíbrio de onde parte o conduto forçado único, com bifurcação para duas unidades geradoras no trecho final.

A casa de força é semelhante à alternativa Vista Alegre - Iratim 4.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 788,00, com desnível total bruto de 37,00 m e 32,38 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 10,20 MW de potência instalada e a energia assegurada gerada é de 6,12 MW com fator de capacidade 0,60.

Paiol Grande - Iratim 5

O aproveitamento está localizado no Km 86 a partir da foz do rio, com represamento na El. 900,00.

A barragem será em enrocamento com núcleo de argila, constituída por uma zona central de solo argiloso, proveniente de parte classificada das escavações para construção da usina e de áreas de empréstimo, com crista na El. 904,90, dois metros acima do nível do reservatório na cheia máxima na El. 902,90.

O vertedouro será escavado na sela topográfica existente no meandro selecionado do rio, com soleira vertente em concreto e perfil Creager, com calha de descarga escavada na rocha e sem revestimento.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

A adução será feita em canal a céu aberto pela margem direita, ao lado do vertedouro, com aproximadamente 3.140,00 m até a câmara de carga, desta segue por um conduto forçado único com bifurcação próximo à casa de força para duas unidades geradoras.

A casa de força será do tipo abrigada, com duas unidades geradoras com turbinas tipo Francis de eixo horizontal e respectivos equipamentos de controle e proteção.

Ao lado da casa de força está prevista área para os transformadores elevadores e equipamentos de alta tensão e da subestação de 69 KV.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 837,00, com desnível total bruto de 63,00 m e 22,53 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 12,00 MW de potência instalada e a energia assegurada gerada é de 7,20 MW com fator de capacidade 0,60.

Faxinal dos Santos - Iratim 6

O aproveitamento é o último na divisão de quedas e está localizado no Km 102 a partir da foz do rio, com represamento na El. 990,00.

A barragem será de enrocamento com núcleo de argila, constituída por uma zona central de solo argiloso, proveniente de parte classificada das escavações para construção da usina e de áreas de empréstimo, com crista na El. 995,00, pouco mais de dois metros acima do nível do reservatório na cheia máxima na El. 992,90.

O vertedouro será escavado na sela topográfica existente no meandro selecionado do rio, com soleira vertente em concreto e perfil Creager, a calha de descarga escavada na rocha e sem revestimento.

O desvio do rio é clássico, conforme descrito anteriormente para os aproveitamentos com adufas.

A adução será em canal a céu aberto. Parte será escavado, transpondo a sela topográfica na margem direita, com aproximadamente 400 m de comprimento até o dique auxiliar, deste segue acompanhando a topografia da margem direita, por cerca de 2700 m até a câmara de carga e desta em um conduto forçado único que próximo da casa de força bifurca-se para alcançar as duas unidades geradoras no trecho final.

A casa de força será do tipo abrigada, com duas unidades geradoras com turbinas tipo Francis de eixo horizontal e respectivos equipamentos de controle e proteção.

Ao lado da casa de força está prevista área para os transformadores elevadores e equipamentos de alta tensão e da subestação de 69 kV.

A água será restituída ao rio Iratim na El. 900,00, com desnível total bruto de 90,00 m e 19,32 m³/s de vazão turbinada. Os estudos energéticos determinaram 14,40 MW de potência instalada e energia assegurada 8,63 MW com fator de capacidade 0,60.

1.5.2.4. Hidrelétricas em Operação no Rio Iratim

Não existem hidrelétricas em operação e/ou construção até a data do presente relatório.

1.5.2.5. Interferências a Montante e Jusante

Não existem interferências com aproveitamentos planejados, já que os previstos no curso do rio são resultantes da divisão de quedas do estudo de inventário aprovado. A montante de Engenho Velho - Iratim 2 encontra-se o aproveitamento Catanduva - Iratim 3, cujo NA do canal de restituição na El 713,00 está acima da El. 709,00 do NA máximo normal do reservatório da usina.

A elevação do NA normal no canal de fuga de Engenho Velho na El 681,00 está acima da elevação do NA máximo normal do reservatório de Foz do Estrela - Iratim 2 na El. 675,00.

A restituição de Engenho Velho foi limitada pelas características topográficas do local, ocupação presente da terra e ordem econômica.

A divisão de quedas do rio reflete a disposição do aproveitamento de acordo com o inventário aprovado.

1.6. Caracterização Técnica do Projeto

1.6.1. Considerações Gerais

A área estudada abrange todo o curso principal do rio Iratim, que se localiza na região sul do Estado do Paraná, integrante da bacia hidrográfica do Paraná nº 06, sub-bacia do rio Iguaçu nº 65. Nasce no município de General Carneiro e se desenvolve em direção noroeste por cerca de 173 Km até a foz no rio Iguaçu, bacia hidrográfica nº 65 140 300.

Apresenta um desnível total de 590 m entre a nascente na El. 1170,00 e a foz no rio Iguaçu, na El. 580,00. A área de drenagem de 1794 Km² é considerada de pequeno porte.

Seu principal afluente é o rio da Estrela, pela margem esquerda, próximo a sua foz no Iguaçu.

A bacia hidrográfica do Iratim compreende os municípios de General Carneiro, Palmas, Bituruna e Coronel Domingos Soares, dos quais se destaca Palmas como o mais importante em termos econômicos.

Apresenta declividade distribuída em todo o curso, com declividade média em cada trecho muito semelhante, variando de 3,1 m/Km até 3,4 m/Km, com corredeiras expressivas em pontos localizados.

O vale do rio é orientado de sudeste - SE para noroeste - NO, acompanhando o lineamento dos derrames de basalto que formaram o fácies característico do planalto paranaense. As rochas ocorrentes são em maioria basaltos maciços, apresentando

regiões modificadas pela erosão causada pelos rios e pelo intemperismo, dependentes das características estruturais da rocha e dos seus diversos estágios de alteração.

1.6.2. Concepção Geral do Aproveitamento

O aproveitamento utiliza a queda existente num trecho do rio, em cujo ramo superior será construído um vertedouro com soleira vertente e uma barragem em concreto compactado a rolo para o barramento e desvio das águas para o sistema de adução.

O sistema de adução será constituído por um canal de aproximação, tomada d'água, túnel de adução, chaminé de equilíbrio, conduto forçado bifurcado na entrada da casa de força, situada na parte baixa da adução e canal de fuga na restituição ao rio.

A potência instalada e a capacidade de geração foram definidas em função da permanência de vazões e alternativas de motorização, para atender ao fator de carga, o custo incremental de geração, outros requisitos do mercado consumidor e o critério de motorização adicional definido pela EPP, privilegiando a energia gerada sobre a taxa de retorno.

O projeto de engenharia da usina contou com uma base topográfica, geológica e geotécnica precisa, em conseqüência da campanha de levantamentos e investigações de campo realizadas especificamente para o empreendimento.

Os dados de engenharia e os itens que fundamentaram o desenvolvimento do projeto básico estão detalhados nos capítulos subseqüentes.

A tensão de transmissão ao sistema da Copel será em 138 KV e a tensão de transmissão entre as subestações das usinas em 34,5 KV integrada aos demais aproveitamentos do Complexo Energético do Iratim.

A conexão elétrica será feita na subestação interligadora prevista no estudo de inventário situada no futuro aproveitamento de Vista Alegre - 12,7 MW, e desta à subestação de Palmas, aproximadamente 47 Km de distância do aproveitamento.

Está sendo tratada com os outros empreendedores do Iratim a interligação de seus aproveitamentos nesta subestação compartilhando a subestação de interligação e a linha de transmissão até a subestação de Palmas.

A conexão será feita mediante as condições do Parecer de Acesso estabelecido entre a concessionária da PCH e a Copel, concessionária do sistema de transmissão.

1.6.3. Reservatório

Os dados principais do projeto do reservatório são apresentados abaixo (Tabela 1.2):

Tabela 1.2: Principais dados do projeto do reservatório

Elevação do nível máximo para TR 10.000 anos	m	712,56
Elevação do nível máximo para TR 10.000 anos	m	712,00
Elevação do nível máximo normal	m	709,00
Elevação do nível mínimo de operação	m	706,00
Elevação do nível da fundação da barragem	m	690,00
Elevação da soleira da tomada d'água	m	697,00
Área inundada até a elevação do nível para TR10.000 anos	m²	2.218.086,99
Área inundada até a elevação do nível para TR10.000 anos	m²	2.151.555,36
Área inundada até a elevação do nível máximo normal	m²	1.740.259,25
Área inundada até a elevação do nível mínimo de operação	m²	1.529.007
Área inundada até a elevação da soleira da tomada d'água	m²	1.063.023
Área natural ocupada pelo rio	m²	150.000
Volume acumulado até a elevação do nível máximo normal	m³	19.848.304
Volume acumulado até a elevação do nível mínimo de operação	m³	14.903.651
Volume morto acumulado até a soleira da tomada d'água	m³	7.168.983
Volume útil do reservatório correspondente a depleção	m³	4.944.654
Altura de depleção do reservatório igual a Hrn- hRmo	m	3,00
Comprimento do remanso	km	5,19
Perímetro na elevação do nível d'água normal	m	19.643
Perímetro na elevação do nível d'água máximo para TR 1.000 anos	m	22.087
Extensão livre para formação de onda – comprimento de Fetch	m	1.430
Altura de onda e borda livre	m	1,10
Tempo de enchimento com QMLT até a elevação do nível normal	dias	6
Tempo de residência com a vazão turbinada	dias	6
Profundidade média	m	11
Profundidade máxima	m	29
Período de vida útil do reservatório	anos	

1.6.4. Barragem

A barragem será em concreto a gravidade, fundada diretamente sobre a rocha de fundação, formada pelas estruturas laterais e pelo bloco da soleira do vertedouro.

Esta estrutura será construída para superar eventual extravasamento decorrente da vazão extrema e ultrapassagem da folga de borda livre pela altura de onda, sem risco de dano permanente à jusante (Tabela 1.3).

Tabela 1.3: Estrutura da barragem

Tipo	Concreto a gravidade	
Localização	Curso principal do rio	
Elevação da crista e nas ombreiras	m	713,00
Altura de borda livre na estrutura	m	1,00
Altura da estrutura da fundação até a plataforma superior	m	28,00
Comprimento de crista, vertedouro e ombreiras	m	230,00
Largura da estrutura no topo - crista	m	5,50
Largura máxima da estrutura na base	m	20,70
Elevação mais baixa da fundação	m	685,00
Área coberta pela base	m²	2.381
Escavação		
Escavação comum	m³	1.190
Escavação em rocha a céu aberto	m³	1.800
Escavação subterrânea	m³	
Limpeza e tratamento de Fundação	m²	2.300
Concreto convencional fck 16 MPa		
Cimento	t	1.050
Concreto sem cimento	m³	3.500
Armadura	t	315
Concreto compactado a rolo (CCR) fck 8 MPa		
Cimento	t	2.200
Concreto sem cimento	m³	22.000

1.6.5. Vertedouro

O vertedouro será formado por soleira livre, em perfil Creager com saída da descarga em curva circular em salto de esqui.

Será dimensionado para descarregar a descarga de cheia correspondente a TR 1.000 anos com folga da altura da borda livre de projeto para o barramento.

Será verificado para suportar a descarga correspondente a TR 10.000 anos com altura de lâmina inferior à elevação da crista da barragem e estruturas laterais.

A estrutura será construída para superar eventual extravasamento decorrente da vazão extrema e ultrapassagem da folga de borda livre pela altura de onda sem risco de dano permanente à jusante (Tabela 1.4).

Tabela 1.4: Estrutura do Vertedouro

Dados para o projeto		
Elevação da lamina de descarga para vazão de TR 10.000 anos	m	712,56
Elevação da lamina de descarga para vazão de TR 1.000 anos	m	712,00
Elevação do nível máximo normal no reservatório	m	709,00
Elevação da crista da barragem e ombreiras	m	713,00
Elevação da soleira vertente do vertedouro	m	709,00
Coeficiente de descarga adotado		0,64
Tipo		Descarga livre
Localização		Integrado na barragem
Tipo de calha de descarga		
Comprimento da soleira	m	132,00
Forma da soleira		Perfil Creager
Altura da lâmina de descarga para TR 10.000 anos	m	3,56
Altura da lâmina de descarga para TR 1.000 anos	m	3,00
Borda livre para lamina de descarga para TR 10.000	m	0,44
Borda livre para lamina de descarga para TR 1.000	m	1,00

1.6.6. Desvio do Rio

O desvio do rio será feito em duas fases, com o auxílio de ensecadeiras e uma estrutura de desvio com quatro adufas controladas por comportas deslizantes.

A vazão de desvio correspondente a TR 25 anos deverá ser reavaliada no projeto executivo em função de considerações sobre risco e segurança e o comportamento do rio no período.

O sistema de derivação da vazão mínima ou remanescente será construído na estrutura de desvio, contendo uma entrada hidráulica, com grade e comporta e uma

tubulação de aço terminando em uma válvula dispersora na face jusante da estrutura.

1.6.7. Tomada D'Agua

A tomada de água do sistema de adução é constituída por uma estrutura de concreto fundada diretamente sobre a rocha sã ocorrente na região do emboque do túnel de adução.

Está situada em frente ao emboque do túnel de adução, sendo formada por uma torre de concreto com uma entrada hidráulica, plataforma de operação com pilares e vigas de sustentação para o equipamento de levantamento das comportas, seguida pela transição para a seção do canal de adução.

Conterá um conjunto de guias metálicas para a comporta de manutenção e outro conjunto de guias para uma comporta de segurança ou stop-log, grades, dois conjuntos de grades de proteção, as comportas de manutenção e a talha monovia para movimentação da grade e comportas.

A retirada ocasional de detritos e sólidos interceptados será feita por um dispositivo limpa-grades constituído por um mecanismo de limpeza tipo rastelo, movido manual e/ou eletricamente.

O desarenador em frente à tomada de água promove a separação por decantação dos sólidos carreados até a entrada hidráulica.

Será dimensionado para acumular o material depositado e poderá ser esvaziado por bombas de lodo e dragagem periódica.

Será constituído por uma vala de coleta escavada na rocha e revestida em concreto na aproximação hidráulica da estrutura, estendendo-se pela sua extensão.

1.6.8. Túnel de Adução

O túnel de adução será escavado na rocha, sendo previsto regularização do piso em todo o comprimento, e revestimento em concreto com armadura leve em parte da extensão, que dependerá da qualidade da rocha e da conformação final da seção escavada durante a construção.

A escavação do túnel será precedida de uma campanha de investigações para caracterização do perfil geológico através de sondagens rotativas, para determinação da cobertura e qualidade da rocha no traçado.

A maior parte do volume escavado de rocha será utilizada na construção da barragem.

A concepção do sistema de adução em túnel resultou da conformação do terreno decorrente dos levantamentos topográficos e condição do subsolo depois de realizadas as investigações geológicas.

A posição da tomada d'água foi determinada pelo traçado mais curto do túnel de adução.

A elevação da soleira da entrada hidráulica da tomada d'água foi escolhida em função da elevação da base do túnel de adução.

A seção de escavação será em arco retângulo, adequada para a execução da escavação, construção e o escoamento hidráulico.

1.6.9. Chaminé de Equilíbrio

A chaminé de equilíbrio está localizada na parte final do túnel de adução e interliga este com o túnel e o conduto forçado destinados à alimentação das turbinas. O dimensionamento físico da chaminé, representado pelo diâmetro, altura útil e níveis d'água operacionais foi desenvolvido em função das características hidráulicas do sistema de adução e parâmetros estimados de regulação das turbinas.

A estrutura será escavada a partir da parte superior em solo e em rocha, com revestimento nas transições ao emboque e desemboque do túnel, e na parte superior.

A coleta do material sólido carreado pelo fluxo d'água será feita em um desarenador com a soleira 1,50 m abaixo do emboque do túnel forçado.

O volume útil e os níveis estáticos e dinâmicos de água na chaminé estão calculados para atenuar convenientemente os fenômenos transitórios decorrentes do escoamento pelo túnel de adução e túneis forçados, os efeitos hidráulicos da operação e as variações de carga das unidades geradoras.

A localização da chaminé de equilíbrio, tomada d'água e saída do conduto forçado foi determinada na melhor localização enquadrada nas condições topográficas e geológicas da elevação do local.

1.6.10. Estruturas Civis do Conduto Forçado

As obras civis para o conduto forçado compreendem a escavação em solo e em rocha, os blocos de ancoragem e os apoios intermediários.

As quantidades previstas para as obras civis estão indicadas na Tabela 1.5.

Tabela 1.5: Estrutura do Conduto Forçado

Tipo do conduto		Blindado em aço
Número de condutos		1
Forma da seção do conduto	m	Circular
Diâmetro do conduto	m	4,00
Comprimento total do conduto	m	125
Elevação da linha de centro na entrada do conduto forçado	m	698,00
Elevação da linha de centro na saída do conduto forçado	m	684,00
Declividade média	%	0,98%
Trecho a céu aberto	m	125
Tipo de seção escavada para acomodação do conduto forçado		Trincheira a céu aberto

Comprimento da seção escavada a céu aberto	m	120,00
Altura da seção escavada	m	6,00
Largura da seção escavada	m	9,00
Área média da seção escavada a céu aberto	m²	54,00
Cobertura presumida de solo	m	3,00
Quantidade de apoios	n	9
Volume por apoio	m³	4
Quantidade de blocos de ancoragem	n	2
Volume por bloco de ancoragem	m³	25
Cobertura média de solo ou rocha alterada	m	1,50
Escavação		
Escavação comum	m³	600
Escavação em rocha a céu aberto	m³	320
Escavação subterrânea	m³	
Limpeza e tratamento de Fundação		181
Concreto convencional fck 16 MPa		
Cimento	t	163
Concreto sem cimento	m³	400
Armadura	t	49

1.6.11. Casa de Força

A casa de força é do tipo abrigada, com uma área externa para acesso e estacionamento, plataforma dos transformadores de serviços auxiliares, um bloco no interior para abrigar duas unidades geradoras de eixo horizontal e os equipamentos auxiliares elétricos e mecânicos e uma área interna para o escritório de administração e sala de controle.

A posição da casa de força foi selecionada para aproveitar integralmente a queda hidráulica entre a elevação prevista para o reservatório e o local da restituição através do sistema de adução.

A elevação da área de acesso, piso de montagem e pátio da subestação foi determinada pela avaliação das condições de escoamento e curva chave para os

níveis d'água do rio nas proximidades do canal de fuga, para vazão de cheia com tempo de recorrência 10.000 anos.

Será construída na margem esquerda do rio sobre uma escavação que se eleva da fundação sobre a rocha de base até o nível da área externa de acesso, acima do nível d'água correspondente à cheia de projeto.

1.6.12. Canal de Fuga

O canal de fuga liga as galerias dos tubos de sucção da casa de força à região da restituição da vazão turbinada ao leito do rio.

Será inteiramente escavado na rocha, aproveitando as condições geológicas de inserção da casa de força no local. A escavação da base do canal de fuga coincide com a elevação do fundo do leito natural do rio, projetada para reduzir obras adicionais de regularização e estabilização do fundo e laterais do canal.

Está prevista contenção dos solos com muro de arrimo, incluindo drenagem superficial e a proteções de segurança ao pessoal nas bordas superiores da região escavada.

1.6.13. Equipamentos e Sistemas Eletromecânicos

Foi selecionada turbina Francis com rotor simples, em função das quedas, vazões e nível de afogamento para maior velocidade de rotação, resultando em uma unidade geradora econômica, com facilidade de montagem, operação e menores requisitos de construção civil do vão correspondente da casa de força. A turbina deverá ter a caixa espiral no plano vertical, tubo de sucção lateral e eixo horizontal com dois mancais.

Altura de sucção e afogamento

A altura de sucção foi calculada preliminarmente em função da garantia contra cavitação.

Deverá ser confirmada pelo fornecedor da turbina, depois de terminado o projeto da máquina e definido o nível de jusante em função das medições hidrométricas definitivas do leito do rio e níveis d'água na restituição.

O controle de nível mínimo no canal de fuga para atender os requisitos da turbina poderá ser feito com o auxílio de uma soleira vertente à jusante do canal de fuga, para manter a altura de sucção e o nível de afogamento especificado. A elevação do eixo em relação ao nível da restituição para determinação do afogamento e velocidade de rotação deverá ser confirmada no projeto definitivo da casa de força em conjunto com o fornecedor da turbina na Tabela 1.6 estão descritos os dados para expecificação da turbina.

Tabela 1.6: Dados para especificação da turbina:

Tipo de rotor da turbina		Francis
Disposição do eixo		Horizontal
Elevação do eixo da turbina	m	682,00
Queda bruta normal de operação	m	28,00
Queda bruta máxima de operação	m	31,00
Queda bruta mínima de operação	m	23,00
Queda de projeto, liquida ou nominal da turbina	m	26,89
Queda liquida mínima	m	21,35
Queda máxima para especificação dos componentes mecânicos e hidráulicos	m	35,00
Engolimento a plena carga	m³/s	24,82
Engolimento a 50% da carga	m³/s	14,60
Rendimento da turbina a plena carga	%	93,30
Rendimento da turbina a 50% da carga	%	78,00
Engolimento na velocidade de disparo	m³/s	18,60
Engolimento na velocidade síncrona sem carga (speed no load)	m³/s	6,60
Altura de sucção	m	1,00
Altitude de projeto	m	682,00
Temperatura média anual da água	C°	20,00
Velocidade de rotação síncrona	rpm	240,00
Velocidade especifica para a queda nominal de projeto		300,70
Velocidade de disparo	rpm	472,00

Diâmetro da seção de entrada da caixa espiral	m	2,44
Diâmetro de saída do tubo de sucçao	m	3,90

Válvula de Isolamento da Turbina

A proteção da turbina pelo fechamento hidráulico da vazão no repartidor será feita por uma válvula de isolamento tipo borboleta, localizada na saída do ramo correspondente do repartidor no final do conduto forçado.

As válvulas de isolamento serão fixadas por flanges parafusados do lado montante aos flanges do ramo correspondente do repartidor, do lado jusante ao cone de acoplamento à caixa espiral da turbina e apoiadas em bases de concreto.

O acionamento na abertura será realizado por servomotor hidráulico, e no fechamento por contrapeso e por efeito hidrodinâmico, quando operando com fluxo. O painel elétrico e o equipamento hidráulico de acionamento serão dispostos próximo à válvula, junto à parede de montante da casa de força.

Equipamentos Hidromecânicos

O fechamento em manutenção da passagem hidráulica da tomada de água será feito por uma comporta deslizante, fabricada em chapa de aço, instalada entre guias de aço resistente à corrosão. As guias serão fixadas nas peças fixas presas na estrutura de concreto.

A movimentação da comporta será feita com o auxilio de uma talha elétrica em monovia, suspensa sobre trilho fixado em uma viga sustentada por pilares de concreto.

A viga pescadora da comporta terá engate para abertura do dispositivo de enchimento do conduto forçado incorporado à comporta, e os acessórios para fixação do gancho da talha de movimentação.

A instrumentação fornecida com a comporta inclui a medição de pressão no reservatório e no conduto forçado, e um conjunto de chaves limite para comporta aberta e fechada.

As peças fixas e chumbadores para o concreto de primeiro e segundo estágio deverão ser em aço resistente à corrosão, e os parafusos, porcas e arruelas em aço inoxidável.

O transporte das comportas e painéis das grades será feito por veículo apropriado, que terá acesso à plataforma da estrutura até a posição de carregamento.

Estão previstos um jogo adicional de guias à montante da comporta ensecadeira para instalação de uma comporta de emergência, stop-log fabricado em chapa de aço ou concreto, para atender a eventualidade de falha nas vedações ou de outra natureza na comporta de manutenção.

A grade para proteção contra entrada de detritos no túnel de adução será em forma de grelha, com capacidade para suportar o choque de troncos flutuantes e submersos de grande tamanho, fabricada com barras verticais de aço resistente à corrosão, de seção retangular com cantos arredondados, projetada para a passagem livre do rastelo de limpeza do dispositivo limpa grades.

Será instalada entre canaletas guias à montante da comporta, dividida em painéis para facilitar a instalação e a retirada para inspeção e reparos com o auxílio da talha da tomada de água. Será dimensionada para evitar vibração produzida pelo fluxo de água.

As grades contarão com detecção de perda de carga para proteção e para alarme e desligamento das unidades geradoras em caso de perda de carga excessiva.

O dispositivo limpa-grades será do tipo rastelo, com caçamba de acionamento autônomo manual e elétrico, localizado na plataforma superior da estrutura da tomada de água, sobre placas de apoio fixadas no concreto.

O dispositivo deverá ter movimentação adequada para possibilitar o lançamento dos detritos recolhidos sobre a caçamba do veículo de recolhimento de despejos da usina.

Terá segurança ao tombamento por travamento elétrico com garras nos trilhos, desligamento por tração máxima nos cabos e sinalização de posição do rastelo.

O enchimento do túnel de adução e o equilíbrio de pressões com o reservatório serão feitos por um dispositivo incorporado na própria comporta da tomada d'água, com abertura para o enchimento acionada pela viga pescadora.

O conjunto será dimensionado para a carga hidráulica plena de montante e a vazão de enchimento especificada, com a entrada e saída hidráulica em perfil hidrodinâmico, com dispersão da energia do jato para operação segura sem vibrações e cavitação excessiva.

As comportas para fechamento da galeria dos tubos de sucção das turbinas serão do tipo deslizante, fabricadas em chapa de aço, instaladas entre guias de aço resistente à corrosão embutidas nas colunas das saídas hidráulicas das galerias do tubo de sucção respectivo na casa de força. As guias serão fixadas nas peças fixas, presas na estrutura de concreto.

A movimentação das comportas para abertura, fechamento e deslocamento até a área de descarga da casa de força será com o auxílio de uma viga pescadora e uma talha elétrica em monotrilho fixada na estrutura superior de jusante da casa de força.

A viga pescadora terá engate para abertura do dispositivo de enchimento do tubo de sucção incorporado à comporta e os acessórios para fixação do gancho da talha de movimentação das comportas.

A instrumentação fornecida com a comporta inclui medição de pressão no canal de fuga e no tubo de sucção, e um conjunto de chaves limite para comporta aberta e fechada.

As peças fixas e chumbadores para o concreto de primeiro e segundo estágio serão em aço resistente à corrosão e os parafusos, porcas e arruelas serão em aço inoxidável.

O enchimento do tubo de sucção por jusante e o equilíbrio de pressões com a carga hidráulica no canal de fuga serão feitos por um dispositivo incorporado nas comportas, com abertura e fechamento acionados pela viga pescadora.

O dispositivo será dimensionado para a carga hidráulica plena à jusante, e a vazão de enchimento especificada, com a entrada e saída hidráulica em perfil hidrodinâmico, com dispersão da energia do jato para operação segura sem vibrações e cavitação excessiva.

As comportas das adufas de desvio serão do tipo deslizante, fabricadas em chapas de aço, instaladas entre guias de aço embutidas nas colunas das saídas hidráulicas das galerias respectivas na estrutura de concreto do desvio do rio à esquerda da barragem. Serão utilizadas para fechamento das adufas previamente ao tamponamento definitivo.

A movimentação das comportas para abertura, fechamento e deslocamento até a área de descarga da casa de força serão feito com o auxílio de guindaste móvel na fase de construção.

A viga pescadora terá engate para fixação do gancho do guindaste de movimentação da comporta.

As peças fixas e chumbadores para o concreto de primeiro e segundo estágio, parafusos, porcas e arruelas serão em aço resistente à corrosão.

Estão previstos um jogo adicional de guias à montante de cada comporta para instalação de uma comporta de emergência, stop-log fabricado em concreto, para atender a eventualidade de falha nas vedações ou de outra natureza nas comportas das adufas.

A manutenção da vazão remanescente ou vazão sanitária mínima, no trecho desviado do rio, será garantida por um dispositivo de derivação de vazão instalado na barragem de concreto.

Será constituído por uma entrada hidráulica protegida por grade e uma comporta de acionamento manual, uma tubulação forçada em aço embutida no concreto, e uma válvula dispersora para dissipação da energia hidráulica com acionamento manual e óleo-hidráulico para regulação da vazão.

O conjunto será dimensionado para a carga hidráulica plena de montante e a vazão sanitária especificada.

O conduto forçado compreenderá o trecho reto de conduto em aço entre a chaminé de equilíbrio e a junção com o repartidor na chegada da casa de força.

O conduto forçado será fabricado em chapa de aço, com provisão para soldagem por arco elétrico entre seções e ao repartidor.

As secções do conduto ou virolas serão ensaiadas no local da instalação definitiva após montagem, e fixadas sobre apoios no percurso e na chegada à casa de força.

Os acessórios de instalação compreendem as peças de apoio e fixação das seções do conduto e de acoplamento no trecho final ao repartidor ou bifurcação.

1.6.14. Aspectos Sanitários

1.6.14.1. Esgoto Industrial

Este sistema destina-se à coleta e separação de água, resíduos sólidos, óleo, graxas e outros efluentes do sistema de drenagem, água pluvial e de incêndio derivada do tanque com brita sob cada transformador, óleo de vazamento do grupo gerador diesel de emergência. Não deverá receber efluentes do tipo doméstico.

Compreenderá o tanque separador de óleo, água e resíduos sólidos, os tanques de acumulação de óleo e resíduos sólidos e o sistema de controle.

Após a separação as frações dos efluentes serão dirigidas a um tanque separador de óleo, água e material sólido. O óleo e material separado serão armazenados para retirada da usina, e a água residual despejada no sistema de coleta e disposição do esgoto industrial.

O equipamento do tanque separador compreenderá a tubulação com válvulas de isolamento e dispositivos de controle, tubulação de entrada, de esgotamento e de transferência, um tanque para o óleo e graxa recuperados, um para os resíduos sólidos e um para água residual.

A descarga dos efluentes do esgoto industrial deverá incluir um conjunto de bombas de transferência para a água residual, lodo, resíduos e óleo, e conexões flangeadas para a tubulação externa.

Será prevista a limpeza e desobstrução por injeção de ar comprimido da tubulação compreendendo um conjunto de conexões, tomadas, registros, válvulas de retenção, acessórios e tubulação de ar comprimido ligados ao sistema de ar comprimido de serviço.

Será incluída a instrumentação e o automatismo, quadro de alimentação de energia elétrica local, painel de terminais e interface com as réguas terminais para a fiação de alimentação e de controle, de interligação externa, lógica local para geração das saídas analógicas e binárias para o sistema de proteção e controle, de controle supervisor e de medições hidráulica.

Será dimensionado para a coleta e separação dos efluentes industriais da casa de força, e para a coleta e separação gradativa da água do dilúvio com óleo misturado, acumulados no tanque com brita sob cada transformador em caso de vazamento e/ou funcionamento da proteção de incêndio.

1.6.14.2. Água Tratada

Este sistema atenderá o suprimento de água para consumo humano, para o lavatório da sala de baterias, copa e cozinha do edifício de controle, vestiário, sanitários e banho.

Compreenderá a captação de água, reservatório de água tratada, estação de tratamento e sistema de automatismo e controle.

A captação para o sistema de água tratada será feita em um poço artesiano a ser definido, e/ou do reservatório do sistema de água de abastecimento e serviço.

O equipamento de captação compreenderá a tubulação, válvulas, filtro primário, bomba de recalque para o poço artesiano, e a tubulação, válvulas, filtro primário do sistema de água de abastecimento e serviço.

O equipamento do reservatório compreenderá a tubulação de água tratada com conexões flangeadas para a distribuição de água potável, ligações aos sistemas de refrigeração, ao sistema de drenagem para limpeza do reservatório, e tubulação de ligação à ETA.

O equipamento de tratamento compreenderá uma Estação de Tratamento - ETA para água potável, com especificação própria para a qualidade da água de captação. Deverá incluir um filtro primário na tubulação de entrada, tanque de tratamento, clarificador, dosador de hipoclorito de sódio, correção de pH.

O equipamento de distribuição de água tratada incluirá um conjunto de bombeamento com duas bombas de circulação, distribuidor com saídas flangeadas para as conexões da tubulação externa, válvulas e dispositivos de controle.

Será prevista a limpeza e desobstrução por injeção de ar comprimido da tubulação compreendendo um conjunto de conexões, tomadas, registros, válvulas de retenção, acessórios e tubulação de ar comprimido ligados ao sistema de ar comprimido de serviço.

Será incluída a instrumentação e o automatismo, quadro de alimentação de energia elétrica local, painel de terminais e interface com as réguas terminais para a fiação de alimentação e de controle, de interligação externa, lógica local para geração das saídas analógicas e binárias para o sistema de proteção e controle, de controle supervisor e de medições hidráulicas.

O sistema de água tratada será dimensionado para o consumo normal, considerando operadores, pessoal de serviços eventuais e visitantes, com autonomia para 24 h, e para a compensação de perdas por evaporação das torres de resfriamento do sistema de refrigeração das unidades geradoras.

1.6.14.3. Esgoto sanitário

O sistema de esgoto sanitário destina-se à coleta, tratamento e disposição da água com efluentes orgânicos de tipo doméstico.

Deverá receber a água e resíduos orgânicos provenientes da copa e cozinha no edifício de controle, vestiário, sanitários e banho. Não deverá receber efluente de tipo industrial.

Compreenderá a tubulação de coleta do esgoto sanitário, tanque de coleta, bombeamento, tratamento em fossa séptica e filtro anaeróbico, tubulação de disposição de efluente tratado.

A coleta será feita pela instalação de esgoto sanitário constituída por tubulação, válvulas e conexões convencionais de esgoto.

O equipamento de tratamento do esgoto sanitário compreenderá uma fossa séptica e um filtro anaeróbico localizados no pátio de serviços na área externa da casa de força. O esgoto tratado e a água recuperada serão despejados no sistema de coleta e disposição de esgoto sanitário da usina.

O sistema de esgoto sanitário será dimensionado para uma vazão de efluentes proporcional à produção normal de água tratada da usina, considerando o dobro da autonomia calculada, excluindo a vazão de compensação do sistema de refrigeração.

1.6.15. Subestação

A subestação da usina será uma instalação com barramento simples, com uma entrada para o banco transformador elevador das unidades geradoras, uma entrada da linha de transmissão do Sistema do Iratim, e uma saída para a futura subestação de interligação, que elevará a tensão do Sistema do Iratim de 34,5 para 138 kV através de um banco transformador de 34,5/138 kV.

Esta configuração foi concebida para apresentar flexibilidade e confiabilidade dentro do conceito de qualidade global dos aproveitamentos e do futuro sistema de transmissão do rio Iratim.

O arranjo da subestação de interligação será em barra dupla com disjuntor único por vão, chave seccionadora de by-pass para as linhas de transmissão, e bay de transferência entre barras, que permite a troca e manutenção dos equipamentos de alta tensão com mínima interrupção de serviço.

A tensão de transmissão é padronizada com a da distribuidora na região, sendo adequada para a conexão à subestação de Vista Alegre a 5,5 Km, e desta à subestação Palmas a 35 Km.

Os afastamentos e as vias internas foram dimensionados para possibilitar acesso de equipamentos, pessoas e veículos, para montagem, manutenção e ensaios com facilidade e segurança conforme mostrado no desenho da subestação, no Volume II deste relatório.

Os quadros auxiliares e de controle da subestação serão instalados na casa de força, considerando a pequena distância até a subestação e o tipo de operação da usina, que deverá ser telecomandada a maior parte do tempo.

Os barramentos e condutores deverão ser dimensionados para operar na potência máxima da usina sem atingir o limite térmico nas condições ambientes mais adversas esperadas, e capacidade para suportar o curto circuito do Sistema pelo tempo de atuação das proteções.

1.6.16. Linha de Transmissão

O gerador da unidade geradora será de eixo horizontal, síncrono de pólos salientes, acoplado diretamente por flange no eixo da turbina.

Será de construção totalmente fechada, com refrigeração a ar em circuito aberto, instalado ao lado da turbina correspondente no piso das unidades geradoras.

Cada gerador será conectado diretamente ao transformador elevador da usina através de cabos isolados, e destes à subestação de 34,5 kV. O sincronismo das unidades será feito em 34,5 kV através dos disjuntores de cada unidade geradora instalados no quadro de manobra de média tensão.

Os componentes do gerador compreenderão a carcaça externa, anéis coletores, mancais, estator, rotor e flange de acoplamento com o eixo da turbina e sistema de ventilação e resfriamento a ar em circuito aberto.

Estão incluídos também a tubulação de água de resfriamento dos mancais, sistema de frenagem do rotor, e parte dos sensores e aparelhos de medição e controle que compõem a instrumentação do gerador, dispostos nos quadros de controle respectivos anexo às unidades geradoras, no piso principal da casa de força, ao lado da unidade respectiva.

As partes do gerador serão transportadas e instaladas pela ponte rolante na montagem da unidade geradora na primeira instalação. A desmontagem em

manutenção será feita pela mesma ponte com auxílio dos acessórios de movimentação utilizados para montagem e manutenção.

1.6.17. Infraestrutura e Logística

A região do Iratim é bem posicionada em relação a importantes centros municipais e de serviços do Estado, com acesso a Palmas, centros regionais de atendimento por institutos e empresas públicas importantes, estando disponíveis todos os serviços públicos para atendimento à implantação e operação futura dos aproveitamentos.

O acesso aos locais onde se encontram as diversas estruturas do aproveitamento será feito por estradas existentes. A partir destas, serão abertos os acessos até os locais da barragem, obras e estruturas para o desvio do rio, tomada d'água do sistema de adução, chaminé de equilíbrio e casa de força.

Não serão necessárias edificações para operadores e pessoal de manutenção, sendo que as áreas necessárias estarão concentradas na edificação da casa de força.

A residência dos operadores e estadia do pessoal de manutenção será estabelecida em Bituruna, a 32 Km aproximadamente da usina.

Estão previstas as obras temporárias descritas resumidamente na tabela 1.7 para apoio no período dos serviços preliminares, do estabelecimento no local e da construção da usina.

Parte destas deverá ser responsabilidade da construtora das obras civis e parte da administração do proprietário (Tabela 1.7).

Tabela 1.7: Obras Temporárias

Escritório de administração, apontamento e segurança do trabalho	90m²
Instalações sanitárias, banho, vestiário e descanso temporário	80m²
Ambulatório médico	30m²
Refeitório para 60 pessoas	90m²

Cozinha e instalações anexas	60m²
Oficina de veículos e abastecimento de combustíveis	50m²
Reservatório de água potável	6m²
Reservatório de água para o canteiro	20m²
Fossas e sumidouro de esgotos	10m²
Apoio de campo e escritório, sanitários e depósito	150m²
Transformadores e geração de energia	30m²
Área para britagem e materiais granulares	140m²
Deposito de cimento e betoneira	80m²
Pátio de montagem	100m²

1.6.18. Planejamento e Cronogramas

O período de construção da usina está vinculado aos prazos de fornecimento das unidades geradoras, tipicamente 16 meses para turbinas e geradores, transcorridos entre a encomenda e a entrega na fábrica. A duração e o planejamento da construção civil estão condicionados aos prazos de entrega e início da montagem dos componentes principais dos equipamentos de geração.

A disposição geográfica e topográfica das estruturas do aproveitamento, principalmente a localização da barragem, vertedouro, tomadas de água, túnel de adução, chaminé de equilíbrio, conduto forçado, casa de força e subestação são mostrados nos desenhos anexos.

Planejamento de construção

Para efeito de planejamento as obras deverão ser iniciadas e desenvolvidas conforme previsão do regime climático da região. Os serviços foram planejados de modo que as atividades mais afetadas pelo clima deverão ser executadas nos períodos secos mais favoráveis.

O plano de implantação prevê a construção em 22 meses, com início de operação da primeira unidade geradora no 20° mês.

A parte mais sensível das obras civis com relação ao prazo é a execução do conjunto da barragem, desvio do rio e sistema de adução.

O caminho crítico do empreendimento está vinculado ao prazo de fornecimento, montagem e comissionamento das unidades geradoras, que condicionam o cronograma de construção de forma global.

Considerando as partes afetadas pelo controle do rio, e incluindo as obras do sistema de adução, a construção foi planejada para ser feita nas seguintes fases:

Fase 1: Serão executadas as obras para o desvio do rio, consistindo nas ensecadeiras de primeira fase em enrocamento compactado com vedação em solo nos dois paramentos, adufas de desvio, escavação do canal de desvio, barragem de concreto e vertedouro, e preparação das ombreiras da barragem de concreto.

Fase 2: Será levantada a ensecadeira de segunda fase do desvio em enrocamento compactado com vedação em solo nos dois paramentos. Após o ensecamento serão executadas as escavações da fundação para construção da barragem de concreto e vertedouro integrado. Serão realizadas as escavações para o túnel de adução, chaminé de equilíbrio e fundações da casa de força.

Fase 3: Serão realizadas as concretagens e os acabamentos para o túnel de adução de montante e jusante, completada a construção do dique intermediário, chaminé de equilíbrio, blocos de fundação e ancoragem do conduto forçado e casa de força.

Nesta fase serão montadas as guias e comportas da tomada d'água e adufas controladas de desvio, a instalação das partes metálicas diversas nas estruturas, e realizadas as obras do reservatório e instalações externas de infraestrutura da usina, principalmente sistema de captação de água, esgoto industrial, tratamento de efluentes, instalação da linha de alimentação dos auxiliares da usina. Ainda nesta fase será encerrada a construção civil das estruturas, edificações e instalações principais da usina.

Fase 4: Será iniciada a montagem dos equipamentos na casa de força, tomada d'água, subestação e abertura da faixa de passagem, construção das bases de fundação e instalação das estruturas para suporte dos isoladores da linha de transmissão.

Nesta fase será finalizada a construção da barragem, instalado o conduto forçado, concluídos os acabamentos na tomada d'água e casa de força e iniciada a instalação dos equipamentos e instalações auxiliares.

No edifício da casa de força serão instalados a ponte rolante e os equipamentos eletromecânicos, e no pátio da subestação, os transformadores elevadores e transformadores auxiliares.

Na área da subestação serão feitos os acabamentos com a construção das bases de equipamentos, estruturas, canaletas e revestimento do pátio e a montagem dos equipamentos de alta tensão.

Nesta mesma fase serão lançados os cabos condutores da linha de transmissão, e realizados os ensaios para preparação da conexão com o sistema elétrico, cabos aéreos, cabos de proteção contra descargas atmosféricas e o sistema de aterramento. Será instalado o cabo OPGW para o enlace de fibra ótica do sistema de comunicações.

O prazo de implantação foi estabelecido em função do período de fornecimento, montagem e comissionamento das unidades geradoras. As obras civis serão desenvolvidas coordenadamente com estes, e planejadas para evitar acúmulo de produção, atendendo os requisitos de montagem e instalação dos equipamentos, reduzindo o prazo global de construção e de entrada em operação da usina.

1.6.19. Orçamento Padrão Eletrobrás

A composição dos custos diretos e indiretos (Tabela 1.8) compreende os valores para a construção civil e aquisição dos equipamentos, construção e manutenção do canteiro de obras, aquisição de terrenos e tratamento dos aspectos ambientais, administração do proprietário, que inclui engenharia de projetos, gerenciamento e administração durante a construção. Estes valores estão detalhados no orçamento anexo a este capítulo.

Os custos da construção civil e dos equipamentos consideram preços referentes a obras semelhantes, baseados em valores unitários obtidos ou globais de empresas construtoras tradicionais do setor.

Os custos dos equipamentos eletromecânicos principais compreendem o fornecimento, montagem, ensaios e comissionamento das unidades geradoras e equipamentos mecânicos e elétricos da usina e subestação foi confirmado em valores apresentados por diversos fornecedores tradicionais, adotando-se para cotação as quantidades e as especificações do projeto básico.

Os preços apresentados são praticados atualmente em obras e fornecimentos para pequenas centrais hidrelétricas em construção nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ajustados em função das distâncias de transporte dos insumos principais e a outras particularidades do projeto.

Os trabalhos na construção envolverão cerca de 300 homens no auge do período de implantação (mão-de-obra direta). A infraestrutura básica será apoiada em Bituruna, a aproximadamente 32 Km de distância das obras.

Tabela 1.8: Descrição dos Custos

Descrição do custo apropriado	
Custos diretos	
Terrenos, relocações e outras ações sócio-ambientais	1.816.631,25
Estruturas e outras benfeitorias	2.378.922,00
Barragens e adutoras	23.831.112,13

Turbinas e geradores	14.444.563,26
Equipamentos elétricos acessórios	2.627.297,40
Diversos equipamentos da usina	2.758.662,27
Estradas de rodagem, de ferro e pontes	
Subestação da usina e de conexão – obras civis	541.968,84
Interligação ao sistema elétrico	768.600,00
Total do custo direto	**49.167.757,14**
Custos indiretos	
Canteiro e acompanhamento	1.506.000,00
Engenharia e estudos ambientais	2.256.000,00
Administração do proprietário	1.858.000,00
Eventuais dos custos indiretos 10%	562.000,00
Total dos custos indiretos	**6.182.000,00**
Total do investimento	
Custo sem juros durante a construção em R$	55.349.757,14
Custo sem juros durante a construção em US$	23.062.398,81
Juros durante a construção R$	5.534.975,71
Custos com juros durante a construção em R$	60.884.732,86
Custos com juros durante a construção em US$	25.368.638,69

1.6.20. Ficha Técnica

RELATÓRIO DO PROJETO BÁSICO

INFORMAÇÕES PARA O PROJETO

FICHA TÉCNICA

FICHA RESUMO - ESTUDOS DE VIABILIDADE E PROJETO BASICO

NOME DA USINA:	Eixo 4 - Vista Alegre									DATA:	15/8/2008		
ETAPA:	Projeto básico									POT. INST. (MW):	15,20		
NOME DO(S) INTERESSADO(S):	EPP - EMPRESA PARANAENSE DE PARTICIPAÇÕES S.A												
CONTATO (resp. pelo empreendimento / e-mail):	EPP - EMPRESA PARANAENSE DE PARTICIPAÇÕES S.A							TEL.:	(41) 3091-1500	FAX:	(41) 3091-1500		
NOME DA(S) EMPRESA(S) PROJETISTA(S):	Corrects Consultoria e Engenharia de Projetos												
CONTATO (resp. técnico pelo estudo / e-mail):	Iwan Sabatella			isabatella@corrects.eng.br				TEL.:	(41) 3362-3532	FAX:	(41) 3362-3532		
1. LOCALIZAÇÃO													
RIO:	Iratim			BACIA:	86.140.300	SUB-BACIA:	86	DISTÂNCIA DA FOZ:			57	km	
MUNICÍPIO(S):	Coronel Domingos Soares, Ubaldino Taques, Palmas, Bituruna e General Carneiro			UF:	Paraná	MUNICÍPIO(S):	Coronel Domingos Soares, Ubaldino Taques, Palmas, Bituruna e General Carneiro			UF:		Paraná	
(BARRAGEM)	Cel. Domingos Soares			UF:	Paraná	(C.DE FORÇA)	Cel. Domingos Soares			UF:		Paraná	
COORDENADAS GEOGRAFICAS DA BARRAGEM:													
LATITUDE:	26	graus	14	minutos	22.51	segundos		SUL (S) OU NORTE (N):			S		
LONGITUDE	51	graus	46	minutos	20.52	segundos		OESTE (W)					
COORDENADAS GEOGRAFICAS DA CASA DE FORÇA:													
LATITUDE:	26	graus	13	minutos	44.60	segundos		SUL (S) OU NORTE (N):			S		
LONGITUDE	51	graus	47	minutos	42.86	segundos		OESTE (W)					
2. CARTOGRAFIA / TOPOGRAFIA													
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA:	UTM			ZONA:	SG-22-Y-B-II			DATUM:	Vertical: - Imbituba SC Horizontal: _ Cór. Alegre MG	M.C:			
CARTAS E PLANTAS TOPOGRÁFICAS:				DATA:	1974			ESCALA:	1:100000	FONTE:	IBGE		
FOTOS AÉREAS:				DATA:	1980			ESCALA:	1:25000	FONTE:	Aerofoto Cruzeiro S.A		
RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA:				ESCALA:	1:5000								
3. HIDROMETEOROLOGIA													
POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DE REFERÊNCIA:													
TIPO:	FDT	CÓD.:	65775900	ENTIDADE:	CCPEL	NOME:	Solais Novo	RIO:	Iratim	AD (em km²):	1580		
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 MENSAIS (m^3/s) – PERÍODO:			(DE JAN/1956 A DEZ/2007)			TIPO DA SÉRIE (REGULARIZADA ou NATURAL):					
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
20,92	27,01	24,75	25,31	36,83	39,56	39,79	30,33	34,71	39,14	30,90	21,98
PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS (m^3/s):											
5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	100 %
91,76	59,43	38,46	31,54	26,01	20,98	16,36	12,19	8,22	4,33	2,41	0,50
PRECIP. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:			(DE JAN/1956 A DEZ/2007)								
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
173,2	173,2	139,4	130,3	147,3	152,0	141,9	127,6	131,3	188,6	150,8	166,1
EVAPOR. MÉDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:			(EVAPOTRANSPIRAÇÃO) (DE JAN/1956 A DEZ/2007)								
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
129,0	91,9	93,1	62,9	41,9	43,3	42,6	56,8	74,9	100,3	100,0	117,9

PREC. MÉDIA ANUAL:	1.863,48	mm	VAZÃO MLT – PERÍODO:		(DE JAN/1956 A DEZ/2007)	30,94	m^3/s
EVAP. MÉDIA ANUAL:	78,40	mm	VAZÃO FIRME	40,02	CRITÉRIO: (P.Critico)		m^3/s
EVAP. MÉDIA MENSAL:	79,72	mm	VAZÃO MÁX. REGISTRADA		(ABRIL DE 1941)	934,20	m^3/s
ÁREA DE DRENAGEM:	995,00	km^2	VAZÃO MÍN. REGISTRADA		(MAIO DE 1952)	0,21	m^3/s

4. RESERVATÓRIO					
CARACTERÍSTICAS GERAIS			ELEVAÇÃO DA CRISTA DA BARRAGEM:	814,00	m
VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO:	243,51	anos	ALTURA DA BARRAGEM:	32,00	m
PERÍMETRO (NO N.A. NORMAL):	12,88	km	**VOLUMES**		
COMPRIMENTO MÁXIMO:	8.300,00	m	No NA MÁX. NORMAL:	16,73	$x10^6 m^3$
PROFUNDIDADE MÉDIA:	13,00	m	No NA MÍN. NORMAL:	15,46	$x10^6 m^3$
PROFUNDIDADE MÁXIMA:	29,00	m	ÚTIL:	1,27	$x10^6 m^3$
TEMPO DE FORMAÇÃO:	6,00	dias	**ÁREAS (INCLUINDO CALHA DO RIO)**		
TEMPO DE RESIDÊNCIA:	6,00	dias	NA MÁX. NORMAL:	1,30	km^2
NÍVEIS DE MONTANTE			NA MÁX. MAXIMORUM:	1,54	km^2
NA MÁX. NORMAL:	810,00	m	NA MÍN. NORMAL:	1,25	km^2
NA MÁX. MAXIMORUM:	813,00	m	**VIDA ÚTIL**		
NA MÍN. NORMAL:	809,00	m	VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. MAX. OPERATIVO):		anos
NÍVEIS DE JUSANTE			VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. ÚTIL):	243,51	anos
NA NORMAL de JUSANTE:	766,00	m	VAZÃO SÓLIDA AFLUENTE	46.168,00	t / ano
NA MÁX. de JUSANTE:	768,00	m	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SEDIMENTOS	29,06	mg / l
NA MÍN. de JUSANTE:	765,00	m	PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS	46,40	t / km^2.ano
ÁREAS INUNDADAS POR MUNICÍPIO (em km^2) - NO NA MAX MAXIMORUM					

MUNICÍPIO (S)						UF	SUBTRAÍDA A CALHA DO RIO		NA CALHA DO RIO		TOTAL
Cel. Domingos Soares						PR	1.386		0,150		1.536

CURVAS

PONTOS DAS CURVAS COTA x ÁREA x VOLUME DO RESERVATÓRIO

COTA (m)	ÁREA (km²)	VOL. (hm³)	COTA (m)	ÁREA (km²)	VOL. (hm³)
785,00	0,000	0,000	801,00	0,872	0,872
786,00	0,083	0,083	802,00	0,892	0,892
787,00	0,135	0,135	803,00	0,956	0,956
788,00	0,178	0,178	804,00	1,031	1,031
789,00	0,208	0,208	805,00	1,070	1,070
790,00	0,280	0,280	806,00	1,106	1,106
791,00	0,312	0,312	807,00	1,166	1,166
792,00	0,400	0,400	808,00	1,225	1,225
793,00	0,432	0,432	809,00	1,248	1,248
794,00	0,468	0,468	810,00	1,300	1,300
795,00	0,547	0,547	811,00	1,352	1,352
796,00	0,587	0,587	812,00	1,443	1,443
797,00	0,615	0,615	812,50	1,490	1,490
798,00	0,698	0,698	813,00	1,536	1,536
799,00	0,749	0,749	813,56	1,566	1,566
800,00	0,825	0,825	814,00	1,590	1,590

PONTOS DA CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA

N.A $_{JUSANTE}$ (m)	VAZÃO (m³/s)	N.A $_{JUSANTE}$ (m)	VAZÃO (m³/s)
760,00	0,00	763,50	2.533,80
760,25	11,10	763,75	2.911,17
760,50	42,54	764,00	3.318,35
760,75	100,87	764,25	3.713,27
761,00	184,25	764,50	4.142,26
761,25	304,22	764,75	4.607,22
761,50	449,80	765,00	5.109,22
761,75	617,45	765,25	5.627,61
762,00	810,40	765,50	6.187,15
762,25	1.034,38	765,75	6.789,76
762,40	1.162,66	766,00	7.435,96
762,50	1.284,14		
762,73	1.531,77		
762,75	1.559,94		
763,00	1.862,50		
763,25	2.183,93		

POLINÔMIOS

VOLUME x COTA (RESERVATÓRIO)

COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	784,54	2,00E-05	-1,00E-11	1,00E-17	-5,00E-24

COTA X ÁREA (RESERVATÓRIO)

COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	786,61	4,00E-06	-4,00E-13	2,00E-20	-3,00E-28

VAZÃO X N.A $_{JUSANTE}$ (CANAL DE FUGA)

COEFICIENTE	A0	A1	A2	A3	A4
VALOR	760,32	0,0029	-1,00E-06	3,00E-10	-3,00E-14

5. TURBINAS

TIPO:	Rotor tipo Francis Simples (eixo horizontal)	VAZÃO NOMINAL UNITÁRIA:	20,01 m³/s
NÚMERO DE UNIDADES:	2	VAZÃO MÁXIMA TURBINADA:	40,02 m³/s
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	7.940,00 kW	VAZÃO MÍNIMA TURBINADA:	10,01 m³/s

ROTAÇÃO SÍNCRONA:	300	r.p.m.	RENDIMENTO MÁXIMO:	93,30	%		
QUEDA DE REFERÊNCIA:	44	m	PESO TOTAL POR UNIDADE	293	kN		
6. GERADORES							
NÚMERO DE UNIDADES:	2	-	FATOR DE POTÊNCIA:	0,9	-		
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	8600	kVA	RENDIMENTO MÁXIMO:	97,5	%		
TENSÃO NOMINAL:	6,2	kV	PESO DO ROTOR:	102	kN		
7. INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE INTERESSE RESTRITO À CENTRAL GERADORA (INDICATIVA)							
SUBESTAÇÃO ELEVATÓRIA - DADOS DO TRANSFORMADOR			TIPO (S.E. ou SECÇÃO L.T.):	S.E.			
NÚMERO DE UNIDADES (banco trifásico de unidades monofásicas):	3	-	MUNICÍPIO:	Cel. Domingos Soares			
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	6.000,00	kVA	UF:	PR			
TENSÃO ENR. PRIM.:	6,2	kV	NOME:	Vista Alegre			
TENSÃO ENR. SEC.:	34,5	kV	CONCESSIONÁRIA:	COPEL			
LINHA DE TRANSMISSÃO			**SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA (QUANDO APLICÁVEL)**				
MUNICÍPIO (S):	Cel. Domingos Soares		NÚMERO DE UNIDADES:	3	-		
UF (S):	PR		POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	36.666,67	kVA		
EXTENSÃO (ATÉ SUBESTAÇÃO DE INTERLIGAÇÃO)	4,00	km	TENSÃO ENR. PRIM.:	34,5	kV		
TENSÃO:	34,5	kV	TENSÃO ENR. SEC.:	138	kV		
CIRCUITO (Simples ou Duplo):	Simples		**SECÇÃO DE L.T. (QUANDO APLICÁVEL)**				
PONTO DE CONEXÃO:			TENSÃO:	n/a	kV		
A CONSTRUIR ? (sim ou não)	Sim		CIRCUITO (Simples ou Duplo):	n/a			
8. ESTUDOS ENERGÉTICOS							
QUEDA BRUTA:	44,00	m	VAZÃO DE USOS CONSUNTIVOS:	0,41	m³/s		
PERDA HIDRÁULICA:	2,50	%	ENERGIA GERADA (ANUAL):	76.097,00	MW médios		
FATOR DE INDISP. FORÇADA:	0,02	-	ENERGIA FIRME:	8,69	MW médios		
FATOR DE INDISP. PROGRAMADA:	0,03	-	PRODUTIBILIDADE MÉDIA (NA com 65 % V.U. armazenado)	0,220	MW / m³/s		
RENDIMENTO DO CONJ. TURBINA/GERADOR:	90,97	%	PRODUTIBILIDADE MÁXIMA (NA máximo normal)	0,230	MW / m³/s		
VAZÃO REMANESCENTE:	CRITÉRIO: 80% Q10,7	m³/s	PRODUTIBILIDADE MÍNIMA (NA mínimo normal)	0,205	MW / m³/s		
9. CUSTOS							
OBRAS CIVIS:	28.756,90	X 10^3 R$	SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO:	768,6	X 10^3 R$		
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS:	17.203,23	X 10^3 R$	CUSTO TOTAL C/ SIST. DE TRANS. ASSOCIADO:	52.727,36	X 10^3 R$		
MEIO AMBIENTE: (incluído na conta OUTROS CUSTOS)		X 10^3 R$	JUROS ANUAIS:	12,00	%		
OUTROS CUSTOS: (terrenos, relocações e ações sócio ambientais)	1.816,63	X 10^3 R$	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO DA USINA:	50	anos		
CUSTO DIRETO TOTAL:	45.776,76	X 10^3 R$	O & M:	4,00	R$/MWh		
CUSTOS INDIRETOS:	6.182,00	X 10^3 R$	CUSTO DA ENERGIA GERADA: ($FR_{10\,s/0}$)	85,05	R$/MWh		
CUSTO TOTAL S/ JDC:	51.958,76	X 10^3 R$	DATA DE REFERÊNCIA:	dez/08			
CUSTO TOTAL C/ JDC: (JDC = 10,00 %)	57.154,63	X 10^3 R$	TAXA DE CÂMBIO:	2,4	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 (%)	10	55	35							
SIST. DE TRANS. ASSOC. (%)			100							
10. IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS										
POPULAÇÃO ATINGIDA (Nº HABITANTES):					**FAMILIAS ATINGIDAS:**					
URBANA:			0	0	URBANA:				0	
RURAL:			145	145	RURAL:				37	
TOTAL:			145	145	TOTAL:				37	
RELOCAÇÃO DE ESTRADAS ? (sim ou não)			não	não				EXTENSÃO:	n/a	km
RELOCAÇÃO DE PONTES ? (sim ou não)			não	não				EXTENSÃO:	n/a	km
EMPREGOS GERADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO:										
DIRETOS:	350				INDIRETOS:	700				
11. CRONOGRAMA - PRINCIPAIS FASES										
INÍCIO DAS OBRAS ATÉ O DESVIO DO RIO:			7	meses	PRAZO TOTAL DA OBRA (GERAÇÃO DA ÚLTIMA UNIDADE)				22	meses
DESVIO DO RIO ATÉ O FECHAMENTO:			12	meses						
FECHAMENTO ATÉ GERAÇÃO DA 1ª UNIDADE:			2	meses	MARCO - MONTAGEM ELETROMECÂNICA (1ª UNIDADE): início da montagem da unidad				12	meses
PRAZO DE GERAÇÃO ENTRE UNIDADES:			2	meses	MARCO - OPERAÇÃO PRIMEIRA UNIDADE:				20	meses
12. ASPECTOS CRÍTICOS DO EMPREENDIMENTO										
NÚCLEOS URBANOS ATINGIDOS ? (sim ou não)				não						
ÁREAS INDUSTRIAIS ATINGIDAS ? (sim ou não)				não						
ÁREAS INDÍGENAS ? (sim ou não)				não						
ÁREAS DE QUILOMBOLAS ? (sim ou não)				não						
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA ? (sim ou não)				não						
ÁREAS DE PESQUISA OU EXPLORAÇÃO MINERAL ? (sim ou não)				não						
SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS ? (sim ou não)				não						
CAVERNAS ? (sim ou não)				não						
DISPONIBILIDADE HÍDRICA ? (sim ou não)				não						
OUTROS ? (sim ou não)				não						
13. DESCRIÇÃO SOBRE OS OUTROS USOS DA ÁGUA										
NAVEGAÇÃO (sim ou não)				não	(especificar, quando for o caso)					
ABASTECIMENTO PÚBLICO (sim ou não)				não	(especificar, quando for o caso)					
TURISMO LOCAL (sim ou não)				não	(especificar, quando for o caso)					
LAZER (sim ou não)				não	(especificar, quando for o caso)					
OUTROS (sim ou não)				não	(especificar, quando for o caso)					
DADOS DE ARRANJO										
14. DESVIO										
TIPO:		Adufas em concreto			ESCAVAÇÃO COMUM:				530,00	m³

VAZÃO DE DESVIO:	(TR = 25 ANOS)	677,00	m³/s	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	1.611,00	m³	
NÚMERO DE UNIDADES:	4	-		ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m³	
SEÇÃO:	12,00	m²		CONCRETO (CONVENCIONAL):	700,00	m³	
COMPRIMENTO:	16,00	m		ENSECADEIRA:	18.136,00	m³	
15. BARRAGEM							
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	Concreto a gravidade			CONCRETO CONVENCIONAL:	8.900,00	m³	
COMPRIMENTO TOTAL DA CRISTA:	310,54	m		CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	24.000,00	m³	
ENROCAMENTO:	n/a	m³		ESCAVAÇÃO COMUM:	3.297,00	m³	
ATERRO COMPACTADO:	n/a	m³		ESCAVAÇÃO EM ROCHA:	1.600,00	m³	
FILTROS E TRANSIÇÕES:	n/a	m³		VOLUME TOTAL ESCAVAÇÃO:	4.897,00	m³	
16. DIQUES							
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	Enrocamento e Solo			ATERRO COMPACTADO:	578,00	m³	
COMPRIMENTO TOTAL DA(S) CRISTA(S):	170,00	m		FILTROS E TRANSIÇÕES:	1.049,00	m³	
ALTURA MÁXIMA:	14,00	m		CONCRETO CONVENCIONAL:	n/a	m³	
COTA DA CRISTA:	814,00	m		CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	n/a	m³	
ENROCAMENTO:	5.783,00	m³		VOLUME TOTAL:	6.832,00	m³	
17. VERTEDOURO (INTEGRADO A BARRAGEM)							
TIPO:	Creager			**COMPORTAS:**			
VAZÃO DE PROJETO: (TR = 1000 ANOS)	1.182,08	m³/s		TIPO:		n/a	
COTA DA SOLEIRA:	810,00	m		ACIONAMENTO:		n/a	
COMPRIMENTO TOTAL:	104,50	m		LARGURA:	n/a	m	
NÚMERO DE VÃOS:	1	-		ALTURA:	n/a	m	
LARGURA DO VÃO:	104,50	m		ESTRUTURA DE DISSIPAÇÃO DE ENERGIA:			
ESCAVAÇÃO COMUM:	n/a	m³		TIPO:		salto de esqui	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	n/a	m³					
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	n/a	m³					
CONCRETO (CONVENCIONAL):	n/a	m³					
18. CIRCUITO HIDRAULICO DE GERAÇÃO							
TUNEL DE ADUÇÃO							
COMPRIMENTO:	1.800,00	m		**COMPORTAS**			
LARGURA / SEÇÃO:	6,00 / 30,60	m / m²		TIPO:		n/a	
ESCAVAÇÃO COMUM:	394,00	m³		ACIONAMENTO:		n/a	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	2.630,00	m³		LARGURA:	n/a	m	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	52.597,00	m³		ALTURA:	n/a	m	
CONCRETO:	1.031,00	m³					
CÂMARA DE CARGA:				**CHAMINÉ DE EQUILIBRIO**			
ÁREA SUPERFICIAL:	n/a	m²		DIÂMETRO INTERNO: (COM CÂMARA DE COMPENSAÇÃO)	9,00	m	

SOBREVELEVAÇÃO MÁXIMA:	n/a	m	ALTURA:				18,10	m	
DEPLEÇÃO MÁXIMA:	n/a	m							
TOMADA D'AGUA:			**CONDUTO FORÇADO**						
TIPO:	Concreto **a** gravidade		NÚMERO DE UNIDADES:				1	-	
COMPRIMENTO TOTAL:	12,00	m	DIÂMETRO INTERNO:				3,50	m	
NÚMERO DE VÃOS:	1	-	COMPRIMENTO MÉDIO:				110,00	m	
ESCAVAÇÃO COMUM:	900,00	m^3	ESCAVAÇÃO COMUM:				500,00	m^3	
ESCAVAÇÃO **EM** ROCHA A CÉU ABERTO:	3.100,00	m^3	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:				310,00	m^3	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m^3	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:				n/a	m^3	
CONCRETO:	680,00	m^3	CONCRETO:				350,00	m^3	
			TRECHO BLINDADO:				60,01	t	
19. CASA DE FORÇA									
TIPO:	Abrigado		ESCAVAÇÃO COMUM:				6.200,00	m^3	
NÚMERO DE UNIDADES:	2	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:				21.700,00	m^3	
LARGURA DOS BLOCOS:	19,50	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:				n/a	m^3	
ALTURA DOS BLOCOS:	21,50	m	CONCRETO:				900,00	m^3	
COMPRIMENTO DOS BLOCOS:	53,00	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:	11.321,00	m^3	ENROCAMENTO:				6.662,00	m^3	
ESCAVAÇÃO **EM** ROCHA A CÉU ABERTO:	28.321,00	m^3	ATERRO COMPACTADO:				15.584,00	m^3	
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:	52.597,00	m^3	CONCRETO CONVENCIONAL:				12.561,00	m^3	
SOLO:	24.968,00	m^3	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:				24.000,00	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 excluídas 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.									