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 rio Pedrinho constitui um afluente do alto rio Ivaí, e sua bacia compreende parte dos municípios de Boa Ventura de São Roque e Turvo, no Estado do Paraná. Dentre as possibilidades existentes nesse rio, o estudo de inventário hidrelétrico demonstrou a viabilidade de instalação PCH Santa Rita, um empreendimento que apresenta opção para produção de energia de baixo custo e com impacto ambiental reduzido.

A PCH Santa Rita possui potência operacional de 4,5 MW e está situada no Km 4 a partir da foz no Rio Pedrinho. A justificativa para a escolha deste local para implantar o empreendimento é a própria excelência do potencial, conforme concluído nos estudos de inventário desenvolvidos no ano de 2003. A implementação dos trabalhos da PCH Santa Rita é motivada também pela evolução da política nacional de implementação de centrais hidrelétricas de pequeno porte. Por meio deste artifício, é possível consolidar o sistema elétrico brasileiro e incentivar a regulamentação de Sistema Interligado de Hidrelétricas.

O presente documento compreende o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA) do aproveitamento hidrelétrico PCH Santa Rita, outorgado à empresa GRP Empreendimentos S/A através da Resolução Autorizativa ANEEL n.º 395/08. 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 Santa Rita foi outorgado à outorgado à empresa GRP Empreendimentos S/A através da Resolução Autorizativa ANEEL n.º 395/08, como Produtor Independente de Energia Elétrica, conforme referências a seguir:

RAZÃO SOCIAL: GRP Empreendimentos S/A
CNPJ: 10.242.373/0001-22
ENDEREÇO: R. Benedito Carollo,1251 Curitiba – PR CEP 81290-060
Telefone: (41) 3285 4040
E-mail: lobato@gel-eng.com.br

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

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A
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

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

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

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

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 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, 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 Santa Rita 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

O aproveitamento hidrelétrico PCH Santa Rita está localizado no rio Pedrinho, afluente da margem esquerda do rio Ivaí, municípios de Boa Ventura de São Roque e Turvo (Figura 1.1).

O acesso às diversas estruturas do aproveitamento é feito a partir de Curitiba até Guarapuava, desta pela BR 460 que liga Pitanga até Turvo e desta através de estradas vicinais em bom estado que atendem propriedades rurais da região.

As principais vias de ligação e estradas municipais e vicinais têm condição de trânsito para veículos durante todas as estações do ano.

Aspectos locacionais:

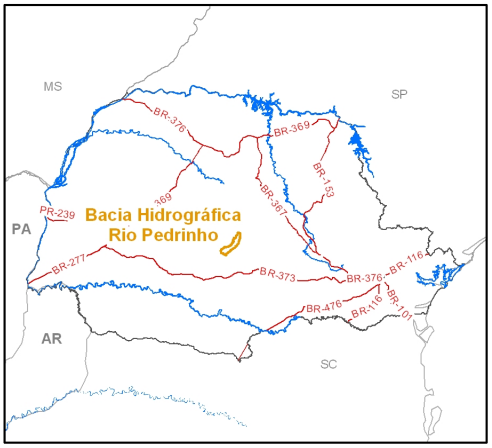
- Latitude: $24^0$46'28" S
- Longitude: $51^0$25'44" W
- Bacia: Paraná 06
- Sub-Bacia: Ivaí 64

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

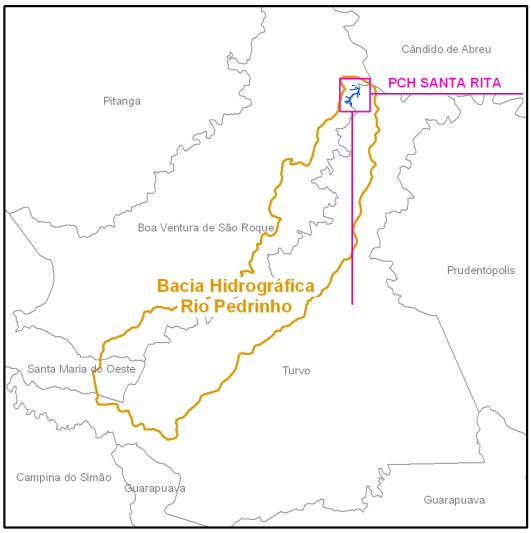
- Municípios: Boa Ventura de São Roque e Turvo - PR.

Figura 1.1: Mapa de Localização

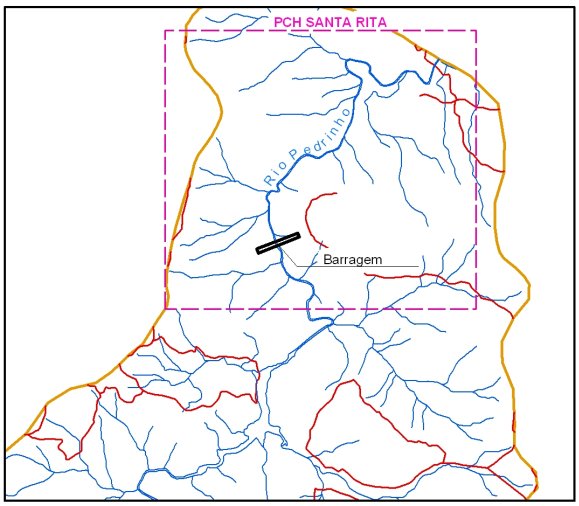
No Estado do Paraná



Na Divisão Municipal do Estado do Paraná



Localização PCH Santa Rita



1.4. Aspectos do Inventário Energético

Ao longo de seu curso, o rio Pedrinho apresenta uma sucessão de patamares intercalados por trechos de saltos e corredeiras.

O trecho do rio Pedrinho, objeto do estudo apresentado neste relatório, inicia na elevação 760m e vai até a sua foz no rio Ivaí.

As alternativas de divisão de queda restringem-se ao aproveitamento entre as elevações 750m e 473m, trecho com aproximadamente 19 Km, com trechos em corredeiras e saltos localizados. A partir da elevação 473m, até a sua foz, o rio Pedrinho percorre aproximadamente mais 1 Km, com desnível total de 12,5 m. O trecho final do rio Pedrinho é extremamente plano e com ombreiras abatidas o que caracteriza e justifica a impossibilidade de aproveitamento energético.

Tendo como referência os estudos anteriores foram desenvolvidos para a bacia hidrográfica do rio Pedrinho e, principalmente, para o trecho inventariado objeto deste relatório novos estudos cartográficos e topográficos, hidrológicos e geológicos, estudos de divisão de quedas e de caracterização ambiental.

As condicionantes adotadas para o aproveitamento energético ótimo do rio Pedrinho, no trecho entre a elevação 760m e a foz, procuraram definir uma divisão de quedas com aproveitamentos que não acarretassem interferências significativas no meio ambiente do entorno imediato, apresentassem melhor resultado energético, aproveitamento máximo dos desníveis naturais, simplicidade no arranjo das obras e o seu conseqüente custo mínimo de implantação. Todos os aproveitamentos foram considerados como operando a fio de água.

Os reservatórios foram definidos em função do mínimo alagamento, dentro das restrições características inerentes a pequenas centrais hidrelétricas. Nos pequenos trechos ensecados do rio foi mantida uma vazão mínima a jusante dos barramentos.

Foram definidas duas alternativas de divisão de quedas. Basicamente a diferença entre as alternativas é caracterizada pela manutenção da usina existente e em operação, nos estudos identificada como A.H. Cris (Registro ANEEL – Despacho núm. 527 de 01/08/2001).

1.4.1. Aproveitamentos Identificados no Rio Pedrinho

A seguir são apresentadas as sínteses dos aproveitamentos identificados no rio Pedrinho e as observações pertinentes consideradas nas concepções dos arranjos.

PCH Bonito

O arranjo proposto para o aproveitamento denominado de Bonito terá o nível de água normal do reservatório a fio de água, na elevação 749,30 m e o nível normal de jusante na elevação 708,95 m. A queda bruta considerada, incluindo o barramento, é de 40,35 m.

O sistema de adução está previsto ser implantado na margem direita e é composto de canal de aproximação e tomada de água, túnel de adução, chaminé de equilíbrio e conduto forçado único a céu aberto bifurcando-se imediatamente antes da casa de força.

A barragem prevista é praticamente só uma soleira de concreto implantada transversalmente ao leito do rio, com cerca de 105 m de extensão e próximo da barragem existente da PCH Cris.

O vertedouro está localizado na parte central da barragem, na região do leito do rio e em perfil Creager com concha defletora e sem controle e tem 50 m de extensão.

Foi dimensionado para uma vazão de 272 m^3/s, carga máxima de 2,25 m, correspondente à cheia de pico com período de recorrência de 1.000 anos. A sua soleira está na elevação 749,30 m e nível de água máximo maximorum do reservatório está previsto na elevação 751,55 m.

O desvio do rio para a construção da barragem foi previsto em duas etapas. Na primeira será implantada uma ensecadeira em forma de “U” junto à margem direita para possibilitar o desenvolvimento das atividades de limpeza, escavação e concretagem da barragem (margem direita), vertedouro (parcial), canal de aproximação da tomada de água e início da escavação do túnel de adução. Na segunda etapa do desvio do rio será implantada uma ensecadeira para proteger o canal de adução da tomada de água e então a ensecadeira da primeira etapa será removida e será implantada uma outra ensecadeira em forma de “U” junto à margem esquerda abraçando a parte final do vertedouro construído no leito do rio na primeira etapa.

Finalmente a barragem na margem esquerda e a parte final do vertedouro serão concluídos e a ensecadeira removida. As atividades de desvio do rio foram condicionadas a ocorrência de vazões de pico com tempo de recorrência de 10 anos.

A tomada de água do túnel de adução, com a soleira na elevação 742,85 m, será uma estrutura de concreto convencional, com fundações sobre rocha sã, dotada de uma comporta deslizante de serviço e grades, com o objetivo de controlar o fluxo para o túnel de adução, este com aproximadamente 255 m de extensão, seção ferradura em rocha, com base e diâmetro de 3,20 m, dimensão adotada por razões construtivas.

Ao final do túnel será implantada uma chaminé de equilíbrio circular, com raio de 4,50 m e nível máximo na elevação 751,78 m. A partir daí iniciam-se os condutos forçados, inicialmente único com diâmetro de 1,70 m e bifurcando-se em dois condutos com diâmetro de 1,20 m imediatamente antes da entrada na casa de força. Estão previstas válvulas borboleta no final dos dois condutos.

A casa de força será do tipo convencional abrigando os equipamentos acessórios e os dois conjuntos geradores, com turbinas, rotor do tipo Francis, eixo horizontal e potência unitária de 1,70 MW. O canal de fuga, escavado em material comum, restituirá as águas turbinadas ao leito do rio.

O arranjo existente do aproveitamento denominado PCH CRIS tem o nível de água normal do reservatório a fio de água, na elevação 749,30 m e o nível normal de jusante na elevação 718,36 m. A queda bruta estimada incluindo o barramento é de aproximadamente 30 m.

O sistema de adução é composto por uma tomada de água implantada na margem esquerda do rio, seguida de um canal de adução, tomada de água dos condutos forçados com câmara de carga e os condutos forçados a céu aberto até a casa de força.

A barragem, posicionada transversalmente ao leito do rio, é de concreto com cerca de 65 m de extensão e soleira livre na parte central.

A casa de força é de madeira abrigando os equipamentos acessórios e as duas turbinas, rotor do tipo Francis, eixo horizontal e potência total informada no registro de 0,68 MW. O nível normal do canal de fuga está na elevação 718,36 m.

PCH Bonito A

O arranjo proposto para o aproveitamento denominado PCH BONITO A terá o nível de água máximo normal do reservatório a fio de água, na elevação 749,30 m e o nível normal de jusante na elevação 708,95 m. A queda bruta considerada, incluindo o barramento, é de 40,35 m.

O sistema de adução está previsto ser implantado na margem direita e é composto de canal de aproximação e tomada de água, túnel de adução, chaminé de equilíbrio e conduto forçado único a céu aberto bifurcando-se imediatamente antes da casa de força.

A barragem prevista é a mesma existente no aproveitamento Cris.

Será implantada uma ensecadeira junto à margem direita para possibilitar o desenvolvimento das atividades de limpeza, escavação e concretagem do canal de aproximação da tomada de água e início da escavação do túnel de adução.

A tomada de água do túnel de adução, com a soleira na elevação 742,85 m, será uma estrutura de concreto convencional, com fundações sobre rocha sã, dotada de três comportas deslizantes de serviço e grades, com o objetivo de controlar o fluxo para o túnel de adução, este com aproximadamente 255 m de extensão, seção ferradura em rocha, com base e diâmetro de 3,20 m, dimensão adotada por razões construtivas. Ao final do túnel será implantada uma chaminé de equilíbrio circular, com raio de 4,50 m e nível máximo na elevação 751,78 m. A partir daí iniciam-se os condutos forçados, inicialmente único com diâmetro de 1,00 m e bifurcando-se em dois condutos com diâmetro de 0,70 m imediatamente antes da entrada na casa de força. Estão previstas válvulas borboleta no final dos dois condutos.

A casa de força será do tipo convencional abrigando os equipamentos acessórios e os dois conjuntos geradores, com turbinas, rotor do tipo Francis, eixo horizontal e potência unitária de 0,625 MW. O canal de fuga, escavado em material comum, restituirá as águas turbinadas ao leito do rio.

PCH Santa Rita

O arranjo proposto para o aproveitamento denominado PCH SANTA RITA terá o nível de água máximo normal do reservatório a fio de água, na elevação 520 m e o nível normal de jusante na elevação 473 m. A queda bruta considerada, incluindo o barramento, é de 47 m.

O sistema de adução está previsto ser implantado na margem esquerda e é composto de um canal de aproximação e tomada de água, canal de adução, câmara de carga e conduto forçado único a céu aberto bifurcando-se imediatamente antes da casa de força.

A barragem prevista é praticamente só uma soleira de concreto implantada em forma de arco, com cerca de 60 m de extensão.

O vertedouro está localizado na parte central da barragem, na região do leito do rio e é em perfil Creager com concha defletora e sem controle e tem 50 m de extensão. Foi dimensionado para uma vazão de 410 m^3/s, carga máxima de 2,40 m, correspondente à cheia de pico com período de recorrência de 1.000 anos, a sua soleira está na elevação 520 m e nível de água máximo do reservatório está previsto na elevação 522,40 m.

O desvio do rio para a construção da barragem foi previsto em duas etapas. Na primeira será implantada uma ensecadeira em forma de "U" junto à margem esquerda para possibilitar o desenvolvimento das atividades de limpeza, escavação e concretagem da barragem (margem esquerda), vertedouro (parcial), canal de aproximação da tomada de água e início da escavação do canal de adução. Na segunda etapa do desvio do rio será implantada uma ensecadeira para proteger o canal de adução da tomada de água e então a ensecadeira da primeira etapa será removida e será implantada uma outra ensecadeira em forma de "U" junto à margem direita abraçando a parte final do vertedouro construído no leito do rio na primeira etapa. Finalmente a barragem na margem direita e a parte final do vertedouro serão concluídos e a ensecadeira removida. As atividades de desvio do rio foram condicionadas a ocorrência de vazões de pico com tempo de recorrência de 10 anos.

A tomada de água do canal de adução, com a soleira na elevação 517 m, será uma estrutura de concreto convencional, com fundações sobre rocha sã, dotada de duas comportas deslizantes de serviço e grades, com o objetivo de controlar o fluxo para o canal de adução, este com aproximadamente 1.590 m de extensão, seção retangular em rocha, com base de 4 m, altura de 3 m revestido com concreto onde necessário. Ao final do canal será implantada uma câmara de carga. A partir daí iniciam-se os condutos forçados, inicialmente único com diâmetro de 1,80 m e 180 m, bifurcando-se

em dois condutos com diâmetro de 1,20 m imediatamente antes da entrada na casa de força. Estão previstas válvulas borboleta no final dos dois condutos.

A casa de força será do tipo convencional abrigando os equipamentos acessórios e os dois conjuntos geradores, com turbinas, rotor do tipo Francis, eixo horizontal e potência unitária de 2,225 MW. O canal de fuga, escavado em material comum e rocha, restituirá as águas turbinadas ao leito do rio.

1.4.2. Partição de Quedas do Inventário

As tabelas abaixo (Tabela 1.1 e Tabela 1.2) mostram os dados técnicos dos aproveitamentos para cada arranjo de partição de quedas.

Tabela 1.1: Dados Técnicos do Arrajo 1.

ITEM	PCH BONITO	PCH PEDRINHO I	PCH SANTA RITA
Adução Túnel / Canal (m)	255		1590
Barragem H máxima (m)	6,60		5,90
Área Drenagem (km^2)	309	336	345
NA Montante normal (m)	749,30	690,00	520,00
NA Montante máximo (m)	751,55	692,00	522,40
NA Jusante normal (m)	708,95	522,00	473,00
H Bruta (m)	40,35	168,00	47,00
H Líquida (m)	39,11		45,59
Vazão Remanescente (m^3/s)	0,24		0,27
Vazão Vertedouro (m^3/s)	367		410
Vazão Desvio (m^3/s)	173		193
Vazão Média L.T. (m^3/s)	6,71	7,20	7,42
Vazão Turbinada (m^3/s)	9,80		11,00
Potência Instalada (MW)	3,40	16,20	4,45
Energia Firme (MW médios)	2,04	9,20	2,67
Tipo Turbinas (rotor)	Francis H	Francis H	Francis H
Número Turbinas (unid.)	2	2	2

Tabela 1.2. Dados Técnicos do Arranjo 2

ITEM	PCH BONITO A	PCH CRIS	PCH PEDRINHO I	PCH SANTA RITA
Adução Túnel / Canal (m)	255	canal	Túnel	1590
Barragem H máxima (m)	4,50			5,90
Área Drenagem (km^2)	309	309	336	345
NA Montante normal (m)	749,30	749,30	690,00	520,00
NA Montante máximo (m)	751,55	751,55	692,00	522,40
NA Jusante normal (m)	708,95	718,36	522,00	473,00
H Bruta (m)	40,35	80,20	168,00	47,00
H Líquida (m)	39,14			45,59
Vazão Sanitária (m^3/s)	3,0 (**)			0,27
Vazão Vertedouro (m^3/s)	367			410
Vazão Desvio (m^3/s)	173			193

Vazão Média L.T. (m^3/s)	6,71	6,71	7,20	7,42
Vazão Turbinada (m^3/s)	3,60	3,00		11,00
Potência Instalada (MW)	1,25	0,68	16,20	4,45
Energia Firme (MW médios)	0,75	0,68	9,20	2,67
Tipo Turbinas (rotor)	Francis H	Francis H	Francis H	Francis H
Número Turbinas (unid.)	2	2	2	2

1.4.3. Arranjo de Partição de Quedas Selecionado

Os pequenos impactos ambientais causados pela implantação das PCH's, nas duas alternativas estudadas, serão mitigadados e a região será revegetalizada no médio prazo, com a diminuição e até completa estanqueidade nos processos de degradação que vem ocorrendo ao longo dos anos. A preservação de determinadas áreas com densa ocupação só será eficaz quando estiver aliada a sua exploração econômica superior, e as PCH's com a implantação e manutenção dos programas mitigadores será fator preponderante na região estudada.

Avaliando-se os resultados dos estudos preliminares, aspectos energéticos e econômicos, e as considerações nos aspectos ambientais concluiu-se em detalhar o arranjo "1" que é composta por duas pequenas centrais hidrelétricas, com uma potência total instalada de 7,85 MW, energia média firme de 4,71 MW, considerando-se as vazões da série histórica disponível e fator de capacidade de 0,60.

A tabela 1.3 apresenta o resumo dos dados técnicos do arranjo selecionado.

Tabela 1.3. Dados Técnicos do Arranjo Selecionado.

ITEM	PCH BONITO	PCH PEDRINHO I	PCH SANTA RITA
Área Drenagem (km^2)	309	336	345
NA Montante normal (m)	749,30	690,00	520,00
NA Montante máximo (m)	751,55	692,00	522,40
NA Jusante normal (m)	708,95	522,00	473,00
H Bruta (m)	40,35	168,00	47,00
H Líquida (m)	39,11		45,59

Barragem H máxima (m)	4,50		5,90
Barragem Tipo	Concreto Gravidade		Concreto Gravidade
Barragem Comprimento Total com a Soleira Livre (m)	105,00		60,00
Adução Túnel / Canal(m)	255		1590
Vazão Sanitária (m^3/s)	0,24		0,27
Vazão Vertedouro (m^3/s)	367		410
Vazão Desvio (m^3/s)	173		193
Vazão Média L.T. (m^3/s)	6,71	7,20	7,42
Vazão Turbinada (m^3/s)	9,80		11,00
Potência Instalada (MW)	3,40	16,20	4,45
Energia Firme (MW médios)	2,04	9,20	2,67
Tipo Turbinas (rotor)	Francis H	Francis H	Francis H
Número Turbinas (unid.)	2	2	2

1.5. Análise de Alternativas

1.5.1. 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 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.

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 investimentos 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 Pequenas Centrais Hidrelétricas,1.000 MW de Eólica e 1.000 MW de Biomassa.

1.5.2. Alternativas Locacionais do Eixo da Barragem PCH Santa Rita

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.

A descrição das alternativas e oresumo das conclusões são mostradas em seguida:

Alternativa 1 - Alternativa de montante. Barragem em concreto e vertedouro incorporado com soleira vertente, estrutura de desvio na margem direita, eixo localizado à montante do local selecionado no Estudo de Inventário.

- Aumento no circuito de adução e redução da altura do barramento para manter a queda natural definida no Estudo de Inventário;
- Influência de tálus e do terreno sedimentar na conformação da barragem;
- Problemas geotécnicos e de estanqueidade das ombreiras e fundação da barragem;

- Formação do lago na proximidade do barramento com vertentes pouco íngremes, com maior volume de encostas e ombreiras;
- Maior extensão da crista e volume de concreto para o barramento;
- Maior escavação para acomodação do canal e estrutura de desvio do rio;

Alternativa 2 - Alternativa do eixo do inventário. Barragem em concreto e vertedouro incorporado com soleira vertente. Estrutura de desvio na margem direita, eixo localizado no local selecionado no Estudo de Inventário:

- Circuito de adução com menor extensão, altura do barramento conforme definida no Estudo de Inventário;
- Maior dificuldade na colocação da barragem devido à diferença da conformação topográfica apresentada no inventário em relação ao levantamento para o projeto básico;
- Formação do lago na proximidade do barramento com vertentes mais íngremes, com possibilidade de instabilização das encostas e ombreiras;
- Maior extensão da crista e volume de concreto para o barramento.

Alternativa 3 - Alternativa de jusante. Barragem em concreto e vertedouro incorporado com soleira vertente, estrutura de desvio e tomada d'água em uma única estrutura na margem esquerda, eixo localizado à jusante do local selecionado no Estudo de Inventário:

- Menor altura e volume das ensecadeiras para o desvio do rio;
- É prevista cortina de injeção discreta para vedação da rocha sedimentar de fundação.
- Redução no circuito de adução, sem aumento da altura do barramento;
- Melhor condição da geologia local, porém subsistem os aspectos geotécnicos da rocha de base;
- 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 volume de concreto para o barramento, tomada d'água e estrutura de desvio do rio;
- Menor escavação para acomodação do canal e estrutura de desvio do rio;
- Eliminação do trecho de vazão reduzida entre o barramento e a casa de força.

1.5.3. Alternativa Locacional do Eixo da Barragem PCH Santa Rita selecionada

A **Alternativa 3** demonstrou ser a mais adequada e atraente sob o aspecto de engenharia de projeto e implantação, sendo também a que apresentou o menor custo. A seleção da Alternativa 3 entre as alternativas estudadas é claramente demonstrada pela avaliação dos componentes de custo apropriados para a construção civil do barramento, desvio do rio e ensecadeiras, tomada d'água e casa de força.

1.6. Caracterização Técnica do Projeto

1.6.1. Dados Gerais

O aproveitamento hidrelétrico PCH Santa Rita está localizado no rio Pedrinho (sub-bacia 64), afluente direto do rio Ivaí (bacia 06), região central do Estado do Paraná, tendo a sua margem esquerda o município de Boa Ventura de São Roque e a margem direita o município de Turvo. Possui uma área de drenagem de 352 Km².

O arranjo da PCH Santa Rita objetiva aproveitar um desnível natural da ordem de 44 m, entre as elevações 516 m e 473 m, ao longo de 1,8 Km do rio Pedrinho. Consiste de uma soleira em arco, desviando as águas para o sistema de adução, inicialmente com canal a céu aberto, implantado na margem esquerda, terminando em uma câmara de carga para os condutos forçados e sistema de geração.

1.6.2. Reservatório

A restrição para o nível máximo do reservatório é o nível do canal de fuga da PCH Pedrinho I, elevação 522,40 m.

O nível de água máximo normal do reservatório a fio de água, está na elevação 522,40 m e o nível normal de jusante na elevação 473 m. A queda bruta considerada, incluindo o barramento, é de 47 m. O pequeno reservatório deverá ser dotado de dispositivo para desassoreamento.

O tempo de enchimento do reservatório corresponde à vazão média de longo termo relacionada ao volume do reservatório no nível máximo normal.

O cronograma de construção da usina prevê o fechamento no período antecedente ao de chuvas ou de maior precipitação, porém é possível que o tempo de enchimento se prolongue ou encurte em face à sazonalidade ser variável com relação aos períodos seco e úmido na bacia do rio.

Os dados principais do projeto do reservatório são indicados na Tabela 1.4 apresentado em seguida.

Tabela 1.4: Dados do Projeto do Reservatório.

Elevação do nível máximo para TR 10.000 anos	m	522,70
Elevação do nível máximo para TR 1.000 anos	m	522,40
Elevação do nível máximo normal	m	520,00
Elevação do nível mínimo de operação	m	519,00
Elevação do nível da fundação da barragem	m	516,00
Elevação da soleira da entrada hidráulica da tomada d'água	m	523,00
Área inundada até a elevação do nível para TR 10.000 anos	m²	23.515
Área inundada até a elevação do nível para TR 1.000 anos	m²	22.613
Área inundada até a elevação do nível máximo normal	m²	15.876
Área inundada até a elevação do nível mínimo de operação	m²	11.709
Área inundada até a elevação da soleira da tomada d'água	m²	8.179
Área natural ocupada pelo rio	m²	6.809
Volume acumulado até a elevação do nível máximo normal	m³	40.742
Volume acumulado até a elevação do nível mínimo de operação	m³	26.949
Volume morto acumulado até a soleira da tomada d'água	m³	17.004
Volume útil do reservatório correspondente a depleção	m³	13.793

Altura de depleção do reservatório igual a hRN – hRmo	m	1
Comprimento do remanso	Km	0,413
Perímetro na elevação do nível normal	m	961,62
Perímetro na elevação do nível máximo para TR 1.000 anos	m	1.248,03
Extensão livre para formação de onda – comprimento de Fetch	m	450
Altura de onda e borda livre	m	0,50
Tempo de enchimento com QMLT até a elevação do nível normal	horas	1,32
Tempo de residência com a vazão turbinada	horas	1,00
Profundidade média	m	2,30
Profundidade máxima	m	7
Período de vida útil natural do reservatório	anos	24,34
Período de vida útil prolongada do reservatório – Nota 01	anos	indefinida

Nota 01: Período prolongado com a operação dos dispositivos de desassoreamento no canal de adução.

Fonte: COORRECTA, 2009.

1.6.3. 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.

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.

O assentamento da estrutura sobre a rocha sedimentar da fundação será precedido de tratamento e impermeabilização e é prevista uma cortina de injeção profunda e eventual tapete de material impermeável à montante da soleira de assoreamento em frente à barragem para aumentar o caminho de percolação.

A Tabela 1.5. a seguir apresenta os principais dados da barragem.

Tabela 1.5: Principais Dados da Barragem.

Tipo		Concreto a Gravidade
Localização		Curso principal do rio

Elevação da crista e nas ombreiras	m	523,40
Altura da borda livre na estrutura	m	1,00
Altura da estrutura na fundação até a plataforma superior	m	6,40
Comprimento de crista vertedouro e ombreiras	m	80,00
Largura da estrutura no topo – crista	m	7,50
Largura máxima da estrutura na base	m	10,00
Elevação mais baixa da fundação	m	517,00
Área coberta pala base	m²	400
Obras civis da barragem e vertedouro		
Escavação		
Escavação comum	m³	400
Escavação em rocha a céu aberto	m³	320
Escavação subterrânea	m³	
Limpeza e tratamento de fundação	m²	480
Concreto convencional fck 16 MPa		
Cimento	t	73,09
Concreto sem cimento	m³	243,62
Armadura	t	15
Concreto gravidade fck 8 MPa		
Cimento	t	439
Concreto sem cimento	m³	2.436

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.4. Desvio do rio

O desvio do rio será feito pelas três galerias da tomada d'água, localizadas ao lado da estrutura da barragem e vertedouro, aproveitando o perfil da rocha e reduzindo o volume de escavação e de concreto.

As duas ensecadeiras de primeira fase serão levantadas para isolamento da lateral do rio e permitir a escavação do canal da tomada d'água e de desvio. A construção da estrutura da tomada d'água e as ensecadeiras de segunda fase serão levantadas posteriormente para a construção da barragem.

A estrutura de desvio será integrada à da tomada d'água, situada lateralmente e em continuação à barragem de concreto, sendo fundada diretamente sobre a rocha sã.

A descrição da estrutura da tomada d'água é feita adiante neste capítulo.

Utilizará o mesmo conjunto de comportas de segurança ou "stop-logs" da tomada d'água para o fechamento do rio.

A movimentação das comportas na ocasião do fechamento será feita por guindaste móvel.

As galerias de desvio são as mesmas da tomada d'água, construídas antecipadamente, controladas para descarga da vazão de projeto do desvio, correspondente a tempo de recorrência de 25 anos.

O canal de desvio é o mesmo de aproximação da tomada d'água , escavado no leito do rio a partir de suas margens, vedadas pela ensecadeira de primeira fase e está projetado para permitir o escoamento pleno da vazão de desvio com TR 25 anos sob a carga hidráulica.

1.6.5. Vertedouro

O vertedouro será integrado ao corpo da barragem, formado pela soleira em perfil Creager com saída da descarga em curva circular em salto de esqui. Os demais dados referentes ao projeto do vertedouro encontram-se no Tabela 1.6.

Tabela 1.6: Dados Gerais do Vertedouro.

Tipo		Descarga livre
Localização		Integrado na barragem
Tipo da calha de descarga		Soleira e concreto
Comprimento da soleira	m	50,00
Forma da soleira		Perfil Creager
Altura da lamina de descarga para vazão das cheias e maior freqüência	m	1,06
Altura da lamina de descarga para TR 1.000 anos	m	2,40

Altura da lamina de descarga para TR 10.000 anos	m	2,80
Borda livre para lamina de descarga para TR 10.000	m	0,60
Borda livre para lamina de descarga para TR 1.000	m	1,00

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.6. Canal de Adução

O canal de adução será escavado na rocha, sendo previsto regularização do fundo e das paredes laterais em todo o comprimento e revestimento em concreto com armadura leve em parte da extensão, dependente da qualidade da rocha e da conformação final da seção escavada durante a construção.

A escavação do canal será precedida de uma campanha de investigações para caracterização do perfil geológico e da qualidade da rocha para determinação do tratamento da seção no traçado.

A concepção do sistema de adução 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 e da câmara de carga foi determinada pelo traçado mais econômico do canal de adução.

A elevação da soleira da entrada hidráulica da tomada d'água determinou a elevação da superfície inicial da base do canal de adução.

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

1.6.7. Câmara de carga

A câmara de carga é a estrutura de transição entre o canal adutor e o conduto forçado. Sua função é provisionar o fluxo d'água sem ocorrência de turbulências, vórtices e arraste de ar para o duto.

A câmara de carga está localizada parte final do canal de adução e é acoplada a tomada d'água dos condutos forçados, destinados à alimentação das turbinas. O dimensionamento físico da câmara, compreendendo o comprimento, altura útil e níveis operacionais, foi desenvolvido em função das características hidráulicas do sistema de adução e parâmetros de regulação das turbinas.

A estrutura será parte escavada em solo e em rocha, compreendendo uma transição à montante com o trecho em canal após o desemboque do canal de adução, um tanque com paredes de concreto estendendo-se até a entrada da tomada d'água dos condutos forçados na extremidade de jusante.

A coleta do material sólido carreado pelo fluxo será feita em um desarenador com a soleira 1,50 m abaixo das entradas hidráulicas para os condutos forçados.

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

A localização da câmara de carga, tomada d'água e saída para os condutos forçados foi determinada na melhor localização enquadrada nas condições topográficas e geológicas da elevação do local.

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

Os dados principais do projeto do canal de fuga são indicados na Tabela 1.7.

Tabela 1.7: Principais Dados do Canal de Fuga.

Tipo		Canal escavado
Forma da seção		Trapezoidal
Revestimento		Sem
Comprimento	m	30,00
Largura	m	21,00
Profundidade média em relação ao nível normal	m	3,00
Profundidade máxima em relação ao nível normal	m	4,50
Seção de escoamento na QMLT	m²	63,00
Elevação do nível máximo da água no canal de fuga	m	476,40
Elevação do nível normal da água no canal de fuga	m	473,00
Elevação do nível mínimo de operação água no canal de fuga	m	472,80
Elevação do fundo do canal	m	468,00
Vazão média de longo termo no rio na restituição	m³/s	8,61
Vazão turbinada da usina	m³/s	11,31
Vazão média de geração da usina	m³/s	6,82
Velocidade de escoamento para a vazão QMT no leito natural do rio	m/s	1,20
Velocidade de escoamento para a vazão turbinada da usina	m/s	0,18
Velocidade de escoamento para a vazão média de geração da usina	m/s	0,11
Elevação média da rocha na parede jusante da casa de força	m	469,00
Elevação média do leito do rio no eixo da estrutura	m	471,00
Cobertura média de solo	m	2,50
Escavação		
Escavação comum	m³	1.575
Escavação em rocha a céu aberto	m³	1.890
Escavação subterrânea	m²	
Limpeza e tratamento de fundação	m²	630
Concreto convencional fck 24 MPa		

Cimento	t	4
Concreto sem cimento	m²	14
Armadura	t	1

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.9. 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 de nível no final do sistema de adução e o local da restituição ao leito natural do rio.

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 correspondente à cheia de projeto.

1.6.10. Equipamentos Eletromecânicos

Nas Tabelas 1.8 a 1.15 se encontram os dados referentes aos principais equipamentos eletromecânicos previstos para o projeto da PCH Santa Rita.

1.6.10.1. Turbinas

Tabela 1.8: Principais Dados da Turbina

Quantidade de unidades geradoras		2,00
Tipo de rotor de turbina		Francis
Disposição do eixo		Horizontal
Elevação do eixo da turbina		477,60
Potência nominal com queda liquida de operação	KW	

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

Potência a meia carga com queda liquida de operação	KW	
Rendimento da turbina a plena carga	%	
Rendimento da turbina a 50% da carga	%	
Sigma admissível à plena carga e queda nominal		0,08
Sigma de projeto da turbina		0,14
Altura de sucção	m	3,00
Altitude de projeto	m	500,00
Velocidade de rotação síncrona	rpm	400
Velocidade de disparo	rpm	895
Diâmetro do rotor	m	1,05

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.10.2. Comportas ensecadeira da tomada d'água

Tabela 1.9: Principais Dados da Ensecadeira

Tipo		Deslizante
Quantidade		1
Finalidade		Fechamento hidaulico do canal de adução
Altura	m	3,00
Largura	m	3,00
Pressão estática de projeto	Mpa	1
Peso da comporta	kN	0,66
Peso das guias e peças fixas	kN	0,20
Guias		Um jogo
Peças fixas		Placas de soldagem embutidas
Vedação		Borracha formato nota musical
Guia de vedação		Aço a prova de corrosão
Acionamento		Guincho elétrico

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.10.3. Comportas dos tubos de sucção

Tabela 1.10: Dados das Comportas

Tipo do conduto		Blindagem em aço
Quantidade		2
Finalidade		Adução a casa de força

Forma da seção do conduto		Circular
Vazão nominal por conduto	m²/s	5,66
Comprimento total do conduto	m	1,20
Diâmetro interno do conduto	m	1,50

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.10.4. Condutos força

Tabela 1.11: Principais Dados do Conduto Forçado

Tipo do conduto		Blindado em aço
Quantidade para duas unidades geradoras		2
Forma da seção do conduto		Circular
Queda bruta	m	47,00
Comprimento total do conduto	m	120
Diâmetro do conduto	m	1,50

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.10.5. Ponte rolante da casa de força

Tabela 1.12: Principais Dados da Ponte Rolante

Tipo		Ponte sobre trilhos
Instalação		interna
Quantidade		1
Finalidade		Movimentação e içamento
Capacidade do gancho principal	kN	15
Curso do gancho	m	16
Vão entre eixos dos trilhos	m	8
Translação da ponte	m	36
Translação do carro	m	8
Potência do motor de acionamento do gancho	KW	20
Potência do motor de acionamento da translação	KW	12
Potência do motor de acionamento do carro	KW	9
Eletrificação da translação e carro		Tipo cortina
Sistema de controle		Botoeira e controle remoto

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.10.6.Talha elétrica da tomada d'água

Tabela 1.13: Dados da Talha Elétrica

Tipo		Talha em monotrilho
Instalação		Interna
Quantidade		1
Finalidade		Movimentação da comporta e grade
Capacidade no gancho principal	kN	5
Curso do gancho	m	12
Transição da talha	m	24
Potência do motor de acionamento do gancho	kN	12
Potência do motor de acionamento da translação		6
Eletrificação da translação		Tipo cortina
Sistema de controle		Botoeira pendente
Monovia e peças fixas	m	24
Peso completo da talha	kN	0,85
Peso da monovia e peças fixas	kN	0,68

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.10.7. Gerador

Tabela 1.14: Dados do Gerador

Tipo		Síncrono de pólos salientes
Quantidade		2
Posição do eixo		Horizontal
Regime de operação		Contínuo na potência nominal
Potência aparente	MVA	2,54
Fator de potência		0,9
Tensão de geração		6.200 V
Velocidade síncrona	rpm	400
Nº de fases		3
Nº de pares de pólos		9
Conexões do enrolamento do estator		Estrela com neutro acessível
Freqüência	Hz	60

Classe de isolamento		F
Eficiência mínima % FP 0,9		0,975
resfriamento		Ar em circuito aberto

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.10.8. Transformador elevador

Tabela 1.15: Dados do Transformador Elevador

Transformador elevador 6.2/34,5 KV TRE		BTE Banco Transformador Elevador
Quantidade de unidades monofásicas		3
Unidade de reserva		1
Potência do banco trifásico	MVA	2,54
Potência por unidade monofásica	MVA	0,85
Tensão do enrolamento primário	kV	6,2
Tensão do enrolamento secundário	kV	34,5
Freqüência	Hz	60
Conexão do enrolamento primário do banco		Triangulo
Conexão do enrolamento secundário do banco		Estrela aterrada
Sistema de resfriamento		ONAN – ONAF
Tipo de isolamento		ÓLEO MINERAL
instalação		Ao tempo

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.11. Aspectos Sanitários

1.6.11.1. 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 de 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 o 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.

Serão previstas a limpeza e a 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.

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.

A Tabela 1.16. apresenta as características gerais do sistema de esgoto industrial.

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

Tabela 1.16: Características Gerais do Sistema de Esgoto Industrial.

Sistema de esgoto industrial e separador água – óleo	SMEI		Sistema de coleta e separação de água, resíduos sólidos, óleos, graxas e outros efluentes
Instalação do separador água – óleo	SMEIAT		
Instalações do sistema	SMITB	cj	Tubulação, filtros e válvulas
Medidores de nível	SMEINV	cj	Chaves e medidores de nível
Alimentação elétrica e automatismo	SMEIQE	cj	Painel de controle de alimentação elétrica
Equipamentos para o controle supervisor	SMEISS	cj	Painel de terminais e interface
Bomba de esgoto industrial	SMEIB		
Tipo			Submerça para esgoto
Quantidade			2
Capacidade	m³/h		50
Potência unitária		kW	2
Instalação de limpeza por ar comprimido			Conexões, tomadas, válvulas e tubulação

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.11.2. 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 e 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.

Serão previstas a limpeza e a 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.

A Tabela 1.17. apresenta as características gerais do sistema de água tratada.

Tabela 1.17: Características Gerais do Sistema de Água Tratada.

Sistema de água tratada	SMAT		Sistema de coleta e separação de água, resíduos sólidos, óleo, graxas e outros efluentes
Instalação do sistema ETA	SMATI		
Instalação do sistema	SMATTB	cj	Tubulação, filtros e válvulas
Medidores de nível	SMATNV	cj	Chaves e medidores de nível
Alimentação elétrica e automatismo	SMATQE	cj	Painel de controle e de alimentação elétrica
Equipamentos para o	SMATSS	cj	Painel de terminal e interface

controle supervisor			
Bomba de água tratada	SMATB		
Tipo			Submersa para esgoto
Quantidade			2
Capacidade	m²/h		50
Potencia unitária		kW	1
Instalação de limpeza por ar comprimido	SMATC		Conexões, tomadas, válvulas e tubulação

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.11.3. 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, sanitário 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 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.

A Tabela 1.18**.** apresenta as características gerais do sistema de esgoto sanitário.

Tabela 1.18. Características Gerais do Sistema de Esgoto Sanitário.

Sistema de esgoto sanitário	SMES		Sistema de esgoto sanitário para coleta e tratamento de efluentes orgânicos de tipo doméstico
Instalação de esgoto sanitário	SMESI		
Tipo			Tratamento anaeróbio
Quantidade			2
Capacidade de tratamento	pessoas		10
Fossa séptica e sumidouro	SMESFS	m^3	4
Instalações do sistema	SMESTB	cj	Tubulação, filtros e válvulas
Medidores de nível	SMESNV	cj	Chaves e medidores de nível
Instalação de limpeza por água de serviço	SMESAS		Conexões, tomadas , válvulas e tubulação

Fonte: CORRECTA, 2009

1.6.12. Arranjo, Aspectos Civis e Elétricos

A subestação de 34,5 kV da usina servirá para a conexão das unidades geradoras à linha de transmissão até a subestação em Pitanga.

Será localizada em um pátio terraplenado ao lado da casa de força e compreenderá os barramentos, cabos aéreos, disjuntores de acoplamento à linha de transmissão e transformadores das unidades geradoras, equipamentos de alta tensão e estruturas suporte dos cabos aéreos e barramentos, da chegada dos transformadores elevadores e a saída da linha de transmissão para conexão à subestação de interligação e das futuras linhas compartilhadas.

Os equipamentos de alta tensão serão de classe 34,5 kV, próprios para instalação ao ar livre, categoria adequada a sistemas de transmissão.

Os disjuntores serão de acionamento tripolar, câmara de extinção a gás, trifásicos montados sobre estruturas metálicas.

As chaves seccionadoras serão de abertura vertical ou lateral, acionamento tripolar motorizado para comando elétrico à distância com lamina de aterramento onde indicado.

Os transformadores de corrente e de potencial terão núcleos para proteção, utilizados também para medição.

1.6.13. Ponto de Interligação

A subestação de conexão à rede básica servirá para a ligação da usina e linha de transmissão à rede básica da distribuidora, com confiabilidade de operação adequada à categoria do aproveitamento.

O estudo de interligação para este projeto básico prevê a conexão de Santa Rita ao sistema elétrico na subestação de Pitanga, pertencente à Copel.

Considerando a otimização de perdas e investimentos está prevista a reformulação e a operação compartilhada futura desta interligação, que deverá ser implementada antes da implantação dos aproveitamentos Santa Rita e Bonito previstos no rio Pedrinho e Confluência no rio Marrecas.

Os equipamentos de alta tensão serão de classe 34,5 kV, próprios para instalação ao ar livre, categoria adequada a sistemas de transmissão.

1.6.14. Tensão de Transmissão e Perdas Associadas

Posteriormente à aprovação do estudo de inventário do rio, a Copel anunciou a alteração das tensões de transmissão em seu sistema local que deverão passar a 138 kV, com a substituição das linhas de transmissão em 69 kV, reservando-as somente para sub-transmissão e distribuição.

Neste caso a operação compartilhada de Santa Rita, Pedrinho I eventual e o futuro aproveitamento Confluência no rio Marrecas, sobre linhas de subtransmissão e/ou

distribuição, ficaria contingenciada pela diferenciação de critérios de operação e proteção, que podem reduzir a confiabilidade e a permanência de geração face estar dependente de um sistema não concebido para escoamento de geração na potência integrada das usinas consideradas.

A interligação no projeto básico em 34,5 kV para a conexão ao sistema interligado através da SE de Pitanga, reserva a perspectiva de alteração para 138 kV na fase da implantação, com o advento da futura PCH Confluência no Marrecas, ainda em projeto, e da interligação com Pedrinho I eventual no rio Pedrinho e futuramente de Bonito no mesmo rio.

1.6.15. Possibilidades de se Agregar Outras Cargas

A interligação no projeto básico em 34,5 kV para a conexão ao sistema interligado através da SE de Pitanga, reserva a perspectiva de alteração para 138 kV na fase da implantação, com o advento da futura PCH Confluência no Marrecas, ainda em projeto, e da interligação com Pedrinho I eventual no rio Pedrinho e futuramente de Bonito no mesmo rio.

1.6.16. Conclusões

Santa Rita será interligada ao sistema da Copel – Companhia Paranaense de Energia S.A. na subestação de Pitanga PR, através de sua subestação de interligação e elevação de tensão, integrado aos outros aproveitamentos do rio.

A operação deverá ser automatizada, controlada remotamente, com atendimento local convencional, resguardando ao máximo a simplicidade do projeto, a permanência e a qualidade de geração, objetivo principal do empreendimento.

O aproveitamento está bem localizado em relação à subestação de Pitanga, importante estação de chaveamento do sistema da Copel, que será favorecido pela capacidade de geração, reserva girante e de fornecimento de energia reativa da nova usina. A energia

gerada deverá ser colocada diretamente com a distribuidora, no mercado livre ou através de outras formas de comercialização do interesse da GRP.

A motorização de 4,50 MW de potência instalada com duas unidades geradoras permite bom enquadramento à permanência hidrológica e otimiza a relação custo - benefício, resultando em 23.742 MWh de geração anual.

A construção da usina deverá ser completada em 22 meses a partir da data do licenciamento ambiental, com custo de implantação e benefício econômico indicando ser um empreendimento atraente, contribuindo para o aproveitamento energético integral do rio Pedrinho, sendo portanto, uma boa alternativa de investimento.

GRP – EMPREENDIMENTOS S/A

1.6.17. Ficha Técnica

COMPLEXO HIDRELÉTRICO RIO PEDRINHO
RELATÓRIO DO PROJETO BÁSICO
INFORMAÇÕES PARA O PROJETO
FICHA TÉCNICA

ANEEL — FICHA RESUMO - ESTUDOS DE VIABILIDADE E PROJETO BÁSICO

NOME DA USINA:			Eixo 2 - Santa Rita							DATA:	11/5/2009
ETAPA:			Projeto básico							POT. INST. (MW):	4,50
NOME DO(S) INTERESSADO(S):			GRP - Empreendimentos S/A								
CONTATO (resp. pelo empreendimento / e-mail):			GRP - Empreendimentos S/A					TEL.:	(41) 3265 4040	FAX:	(41) 3373 0005
NOME DA(S) EMPRESA(S) PROJETISTA(S):			Correcta Consultoria e Engenharia de Projetos								
CONTATO (resp. técnico pelo estudo / e-mail):			Iwan Sabatella		isabatella@correcta.eng.br			TEL.:	(41) 3362-3532	FAX:	(41) 3362-3532
1. LOCALIZAÇÃO											
RIO:	Pedrinho			BACIA:	6	SUB-BACIA:	64	DISTÂNCIA DA FOZ:		4	km
MUNICÍPIO(S):	Cachoeirinha, Boa Ventura de São Roque e Turvo			UF:	Paraná	MUNICÍPIO(S):	Cachoeirinha, Boa Ventura de São Roque e Turvo			UF:	Paraná
(BARRAGEM)	Turvo, Boa Ventura de São Roque			UF:	Paraná	(C.DE FORÇA)	Turvo, Boa Ventura de São Roque			UF:	Paraná
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA BARRAGEM:											
LATITUDE:	24	graus	46	minutos	28	segundos	SUL (S) OU NORTE (N):				S
LONGITUDE:	51	graus	25	minutos	44	segundos			OESTE (W)		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS DA CASA DE FORÇA:											
LATITUDE:		graus		minutos		segundos	SUL (S) OU NORTE (N):				S
LONGITUDE:		graus		minutos		segundos			OESTE (W)		
2. CARTOGRAFIA / TOPOGRAFIA											
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA:			UTM		ZONA:	SG-22-V-B-VI-3 (MI2822/3)		DATUM:	Vertical: - Imbituba SC Horizontal: - SAD 69 - MG	MC:	
CARTAS E PLANTAS TOPOGRÁFICAS:					DATA:	2000		ESCALA:	1:50000	FONTE:	IBGE
FOTOS AÉREAS:					DATA:	2009		ESCALA:	1:8000	FONTE:	Geofoto
RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA:					ESCALA:	1:2000					
3. HIDROMETEOROLOGIA											
POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DE REFERÊNCIA:											
TIPO:	FDT	CÓD.:	64630000	ENTIDADE:	COPEL	NOME:	Fazenda Boa Vista	RIO:	Marrecas	AD (em km²):	436
TIPO:	FDT	CÓD.:	64620000	ENTIDADE:	COPEL	NOME:	Rio dos Patos	RIO:	Rio dos Patos	AD (em km²):	1086
TIPO:	FDT	CÓD.:	64625000	ENTIDADE:	COPEL	NOME:	Tereza Cristina	RIO:	Ivaí	AD (em km²):	3572
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 (m³/s) – PERÍODO:			(DE JAN/1957 A DEZ/2008)			TIPO DA SÉRIE (REGULARIZADA ou NATURAL):					NATURAL	
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
8,65	8,95	7,42	6,37	8,74	8,76	8,99	6,77	10,20	11,60	8,52	8,62	
PERMANÊNCIA DE VAZÕES MEDIAS MENSAIS (m³/s):												
5 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %	100 %	
29,52	16,34	12,40	9,87	8,07	6,57	5,69	4,91	4,30	3,56	2,76	1,10	
PRECIP. MEDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:			(DE JAN/1957 A DEZ/2008)									
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
173,2	173,2	139,4	130,3	147,3	152,0	151,9	127,6	131,3	185,6	150,8	164,1	
EVAPOR. MEDIA MENSAL (mm) – PERÍODO:			(EVAPOTRANSPIRAÇÃO) (DE JAN/1957 A DEZ/2008)									
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
125,0	91,9	93,1	62,9	41,9	33,3	42,5	59,8	74,9	100,3	100,0	117,9	
PREC. MÉDIA ANUAL:				990,00	mm	VAZÃO MLT – PERÍODO:			(DE JAN/1957 ABR/2008)		8,61	m³/s
EVAP. MÉDIA ANUAL:				78,20	mm	VAZÃO FIRME			CRITÉRIO: P.CRÍTICO			m³/s
EVAP. MÉDIA MENSAL:				78,88	mm	VAZÃO MÁX. REGISTRADA					183,05	m³/s
ÁREA DE DRENAGEM:				333,98	km²	VAZÃO MÍN. REGISTRADA					1,14	m³/s
4. RESERVATÓRIO												
CARACTERÍSTICAS GERAIS						ELEVAÇÃO DA CRISTA DA BARRAGEM:					529,40	m
VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO:				24,34	anos	ALTURA DA BARRAGEM:					6,40	m
PERÍMETRO (NO N.A. NORMAL):				107,20	km	VOLUMES						
COMPRIMENTO MÁXIMO:				61,72	m	No NA MÁX. NORMAL:					0,407	x10⁶ m³
PROFUNDIDADE MÉDIA:				2,30	m	No NA MÍN. NORMAL:					0,269	x10⁶ m³
PROFUNDIDADE MÁXIMA:				7,00	m	ÚTIL:					0,137	x10⁶ m³
TEMPO DE FORMAÇÃO:				0,055	dias	ÁREAS (INCLUINDO CALHA DO RIO)						
TEMPO DE RESIDÊNCIA:				0,042	dias	NA MÁX. NORMAL:					0,016	km²
NÍVEIS DE MONTANTE						NA MÁX. MAXIMORUM:					0,024	km²
NA MÁX. NORMAL:				520,00	m	NA MÍN. NORMAL:					0,012	km²
NA MÁX. MAXIMORUM (TR 1000 ANOS):				522,40	m	VIDA ÚTIL						
NA MÍN. NORMAL:				519,00	m	VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. MÁX. OPERATIVO):					24,34	anos
NÍVEIS DE JUSANTE						VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. ÚTIL):					24,34	anos
NA NORMAL de JUSANTE:				473,00	m	VAZÃO SÓLIDA AFLUENTE					908,30	t/ ano
NA MÁX. de JUSANTE:				476,36	m	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SEDIMENTOS						mg/ l
NA MÍN. de JUSANTE:				472,60	m	PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS					59,60	t / km² ano
ÁREAS INUNDADAS POR MUNICÍPIO (em km²) - NO NA MÁX MAXIMORUM												

6. GERADORES					
NÚMERO DE UNIDADES:	2	-	FATOR DE POTÊNCIA:	0,90	-
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	2.539	kVA	RENDIMENTO MÁXIMO:	98,00	%
TENSÃO NOMINAL:	6,2	kV	PESO DO ROTOR:	35,00	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:	Turvo	
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	2.539	kVA	UF:	PR	
TENSÃO ENR. PRIM.:	6,20	kV	NOME:	Santa Rita	
TENSÃO ENR. SEC.:	34,50	kV	CONCESSIONÁRIA:	COPEL	
LINHA DE TRANSMISSÃO			SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA (QUANDO APLICÁVEL)		
MUNICÍPIO (S): Turvo, Boa Ventura de São Roque, Pitanga			NÚMERO DE UNIDADES : (VÃOS)	-	-
UF (S): PR			POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	-	kVA
EXTENSÃO (ATÉ SUBESTAÇÃO DE INTERLIGAÇÃO)]	33,40	km	TENSÃO ENR. PRIM.:	-	kV
TENSÃO:	34,5	kV	TENSÃO ENR. SEC.:	-	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:	47,00	m	VAZÃO DE USOS CONSUNTIVOS:		m³/s
PERDA HIDRÁULICA:	2,69	%	ENERGIA GERADA (ANUAL):	23.741,63	MW médios
FATOR DE INDISP. FORÇADA: (TEIF)	2,3330	-	ENERGIA FIRME:	2,688	MW médios
FATOR DE INDISP. PROGRAMADA: (IP)	2,7700	-	PRODUTIBILIDADE MÉDIA (NA com 65 % V.U. armazenado)	0,397	MW / m³/s
RENDIMENTO DO CONJ. TURBINA/GERADOR:	90,16	%	PRODUTIBILIDADE MÁXIMA (NA máximo normal)	0,398	MW / m³/s
VAZÃO REMANESCENTE: CRITÉRIO: 80% Q10,7	0,27	m³/s	PRODUTIBILIDADE MÍNIMA (NA mínimo normal)	0,397	MW / m³/s
9. CUSTOS					
OBRAS CIVIS:	5.727,85	X 10^3 R$	SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO: (incluído no CUSTO DIRETO)	724,36	X 10^3 R$
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS:	8.271,96	X 10^3 R$	CUSTO TOTAL C/ SIST. DE TRANS. ASSOCIADO:	19.697,44	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)	615,76	X 10^3 R$	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO DA USINA:	50	anos
CUSTO DIRETO TOTAL: (inclui sistema de transmissão e subestação)	15.339,92	X 10^3 R$	O & M:	10,19	R$/MWh
CUSTOS INDIRETOS:	2.566,85	X 10^3 R$	CUSTO DA ENERGIA GERADA: (FRC_{10-50})	93,67	R$/MWh
CUSTO TOTAL S/ JDC:	17.906,77	X 10^3 R$	DATA DE REFERÊNCIA:	abr/09	
CUSTO TOTAL C/ JDC: (JDC = 10,00 %)	19.697,44	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 (%)	7,69%	48,71%	43,60%							

6. GERADORES				FATOR DE POTÊNCIA:			0,90	-
NÚMERO DE UNIDADES:	2							
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	2.539		kVA	RENDIMENTO MÁXIMO:			98,00	%
TENSÃO NOMINAL:	6,2		kV	PESO DO ROTOR:			35,00	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 ou unidades monofásicas):	3			MUNICÍPIO:			Turvo	
POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:	2.539		kVA	UF:			PR	
TENSÃO ENR. PRIM.:	6,20		kV	NOME:			Santa Rita	
TENSÃO ENR. SEC.:	34,50		kV	CONCESSIONÁRIA:			COPEL	
LINHA DE TRANSMISSÃO				SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA (QUANDO APLICÁVEL)				
MUNICÍPIO (S):	Turvo, Boa Ventura de São Roque, Pitanga			NÚMERO DE UNIDADES : (NÃOS)			-	-
UF (S):	PR			POTÊNCIA UNITÁRIA NOMINAL:			-	kVA
EXTENSÃO (ATÉ SUBESTAÇÃO DE INTERLIGAÇÃO)	33,40		km	TENSÃO ENR. PRIM.:			-	kV
TENSÃO:	34,5		kV	TENSÃO ENR. SEC.:			-	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:	47,00		m	VAZÃO DE USOS CONSUNTIVOS:				m/s
PERDA HIDRÁULICA:	2,69		%	ENERGIA GERADA (ANUAL):			23.741,63	MW médios
FATOR DE INDISP. FORÇADA: (TEIF)	2,3330			ENERGIA FIRME:			2.688	MW médios
FATOR DE INDISP. PROGRAMADA: (IP)	2,7700			PRODUTIBILIDADE MÉDIA (NA com 65 % V.U. armazenado)			0,397	MW / m/s
RENDIMENTO DO CONJ. TURBINA/GERADOR:	90,16		%	PRODUTIBILIDADE MÁXIMA (NA máximo normal)			0,398	MW / m/s
VAZÃO REMANESCENTE:	CRITÉRIO: 80% Q10,7		m/s	PRODUTIBILIDADE MÍNIMA (NA mínimo normal)			0,397	MW / m/s
9. CUSTOS								
OBRAS CIVIS:	5.727,85		X 10^3 R$	SISTEMA DE TRANSMISSÃO ASSOCIADO: (incluído no CUSTO DIRETO)			724,36	X 10^3 R$
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS:	8.271,95		X 10^3 R$	CUSTO TOTAL C/ SIST. DE TRANS. ASSOCIADO:			19.697,44	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)	918,76		X 10^3 R$	PERÍODO DE UTILIZAÇÃO DA USINA:			50	anos
CUSTO DIRETO TOTAL: (inclui sistema de transmissão e subestação)	15.339,92		X 10^3 R$	O & M:			10,19	R$/MWh
CUSTOS INDIRETOS:	2.566,85		X 10^3 R$	CUSTO DA ENERGIA GERADA: ($FRC_{50,8}$)			93,87	R$/MWh
CUSTO TOTAL S/ JDC:	17.906,77		X 10^3 R$	DATA DE REFERÊNCIA:				ago/09
CUSTO TOTAL C/ JDC: (JDC = 10,00 %)	19.697,44		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 (%)	7,69%	45,71%	43,60%							

SIST. DE TRANS. ASSOC. (%)	100				
10. IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS					
POPULAÇÃO ATINGIDA (Nº HABITANTES):			**FAMÍLIAS ATINGIDAS:**		
URBANA:	0		URBANA:	0	
RURAL:	36		RURAL:	6	
TOTAL:	36		TOTAL:	6	
RELOCAÇÃO DE ESTRADAS ? (sim ou não)	não		EXTENSÃO:	n/a	km
RELOCAÇÃO DE PONTES ? (sim ou não)	não		EXTENSÃO:	n/a	km
EMPREGOS GERADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO:					
DIRETOS:	740		INDIRETOS:	450	
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 unida	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:	Galerias da tomada d'água		ESCAVAÇÃO COMUM:	144,00	m³
VAZÃO DE DESVIO: (TR = 25 ANOS)	237,80	m³/s	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	319,36	m³
NÚMERO DE UNIDADES:	3	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m³

SEÇÃO:	27,00	m²	CONCRETO (CONVENCIONAL):	220,14	m³		
COMPRIMENTO:	9,00	m	ENSECADEIRA:	7.943,10	m³		
15. BARRAGEM							
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	Concreto a gravidade		CONCRETO CONVENCIONAL:	2.680	m³		
COMPRIMENTO TOTAL DA CRISTA:	80,00	m	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:		m³		
ENROCAMENTO:	n/a	m³	ESCAVAÇÃO COMUM:	400	m³		
ATERRO COMPACTADO:	n/a	m³	ESCAVAÇÃO EM ROCHA:	520	m³		
FILTROS E TRANSIÇÕES:	n/a	m³	VOLUME TOTAL ESCAVAÇÃO:	2.990	m³		
16. DIQUES							
TIPO DE ESTRUTURA / MATERIAL:	n/a		ATERRO COMPACTADO:	n/a	m³		
COMPRIMENTO TOTAL DA(S) CRISTA(S):	n/a	m	FILTROS E TRANSIÇÕES:	n/a	m³		
ALTURA MÁXIMA:	n/a	m	CONCRETO CONVENCIONAL:	n/a	m³		
COTA DA CRISTA:	n/a	m	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:	n/a	m³		
ENROCAMENTO:	n/a	m³	VOLUME TOTAL:	n/a	m³		
17. VERTEDOURO (INTEGRADO A BARRAGEM)							
TIPO:	Creager		COMPORTAS:				
VAZÃO DE PROJETO: (TR = 1000 ANOS)	410,60	m³/s	TIPO:		n/a		
COTA DA SOLEIRA:	520,00	m	ACIONAMENTO:		n/a		
COMPRIMENTO TOTAL:	50,00	m	LARGURA:	n/a	m		
NÚMERO DE VÃOS:	1	-	ALTURA:	n/a	m		
LARGURA DO VÃO:	50,00	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 HIDRÁULICO DE GERAÇÃO							
CANAL DE ADUÇÃO:							
COMPRIMENTO:	1.670,00	m	COMPORTAS:				
LARGURA / SEÇÃO:	7.009,35	m / m²	TIPO:		desfiante		
ESCAVAÇÃO COMUM:	35.070,00	m³	ACIONAMENTO:		tanha elétrica		
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:	17.779,90	m³	LARGURA:	5	m		
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	n/a	m³	ALTURA:	3	m		
CONCRETO:	603,92	m³					
CÂMARA DE CARGA:			CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO				
ÁREA SUPERFICIAL:	240	m²	DIÂMETRO INTERNO: (COM CÂMARA DE COMPENSAÇÃO)	n/a	m		
SOBREVELEVAÇÃO MÁXIMA:	0,13	m	ALTURA:	n/a	m		
DEPLEÇÃO MÁXIMA:	0,08	m					

TOMADA D'ÁGUA:				CONDUTO FORÇADO				
TIPO:		Concreto a gravidade		NÚMERO DE UNIDADES:		2		-
COMPRIMENTO TOTAL:		16,00	m	DIÂMETRO INTERNO:		1,50		m
NÚMERO DE VÃOS:		3	-	COMPRIMENTO MÉDIO:		120,00		m
ESCAVAÇÃO COMUM:		144,00	m³	ESCAVAÇÃO COMUM:		2160,00		m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		319,36	m³	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		n/a		m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:		n/a	m³	ESCAVAÇÃO EM ROCHA SUBTERRÂNEA:		n/a		m³
CONCRETO:		220,14	m³	CONCRETO:		209,96		m³
				TRECHO BLINDADO:		120,00		1
19. CASA DE FORÇA								
TIPO:		Abrigado		ESCAVAÇÃO COMUM:		1.440,00		m³
NÚMERO DE UNIDADES:		2	-	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		4.848,00		m³
LARGURA DOS BLOCOS:		16,00	m	ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:		n/a		m³
ALTURA DOS BLOCOS:		21,50	m	CONCRETO:		727		m³
COMPRIMENTO DOS BLOCOS:		45,00	m					
20. OBRAS ESPECIAIS								
TIPO:		n/a		ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:		n/a		m³
-		n/a	m³	CONCRETO CONVENCIONAL:		n/a		m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		n/a	m³	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:		n/a		m³
21. VOLUMES TOTAIS								
ESCAVAÇÃO COMUM:		39.358,00	m³	ENROCAMENTO:		n/a		m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO:		23.586,63	m³	ATERRO COMPACTADO:		7.943,10		m³
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A SUBTERRÂNEA:		n/a	m³	CONCRETO CONVENCIONAL:		4.440,92		m³
SOLO:		n/a	m³	CONCRETO COMPACTADO A ROLO - CCR:		n/a		m³
22. OBSERVAÇÕES								
23. INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DA FICHA-RESUMO								
1) A ficha deverá ser integralmente pré-escrita 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 à 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.								