



**RELATÓRIO AMBIENTAL SIMPLIFICADO - RAS**  
**PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA ENGENHEIRO BELTRÃO**

Maio de 2012

## Sumário

1.	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	3
2.	INTRODUÇÃO .....	6
3.	LEGISLAÇÃO APLICAVEL .....	18
4.	DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO .....	21
5.	IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE INFLUENCIA DO EMPREENDIMENTO .....	38
6.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUENCIA .....	41
7.	PROGNÓSTICO AMBIENTAL.....	112
8.	PROGRAMAS AMBIENTAIS.....	114
9.	CONCLUSÕES .....	124
10.	BIBLIOGRAFIA.....	125
11.	ARTs .....	130
12.	ANEXOS .....	135

## 1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

### 1.1. Identificação do Empreendedor

- **Nome e razão social:** LAP Engenharia, Arquitetura e Consultoria Ltda.
- **Endereço para correspondência, município, telefone, fax, e-mail:** SCN Quadra 5 – Bloco A – número 50 - Sala 710 – Ed.. Brasília Shopping – Brasília/DF – CEP 70.715-900
- Celular: 61 84024233 Fone: 61 3039-2110, Fax: 61 3041-7730
- e-mails: [leonardo@lapengenharia.com.br](mailto:leonardo@lapengenharia.com.br) - [luiz\\_slc@hotmail.com](mailto:luiz_slc@hotmail.com); [lcsfb@lcstopografia.com.br](mailto:lcsfb@lcstopografia.com.br)
- **Inscrição estadual e CNPJ:** 07.462.935/001-29 e 07.175.124/0001-57
- **Responsável técnico e dados para contato:**  
**Responsável técnico:** Leonardo Alves Pereira  
**Contatos:** SCN Quadra 5 – Bloco A – Sala 710; Fone: 61 84024233; e-mail: [leonardo@lapengenharia.com.br](mailto:leonardo@lapengenharia.com.br)

### 1.2. Dados da Área e Localização

- **Nome do empreendimento:** PCH Engenheiro Beltrão
- **Tipo de empreendimento:** Pequena Central Hidrelétrica - PCH
- **Localização e área do empreendimento:** Municípios de Engenheiro Beltrão e Quinta do Sol – PR
- **Coordenadas geográficas:** S 23° 50' 54,65" e W 52° 14' 38,31"
- **Corpo d'água e bacia hidrográfica:** Rio Mourão, Sub-bacia do Rio Mourão, Bacia hidrográfica do Rio Ivaí.
- **Número de matrícula dos imóveis e Sisleg (Tabela 1)**

**Tabela 1.** Número de matrícula dos imóveis e respectivos SISLEG das propriedades localizadas na área de influência direta do empreendimento.

Margem	Nome do proprietário	Nº de Matrícula	SISLEG / Reserva Legal	Município
Direita	Otávio Nichida M. Góes – Fazenda Santa Cruz	1.608	Sem SISLEG	Quinta do Sol - PR
	Silvio Moreira	Sem Registro	Sem SISLEG	Quinta do Sol - PR
Esquerda	José Roberto Moreski – Fazenda São Miguel	7.121 - AV 45	Sem SISLEG	Engenheiro Beltrão – PR
	José João Machado – Fazenda Palmital	639	SISLEG-AV 06/1.605	Engenheiro Beltrão – PR
	Antônio Machado	463	SISLEG-AV 02/463	Engenheiro Beltrão – PR
	Aladi Bosa Bernardes – Fazenda Lambari	390	Sem SISLEG	Engenheiro Beltrão – PR
	Maurilio Ricce	Sem Registro	Sem SISLEG	Engenheiro Beltrão – PR
	Walternei Banhos Campo – Fazenda Nossa Senhora Aparecida	2.267 e 2.268	Sem SISLEG	Engenheiro Beltrão - PR

### 1.3. Equipe Técnica Responsável pelo Estudo Ambiental

#### 1.3.1. Coordenador (Responsável Técnico pelo RAS):

Nome: Marcelo Lucian Ferronato – Biólogo;

Registro profissional CRBio nº 52165/6-D/07;

Cadastro Técnico Federal – Ibama: **1853608** (Anexo I)

**ART nº 07-0333/12**, Conselho Regional de Biologia 7ª Região. (Anexo II)

E-mail: [marcelolucian@yahoo.com.br](mailto:marcelolucian@yahoo.com.br)

Telefone: (69) 9209 0258.

#### 1.3.2. Equipe técnica:

- **Leonardo Alves Pereira**, Engenheiro Civil da empresa LAP Engenharia Arquitetura e Consultoria Ltda. - Crea 10.922/d-DF; ART 53561/2008

**Função desempenhada:** Elaboração do Projeto Básico apresentado e aceite pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

- **Francielli Geremia**, Geógrafa - CREA - 98351/D-PR ART 20103559932

**Função desempenhada:** Estudo topográfico e levantamento dos atingidos/proprietários das terras.

- **Luiz Carlos S.**, Engenheiro Agrimensor da empresa LCS Topografia e Cartografia e Geodésia Ltda. - Crea nº 15878/F-PR

**Função desempenhada:** Estudo topográfico e levantamento dos atingidos/proprietários das terras.

- **Evelyn Kleuser**, Geóloga, Crea nº 102999/D-SC, ART 3972283-2

**Função desempenhada:** Estudo geológico e geotécnico das áreas do empreendimento.



- **Alexandre Caio Martins**, Crea nº 086527-3/D-SC, ART 3972262-0

**Função desempenhada:** Estudo hidrológico do rio Mourão onde será implantado o referido empreendimento.

## 2. INTRODUÇÃO

Diferentemente de uma usina hidrelétrica de grande porte, uma **PCH** não se utiliza de grandes reservatórios para armazenagem de grandes volumes de água. Elas operam a fio d'água, ou seja, permitem a passagem contínua de toda água com uma capacidade nominal mais estável, aproveitando a força da correnteza e a vazão natural dos rios, com isso requerem uma pequena área inundável, muitas vezes equivalente ao nível das cheias do rio.

Há casos em que as PCH's são instaladas em áreas remotas, onde existem baixos níveis de empregos, desta forma não produzem apenas energia, mas acaba gerando indiretamente uma melhor qualidade de vida, maior oferta de emprego e avanço econômico sustentável, além de contribuir para oferta de energia estável para o sistema elétrico onde se insere.

O presente Relatório Ambiental Simplificado - RAS descreve os resultados obtidos em estudos de campo e dados secundários, obtidos durante os levantamentos para desenvolvimento do projeto da **PCH Engenheiro Beltrão**, localizada no rio Mourão, o qual limita os municípios de Engenheiro Beltrão e Quintas do Sol, estado do Paraná.

As principais bases de informações utilizadas para a elaboração deste relatório foram pesquisas de campo aplicadas (Estudos Geológicos, Geotécnicos, Hidrológicos, Hidrometeorológicos, dados de inventário e Levantamentos topográficos) referencias bibliográficas de estudos realizados na região da bacia hidrográfica (em especial para o meio biótico), e dados oficiais de canais de informação dos governos estadual e federal (em especial para o meio antrópico), além de visitas a campo e conversas com moradores da região.

O projeto visa o aproveitamento máximo dos recursos naturais oferecidos pelo referido curso d'água para geração de energia elétrica, contribuindo para o desenvolvimento do país e conseqüentemente para o bem estar da população como um todo.

Em especial refere-se ao projeto de implantação de **Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Engenheiro Beltrão**, de interesse das Empresas LAP Engenharia e Consultoria Ltda. e LCS-Topografia, Cartografia e Geodésia Ltda.-EPP. Dentre as premissas do futuro empreendimento estarão elencadas a responsabilidade socioambiental, a qual envolve a otimização da geração de energia e envolvimento e apoio à comunidade local, através de ações educativas, recreativas, transparência e apoio técnico, visando o desenvolvimento regional e maior interação entre comunidade e empreendimento.

A elaboração deste relatório objetiva a obtenção de Licença Prévia para o empreendimento acima citado.

A principal atividade envolvida no projeto compreende a geração de energia elétrica. A tecnologia adotada será Fio d'água, com 02 turbinas da marca

Francis, com potencia individual de 2,60 MW, totalizando um potencial energético de 5,2 MW.

## **2.1 - Características Gerais do empreendimento**

### **Arranjo Geral**

O arranjo proposto para o aproveitamento **PCH Engenheiro Beltrão** terá o nível de água máximo normal do reservatório a fio de água, na elevação 324,30 m e o nível normal de jusante na elevação 310,60 m. A queda bruta considerada, incluindo o barramento, é de 13,70 m.

### **Barragem**

A barragem em concreto convencional prevista será somente uma soleira de concreto, com cerca de 460,00 metros de extensão. Os abraços laterais tem na margem direita 120,00 m e na esquerda 140,00 m.

### **Vetedouro**

Na parte central está o vertedouro, com ogiva em perfil Creager, concha defletora e sem controle, com 150,00 m de extensão e soleira na elevação 324,30 m. Foi dimensionado para uma vazão de 1203,00 m<sup>3</sup>/s, carga máxima de 2,30 m, correspondente à cheia de pico com período de recorrência de 10.000 anos.

### **Reservatório**

O nível do reservatório Máximo Normal será na cota 324,30 m e no Maxmaximorum 326,60 m. Terá um dispositivo para desassoreamento com um desnível natural da ordem de 4,40 m, entre as elevações 315,00 e 310,60 m, ao longo de 1,6 km do rio Mourão. Consiste de uma soleira posicionada transversalmente ao eixo do rio, desviando as águas para o sistema de adução.

### **Sistema adutor**

O sistema de adução inicia com a tomada de água do canal de adução junto a barragem, na margem esquerda, com soleira na elevação 319,20 m, com uma estrutura de concreto convencional, 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.

### **Canal de adução**

O canal de adução terá aproximadamente 870 metros de extensão, seção trapezoidal, com base de 6,50 m, altura de 4,00 m, e paredes na inclinação 1,0 V / 0,5 H. No traçado do canal não foi previsto a necessidade de tratamentos especiais durante e após as escavações, a não ser os cuidados usuais de drenagens e proteções a erosão superficial.

### **Câmara de Carga**

Ao final do canal de adução será implantada a câmara de carga, estrutura em concreto convencional, com fundações sobre rocha sã, dotada de uma comporta deslizante de serviço e grades, com o objetivo de controlar o fluxo para as unidades geradoras.

**Condutos forçados**

Após a câmara de carga, serão instalados os condutos forçados, inicialmente único com diâmetro de 3,50 m, comprimento de 100,00 m e após bifurcando-se em dois condutos com diâmetro de 2,50 m imediatamente antes da entrada na casa de força. Estão previstas válvulas borboleta no final dos dois condutos.

**Desvio do Rio**

O desvio do rio, para a construção da barragem, foi previsto em duas fases. Foi dimensionado para ocorrência de cheia de pico com período de recorrência de 10 anos, vazão de 355,00 m<sup>3</sup>/s.

Na primeira etapa duas ensecadeiras serão implantadas nas margens direita e esquerda, possibilitando os trabalhos de concretagem das adufas de desvio, barragem (margem direita e esquerda) e vertedouro (parcial).

Na segunda etapa do desvio serão retiradas as ensecadeiras de primeira fase e será, complementando a etapa de desvio, será implantada uma ensecadeira em “U” na margem esquerda abraçando a parte final do vertedouro construído no leito do rio na primeira etapa, com a água passando pelas adufas com dimensões de 4,00 de largura e 4,00 m de altura. As adufas foram dimensionadas para escoar uma vazão de 355,00 m<sup>3</sup>/s, vazão com tempo de recorrência de 10 anos.

Finalmente a barragem na margem esquerda e a parte final do vertedouro serão concluídos e a ensecadeira removida. No caso da ocorrência de cheias excepcionais os danos não são significativos.

**Tomada de água**

A tomada de água do canal de adução junto a barragem, na margem esquerda, com soleira na elevação 319,20 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.

**Casa de Força**

A casa de força será do tipo convencional estanque até a elevação 317,60 m, abrigando os equipamentos acessórios e os dois conjuntos geradores, com turbinas, rotor simples do tipo Francis, eixo horizontal e potência unitária de 2,60 MW. As saídas dos tubos de sucção serão providas de comportas deslizantes.

**Canal de fuga/restituição**

O canal de fuga, escavado predominantemente em material comum, restituirá as águas turbinadas ao leito do rio.

**Linha de Transmissão**

O transporte da energia até a subestação da COPEL em Eng. Beltrão será feito por uma linha de 34,5 KV de circuito simples, conforme Parecer de Acesso anexo. A mesma será construída com estrutura de concreto pré-moldado, os cabos serão condutores de alumínio, compatíveis, perda reduzida, suportado por

isoladores para a tensão de 34,5 KV. A linha será protegida contra descargas atmosféricas por um cabo-guarda

## 2.2 - Características Gerais da área de inserção, infra-estrutura e coordenadas geográficas dos limites da área.

A região estudada situa-se na Bacia hidrográfica do rio Mourão, entre os municípios de Engenheiro Beltrão e Quinta do Sol no estado do Paraná, sobre a borda oriental do terceiro planalto paranaense, englobando a formação geológica denominada Formação Serra Geral, pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná. O substrato geológico nesta região é composto por rochas vulcânicas de idade mesozóica, juntamente com formações cenozóicas, representadas por depósitos coluvionares e aluvionares recentes.

Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-1**

Mapa de localização da área no Estado do Paraná



A Bacia sedimentar do Paraná é uma extensa bacia intracontinental que recobre vasto território no Brasil (cerca de 1.100.000 km<sup>2</sup>), estendendo-se também pelo Paraguai, Uruguai e Argentina (aproximadamente 300.000 km<sup>2</sup>), denominada Província Paraná. É constituída por uma sucessão sedimentar magmática com idades entre o Neo-Ordoviciano (465 Ma), e o Neocretáceo (65 Ma) e uma história geológica marcada por eventos cíclicos de subsidência e soergimento. Aproximadamente dois terços da Bacia na porção brasileira estão recobertos por arenitos e lavas basálticas mesozóicas e outro terço da superfície da Bacia afloram as várias seqüências sedimentares paleozóicas observáveis.

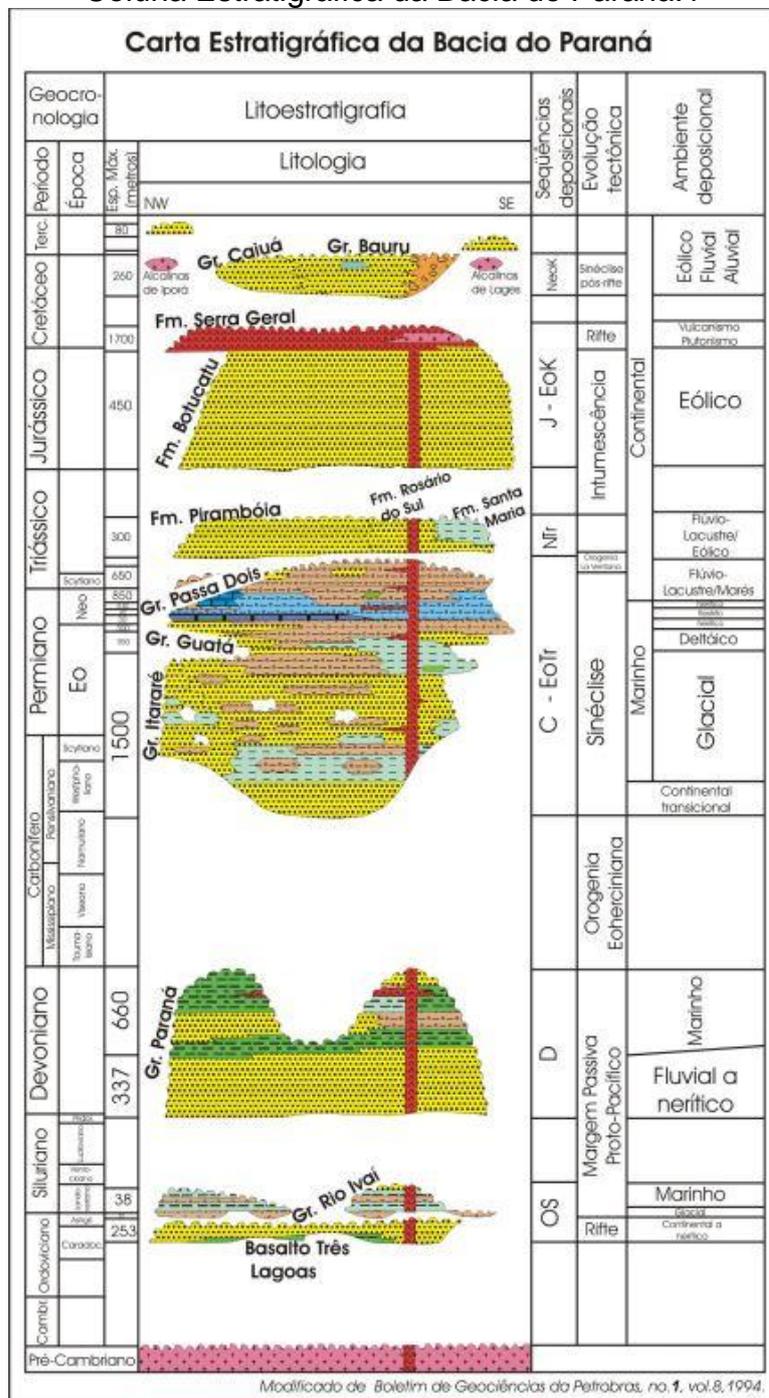
A origem da Bacia do Paraná relaciona-se, de alguma forma, ao fim do Ciclo Brasileiro (Zalán et al., 1990), durante o qual se desenvolveram as faixas móveis circundantes à bacia, até o Neo-Ordoviciano. Portanto, a estruturação herdada do embasamento foi a controladora da maior parte da evolução tectono-estratigráfica da bacia. O mapa do substrato da bacia, teorizado por Milani (1997), mostra uma das idéias sobre a estruturação do embasamento da bacia.

A Bacia do Paraná possui um formato alongado na direção NNE-SSW, tendo 1.750 km de comprimento e largura aproximada de 900 km. Na borda leste da bacia encontra-se o Arco de Ponta Grossa, um anticlinal que expressa antigas e profundas falhas, feição esta que também é associada ao soerguimento crustal resultante do rifte do Atlântico-Sul. Já o flanco oeste é delimitado pelo Arco de Assunção, uma flexura relacionada ao cinturão andino. As outras bordas da bacia delimitam áreas onde os estratos sobrepõem-se a rochas cristalinas de províncias cratônicas ou de faixas móveis do embasamento Pré-Cambriano.

A Província Paraná compreende três áreas de sedimentação independentes (Milani & Thomaz Filho, 2000), separadas por profundas discordâncias: Bacia do Paraná propriamente dita, uma área de sedimentação que primitivamente se abria para o oceano Panthalassa a oeste (Milani & Ramos, 1998), a Bacia Serra Geral, compreendendo os arenitos eólicos da Formação Botucatu e os derrames basálticos da Formação Serra Geral, e a Bacia Bauru, uma bacia intracratônica, como mostra a Figura Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-2.

Figura Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-2

Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná.1



Na Bacia do Paraná propriamente dita, do tipo MSIS (Kingston et al. 1983), são determinados quatro ciclos de subsidência, correspondentes às superseqüências: Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I e Gondwana II (Milani, 1997); a fase rifte corresponde à Superseqüência Rio Ivaí (Teixeira, 2001) e a fase sinéclise às

<sup>1</sup> Fonte: Modificado de MILANI et al, 1993.

demais superseqüências, Figura Erro! **Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.**-3.

A Superseqüência Rio Ivaí (Ordoviciano–Siluriano) é ciclo transgressivo, compreendendo as formações Alto Garças, Iapó, e Vila Maria (Milani, 1997).

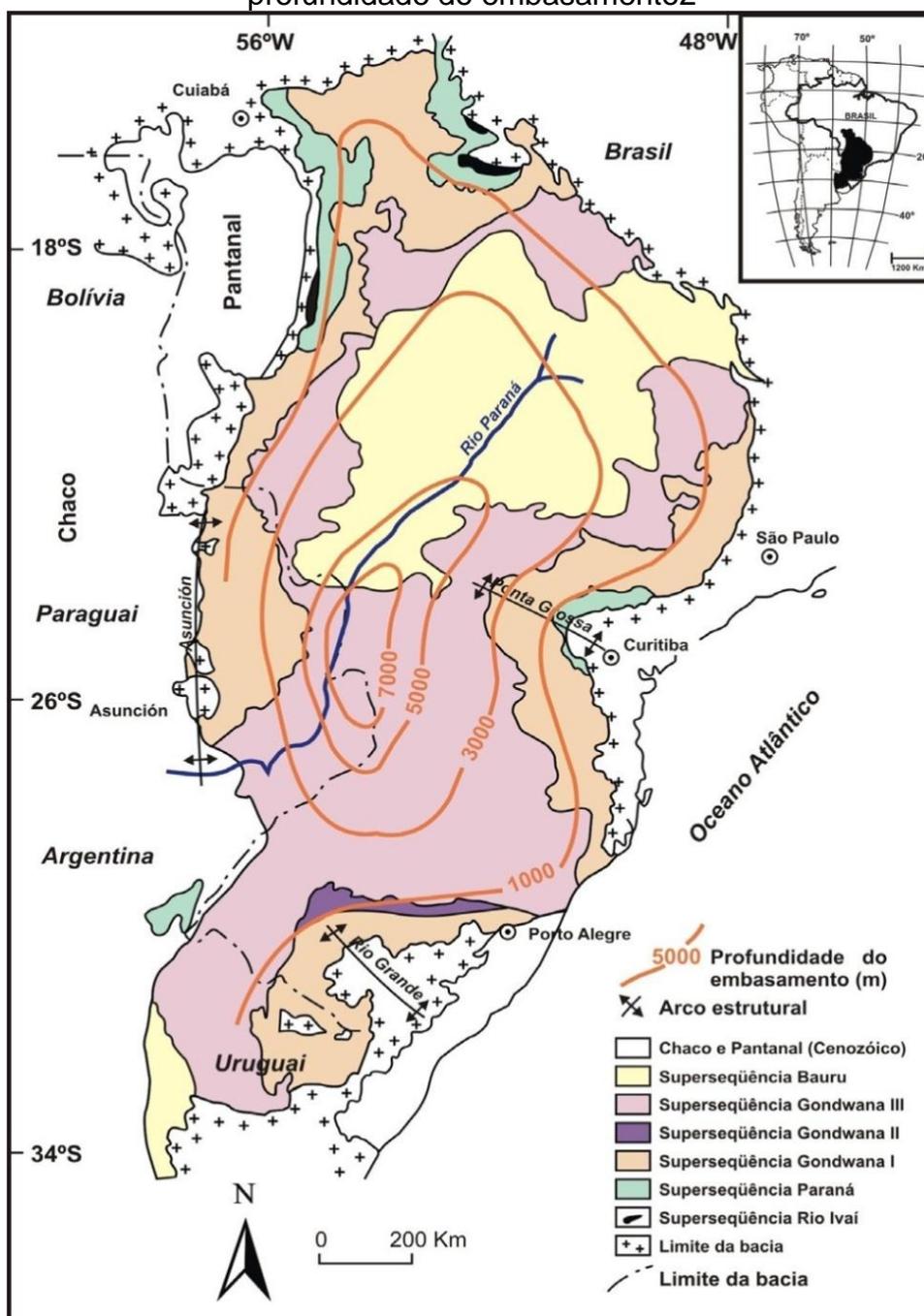
A Superseqüência que se segue, Paraná (Devoniano), constitui ciclo transgressivo-regressivo e é composta pela Formação Furnas, de deposição em ambiente fluvial e transicional (arenitos e conglomerados, com abundantes icnofósseis) e pela Formação Ponta Grossa (Milani, 1997).

A Superseqüência subsequente, Gondwana I, Carbonífera–Eotriássica, compreende as diversas formações componentes dos Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois. De acordo com a interpretação de Milani (1997), a superseqüência compreende uma parte basal transgressiva, correspondente ao Grupo Itararé e ao Grupo Guatá. O primeiro, composto pelas formações Lagoa Azul, Campo Mourão, Rio do Sul e Aquidauana, é constituído por depósitos sedimentares de origem glácio-marinha (Bizzi, L. A., Schobbenhaus et AL, C., 2003).

A Superseqüência Gondwana II (Triássico Médio a Superior), que encerra a sedimentação na Bacia do Paraná, ocorre apenas no estado do Rio Grande do Sul e no norte do Uruguai. É composta pelas rochas sedimentares do Grupo Rosário do Sul, incluindo as formações Sanga do Cabral, Santa Maria, Caturrita e Guará (Milani, 1997).

Figura **Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento.-3**

Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná, com referências geográficas e profundidade do embasamento<sup>2</sup>



Para Salamuni & Bigarella (1967) a Formação Botucatu do Grupo São Bento é o maior depósito eólico contínuo que se conhece, estendendo na Bacia do Paraná, desde Goiás em direção ao sul passando pelo Rio Grande do Sul, entrando no Uruguai, nordeste da Argentina e estendendo oeste até o Paraguai.

<sup>2</sup> Fonte: Extraído de Milani, 1997.

O extenso campo de lavas basálticas na Bacia do Paraná ocorre sob a forma de sucessões de derrames de lava que possuem uma espessura média de 650 m, podendo alcançar mais de 1.500 m no depocentro da bacia. Estas sucessões de derrames, que no Brasil são conhecidas como Formações Serra Geral, são constituídas por basaltos e andesi-basaltos toleíticos (mais de 90 %), andesitos toleíticos (cerca de 7%) e riolitos e riodacitos (cerca de 3%), sendo que as rochas ácidas se localizam junto à atual margem continental brasileira (Peate et al., 1992, Marques & Ernesto, 2004).

Além dos componentes vulcânicos, compõe a província uma rede intrincada de diques e soleiras de diabásio, os quais intrudem todos os pacotes sedimentares pré-vulcanismo da Bacia do Paraná. Em geral, a espessura dessas intrusões, concordantes à estratificação dos depósitos sedimentares, varia entre 2 m e 200 m.

Posteriormente, durante o Cretáceo Superior, já em clima semi-árido, depositaram-se sobre a seqüência dos derrames basálticos, em ambiente flúvio-lacustre, as seqüências areníticas do Grupo Bauru.

Na Bacia do Paraná a deposição durante o Permocarbonífero, foi controlada inicialmente por sucessivas fases de avanço e recuo de geleira. Os depósitos gerados e as superfícies que limitam os tratos de sistemas são influenciados pela posição da margem da geleira em relação ao local onde estava ocorrendo a sedimentação.

### **Geologia Estrutural**

A constituição geológica do terceiro planalto Paranaense é relativamente simples. Juntamente aos extensos lençóis de rochas eruptivas básicas ocorrem arenitos da Formação Botucatu que afloram nas encostas escarpa triássico-jurássica, e localizada mais ao extremo Noroeste do estado ocorre uma região aplainada pelos sedimentos arenosos da Formação Caiuá, pertencentes à Bacia Bauru.

As rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Paraná estão distribuídas em várias unidades litoestratigráficas totalizando 6.000 metros de espessura. A Bacia do Paraná é classificada como uma bacia intracratônica fanerozóica, por ter sua evolução totalmente sobre área cratônica. O termo cráton é aqui utilizado para caracterizar uma parte da crosta terrestre, desenvolvida sobre placa continental relativamente pouco deformada, em comparação às faixas onde ocorre a formação de montanhas (Rosa Filho et al, 2003). Os sítios deposicionais foram condicionados por estruturas herdadas do Ciclo Brasileiro-Pan-Africano (Milani & Thomaz Filho, 2000).

Segundo Milani & Thomaz Filho (2000), as seqüências cratônicas do Fanerozóico formaram-se desde o início do Ordoviciano até o Cretáceo, ocupando mais de 3,5 milhões de km<sup>2</sup>, distribuídos em 5 grandes bacias sedimentares: Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná no Brasil, e Chaco - Paraná na Argentina, Paraguai e Uruguai. Segundo Soares et al. (1978), uma característica peculiar

dessas bacias intracratônicas é a evolução policíclica, em longos períodos de tempo, com fases sucessivas de subsidência e acumulação de grandes seqüências deposicionais, separadas por discordâncias regionais que refletem épocas de soerguimento e erosão (Rosa Filho et al, 2003).

O registro tectono-estratigráfico conhecido evidencia a interação de fenômenos orogênicos nas bordas da placa sul-americana, com eventos epirogênicos marcados por épocas de subsidência, soerguimento e magmatismo intenso, no interior da placa. As rochas da bacia são principalmente terrígenas, constituindo unidades depositadas durante todo o Paleozóico e Mesozóico, com contribuições localizadas de rochas carbonáticas durante o Permiano (Rosa Filho et al, 2003).

No Brasil elas abrangem tanto as sinéclises paleozóicas, conforme esses autores, como as bacias mesocenozóicas e cenozóicas, em alguns casos, superpostas às sinéclises. Sua evolução consiste em uma combinação e sucessão de diversos processos de formação de bacias, que incluem: 1) extensão continental; 2) subsidência tectônica sobre grande área; e 3) ajuste isostático posterior (Klein, 1995). Em geral, estas bacias estão superpostas a riftes, têm contorno oval ou arredondado, forma de pires em seção; sua sedimentação é continental ou marinha. De acordo com o Sistema Global de Classificação de Bacias (Klein et al, 1983), podem ser dos tipos IF/IS, IS, MS e MSIS.

A Geologia Estrutural e Geotectônica da área de estudo basicamente estudou os eventos tectônicos do passado com adoção de técnicas de estereoscopia, identificando lineamentos estruturais na forma de cristas, escarpamento alinhados e orientados, encaixamento de vales fluviais com mudanças bruscas de direção e ainda nos afloramentos rochosos na forma de indicadores específicos tais como planos de fraturas, espelhos de falhas, orientação e estiramento de minerais e foliações.

Para Fernandes & Coimbra (op. cit) o vulcanismo gerador da Formação Serra Geral marcou o final da sedimentação na Bacia do Paraná, durante o Cretáceo Inferior, resultando em subsidência mecânica causada pelo peso das rochas basálticas.

Os últimos eventos tectônicos significativos foram os da ruptura Gondwânica na passagem do Triássico para o Jurássico com manifestação derradeira no Neocretáceo-Eoterciário através do soerguimento da borda oriental da Bacia (Serra do Mar) como tardia consequência da separação dos continentes.

Desde então nenhuma manifestação tectônica foi registrada em toda Bacia do Paraná, ocorrendo tão somente eventos erosivos típicos de ambientes cratonizados e estáveis. Eventos de movimentação estrutural historicamente são descartados neste tipo de terreno.

### 2.3 - Empreendimento associados e/ou similares

No Estado de Santa Catarina existem 215 empreendimentos geradores de energia elétrica, sendo 87 similares a **PCH Engenheiro Beltrão** (dados do BIG – Banco de Informações de Geração da ANEEL), conforme segue subdivisões abaixo:

O Estado de **SANTA CATARINA** possui no total **215** empreendimentos em operação, gerando **7.103.538** kW de potência.

Está prevista para os próximos anos uma adição de **1.299.025** kW na capacidade de geração do Estado, proveniente dos **20** empreendimentos atualmente em construção e mais **43** com sua Outorga assinada.

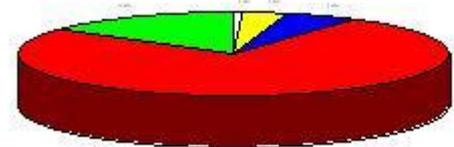
» [Fontes de energia exploradas no Estado](#)

» [Usinas e Centrais Geradoras no Estado](#)

» [Co-geração Qualificada no Estado](#)

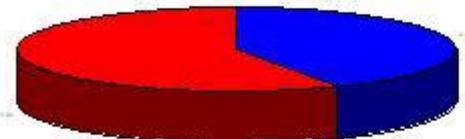
Empreendimentos em Operação			
Tipo	Quantidade	Potência (kW)	%
<a href="#">CGH</a>	87	55.239	0,78
<a href="#">EOL</a>	13	236.400	3,33
<a href="#">PCH</a>	52	383.884	5,40
<a href="#">UHE</a>	9	5.366.692	75,55
<a href="#">UTE</a>	54	1.061.323	14,94
<b>Total</b>	<b>215</b>	<b>7.103.538</b>	<b>100</b>

Potência (%)



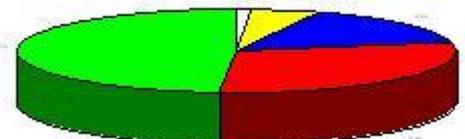
Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência (kW)	%
<a href="#">PCH</a>	19	130.847	42,38
<a href="#">UHE</a>	1	177.900	57,62
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>308.747</b>	<b>100</b>

Potência (%)



Empreendimentos Outorgados entre 1998 e 2004 (não iniciaram sua construção)			
Tipo	Quantidade	Potência (kW)	%
<a href="#">CGH</a>	18	12.800	1,29
<a href="#">EOL</a>	2	49.531	5
<a href="#">PCH</a>	16	153.605	15,51
<a href="#">UHE</a>	1	292.000	29,49
<a href="#">UTE</a>	6	482.342	48,71
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>990.278</b>	<b>100</b>

Potência (%)



#### Legenda

CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-Elétrica

EOL	Central Geradora Eolielétrica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
SOL	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UFV	Usina Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia
UTE	Usina Termelétrica de Energia
UTN	Usina Termonuclear

#### **2.4 - Descrição da metodologia aplicada nos estudos**

A metodologia utilizada e aplicada nos estudos no processo de aquisição dos terrenos e ou contratação das faixas de domínio do bem como a situação legal em que se encontram as instalações do empreendimento em questão será aplicada a época adequada para tal situação, isto é, após a obtenção da Licença Previa, porém já se iniciou um processo de pesquisa onde foi levantado todos os proprietários existentes no local com informações obtidas nos cartórios de registro de imóveis e visita em campo.

### 3. LEGISLAÇÃO APLICAVEL

A Constituição Federal de 1988 passou a considerar o Meio Ambiente como um bem tutelado juridicamente, trazendo mecanismos de proteção e controle. Com isso estabeleceu-se espaços para participação popular de forma que todos pudessem contribuir para preservação e defesa ambiental, sendo da coletividade o dever de defender o meio ambiente e colocando como direito fundamental de todos os cidadãos brasileiros a proteção ambiental. Esse enorme avanço garante ao povo brasileiro a possibilidade de discutir a melhor forma de uso do ambiente, seja ele a proteção integral dos recursos ou até mesmo o uso racional e sustentável para o bem estar humano.

Destacaremos abaixo alguns aspectos relevantes que deverão ser observados durante a execução do empreendimento **PCH Engenheiro Beltrão**.

Além da CF, outras leis marcam fortemente a política ambiental brasileira, como a Lei n.º 9.433/97 - Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, a qual criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SNGRH, esta lei reflete uma mudança valores no que tange aos usos múltiplos da água, às prioridades desses usos, ao seu valor econômico e à participação popular na sua gestão.

Destacamos ainda a Lei n.º 9.605/98 - Lei dos Crimes Ambientais, que por sua vez dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Informamos que este Relatório Ambiental Simplificado segue as diretrizes da legislação vigente, seu conteúdo e sua estrutura seguem as diretrizes gerais da Resolução 001/86 e 279/01 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Considera-se que Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) se caracterizam pela potência máxima de até 30 MW e reservatório com área igual ou inferior a 300 hectares (3 km<sup>2</sup>), conforme define a resolução n.º 394, de 4/12/1998, da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

Destacamos os termos da Resolução Conjunta SEMA/IAP n.º 09/2010, estabelece os procedimentos administrativos necessários para o licenciamento ambiental de unidades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Define ainda em seu artigo 2º, PCH - Pequena Central Hidrelétrica como sendo todo aproveitamento hidrelétrico de pequeno porte, cuja capacidade instalada seja superior a um MW e até 30 MW e cuja área do reservatório não seja maior que 3 km<sup>2</sup> (300 ha), ou assim definidas pela ANEEL, conforme Resolução n.º 652/2003. Em seu artigo 7º, confirma não haver necessidade de EIA/RIMA, tendo em vista o fato de que o empreendimento, **PCH Engenheiro Beltrão**, enquadra-se nestes termos justifica-se a opção pelo Relatório Ambiental Simplificado - RAS.

Resolução CONAMA n.º 237/97, define em seu art. 1º, inciso I, o licenciamento ambiental como o “procedimento administrativo pelo qual o órgão

ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades que utilizem recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso”.

As resoluções CONAMA n.º 06/87 e Sema n.º 031/88, definem a documentação necessário que deverá ser apresentada no pedido de Licença Prévia.

A Resolução CONAMA n.º 09/87, em seu artigo 2º, dispõe sobre a necessidade de realização de audiência pública a qual é um dos requisitos que devem ser observados no procedimento de licenciamento e deverá ser realizada sempre que se julgar necessário ou quando solicitado por entidade civil, Ministério Público ou por pelo menos 50 cidadãos, o órgão ambiental deverá promover tal audiência. A audiência pública será convocada e dirigida pelo órgão licenciador na forma da lei, da qual se lavrará ata. Devendo ser em conformidade com os artigos 2º, 3º e 4º da resolução mencionada. Em caso de haver audiência pública, a ata da audiência e seus anexos servirão de base, para análise do parecer final do órgãos licenciador. No Estado do Paraná, a Resolução SEMA n.º 031/88 estabeleceu algumas normas quanto a realização das audiências públicas.

O empreendimento **PCH Engenheiro Beltrão**, deverá ainda atender a outras disposições legais das quais citamos:

Lei Federal n.º 5.197/67 - dispõe sobre a proteção da fauna e dá outras providências, ou seja, estão sob amparo específico deste diploma legal, descrevendo a fauna silvestre como: “os animais de quaisquer espécies, em qualquer fase do seu desenvolvimento, que vivem naturalmente fora do cativeiro” bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais são propriedades do Estado.

Lei Federal n.º 7.347/85 (alterada pelas Leis 8.078/90 - Código do Consumidor passou a ação civil pública a tutelar, também, outros interesses difusos e coletivos, além das Leis n.º 8.884/94 (CADE) e n.º 9.494/97 (Tutela Antecipada), disciplinam a Ação Civil Pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências.

Resolução CONAMA n.º 010/88 - Dispõe sobre as Áreas de Proteção Ambiental – APAs.

Lei Federal n.º 7.679/88 - Dispõe sobre a proibição da pesca de espécies em períodos de reprodução e dá outras providências.

Decreto Federal n.º 97.633/89 - Dispões sobre o Conselho Nacional de Proteção à Fauna (CNPFF) e dá outras providências.

Portaria - IBAMA n.º 332/90 - Dispõe sobre a licença para coleta de material zoológico.

Como visto é de conhecimento do empreendimento a existência de exigências legais para realização do empreendimento, o qual pretende seguir todas as normas e diretrizes impostas pela legislação e demais condicionantes pertinentes ao projeto.

## 4. DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

### 4.1. Objetivos

O objetivo deste Relatório é relacionar o potencial hidrelétrico com os impactos socioambientais e a mitigação destes no Rio Mourão, na região da cachoeira Salto do Raio, distante aproximadamente 43 km da nascente do referido rio, bem como nas áreas de Influência Indiretas do empreendimento.

Objetiva ainda identificar a melhor alternativa ambiental para o aproveitamento do potencial hidrelétrico, através de avaliações e análises baseadas nos benefícios energéticos oriundos de sua implementação, nos custos de construção e operação dos empreendimentos, no uso múltiplo da água e nos efeitos sobre o meio ambiente e sociedade do entorno.

### 4.2. Justificativas

Apesar do objetivo central do projeto ser a geração de energia elétrica renovável e sem emissão de poluentes fósseis, o que por si só já justificaria a construção do empreendimento a implantação da **PCH Engenheiro Beltrão**, o empreendimento contribuirá diretamente em benefícios principalmente para região de inserção do empreendimento, dentre os quais destacamos:

#### 4.2.1. Contribuição para sustentabilidade socioambiental local

A **PCH Engenheiro Beltrão** terá como um de seus papéis fundamentais a contribuição para sustentabilidade ambiental local ao utilizar de forma disciplinada e eficiente a fonte de energia renovável com baixos níveis de impactos ambientais, além de evitar a necessidade do uso de fontes fósseis para o mesmo fim.

Pequenas Centrais Hidrelétricas, como a **PCH Engenheiro Beltrão**, não exigem a construção de grandes reservatórios e são consideradas fio-d'água, evitando os impactos de maior magnitude no solo e nos cursos d'água uma vez que haverá interferência mínima no regime fluvial a jusante, permanecendo as séries históricas de vazões iguais ou muito próximas das que sempre foram. Por ter o reservatório em local encaixado, faz com que o formato do reservatório utilizado no projeto não cause significativas perdas de terras produtivas.

O cenário traçado em sua “Linha de Base” não prevê o deslocamento da população de entorno, o que é um fator positivo, pois as pessoas residentes no entorno não sofrerão com mudanças, o que geraria mudança de hábitos e até mesmo alterações quanto as atividades desenvolvidas.

O projeto satisfaz diversas exigências da legislação ambiental e do setor elétrico, como as resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), que exigem vários procedimentos antes do estabelecimento de novos empreendimentos, como licenças, permissões, estudos ambientais etc., e em observância com estas normas, o projeto irá implantar medidas mitigatórias com a finalidade de preservar o meio ambiente e compensar os danos causados nas esferas social, econômica e ambiental.

#### **4.2.2. Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos**

Projetos como estes estão associados à utilização intensiva de mão-de-obra durante a fase de construção das usinas, onde será priorizada a contratação de trabalhadores dos municípios circunvizinhos a obra. Nesta etapa estarão envolvidas, direta e indiretamente, cerca de **400** pessoas, além de utilização de mão-de-obra durante a fase de operação e manutenção da PCH, sendo, direta e indiretamente. A **PCH Engenheiro Beltrão** operará com o auxílio de cerca de **20** funcionários, entretanto, é importante notar que tais plantas localizadas em pequenas cidades são importantes para as comunidades locais, pois acresce a criação de empregos formais e qualificados, assim como a renda, o que não aconteceria na ausência dos projetos.

Adicionalmente, a educação ambiental, como medida mitigadora estabelecida pelas compensações ambientais, auxilia para elevar o nível médio da educação local e no conhecimento inerente aos direitos sociais do cidadão.

O perfil médio do empregado da construção civil é de poucos anos de educação formal. Este perfil dificultaria a busca de emprego formal de alto nível para estes trabalhadores. Este projeto deverá oferecerá aos seus empregados todas as obrigações trabalhistas, como manda a lei.

#### **4.2.3. Contribuição para a distribuição de renda**

Num primeiro momento, a distribuição de renda viria simplesmente da criação de emprego. No entanto, uma melhor distribuição de renda na região onde se encontra o projeto também decorre do incremento dos rendimentos no município, devido ao pagamento de impostos como ICMS e outros. Da mesma forma, a população, indiretamente, se beneficiará dos impostos gerados pela venda da eletricidade. Esse saldo positivo de capital na região pode ser traduzido em investimentos na melhoria da infra-estrutura, da capacidade produtiva e da cobertura de necessidades básicas da população (educação, saúde e segurança). Se devidamente realizados pelo poder público, esses investimentos por sua vez beneficiariam a população local e indiretamente levariam também a uma melhor distribuição de renda.

#### **4.2.4. Contribuição para a capacitação e desenvolvimento tecnológico**

O Brasil tem um dos maiores potenciais hidrelétricos do mundo, e um dos maiores conteúdos hidrelétricos na matriz energética. Grandes aproveitamentos hidrelétricos são concentrados e geralmente em regiões isoladas. Pequenos aproveitamentos possuem característica de geração distribuída e são localmente desenvolvidos.

A indústria de infra-estrutura para PCH's no Brasil tem sido inovadora e segue registrando direitos e patentes. Por outro lado, os projetos não criam nova tecnologia, que já está desenvolvida e disponível.

Todavia, o projeto da **PCH Engenheiro Beltrão**, terá como objetivo o desenvolvimento de pesquisas de eficiência energética, pesquisas ambientais aplicadas e outras correlatas, visando à melhoria do empreendimento e na sua

relação com a comunidade de seu entorno e científica da região, contribuindo para desenvolvimento científico e criando subsídios para futuros empreendimentos hidrelétricos, buscando ser ambientalmente sustentável e eficiente no processo de geração elétrica.

#### **4.2.5. Contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores**

De acordo com Elliot (2000) a mudança do paradigma convencional para um novo paradigma energético, que está relacionado ao propósito do projeto da **PCH Engenheiro Beltrão**, “para um mundo que está se movendo em direção a uma abordagem sustentável para geração energética” que tem enorme influência entre outras coisas para um melhor meio ambiente, consiste naquele que usa energia renovável em vez de estoque limitado, pequena escala tecnológica em vez de grande e global e mercado liberado no lugar de monopólio. A geração descentralizada de energia contribui mais para o desenvolvimento sustentável que um centralizado. A integração regional desenvolvida através de uma rede descentralizada conectada à rede diminui a vulnerabilidade elétrica e a dependência de fontes específicas e limitadas de energia.

Portanto, a descentralização da geração promove integração e mais segurança para investimentos em uma região que passa a dispor de melhores garantias de suporte elétrico. Não é apenas a economia local que se dirige a um importante desenvolvimento durante a construção, mas também trazendo novos negócios após o período da construção, através de um aumento no suprimento de energia estável e limpa. A construção de PCH's alavanca a economia local, uma vez que a tecnologia influencia as atividades socioeconômicas nas regiões onde os projetos estão localizados.

### 4.3. Características principais do projeto

**Potencial energético do aproveitamento conforme estudos hidrológicos, queda d'água, cota do reservatório, cota do canal de fuga, altura da barragem, potência instalada (MW) e energia firme (MW médio);**

#### Resumo dos Estudos Energéticos

PCH	Cota da Barragem H barragem (m)	Cota do Reservatório NA montante (m)	Cota do canal de fulga. NA jusante (m)	Queda d'água H bruta (m)	Energia Firme (MW médios)	Potência Instalada (MW)
Eng. Beltrão	12,60	324,30	310,60	13,70	3,13	5,20

**Com base na potência instalada de geração do empreendimento, apresentar o fluxograma do processo de geração e sua eficiência, inclusive através de desenhos esquemáticos;**

#### Estudos Energéticos

##### Dados gerais

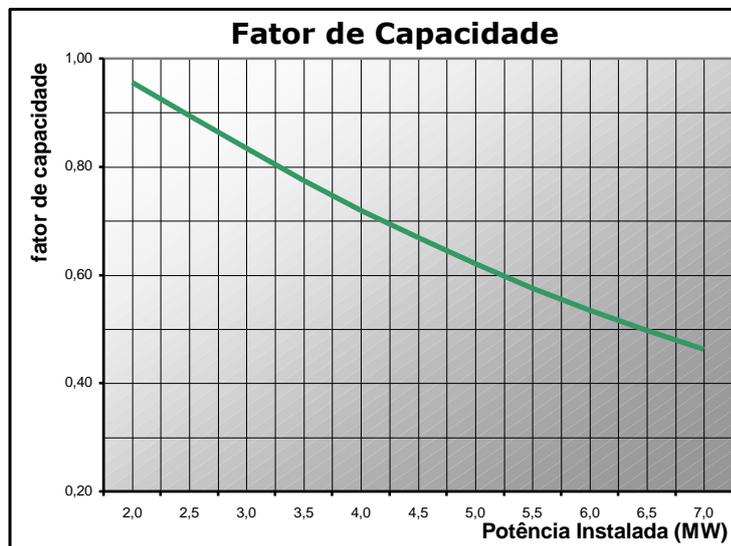
Nível de água normal de montante	324,30
Nível de água mínimo de montante	324,30
Nível de água médio de montante	324,30
Nível de água normal de jusante	310,60
Queda bruta Hb (m)	13,70
Perda hidráulica circuito adutor (%Hb)	3,0%
Queda líquida HI (m)	13,29
Fator indisponibilidade forçada	0,95
Potência Instalada (MW)	5,20
Vazão de Projeto (m <sup>3</sup> /s)	44,00
Rendimento do conjunto	0,88
Fator de Capacidade	0,60

Volume útil do reservatório nível normal (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	2,36
Vazão remanescente (m <sup>3</sup> /s)	2,27
Vazão média de longo período (m <sup>3</sup> /s)	30,00
Vazão média período crítico (m <sup>3</sup> /s)	20,47
Estimativas de regularização	m <sup>3</sup> /s
Regularização diária	0,00
Regularização mensal	0,00

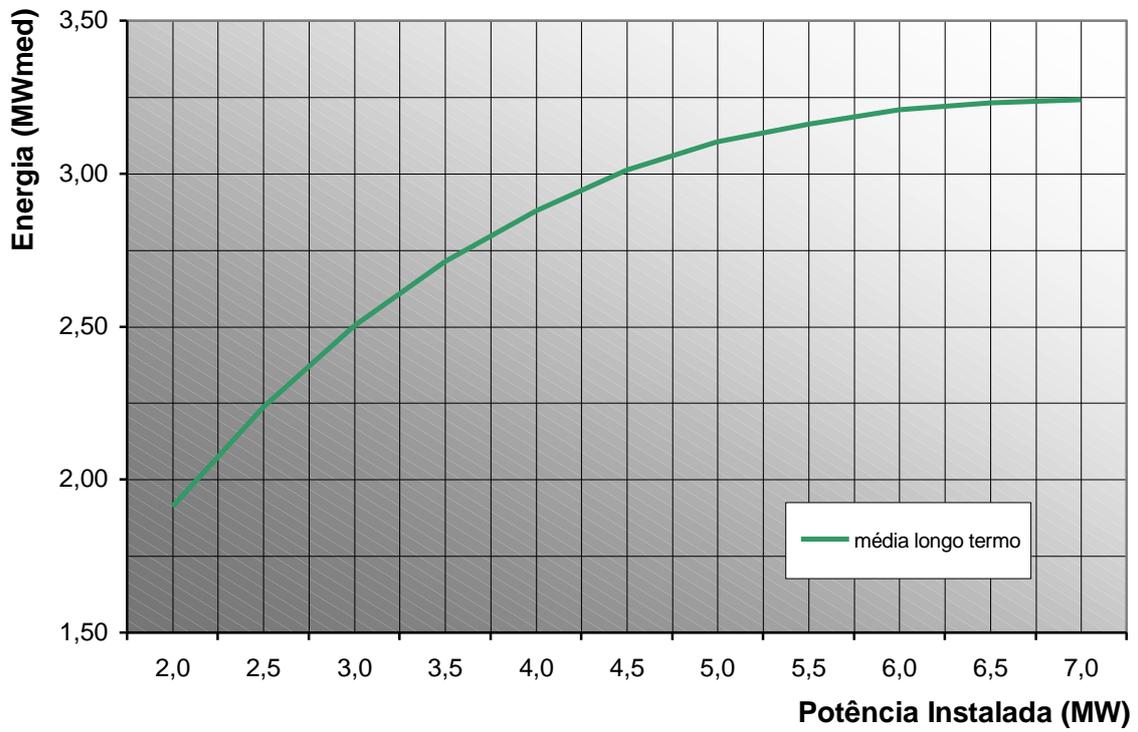
#### Quadro resumo de motorização

Potência Instalada (MW)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Energia média (Mwmed)	f.cap ml
2,0	16,94	1,91	0,96
2,5	21,18	2,24	0,89
3,0	25,41	2,50	0,83
3,5	29,65	2,71	0,78
4,0	33,88	2,88	0,72
4,5	38,12	3,01	0,67
5,0	42,35	3,10	0,62
5,5	46,59	3,16	0,57
6,0	50,82	3,21	0,53
6,5	55,06	3,23	0,50
7,0	59,29	3,24	0,46

#### Fator de Capacidade



### Estimativa de Geração



Área e volume do reservatório, bem como os níveis (máximo e mínimo) de operação da geração. Apresentar também área a ser inundada destacando a área da calha do rio e as demais áreas afetadas e Tempo de residência da água no reservatório;

<b>CARACTERÍSTICA DO RESERVATÓRIO</b>					
<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>			CRISTA DA BARRAGEM:	<b>327,60</b>	m
VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO:	<b>65</b>	anos	ALTURA DA BARRAGEM:	<b>12,60</b>	m
PERÍMETRO:	<b>21,19</b>	km	<b>VOLUMES</b>		
COMPRIMENTO:	<b>20.927,31</b>	m	No NA MÁX. NORMAL: (324,30)	<b>3,02</b>	x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
PROFUNDIDADE MÉDIA:	<b>10</b>	m	No NA MÍN. NORMAL: (322,00)	<b>0,66</b>	x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
PROFUNDIDADE MÁXIMA:	<b>15</b>	m	ÚTIL:	<b>2,36</b>	x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
TEMPO DE FORMAÇÃO:	<b>30</b>	dias	<b>ÁREAS (INCLUÍDO CALHA DO RIO)</b>		
TEMPO DE RESIDÊNCIA:	<b>15</b>	dias	NA MÁX. NORMAL:	<b>1,29</b>	km <sup>2</sup>
<b>NÍVEIS DE MONTANTE</b>			NA MÁX. MAXIMORUM:	<b>2,37</b>	km <sup>2</sup>
NA MÁX. NORMAL:	<b>324,30</b>	m	NA MÍN. NORMAL:	<b>0,51</b>	km <sup>2</sup>
NA MÁX. MAXIMORUM:	<b>326,60</b>	m	<b>VIDA ÚTIL</b>		
NA MÍN. NORMAL:	<b>322,00</b>	m	VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. MAX. OPERATIVO):	<b>65</b>	anos
<b>NÍVEIS DE JUSANTE</b>			VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO (VOL. ÚTIL):	<b>60</b>	anos
NA NORMAL de JUSANTE:	<b>310,60</b>	m	VAZÃO SÓLIDA AFLUENTE	<b>103.786</b>	t / ano
NA MÁX. de JUSANTE:	<b>313,60</b>	m	CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE SEDIMENTOS	<b>0,7983538</b>	mg / l
NA MÍN. de JUSANTE:	<b>309,00</b>	m	PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS	<b>0,02</b>	t / km <sup>2</sup> .ano

**Vazões (máxima e mínima) necessárias para geração de energia e vazão sanitária;**

VAZÃO NOMINAL UNITÁRIA:	<b>22,00</b>	m <sup>3</sup> /s
VAZÃO MÁXIMA TURBINADA:	<b>44,00</b>	m <sup>3</sup> /s
VAZÃO MÍNIMA TURBINADA:	<b>6,66</b>	m <sup>3</sup> /s
VAZÃO REMANESCENTE:	<b>CRITÉRIO: Q7,10</b>	7,64
VAZÃO DE USOS CONSUNTIVOS:	<b>2,27</b>	m <sup>3</sup> /s

**Descrição da infra-estrutura necessária para implantação e operação do empreendimento (vias de acesso, pontes, abastecimento de água e eletricidade, saneamento, etc).**

Para a implantação do empreendimento será necessária construção de uma infra-estrutura complexa como a melhoria das estradas existentes com a execução de base e sub-base para o tráfego de equipamentos pesados, como também a instalação de um canteiro de obra onde deverá ser abastecido de água captada do próprio rio Mourão. Energia elétrica será instalada provisoriamente, conectada na rede de distribuição da COPEL para abastecimento do canteiro de obras e um sistema de tratamento de esgoto será construído para que a água e esgoto a serem devolvidos ao rio sejam totalmente tratados.

**Descrição, quando for o caso, da construção de alojamentos para operários nas fases construção e operação do empreendimento;**

No canteiro de obras, será instalado alojamentos com capacidade de alojar aproximadamente 150 funcionários, que terão área de lazer, área comum de descanso (sala de televisão) e quartos adequados para a estada.

**Alternativas tecnológicas, vantagens e desvantagens em relação ao projeto, indicação da tecnologia adotada e respectiva justificativa;**

Por se tratar de um empreendimento cuja tecnologia está super avançada, será utilizada a tecnologia atual para a construção e implantação do empreendimento. Uma tecnologia que será muito interessante que será utilizada será o monitoramento a distância, via internet com a base de web, pois com isso teremos condição de analisar e até mesmo operacionalizar a usina de onde os operadores se encontrarem.

### **Descrição da tecnologia empregada para geração de energia, construção da barragem e estruturas anexas (tomada d'água, casa de força, canal de fuga, vertedouro, etc);**

Em relação às obras civis, descrevemos abaixo como serão executadas e quais tecnologias (características de cada fase) serão adotadas:

**O arranjo da PCH Engenheiro Beltrão** objetivou aproveitar um desnível natural da ordem de 13,70 m, entre as elevações 324,30 e 310,60 m, ao longo de 43 km do rio Mourão.

Consiste de uma soleira posicionada transversalmente ao eixo do rio, desviando as águas para o sistema de adução implantado na margem esquerda, inicialmente a baixa pressão, através de um túnel, depois canal, e na sequência após a câmara de carga sob pressão, com os condutos forçados e sistema de geração.

O nível de água máximo normal do reservatório a fio de água, está na elevação 324,30 m e o nível normal de jusante na elevação 310,60 m. A queda bruta considerada, incluindo o barramento, é de 13,70 m. O reservatório deverá ser dotado de dispositivo para desassoreamento.

As condições de fundação para as estruturas definitivas de concreto do aproveitamento mostraram-se favoráveis.

As atividades de desvio do rio previstas para implantação da soleira em concreto no leito do rio, não merecem atenção especial pois poderão ser executadas em épocas de menores vazões e os danos são incipientes no caso de cheias excepcionais.

#### **Barragem/Vertedouro**

A barragem em concreto convencional prevista é praticamente só uma soleira de concreto, com cerca de 460,00 metros de extensão. Os abraços laterais tem na margem direita 120,00 m e na esquerda 140,00 m.

Na parte central está o vertedouro, com ogiva em perfil Creager, concha defletora e sem controle, com 150,00 m de extensão e soleira na elevação 324,30 m. Foi dimensionado para uma vazão de 1203,00 m<sup>3</sup>/s, carga máxima de 2,10 m, correspondente à cheia de pico com período de recorrência de 10.000 anos.

#### **Desvio do Rio**

O desvio do rio, para a construção da barragem, foi previsto em duas fases. Foi dimensionado para ocorrência de cheia de pico com período de recorrência de 10 anos, vazão de 355,00 m<sup>3</sup>/s. Na primeira etapa duas ensecadeiras serão implantadas nas margens direita e esquerda, possibilitando os trabalhos de concretagem das adufas de desvio, barragem (margem direita e esquerda) e vertedouro (parcial). Na segunda etapa do desvio serão retiradas as ensecadeiras de primeira fase e será, complementando a etapa de desvio, será implantada uma ensecadeira em "U" na margem esquerda abraçando a parte final do vertedouro

construído no leito do rio na primeira etapa, com a água passando pelas adufas com dimensões de 4,00 de largura e 4,00 m de altura. As adufas foram dimensionadas para escoar uma vazão de 355,00 m<sup>3</sup>/s, vazão com tempo de recorrência de 10 anos. Finalmente a barragem na margem esquerda e a parte final do vertedouro serão concluídos e a ensecadeira removida. No caso da ocorrência de cheias excepcionais os danos não são significativos.

### **Sistema de Adução**

O sistema de adução inicia com a tomada de água do canal de adução junto a barragem, na margem esquerda, com soleira na elevação 319,20 m, que 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 870 metros de extensão, seção trapezoidal, com base de 6,50 m, altura de 4,00 m, e paredes na inclinação 1,0 V / 0,5 H. O traçado do canal prevê a não necessidade de tratamentos especiais durante e após as escavações a não ser os cuidados usuais de drenagens e proteções a erosão superficial. Ao final do canal será implantada a câmara de carga, estrutura em concreto convencional, com fundações sobre rocha sã, dotada de uma comporta deslizante de serviço e grades, com o objetivo de controlar o fluxo para as unidades geradoras. A partir daí iniciam-se os condutos forçados, inicialmente único com diâmetro de 3,50 m, comprimento de 100,00 m e após bifurcando-se em dois condutos com diâmetro de 2,50 m imediatamente antes da entrada na casa de força. Estão previstas válvulas borboleta no final dos dois condutos.

### **Casa de Força/Canal de Fuga/Linha de Transmissão**

A casa de força será do tipo convencional estanque até a elevação 317,60 m, abrigando os equipamentos acessórios e os dois conjuntos geradores, com turbinas, rotor simples do tipo Francis, eixo horizontal e potência unitária de 2,60 MW. As saídas dos tubos de sucção serão providas de comportas deslizantes.

O canal de fuga, escavado predominantemente em material comum, restituirá as águas turbinadas ao leito do rio.

Nas análises realizadas, considerando a execução das obras descritas para a conexão na SE Engenheiro Beltrão, foi simulada a injeção de 5,2 MW de potência nos patamares de carga pesada e carga leve considerando fator de potência unitário na geração (FP = 1,00). A conexão da PCH nesta configuração não apresenta problemas técnicos críticos para a operação do sistema elétrico.

### **Turbinas**

Tipo: Rotor do tipo Francis, eixo horizontal  
Vazão unitária turbinada: 22,00 m<sup>3</sup>/s - máxima  
Potência nominal unitária: 2,60 MW  
Número de unidades: 2  
Rendimento médio: 0,92

**Geradores**

Número de unidades: 2

Potência unitária nominal: 3,0 MVA

Fator de potência: 0,90

Rendimento médio: 0,97

**Subestação e Transformador Elevador**

A subestação de manobra, na tensão de 34,5 kV, é do tipo convencional. A subestação fica localizada na margem esquerda do Rio Mourão. A subestação é constituída por dois vãos, sendo um de entrada para o transformador elevador e outro para a saída da linha de transmissão que interligará a PCH até a subestação Engenheiro Beltrão.

**Indicar quanto da possibilidade da expansão da geração ou repotenciação;**

Por se tratar de um Rio com muito tempo de monitoramento e por se tratar de um projeto muito enxuto, todas as possibilidades de exploração máxima desse aproveitamento foram levadas em conta para a análise e elaboração do projeto básico, obtendo o melhor aproveitamento ótimo do local, não havendo então possibilidade de fazer uma repotenciação.

**Descrição das fases de planejamento, implantação, operação e desativação;**

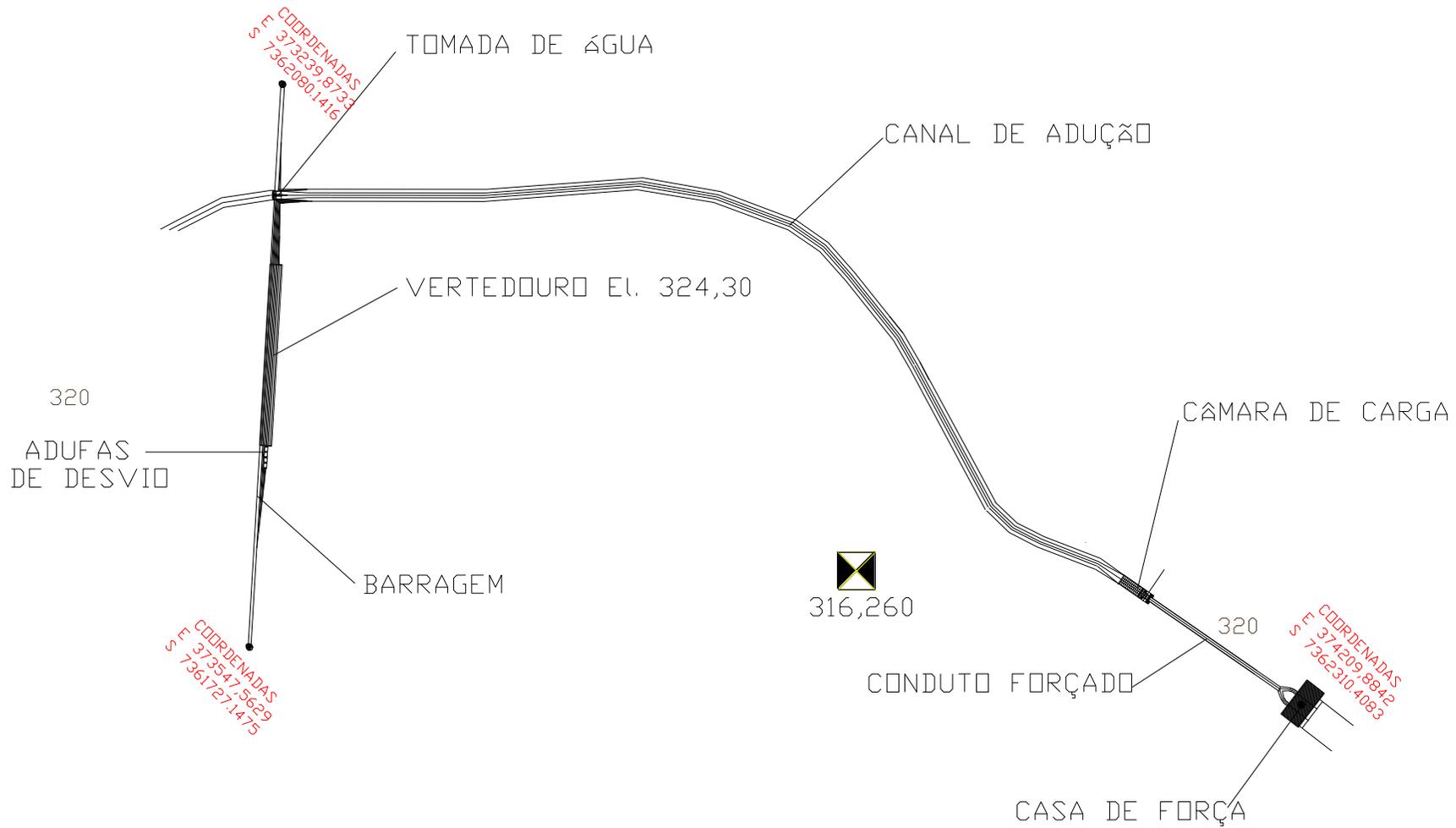
Planejamento: Esta fase está em pleno desenvolvimento. Com o aceite da ANEEL sobre o projeto básico apresentado e após a obtenção da Licença Prévia, iniciaremos a fase de desenvolvimento do projeto executivo. Após o término do projeto executivo será iniciado o planejamento para obtenção do financiamento para a implantação do empreendimento. Após a obtenção da Licença de Instalação e a liberação do financiamento serão iniciados os planejamentos de contratação para execução da obra onde serão iniciadas as escavação em cinco frentes de serviço que são, barragem, adufo de desvio, canal, câmara de carga e casa de força. Após o termino das escavações iniciará a fase de concretagem das estruturas, que será acompanhada com as montagens eletromecânicas. Após o término das montagens eletromecânicas, iniciará o enchimento do rio e início da operação a qual está sendo considerado o prazo de 30 anos prorrogável por mais 30 anos. Após o termino da Outorga de exploração, a usina será passada para a União que definirá o que será feita com o empreendimento.

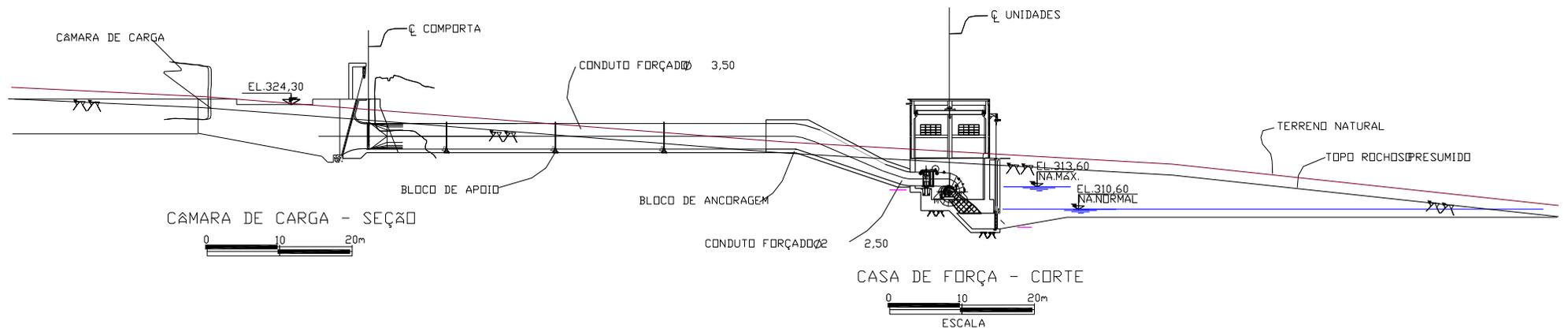
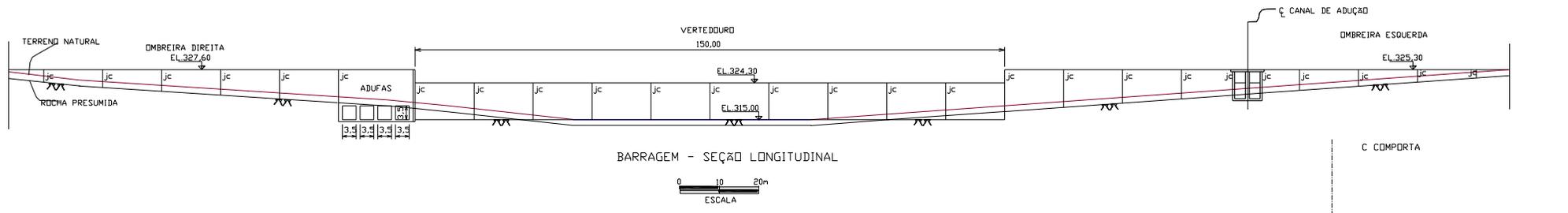
**Apresentar forma de captação e disposição final das águas pluviais oriundas das edificações e áreas impermeabilizadas;**

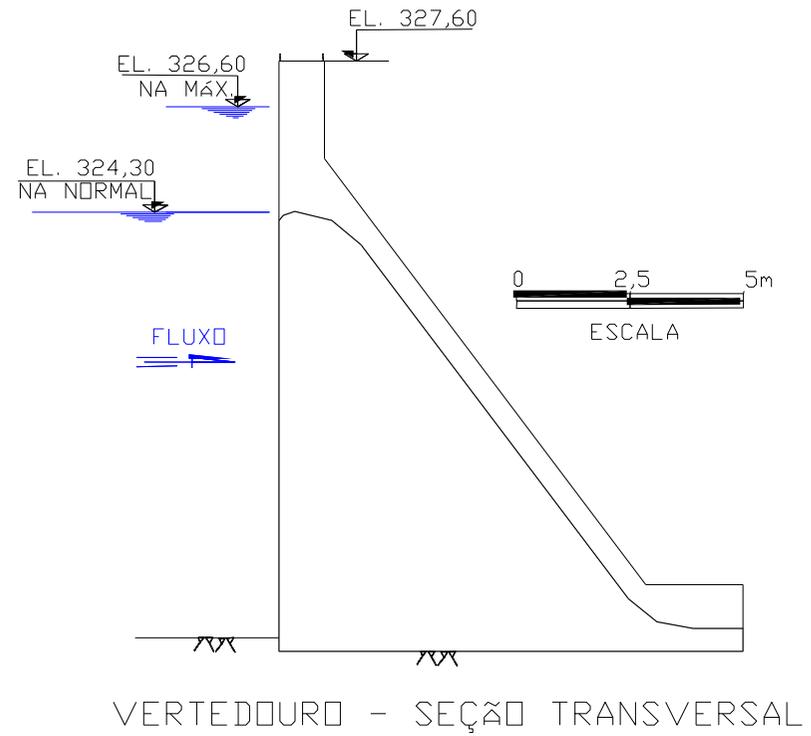
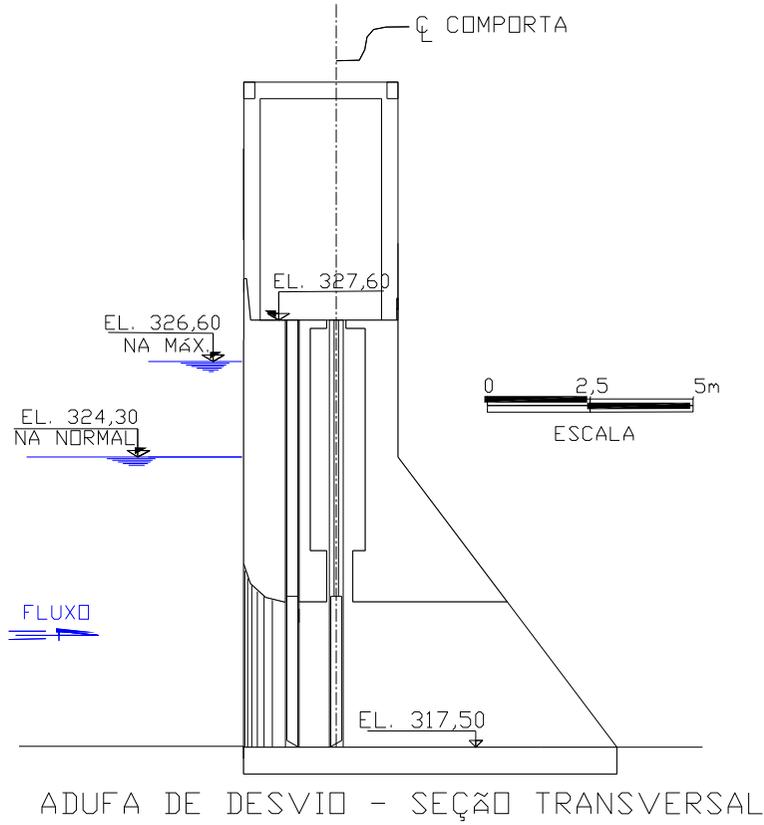
As águas pluviais serão captadas e lançadas a montante da casa de força via sistema de bombeamento.

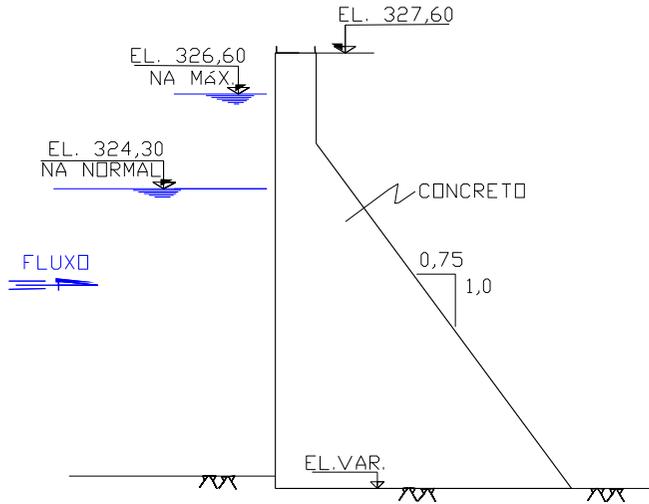
Nas áreas necessárias a serem impermeabilizadas serão utilizadas mantas asfálticas somadas com aditivos lançados no concreto a época da construção.

Layout completo do empreendimento, cortes e desenhos explicativos;

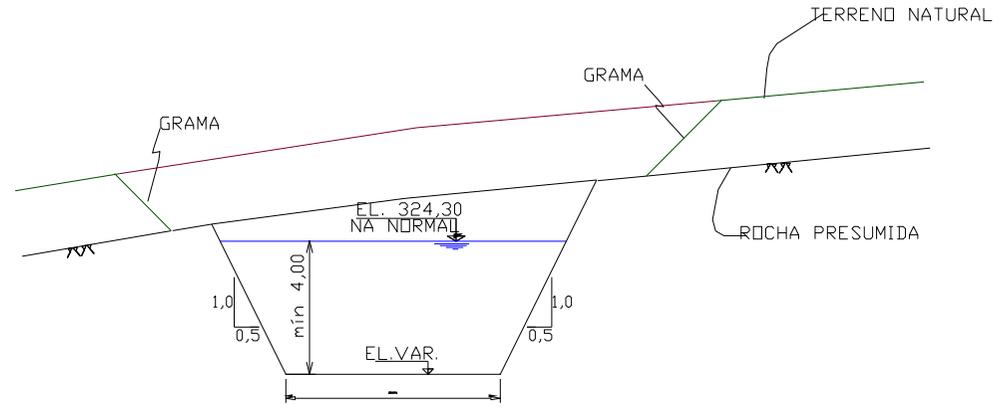








BARRAGEM - SEÇÃO TRANSVERSAL



CANAL - CORTE TÍPICO



**Localização da subestação do empreendimento, nível de tensão de acesso e nível de tensão de geração;**

A subestação de manobra da PCH Engenheiro Beltrão, na tensão de 34,5 kV, é do tipo convencional. A subestação fica localizada na margem esquerda do Rio Mourão. A subestação é constituída por dois vãos, sendo um de entrada para o transformador elevador e outro para a saída da linha de transmissão que interligará a PCH até a subestação Engenheiro Beltrão.

A rede de acesso, integração da usina ao Sistema de Transmissão, foi levantado junto à Companhia Paranaense de Energia - Copel a informação disponível dos pontos de distribuição de sua rede de 34,5 kV para conexão da PCH Engenheiro Beltrão. Sendo que para maior confiabilidade e segurança para interligação foi à subestação da cidade de Engenheiro Beltrão.

No Sistema de Proteção e Medição de Faturamento, todos os relés de proteção das unidades, transformador elevador e linhas de transmissão terão tecnologia digital, sendo apropriados para interface com o sistema de controle e supervisão da PCH. O Sistema de Medição e Faturamento – SMF atenderá as especificações técnicas da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE e do Operador Nacional do Sistema - ONS.

**Localização das subestações mais próximas, nível de tensão de acesso e rede para acesso;**

Conforme Informação de Acesso número IAC102/2010, emitido pela COPEL, teremos as alternativas abaixo para elaboração do projeto executivo:

Na SE Engenheiro Beltrão foi recomendado pela COPEL:

- \_ Saída 34,5 kV, própria para Geração de Energia, na barra não regulada.
- \_ Instalação de 3 transformadores de potencial monofásicos ligados em estrela aterrada na barra 34,5 kV.
- \_ Implantação de sistema tipo “Deadline” (linha morta), através da instalação de 3 relés auxiliares e 3 transformadores de potencial monofásicos ligados em estrela aterrada no lado jusante do religador do circuito PCH.

Na Subestação de Santos Dumont foi recomendada a instalação de:

- \_ Substituição de religador (circuito 34,5 kV Eng. Beltrão) por equipamento com controle microprocessado.
- \_ Implantação de sistema tipo “Deadline” (linha morta), através da instalação de 3 relés auxiliares e 3 transformadores de potencial monofásicos ligados em estrela aterrada.
- \_ Instalação de sistema de teleproteção por meio de comunicação confiável (fibra ótica, rádio UHF ou canal similar) e demais equipamentos para efetuar a função de transferência de disparo “Transfer Trip” entre a SE Santos Dumont e a SE Eng. Beltrão.

Na SE PCH Engenheiro Beltrão foi recomendado pela COPEL:

- \_ Implantação de função de desbalanço de corrente (46).
- \_ Implantação de função direcional de corrente (32).
- \_ Implantação de função de sobrecorrente com restrição de tensão (51V).
- \_ Implantação de função de desbalanço de tensão (60).
- \_ Implantação de função salto de vetor (78) – anti-ilhamento- com ajustes parametrizáveis.

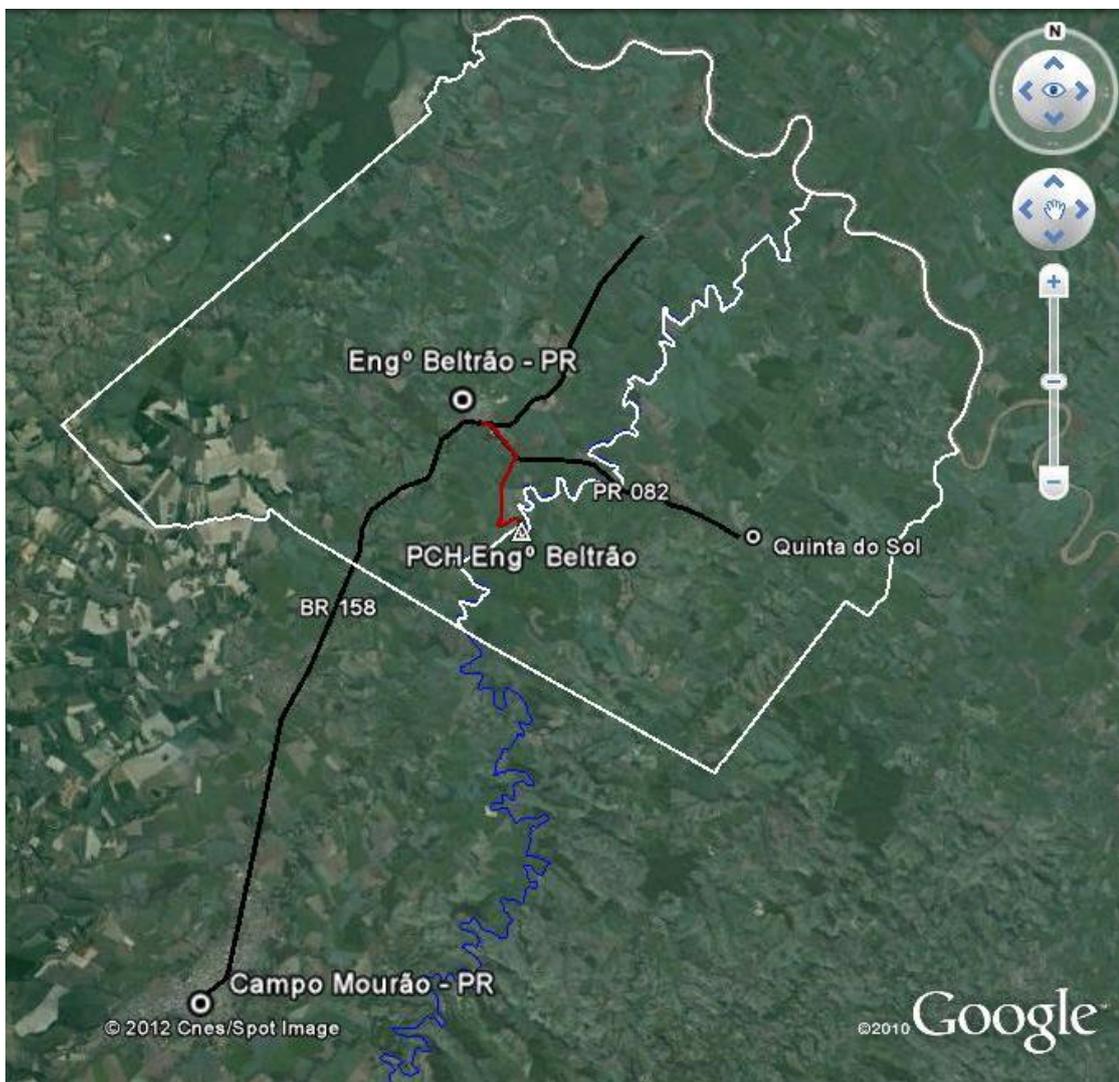
**Cronograma simplificado de implantação do empreendimento;**

<b>Início da obras</b>	<b>janeiro/2013</b>	<b>Início da montagem subestação</b>	<b>fevereiro/2013</b>
<b>Desvio do rio 1ª fase</b>	<b>março/2013</b>	<b>Enchimento do reservatório</b>	<b>abril/2014</b>
<b>Desvio do rio 2ª fase</b>	<b>agosto/2013</b>	<b>Início do comissionamento UG1</b>	<b>abril/2014</b>
<b>Início da montagem eletromecânica</b>	<b>setembro/2013</b>	<b>Início da operação comercial UG1</b>	<b>maio/2014</b>
<b>Início da construção da barragem</b>	<b>dezembro/2013</b>	<b>Início do comissionamento UG2</b>	<b>maio/2014</b>
		<b>Início da operação comercial UG2</b>	<b>junho/2014</b>

#### 4.4. Localização e Acessos

A bacia do rio Mourão está situada em sua totalidade na parte noroeste do estado do Paraná. A cidade próxima, de maior porte, e potencial fornecedora da infra-estrutura que eventualmente não estiver disponível nas cidades próximas dos locais inventariados é Campo Mourão, a qual está situada a cerca 450 km de Curitiba e a cerca de 30 km do empreendimento.

O acesso a área da PCH Engenheiro Beltrão pode ser feito a partir de Campo Mourão, percorrendo 31 km pela rodovia BR 158 até a cidade de Engenheiro Beltrão, de onde segue-se pela rodovia PR 082, sentido Quinta do Sol, por 2 km onde deve-se virar a direita em estrada vicinal por aproximadamente 5 km até se chegar ao local do empreendimento sob as coordenadas 23°50'56.33"S e 52°14'39.89"W (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui de acesso ao local do empreendimento PCH Engenheiro Beltrão (Linha preta entre Campo Mourão e Francisco Beltrão - rodovia BR 158 – Linha preta saída para Quinta do Sol – rodovia PR 082 – Linha vermelha para PCH Engº Beltrão – estrada vicinal; linha azul Rio Mourão, Linha Branca limites municipais)

## 5. IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE INFLUENCIA DO EMPREENDIMENTO

### 5.1. Área Diretamente Afetada (ADA)

Compreende as áreas a serem utilizadas para a construção da barragem, do sistema de geração e das estradas de acesso, e àquelas necessárias à instalação do canteiro de obras, disposição de bota-fora e exploração de jazidas de materiais de construção (figura 3). Compreende basicamente a área localizada entre a Barragem e a Casa de Força.



Figura 3. Imagem de Satélite da Área Diretamente Afetada (ADA).

### 5.2. Área de Influencia Direta (AID)

Corresponde àquela a ser ocupada pelo reservatório em seu nível normal (Cota 324 m), e Área de Preservação Permanente (APP), correspondente à faixa de 50 m marginais ao futuro reservatório, a qual está incluída na AID em virtude de sofrer restrições de uso. Este trecho, no caso em questão, equivale à região acima da elevação 324 (Máx. normal).

Especificamente no que diz respeito aos ecossistemas aquáticos, a AID corresponde ao trecho do rio entre o remanso do futuro reservatório e o ponto de restituição das vazões da casa de força. Isto porque toda a dinâmica do rio ficará alterada neste trecho, principalmente devido à transformação de um sistema antes lótico para um lântico, na área do reservatório.

Os levantamentos topográficos realizados para o projeto da PCH demonstram que a área territorial afetada pelo reservatório serão as seguintes:

**a) Margem Direita:** serão afetadas os espaços de duas propriedades rurais, em uma área total de 246,675 hectares, onde 88,89 hectares diz respeito a área a ser alagada e o restante 167,859 hectares corresponde área de APP do futuro reservatório;

**b) Margem Esquerda:** Serão atingidos um total de 194,46 hectares de seis propriedades rurais, dos quais 75,52 hectares destinados ao reservatório e 188,93 hectares destinados a área de APP (figura 4).

Logo, a relação entre áreas de reservatório e potencial energético do empreendimento é satisfatório, sendo a relação de 0,21 km<sup>2</sup> por MW de energia gerada. Considerando ainda que a área alagada total será de 164,41 hectares (1,64 km<sup>2</sup>) e a área de APP será de 356,78 hectares, destacamos que esta área de APP a ser implementada é certamente maior do que a área florestal existente atualmente na área de inserção do empreendimento, havendo portanto um ganho na cobertura florestal da região.

Outro fator relevante é que não haverá necessidade de remanejamento de moradores, uma vez que mesmo atingindo oito propriedades ainda restará área agricultável aos moradores continuarem a desenvolver suas atividades agropecuárias normalmente.

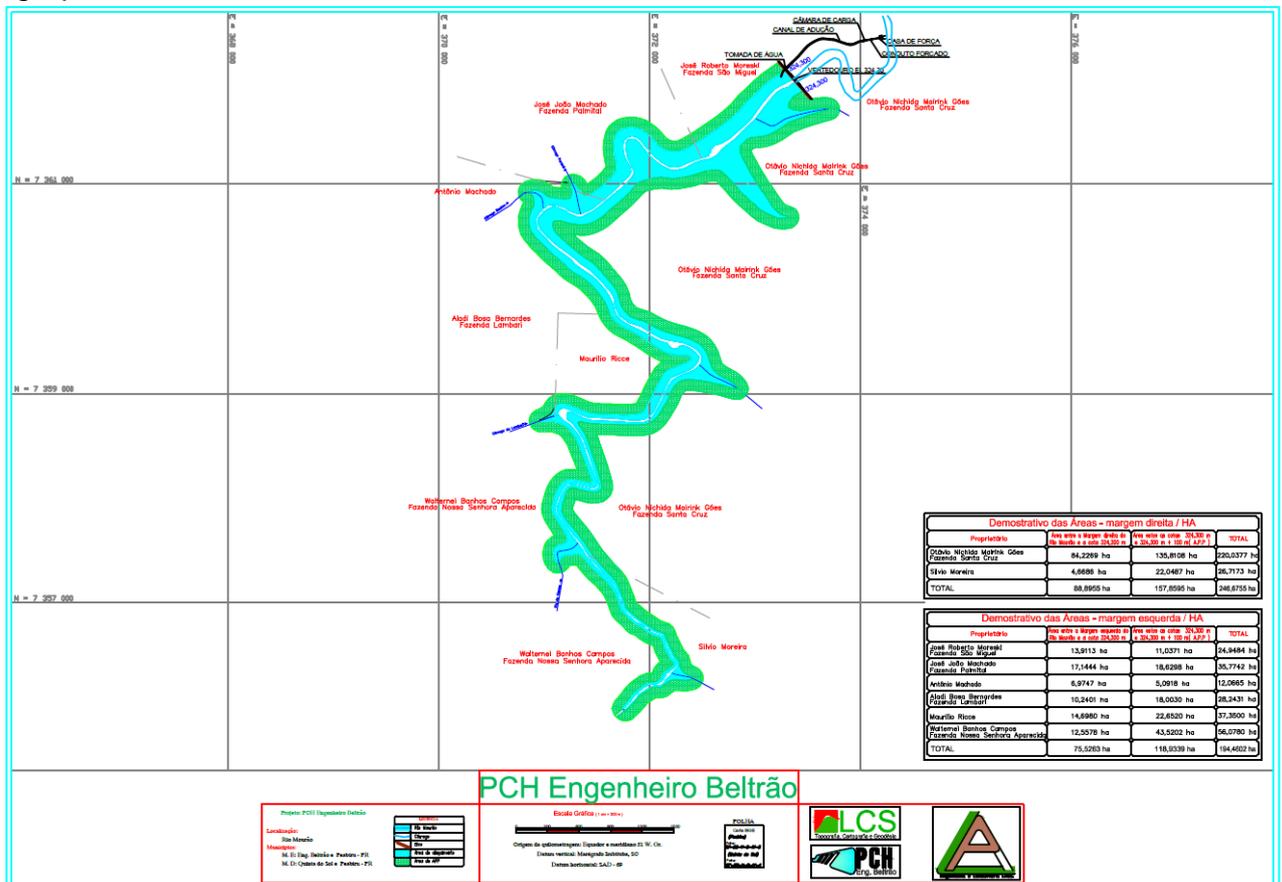
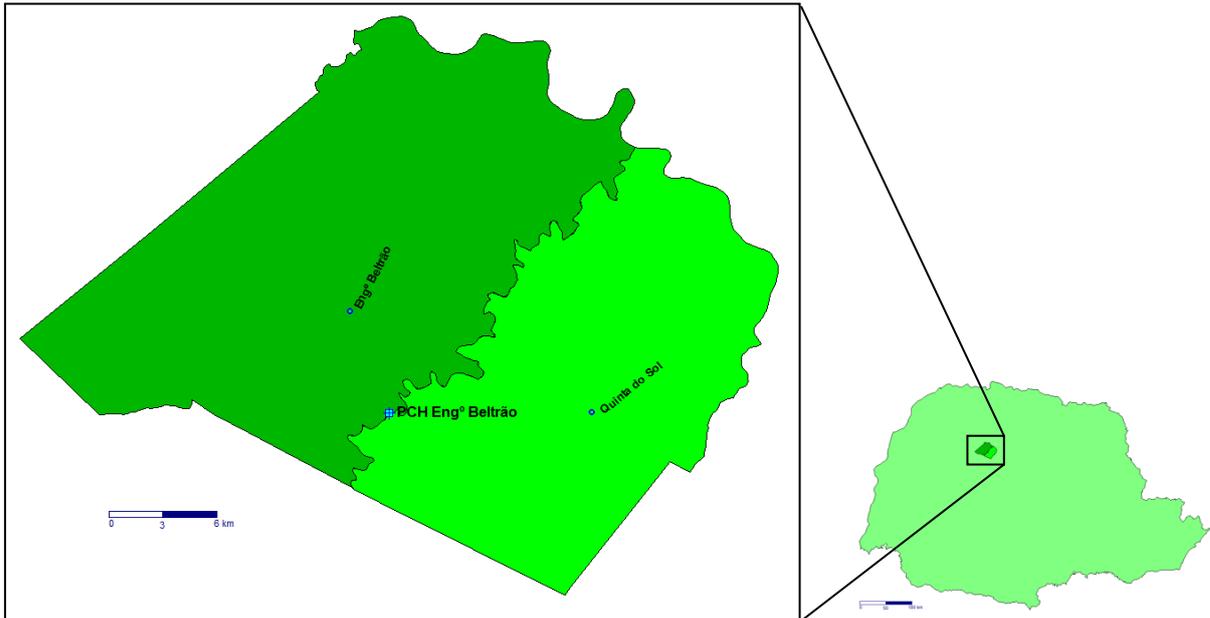


Figura 4. Área de Influência Direta e Diretamente Afetada, ilustrando propriedades limítrofes ao empreendimento.

### 5.3. Área de Influência Indireta (AII)

Foram definidos como Área de Influência Indireta os Municípios de Engenheiro Beltrão e Quintas do Sol, pelo fato de os mesmos terem uma mínima porção de sua área rural atingida pelo empreendimento, além de estarem situados nas proximidades do futuro canteiro de obras do empreendimento (Figura 05).



**Figura 5.** Área de Influência Indireta, destacando limites políticos e localização dos municípios de Quinta do Sol e Eng<sup>o</sup> Beltrão e da PCH Eng<sup>o</sup> Beltrão.

## **6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUENCIA**

A bacia do rio Mourão direciona-se do sentido sudoeste – nordeste do estado do Paraná, determinando uma série de aspectos ambientais decorrentes da variação climática observada. Muito embora a região apresentasse grande diversidade biológica, resultante do contato entre áreas de Floresta Ombrófila Mista (Mata de Araucária) e a Floresta Estacional Semi-decídua (caracterizada por períodos secos), típica da região Neotropical em que se encontra inserida, a ocupação desordenada do solo basicamente extinguiu estas tipologias florestais originais. Reduzidas a poucos remanescentes descaracterizados, de pequenas dimensões e extremamente segmentados, essas áreas florestais bem pouco pode oferecer em termos de abrigo a fauna ou mesmo garantir sua perpetuação enquanto espécies florestais geneticamente evoluídas. Conseqüentemente, a fauna que escapou a ação da caça indiscriminada, desapareceu junto com as florestas pela perda de seu habitat ou a redução da capacidade de suporte destes.

Os poucos remanescentes da cobertura florestal original, na bacia do rio Mourão vem apresentando crescentes níveis de degradação ambiental, quer seja pela prática de uma agricultura ainda descomprometida com ações adequadas de conservação de solos, quer pelo uso intensivo de agrotóxicos, e outras ações geradoras de degradação como por exemplo a implementação de monoculturas.

A recuperação das matas ciliares e a proteção de importantes remanescentes são uma necessidade básica na bacia, somente possível com a efetiva agregação de valor econômico aos usos atualmente observados, através do desenvolvimento de práticas alternativas que incorporem valor e qualidade ao ambiente local. Os aproveitamentos hidrelétricos podem ser uma destas alternativas, pois exige qualidade ambiental para a sua perenidade e esta qualidade depende de ações do empreendimento junto aos moradores de entorno, os quais precisam contribuir para a qualidade ambiental da região e conseqüentemente do empreendimento.

O rio Mourão percorre ao longo de seus cerca de 150,00 Km ambientes bastante diversificados em sua composição física e, conseqüentemente botânica e faunística. Suas nascentes estão localizadas na Serra do Cantu, sua área de drenagem total é de aproximadamente 1.790 km<sup>2</sup>. O rio integra a bacia do rio Ivaí, que, por sua vez, integra a bacia do rio Paraná. Seu curso superior é pouco acidentado, até o ponto onde se localiza o salto São João, a partir deste salto o rio possui vários saltos e corredeiras, descendo cerca de 300 m em 120 km, esta forma que o rio se apresenta determina uma bacia relativamente estreita quando comparada a sua extensão, a qual podemos chamar de comportamento encaixado (figura 06).



**Figura 06** - Rio Mourão na região do empreendimento ilustrando comportamento encaixado. (S 23° 55' 48,98" e W 52° 14' 16,18")

A região da bacia do rio Mourão teve sua ocupação no final do século 19 e início do século 20, a partir dos Campos Gerais, através dos caboclos da região e levas sucessivas de migrantes europeus de diferentes origens, os quais vinham atraídos pela terra roxa e pela extração da madeira, em especial o Pinheiro do Paraná, esta atividade por muitos anos ajudou o País a alavancar suas exportações trazendo divisas ao Brasil. Foi durante o chamado ciclo da madeira que surgiu, por exemplo, a cidade de Campo Mourão. Por outro lado, a extração da madeira de forma desordenada e a agricultura também provocou desmatamento, que modificou e transformou a paisagem da região.

A seguir veremos as características desta região, dentro de cada meio de estudo, Físico, Biótico e Antrópico, e as particularidades de cada um destes meios.

**6.1. Meio Físico**

**6.1.1. Geologia da Bacia Hidrográfica**

Os registros litológicos da área em estudo foram identificados em função da análise de mapas geológicos regionais publicados pela MINEROPAR (2006), artigos científicos, mapeamento geológico superficial realizado através de caminhamentos em todo o sítio da PCH Engenheiro Beltrão, estudando afloramentos e sondagens rotativas.

A metodologia utilizada para a descrição geológica local baseou-se em ferramentas de escritório, mapeamento de campo e prospecção geológica direta.

Através das pesquisas de campo (mapeamentos e sondagens rotativas) (figura 7) realizadas ao longo do rio Mourão, e avaliação detalhada no mapa geológico regional do estado do Paraná (1:650.000, MINEROPAR, 2006), foi possível caracterizar a geologia local no tocante à litologias, geotecnia, estabilidade das encostas, feições topográficas e estruturais ali encontradas.

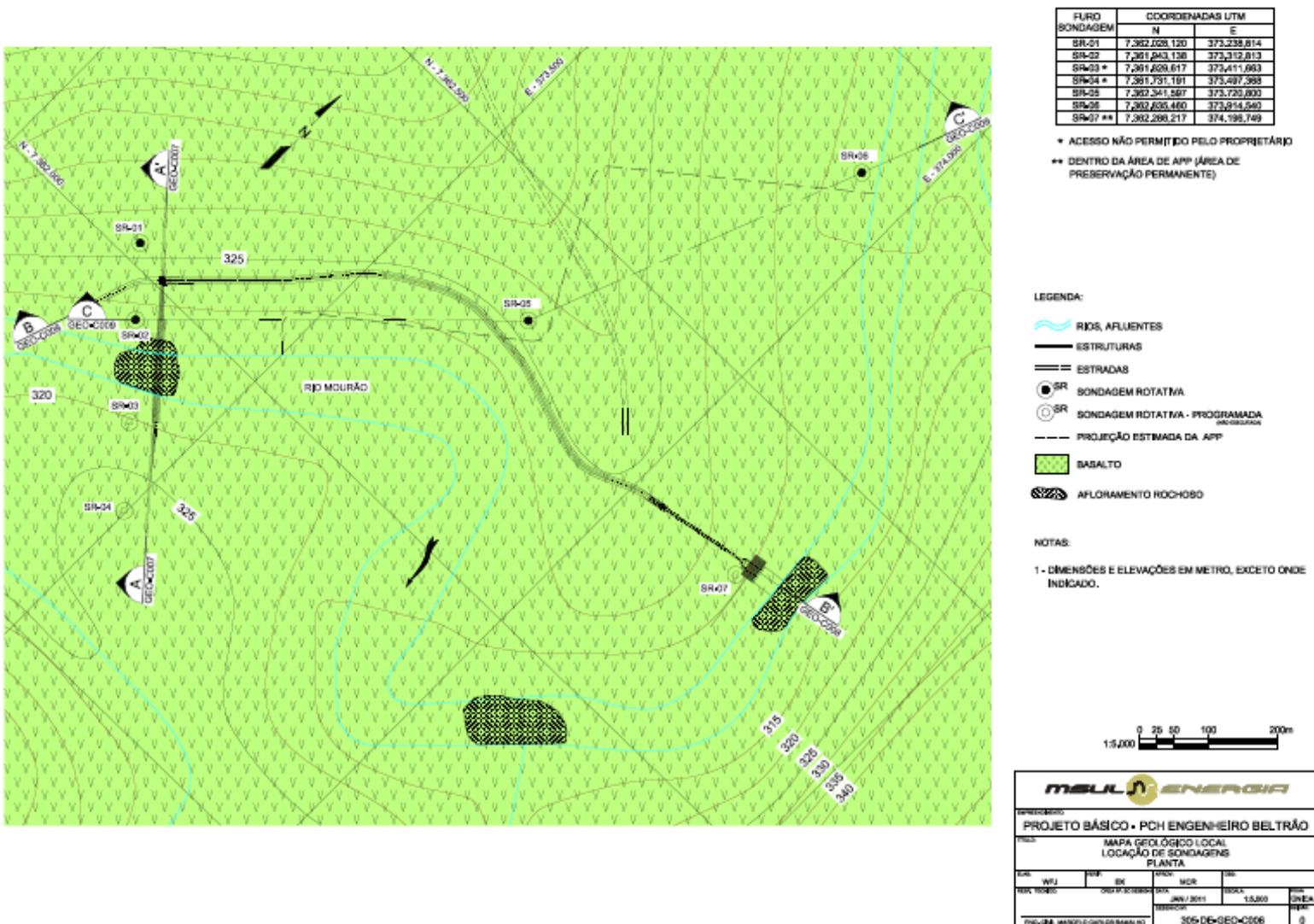


Figura 7. Mapeamento geológico local com reconhecimento de afloramentos.



idades entre o Neo-Ordoviciano (465 M.a.), e o Neocretáceo (65 M.a.) e uma história geológica marcada por eventos cíclicos de subsidência e soerguimento.

A origem da Bacia do Paraná relaciona-se, de alguma forma, ao fim do Ciclo Brasileiro (Zalán *et al.*, 1990), durante o qual se desenvolveram as faixas móveis circundantes à bacia, até o Neo-Ordoviciano. Portanto, a estruturação herdada do embasamento foi a controladora da maior parte da evolução tectono-estratigráfica da bacia.

A Bacia do Paraná possui um formato alongado na direção NNE-SSW, tendo 1.750 km de comprimento e largura aproximada de 900 km. Na borda leste da bacia encontra-se o Arco de Ponta Grossa, um anticlinal que expressa antigas e profundas falhas, feição esta que também é associada ao soerguimento crustal resultante do rifte do Atlântico-Sul. Já o flanco oeste é delimitado pelo Arco de Assunção, uma flexura relacionada ao cinturão andino. As outras bordas da bacia delimitam áreas onde os estratos sobrepõem-se a rochas cristalinas de províncias cratônicas ou de faixas móveis do embasamento Pré-Cambriano.

A Província Paraná compreende três áreas de sedimentação independentes (Milani & Thomaz Filho, 2000), separadas por profundas discordâncias: Bacia do Paraná propriamente dita, uma área de sedimentação que primitivamente se abria para o oceano Panthalassa a oeste (Milani & Ramos, 1998), a Bacia Serra Geral, compreendendo os arenitos eólicos da Formação Botucatu e os derrames basálticos da Formação Serra Geral, e a Bacia Bauru, uma bacia intracratônica.

Na Bacia do Paraná propriamente dita, do tipo MSIS (Kingston *et al.* 1983), são determinados quatro ciclos de subsidência, correspondentes às superseqüências: Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I e Gondwana II (Milani, 1997); a fase rifte corresponde à Superseqüência Rio Ivaí (Teixeira, 2001) e a fase sinéclise às demais superseqüências (Figura 7).

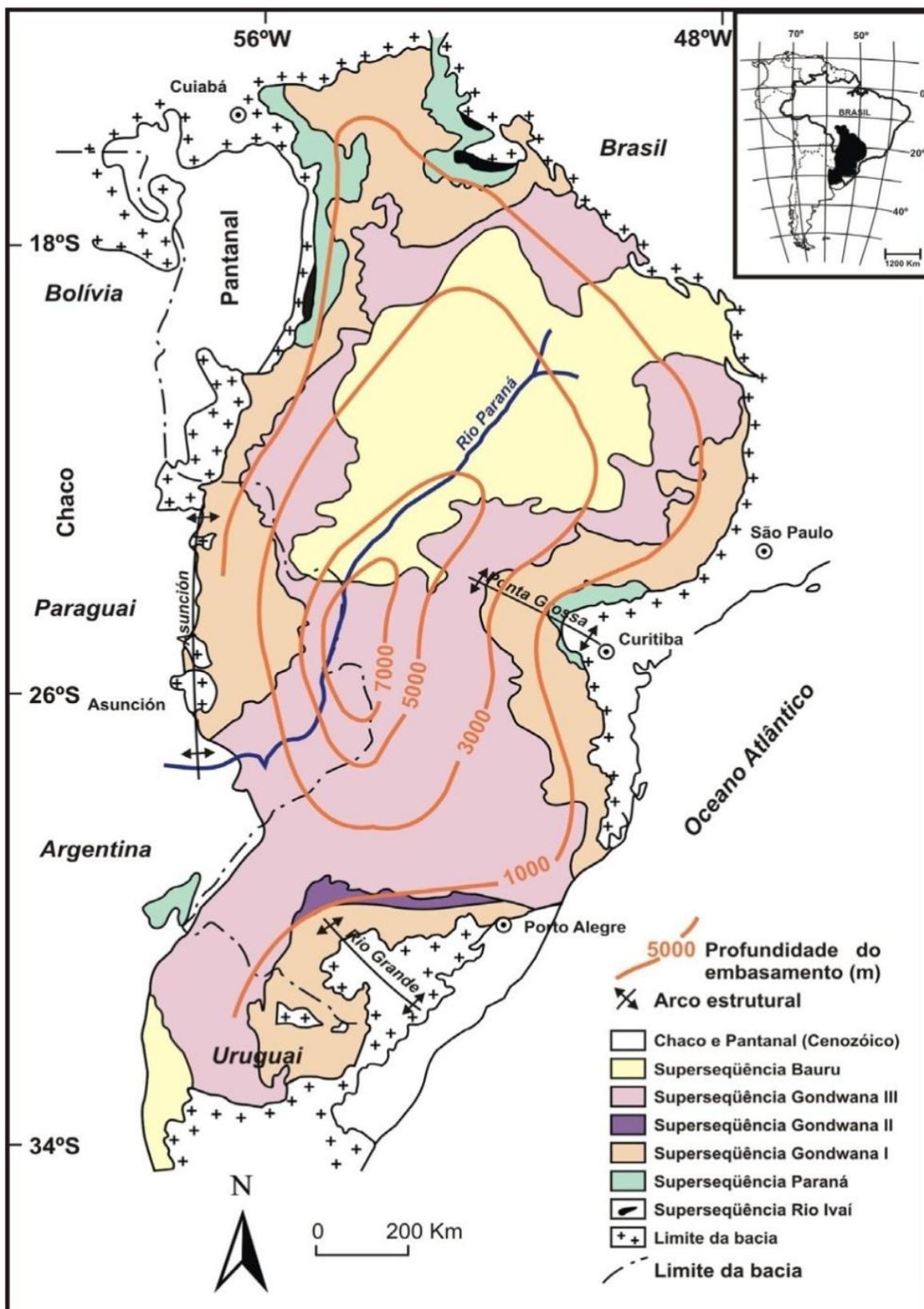


Figura 9. Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná, com referências geográficas e profundidade do embasamento.

A Superseqüência Rio Ivaí (Ordoviciano–Siluriano) é ciclo transgressivo, compreendendo as formações Alto Garças, Iapó, e Vila Maria (Milani, 1997).

A Superseqüência que se segue, Paraná (Devoniano), constitui ciclo transgressivo-regressivo e é composta pela Formação Furnas, de deposição em ambiente fluvial e transicional (arenitos e conglomerados, com abundantes icnofósseis) e pela Formação Ponta Grossa (Milani, 1997).

A Superseqüência subsequente, Gondwana I, Carbonífera–Eotriássica, compreende as diversas formações componentes dos Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois. De acordo com a interpretação de Milani (1997), a superseqüência compreende uma parte basal transgressiva, correspondente ao Grupo Itararé e ao Grupo Guatá. O primeiro, composto pelas formações Lagoa Azul, Campo Mourão, Rio do Sul e Aquidauana, é constituído por depósitos sedimentares de origem glácio-marinha (Bizzi, L. A., Schobbenhaus et al., 2003).

A Superseqüência Gondwana II (Triássico Médio a Superior), que encerra a sedimentação na Bacia do Paraná, ocorre apenas no estado do Rio Grande do Sul e no norte do Uruguai. É composta pelas rochas sedimentares do Grupo Rosário do Sul, incluindo as formações Sanga do Cabral, Santa Maria, Caturrita e Guará (Milani, 1997).

Para Salamuni & Bigarella (1967) a Formação Botucatu do Grupo São Bento é o maior depósito eólico contínuo que se conhece, estendendo na Bacia do Paraná, desde Goiás em direção ao sul passando pelo Rio Grande do Sul, entrando no Uruguai, nordeste da Argentina e estendendo oeste até o Paraguai.

O extenso campo de lavas basálticas na Bacia do Paraná ocorre sob a forma de sucessões de derrames de lava que possuem uma espessura média de 650 m, podendo alcançar mais de 1.500 m no depocentro da bacia. Estas sucessões de derrames, que no Brasil são conhecidas como Formações Serra Geral, são constituídas por basaltos e andesi-basaltos toleíticos (mais de 90 %), andesitos toleíticos (cerca de 7%) e riolitos e riodacitos (cerca de 3%), sendo que as rochas ácidas se localizam junto à atual margem continental brasileira (Peate *et al.*, 1992, Marques & Ernesto, 2004).

Além dos componentes vulcânicos, compõe a província uma rede intrincada de diques e soleiras de diabásio, os quais intrudem todos os pacotes sedimentares pré-vulcanismo da Bacia do Paraná. Em geral, a espessura dessas intrusões, concordantes à estratificação dos depósitos sedimentares, varia entre 2 m e 200 m.

Posteriormente, durante o Cretáceo Superior, já em clima semi-árido, depositaram-se sobre a seqüência dos derrames basálticos, em ambiente flúvio-lacustre, as seqüências areníticas do Grupo Bauru.

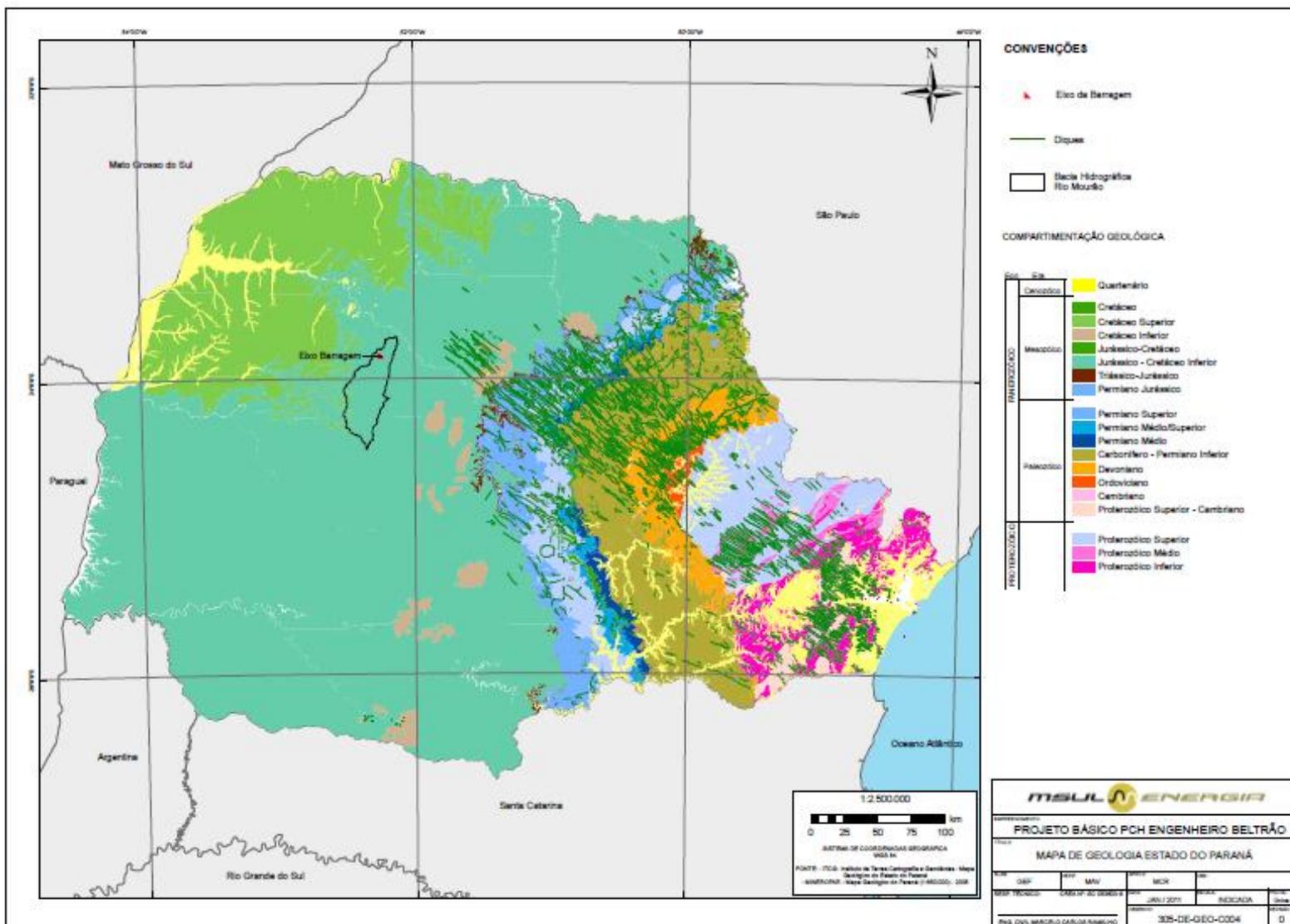
Na Bacia do Paraná a deposição durante o Permocarbonífero, foi controlada inicialmente por sucessivas fases de avanço e recuo de geleira. Os depósitos gerados e as superfícies que limitam os tratos de sistemas são

influenciados pela posição da margem da geleira em relação ao local onde estava ocorrendo a sedimentação.

#### 6.1.1.1. Unidades Geológicas Reconhecidas

O rio Mourão está inserido na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, na porção limítrofe entre o centro e o noroeste do Estado, dentro do Terceiro Planalto paranaense e localmente denominado planalto de Campo Mourão, que representa a porção média do planalto basáltico entre os rios Ivaí e Piquiri (Figura 10).

A região de inserção do empreendimento PCH Engenheiro Beltrão, é caracterizado geologicamente por derrames de lavas básicas da Formação **Serra Geral** (Grupo São Bento – Bacia do Paraná) com arenitos da **Formação Botucatu** que ocorrem entre os derrames, estes arenitos estariam na porção inferior do Grupo São Bento, ambas as litologias são de idade Mesozóica.



**Figura 10.** Geologia do estado do PR, ilustrando localização da bacia do Rio Mourão e local do empreendimento.

- **Depósitos Aluvionares- Quaternário:** São depósitos recentes do Holoceno, onde aluviões contemporâneos aparecem recobrimdo planícies de inundação marginais aos rios, constituídos de material argilo-silto-arenoso, argiloso e/ou arenoso, dependendo da situação em um sistema meandrante. São aluviões em terraços (desde alguns metros até desníveis superiores a uma dezena de metros) em relação ao leito atual das drenagens. Também são encontrados sedimentos inconsolidados ou parcialmente consolidados (TQt), com estruturas sedimentares representadas por acamamentos alternados de siltitos e arenitos friáveis laminados e lavados. Nos rios principais, geralmente são recobertos por aluviões recentes ou colúvio, nos limites com terras altas.
- **Formação Serra Geral - Grupo São Bento:** A Formação Serra Geral é composta por rochas ígneas vulcânicas, representadas por basaltos toleíticos e andesitos basálticos, ocorrendo quantidades subordinadas de riolitos e riodacitos (Milani, 1997). Diabásios intrusivos ocorrem em toda a seção sedimentar da Bacia, na forma de soleiras e diques, são também correlacionados à Formação Serra Geral.

Na área da PCH Engenheiro Beltrão a Formação Serra Geral esta representada por rochas basálticas básicas, recobrimdo quase que a totalidade do Município de Engenheiro Beltrão, e toda a área do município de Quinta do Sol.

O extenso campo de lavas basálticas na Bacia do Paraná ocorre sob a forma de sucessões de derrames de lava que possuem uma espessura média de 650 m, podendo alcançar mais de 1.500 m no depocentro da bacia e corresponde à quinta seqüência da evolução da Bacia. Esta sucessão de derrames, que no Brasil são conhecidas como Formação Serra Geral, é constituída por basaltos e andesitobasaltos toleíticos (mais de 90 %), andesitos toleíticos (cerca de 7%) e riolitos e riodacitos (cerca de 3%), (Peate *et al.*, 1992; Marques & Ernesto, 2004).

Um derrame de rocha basáltica pode atingir 30 a 40 metros de espessura e compõem-se de três partes principais: base, central e topo. A base constitui a zona vítrea e vesicular, que se altera facilmente. A parte central é a mais espessa e formada por basalto maciço, porém recortado por numerosas juntas (ou fraturas) verticais a horizontais. O topo de um derrame típico apresenta os famosos “olhos de sapo”, pois ao se resfriarem, os gases concentram-se na superfície, formando bolhas nas porções superiores dos derrames, que são posteriormente preenchidas (amígdalas) ou não (vesículas), (MINEROPAR, 2002).

#### **6.1.1.2. Características Estruturais**

O local previsto para o eixo proposto (Figura 11) foi investigado através da técnica de zoom. Parte-se da análise das estruturas regionais em grande escala até nível de detalhe, com a prospecção direta através dos furos de sondagens rotativas, com recuperação de testemunho e ensaios de perda d'água.



**Figura 11.** Local proposto para eixo do barramento. S 23° 50' 54,65" e W 52° 14' 38,31"

Esta análise nos mostra a existência dos lineamentos estruturais que ocorrem na região, **não sendo observadas estruturas significativas de risco estrutural a estabilidade dos arranjos propostos**. Já no mapeamento tanto de detalhe da área quanto no mapeamento regional os lineamentos mais importantes da região possuem orientação preferencial Noroeste, comumente tendo formado linhas de fraqueza para a intrusão dos diques. As estruturas citadas são denominadas lineamento de Cândido de Abreu e Lineamento do Rio Alonzo.

#### **6.1.1.3. Caracterização Geotécnica da área**

Para a execução dos estudos, foi realizado mapeamento geológico, geomorfológico e pedológico, bem como investigações “*in situ*”, através do método de sondagem rotativa com ensaios de perda d’água sob pressões variáveis, suficientemente adequados para investigar o terreno e devidamente acurados

podendo definir desta forma o modelo geomecânico dominante na região das estruturas da **PCH Engenheiro Beltrão**.

Os resultados obtidos das investigações diretas realizadas no local das estruturas, nas sondagens rotativas, os ensaios de perda d'água apresentam baixa permeabilidade associada ao basalto denso. Todas as Sondagens Rotativas obtiveram testemunhos de Basalto, da Formação Serra Geral.

#### **6.1.1.4. Contexto Hidrogeológico Regional**

Dentre as unidades aquíferas existentes no Estado do Paraná o aquífero denominado Serra Geral corresponde aos basaltos e derivados da Formação Serra Geral. A Formação Serra Geral (WHITE, 1906), refere-se à província magmática relacionada aos derrames e intrusivas da Bacia do Paraná, abrangendo toda a região centro-sul do Brasil e estendendo-se ao longo das fronteiras do Paraguai, Uruguai e Argentina.

Os derrames basálticos da formação Serra Geral têm porosidade e permeabilidade primárias desprezíveis e constituem aquífero Heterogêneo e anisotrópico.

Em função das características geomorfológicas e hidrogeológicas, o aquífero serra geral pode ser subdividido em serra geral sul e serra geral norte. O serra geral sul, corresponde à área da bacia do rio Iguaçu, no terceiro planalto, e o serra geral norte, nas áreas onde ocorrem as demais bacias do terceiro planalto, incluindo as bacias do Ivaí, Piquiri, Paraná, Pirapó, Tibagi, Cinzas e Paranapanema, é neste último que se pretende instalar o empreendimento PCH Engenheiro Beltrão (Figura 12).

Segundo dados da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA (2005), o Aquífero Serra Geral é o aquífero com maior número de poços outorgados no Estado do Paraná, aproximadamente 5.900 poços.

Para melhor entender o comportamento da água subterrânea, é preciso conhecer a estrutura típica dos derrames de basalto, que condiciona a migração e o armazenamento da água no subsolo da região. O potencial aquífero dos basaltos depende da densidade de fraturas e vesículas, atingindo o valor máximo quando ambas as feições se associam no mesmo local, aonde as vazões chegam à ordem de 200 m<sup>3</sup>/h (MINEROPAR, 2002).

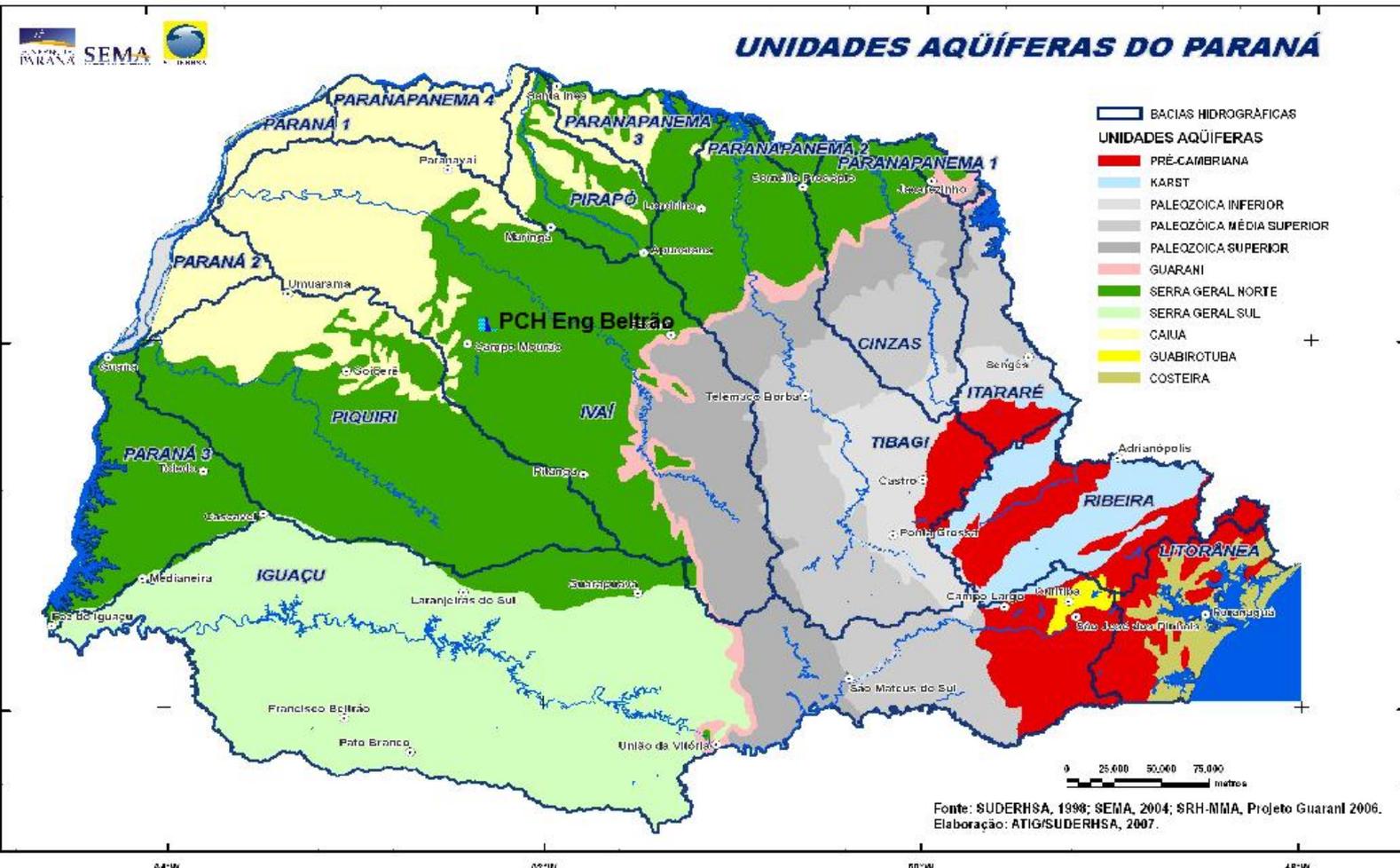


Figura 12. Mapa de Unidades Aquíferas do Paraná ilustrando localização da PCH Eng<sup>o</sup> Beltrão.

### 6.1.2. Hidrografia

O rio Mourão, também conhecido como rio da Várzea em seu trecho final, é afluente pela margem esquerda do rio Ivaí, pertencente à bacia hidrográfica do rio Paraná.

A bacia hidrográfica do rio Mourão está situada entre os paralelos 23°30' e 24°30' de latitude Sul e meridianos 52°00' e 52°30' de longitude Oeste. Suas nascentes estão localizadas na Serra do Cantu, entre os municípios de Mamborê e Iretama, é formado pelos rios Sem Passo, Campina e São João. Possui um comprimento de aproximado 150 km, desenvolvendo-se preferencialmente no sentido sudoeste (figura 13).

A topografia do vale do rio é a exemplo de diversos outros rios paranaenses é considerada bastante encaixada. O curso superior do rio Mourão é pouco acidentado até o ponto onde se localiza o primeiro salto, denominado salto São João. Desse ponto para jusante o rio passa a ser constantemente interrompido por numerosas corredeiras e saltos, descendo cerca de 300 m em um trecho de cerca de 120 km. Neste trecho o maior acidente é constituído por uma sucessão de

quedas, chamado de Salto Natal, o qual está situado a aproximadamente 15 km, medidos ao longo do rio, a jusante da UH Mourão I e a 93 km a montante da foz do rio Mourão. A declividade média para o trecho entre a UH Mourão I e o Salto Natal é de 8,82 m/km, e de 1,51 m/km, para o trecho imediatamente a jusante do Salto Natal até a foz do rio Mourão.



**Figura 13** – Mapa de localização da PCH Engenheiro Beltrão e Rio Mourão (linha azul) quanto a Bacia hidrográfica do Rio Ivaí.

### 6.1.3. Geomorfologia

O estudo geomorfológico da área de inserção da PCH Engenheiro Beltrão foi realizado de acordo com o Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná (2006), apoiado em Imagens de radar do projeto SRTM, disponíveis no sítio da EMBRAPA<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Embrapa, acesso Nov 2010.

Os procedimentos metodológicos adotados pelo Atlas estão fundamentados no conceito de morfoestrutura e morfoescultura, definidas com base nos trabalhos de classificação e taxonomia do relevo de Ross (1992) e Ross & Moroz (1996).

A proposição de Ross (1996) ressalta que a estrutura e a escultura estão presentes em qualquer tamanho de forma, embora suas categorias de tamanho, idades, gêneses e formas sejam passíveis de serem identificadas e cartografadas separadamente, portanto em categorias distintas.

Assim, os táxons utilizados foram os seguintes:

**1º táxon:** Unidades Morfoestruturais - É a maior forma de relevo, sua idade e história genética são mais antigas que as Unidades Morfoesculturais esculpidas em seu interior. Neste estudo é representado pela Bacia Sedimentar do Paraná.

**2º táxon:** Unidades Morfoesculturais - São de dimensões inferiores às das Unidades Morfoestruturais, e com idade bem menor. Neste estudo representado pelo Terceiro Planalto Paranaense.

**3º táxon:** Subunidades Morfoesculturais – Representa as formas do relevo contidas em cada uma das unidades anteriores. Neste estudo representado pelo Planalto de Campo Mourão.

**4º táxon:** Tipos de formas de relevo - Referem-se a cada uma das formas de relevo encontradas nas Subunidades Morfoesculturais.

**5º táxon:** Tipos de Vertentes - Representa os tipos de vertentes contidas em cada forma de relevo, sendo assim, de gênese e idade mais jovens.

**6º táxon:** Formas de processos atuais - Refere-se às formas de relevo bem menores e muito mais recentes, que surgem ao longo das vertentes por processos geomórficos e até mesmo por ação antrópica.

Como os três últimos táxons (4º, 5º e 6º) referem-se a características inseridas no 3º táxon, estes serão abordados juntamente com o mesmo.

O Terceiro Planalto Paranaense (2º táxon) é talhado no grande derrame mesozóico de rochas eruptivas básicas, cobertas a noroeste por sedimentos mesozóicos (arenito Caiuá) e abrange cerca de 2/3 do território paranaense. Esta unidade desenvolve-se como um conjunto de relevos planálticos, apresentando um grande plano inclinado para oeste-noroeste, subdivididos pelos principais afluentes do rio Paraná, limitando-se a leste pela Serra da Esperança, onde atinge altitudes de 1.100 a 1.250 m, descendo, a oeste, entre 220 e 300 m no vale do rio Paraná (OKA-FIORI et al, 2006).

O mergulho regional se dá com gradiente da ordem de 5 a 10 m/km. A feição dominante é a de uma série de patamares, devido à sucessão de derrames basálticos, à erosão diferencial e ao desnível dos blocos falhados. As encostas muitas vezes apresentam uma série de degraus correspondentes a diferentes derrames ou a variações na estrutura das rochas. Os rios esculpiram, na região, vales ora mais abertos, formando lajeados e dando origem a corredeiras, saltos e cachoeiras, ora mais fechados, formando “*canyons*”.

Este planalto subdivide-se em 18 subunidades morfoesculturais, dentre elas o Planalto do Alto/Médio Piquiri onde se pretende instalar a PCH Engenheiro

Beltrão. Esta subunidade possui uma área de 21.854 km<sup>2</sup>, e situa-se no Terceiro Planalto Paranaense, no Oeste do Estado do Paraná (Figura 14).

O Planalto do Alto/Médio Piquiri apresenta dissecação média, com topos alongados e isolados, e vertentes convexas e convexo-côncavas. Os vales apresentam-se em “U” aberto, com altitudes variando de 280 m a 1220 m, com gradiente de 940 m. As classes de declividade dominantes são > 6° e entre 12 e 30° (OKA-FIORI et al, 2006). A figura 15 ilustra as características do geomorfológicas da região do empreendimento.

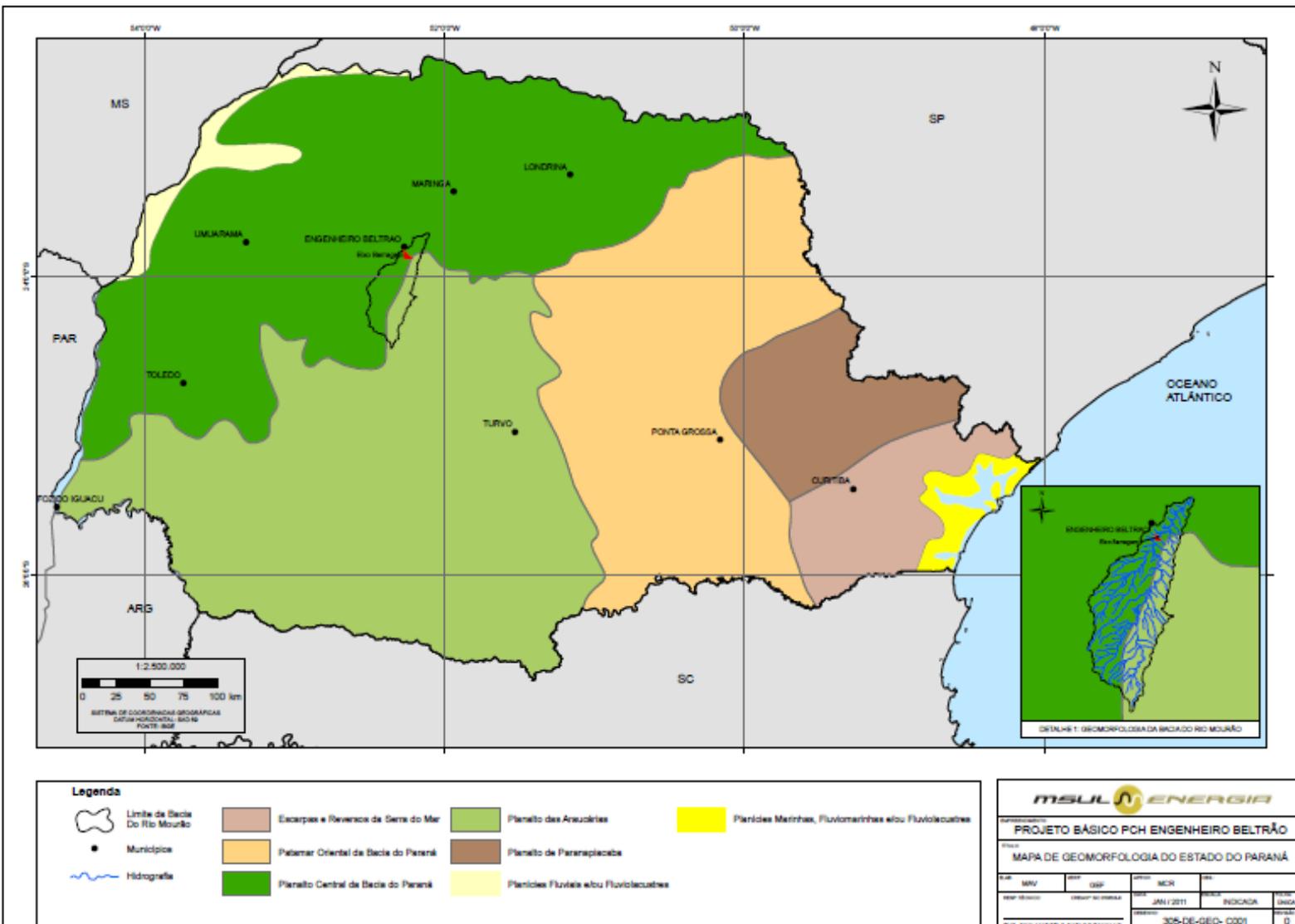
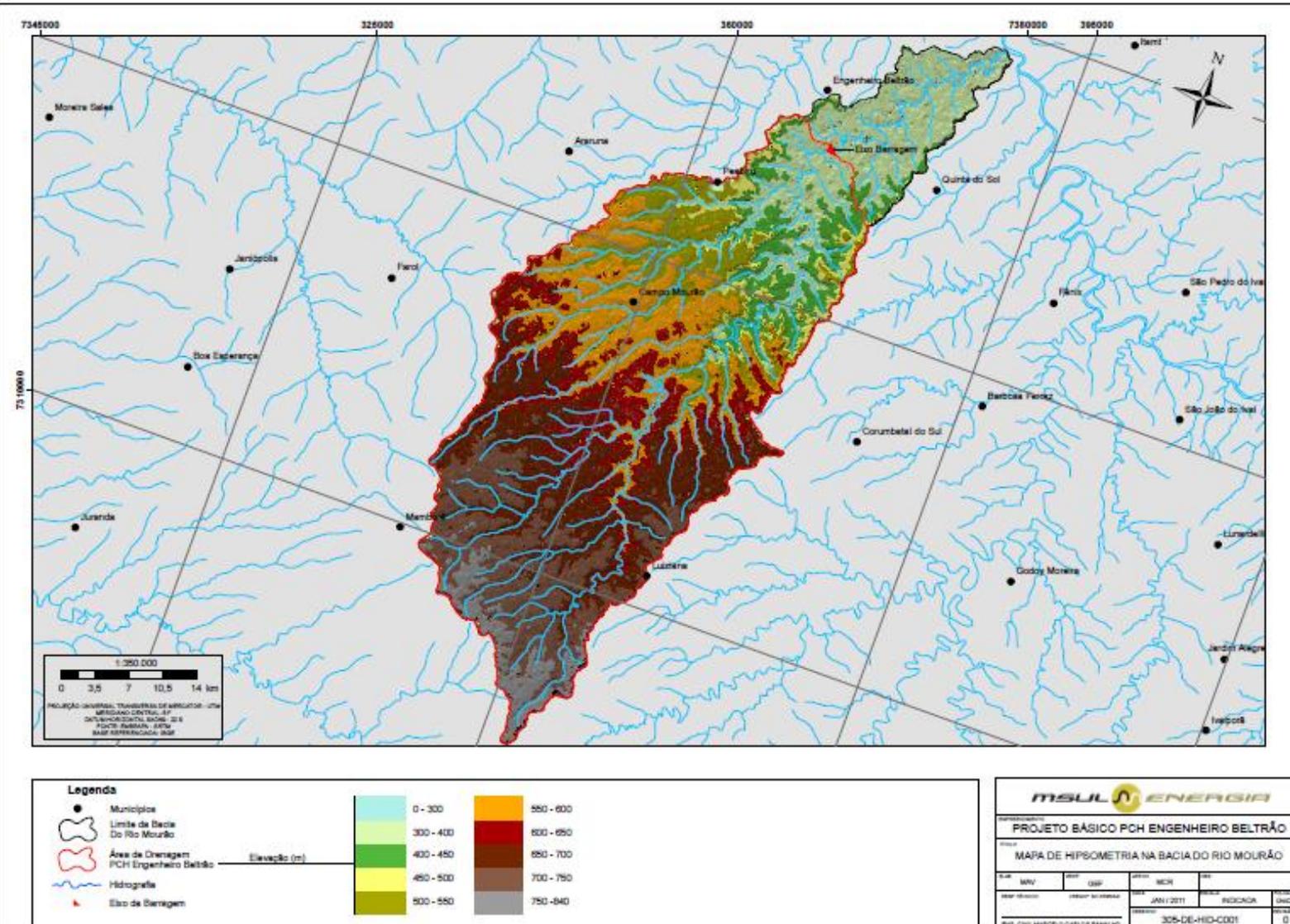


Figura 14. Geomorfologia do estado do Paraná com destaque para a bacia do Rio Mourão.



**Figura 15.** Característica do Planalto do Alto/Médio Piquiri, situado na região do empreendimento PCH Engenheiro Beltrão (S 23° 55' 41,03" e W 52° 14' 52,54").

As cotas altimétricas da bacia variam entre 240 m e 840 m, a PCH Engenheiro Beltrão, por sua vez, localiza-se na cota aproximada de 320 m, como mostra a figura 16.

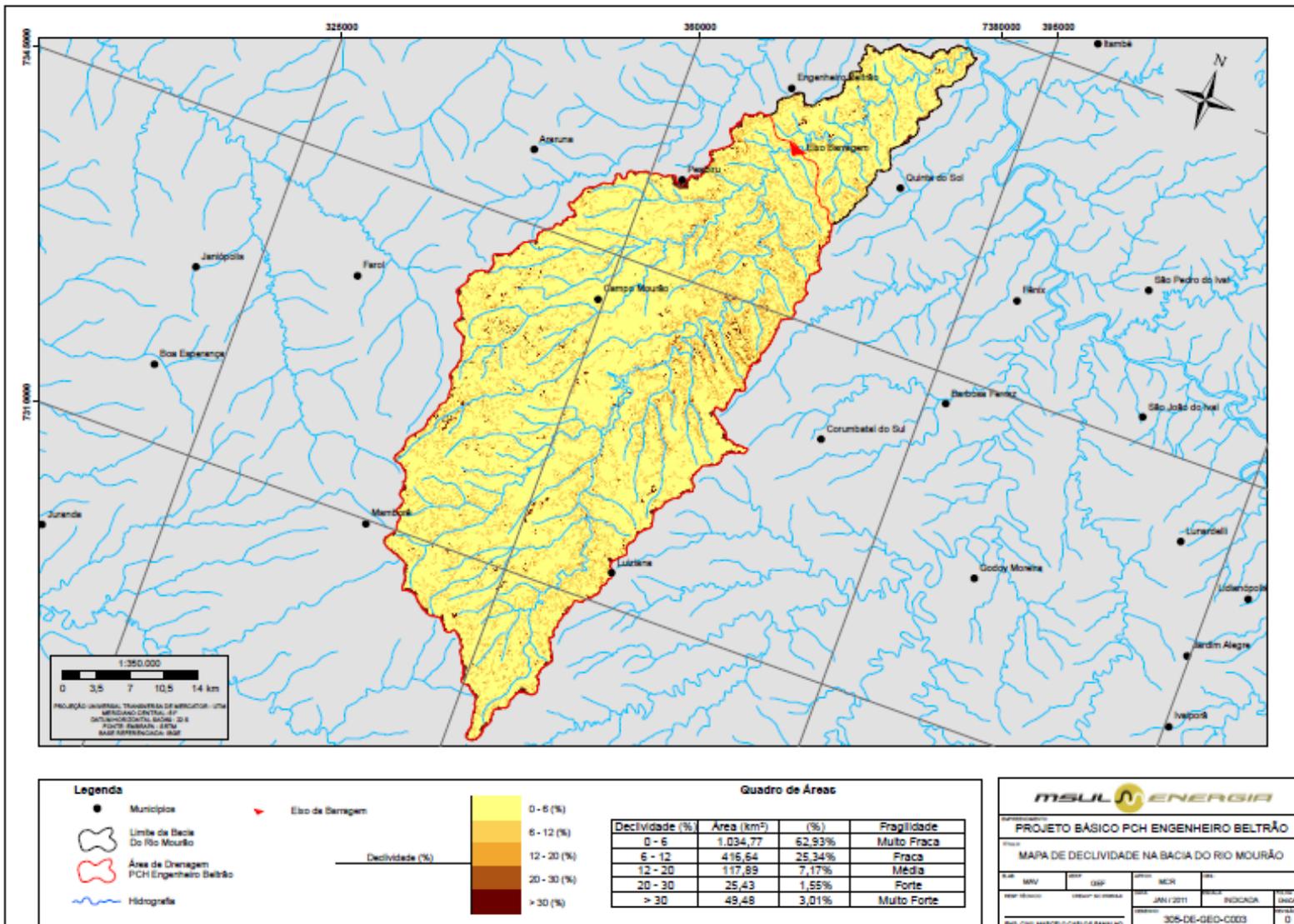


**Figura 16** – Cotas altimétricas da Bacia do Rio Mourão e do local do eixo do barramento da PCH Engenheiro Beltrão.

A declividade é a inclinação maior ou menor do relevo em relação ao horizonte. Apresenta-se como um ótimo indicativo dos processos erosivos e riscos existentes em uma bacia hidrográfica, tais como: escoamento superficial e subsuperficial, movimentos de massa, enchentes, entre outros (PADILHA, 2008). O mapeamento e classificação da declividade de uma bacia hidrográfica é um importante elemento na determinação das potencialidades e restrições de uso e ocupação do solo (PADILHA, 2008).

O mapa de declividade foi elaborado a partir das curvas de nível com equidistância de 30 m, obtidas do levantamento SRTM, disponível no sítio da EMBRAPA<sup>4</sup> e pode ser verificado no Volume II.

A figura 17 ilustra os padrões de declividade da bacia do Rio Mourão.



**Figura 17.** Padrões de declividade da bacia do rio Mourão e no local de inserção do barramento da PCH Engenheiro Beltrão.

<sup>4</sup> Embrapa, acesso Nov 2010.

Na bacia hidrográfica do rio Mourão observou-se que 62,93% e 25,34% do total de sua área apresentam declividades abaixo de 6% e 12% respectivamente, o que resulta em 88,27% da área com categoria de fragilidade ambiental fraca e muito fraca. As classes de fragilidade forte a muito forte perfazem apenas 4,56% da área total da bacia, segundo metodologia proposta por Ross (1994), como mostra a tabela 2.

**Tabela 2.** Classes de declividade para determinação da Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Mourão

Classes Fragilidade	Classes de declividade (%)	Área (km <sup>2</sup> )	(%)
1 – Muito Fraca	0 - 6	1.034,77	62,93
2 - Fraca	6 - 12	416,64	25,34
3 - Média	12 - 20	117,89	7,17
4 - Forte	20 - 30	25,43	1,55
5 – Muito Forte	> 30	49,48	3,01
	<b>Total</b>	<b>1.644,21</b>	<b>100</b>

A região de inserção da PCH Engenheiro Beltrão foi reconhecida geomorfologicamente como **relevo suave ondulado**, com domínio de colinas na paisagem.

#### 6.1.4. Pedologia

O estudo pedológico da área de estudo deste projeto foi realizado de acordo com o mapeamento de solos do Paraná realizado pela EMBRAPA/EMATER (1999) na escala 1:2.000.000 e investigações “*in loco*” através de sondagens rotativas.

Os solos foram classificados de acordo com parâmetros da EMBRAPA Solos, pela diferenciação dos horizontes diagnósticos<sup>5</sup>, inserindo-os em uma das 13 classes que compõe o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, como mostra a tabela a seguir.

**Tabela 3.** Classes de solos do sistema brasileiro de classificação de solos<sup>6</sup>

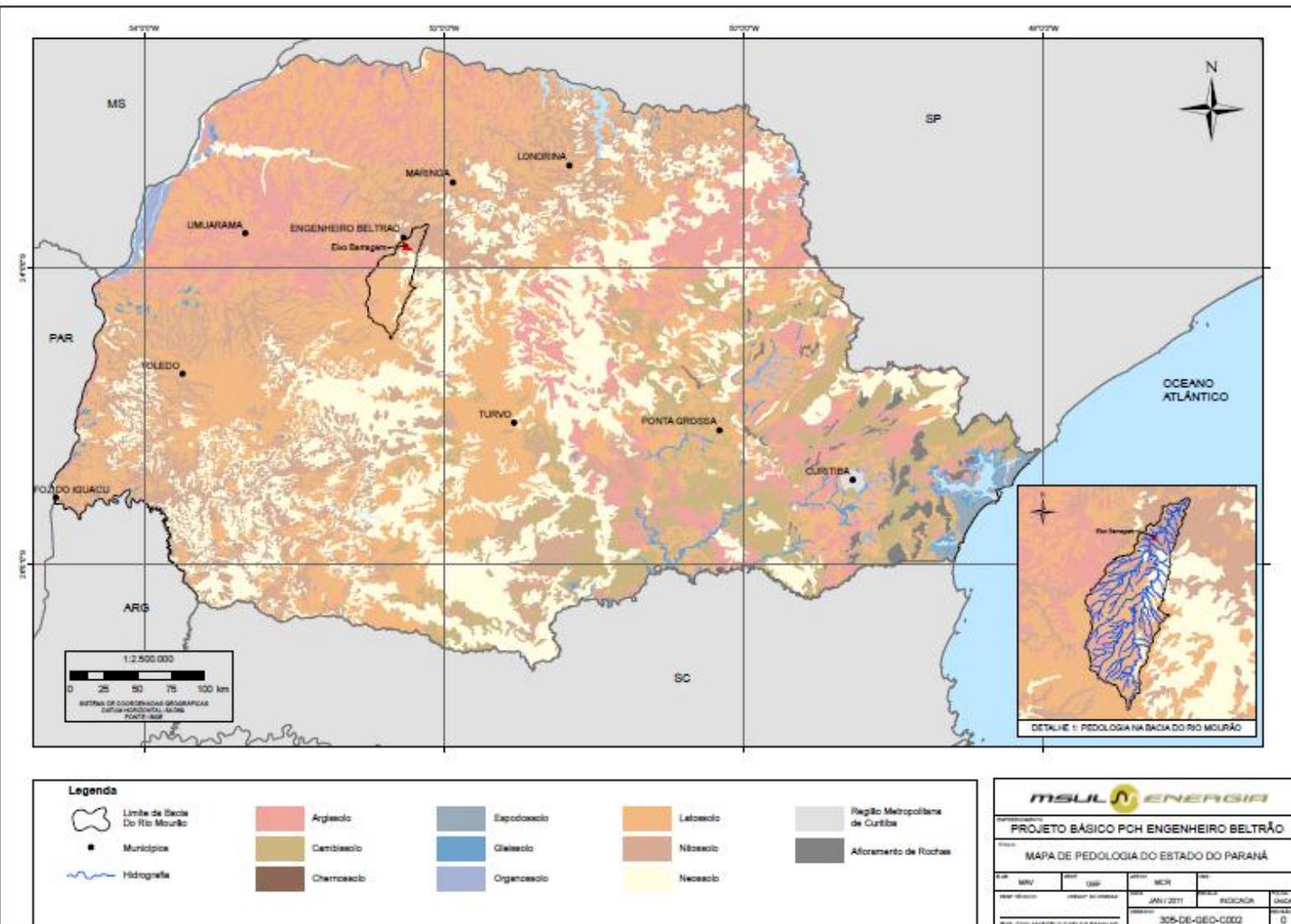
Nomenclatura	Etimologia	Características associadas
Argissolos	Do latim <i>argilla</i> , conotando solos com processo de acumulação de argila.	Horizonte B textural
Cambissolos	Do latim <i>cambiare</i> , trocar; conotativo de solos em formação (transformação).	Horizonte B incipiente
Chernossolos	Do russo <i>chern</i> , negro; conotativo de solos ricos em matéria orgânica, com coloração escura.	A chernozêmico. Preto, rico em bases.
Espodossolos	Do grego <i>spodos</i> , cinza vegetal, solos com	Horizonte B espódico

<sup>5</sup> Horizontes diagnósticos são seções singulares que apresentam combinação de atributos bem definidos quantitativamente e qualitativamente.

<sup>6</sup> Fonte: EMBRAPA, 1999.

	horizonte de acumulação de materiais orgânicos e outros.	
Gleissolos	Do russo <i>gley</i> , massa de solo pastosa; conotativo de excesso de água.	Horizonte glei
Latosolos	Do latim <i>lat</i> , material altamente alterado (tijolo); conotativo de elevado conteúdo de sesquióxidos.	Horizonte B latossólico
Luvissolos	Do latim <i>luere</i> , lavar; conotativo de acumulação de argila.	Saturado. Acumulação de argila Ta (alta atividade).
Neossolos	Do grego <i>néos</i> , novo, moderno; conotativo de solos jovens, em início de formação.	Pequeno desenvolvimento
Nitossolos	Do latim <i>nitidus</i> , brilhante; conotativo de superfícies brilhantes em unidades estruturais.	Horizonte B nítico
Organossolos	Do grego <i>organikós</i> , pertinente ou próprio dos compostos de carbono. Conotativo de solos de constituição orgânica, ambientes de grande umidade.	Horizonte H ou O hístico
Planossolos	Do latim <i>planus</i> , plano, horizontal; conotativo de solos desenvolvidos com encharcamento superficial estacional.	Horizonte B plânico
Plintossolos	Do grego <i>plinthos</i> , ladrilho; conotativo de materiais argilosos, coloridos, que endurecem quando expostos.	Horizonte plíntico
Vertissolos	Do latim <i>vertere</i> ; conotativo de movimento na superfície do solo (expansão/contração).	Horizonte vértico

Foram identificadas na região da Bacia Hidrográfica do Rio Mourão as seguintes classes de solo: Argissolo Vermelho Distrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico, Latossolo Vermelho Distroférrico, Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho Eutroférrico, Nitossolo Vermelho Eutroférrico, Nitossolos Vermelho Distroférrico e Neossolo Litólico Eutrófico, como mostra a figura 18.



**Figura 18.** Pedologia do Estado do Paraná com destaque para pedologia da Bacia do Rio Mourão.

Na área de implantação da PCH Engenheiro Beltrão são encontrados os seguintes tipos de solo: Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroféricos e Latossolos Vermelhos Eutroféricos, Neossolo Litólico Eutrófico e uma classe de solo do tipo Nitossolo Vermelho Eutroférico, os quais são descritos a seguir:

- **Argissolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Eutróficos**

Estes tipos de solo são caracterizados como minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural (Bt), caracterizado por acumulação de argila, por iluviação, translocação lateral interna ou formação no próprio horizonte. Em geral, apresentam diferenças significativas no teor de argila entre os horizontes A e B, passando de um horizonte superficial mais arenoso, para um horizonte subsuperficial mais argiloso (GUERRA & BOTELHO, 2001). Geralmente possuem boa diferenciação também de

cores e outras características. As cores do horizonte B variam de acinzentadas a avermelhadas e as do horizonte A, são sempre mais escurecidas (IBGE, 2007).

As diferenças no teor de argila do horizonte A para o horizonte B podem representar um obstáculo à infiltração da água ao longo do perfil, diminuindo sua permeabilidade e favorecendo o escoamento superficial e subsuperficial na zona de contato entre os diferentes materiais. Desse modo, os argissolos, apesar das suas características de agregação e boa estruturação (horizonte B em blocos angulares ou subangulares), apresentam certa susceptibilidade aos processos erosivos, que serão tão mais intensos quanto maiores forem as descontinuidades texturais e estruturais ao longo do perfil (GUERRA & BOTELHO, 2001).

A profundidade dos solos é variável, mas em geral são pouco profundos e profundos. São juntamente com os Latossolos, os solos mais expressivos do Brasil, sendo verificados em praticamente todas as regiões (IBGE, 2007).

Os Argissolos Vermelhos são em sua maior parte vermelho-escuro, bruno-avermelhado escuro, vermelho, vermelho-amarelado ou bruno-avermelhado, sob horizonte A moderado ou, menos freqüente, A proeminente. Distinguem-se dos Argissolos Vermelho-Amarelos pelas cores mais avermelhadas, mais escuras e mais vivas (EMBRAPA, 2004).

- **Latossolo Vermelho Distrófico, Distroférico e Eutroférico**

Os Latossolos são solos minerais, não hidromórficos, muito intemperizados, profundos, de boa drenagem e com horizonte B latossólico. Caracterizam-se por grande homogeneidade de características ao longo do perfil, mineralogia da fração argila predominantemente caulínica ou caulínica-oxídica, que se reflete em valores de relação Ki baixos, inferiores a 2,2, e praticamente ausência de minerais primários de fácil intemperização. Distribuem-se por amplas superfícies no território nacional, ocorrendo em praticamente todas as regiões, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro, que determinaram a sua separação em quatro classes distintas ao nível de subordem no Sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 1999): Latossolos Brunos, Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-amarelos (IBGE, 2007).

Os Latossolos Vermelhos compreendem solos formados a partir de rochas eruptivas básicas. São predominantemente hematíticos, muito profundos, muito porosos, friáveis a muito friáveis, acentuadamente drenados e com elevados teores de sesquióxidos de ferro ( $Fe_2O_3 \geq 18\%$ ), alumínio e óxidos de titânio e manganês (EMBRAPA, 2004).

Possuem seqüência de horizontes A, B, C, sendo as transições normalmente claras ou graduais entre o A e o B, e difusas entre os subhorizontes do B. A espessura do *solum* (A+B) é quase sempre superior a 3 metros, com o horizonte A tendo em média 25-30 centímetros. A cor é relativamente uniforme ao longo do perfil, sendo igual ou mais vermelha que 2,5YR no horizonte B, com relação valor/croma de 3/3-4 no horizonte superficial e 3/4-6 no subsuperficial (EMBRAPA, 2004).

Os Latossolos Vermelhos Distróficos caracterizam-se por apresentarem saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 1999).

Os Latossolos Vermelhos Distroféricos caracterizam-se por apresentarem saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) e teores de  $Fe_2O_3$  (pelo  $H_2SO_4$ ) de 18% a  $< 36\%$  na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 1999).

Os Latossolos Vermelhos Eutroféricos são solos com saturação por bases alta ( $V \geq 50\%$ ) e teores de  $Fe_2O_3$  (pelo  $H_2SO_4$ ) de 18% a  $< 36\%$  na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 1999).

- **Nitossolos**

Os Nitossolos compreendem solos minerais não hidromórficos, caracterizados pela presença de um horizonte B nítico, que é um horizonte subsuperficial com moderado ou forte desenvolvimento estrutural do tipo prismas ou blocos e com a superfície dos agregados reluzentes, relacionadas à cerosidade ou superfícies de compressão. Têm textura argilosa ou muito argilosa e a diferença textural é inexpressiva. São em geral moderadamente ácidos a ácidos com saturação por bases baixa a alta, com composição caulinitico-oxídica, em sua maioria com argila de atividade baixa, ou com atividade alta ( $> 20\text{cmolc.kg}^{-1}$ ) associado a caráter alumínico (IBGE, 2007).

Os Nitossolos Vermelhos são derivados de rochas eruptivas básicas da Formação Serra Geral, com seqüência de horizonte A, Bt, C ou A, 2Bt, 2C e horizonte superficial do tipo A moderado ou chernozêmico. São bem drenados, profundos ou muito profundos, com a espessura do *solum* (A+B) variando de 1,5 a 2,5 metros ou mais, e a do horizonte A de 15 a 40 centímetros (EMBRAPA, 2004).

Possuem coloração avermelhada escura, com cerosidade moderada a forte, argila de atividade baixa ( $< 24\text{ meq}/100\text{g}$  de argila após correção para carbono) e com altos teores de ferro ( $Fe_2O_3 \geq 15\%$ ) e titânio. A cor é bastante uniforme ao longo do perfil com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (exclusive BA). Em alguns casos, porém, como decorrência de condições locais que restringem a drenagem interna do perfil, a cor destes solos tende a ser menos avermelhada (EMBRAPA, 2004).

São argilosos na superfície e muito argilosos nos horizontes subjacentes, verificando-se, quase sempre, um gradiente textural B/A um tanto acentuado, da ordem de 1,5. No que concerne à estrutura, esta é moderada pequena média granular no horizonte A e prismática composta de moderada forte pequena média blocos angulares e subangulares no B, com cerosidade moderada até forte, geralmente abundante, revestindo os agregados estruturais. O grau de consistência varia ao longo do perfil de ligeiramente duro a duro com o solo seco e de friável a firme quando úmido. Com o solo molhado a consistência costuma ser plástica ou muito plástica e pegajosa (EMBRAPA, 2004).

Além da estrutura característica e do brilho dos agregados resultantes do revestimento de argila iluvial, estes solos possuem algumas feições peculiares, entre as quais a abundância de minerais pesados, muitos dos quais responsáveis pela sua alta suscetibilidade magnética, a efervescência com água oxigenada em vista dos teores relativamente elevados de manganês e o alto grau de floculação da argila no horizonte B (EMBRAPA, 2004).

São subdivididos em seis classes distintas no 3º nível categórico: Nitossolos Vermelhos Alíticos, Nitossolos Vermelhos Alumínicos, Nitossolos Vermelhos Distroféricos, Nitossolos Vermelhos Distróficos, Nitossolos Vermelhos Eutroféricos e Nitossolos Vermelhos Eutróficos (EMBRAPA, 1999).

Na área de estudo da PCH Engenheiro Beltrão foram encontrados ainda Nitossolo Vermelho Eutroférico e Nitossolo Vermelho Distroférico.

Os Nitossolos Vermelhos Eutroféricos são solos com saturação por bases alta ( $V \geq 50\%$ ) e teores de  $Fe_2O_3$  (pelo  $H_2SO_4$ ) de 15% a  $< 36\%$  na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 1999).

Os Nitossolos Vermelhos Distroféricos são solos com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) e teores de  $Fe_2O_3$  (pelo  $H_2SO_4$ ) de 15% a  $< 36\%$  na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 1999).

- **Neossolo Litólico**

A classe dos Neossolos compreende solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição química, ou dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 1999).

Possuem seqüência de horizonte A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C sem atender, contudo, aos requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Chernossolos, Vertissolos, Plintossolos, Organossolos ou Gleissolos. Esta classe admite diversos tipos de horizontes superficiais, incluindo os horizontes O, com menos de 20 cm de espessura quando sobrejacente à rocha, ou horizonte A húmico ou proeminente com mais de 50 cm quando sobrejacente à camada R, C ou Cr (EMBRAPA, 1999).

Alguns solos podem ainda apresentar horizonte B, mas com insuficiência de requisitos (muito pequena espessura, por exemplo) para caracterizar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Podem ocorrer horizontes C diagnósticos para outras classes, porém em posição que não permite enquadrá-los nas classes dos Gleissolos, Vertissolos ou Plintossolos.

Congregam solos rasos, Neossolos Litólicos; ou profundos e arenosos, Neossolos Quartzarênicos; ou profundos e arenosos com presença considerável de

minerais primários de fácil intemperização, Neossolos Regolíticos; ou ainda, solos constituídos por sucessão de camadas de natureza aluvionar, sem relação pedogenética entre si, Neossolos Flúvicos (IBGE, 2007).

Os Neossolos Litólicos são solos com horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões) e que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 1999).

São solos formados a partir de diferentes materiais de origem, desde rochas eruptivas da Formação Serra Geral até folhelhos, argilitos, siltitos e granitos, possuindo seqüência de horizontes AR, AC ou ACR. Em virtude de sua ampla abrangência geográfica estes solos encontram-se sob condições de clima, relevo, material de origem e cobertura vegetal as mais diversas. Isso implica variações do horizonte A, principalmente no que se refere à cor, textura, espessura e fertilidade, com reflexos imediatos na sua utilização agrícola (EMBRAPA, 2004).

Por serem solos que se encontram em contínuo processo de rejuvenescimento e devido à proximidade do material de origem, possuem uma elevada percentagem de minerais pouco resistentes ao intemperismo, pequenos fragmentos de rocha, assim como relação Ki elevada. Como decorrência da diferença do material de origem, constata-se que nos solos derivados de rochas eruptivas da Formação Serra Geral são normalmente altas a atividade de argila e a saturação de bases, enquanto que nos derivados de folhelhos, argilitos, siltitos e granitos estes valores são baixos. Em relação à saturação com alumínio trocável, verifica-se que nos solos de rochas eruptivas os valores são normalmente baixos, enquanto que nos derivados de folhelhos, argilitos, siltitos e granitos a saturação tende a ser alta (EMBRAPA, 2004).

A textura varia em função do material de partida, embora se verifique um predomínio de Litólicos argilosos e de textura média, sendo os de textura muito argilosa, siltosa e arenosa bastante raros. (EMBRAPA, 2004).

Por serem solos que ocorrem em sua maioria em locais de topografia acidentada, normalmente em relevo forte ondulado, montanhoso e ondulado, e devido à pequena espessura dos perfis, são muito suscetíveis à erosão. Algumas unidades de mapeamento, porém, situam-se em áreas de relevo menos acidentado, o que atenua em parte os efeitos provocados por este fenômeno (EMBRAPA, 2004).

São solos difíceis de serem mecanizados dentro de um sistema de agricultura moderna, devido, principalmente, ao relevo, à pequena espessura e presença de calhaus e matacões na superfície e, às vezes, no corpo do solo. O potencial agrícola destes solos varia muito, dependendo das condições ambientais e, em especial, do substrato rochoso e do regime hídrico. As áreas de maior potencial restringem-se mais aos solos originados de rochas eruptivas onde

predominam as variedades eutróficas, com argila de atividade alta e baixa saturação com alumínio trocável (EMBRAPA, 2004).

São subdivididos em oito classes distintas no 3º nível categórico: Neossolos Litólicos Hísticos, Neossolos Litólicos Húmicos, Neossolos Litólicos Carbonáticos, Neossolos Litólicos Chernossólicos, Neossolos Litólicos Distro-úmbricos, Neossolos Litólicos Distróficos, Neossolos Litólicos Eutro-úmbricos e Neossolos Litólicos Eutróficos.

#### **6.1.4.1. Uso do Solo e Aptidão Agrícola**

Embora a diversidade da produção agrícola seja grande, as atividades concentram-se em culturas mais significativas do ponto de vista de área plantada, mecanização e uso de insumos modernos, rendimento e geração de renda, ficando a soja e o milho como as culturas de maior importância econômica.

A estrutura fundiária do uso do solo rural dos municípios da região corresponde às características predominantes do Município de Campo Mourão.

Neste município verifica-se que do total de 2.347 imóveis rurais, os minifúndios ocupam apenas 9,1 % da área, mas são responsáveis por 51,6 % do número de imóveis, os quais possuem uma área média de 8,6 ha.

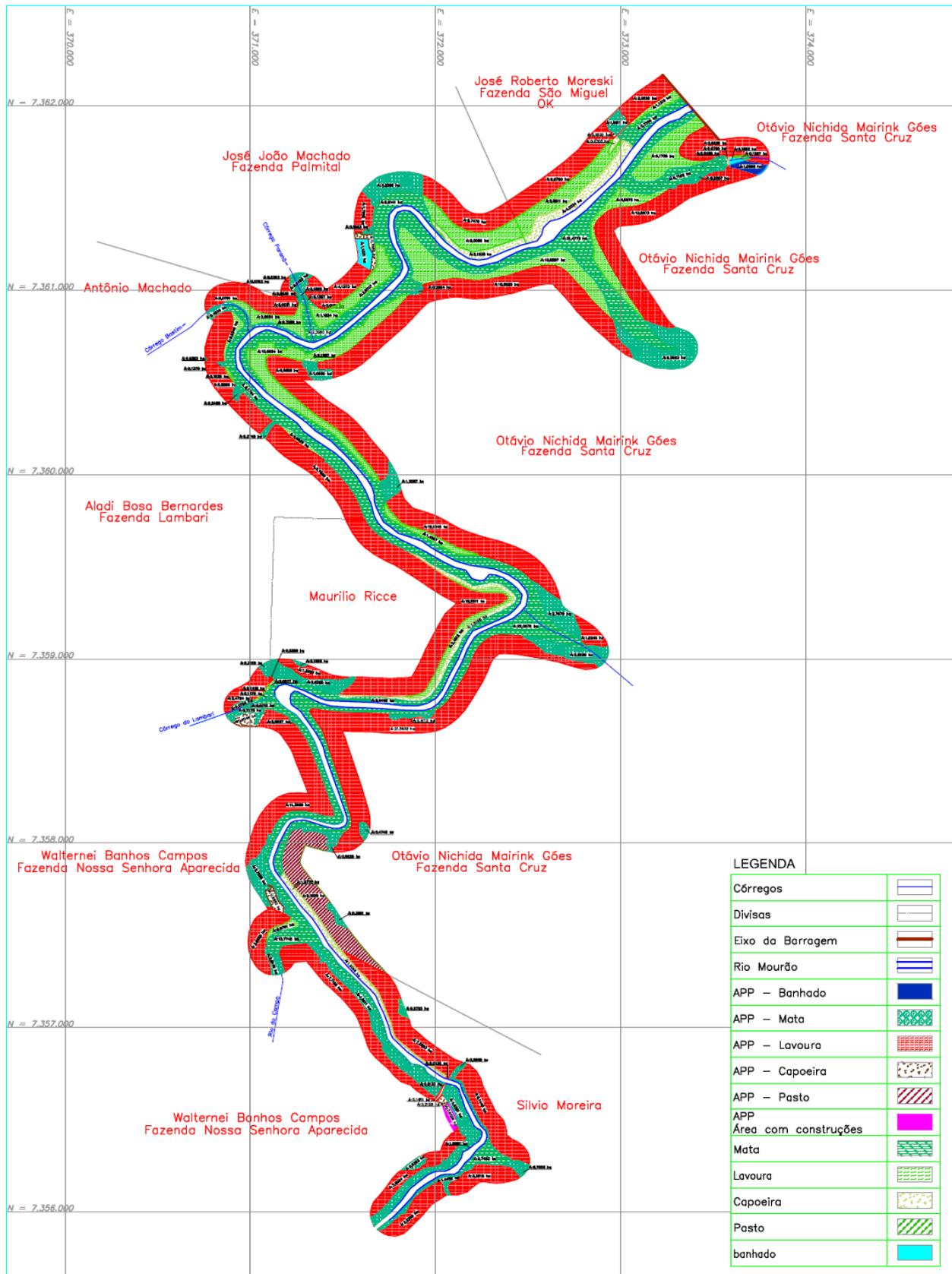
Já as empresas rurais destes municípios, que possuem o maior quinhão de área média (97,6 ha), ocupam 54,5 % do solo rural, correspondendo a 27 % do número de imóveis. Pelo critério da área ocupada têm-se em seguida os latifúndios por exploração (36,3 %), com uma área média de 82,9 ha.

A estrutura fundiária, no que diz respeito ao uso da terra, estava concentrada em lavouras temporárias (60,5 %), seguidas por pastagens plantadas (17,5 %), ficando em terceiro lugar as matas e florestas naturais com 9,1 %.

Nos anos mais recentes tem-se percebido a introdução da cana-de-açúcar na região, principalmente para a produção de álcool. Outra observação perceptível refere-se à redução das áreas com matas e florestas naturais ocorrida nos últimos anos.

No que diz respeito ao número de estabelecimentos industriais, verifica-se que o espectro de atividades é relativamente diversificado, permanecendo as três principais concentrações nos ramos de indústria de construção civil, indústria do vestuário, artigos de tecidos e viagem e indústria de produtos alimentares.

Na figura 19, bem como na tabela 3, pode-se notar o predomínio praticamente absoluto das lavouras temporárias no uso do solo da AID do empreendimento.



**Figura 19.** Mapa de uso do solo da área de influência direta do empreendimento PCH Engenheiro Beltrão

**Tabela 3. Demonstrativo dos atuais usos do solo da área de Influência Direta do empreendimento PCH Engenheiro Beltrão.**

Demonstrativo das Áreas (em ha)															
Rio Mourão	Proprietário	APP - Mata	APP - Lavoura	APP - Pasto	APP - Capoeira	APP - Estrada	APP - Banhado	APP - Área Construída	Mata	Capoeira	Lavoura	Pasto	Estrada	Banhado	Total
<b>MARGEM DIREITA</b>	Otávio Nichida M. Góes	171,94	814,51	91,63	0	0	10,56	0	492,65	17,82	329,93	0	0	0,187	1,930,91
	Sílvio Moreira	27,60	202,86	0	0	0	0	0	27,45	19,09	0	0	0,013	0	277,15
<b>MARGEM ESQUERDA</b>	José Roberto Moreski	10,81	99,02	0	0,053	0	0	0	27,25	44,92	66,93	0	0	0	249,49
	José João Machado	44,31	122,96	0	0,77	0	11,33	0	69,39	21,23	80,81	0	0	0	257,75
	Antoninho Machado	0,0031	50,88	0	0	0	0	0	30,94	0	38,79	0	0	0	120,66
	Aladi Bosa Bernardes	18,73	161,30	0	0	0	0	0	83,97	0	18,42	0	0	0	282,43
	Maurílio Ricce	30,03	196,48	0	0	0	0	0	86,49	35,09	25,38	0	0	0	373,50
	Walternei Banhos Campos	143,30	265,81	0	18,54	0,15	0	0,61	118,68	0	0,676	0	0,013	0	560,78
<b>Total</b>		<b>446,74</b>	<b>1.913,85</b>	<b>91,63</b>	<b>18,54</b>	<b>0,15</b>	<b>21,89</b>	<b>0,61</b>	<b>936,85</b>	<b>138,18</b>	<b>560,29</b>	<b>0</b>	<b>0,026</b>	<b>0,187</b>	<b>4.052,66</b>

### **6.1.5. Estudos Hidrometeorológicos**

Este estudo apresenta como base os dados hidrológicos da bacia do rio Mourão, os quais foram obtidos através da Agência Nacional de Águas – ANA e Instituto das Águas do Paraná - SUDERHSA, para serem utilizados como embasamento na implantação da PCH Engenheiro Beltrão. Os dados estão desenvolvidos nos seguintes tópicos:

- O levantamento de dados hidrológicos;
- A análise de consistência para os dados levantados;
- A determinação da série de vazões médias mensais para o eixo da PCH Engenheiro Beltrão;
- A determinação da vazão máxima para dimensionamento e segurança das estruturas;

A determinação da vazão mínima para manutenção de ecossistemas aquáticos, quando necessário em função das características do arranjo.

#### **6.1.5.1. Caracterização Fisiográfica da Bacia**

A área de contribuição do rio Mourão drena uma área de 1644,22 km<sup>2</sup>, com uma declividade média de 3,23 m/km entre a nascente e a foz. As nascentes encontram-se no município de Luiziana, a 775,0 m de altitude.

Para a caracterização fisiográfica da bacia, utilizam-se parâmetros estabelecidos nas Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (1997) da Eletrobrás e no Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas (2007) do Ministério das Minas e Energia (MME).

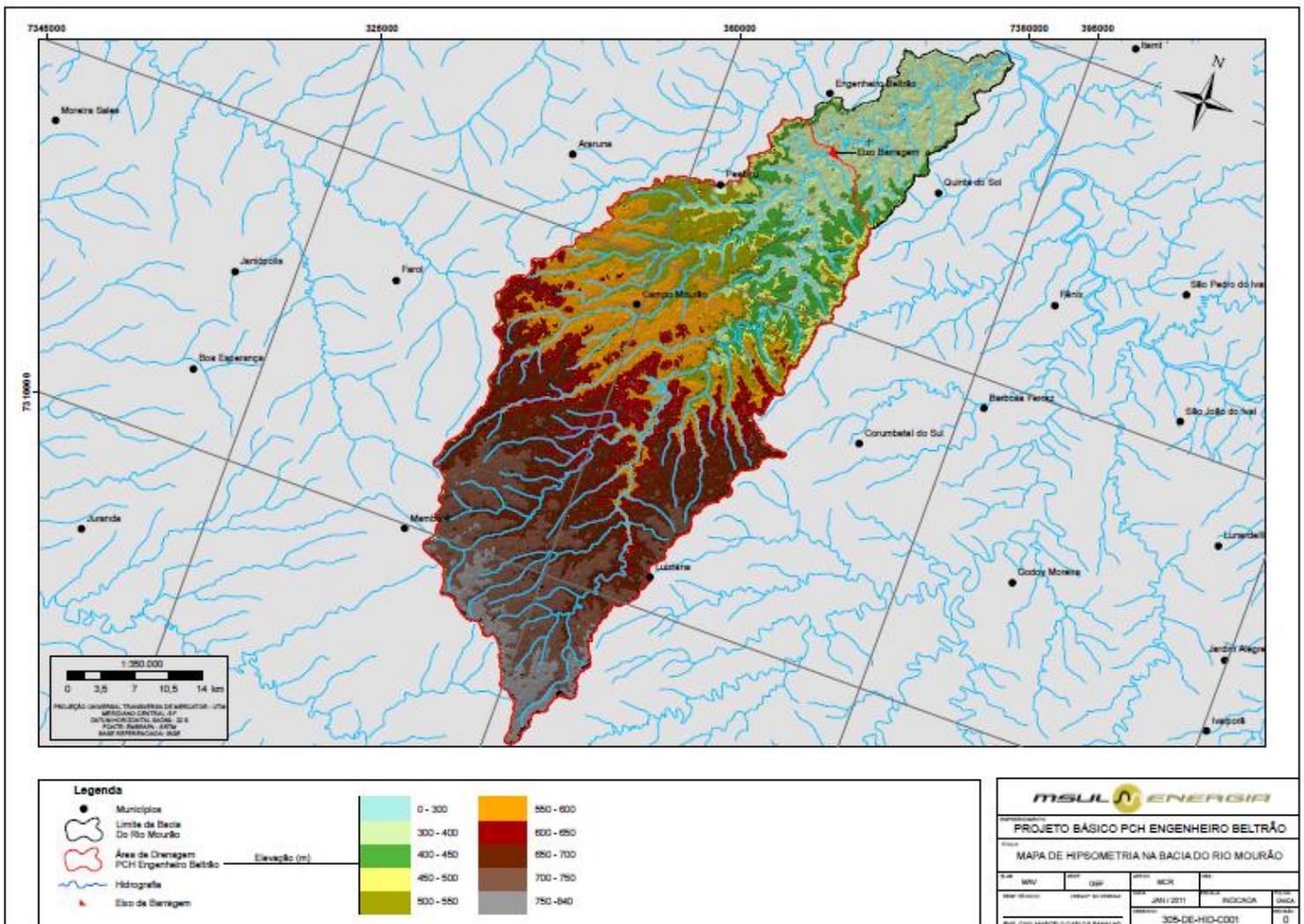
A partir dos estudos da bacia realizados e comparados em relação com a área de drenagem correspondente ao barramento da PCH Engenheiro Beltrão, obtiveram-se as características fisiográficas gerais (tabela 04).

**Tabela 4.** Características fisiográficas da bacia do rio Mourão e da área de drenagem da PCH Engenheiro Beltrão.

Local	A (km <sup>2</sup> )	P (km)	L (km)	L <sub>T</sub> (km)	k <sub>c</sub>	k <sub>f</sub>	D <sub>d</sub> (km/km <sup>2</sup> )	S (m/km)	t <sub>c</sub> (h)
Rio Mourão	1644,2	247,60	150,1	782,1	1,71	0,073	0,476	3,23	28,67
PCH Engenheiro Beltrão	1465,7	204,9	108,52	684,69	1,50	0,124	0,467	4,15	20,28

**Legenda:** Área (A); Perímetro (P); Índice de Compacidade (k<sub>c</sub>); Fator forma ou Índice de Conformação (k<sub>f</sub>); Densidade de Drenagem (D<sub>d</sub>); Declividade do rio (S); Tempo de Concentração (t<sub>c</sub>); Comprimento total dos cursos d'água da bacia (L<sub>T</sub>); Comprimento axial da bacia (L).

Os dados obtidos apontam a ocorrência de picos de cheia instantâneos no rio Mourão, em função do vale formado pelo relevo. Como a bacia é pequena, a probabilidade de cheias causadas pelo volume de água acumulado é muito pequena. Entretanto, em função do relevo e da declividade, ocorrem picos de vazão em períodos muito curtos, caracterizados pela passagem de uma onda de cheia, retornando o rio logo em seguida ao seu regime natural. Na figura 20 é possível verificar o comportamento do relevo da bacia do rio Mourão.



**Figura 20.** Hipsometria da bacia do rio Mourão. Fonte: Msul energia 2010

#### 6.1.5.2. Caracterização Climatológica da Bacia

O clima e as condições meteorológicas de uma região são determinados principalmente pela circulação atmosférica, que atua nas diversas escalas em que se insere a região, e em menor proporção pelas condições geográficas, geológicas e hidrológicas locais. Essa circulação é decorrente da distribuição não uniforme da radiação líquida sobre a terra, do movimento de rotação da terra, das diferenças de calor específico da terra e da água, do relevo, da evaporação de grandes massas de água e da evapotranspiração de grandes florestas (Raudkivi, 1979). Esses fatores determinam um padrão variável no tempo e no espaço da pressão atmosférica, umidade e temperatura que por sua vez caracterizam as condições de tempo em cada lugar. Apesar de toda a complexidade da circulação atmosférica, já se tem estabelecidos os principais fenômenos meteorológicos atuantes nas diversas regiões do planeta Terra.

O sul do Brasil, como resultado de sua localização em latitudes médias, está sujeito aos seguintes centros básicos de ação atmosférica: o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, o Anticiclone Migratório Polar, o Centro de baixa Pressão do Chaco, as Altas Tropicais da Amazônia e o Anticiclone do Pacífico. Este último eventualmente influi, com acúmulo de ar frio, para intensificar a Frente Polar Atlântica, que passa a atuar no clima regional.

Estes centros de ação atmosférica variam de intensidade e mudam de posição durante o ano, originando as chamadas massas de ar. Estas são definidas como grandes porções de ar ocupando uma extensa área e apresentando características semelhantes num mesmo plano horizontal. Estas massas de ar apresentam propriedades físicas, como temperatura e umidade quase uniforme ao mesmo nível. O tempo reinante sobre um local, em uma dada época, geralmente depende do caráter da massa de ar predominante, ou da interação de duas ou mais massas de ar.

As massas de ar possuem características dependentes de suas regiões de origem, podendo ser classificadas em equatorial, tropical e polar, em função da temperatura, e subclassificadas em continental e marítima, conforme a umidade. Quando do deslocamento de uma massa de ar, a mesma leva características da área original às regiões para onde se move. Entretanto, ao longo de sua trajetória, as massas de ar podem modificar em parte as suas propriedades. Estas modificações vão depender das propriedades das superfícies percorridas e do tempo de contato com as mesmas.

As regiões de transição entre massas de ar diferentes, principalmente em termos de temperatura, umidade e pressão; são chamadas de frentes. Elas são constituídas de uma superfície inclinada com a espessura de centenas de metros. No estado do Paraná desenvolvem-se no decorrer do ano, segundo um ritmo variável, três situações resultantes da atuação das massas de ar de importância primária na região (Polar Atlântica, Tropical Atlântica e Equatorial Continental) adquirindo cada uma delas suas fases de liderança nos estados atmosféricos (Monteiro, 1963). Em particular:

- I. Durante os meses de outubro a março: há uma predominância da Massa Tropical Atlântica de baixa pressão, com a ocorrência de frentes quentes que se

deslocam em Atlântica de baixa pressão, com a ocorrência de frentes quentes que se deslocam em direção ao Sul trazendo instabilidade e umidade. A formação de frentes é devida ao deslocamento de massa tropical em direção à massa polar, caracterizando-se por apenas nuvens estratiformes e precipitações de menor intensidade e abrangendo grandes áreas.

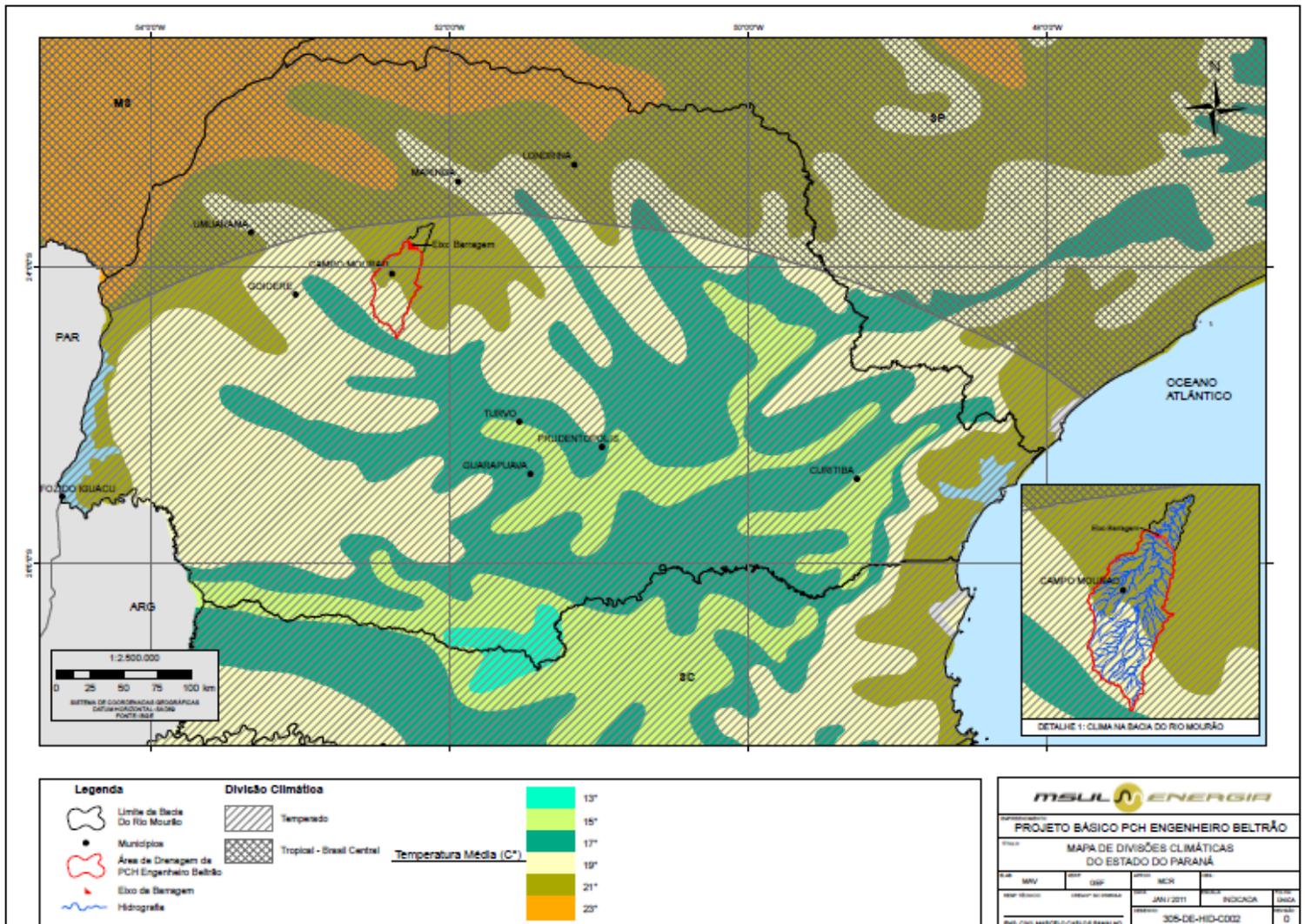
II. Durante os meses de abril a setembro: é intensa a infiltração da Massa Polar Atlântica que ocorre em direção Norte, provocando tempo bom com pouca nebulosidade, madrugadas frias e secas, ou ocasionando frentes frias que resultam em precipitações intensas. A formação de frentes frias é devida ao avanço da massa de ar de origem polar sobre a massa tropical, provocando instabilidade e chuvas de grande intensidade que podem durar vários dias.

III. Do aquecimento diurno da terra resultam as chuvas de origem convectiva que se caracterizam por apresentar nuvens de desenvolvimento vertical, chuvas de forte intensidade e pequena duração, (Copel).

Em termos climatológicos a bacia do rio Mourão está sujeita a três massas de ar distintas: a) Tropical Atlântica de baixa pressão, que atua com mais intensidade nos meses de verão; b) Polar Atlântica, mais atuante nos meses de inverno, e; c) Equatorial Continental.

A bacia do rio Mourão, segundo a classificação de Koppen, possui o tipo climático Cfb, ou seja com clima temperado, temperatura média no mês mais frio inferior a 18° C (mesotérmico) e temperatura no mês mais quente acima de 22° C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas no verão, sem contudo apresentar uma estação seca bem definida.

A partir destas isotermas (figura 21) foi calculada a temperatura média anual na bacia de 20° C, com temperatura média anual em torno de 18° C nas cabeceiras, e entorno de 21° C nas proximidades da foz.



**Figura 21.** Temperatura média anual no estado do Paraná destacando a bacia do Rio Mourão.

A tabela 5 ilustra os valores de temperatura registrados para região de inserção do empreendimento. Verifica-se que as temperaturas mais baixas são registradas no quadrimestre maio-agosto, e as mais elevadas no quadrimestre dezembro-março.

**Tabela 5.** Temperaturas mensais características (°C) na região do empreendimento.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Mínima	20,6	20,5	19,9	17,7	15,0	13,3	13,1	14,6	15,7	17,6	18,8	20,0	17,2
Média	24,7	24,5	24,1	22,0	19,0	17,3	17,5	19,3	20,3	22,5	23,7	24,3	21,6
Máxima	30,3	30,1	29,9	27,9	24,6	23,0	23,7	25,6	26,2	28,4	29,5	29,9	27,4

Quanto à distribuição espacial da precipitação, as isotermas mostram que na bacia do rio Mourão há um aumento da precipitação no sentido contrário ao desenvolvimento da bacia (figura 21), da foz para as nascentes, com precipitação média anual superior a 1.700 mm no alto curso e inferior a 1.600 mm nas proximidades da foz, ou seja, os maiores índices pluviométricos são registrados na

região de nascentes do referido rio e, por conseguinte a montante do empreendimento.

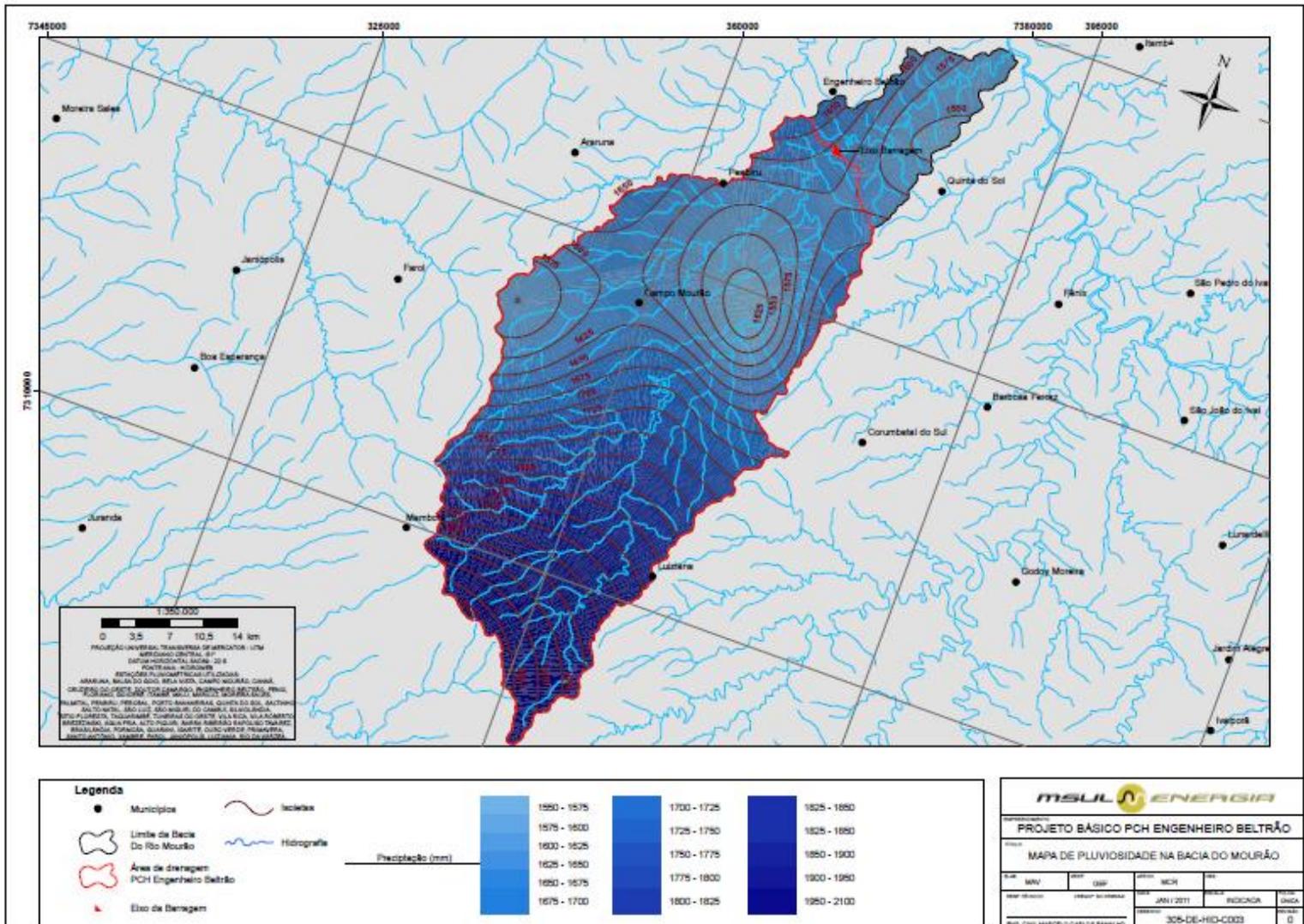


Figura 21. Precipitação Pluviométrica ao longo da Bacia do Rio Mourão.

A precipitação pluviométrica total normal varia de 1.266 a 2.036 mm, com um total de dias chuvosos em que a precipitação média fica acima de 5,0 mm entre 3 e 8 dias (tabela 6). Estas informações são importantes para auxiliar no planejamento da construção do empreendimento.

Tabela 6. Dias chuvosos com precipitação superior a 5 mm – média da bacia.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Mínima	2	1	1	0	1	0	0	0	1	2	2	2	1
Média	8	7	5	4	5	4	3	3	5	6	6	7	6
Máxima	16	13	11	10	13	12	9	10	12	13	14	14	12

As precipitações anuais na região do rio Mourão são da ordem de 1.551,4 mm. Este valor foi obtido para o período de 1957 a 2010 com base de dados de 45 estações pluviométricas localizadas na sub-bacia do rio Paraná, Paranapanema,

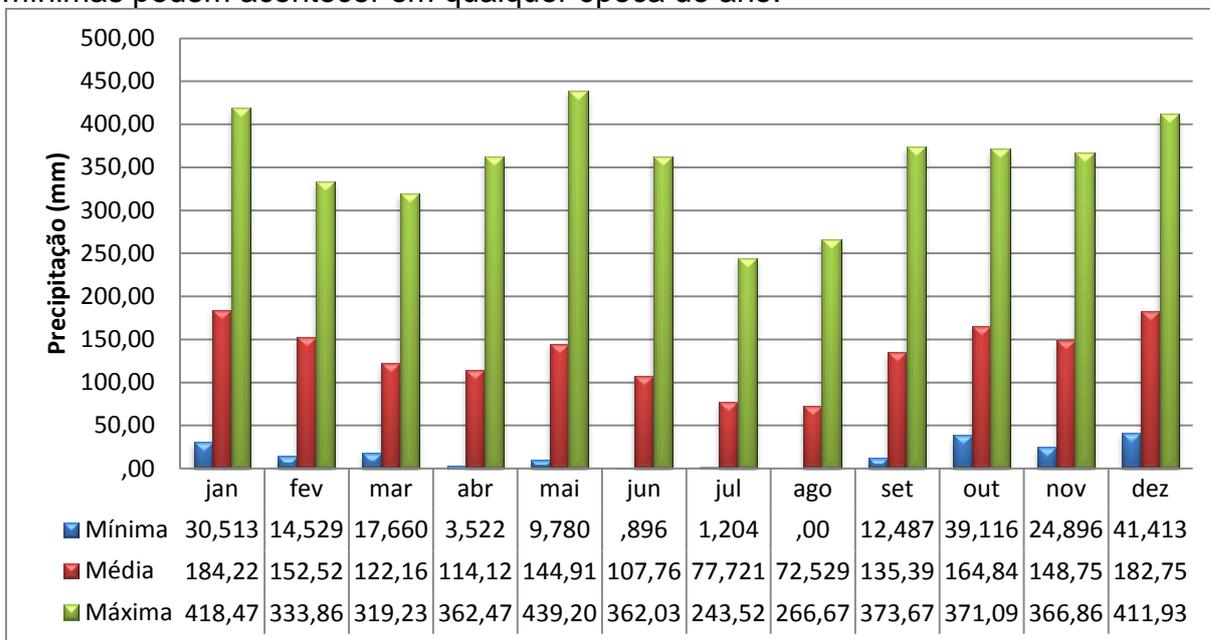


**Tabela 7.** Média anual de precipitação para as estações pluviométricas (mm) localizadas na bacia do Rio Mourão e adjacências.

Estação Pluviométrica	Responsável	Precipitação anual Mínima (mm)	Precipitação anual Média (mm)	Precipitação anual Máxima (mm)
ARARUNA (02352028)	SUDERHSA	536,2	1565,7	2447,3
BALSA DO GOIO-ERE (02353002)	ANA	679,8	1318,6	1953,3
BELA VISTA DO IVAÍ (02352014)	SUDERHSA	689,7	1497,0	2482,0
CAMPO MOURÃO (02452007)	SUDERHSA	1186,8	1631,4	2476,2
CANAÃ (02352026)	SUDERHSA	1071,1	1569,9	2333,0
CRUZEIRO DO OESTE (02353004)	SUDERHSA	492,6	1429,9	2128,3
DOUTOR CAMARGO (02352054)	SUDERHSA	122,8	1465,8	2113,2
ENGENHEIRO BELTRÃO (02352034)	SUDERHSA	348,5	1609,9	2682,4
FENIX (02351005)	SUDERHSA	642,2	1434,5	2249,9
FLORIANO (02352055)	SUDERHSA	137,9	1425,1	2000,7
GOIOERÊ (02453016)	SUDERHSA	960,6	1630,9	2421,2
ITAMBÉ (02351028)	SUDERHSA	1032,5	1561,3	2366,2
MALU - TERRA BOA (02352035)	SUDERHSA	663,5	1567,4	2787,0
MARILUZ (02353006)	SUDERHSA	503,9	1520,5	2285,2
MOREIRA SALES (02453015)	SUDERHSA	836,4	1604,6	2490,1
PALMITAL (02453046)	SUDERHSA	795,2	1531,9	2441,0
PEABIRU (02352029)	SUDERHSA	391,4	1550,8	2331,8
PEROBAL (SÍTIO 2 KM 9) (02353014)	SUDERHSA	428,9	1517,5	2266,3
PORTO BANANEIRAS (02352010)	ANA	139,2	1423,8	2309,3
QUINTA DO SOL (02352002)	ANA	796,0	1492,5	2609,0
SALTINHO (02352033)	SUDERHSA	429,4	1651,8	2527,6
SALTO NATAL (02452004)	COPEL	209,9	1367,8	2281,5
SÃO LUIZ (02453045)	SUDERHSA	1022,3	1615,7	2969,3
SÃO MIGUEL DO CAMBUI (02351029)	SUDERHSA	894,8	1596,1	2106,5
SILVIOLÂNDIA (02352030)	SUDERHSA	440,4	1593,8	2396,3
SÍTIO FLORESTA (02352061)	SUDERHSA	848,0	1567,7	2291,4
TAQUARIMBÉ (BIDÃO) (02352032)	SUDERHSA	556,8	1409,0	2164,8
TUNEIRAS DO OESTE (02352012)	SUDERHSA	587,9	1384,7	2163,3
VILA RICA (02351066)	ANA	198,0	1266,5	1854,1
VILA ROBERTO BREZEZINSKI (02452038)	SUDERHSA	768,3	1476,7	2363,6
ÁGUA FRIA (02452047)	SUDERHSA	1095,6	1637,3	2743,4
ALTO PIQUIRI (02453008)	SUDERHSA	754,8	1580,9	2363,5
BARRA RIBEIRÃO RAPOSO TAVARES (02451012)	COPEL	162,9	1535,8	3633,6
BRASILÂNDIA DO SUL (02453050)	SUDERHSA	1007,9	1613,6	2600,0
FORMOSA DO OESTE (02453010)	SUDERHSA	855,7	1613,4	2530,7
GUARANI (02452035)	SUDERHSA	1158,3	2036,1	3339,4
IGARITE (02352031)	SUDERHSA	495,3	1463,5	2282,3
OURO VERDE (02352042)	SUDERHSA	959,9	1430,7	2274,3
PRIMAVERA (02452033)	SUDERHSA	1034,1	1603,1	2355,4
SANTO ANTÔNIO (02452041)	SUDERHSA	479,6	1831,0	2299,7
XAMBRE (02353005)	SUDERHSA	804,1	1417,9	2394,4
FAROL (02452029)	SUDERHSA	782,0	1614,8	2429,9
JANIÓPOLIS (02452010)	SUDERHSA	617,1	1670,1	2664,9
RIO DA VÁRZEA (02452045)	SUDERHSA	470,2	1766,7	3467,8
LUIZIANA (02452046)	SUDERHSA	428,4	1721,0	2557,0
MÉDIA		655,9	1551,4	2449,5

Quanto à variação sazonal, os histogramas das precipitações médias mensais mostram máximas relativas alternadas nos meses de dezembro, janeiro e

maio, com mínimas relativas nos meses de junho, julho e março (figura 23). Estes períodos chuvosos são válidos em termos de longo prazo, pois não existem períodos chuvosos e secos claramente definidos. As precipitações máximas e mínimas podem acontecer em qualquer época do ano.



**Figura 23.** Precipitação média ao longo do ano na região de inserção da PCH Engenheiro Beltrão.

A bacia do rio Mourão recebe uma mesma intensidade de radiação solar ao longo do seu desenvolvimento. O fato de se desenvolver no sentido sudoeste – nordeste faz com que ela esteja dentro da mesma latitude que recebe a mesma intensidade de radiação. Pelo fato de ser uma bacia hidrográfica relativamente curta, as características de radiação nos pontos ao longo do rio Mourão não variam.

Como observado, os maiores valores de evaporação líquida são notados nos meses que compreendem o verão e o contrário, com menores evaporações, nos meses que compreendem o inverno (Tabela 8). Esse comportamento pode ser observado em toda a região sul do país.

**Tabela 8.** Evaporação líquida média mensal (mm)<sup>7</sup>.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
EVP	92,2	76,8	95,5	91,1	79,0	71,2	98,2	122,3	115,3	124,5	126,2	107,7	1200

A evapotranspiração potencial foi calculada tendo como base a temperatura média na região da bacia do rio Mourão. Os valores encontrados para a evapotranspiração na bacia do rio Mourão são apresentados na tabela 9.

**Tabela 9.** Evapotranspiração líquida média mensal (mm)<sup>8</sup>

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
EVT	114	112	107	86	60	48	49	62	71	91	103	110	1012

<sup>7</sup> Fonte: Embrapa.

<sup>8</sup> Fonte: Embrapa.

A umidade relativa do ar da bacia a caracteriza como uma região de ambiente úmido, tendo como principal influência as chuvas que ocorrem ao longo do ano, além dos ventos que sopram do leste. A umidade anual gira em torno dos 70%, em média, oscilando entre 62% e 75% ao longo do ano (tabela 10).

**Tabela 10.** Umidade relativa do ar (%)<sup>9</sup>.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
URA	75	76	72	71	73	74	67	62	65	66	65	71	69,7

### 6.1.6. Estudos hidrológicos

A determinação da vazão para projetos de obras hidráulicas não depende apenas do tamanho da área de drenagem da bacia. Segundo Christofletti (1980) a quantidade de água que atinge os cursos fluviais depende do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total, de seu regime, e das perdas devido à evaporação e à infiltração.

A infiltração é definida como a capacidade de penetração da água das chuvas, devendo-se considerar dois aspectos: a permeabilidade de origem, como é o caso das areias e arenitos, e a permeabilidade adquirida, produzida pelo fraturamento e pelos planos de estratificação, como é o caso dos basaltos (GUERRA & GUERRA, 2009).

A permeabilidade das rochas é de grande importância para o regime dos rios, pois os cursos d'água que atravessam áreas muito permeáveis podem sofrer grandes perdas. Porém, em áreas onde a permeabilidade não é excessiva, os rios têm um regime mais regular (GUERRA & GUERRA, 2009). Assim, a infiltração é influenciada pelas propriedades do solo e da rocha, e pelo modo como a água atinge sua superfície. Condições, tais como porosidade, permeabilidade, umidade, atividade biológica, cobertura vegetal, rugosidade superficial e declividade do terreno, dentre outras, influem na infiltração de água no solo (Cauduro & Dorfman, 1988).

A área de contribuição do rio Mourão drena uma área de 1.644,2 km<sup>2</sup>, com uma declividade média de 3,23 m/km entre a nascente e a foz. As nascentes encontram-se no município de Luiziana, a 775,00 m de altitude.

A bacia hidrográfica do rio Mourão possui: densidade de drenagem igual a 0,476 km/km<sup>2</sup>; declividade de 3,23 m/km e tempo de concentração (ao longo dos seus 150,11 km de extensão) da ordem de 28,67 horas.

#### 6.1.6.1. Determinação das Séries de Vazões Médias Mensais

Após o preenchimento da estação Quinta do Sol foi calculada as vazões médias mensais para a **PCH Engenheiro Beltrão**, entre os anos de 1949 a 2010, através da vazão específica para os diferentes meses dos anos, conforme a equação abaixo.

<sup>9</sup> Fonte: Embrapa.

$$Q_{PCH_{Eng}^{\circ} Beltr\tilde{a}o,t} = \frac{Q_{QS,t}}{A_{QS}} \times A_{PCH_{Eng}^{\circ} Beltr\tilde{a}o}$$

Onde:  $Q_{PCH_{Eng}^{\circ} Beltr\tilde{a}o,t}$  = Vazão da PCH Engenheiro Beltrão no tempo t;

$A_{PCH_{Eng}^{\circ} Beltr\tilde{a}o}$  = Área de drenagem da PCH Engenheiro Beltrão;

$Q_{QS,t}$  = Vazão da estação Quinta do Sol no tempo t;

$A_{QS,t}$  = Área de drenagem da estação Quinta do Sol.

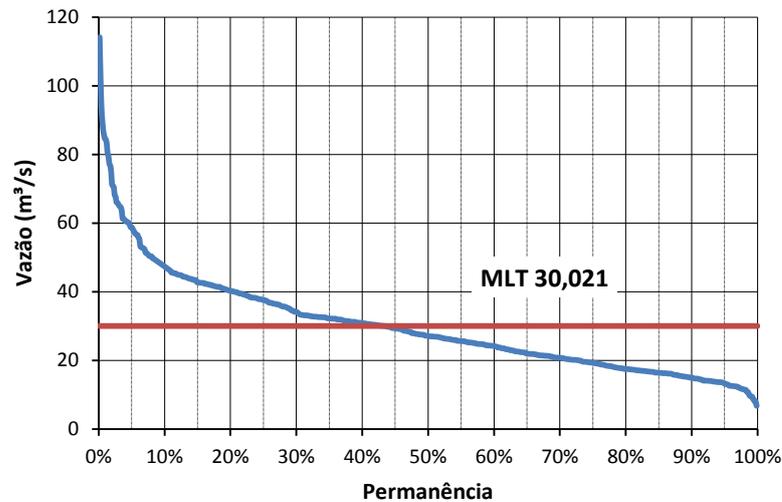
Aplicando a equação acima geramos a série de vazões mensais para a PCH Engenheiro Beltrão, como mostra a tabela 11.

**Tabela 11. Série de vazões mensais da PCH Engenheiro Beltrão**

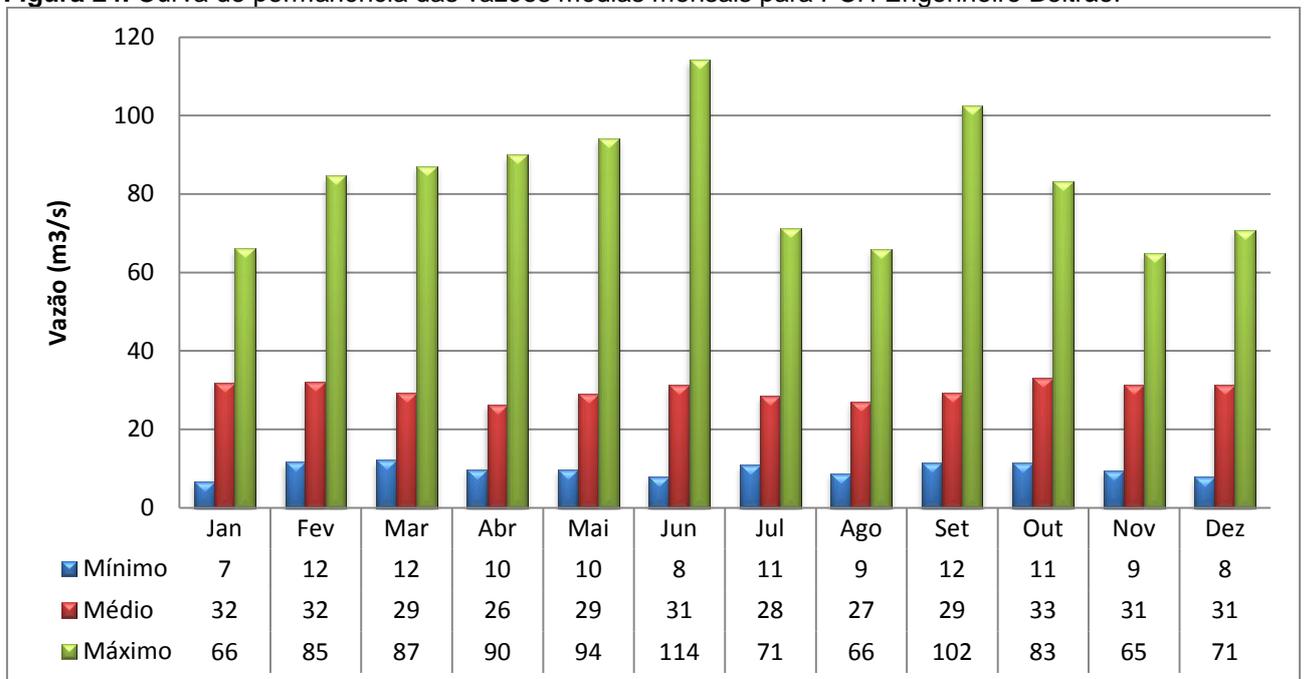
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1949	31,9	32,2	29,1	26,3	16,3	19,9	16,4	16,7	16,8	17,3	17,7	13,4
1950	16,4	18,7	21,1	15,1	21,4	16,7	19,6	14,5	12,6	14,1	12,6	12,4
1951	22,9	25,6	42,7	32,5	22,5	20,8	15,8	13,8	11,5	20,3	24,9	26,3
1952	19,4	20,3	17,9	17,8	13,7	16,7	12,4	10,8	15,4	30,7	49,1	26,4
1953	21,9	21,3	17,3	19,6	19,3	20,1	16,7	15,1	19,3	35,7	45,0	32,1
1954	37,7	30,4	31,4	24,9	42,6	77,2	51,3	32,6	22,6	25,2	19,4	16,2
1955	16,3	11,7	12,9	14,1	15,8	37,6	59,5	46,1	44,2	32,0	32,1	22,3
1956	21,3	17,4	16,5	21,5	30,4	52,8	45,6	60,2	40,1	29,3	22,4	19,0
1957	20,1	28,3	21,8	21,5	20,2	19,5	27,9	65,9	85,7	79,5	45,6	38,3
1958	30,0	24,7	29,3	23,2	23,5	24,4	22,1	20,0	31,0	27,2	28,6	33,1
1959	31,0	41,5	27,6	21,9	20,8	18,3	14,7	16,2	13,6	12,5	31,3	31,2
1960	12,1	14,1	12,1	13,1	14,0	19,1	18,3	25,7	19,3	26,9	27,2	20,4
1961	19,6	20,2	28,3	60,6	43,7	43,9	30,8	27,7	29,4	22,6	30,8	28,5
1962	31,9	32,2	34,1	17,5	16,6	20,1	15,8	14,7	25,2	47,8	26,1	21,3
1963	25,3	35,3	31,3	26,6	19,6	20,8	16,3	14,5	14,1	23,2	44,1	31,4
1964	22,0	24,3	18,3	17,4	15,4	15,5	14,3	16,1	16,2	17,1	16,0	18,0
1965	18,5	39,5	57,6	38,3	48,7	50,3	47,2	43,5	32,8	32,3	32,6	32,7
1966	29,2	32,6	25,7	21,7	20,7	15,5	21,5	15,1	15,7	20,8	20,0	17,6
1967	16,3	17,1	22,9	15,3	13,7	17,0	20,5	16,1	14,6	15,2	14,9	15,6
1968	19,5	17,5	16,7	15,0	16,3	14,7	14,1	13,6	12,9	16,0	13,9	16,9
1969	17,9	15,3	13,8	14,5	20,5	37,9	25,0	20,2	21,4	53,2	37,1	28,6
1970	21,9	20,8	15,6	16,9	20,2	17,4	23,8	17,2	24,4	30,0	22,3	34,2
1971	48,6	32,7	29,0	23,6	20,7	33,3	48,5	37,7	39,1	32,3	24,0	24,3
1972	23,8	40,5	30,8	33,5	24,2	19,3	24,0	26,8	41,4	80,3	57,9	44,3
1973	39,9	32,8	30,2	26,6	26,8	40,7	38,9	33,2	30,8	48,3	36,4	31,5
1974	45,5	41,6	42,5	39,9	25,9	32,7	29,3	25,3	25,9	29,5	33,1	32,2
1975	30,6	40,4	31,9	28,8	25,6	22,6	23,0	19,4	18,4	42,2	31,1	44,7
1976	40,5	36,5	30,4	27,5	26,1	35,9	25,6	29,8	22,5	22,0	28,3	41,4
1977	64,6	45,2	32,8	27,5	21,1	26,2	23,5	14,2	16,3	14,9	23,8	42,3
1978	26,9	17,5	16,8	12,6	9,7	7,9	16,7	16,9	29,4	13,5	12,5	15,2
1979	17,3	20,8	20,0	16,1	32,3	25,6	24,7	31,6	46,4	40,2	38,3	49,6

1980	37,8	38,8	46,1	34,4	40,4	33,1	34,1	27,0	23,2	21,1	17,8	38,1
1981	46,5	34,6	27,0	28,4	21,8	21,3	18,9	21,9	12,4	32,5	20,8	37,8
1982	31,8	27,0	14,8	12,6	11,7	42,6	56,5	36,8	24,6	44,3	64,8	70,8
1983	42,8	38,8	87,1	57,0	84,3	114,2	71,3	44,0	102,5	75,0	60,3	42,6
1984	34,8	33,0	30,1	24,4	27,9	24,8	18,7	18,7	30,5	22,7	23,5	42,0
1985	31,9	31,7	27,2	31,2	58,8	41,6	34,5	25,7	26,0	18,6	12,0	8,5
1986	6,8	16,4	14,0	17,7	40,7	30,1	27,0	36,7	23,7	16,4	18,1	24,5
1987	18,8	45,4	25,6	21,4	40,0	36,6	33,1	26,0	24,7	22,4	42,3	35,6
1988	30,4	32,1	19,7	19,8	43,8	42,1	30,7	26,7	22,4	13,9	9,5	7,9
1989	29,3	33,2	37,3	24,3	27,6	21,8	22,6	35,1	53,0	38,4	34,2	30,1
1990	58,8	36,1	36,5	27,1	27,5	30,2	43,5	44,8	65,1	70,5	49,6	39,1
1991	31,0	30,5	31,9	16,3	15,0	17,3	14,1	14,7	13,8	19,4	20,9	27,5
1992	20,9	25,4	22,4	28,6	94,1	61,3	43,4	36,9	36,2	40,9	39,4	31,0
1993	40,9	35,5	17,7	17,6	24,2	31,5	25,2	23,5	35,7	61,0	35,1	52,3
1994	37,9	41,8	36,8	32,6	35,8	55,4	55,7	36,3	27,2	26,3	25,1	21,6
1995	61,2	41,4	31,5	31,2	27,7	32,5	25,5	18,0	24,8	39,4	30,1	26,9
1996	43,5	39,6	35,7	30,0	27,0	26,9	11,4	8,7	11,6	23,3	42,7	49,4
1997	60,0	84,6	43,4	32,5	29,4	50,5	37,3	31,2	38,3	42,0	58,6	44,9
1998	38,2	38,4	36,4	90,0	65,6	48,2	36,7	39,5	68,1	76,8	49,3	37,6
1999	30,6	39,1	32,2	29,7	27,4	33,0	41,7	30,5	27,6	15,8	13,7	13,6
2000	13,2	26,4	16,9	14,0	10,4	13,1	15,3	25,6	50,8	42,1	42,3	37,6
2001	45,4	44,4	42,6	35,3	32,6	32,2	21,7	26,5	22,9	20,7	21,2	29,8
2002	41,0	39,9	27,9	24,8	52,6	40,1	33,6	32,6	30,3	26,9	38,6	48,1
2003	45,0	47,3	40,3	39,3	32,8	31,3	24,8	19,0	17,1	17,0	21,5	30,9
2004	24,3	25,4	17,0	18,3	40,9	45,4	39,7	30,3	33,1	50,4	52,7	41,8
2005	47,7	33,9	31,5	27,9	18,8	16,9	16,3	13,7	17,1	56,6	43,7	30,1
2006	24,2	26,2	30,8	32,7	29,7	23,1	17,4	13,7	21,4	20,3	17,5	29,8
2007	51,2	47,2	44,9	36,3	33,0	29,1	30,5	24,8	18,4	11,4	24,1	20,4
2008	20,2	17,8	21,4	9,6	11,8	9,4	10,8	51,1	25,9	29,1	38,1	18,9
2009	25,2	26,4	23,0	12,5	19,1	21,9	41,2	44,4	63,5	83,2	60,7	56,8
2010	66,1	67,7	50,3	42,6	41,4	33,3	28,6	27,8	20,6	25,1	18,1	49,7
Mín.	6,8	11,7	12,1	9,6	9,7	7,9	10,8	8,7	11,5	11,4	9,5	7,9
Méd.	31,9	32,2	29,2	26,3	29,1	31,1	28,5	26,8	29,4	33,2	31,4	31,2
Máx.	66,1	84,6	87,1	90,0	94,1	114,2	71,3	65,9	102,5	83,2	64,8	70,8

A figura 24 ilustra o comportamento da curva de permanência das vazões médias mensais para a **PCH Engenheiro Beltrão**.



**Figura 24.** Curva de permanência das vazões médias mensais para PCH Engenheiro Beltrão.



**Figura 25.** Vazões médias mensais características da PCH Engenheiro Beltrão

#### 6.1.6.2. Vazões Máximas

Os estudos de frequência de cheias desenvolveram-se através do mesmo critério de preenchimento da série de vazões da estação fluviométrica Quinta do Sol através da equação que descreve a linha de tendência que possui melhor correlação entre as estações (exceto a estação Usina São João o qual foi correlacionado apenas por proporção de área de drenagem). Fazendo este preenchimento para as vazões máximas diárias de cada ano obteve-se a série de vazões extremas da estação fluviométrica Quinta do Sol o qual foi transferido ao eixo da PCH Engenheiro Beltrão por proporcionalidade de áreas de drenagem.

Também levou-se em consideração o critério de regionalização, seguindo a metodologia descrita no Guia para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedores<sup>10</sup>.

A partir das descargas médias diárias observadas nas estações fluviométricas consideradas, determinou-se a série de descargas máximas anuais para o período de 1949 a 2010, para o local, apresentada na tabela 12.

As descargas máximas anuais transferidas para o local foram submetidas a uma análise de freqüência de cheias (Tabela 13), considerando para tanto as distribuições de probabilidade Gumbel, Exponencial, Log-Normal e Normal.

**Tabela 12.** Vazões máximas anuais da PCH Engenheiro Beltrão (m<sup>3</sup>/s).

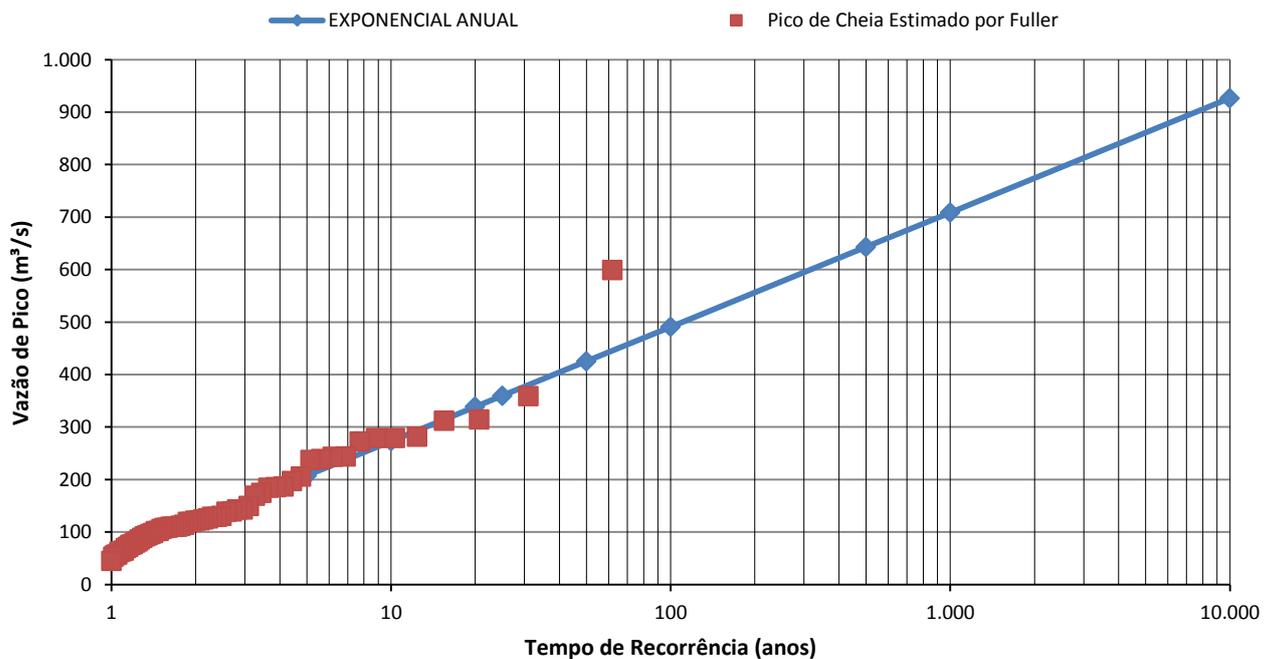
Ano	Período Anual	Período Seco	Ano	Período Anual	Período Seco
1949	63,2	63,2	1980	143,1	114,0
1950	71,8	38,6	1981	129,4	129,4
1951	110,2	110,2	1982	239,4	239,4
1952	102,5	102,5	1983	599,1	534,9
1953	62,3	62,3	1984	169,1	146,6
1954	110,2	62,3	1985	314,7	49,4
1955	186,8	52,7	1986	129,4	64,1
1956	121,7	31,2	1987	243,5	243,5
1957	244,3	83,3	1988	119,1	119,1
1958	69,5	64,7	1989	279,5	279,5
1959	79,5	79,5	1990	197,3	197,3
1960	64,7	37,0	1991	76,9	76,9
1961	206,0	206,0	1992	279,5	105,9
1962	75,4	63,2	1993	185,5	102,3
1963	81,9	81,9	1994	143,1	65,4
1964	45,4	45,4	1995	139,7	134,5
1965	101,5	101,5	1996	122,5	122,5
1966	56,1	56,1	1997	272,9	272,9
1967	57,5	57,5	1998	312,4	270,7
1968	52,8	52,8	1999	97,9	66,8
1969	108,2	53,3	2000	131,1	91,8
1970	85,7	85,7	2001	114,0	114,0
1971	107,6	93,8	2002	281,7	88,0
1972	111,9	84,1	2003	119,1	119,1
1973	93,5	67,7	2004	174,6	93,3
1974	124,2	84,6	2005	96,3	96,3
1975	105,9	105,9	2006	88,8	88,8
1976	150,0	91,8	2007	110,2	110,2
1977	237,4	237,4	2008	184,6	84,5
1978	91,8	39,5	2009	359,3	108,3
1979	125,9	122,5	2010	138,8	138,8

<sup>10</sup> ELETROBRÁS, 1987

**Tabela 13.** Cheias de projeto para a PCH Engenheiro Beltrão (m<sup>3</sup>/s).

TR (anos)	Período Anual		Período Seco	
	Média diária	Pico de Cheia	Média diária	Pico de Cheia
2	121	157	88	114
5	208	270	162	211
10	273	355	219	284
20	339	440	275	357
25	360	467	293	381
50	425	552	350	454
100	491	638	406	528
500	643	835	537	698
1000	709	920	594	771
10000	927	1.203	781	1.015

Para a verificação de adequação de ajuste destas distribuições, foi utilizado um moderno teste de aderência chamado *Probability Plot Correlation Coefficient Test*, ou apenas PPCC<sup>11</sup>.

**Figura 26.** Cheias de projeto – Vazões máximas médias diárias

<sup>11</sup> STEDINGER *et al.*, 1993

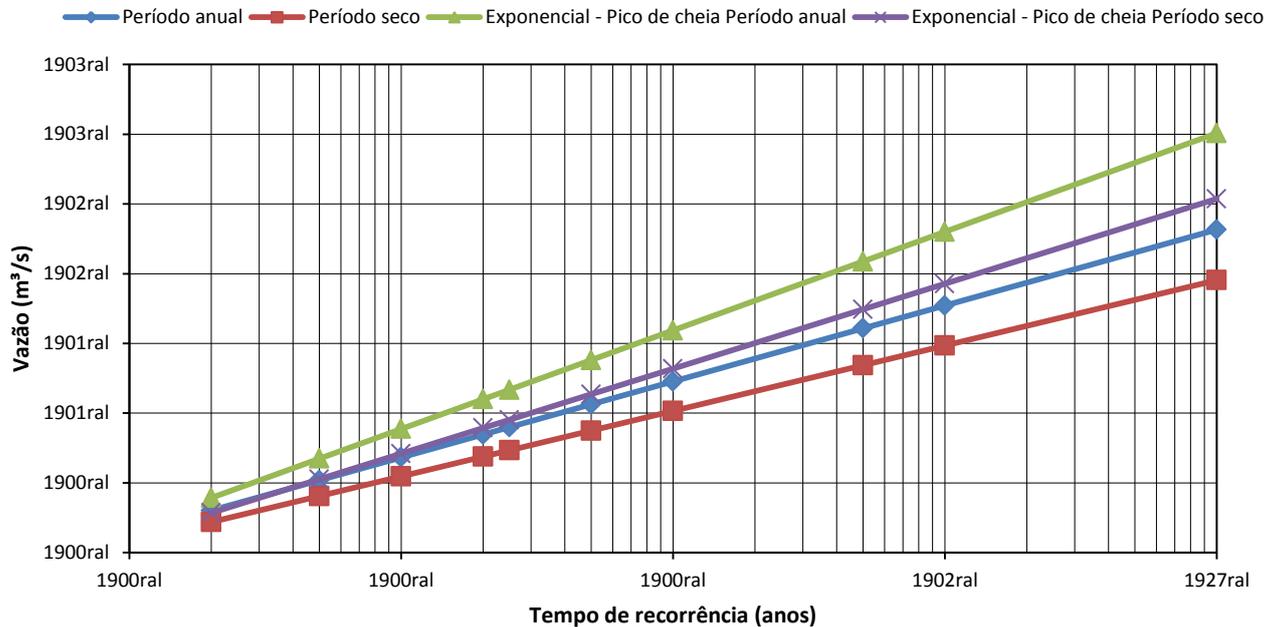


Figura 27. Cheias de projeto – Período seco e anual

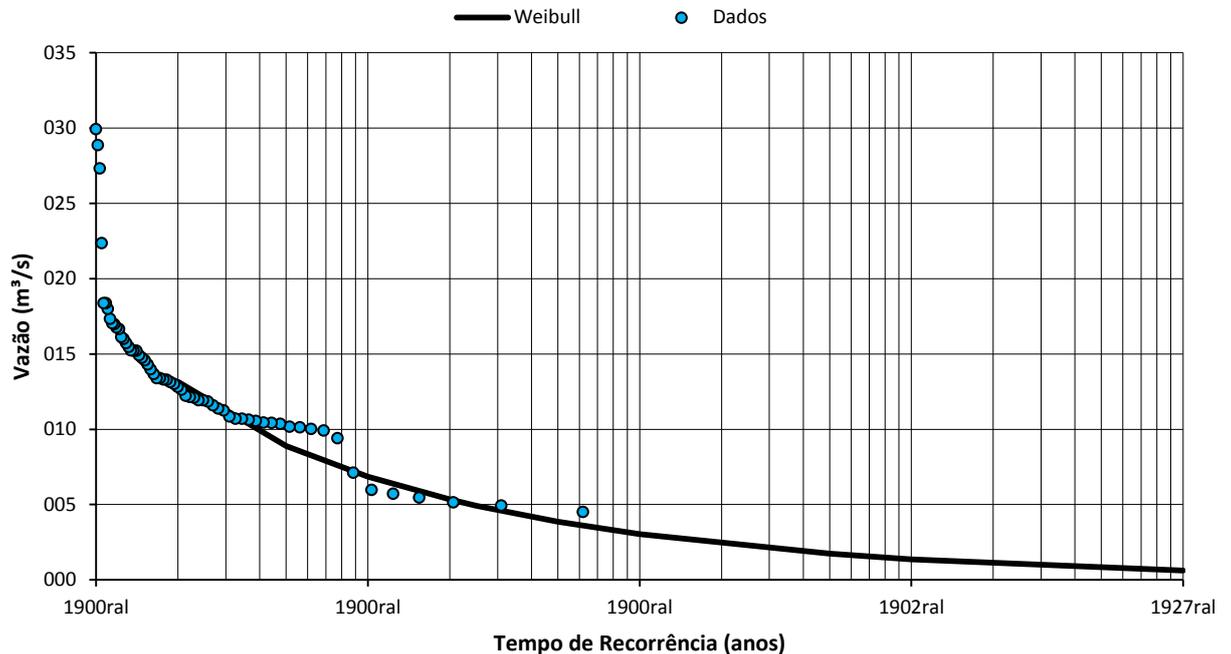
#### 6.1.6.3. Vazões Mínimas

O estudo de vazões mínimas visa contemplar as exigências mínimas para a manutenção da vazão remanescente. No caso desta usina que possui arranjo com derivação das águas do rio, a vazão mínima na alça seca do rio é definida pela menor vazão média de 7 dias consecutivos com um período de recorrência de 10 anos. Vazão definida como “ $Q_{7,10}$ ”. A tabela 14 simplifica a caracterização das vazões mínimas para área do empreendimento.

No caso de estudos hidroenergéticos, a vazão remanescente para usos consuntivos é correspondente à metade da vazão com 98% de permanência. Desta forma, não sendo contabilizada, para a determinação da energia assegurada.

Tabela 14. Vazões mínimas características para a PCH Engenheiro Beltrão ( $m^3/s$ )

Descrição	Vazão ( $m^3/s$ )
Mínima mensal	10,83
Mínima diária	3,69
$Q_{7,10}$	6,85
$Q_{90}$ média mensal	20,47
$Q_{95}$ média mensal	17,20
$Q_{98}$ média mensal	15,19

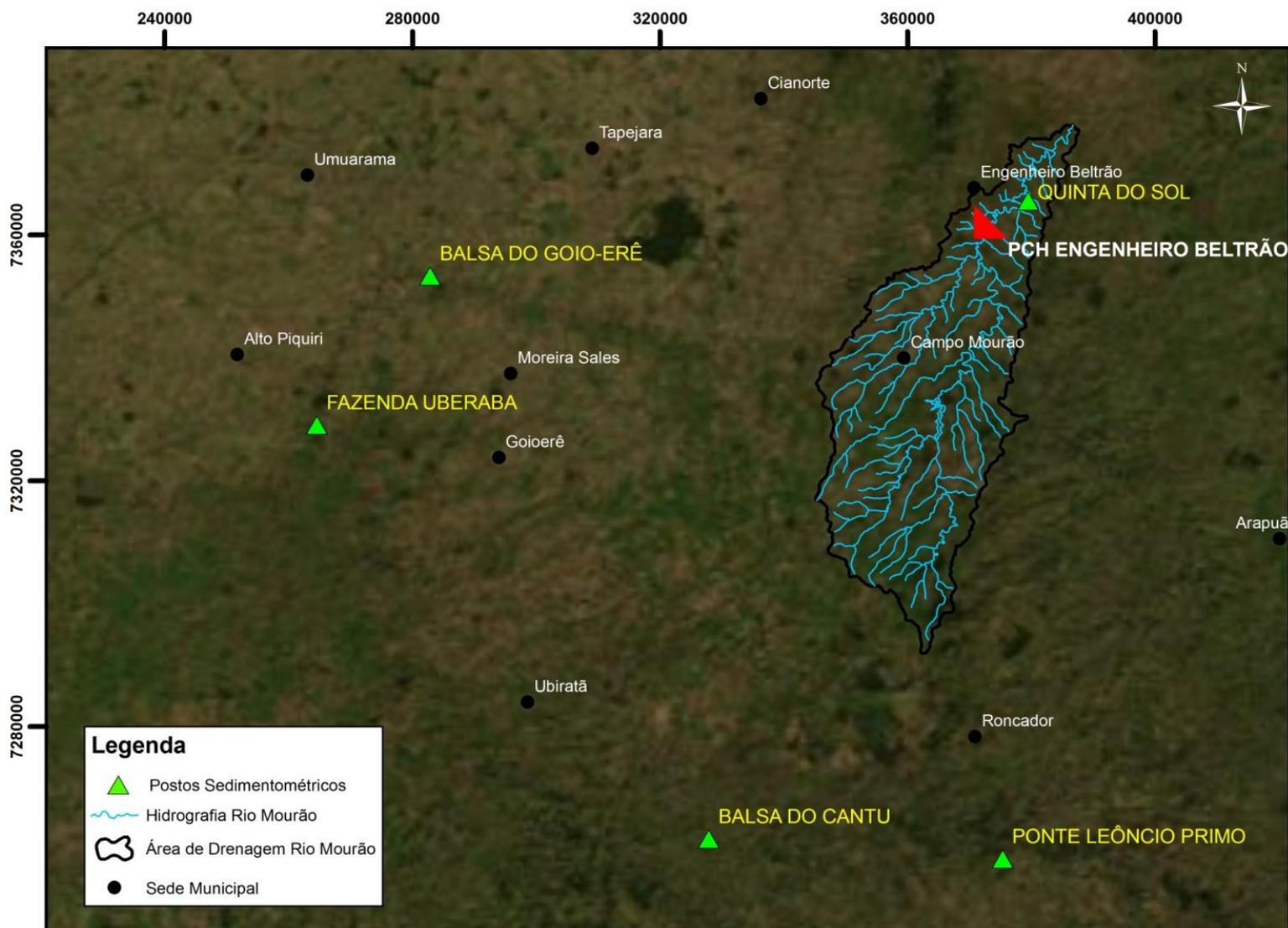


**Figura 28.** Vazões mínimas características da PCH Engenheiro Beltrão – Distribuição Weibull

#### 6.1.7. Avaliação Do Transporte De Sedimentos Na Bacia

Os estudos sedimentológicos são realizados para se estimar a vida útil do reservatório a ser formado com a implantação da PCH Engenheiro Beltrão. Para isto, determina-se a descarga de sedimentos sólidos para o local da usina para se definir a vida útil do mesmo.

Utilizaram-se as medições registradas ao longo do período de 1977 - 2002 na estação sedimentométrica Quinta do Sol (64673000) a qual encontra-se no rio que se quer caracterizar. Portanto, com as informações desta estação transpôs-se o valor de descarga de sedimentos para o local do empreendimento PCH Engenheiro Beltrão através da equação da linha de tendência do tipo “potencia” que melhor descreve a correlação entre as medições. A localização da estação sedimentométrica Quinta do Sol pode ser observada na figura 29.



**Figura 29.** Localização da estação sedimentométrica Quinta do Sol na bacia do rio Mourão.

Os valores registrados ao longo de tal período encontram-se apresentados na Tabela 15.

**Tabela 15.** Medições de descargas sólidas – estação Quinta do Sol.

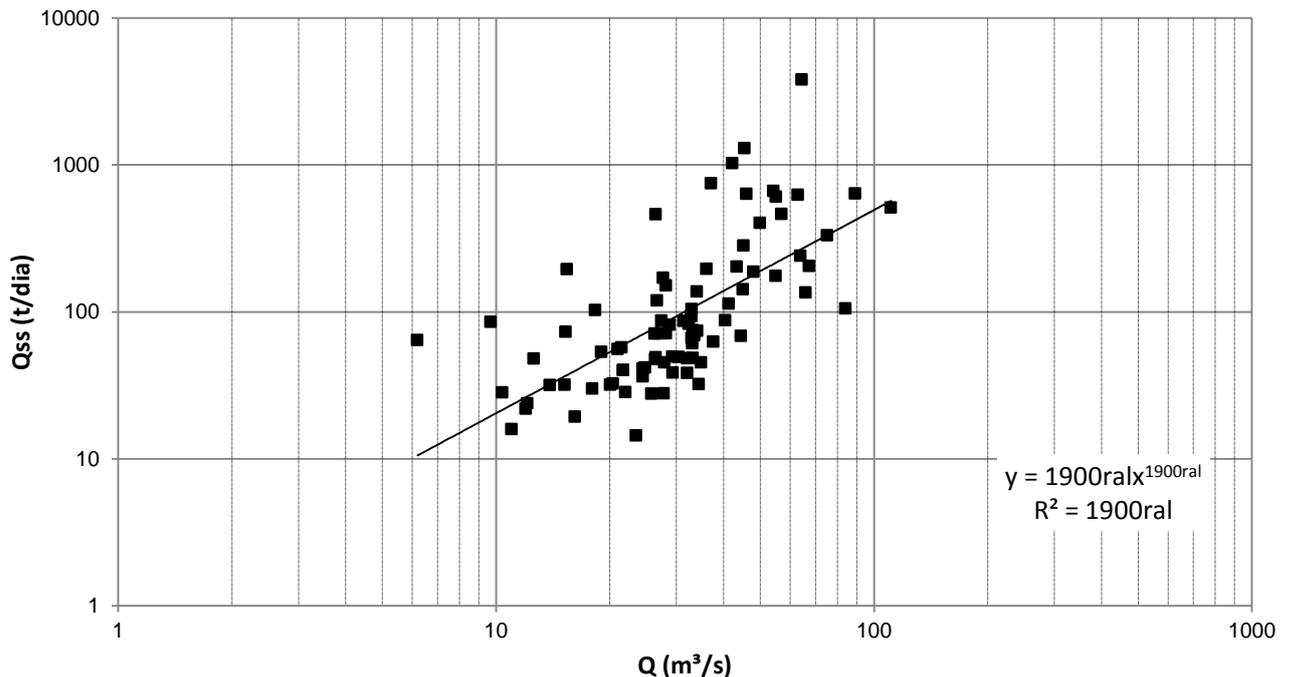
Data	Vazão (m³/s)	Concentração (ppm)	Data	Vazão (m³/s)	Concentração (ppm)
18/04/1977	37,1	221,1	22/08/1989	67,5	33,3
11/06/1977	23,5	6,7	24/07/1990	66,0	22,4
21/08/1977	18,3	61,4	03/10/1990	111,0	50,4
27/10/1977	15,4	138,6	17/12/1990	57,0	88,8
09/08/1978	12,6	41,7	16/03/1991	45,2	68,5
07/10/1978	9,7	96,4	31/07/1991	12,0	20,0
07/12/1978	26,5	190,8	20/10/1991	11,0	15,8
08/02/1979	6,2	113,5	28/11/1991	18,0	18,2
17/05/1979	42,2	265,9	16/03/1992	19,0	30,8

25/08/1980	33,2	24,7	16/05/1992	84,2	13,7
23/11/1980	20,4	17,4	17/06/1993	27,8	10,9
21/01/1981	55,1	120,9	26/03/1994	50,0	88,1
15/05/1981	21,0	29,0	30/07/1994	48,0	42,8
29/07/1981	24,5	16,2	21/09/1994	26,4	19,7
17/10/1981	46,0	151,2	18/11/1994	26,5	20,2
21/01/1982	29,4	14,4	31/05/1995	20,1	17,4
17/06/1982	41,3	30,1	12/08/1995	22,0	14,1
20/04/1984	27,3	28,6	10/11/1995	33,1	20,2
22/06/1984	28,2	27,7	03/05/1996	26,7	49,0
25/08/1984	21,7	20,2	11/12/1996	37,6	18,3
26/08/1984	21,7	20,3	06/03/1997	75,3	48,1
29/10/1984	13,9	25,0	21/05/1997	32,1	13,1
17/02/1985	34,4	10,3	21/07/1997	54,2	133,9
26/04/1985	33,0	22,0	20/09/1997	45,5	312,5
11/07/1985	32,4	28,0	14/11/1997	89,2	78,5
27/08/1985	27,9	17,7	20/03/1998	36,1	59,3
27/10/1985	28,2	58,7	21/05/1998	64,0	41,1
04/03/1986	27,7	67,3	24/07/1998	34,1	23,8
25/04/1986	29,3	18,5	23/09/1998	43,4	51,1
23/06/1986	33,0	34,6	30/11/1998	40,4	23,8
05/09/1986	34,0	44,2	04/06/1999	27,4	34,8
24/10/1986	15,2	23,0	04/08/1999	33,5	22,6
25/02/1987	32,9	31,1	28/09/1999	25,8	11,8
07/05/1987	63,0	108,7	23/11/1999	12,1	21,6
05/09/1987	28,8	31,0	28/03/2000	24,8	18,4
30/10/1987	30,4	17,7	23/05/2000	10,4	29,8
28/02/1988	31,4	30,2	15/08/2000	15,3	52,4
17/05/1988	44,5	16,8	19/09/2000	55,0	34,9
31/07/1988	34,9	14,2	05/12/2000	45,0	34,7
20/09/1988	24,5	18,4	11/07/2001	21,5	29,1
28/02/1989	64,5	647,2	10/08/2002	32,1	16,5
30/04/1989	33,2	16,0	01/11/2002	26,3	29,6
24/06/1989	16,2	13,0			

Tabela 16. Resumo dos dados da estação sedimentométrica utilizada

Estação	$Q_{SSMLT}$ (t/dia)	MLT ( $m^3/s$ )	Ad ( $km^2$ )	$Q_{ESPECÍFICA}$ (t/dia/ $km^2$ )
Quinta do Sol	113,0	34,4	1.534	0,07366

A partir das medições apresentadas, obteve-se a relação entre descarga sólida e descarga líquida para o local previsto para implantação da usina.



**Figura 29.** Correlação entre a QSSMLT (descarga de sedimentos sólidos – t/dia) com as Q (vazões – m³/s) da estação sedimentométrica Quinta do Sol

Sendo então definida a equação que descreve a descarga de sedimentos sólidos de acordo com a vazão média de longo período do eixo do empreendimento.

$$Q_{SSMLT} = 0,8456 \times Q_{MLT\_PCH\_Engenheiro\_Beltrão}^{1,3831}$$

Resultando na  $Q_{SSMLT}$  da PCH Engenheiro Beltrão no valor de 93,5 t/dia.

Para continuidade do estudo, com o objetivo de se definir o tempo de vida útil do reservatório deve-se adotar os procedimentos descritos adiante.

Os dados devem ser considerados para o cálculo do assoreamento do reservatório seguem de acordo com a equação que determina o Índice de Sedimentação:

$$IS = \frac{V_t^2}{Q_t^2 \times L}$$

Onde:

$Q_t$  = descarga líquida de longo período em m³/s

$V_t$  = Volume do reservatório no nível médio de operação; m³

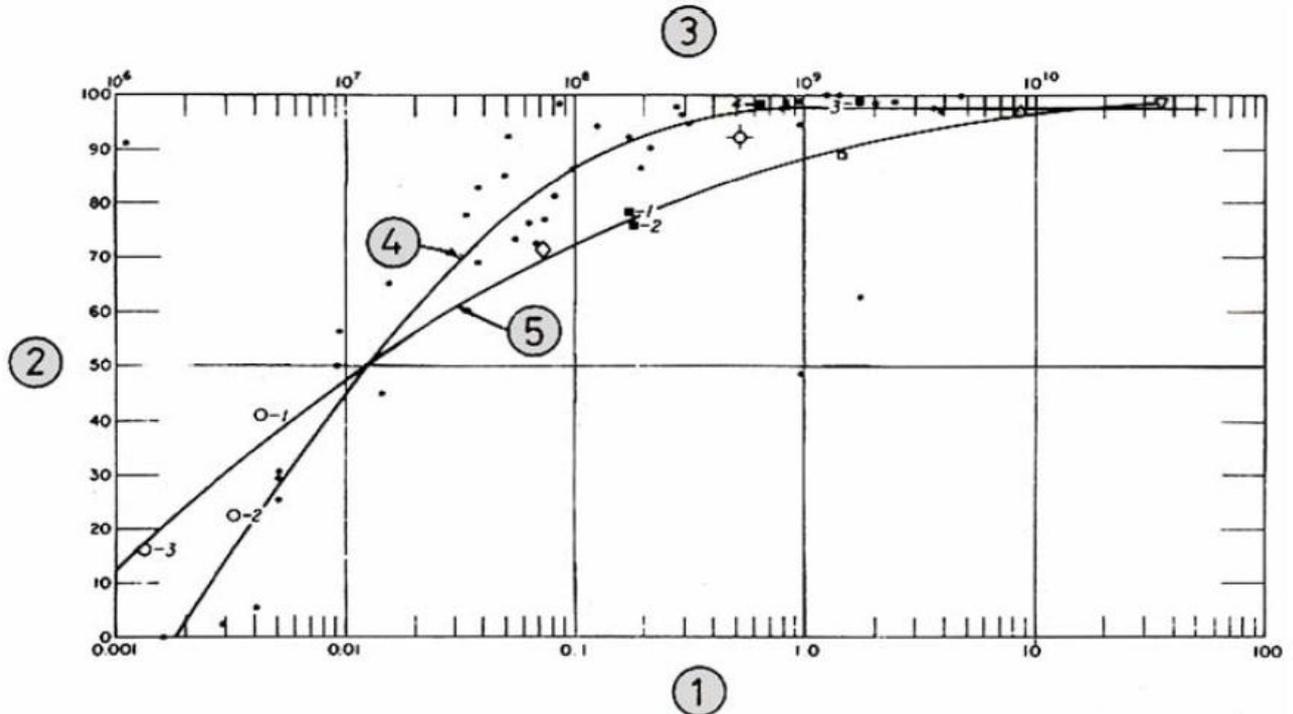
L = Comprimento ao longo do eixo do reservatório m

Posiciona-se o valor obtido do índice de sedimentos no gráfico em que consta a curva de Churchill e obtém-se assim o percentual de retenção de sedimentos do reservatório.

A curva de Churchill pode ser observada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** abaixo, o valor da eficiência de retenção média aproximada é obtido no eixo “y”.

O valor de retenção de sedimentos é utilizado como se fosse constante ao longo do tempo a favor da segurança, porém na realidade a eficiência de retenção do reservatório diminui com o tempo em função do assoreamento e da conseqüente

redução de seu volume de acumulação. Este fato resultaria em um tempo de vida útil relativamente superior ao calculado.



**Figura 30.** Curva de eficiência de retenção de sedimentos segundo Chirchill (ELETROBRÁS, 1997)<sup>12</sup>

A partir da descarga sólida total de longo período ( $Q_{st}$ ), determina-se o deflúvio sólido total anual em toneladas por ano.

O volume de sedimentos retidos no reservatório durante um ano, que consiste na relação entre o peso dos sedimentos retidos e o seu peso específico, com resultado obtido em metros cúbicos por ano.

Com este volume anual de sedimentos acumulados no reservatório, o tempo necessário para o assoreamento atingir o nível máximo de água normal é obtido em anos e para os casos em que o valor é inferior ao tempo de vida útil do empreendimento, definiu-se preliminarmente a necessidade de manutenção e dragagem do reservatório para se manter a operação da usina.

Desta forma, pode-se concluir se o assoreamento será um problema para a operação da usina ou não. Ainda assim, é recomendado o monitoramento durante a operação da usina para verificar com antecedência a possibilidade de problemas de assoreamento, mesmo os resultados apresentando valores superiores ao esperado.

### 6.1.8. Considerações Gerais dos Estudos Hidrometeorológicos

Conforme apresentado neste relatório, utilizou-se para a determinação das vazões médias da **PCH Engenheiro Beltrão**, a correlação de vazões das estações

<sup>12</sup> Versão apresentada em ICOLD (1989), onde: 1: Relação Capacidade do Reservatório / Vazão afluente média anual; 2: Sedimento retido, em %; 3:  $SI \times g$  – Índice de sedimentação  $\times g$  (constante de aceleração da gravidade); 4: Curva de Brune média e; 5: Curva de Churchill.

fluviométricas na bacia do rio Mourão e proximidades. Definidas as estações que possuem melhor correlação ( $r^2$ ) com a estação Quinta do Sol, foi possível determinar a hidrologia completa da estação, compreendendo o período de 1949 a 2010.

Conseguiu-se definir as vazões da área onde será implantado o empreendimento utilizando-se da regionalização por proporção de áreas conforme é apresentado pelas “Diretrizes para Projeto de PCH”.

De acordo com os estudos realizados e apresentados neste relatório, determinaram-se os parâmetros característicos conforme lista abaixo:

- Vazão média de longo período ..... 30,0 m<sup>3</sup>/s
- Vazão mínima Q<sub>7,10</sub> ..... 6,85 m<sup>3</sup>/s
- Vazão mínima Q<sub>98%</sub> ..... 15,19 m<sup>3</sup>/s
- Período seco ..... novembro a abril
- Período úmido ..... maio a outubro
- Mês mais quente ..... Janeiro
- Mês mais frio ..... Julho
- Média das temperaturas ..... 21,85°C
- Descarga de sedimentos sólidos no local da usina ..... 93,5 ton/dia

#### 6.1.9. Previsão de Estações de Medição

Conforme preconizado na Resolução Conjunta nº 3, de 10 de agosto de 2010, é recomendada para a **PCH Engenheiro Beltrão** a implantação dos seguintes monitoramentos hidrométricos:

- Pluviométrico = 3 unidades;
- Limnimétrico = 1 unidade;
- Fluviométrico = 3 unidades;
- Sedimentológico = 2 unidade.

O objetivo destas implantações é realizar o monitoramento contínuo do rio Mourão na região do aproveitamento hidrelétrico. A definição dos locais para implantação dos monitoramentos deve ser discutida em conjunto com a ANEEL durante as etapas posteriores.

## 6.2. MEIO BIÓTICO

### 6.2.1. Flora

#### 6.2.1.1. Formações Florestais ocorrentes na Bacia

A cobertura vegetal original da região da bacia do rio Mourão constituía o encontro de três importantes unidades fitogeográficas brasileiras: a das florestas com araucária (Floresta Ombrófila Mista) nas maiores altitudes, entremeada por manchas relictuais de cerrado (Savana) e a das florestas semidecíduas da bacia do rio Paraná (Floresta Estacional Semidecidual) nos vales dos flúvios, de menores altitudes. Caracteriza, portanto, uma região de transição vegetacional, definida pelo IBGE (1992) como Área de Tensão Ecológica, nas formas de Ecótono (com mistura florística - Floresta Ombrófila Mista/Floresta Estacional Semidecidual) e de Enclave (sem mistura florística - Floresta Ombrófila Mista/Savana e Floresta Estacional Semidecidual/Savana).

A partir do final da década de 1940, a exploração predatória dos pinheirais da região Sul permitiu ao País gerar divisas com a exportação deste tipo

de madeira aliado aos avanços da agricultura, num panorama de aumento da área de cultivo gerou um processo de profunda transformação da cobertura vegetal, em função do avanço das frentes agrícolas e da urbanização. É importante ressaltar que nas décadas de 40, 50 e 60 o principal modelo macroeconômico orientando as formulações de políticas macroeconômicas era a teoria Keynesiana (hoje incorporada na Síntese Neoclássica). Essa divide a economia em cinco mercados (mercado de produtos, moeda, título, trabalho e divisas), e não dá atenção ao papel dos recursos naturais dentro da economia (BACHA, 2004).

## 6.2.1.2. Caracterização das Tipologias

### 6.2.1.2.1. Floresta Ombrófila Mista

A Floresta Ombrófila Mista é conhecida popularmente por Mata-de-Araucária ou pinheiral. A composição florística deste tipo de vegetação é dominada por gêneros primitivos como *Drymis*, *Araucária* e *Podocarpus*. Segundo IBGE (1988), esta tipologia florestal é típica do planalto meridional brasileiro, com disjunções em áreas elevadas das serras do Mar e da Mantiqueira. As principais espécies encontradas nesta fitofisionomia são descritas na tabela 17.

**Tabela 17.** Espécies florestais de provável ocorrência na região para tipologia Ombrófila Mista.

Família	Espécie	Nome Comum
Agavaceae	<i>Cordyline dracaenoides</i>	Tuvarana/Varana
Anacardiaceae	<i>Astronium balansae</i>	Pau-ferro/Aroeirão
	<i>Schinus polygamus</i>	Aroeira-salsa/Molho
	<i>Schinus lentiscifolius</i>	Aroeira-do-campo
	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-mansa
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i>	Quaresma
	<i>Rollinia silvatica</i>	Quaresmeira
	<i>Aspidosperma australe</i>	Peroba
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i>	Erva-mate/Mate
	<i>Ilex brevicuspis</i>	Caúna
	<i>Ilex dumosa</i>	Erva-piriquita/Caúna
	<i>Ilex kleinii</i> Edwin	Congonha/Caúna
	<i>Ilex microdonta</i>	Cogonha/Caúna
Canellaceae	<i>Capsicodendrum dinisi</i>	Pimenteira
Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i>	Erva-cancrosa
	<i>Clethra scabra</i>	Carne-de-vaca
	<i>Clethra uleana</i>	Carne-de-vaca
Compositae	<i>Dasyphyllum spinescens</i>	Não-me-toque
	<i>Dasyphyllum tomentosum</i>	Espinho-de-agulha
	<i>Equatorium sp.</i>	Vassourão
	<i>Gochnatia polymorpha</i>	Cambará
	<i>Piptocarpha angustifolia</i>	Vassourão
	<i>Piptocarpha axillaris</i>	Maria-mole
	<i>Vernonia discolor</i>	Pau-toucinho
	<i>Vernonia petiolaris</i>	Pau-toucinho
Cunionaceae	<i>Lamanonia speciosa</i>	Guaperê/Guaraperê

	<i>Weinmania paulliniifolia</i>	Gramimunha/gramoinha
	<i>Weinmania humilis</i>	Gramimunha/Miúda
Cytheaceae	<i>Alsophila compta</i>	Xaxim/xaxim-penteado
	<i>Alsophila nitida</i>	Xaxim/feto-arborescente
	<i>Alsophila plagiopteris</i>	Xaxim/feto-arborescente
	<i>Alsophila proceroides</i>	Xaxim/feto-arborescente
	<i>Dicksonia sellowiana</i>	Xaxim-bugio/xaxim-gordo
	<i>Hemitelia capensis</i>	Xaxim/samambaia-açu
	<i>Nephelea setosa</i>	Xaxim/feto-arborescente
	<i>Casearia decandra</i>	Cambroé/terra-seca
	<i>Casearia obliqua</i>	Estralador/espeteiro
	<i>Casearia sylvestris</i>	Carvalhinho/chá-de-bugre
	<i>Xylosma ciliatifolium</i>	Espinho-de-judeu
	<i>Xylosma tweedianum</i>	Açucará/sucará
	<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	Açucará/sucará
	Icacinaceae	<i>Citronella paniculata</i>
<i>Villaresia cuspidata</i>		Congonha/Tarumâ-do-banhado
Lauraceae	<i>Cinnamomun glaziovii</i>	Canela-papagaio
	<i>Cinnamomun sellowianum</i>	Canela
	<i>Cinnamomun vesiculosum</i>	Canela
	<i>Criptocarya aschersoniana</i>	Canela-pururuca
	<i>Cryptocarya moschata</i>	Canela-fogo/canela-areia
	<i>Nectandra grandiflora</i>	Canela-fedida/Canela amarela
	<i>Nectandra lanceolata</i>	Canela-amarela/Canela-branca
	<i>Nectandra megapotamica</i>	Canela-imbuia/Canela-louro
	<i>Nectandra saligna</i>	Canela-branca/canela-preta
	<i>Ocotea acutifolia</i>	Canela-preta/canela-branca
	<i>Ocotea diospyrifolia</i>	Canela-preta/canela-branca
	<i>Ocotea lanceolata</i>	Canela/Canela-amarela
	* <i>Ocotea pretiosa</i>	Sassafrás/canela-sassafrás
	* <i>Ocotea porosa</i>	Imbuia/embuia
	<i>Ocotea pulchella</i>	Canela-de-brejo/canela-lageana
	<i>Ocotea vaccinioides</i>	Canela-de-folhia-miúda
	<i>Persea venosa</i>	Canela-sebo
	<i>Phoebe stenophylla</i>	Canela
Lecythidaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grápia/grapiapunha
	<i>Ateleia gazioviana</i>	Timbó
	<i>Bauhinia candicans</i>	Pata-de-vaca/unha-de-vaca
	<i>Bauhinia pruinosa</i>	Pata-de-vaca
	<i>Dalbergia brasiliensis</i>	Marmeleiro
	<i>Erythrina cristagalli</i>	Corticeira/marrequinha
	<i>Erythrina falcata</i>	Corticeira/sinhanduva
	<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim
	<i>Inga lentiscifolia</i>	Ingá

	<i>Inga uruguensis</i>	Ingá-banana/Ingá beira-de-rio
	<i>Inga virescens</i>	Ingá
	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	Rabo-de-macaco/Pau-de-canzil
	<i>Machaerium stipitatum</i>	Farinha-seca/Sapuva
	<i>Mimosa balduinii</i>	Juquiri
	<i>Mimosa scabella</i>	Bracatinga
	<i>Mimosa taimbensis</i>	Bracatinga-miúda
	<i>Myrcarpus frondosus</i>	Cabreúva/caburé
	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico/angico-vermelho
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i>	Dedaleira/louro-da-serra
Melastomataceae	<i>Miconia cinerascens</i>	Pixirica/pixiricão
	<i>Miconia hyemalis</i>	Pixirica
	<i>Miconia ramboi</i>	Pixirica
	<i>Tibouchina ramboi</i>	Quaresma
	<i>Tibouchina sellowiana</i>	Tibuchina-da-serra
	<i>Cabranea canjerana</i>	Canjerana/canharana
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro/cedro-rosa
	<i>Trichilia elegans</i>	Catiguá-de-ervilha
	<i>Mollinedia elegans</i>	Pimenteira/capixim
Myrcinaceae	<i>Rapanea ferruginea</i>	Capororoca
Myrtaceae	<i>Blepharocalix salicifolius</i>	Murta/piúna
	<i>Britoa guazumaefoa</i>	Sete-capotes
	<i>Calycorectes riedelianus</i>	Guamirim
	<i>Calyptranthes concinna</i>	Guamirim-ferro
	<i>Calyptranthes tricona</i>	Guamirim-ferro
	<i>Campomanesia aurea</i>	Guabirobeira-do-campo
	<i>Campomanesia rhombea</i>	Guabirobeira-de-folha-seca
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabiroba-do-mato
	<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja/cerejeira-do-mato
	<i>Eugenia pluriflora</i>	Jaboticaba-do-campo
	<i>Eugenia pyriformis</i>	Uvaieira/uvaia
	<i>Eugenia ramboi</i>	Batinga-branca
	<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga/pitangueira-vermelha
	<i>Eugenia uruguayensis</i>	Batinga-vermelha
	<i>Feijoa sellowiana</i>	Goiaba-do-campo
	<i>Gomidesia palustris</i>	Guamirim/cambuí
	<i>Gomidesia sellowiana</i>	Guamirim/aperta-güela
	<i>Hexachlamis edulis</i>	Pêssego-do-mato
	<i>Hexachlamis itatiaiae</i>	Araçazeiro
	<i>Myrceugenia acrophylla</i>	Guamirim-branco
	<i>Myrceugenia bracteosa</i>	Guamirim/cambuim
	<i>Myrceugenia estrellensis</i>	Guamirim
	<i>Myrceugenia euosma</i>	Guamirim/cambuim
<i>Myrceugenia glaucescens</i>	Cambuí/guamirim	

	<i>Myrceugenia macrosepala</i>	Guamirim
	<i>Myrceugenia miersiana</i>	Guamirim
	<i>Myrceugenia myrcioides</i>	Guamirim
	<i>Myrceugenia nothorufa</i>	Guamirim
	<i>Myrceugenia ramboi</i>	Guamirim
	<i>Myrceugenia regnelliana</i>	Cambuim/cambuí
	<i>Myrcia arborescens</i>	Guamirim-ferro
	<i>Myrcia bombicina</i>	Guamirim-do-campo
	<i>Myrcia glabra</i>	Ubá/guamirim-araçá
	<i>Myrcia lajeana</i>	Cambuí/cambuim
	<i>Myrcia laruotteana</i>	Cambuí/cambuim
	<i>Myrcia multiflora</i>	Cambuí
	<i>Myrcia obtecta</i>	Guamirim-branco
	<i>Myrcia richardiana</i>	Guamirim-araçá
	<i>Myrciantes gigantea</i>	Araçá-do-mato
	<i>Myrcianthes pungens</i>	Guabiju/guabiraguaçu
	<i>Myrciaria cuspidata</i>	Cambuí/cambuim
	<i>Myrciaria delicatula</i>	Cambuí/cambuim
	<i>Myrciaria rivularis</i>	Guamirim
	<i>Myrciaria tenella</i>	Cambuí/cambuimzinho
	<i>Myrciaria undulata</i>	Cambuí/cambuim
	<i>Myrciaria trunciflora</i>	Jaboticabeira
	<i>Myrrhinium loranthoides</i>	Murtinho/pau-ferro
	<i>Psidium cattleianum</i>	Araçá-amarelo
	<i>Psidium luridum</i>	Araçá-de-pedra
	<i>Psidium pubifolium</i>	Araçá-do-campo
	<i>Siphoneugena reitzii</i>	Cambuí/cambuim
Palmae	<i>Arecastrum romanzofianum</i>	Jerivá/coqueiro
	<i>Butiá eriospatha</i>	Butiá-do-campo
	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	Carabdaí/carandá
Phytolacaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	Umbu/maria-mole
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i>	Pinho/pinho-brabo
Proteaceae	<i>Euplassa nebularis</i>	Carvalho
	<i>Roupala asplenoides</i>	Carvalho
	<i>Roupala brasiliensis</i>	Carvalho-do-brasil
	<i>Roupala meisneri</i>	Carvalho
Rhamnaceae	<i>Colletia exserta</i>	Quina-cruzeiro
	<i>Rhamnus spaherosperma</i>	Cangica
	<i>Scutia buxifolia</i>	Coronilha/canela-de-espinho
Rosaceae	<i>Prunus sellowii</i>	Pessegueiro-do-mato
	<i>Quillaja brasiliensis</i>	Pau-sabão/aça-toucinho
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i>	Quineira/quina
	<i>Guettarda uruguensis</i>	Veludo-veludinho
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambu/pau-marfim

	<i>Fagara hyemalis</i>	Coentrilho/tembetari
	<i>Fagara kleinii</i>	Juvevê/tembetari
	<i>Fagara rhoifolia</i>	Mamica-de-cadela
	<i>Helietta longifolia</i>	Cun-cun/canela-de-veado
Santalaceae	<i>Jodina rhombifolia</i>	Cancrosa/erva-cancrosa
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Chal-chal/chale-chale
	<i>Cupania vernalis</i>	Camboatá/arcoa-de-peneira
	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Camboatá-branco
Saxifragaceae	<i>Escallonia montevidensis</i>	Canudo-de-pito
Simaroubaceae	<i>Picramia parvifolia</i>	Cedrinho-cedrico
	<i>Simarouba</i> sp.	Cedrico
Solanaceae	<i>Brunfelsia uniflora</i>	Manacá/cravo-de-negro
	<i>Solanum inaequale</i>	Canema/canemeira
	<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	Joá-manso/juá
	<i>Solanum erianthum</i>	Fumo-brabo/cuvitinga
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i>	Carne-de-vaca
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i>	Sete-sangrias/coana
Theaceae	<i>Laplacea fruticosa</i>	Santa-rita/pinho-de-campo
Thymeliaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i>	Embira-branca/imbira
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo/ibatingui
Verbenaceae	<i>Cytharexylum solanaceum</i>	Tarumã
	<i>Vitex megapotamica</i>	Tarumã-preto
Winteraceae	<i>Drimys brasiliensis</i>	Cataia/casca-d'anta

#### 6.2.1.2.2. Floresta Estacional Semidecídua

O conceito ecológico dessa Região Fitoecológica, segundo IBGE (1988), relaciona-se ao clima de duas estações, uma chuvosa e outra seca na área tropical, com temperaturas médias em torno de 20°C, ou com curto período seco acompanhado de uma acentuada baixa térmica. Ocorre a estacionalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes, que estão adaptados à estação desfavorável (estação fria ou seca). Em ambos os casos, a percentagem de árvores caducifólias no conjunto florestal situa-se entre 20% e 50%.

Apresentam a dominância dos gêneros neotropicais *Tabebuia*, *Suretemia*, *Paratecoma* e *Cariana*, juntamente com os gêneros paleotropicais *Terminalia* e *Erythrina* e com os gêneros Australásicos *Cedrela* e *Sterculia*. Esta tipologia florestal foi predominante na bacia do rio Mourão, e atualmente são observadas poucas áreas remanescentes, descaracterizadas de suas composições florísticas originais, geralmente em estágios de sucessão vegetal relativos ao extrato de capoeirões.

#### 6.2.1.2.3. Diagnóstico Atual

O que se observa atualmente, portanto, além das áreas urbanizadas, é o predomínio da atividade agropecuária e a ocorrência de pequenos fragmentos das formações vegetais originais e de vegetação secundária. A ausência de remanescentes é quase total, limitando-se a poucas áreas de composição florística natural completamente alterada, notadamente às margens dos rios. (figura 31).



**Figura 31.** Imagem de satélite do local do empreendimento, ilustrando pequenos fragmentos e predomínio da atividade agropecuária. Fonte: Google Hearth.

Embora seja evidente a mistura florística citada para a região, através da observação de remanescentes tanto de exemplares de pinheiro do Paraná como de indivíduos relictuais das formações do cerrado outrora existente, é nítida também, na região do empreendimento, a predominância das formações vegetais características da bacia do rio Paraná e afluentes. Na realidade, o pinheiro aparece como elemento estranho em meio à flora típica das florestas estacionais.

As áreas com Agricultura ocupam preferencialmente os ambientes de topo dos platôs suave-ondulados (figura 32), mais propícios à mecanização das lavouras. Milho (*Zea mays*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinale*) e soja (*Glycine sp.*) são os cultivos predominantes.



**Figura 32.** Áreas de agricultura da região do empreendimento. (S 23° 50' 47.04" e W 52° 15' 02.69")

As áreas com Pastagem foram observadas com frequência nos ambientes de encosta do vale do rio Mourão. As áreas com Reflorestamento estão restritas a pequenos talhões (figura 33), sendo utilizado principalmente espécies de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) e pequenos pomares de frutíferas.



**Figura 33.** Exemplo de área de reflorestamento na região do empreendimento. (S 23 55' 48.98" e W 52° 14' 16.18")

O fato da vegetação original da região ser praticamente inexistente, tendo restado apenas resquícios de vegetação secundária, muito longe das características originais, não isenta o empreendimento PCH Engenheiro Beltrão de suas obrigações legais e morais quanto à manutenção de florestas remanescentes e recuperação de áreas de Preservação Permanente do Reservatório a níveis inteiramente proporcionais a vegetação retirada para a construção. Tal obrigação deverá ser benéfica do ponto de vista do empreendimento, pois é sabido que a qualidade ambiental da região do empreendimento aumenta a vida útil do empreendimento, reduz custos de manutenção, dentre outras. Além de proporcionar um ambiente mais saudável à população residente no entorno e propiciar a manutenção da biodiversidade local.

## **6.2.2. Fauna**

### **6.2.2.1. Mastofauna**

Os níveis precários, em termos de remanescente da cobertura florestal original, são um dos aspectos determinantes do empobrecimento da fauna local, caracterizada primitivamente como sendo uma rica fauna subtropical, zoogeograficamente pertencente à Província Guarani, incluída na sub-região Brasileira que compõe, juntamente com outras sub-regiões, a Região Neotropical (MELLO-LEITÃO, 1947).

Os mamíferos presentes nessa região se aproximam filogeneticamente e, portanto, apresentam origem comum àqueles da zona montanhosa do complexo da Serra do Mar, particularmente com relação a elementos que ocupam as regiões de maiores altitudes (CRACRAFT, 1985). Nesse sentido, a área representa uma transição que abriga representantes faunísticos das florestas estacionais semidecíduais e das formações áridas da América do Sul e da floresta ombrófila mista, havendo, uma grande dificuldade em traçar um limite de separação entre as mastofaunas.

Houve um interesse tardio das grandes expedições científicas do século passado em coletar no território paranaense (STRAUBE, 1990). As raras exceções, como a do francês Auguste de Saint-Hilaire (1978) e do austríaco Johann Natterer (STRAUBE, 1993; VANZOLINI, 1993) pouco informaram sobre a mastofauna. A contribuição que mais se destaca, são as obtidas das coletas do taxidermista André Mayer, do Museu Paranaense, durante as décadas de 1940 a 1960 (LORINI & PERSSON, 1990). Recentemente foram realizados trabalhos em áreas próximas, especialmente com quirópteros, que indicaram um rica variedade de espécies (TADDEI ET AL, 1976; REIS & MULLER, 1995). Sendo assim, podemos afirmar que os inventários qualitativos sobre os mamíferos da área em estudo são ainda incipientes, inexistindo uma lista que compile todos os grupos. No entanto, as informações recentes e por assim dizer mais consistentes sobre a região foram aquelas obtidas por MIRETZKI (1997), cujos resultados foram utilizados no Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental da Usina Hidrelétrica de Salto Natal (1998).

Foram diagnosticadas como potencialmente ocorrentes na região de estudo seguindo os métodos tradicionais em levantamentos mastofaunísticos (LANGE & MARGARIDO, 1995), sete ordens e 44 espécies de mamíferos, valor que representa 32% dos táxons de mamíferos do Paraná, segundo LANGE & JABLONSKI (1981). Esse número tende a aumentar à medida que informações mais detalhadas forem sendo obtidas, mas já fornece um panorama bem claro da composição da mastofauna local. De qualquer forma, trata exclusivamente de um índice de riqueza específica, consideravelmente alto, mesmo onde as condições de suporte do hábitat para a mastofauna estão completamente descaracterizadas. Caso notório para a área em questão é a intensa atividade agrosilvicultural ocorrida na região nos últimos 50 anos (CAMPOS, 1999).

Em linhas gerais, a fauna de mamíferos da área é composta por táxons florestais, com menos de 5 kg de massa corporal, de hábitos crípticos e atividade noturna, sendo predominantemente solitários. A sociabilidade é observada apenas entre os primatas, porcos-do-mato e morcegos e alguns raros carnívoros, como o *Nasua nasua* (quati). Também são encontrados representantes em todos os grupos alimentares: frugívoros (ex. morcegos, cuícas), polinívoros (morcegos), insetívoros (morcegos, ratos, tamanduá), onívoros (quatis, macaco-prego, tatus), carnívoros (gatos-do-mato), herbívoros (cateto, veados) e hematófagos (*Desmodus rotundus*, morcego-hematófago).

Os mamíferos da região distinguem-se em sua ocupação do hábitat como sendo: espécies arborícolas (ex. bugios, esquilo), terrestres (veados, cutia), semiaquáticos (mão-pelada, lontra), voadores (morcegos), semi-fossoriais (ratos, tatus) e escansoriais (cuícas, gambás, quati); chama-se à atenção que pode haver superposição de espécies em diferentes ecótipos. Em termos numéricos ocorre uma supremacia de espécies voadoras, representadas exclusivamente pela ordem dos quirópteros, de também variadas preferências alimentares. As formas terrícolas abrigam tanto representantes pequenos como os roedores Cricetidae e alguns de grande porte (porco-do-mato, Pecarií tajacu). Apesar de pouco representado, o grupo dos arborícolas incluem formas altamente especializadas e, em comparação com outras regiões paranaenses e brasileiras têm grande importância na região em apreço. Algumas espécies terrícolas necessitam habitar áreas próximas a corpos de água nas quais obtém maior parte de sua alimentação, embora possam ser consideradas também terrícolas. É o exemplo da lontra (*Lontra longicaudis*) e da capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*).

#### **6.2.2.2. Avifauna**

A região Noroeste do Estado do Paraná possui uma rica história de investigações ornitológicas, as quais se concentraram no curso dos rios Paraná, Ivaí e Paranapanema e adjacências dos Estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo.

As primeiras expedições ornitológicas aconteceram na década de 1920 e foram então realizadas por naturalistas poloneses Tadeusz Chrostowski e T. Jaczewski do Museu Polonês de História Natural, onde está depositado o material coletado. Já na década de 1940, teve destaque o trabalho do naturalista e taxidermista alemão André Mayer, através de inúmeras expedições por território paranaense, onde também trabalhou no mesmo período Alvaro Aguirre e Antonio Aldrighi, a serviço do Museu da Fauna do Rio de Janeiro.

Pelo Departamento de Zoologia do Estado de São Paulo, hoje Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, trabalharam Emílio Dente e Dionísio Seraglia, coletando em duas localidades do noroeste paranaense.

Cumprindo uma série de inventários avifaunísticos no Estado de São Paulo, Edwin O. Willis e Yoshika Oniki, pesquisaram o Parque Estadual do Morro do Diabo, às margens do rio Paranapanema, situado na mesma projeção longitudinal que a presente área de estudo.

Uma sinopse detalhada das espécies de aves registradas para o noroeste paranaense e zonas adjacentes foi publicada por STRAUBE et al. (1996) e representa um marco para o conhecimento da composição avifaunística regional.

Com relação aos municípios que compõem a região do rio Mourão, ainda são poucas as pesquisas ornitológicas, salientando-se os trabalhos com a pomba-amargozinha (*Zenaida auriculata*) (Marterer, 1990) e alguns exemplares de aves de museu, coligidos dispersamente. Em 1998, inicia-se uma pesquisa com a avifauna do Parque Estadual do Lago Azul, por Pedro Scherer Neto, com apoio do escritório regional do Instituto Ambiental do Paraná - IAP de Campo Mourão.

Juntamente com os dados obtidos em estudo anterior, sabe-se que a avifauna desta região é composta por mais de 250 espécies de aves, habitando um mosaico de ambientes, especialmente terrestres e com um elevado grau de alteração.

#### **6.2.2.3. Herpetofauna**

As características de relevo da área estudada determinam compartimentos ambientais diferenciados pelo tipo de vegetação e as atividades humanas neles desenvolvidas, que são determinantes para as características da herpetofauna regional. Historicamente, pode-se considerar que na área estudada predominaram originalmente as áreas florestadas, onde deveriam ocorrer enclaves de formações abertas (campos) em menor extensão do que na atualidade. O tradicional ciclo de ocupação do interior do Paraná pelas populações de origem européia intensificado, principalmente, desde o início do século XX, acarretou modificações intensivas nessa paisagem, com conseqüências marcantes para a fauna de anfíbios e répteis.

Posteriormente a uma fase inicial, típica das fronteiras de exploração agrícola, onde a extração madeireira foi predominante na economia regional, a atividade agropecuária na região foi mais importante e houve maior densidade de população rural. Essa atividade antrópica, cuja conseqüência mais marcante foi a substituição das áreas florestadas naturais por áreas abertas naturais ou artificiais, refletiu-se na herpetofauna ocasionando em aumento das espécies adaptadas a esses ambientes que, na maior parte dos casos, tratam-se de generalistas e com ampla distribuição geográfica. Para várias espécies de anfíbios, e especialmente na região estudada, onde a drenagem é acentuada, a formação de ambientes aquáticos lânticos pela atividade humana foi favorável ao criar locais adequados para o desenvolvimento de suas formas larvais. Esses locais de reprodução permanentes ou temporários (poças, açudes, valas, represamentos de rios) contribuíram para aumentar ainda mais as populações dessas espécies.

De uma forma geral pode-se dizer que a herpetofauna da região estudada caracteriza-se por uma biodiversidade baixa, se comparada a áreas litorâneas ou regiões úmidas do estado do Paraná. A tabela 18 apresenta, respectivamente, a relação de ocorrência provável de anfíbios e répteis para a região de influencia do empreendimento.

**Tabela 18.** Herpetofauna de provável ocorrência para área do empreendimento PCH Engenheiro Beltrão.

Anfíbios			Repteis		
FAMÍLIA	ESPÉCIES	NOME COMUM	FAMÍLIA	ESPÉCIES	NOME COMUM
<b>Bufonidae</b>	<i>Bufo ictericus</i>	Sapo-comum	<b>Colubridae</b>	<i>Chironius bicarinatus</i>	cobra-cipó
<b>Hylidae</b>	<i>Aplastodiscus perviridis</i>	Perereca-verde		<i>Mastigodryas bifossatus</i>	SURUCUCUDO-BANHADO
	<i>Hyla albopunctata</i>	Perereca		<i>Phylodryas patagoniensis</i>	corre-campo
	<i>Hyla faber</i>	Perereca-martelo		<i>Boiruna maculata</i>	Mussurana
	<i>Hyla prasina</i>	Perereca-verde		<i>Pseudoboa haasi</i>	Mussurana
	<i>Hyla microps</i>	Perereca-pequena	<b>Gekkonidae</b>	<i>Dipsas sazimai</i>	Dormideira
	<i>Hyla minuta</i>	Perereca-pequena		<i>Dipsas albifrons</i>	Dormideira Salamanta
	<i>Hyla sanborni</i>	Perereca-pequena		<i>Epicrates cenchria crassus</i>	Cobra
	<i>Hyla semiguttata</i>	Perereca		<i>Liophis poecilogyrus</i>	Cobra
	<i>Scinax aff. rubra</i>	Perereca		<b>Elapidade</b>	<i>Micrurus corallinus</i>
<b>Leptodactylidae</b>	<i>Crossodactylus sp.n.</i>	Rã-dos-corregos	<i>Micrurus frontalis</i>		Coral-Verdadeira
	<i>Eleutherodactylus guentheri</i>	Rãzinha	<i>Philodryas offersii</i>		Cobra-verde
	<i>Physalaemus cuvieri</i>	Rã-chorona	<b>Polychrotidae</b>	<i>Enyalius perditus</i>	Iguaninha
	<i>Leptodactylus ocellatus</i>	Rã-comum	<b>Teiidae</b>	<i>Tupinambis sp</i>	Teiú
	<i>Leptodactylus cf. gracilis</i>	Rã	<b>Chelidae</b>	<i>Phrynops sp</i>	Cágado
	<i>Leptodactylus notoaktites</i>	Rã			
<b>Phyllomedusidae</b>	<i>Phyllomedusa tetraploidea</i>	Perereca-macaco			

#### 6.2.2.4. Ictiofauna

As modificações que ocorrem na ictiofauna de um rio, decorrentes de seu bloqueio para a construção de uma represa, vêm sendo objeto de atenção de muitos pesquisadores, que avaliam as múltiplas facetas desses ecossistemas alterados (VIEIRA, 1990).

Os empreendimentos, na região do rio Mourão, estão insediros na região ictiogeográfica denominada, segundo SCHÄFER (1985), de Província Ictiogeográfica do Alto Paraná na bacia do rio Paraná.

As pesquisas bibliográficas realizadas para região verificou que não se dispõe de publicações, em revistas científicas, específicas sobre a ictiofauna do rio Mourão, ficando as informações restritas a trabalhos gerais da ictiofauna do Alto rio Paraná e descrições de diversos níveis taxonômicos da Ictiofauna da presente Província.

Particularmente para a região de inundação do alto Paraná AGOSTINHO & ZALEWSKI (1996) estimam a fauna de peixes em 170 espécies, distribuídas entre formas residenciais que apresentam todo seu ciclo vital na área de inundação e formas migradoras que utilizam a área apenas durante parte de seu ciclo vital, seja para reprodução, alimentação ou refúgio sazonal.

VAZZOLER (1992) fez uma compilação de trabalhos envolvendo o conhecimento sobre comportamento reprodutivo de peixes não só Characiformes, mas os teleósteos da América do Sul. Foram considerados época(s) e tipo(s) de desova(s), fecundidade, tamanho de primeira maturação gonadal, grau de cuidado com a prole e migrações reprodutivas. Concluiu, baseado em dados sobre de 60 espécies do Alto Paraná, que metade das espécies do Alto rio Paraná iniciam a reprodução em novembro, quando a temperatura, que varia consideravelmente (15<sup>o</sup> a 30<sup>o</sup>C), atinge valores elevados sendo que este período coincide com o início da enchente, no caso a maior frequência (70%) de espécies em reprodução, ocorre em janeiro, quando à esta temperatura quando se inicia o nível fluviométrico máximo, mantido até março, garantindo condições favoráveis ao desenvolvimento das larvas.

Principais Famílias de provável ocorrência para região do empreendimento são: Erythrinidae (traíras); Cynodontidae (peixe-cadeia); Parodontidae (canivetes); Curimatidae (sagüiru); Prochilodontidae (curimbatá); Anostomidae (piavas); Characidae (piabinhas e lambaris); Callichthyidae (limpa-fundo); Loricariidae (cascudos); Cichlidae (acarás); Rivulidae (peixes-anuais); Poeciliidae (barrigudinhos); Gymnotidae (carapo); Rhamphichthyidae; Apterotonidae; Auchenipteridae (cangatis); Pimelodidae (bagres e mandis); Trichomycteridae (candiru); Synbranchidae (muçum).

Durante o reconhecimento de campo, em conversas informais com moradores, quando questionados a respeito da riqueza de peixes do Rio Mourão, os moradores relatam que dificilmente consegue-se pescar algo no rio, e que há tempos o rio deixou de ser rico em peixes.

### **6.3. MEIO ANTROPICO**

#### **6.3.1. Aspectos socioeconômicos**

Os municípios que abrigarão a PCH Engenheiro Beltrão, Engenheiro Beltrão e Quinta do Sol, estão situados na região central (ligeiramente deslocado para o noroeste) do estado do Paraná, possuem área de 467,2 km<sup>2</sup> e 326,178 km<sup>2</sup>, respectivamente.

Quinta do Sol foi criado através da Lei Estadual nº 4.778 de 29 de novembro de 1963, e instalado em 14 de dezembro de 1964, tendo sido desmembrado do município de Fênix.

Engenheiro Beltrão, por sua vez foi criado através da Lei Estadual nº 253, de 26 de novembro de 1955, sendo desmembrado de Peabiru.

A história dos municípios é muito semelhante, já que o desenvolvimento se deu após 1932, com a chegada de colonizadores, que, junto com suas famílias construíram seus ranchos e iniciaram pequenas lavouras e a criação de animais, em especial suínos. As terras férteis, consideradas propícias ao plantio do café e cereais, integraram a região ao fluxo colonizador responsável pelo surgimento das localidades.

Segundo dados do IBGE (2008) o PIB per capita de Quinta do Sol é de R\$ 15.026,79, enquanto que em Engenheiro Beltrão é ligeiramente maior R\$ 15.844,83, ou seja, esses valores similares são apenas uma das questões que refletem as semelhanças entre os municípios.

#### **6.3.1.1. Aspectos Demográficos**

Os aspectos demográficos são imprescindíveis para a definição de políticas públicas e na tomada de decisões de investimento, sejam eles provenientes da iniciativa privada ou de qualquer nível de governo, e constituem a uma das únicas fontes de referência sobre a situação de vida da população nos municípios e em seus recortes internos, como distritos, bairros e localidades, rurais ou urbanas, cujas realidades dependem de seus resultados para serem conhecidas e terem seus dados atualizados.

A densidade demográfica em Engenheiro Beltrão (29,79 hab./km<sup>2</sup>) é praticamente duas vezes maior do que Quintas do Sol (15,59 hab./km<sup>2</sup>), mesmo sendo a área territorial do município de Eng<sup>o</sup> Beltrão 18% maior do que Quinta do Sol.

Outro fator de destaque refere-se aos dados demográficos apresentados no período que compreende os dois últimos censos demográficos realizados pelo IBGE (2000 e 2010). O município de Engenheiro Beltrão apresenta um discreto decréscimo populacional (1,24%), enquanto que Quinta do Sol este decréscimo foi mais significativo (11,65%). Esta redução em cidades de pequeno porte, geralmente está associada à falta de oportunidades e empregos. Outra questão relevante refere-se à redução da população rural e conseqüente acréscimo da população urbana, em

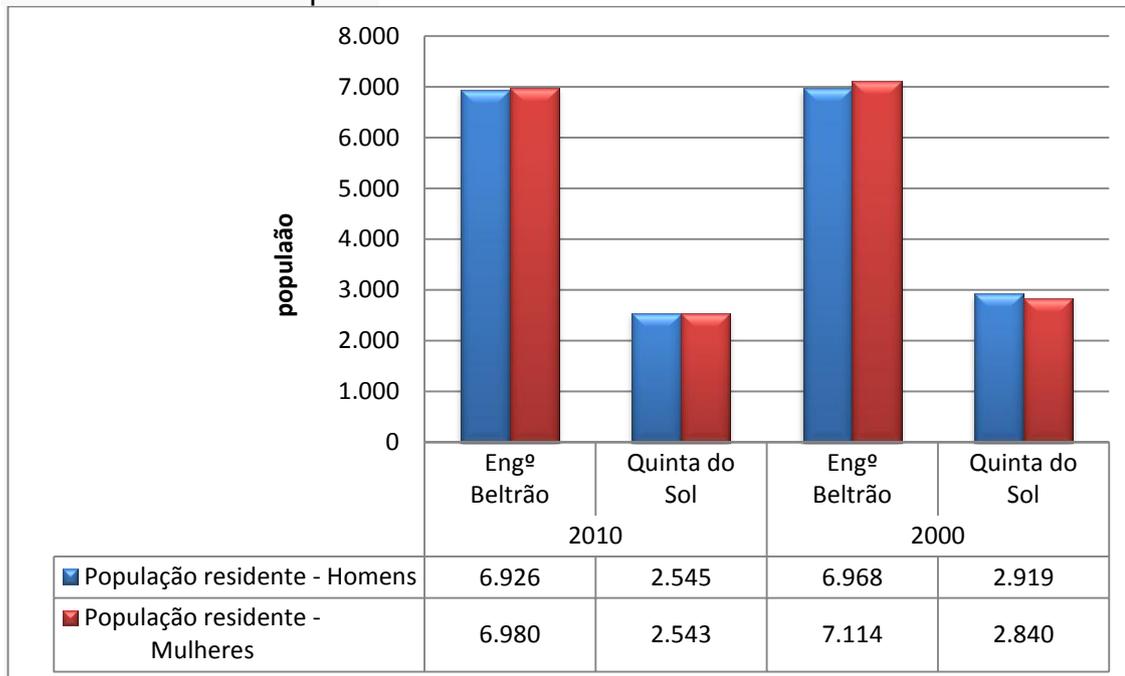
Engenheiro Beltrão o percentual da população urbana em relação à rural, saltou de 79% para 88% em 10 anos, enquanto que em Quinta do Sol o meio urbano cresceu 15% nos últimos 10 anos, passando de 60 para 75% (tabela 19). Fica evidente nestes dados, uma redução da população rural nos dois municípios. Onde as causas destas alterações precisam ser mais bem avaliadas pelos agentes públicos e podem estar relacionadas a questão do incremento das monoculturas agrícolas na região.

**Tabela 19.** Dados demográficos dos Municípios de Engº Beltrão e Quinta do Sol, dos recenseamentos de 2010 e 2000.

Descrição	2010		2000	
	Engº Beltrão	Quinta do Sol	Engº Beltrão	Quinta do Sol
População residente	13.906	5.088	14.082	5.759
População residente - Homens	6.926	2.545	6.968	2.919
População residente - Mulheres	6.980	2.543	7.114	2.840
População Urbana	12.278	3.811	11.129	3.454
População rural	1.628	1.277	2.953	2.305

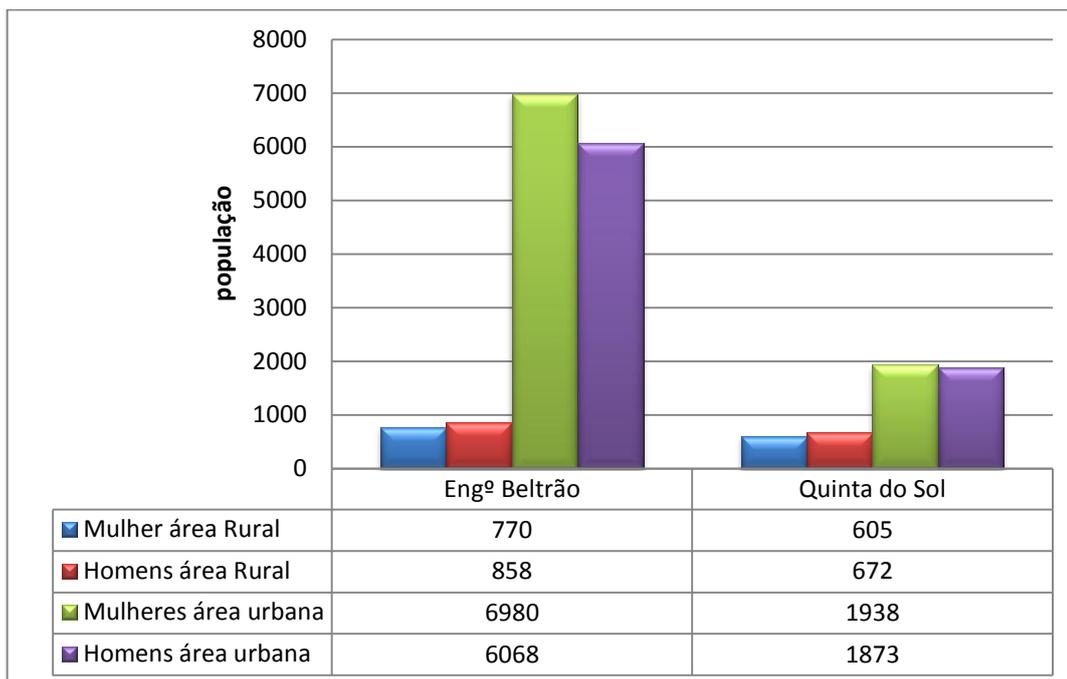
Fonte: IBGE, 2011

Quanto às questões de gênero, é possível observar uma leve redução no número de mulheres em ambos os municípios durante o intervalo de amostragem do IBGE (Figura 34), contudo os números absolutos de habitantes para os gêneros são equivalentes nos municípios.



**Figura 34.** População dos municípios de Engº Beltrão e Quinta do Sol quanto ao gênero.

As questões de gênero podem ser melhor entendidas ao observar a figura 35, percebe-se que a população rural é predominantemente masculina, enquanto a população urbana é predominantemente feminina.



**Figura 35.** Relação entre população urbana e rural e gêneros nos municípios de Engenheiro Beltrão e Quinta do Sol.

De forma geral os números extraídos do ultimo censo e comparados com o censo de 2000, revelam as diferenças populacionais entre os municípios que abrigarão a **PCH Engenheiro Beltrão**.

Outro fator analisado foi a faixa etária da população dos municípios de localização do empreendimento, destacamos que a maioria da população de Quinta do Sol é composta por jovens, homens e mulheres com faixa etária entre 15 e 19 anos, enquanto que em Engenheiro Beltrão a faixa etária predominante é de 10 a 14 anos para homens e de 15 a 19 anos para mulheres (Figuras 36 e 37).

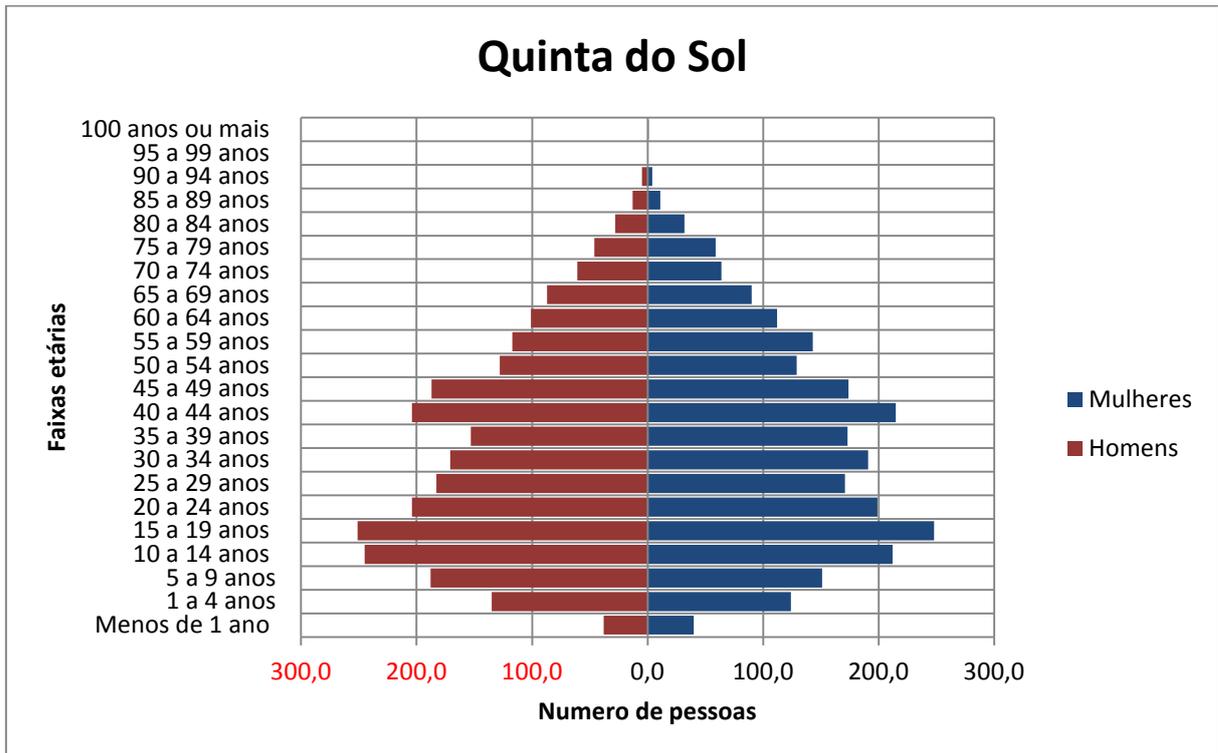


Figura 36. Pirâmide etária de Quinta do Sol

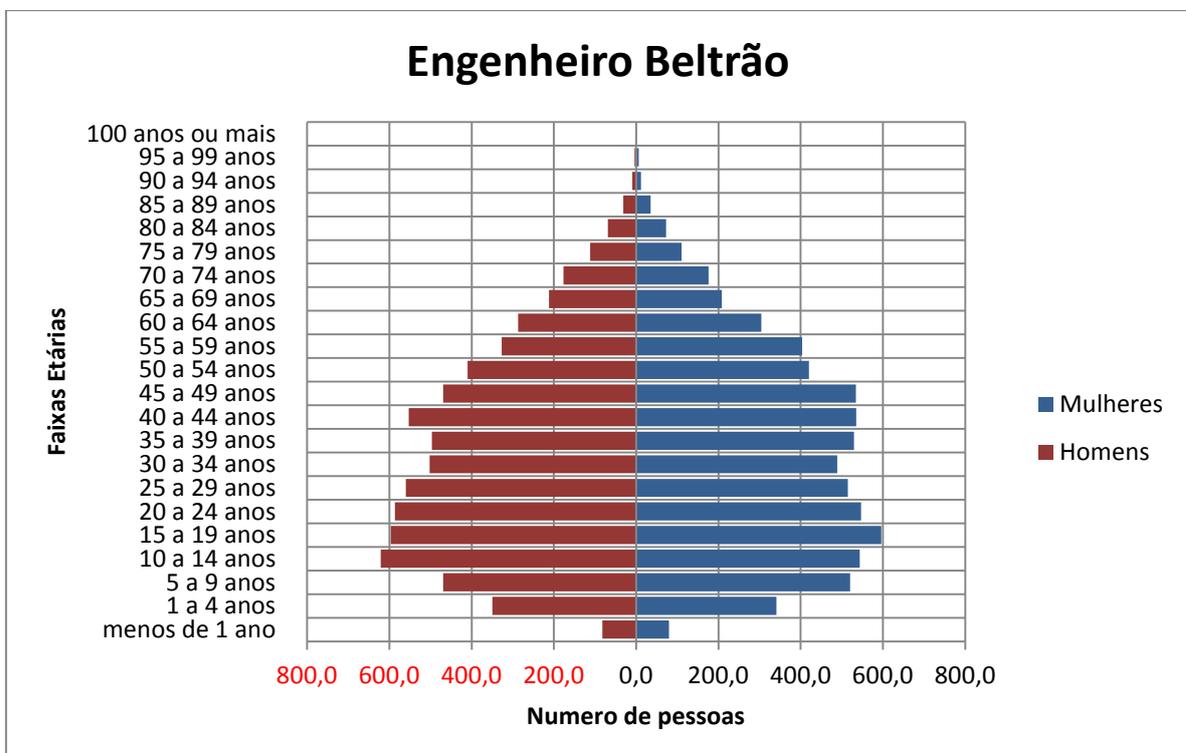


Figura 37. Pirâmide etária de Engenheiro Beltrão

Os quantitativos de eleitores dos municípios seguem a mesma tendência de faixas etárias da população como um todo, sendo a maioria dos eleitores dos municípios é formado pelo sexo masculino (Tabela 20).

**Tabela 20.** Eleitorado das cidades de Quinta do Sol e Engenheiro Beltrão.

Faixas etárias e sexo eleitores	Numero de Eleitores	
	Quinta do Sol	Engenheiro Beltrão
<b>Seções Eleitorais</b>	<b>17</b>	<b>35</b>
Feminino 16 a 17 anos	52	124
Feminino 18 a 59 anos	1707	4321
Feminino 60 a 79 anos	295	637
Feminino superior a 79 anos	16	58
<b>Total Feminino</b>	<b>2070</b>	<b>5175</b>
Masculino 16 a 17 anos	50	140
Masculino 18 a 59 anos	1718	3983
Masculino 60 a 79 anos	300	680
Masculino superior a 79 anos	25	67
<b>Total Masculino</b>	<b>2093</b>	<b>4870</b>
<b>Total Eleitores</b>	<b>4.171</b>	<b>10045</b>

IBGE, 2006

O analfabetismo é uma das questões que assola a sociedade brasileira a anos, contudo nos últimos anos ocorreram avanços quanto ao tema. Nos municípios sob influência do empreendimento nota-se uma redução nos percentuais de analfabetismo. As taxas atuais segundo o IBGE (2010) para a população acima de 15 anos em Quinta do Sol e Engenheiro Beltrão são de 16,5 % e 9,7 %, respectivamente. No ano de 2000, a realidade destes municípios esta um pouco diferente, Quinta do Sol apresentava uma taxa de 21,6 % enquanto que Engenheiro Beltrão tinha 14% de sua população acima de 15 anos analfabetas.

Estas taxas são maiores conforme a faixa etária mais elevada (Tabela 21), isto está relacionado, principalmente aos esforços governamentais em políticas voltadas a educação, as quais praticamente inexisteram durante o período em que a população com maior idade era jovem.

**Tabela 21.** Taxas de analfabetismo conforme faixa etária da população no decorrer de 10 anos.

Taxa de analfabetismo da população - Faixa Etária	Engº Beltrão		Quinta do Sol	
	%		%	
	2000	2010	2000	2010
15 a 24 anos	2,1	1,1	3,3	1,3
24 a 59 anos	12,6	7,3	21,3	13,0
60 anos ou mais	41,6	29,5	55,9	47,1

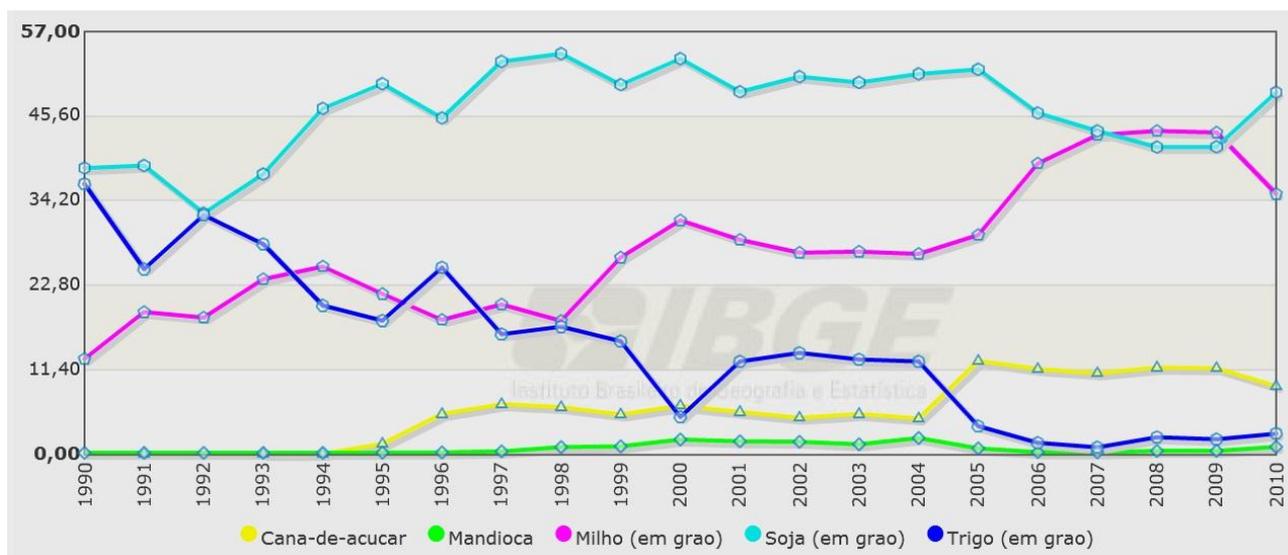
### 6.3.1.2. Produção Agropecuária

Há muito tempo a agropecuária desempenha um papel de grande importância no cenário da economia nacional, acerca da relevância que a agropecuária possui no Brasil é quanto à ocupação do território que teve início com a produção de cana-de-açúcar, posteriormente do café e, por fim, a pecuária, que conduziu o povoamento do interior do país. A atividade representa 8% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro e gera emprego para pelo menos 10% da população economicamente ativa do país.

Nos municípios em questão, Quinta do Sol e Engenheiro Beltrão, não é diferente, apesar de sua população rural ter reduzido nos últimos anos, economicamente a atividade agropecuária ainda tem grande importância para o fortalecimento destes municípios.

No município de Quinta do Sol, percebe-se que ao longo de vinte anos houve um significativo incremento da área plantada de milho, provavelmente em substituição ao trigo, uma vez que as linhas de tendência apresentadas são inversamente proporcionais para estas culturas (Figura 38). A Soja ocupa um espaço situado entre 34 a 57 % das áreas produtivas do município, sendo a principal cultura agrícola, contudo nos anos de 2006 a 2009 sofreu leve redução, em razão do incremento do milho, mas voltou a ter seu espaço garantido a partir de 2010.

Outro fator analisado é o crescimento gradativo das lavouras de cana-de-açúcar que atualmente ocupa cerca de 10% da área agrícola do município. A Mandioca aparece como a quinta cultura mais representativa, porém é cultivada em menos de 1% da área agrícola. De forma geral 96 % das áreas plantadas são ocupadas por apenas cinco culturas (Soja, Milho, cana-de-açúcar, Trigo e Mandioca), concluindo-se o predomínio absoluto da monocultura na região.



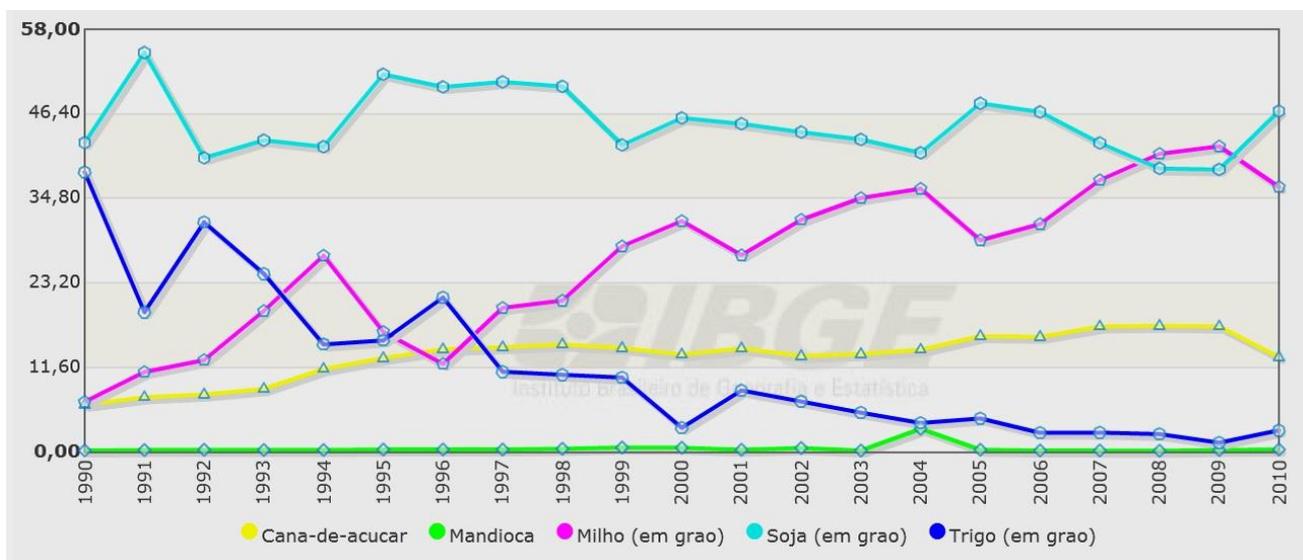
**Figura 38.** Percentual de área plantada das cinco principais atividades agrícolas desenvolvidas em Quinta do Sol.

A tabela 22 ilustra a produção agrícola representativa do município de Engenheiro Beltrão, é possível perceber um domínio absoluto das culturas de cana-de-açúcar, Milho e Soja, em relação aos demais cultivares do município as quais juntas somas cerca de 99% da produção em toneladas.

**Tabela 22.** Produção agrícola anual em toneladas (IBGE, 2010)

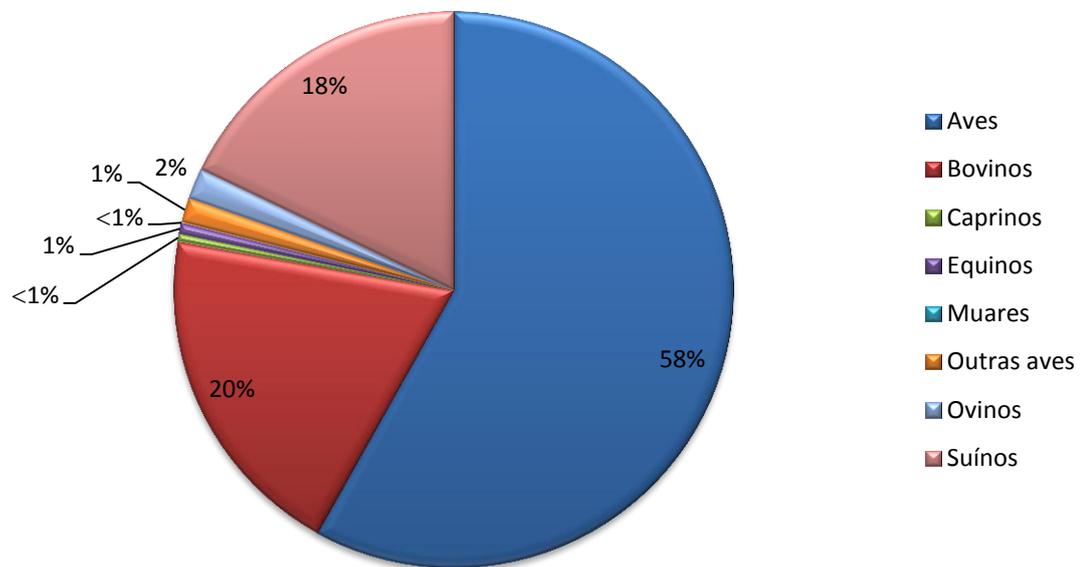
Produto	Toneladas
Café arábica em grão (verde)	643
Café canephora (robusta, conilon) em grão (verde)	40
Cana-de-açúcar	716.111
Feijão de cor em grão	26
Mandioca (aipim, macaxeira)	10.635
Milho em grão	61.069
Soja em grão	53.639
Trigo em grão	2.502

Além disso, essas culturas ocupam grande percentual de área plantada no município. Ao longo dos últimos 20 anos percebe-se um crescimento das áreas utilizadas para o plantio de Milho. (figura 39) e uma redução nos plantios de trigo. Contudo as culturas que ocupam maior área são as de milho e soja.



**Figura 39.** Percentual de área plantada referente às quatro culturas principais em relação à área total agricultável do município. (IBGE, 2010).

Verifica-se no município de Engenheiro Beltrão o predomínio da avicultura, bovinocultura e suinocultura (figura 40).



**Figura 40.** Representatividade da pecuária em numero de cabeças (IBGE, 2010).

## 7. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

### 7.1. Identificação dos Impactos Ambientais

Muito embora o reservatório previsto não apresente uma superfície muito grande a sua efetivação vai impactar matas ciliares, que mesmo degradadas e empobrecidas, apresentam grande interação entre o meio terrestre e aquático.

Da mesma forma a alteração do ambiente fluvial de lântico para lântico em uma extensão significativa poderá promover uma alteração na fauna de peixes. Deverá, mesmo assim, ser considerado um sistema de transposição para peixes.

Para amenizar os impactos ambientais a serem gerados pela PCH Engenheiro Beltrão, serão implantados diversos Programas Ambientais, dentro dos quais são especificados os projetos de controle, reabilitação, minimização e compensação ambiental.

São previstos os seguintes impactos negativos ao meio ambiente bem como as medidas compensatórias correspondentes (Tabela 23).

**Tabela 23.** Resumo do Prognóstico Ambiental

Meio	Impacto Ambiental	Programa Ambiental e/ou Medidas compensatórias
Físico	Supressão de vegetação natural	Programa de Revegetação e Preservação de Florestas Nativas
	Impacto devido a construção do canal de adução/conduitos forçados, da casa de força, subestação, entre outros	Programa de Controle Ambiental do Canteiro de Obras.

	<b>Instabilidade ou erosão nas encostas as margens do futuro reservatório</b>	<b>Programa de Estabilização dos taludes das estradas e de focos erosivos</b>
	Mudanças de traçados de estradas e possibilidades de atropelamentos de pessoas e animais	Programa de Controle Ambiental e de Segurança das Estradas Programa de Relocação e Implantação de Novos Acessos
<b>Biótico</b>	Modificações na dinâmica comportamental na Ictiofauna devido barramento do rio	Programa de Monitoramento da Ictiofauna
	Transformação do rio de um ambiente lântico para lântico e; Redução da qualidade da água, pela nova condição de águas paradas	Programa de monitoramento liminológico
	Perda, redução ou simplificação da biodiversidade pela supressão de habitat, causada pela inundação de ambientes	Programa de Monitoramento da Vegetação das Áreas Degradadas e das Faixas Marginas do Reservatório
	Perda de indivíduos, redução da população e modificação das características da Herpetofauna local.	Programa de Conservação e Monitoramento da Herpetofauna
	Perda de indivíduos, redução da população e modificação na comunidade da Mastofauna local.	Projeto de Monitoramento de Mastofauna Ameaçada de Extinção
	Perda de indivíduos, redução da população e modificação na comunidade da Avifauna local	Programa de Monitoramento de Avifauna Ameaçada de Extinção
<b>Antrópico</b>	Impacto sobre a oferta de serviços básicos, como saúde, transporte e alimentação.	Programa de compensação social
		Programa de Uso Econômico do reservatório
		Programa de Educação Ambiental
	Impactos referentes a redução de áreas produtivas para conversão em Áreas de Preservação Permanentes	Programa de negociação de áreas
		Programa de apoio ao Licenciamento Ambiental de Propriedade Rural
Impactos referentes a alterações na dinâmica e rotina da população residente nos municípios afetados	Programa de Comunicação Social	

## **8. PROGRAMAS AMBIENTAIS**

### **8.1.1. Programas Meio físico**

#### **8.1.1.1. Programa de Controle Ambiental e de Segurança das Estradas**

Atualmente, nas pastagens regionais existem algumas árvores remanescentes as quais, além de representarem sombreamento para o gado, fornecem algum suporte para avifauna. Com a implantação das estradas, tais árvores correm o risco de serem cortadas. Além disto, com o aumento do tráfego, haverá riscos de atropelamentos humanos e de fauna silvestre nas estradas, tornando necessária a adoção de ações preventivas.

Os funcionários das obras e proprietários rurais das áreas localizadas na área de Influência Indireta (AII) e área de Influência Direta (AID) serão os indivíduos favorecidos diretamente por este programa.

Será feita elaboração de projeto de estradas que promova o planejamento adequado das atividades a serem implementadas durante a abertura e a melhoria das vias de acesso. Para isto são previstas várias ações, entre as quais:

- Abrir novos acessos, adotando-se revestimento primário e drenagem simples;
- Durante a abertura de acessos, desviar o eixo da estrada de árvores e de quaisquer agrupamentos arbóreos, bem como plantar mudas de árvores nativas às suas margens;
- Ter cuidados específicos como o manejo e/ou proteção da vegetação local;
- Fixar placas educativas e informativas (controle de velocidade, avisos de ocorrência de pessoas e animais na pista, etc.), nas vias de acesso ao canteiro de obras e ao local da barragem.

#### **8.1.1.2. Programa de Relocação e Implantação de Novos Acessos.**

As estradas de acesso existentes próximas ao reservatório da PCH Engenheiro Beltrão poderão ter trechos inundados. Estes trechos serão devidamente relocados previamente no intuito de atingir uma cota de segurança acima do nível N.A. máximo.

O principal acesso às propriedades é constituído de estrada em leito natural, cuja manutenção fica a cargo da prefeitura das prefeituras dos municípios atingidos. O trecho mais próximo do local do barramento é uma via particular, ou seja, feita pelos próprios donos das áreas rurais, devido ao traçado inadequado em termos técnicos, os usuários convivem com dificuldades de tráfego durante o período chuvoso. Caso este projeto seja viabilizado, todos os acessos a serem utilizados por máquinas ou equipamentos, bem como de trânsito intenso durante e após a execução das obras serão recuperados ou reforçados seguindo diretrizes, como a implantação de taludes de corte e de aterro para combater a erosão. As atividades ainda deverão ser desviadas de ocasionais árvores de porte ou agrupamento arbóreo que houver no caminho e evitar soterramento de nascentes ou pequenos cursos D'água.

#### **8.1.1.3. Programa de Estabilização dos taludes das estradas**

A construção e alargamento das estradas representam um fator de risco para o surgimento de novos focos erosivos que levariam ao assoreamento dos cursos d'água e do lago formado pelo barramento. Desta forma, é essencial que o projeto de Estabilização dos taludes das estradas faça parte do projeto de abertura e ampliação das vias de acesso.

Os objetivos principais deste projeto visam evitar a formação de novos focos erosivos, deslizamento de taludes e carregamento de sedimentos que poderiam contribuir para o assoreamento dos cursos d'água e do futuro reservatório.

#### **8.1.1.4. Programa de Revegetação e Preservação de Florestas Nativas**

A formação do reservatório da PCH Engenheiro Beltrão será responsável pela eliminação de poucos trechos remanescentes de mata ciliar, capoeiras e capoeirões existentes às margens do rio Mourão, no trecho do aproveitamento. Tendo em vista o elevado grau de desmatamento da região, o futuro lago deverá apresentar poucas áreas com vegetação arbórea/arbustiva em seu entorno. A ausência de vegetação em suas margens, associada à elevada susceptibilidade do solo à erosão e ao grande número de processos erosivos existentes na All do empreendimento, poderá provocar, durante a operação da usina, problemas relativos à desestabilização de encostas na faixa de solo em contato com o nível d'água do reservatório (acelerando processos erosivos existentes ou desenvolvendo novos focos).

Sendo assim, o programa tem como objetivo promover o controle dos processos erosivos localizados as margens do futuro reservatório, bem como a recomposição e o monitoramento da vegetação ciliar e das margens do reservatório.

Neste caso, tanto o empreendedor como os proprietários rurais localizados às margens do reservatório serão beneficiados com a implantação deste projeto.

Dentre as ações para implantação do projeto estão:

- Contatar proprietários rurais e propor parcerias, no caso da revegetação ocorrer em áreas particulares, devendo ser previamente feito um comum acordo com os mesmos;
- Executar os plantios, utilizando o maior número possível de espécies nativas, para promover a diversidade e a conservação dos recursos genéticos;
- A restauração da vegetação ciliar nas margens do reservatório terão preferência de início as áreas mais críticas, ou seja, desprovidas de vegetação e sujeitas a erosão;
- As áreas de plantios deverão ser fiscalizadas e protegidas contra ações clandestinas (corte, coleta de flora e fauna e entrada de gado).
- Restringir a supressão da vegetação apenas à área necessária, evitando cortes abusivos;
- Selecionar espécies adequadas à região quando se tratar de reflorestamento e/ou florestamento ciliar;
- Criar canteiros de mudas;

- Para as áreas degradadas, recomposição do solo superficial, correção e descompactação do solo;
- Controle de drenagem;

Plantio através de semeadura, hidrossemeadura, geomantas e/ou plantação de mudas.

Uma vez que a parte da área no entorno do reservatório é de propriedade de terceiros a realização destes serviços dependerá do consentimento dos proprietários. Deste modo, será de fundamental importância a formação de parcerias do empreendedor com os proprietários rurais, visando a viabilização destes trabalhos. Os proprietários deverão ser estimulados a favorecerem os plantios e a promoverem a preservação da vegetação remanescente.

#### **8.1.1.5. Programa de Monitoramento de Focos Erosivos no Entorno do Reservatório**

Com o surgimento do reservatório, alguns trechos de mata ciliar deixarão de existir nas margens do rio Mourão e de seus contribuintes diretos. Com essa ausência da vegetação, aliada a susceptibilidade do solo à erosão (junto aos processos erosivos ativos existentes), poderá haver uma aceleração do processo de assoreamento do reservatório.

O objetivo principal deste projeto é a criação de um plano de monitoramento das encostas adjacentes à área do futuro reservatório e dos taludes de corte e de aterro que serão implementados (em função da abertura e alargamento das estradas), visando promover o controle dos processos erosivos existentes, bem como prevenir a degradação das cabeceiras de drenagens e o assoreamento do reservatório.

O empreendedor e os proprietários rurais das áreas localizadas na AID serão os mais beneficiados pelas ações do projeto, como vemos a seguir:

- Executar um levantamento detalhado dos focos de erosão da AID;
- Controlar e minimizar os focos erosivos constatados, mediante a adoção dos projetos de “Recuperação de Áreas Degradadas” e “Recomposição da Vegetação do Entorno do Reservatório”;
- Fazer contatos com os proprietários locais, no intuito de conseguir a permissão e parceria para execução do projeto;
- Construir bacias de contenção de sedimentos (que deverão ser monitoradas ao longo de todas as fases do empreendimento);
- Após o enchimento do reservatório, deverá ser feita uma avaliação das condições do grau de umidade e dos riscos de erosão gerados;
- A longo prazo, o monitoramento deverá focar o acompanhamento de erosões nos taludes próximos ao reservatório e nos taludes de corte e aterro das estradas de acesso.

#### **8.1.1.6. Programa de Limpeza da Bacia de Acumulação**

O desmatamento prévio visa remover o material lenhoso presente na área do reservatório, uma vez que sua decomposição (sob inundação) ocorre lentamente, essa decomposição é responsável pela queima de oxigênio disponível para biota aquática, podendo gerar desequilíbrio para o ecossistema aquático, bem como o fruto desta decomposição é a liberação de gases, como por exemplo Metano, que contribui para o efeito estufa. A remoção da vegetação visa permitir ainda o deslocamento gradual da fauna da área a ser alagada, uma vez que o processo de alagamento é rápido e gera a formação de ilhas, o que impede a fuga de muitos animais terrestres. O corte limitado ao local de inundação era reduzir a área desmatada ao estritamente necessário, de modo a serem evitados cortes abusivos. Além disto, o fato de permanecer algumas árvores em áreas sujeitas a alagamento periódicos poderá auxiliar na seleção de espécies adaptadas a este tipo de ambiente, possibilitando uma posterior escolha de espécies para serem plantadas em locais semelhantes.

O empreendedor, os proprietários e moradores rurais da AID serão beneficiados diretamente com este projeto.

Para a implantação deste projeto, estão previstas as seguintes ações:

- Obtenção de licença de desmate junto aos órgãos competentes;
- Efetuar desmatamento (mediante elaboração de projeto específico) da área a ser inundada, restringindo-se somente ao local de inundação. Assim, visando preservar ao máximo de vegetação remanescente, sugere-se que se adote o N.A. máximo normal para a retirada da vegetação;
- O desmatamento deverá ser lento (de modo a melhor permitir a fuga da fauna silvestre) e orientado em direção aos setores florestais remanescentes no entorno imediato do futuro lago, principalmente em situações onde exista conectividade florestal ou próximo a um fragmento ou reservas legais;
- O desmatamento deverá ser executado de jusante para montante, e das partes baixas para as mais altas;
- A madeira deverá ser removida;
- Em virtude da pequena área florestal remanescente, não existe necessidade de montagem de esquemas especiais para a exploração, devendo a empresa se responsabilizar pelas atividades em cada área, dentro dos critérios propostos;
- Todos os funcionários a participarem das atividades de cortes deverão ser previamente orientados para terem os devidos cuidados, evitando cortes abusivos e acidentes com animais silvestres.

#### **8.1.1.7. Programa de Controle Ambiental do Canteiro de Obras.**

Este Projeto visa reduzir os riscos de instalação de processos erosivos e de contaminação do reservatório das águas subterrâneas e superficiais, além de evitar o desmatamento desnecessário de formações nativas, o lançamento de poeiras nas áreas próximas e nos próprios locais de trabalho.

Visa também dispor corretamente o lixo doméstico em valas sanitárias, promover o tratamento dos esgotos domésticos e dos efluentes contendo sólidos em suspensão, óleos e graxas.

O público alvo, que será favorecido diretamente por este projeto são os funcionários das obras da PCH Engenheiro Beltrão e os moradores da AID.

#### **8.1.2. Programas Meio Biótico**

Nestes programas foram incluídos o empenho na preservação dos remanescentes de mata e na formação de corredores florestados, interligando fragmentos nas margens do reservatório, que poderão ser realizados através da avaliação de remanescentes que possam ser interligados aumentando sua área e, ainda, através de conscientização dos proprietários e/ou através de ações de reflorestamento com espécies da flora nativas. Acredita-se que essas medidas possam facilitar a dispersão e o deslocamento da fauna silvestre remanescente, bem como contribuir para a conservação de suas comunidades, minimizando os impactos a serem causados pelo empreendimento.

##### **8.1.2.1. Programa de Monitoramento Liminológico**

A meta deste programa é acompanhar a dinâmica limnológica, que inclui os padrões de circulação de massas de água, o comportamento térmico, o transporte de sedimentos e as comunidades biológicas. Também visa averiguar a condição de qualidade da água na área de influência PCH Engenheiro Beltrão durante as fases de implantação, enchimento e operação do futuro reservatório, além de classificar a qualidade da água e o grau de trofia na área de influência do empreendimento.

Para realização deste programa o empreendimento irá buscar o estabelecimento de parcerias com universidades da região, no intuito de fomentar a realização de pesquisas e formação de acadêmicos.

##### **8.1.2.2. Programa de Monitoramento da Revegetação das Áreas Degradadas e das Faixas Marginais do Reservatório**

Um programa de monitoramento, além de servir para acompanhar o desenvolvimento da vegetação plantada e detectar o momento das capinas, servirá também para a fiscalização fitossanitária e controle de pragas (insetos prejudiciais) e doenças que venham comprometer o crescimento normal da cobertura vegetal implantada.

O programa de monitoramento visa acompanhar e avaliar as condições de evolução da vegetação implantada nas áreas degradadas e das faixas marginais do reservatório.

As principais ações para a implantação deste programa incluem:

Executar a manutenção das áreas reabilitadas, com as seguintes práticas: controle de ervas daninhas (até dois anos), combate a formigas (em caso de ataque generalizado), isolamento da área (evitar pisoteio do gado), prevenção contra queimadas, controle da erosão (plantio em nível), replantio em locais que as plantas não se desenvolveram ou morreram.

#### **8.1.2.3. Programa de Conservação e Monitoramento da Herpetofauna**

Para a conservação da fauna de anfíbios e répteis em geral, sugere-se a aplicação de medidas como: proteção de matas restantes da região com criação ou aproveitamento de Unidades de Conservação, controle do afluxo de agrotóxicos para os cursos d'água (que podem comprometer o desenvolvimento larval, principalmente), preservação de nascentes e controle do assoreamento dos cursos d'água.

Recomenda-se o emprenho na preservação dos remanescentes de mata e na manutenção e formação de corredores florestados interligando fragmentos, que pode ser realizada através da avaliação de remanescentes que possam ser interligados aumentando sua área através de conscientização dos proprietários e/ou através de ações de reflorestamento.

Acredita-se que essas medidas possam facilitar a dispersão e o deslocamento de anfíbios e répteis e contribuir para a conservação das comunidades herpetofaunísticas, minimizando os possíveis impactos causados pelo empreendimento.

Assim, é importante que se faça um programa de monitoramento da herpetofauna na área de Influência Indireta e de Entorno do reservatório, para a verificação das condições de adaptação desta comunidade frente à nova composição ambiental. O objetivo principal será a caracterização da composição das espécies nos ambientes, além da avaliação de possíveis modificações nas comunidades, incluindo as relacionadas aos ambientes florestais.

Este estudo será essencial para a conservação destas espécies, servindo ainda como subsídio para futuros projetos de manejo.

Outras ações poderão também contribuir na diminuição dos impactos a serem gerados, como por exemplo: Educação Ambiental, Comunicação Social, Monitoramento da Herpetofauna, Acompanhamento e Resgate de Fauna e aquisição de áreas de várzea, inservíveis para agricultura que poderão ser adquiridas pelo empreendedor para manutenção da biodiversidade.

#### **8.1.2.4. Programa de Monitoramento e Conservação de Mastofauna Ameaçada de Extinção**

Devido a grande importância ecológica dos mamíferos no ambiente natural torna-se necessário a realização de levantamentos que promovam investigações nos ambientes florestais e na calha do rio Mourão (dentro da AID e AII da PCH Engenheiro Beltrão), com enfoque específico de populações das espécies

ameaçadas de extinção, na região do empreendimento, para a geração de subsídios à adoção de medidas de manejo que se fizerem necessárias.

É importante ressaltar a necessidade de realização de convênios com instituições de ensino da região para o desenvolvimento destas pesquisas, o que de fato pode contribuir para o desenvolvimento científico local e formação da comunidade acadêmica.

#### **8.1.2.5. Programa de Monitoramento de Avifauna Ameaçada de Extinção**

As espécies florestais enquadradas nestas categorias foram mencionadas em registros fidedignos, possuindo valor de conservação não somente local, mas a nível regional e até mesmo nacional, por estarem em processos de extinção em todo o Brasil. Sendo assim, torna-se necessário a realização de levantamentos que promovam maiores investigações em fragmentos florestais estacional e ciliares presentes na AII e AID do empreendimento, com enfoque específico na procura e monitoramento de suas populações.

Os levantamentos sistemáticos deverão ser feitos através do uso de censos matutinos e vespertinos, utilizando transectos em diferentes fragmentos florestais. Deverá ser mapeada a distribuição das populações encontradas de espécies raras e ameaçadas de extinção e analisados os padrões geográficos obtidos, visando gerar subsídios para a tomada de ações específicas à sua conservação na Bacia do rio Mourão.

Para isso, serão celebrados convênios com instituições de ensino e pesquisa da região, de forma a fortalecer a comunidade acadêmica.

### **8.1.3. Meio Antrópico**

#### **8.1.3.1. Programa de Educação Ambiental**

A lei 9.795, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, refere-se a esta atividade como “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente”.

Também afirma ser educação ambiental elemento essencial e permanente da educação nacional. Nesse sentido, um projeto de educação ambiental deve andar passo a passo com o processo de educação e ter um horizonte de longo prazo.

Os objetivos principais deste projeto incluem:

- Auxiliar a execução ambientalmente correta das obras civis da PCH Engenheiro Beltrão;
- Promover a identificação do modo de agir com a preservação do meio ambiente e a segurança pessoal pelos funcionários contratados para a construção da PCH Engenheiro Beltrão;
- Divulgar valores de preservação dos recursos naturais na AID e AII..
- Implementar o Viveiro Educador, o qual tem como objetivo o resgate de espécies florestais nativas da região, e estabelecer parceria técnico-financeira

com órgãos públicos do estado e do município para que haja constante visitação de agricultores, jovens, crianças e população acadêmica, de forma a ampliar e difundir o conhecimento sobre a flora da região.

- Discutir com moradores da região questões de saúde ambiental, como uso de agrotóxicos e destinação correta dos resíduos sólidos.

O projeto de Educação Ambiental estará voltado para os seguintes públicos:

- Gerência do canteiro de obras;
- Funcionários do canteiro de obras;
- Proprietários rurais da AID;
- População das cidades de Engenheiro Beltrão e Quinta do Sol;

#### **8.1.3.2. Programa de negociação**

Este programa visa definir e explicitar as formas de tratamento e os critérios para a negociação a ser empreendida com os grupos de interesse afetados para a construção da PCH Engenheiro Beltrão, de forma que os mesmos possam optar pela solução mais adequada, capaz de garantir a recomposição de seu modo de vida.

Constituem-se públicos-alvo desse programa as seguintes categorias:

- Proprietários rurais de montante e jusante do barramento;
- Não proprietários que residem em áreas afetadas;

O programa ora apresentado tem caráter conceitual, cumprindo, portanto, nesta fase, a função de estabelecer critérios mínimos para o início das discussões com os públicos-alvo, conforme a seguir apresentado:

##### A) Proprietários Rurais

Para os proprietários de terrenos rurais localizados na área a ser afetada pela **PCH Engenheiro Beltrão** serão utilizadas como base de discussão as seguintes opções:

- Indenização (pagamento em dinheiro pela compra do terreno afetado pelo alagamento);
- Permuta de terras e benfeitorias;
- Relocação da benfeitoria na área remanescente e negociação somente da área a ser afetada;
- Negociação do remanescente do terreno;
- Aquisição de nova área de reserva legal ao proprietário rural, quando a existente for afetada pelo enchimento do reservatório.

##### B) Produtores Rurais não Proprietários.

Além dos proprietários, deverão ser contemplados, no processo de negociação as demais categorias passíveis de serem identificadas no processo e que terão suprimidas sua fonte de renda e/ou moradia, de acordo com as seguintes diretrizes básicas:

- Indenização das benfeitorias e lavouras;
- Viabilização de relocação das benfeitorias;
- Negociação com o produtor não proprietário concomitante ao proprietário da terra;

#### **8.1.3.3. Programa de Compensação Social**

Como forma de minimizar as demandas aos serviços básicos nos municípios de influencia do empreendimento será implantado um ambulatório médico dentro do canteiro de obras. O público-alvo desta ação serão:

- Trabalhadores da obra;
- Moradores da AID;

Para isto, estão previstas as seguintes ações:

1 – Implantação de ambulatório no canteiro de obras para atendimento aos trabalhadores vinculados ao empreendimento, contado com profissionais da área de saúde (médico e auxiliares), presentes no local a cada 10 dias.

2 – Celebração de convênios com laboratório de análises clínicas no município de Engenheiro Beltrão.

3 – Assegurar as condições sanitárias da área dos canteiros.

4 – Implantar Programa de Educação da Saúde voltado para os trabalhadores da obra.

#### **8.1.3.4. Programa de apoio ao Licenciamento Ambiental de Propriedade Rural**

Será disponibilizado aos agricultores dos lotes atingidos pelo Reservatório apoio técnico para a regularização ambiental de suas propriedades, visando a adequação destas junto aos órgãos ambientais e as leis ambientais.

Este programa pretende adequar os produtores rurais do entorno do reservatório de forma que estes possam fortalecer suas atividades e ter acesso a créditos específicos, bem como a valorização de suas propriedades.

#### **8.1.3.5. Programa de Comunicação Social**

Visa criar e manter canais de comunicação com as comunidades e uma relação de diálogo e parceria entre a PCH Engenheiro Beltrão e a população local. O objetivo principal é informar e esclarecer à população, assim como ao poder público, a sociedade civil e trabalhadores da obra, sobre as atividades de implantação do projeto abrangendo o andamento dos programas ambientais e as etapas de construção da usina.

#### **8.1.3.6. Programa de Uso do reservatório**

Este programa visa a utilização do reservatório como área de lazer e recreativa, e de desenvolvimento econômico.

Como forma de fomentar o lazer e a recreação deverá se implementar uma zona de uso coletivo com espaço para restaurante, área para banhistas. Com isso deverá se beneficiar toda a população da AID e AII.

Como forma de fomentar o desenvolvimento econômico prevê o uso do reservatório no fortalecimento da Aqüicultura e piscicultura, tendo como publico alvo os moradores da AID, em geral agricultores. O programa irá fornecer subsídios técnicos e financeiros para adesão ao programa.

## **9. CONCLUSÕES**

Os estudos ora apresentados ilustram claramente as condições ambientais da região de inserção do empreendimento, oferecendo subsídios consistentes para realização do empreendimento, quer seja para o meio físico, biótico ou antropico.

A existência de impactos ambientais é inerente a qualquer construção deste tipo de empreendimento, porém trata-se do aproveitamento racional de um recurso natural, que certamente trará desenvolvimento a região sem que haja perdas ambientais significativas, considerando os níveis de vegetação e de qualidade ambiental da região.

As questões socioambientais são dinâmicas, isso torna este tipo de estudo uma base para implantação de políticas e estratégias que possam conciliar o desenvolvimento local com a redução de impactos.

Destacamos a plena viabilidade econômica e ambiental do empreendimento e enfatizamos o compromisso do empreendimento quanto a correta execução e acompanhamento dos programas de compensação socioambiental, ações estas que certamente irão além da obrigação legal, mas que tranqüilamente constará nos princípios e missão do empreendimento em fazer da geração de energia sinônimo da melhoria da qualidade de vida dos moradores da região.

## 10. BIBLIOGRAFIA

ANA, Agência Nacional de Águas. Cadernos de Recursos Hídricos: Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília. 2005.

ANA, Agência Nacional de Águas. Disponível em: <[www.ana.gov.br/](http://www.ana.gov.br/)>. Acesso janeiro de 2011.

ANEEL - Resolução Conjunta Nº 3, Brasília, 10/08/2010.

ANEEL. (2000). Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios. Brasília, DF, Brasil.

ATHAYDE, G. B., MULLER, C de V., ROSA FILHO, E. F da., HINDI, E. C. (2007). Estudo sobre os tipos das águas do Aquífero Serra Geral, município de Marechal Cândido Rondon-PR. Groundwater types study of Serra Geral Aquifer in Marechal Cândido Rondon – PR. Águas Subterrâneas, v.21, n.1, p.111-122.

BACHA, Carlos José Caetano. 2004. O Uso de Recursos Florestais e as Políticas Econômicas Brasileiras. EST. ECON., SÃO PAULO, V. 34, N. 2, P. 393-426, ABRIL-JUNHO 2004.

BETTÚ, D. F., Ferreira, F. J. F., Salamuni, E., e Fernandes, A. (2006). Compartimentação estrutural e conectividade dos sistemas aquíferos Caiuá e Serra Geral no Noroeste do Paraná-Brasil. Revista Brasileira de Geofísica, Vol. 24(3).

CARVALHO, N. de O. (1994). Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: CPRM.

CELLIGOI, A., e Duarte, U. (2002). Hidrogeoquímica do Aquífero Caiuá no Estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências, n. 51, p. 19-32. Editora UFPR. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do Conama: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008 – 2. ed./ Conselho Nacional do Meio Ambiente. – Brasília: Conama, 2008. 928 p.

DIAS, M. V. F. (2005). Programa de Economia Mineral. A indústria mineral Paranaense e sua participação no número de estabelecimentos, de empregos e no valor adicionado fiscal da indústria do estado e de suas regiões- 1999 e 2003. Secretaria do Estado da Indústria, do Comércio e assuntos do Mercosul. Minerais do Paraná S. A - MINEROPAR. Setembro, 2005, Curitiba-PR.

DNAEE – Coordenação Geral de Recursos Hídricos, 1996. Inventário das estações fluviométricas (Fernandes et. al.). Brasília: DNAEE, 1996. 1v.

ELETROBRÁS - (1999). Diretrizes Para Projetos de PCH - Estudos Ambientais. Brasília.

ELETROBRÁS - Diretrizes para Estudos e Projetos Básicos de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH. ELETROBRÁS, 2000.

ELETROBRÁS - Guia para cálculo de cheia de projeto de vertedores. MME/ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, março/1987.

ELETROBRÁS - Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas. Versão 1.0. Março, 1997.

ELLIOT, D. Renewable Energy and Sustainable Futures Futures. Vol 32, p261-274. Great Britain, 2000.

EMBRAPA – Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina, IAPAR/SUDESUL, 1984 v.2 (EMBRAPA/SNLCS – Boletim técnico no 57).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos do Estado de Santa Catarina. Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 46. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

EMBRAPA/EMATER. Mapa de Solos do Estado do Paraná. Esc. 1:2.000.000, 1999.

EMBRAPA/IAPAR. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná.

FERNANDES, A. J. e Pressinotti, M. M. N. (2010). Estratigrafia dos Derrames de Basaltos da Formação Serra Geral (Ribeirão Preto –SP) Baseada na Geologia Física, Petrografia e Geoquímica. Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 10, n. 2, p. 73-99.

FERNANDES, L. A., e Coimbra, A. M. (1994). O Grupo Caiuá (Ks): Revisão Estratigráfica e Contexto Depositional. Revista Brasileira de Geociências, 24(3): 164-176, Setembro.

FLORENZANO, Teresa G. Introdução à Geomorfologia in FLORENZANO, Teresa G. (org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologia atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cap 1, p. 11-30.

Fonseca, G.A.B.; Rylands, A.B.; Costa, C.M.R.; Machado, R.B. & Leite, Y.L.R. (eds.) 1994. Livro Vermelho dos Mamíferos Brasileiros Ameaçadas de Extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 459 p.

GÉRY, J. 1969. The fresh-water fishes of South America. In Biogeography and ecology in South America (E.J. Fittkau et al., eds.). Junk, The Hague, p. 828-848. <http://www.iucnredlist.org/> em 21/03/2012.

GUERRA, Antônio J. T., BOTELHO, Rosangela, G. M. Erosão dos solos. In:

CUNHA, Sandra B da., GUERRA, Antônio J. T. Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GUERRA, Antônio T. & GUERRA, Antônio J. T. Novo dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. Disponível em: <[www.iapar.br](http://www.iapar.br)>. Acesso em janeiro 2011.

IBGE - Anuário estatístico do Brasil: 1987/88. Rio de Janeiro: IBGE, 1988. v. 48.

IBGE, Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso janeiro de 2011.

IBGE. Censo 2000, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia. Rio de Janeiro: 2007.

IBGE. Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2001, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

ITCG, Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. Disponível em: <[www.itcg.pr.gov.br](http://www.itcg.pr.gov.br)>. Acesso em janeiro de 2011

LEITE, P. F. As diferentes unidades fitoecológicas da região Sul do Brasil - Proposta de classificação. Curitiba, 1994. Dissertação (Mestrado Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Linsley, Kohler e Paulhus – Hydrology for engineers, 2ª Edição, Editora McGraw-Hill, 1975.

MAACK, R. (1947). Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Arquivos de Biologia e Tecnologia, v. 2, pp. 63-154.

MELLO-LEITÃO, C. Aranhas do Paraná e Santa Catarina, das coleções do Museu Paranaense. Arquivos do Museu Paranaense, Curitiba, v. 6, p. 231-304, 1947.

Mikich, S.B. & R.S. Bérnils. 2004. Livro Vermelho da

MINERAIS DO PARANÁ – MINEROPAR. Mapa geológico do Estado do Paraná.

MINEROPAR- Minerais do Paraná S.A (2006). Mapa Geológico Regional do Estado do Paraná na escala: 1.650.000 e Mapa Geológico Folha Campo Mourão na escala: 1.250.000.

Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional de Irrigação, Departamento Nacional de Meteorologia. NORMAIS CLIMATOLÓGICAS (1961-1990). Brasília, Brasil. 1992.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Aptidão agrícola das terras do Paraná.

MONTEIRO, C. A. de F. Sobre a análise geográfica de seqüência de cartas de tempo: (pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia). Rev. Geog., Rio de Janeiro, v. 58, n. 1, p. 169-179, 1963.

OKA-FIORI, Chisato. Atlas geomorfológico do Estado do Paraná. Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. Curitiba: Minerais do Paraná; Universidade Federal do Paraná, 2006.

PADILHA, Damáris G. Geoprocessamento Aplicado na Caracterização da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio grande, RS. Dissertação de Mestrado em Geomática. Santa Maria: UFSM, 2008.

PALMIERI, Francesco. & LARACH, Jorge O. I. Pedologia e Geomorfologia in: Guerra, Antônio J. T. & Cunha, Sandra B. (orgs). Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. Pp. 59-122.

RAUDKIVI A. J. 1979. Hydrology, an advanced introduction to hydrological processes and modelling. Pergamon press. 479 pp.

ROSA FILHO, E. F., Hindi, E. C., Rostirolla, S. P., Ferreira, F.J.F. (2003). Sistema Aquífero Guarani – Considerações preliminares sobre a influencia do Arco de Ponta Grossa no fluxo das águas subterrâneas. Rev. Águas Subterrâneas n° 17/ Maio.

ROSS, Jurandir Luciano S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia – FFCH/USP, São Paulo, v. 6 p.17-30, 1992.

ROSS, Jurandir Luciano S., MOROZ, Isabel Cristina. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia – FFCH/USP, São Paulo, v. 10, p. 20-32, 1996.

ROSS, Jurandyr Luciano S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: Revista do departamento de geografia, nº8. FFLCH. São Paulo: USP, 1994.

SANTOS, Fernando, MANIERI, Daiany D., FORTES, Edison. Mapeamento Geomorfológico e Análise Fisiográfica a Paisagem da Bacia do Rio Ivaí - PR. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: a Geografia Física Aplicada, 2009. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: a Geografia Física Aplicada, 2009.

SILVA DA, D. C., e Vaine, M. E. E. (2002). Projeto Riquezas Minerais. Avaliação do Potencial Mineral e Consultoria Técnica no Município de Turvo – Relatório Final. Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e do Turismo Minerais do Paraná S. A. – MINEROPAR. Setembro, 2005, Curitiba- PR.

SOARES, A. P., Soares, P. C., Bettu, D. F., Holtz, M. (2007). Variabilidade espacial no sistema Aquífero Guarani: Controles estruturais e estratigráficos. *Águas Subterrâneas*, v. 21, n.1, p.51-64.

STRUGALE, M., Rostirolla, S. P., Mancini, F., e Portela Filho, C. V. (2004). Compartimentação Estrutural das Formações Pirambóia e Botucatu na região de São Jerônimo da Serra, Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34 (3): 303-316, Setembro.

VILLELA, S. M. MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo. McGraw-Hill. 1975. 245 p.

## 11. ART's

## ART do Relatório Ambiental Simplificado - RAS

19/03/12

IncorpNet



Serviço Público Federal  
**CONSELHO FEDERAL**  
**CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA - 7ª REGIÃO**



<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>		Nº: 07-0333/12	
<b>CONTRATADO</b>			
Nome: MARCELO LUCIAN FERRONATO		Registro CRBio: 52165/RS	
CPF: 69870152287		Tel: 92090258	
E-mail: marcelolucian@yahoo.com.br			
Endereço: RUA BORBA, 6164			
Cidade: PORTO VELHO		Bairro: COHAB FLORESTA	
CEP: 76807-780		UF: RO	
<b>CONTRATANTE</b>			
Nome: LCS-TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA E GEODÉSIA LTDA-EPP			
Registro profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 02.852.616/0002-05	
Endereço: Rua Maringá nº 1150			
Cidade: FRANCISCO BELTRAO		Bairro: VILA NOVA	
CEP: 85605-280		UF: PR	
Site: www.lcstopografia.com.br			
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
Natureza: Prestação de Serviços - 1.1, 1.4, 1.7, 1.8			
Identificação: Elaboração de Relatório Ambiental Simplificado			
Município do trabalho: Campo Mourão e Quintas do Sol	Município da sede: Campo Mourão	UF: Paraná	
Forma de participação: Equipe	Perfil da equipe: Biólogo, Engº Civil, Topografo, Geógrafos.		
Área do conhecimento: Ecologia	Campo de atuação: Meio ambiente		
Descrição sumária da atividade: Elaboração de Relatório Ambiental Simplificado do projeto da PCH Engenheiro Beltrão, localizada nos municípios de Campo Mourão e Quintas do Sol, como pré-requisito para obtenção de Licença Ambiental Prévia.			
Valor: R\$ 400000,00		Total de horas: 400	
Início: 03/03/2012		Término:	
<b>ASSINATURAS</b>			
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: / /	Data: / /	Para verificar a autenticidade desta ART acesse o <b>CRBio7-24 horas</b> em nosso site e depois o serviço <b>Conferência de ART</b>	
Assinatura do profissional	Assinatura e carimbo do contratante		
<b>Solicitação de baixa por distrato</b>		<b>Solicitação de baixa por conclusão</b>	
Data: / /		Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.	
Assinatura do profissional		Data: / / Assinatura do profissional	
Data: / /		Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	
Assinatura e carimbo do contratante			

**ART do Projeto Básico apresentado na ANEEL**

 <b>CREA-DF</b> Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Distrito Federal		ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART Registro de Contrato sob a forma de Anotação de Responsabilidade Técnica - Lei Federal nº 6.496/77		<b>ART N.º</b> <b>53561/2008</b>	
RESPONSÁVEL TÉCNICO/CONTRATADO					
2 Nome do profissional: LEONARDO ALVES PEREIRA					
3 Título(s) profissional(is): ENGENHEIRO CIVIL					4 Registro n.º: DF10922/D
5 N.º CPF: 794.540.701-34		6 Endereço do profissional: SQSW 104 BL B APTO 505-SUDOESTE			
8 Cidade/UF: CRUZEIRO/DF		9 CEP: 70670402		10 Telefone: (61) 33414160	
11 E-mail: lapengenharia@hotmail.com					
12 Nome da empresa contratada:				13 N.º Registro/Visto CREA-DF: /	
14 Telefone: 0					
CONTRATANTE					
15 Nome do Contratante (pessoa física ou jurídica): LEONARDO ALVES PEREIRA				16 CPF/CNPJ: 794.540.701-34	
17 Endereço para Correspondência: SQSW 104 B 505-SUDOESTE			18 Cidade/UF: BRASILIA/DF		19 CEP: 70670-402
20 Telefone: (61) 84024233				21 Nome do proprietário da obra/serviço: LEONARDO ALVES PEREIRA	
22 CPF/CNPJ: 794.540.701-34				23 Telefone: (61) 84024233	
DESCRIÇÃO DA OBRA OU SERVIÇO CONTRATADO					
24 Tipo do Registro da ART: 1 - Normal		25 Característica da ART: 1 - Projeto		26 Participação: 1 - Individual	
27 Vínculo do profissional: 3 - Sócio		28 Situação da obra/serviço: 1 - Não Iniciada			
29 Endereço da obra ou serviço: RIO MOURAO					
30 Cidade/UF: CAMPO MOURAO/PR		31 CEP: 87301-000		32 Telefone: (61) 84024233	
33 Valor da obra/serviços: 11000000.00		34 Valor dos honorários: 380000.00		35 Prazo de execução (em dias): 900	
36 Início das Atividades: 01/01/2011		37 N.º de pavimentos: 1		38 Área inicial: 300.00	
39 Área de acréscimo:		40 Área total: 300.00			
41 Objeto da obra ou serviço, descrito conforme o contrato: PROJETO BASICO ENG BELTRAO					
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES TÉCNICAS					
42 Nível de Atuação (cód.): 1		43 Atividade Técnica (cód.): 19		44 Classificação da Atividade Técnica (cód.): B0500	
45 Quantidade: 5200		46 Unidade de medida (cód.): KW		47 Observações Complementares: PROJETO BASICO DA PCH ENG BELTRAO; DECLARO QUE O PROJETO/OBRA A QUE SE REFERE ESTE DOCUMENTO ATENDE AO ESTABELECIDO PELO DECRETO N.º 5296/2004, ART. 11: "A CONSTRUÇÃO, REFORMA OU AMPLIAÇÃO DE EDIFICAÇÕES DE USO PÚBLICO OU COLETIVO, OU A MUDANÇA DE DESTINAÇÃO PARA ESTES TIPOS DE EDIFICAÇÃO, DEVERÃO SER EXECUTADAS DE MODO QUE SEJAM OU SE TORNEM ACESSÍVEIS À PESSOA PORTADORA DE DEFICIÊNCIA OU COM MOBILIDADE REDUZIDA.	
48 Entidade profissional com direito a repasse do percentual da taxa de ART: SINDICATO DOS ENGENHEIROS DE BRASÍLIA - SENGE					
PARA USO DO CREA-DF					
49 Vinculação: 1. Projeto 2. Obra/Serviço 3. Co-autoria 4. Co-responsabilidade 5. Complementação 6. Substituição 7. Subcontratos		50 N.º Vínculo:		51 Serviço:	
52 Vinculada à ART N.º/Ano:		53 Vinculada à ART N.º/Ano:		54 Vinculada à ART N.º/Ano:	
ASSINATURAS					
53 Declaro serem verdadeiras as informações acima:		54 De acordo:		55 De acordo:	
Assinatura do Profissional		Assinatura do Contratante		Anúncia do Contratante Original	
56 Local e data: Brasília 02/09/08		57 Recebido por: ART ONLINE		TODA ART DEVERÁ SER BAIXADA JUNTO AO CREA-DF QUANDO DO ENCERRAMENTO DAS ATIVIDADES DO PROFISSIONAL 1ª VIA: CREA - 2ª VIA: VIA PROFISSIONAL - 3ª VIA: ÓRGÃOS PÚBLICOS 4ª VIA: OBRA - 5ª VIA: PROPRIETÁRIO	
O signatário do presente documento tem ciência de que a falsidade das declarações aqui informadas configura crime e ocasionará sua responsabilidade civil, penal e administrativamente.					
Válida somente com as assinaturas do Profissional e do Contratante, e após conferência pelo CREA-DF					
58 DATA DO PAGAMENTO: 05/09/2008		59 VALOR DA TAXA A PAGAR: 30,00		60 RECIBO N.º: 153561	

## ART do Levantamento Topográfico

<http://creaweb.crea-pr.org.br/consultas/imprimeart.asp?OPCAOPG...>


**CREA-PR** Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e  
Agronomia do Estado do Paraná  
Anotação de Responsabilidade Técnica Lei Fed 6496/77  
Valorize sua Profissão: Mantenha os Projetos na Obra  
**1ª VIA - CREA**

**ART Nº 20103559932**Obra ou Serviço Técnico  
ART Principal

Profissional Contratado: FRANCIELLI GEREMIA  
Título Formação Prof.: GEÓGRAFA  
Empresa contratada: LCS TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA E GEODÉSIA LTDA - EPP

Nº Carteira: PR-98351/D  
Nº Visto Crea: -  
Nº Registro: 15878

Contratante: LAP ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA  
Endereço: Q SCN 5 - BLOCO A SALA 710 50 ASA NORTE  
CEP: 70715900 BRASILIA DF Fone:

CPF/CNPJ: 07.175.124/0001-57

Local da Obra: ENGENHEIRO BELTRAO E QUINTA DO SOL S/N  
ZONA RURAL - ENGENHEIRO BELTRAO PR

Quadra: Lote:  
CEP: 87270000

Tipo de Contrato 4 PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS  
Ativ. Técnica 11 EXECUÇÃO DE OBRA OU SERVIÇO TÉCNICO  
Área de Comp. 6401 TRABALHOS TOPOGRÁFICOS  
Tipo Obra/Serv 099 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS  
Serviços contratados 050 EXECUÇÃO

Dimensão 298,05 HA

Dados Compl. 0

Guia B  
ART Nº  
20103559932

Data Início 01/06/2010  
Data Conclusão

Vlr Obra R\$ 59.000,00 Vlr Serviço  
Base de cálculo: TABELA VALOR DA OBRA

Vlr Taxa R\$ 316,50 Entidade de Classe 0

Outras Informações sobre a natureza dos serviços contratados, dimensões, ARTs vinculadas, ARTs substituídas, contratantes, etc  
LEVANTAMENTO TOPOGRAFICOS PARA FINS DE:

- DETERMINAÇÃO DE PONTOS DE APOIO;
- IMPLANTAÇÃO DE MARCOS DE CONCRETO NOS LIMITES DA ÁREA;
- TRANSPORTE DE COTAS COM IMPLANTAÇÃO DE PIQUETES E MARCOS DE CONCRETO;
- LEVANTAMENTO CADASTRAL DE BENEFITÓRIAS EXISTENTES;
- LOCAÇÃO DE ÁREAS DE APP (PRESERVAÇÃO PERMANENTE);
- USO E OCUPAÇÃO DO SOLO;
- LOCAÇÃO DOS IMÓVEIS ATINGIDOS;
- LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO COM CURVAS D NÍVEL DE 1 EM 1 METRO;
- INSTALAÇÃO DE MARCOS DE REFERENCIA DE NÍVEL;
- LOCAÇÃO DE SONDAGEM PROJETADAS;
- ELABORAÇÃO DE PLANTAS/MAPAS GEORREFERENCIADOS, MEMORIAIS DESCRITIVOS INDIVIDUAIS DAS PROPRIEDADES ATINGIDAS;
- APRESENTAÇÃO FINAL DOS TRABALHOS.

Insp.: 4620  
19/08/2010  
CreaWeb 1.08  
Autenticação Mecânica

Assinatura do Contratante

Assinatura do Profissional

1ª VIA - CREA Envie esta 1ª VIA ao CREA-PR de imediato! Esta ART terá validade após o seu pagamento.  
Central de Informações do CREA-PR 0800 410067

"CLÁUSULA COMPROMISSÓRIA: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, inclusive no tocante a sua interpretação ou execução, será definitivamente resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, através da Câmara de Mediação e Arbitragem do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná - CMA CREA-PR, localizada à Rua Padre Camargo nº 285, Alto da Glória, Curitiba, Paraná [telefone (41) 3350-6727], e de conformidade com o seu Regulamento de Arbitragem. Ao optarem pela inserção da presente cláusula neste contrato, as partes declaram conhecer o referido Regulamento e concordar, em especial e expressamente, com os seus termos".

Contratante/Proprietário

Profissional Responsável

Para a adesão à Arbitragem, as assinaturas das partes são obrigatórias.

**CAIXA** 104-0 10490.81290 43010.200244 01035.599321 1 47090000031650

Local de Pagamento CASAS LOTÉRICAS, AGÊNCIAS DA CAIXA E REDE BANCÁRIA

Vencimento 29/08/2010

Cedente  
CREA-PR (76.639.384/0001-59)

(creawebart)

Agência/Código Cedente

Data do Doc.  
19/08/2010

Número do Documento

Espécie Doc.  
NÃO

Aceite

Data do Process.  
19/08/2010

Nosso Número  
24010002010355993-2

Uso do Banco  
SR

Carteira  
R\$

Moeda

Qtde. da Moeda

Valor da Moeda  
X

(=) Valor do Documento  
R\$ 316,50

INSTRUÇÕES Guia referente a ART Nro. 20103559932

(-) Desconto/Abatimento

**NÃO RECEBER APÓS O VENCIMENTO**

(-) Outras Deduções

(+) Mora/Multa

Sacado LCS TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA E GEODÉSIA LTDA - EPP

(+) Outros Acréscimos

Sacador/Avalista

(=) Valor Cobrado R\$ 316,50

Autenticação Mecânica / Ficha de Compensação

## ART do Estudo Geológico e Geotécnico

Página 1 de 1


**CREA-SC**  
 Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura  
 e Agronomia de Santa Catarina

Autenticidade

ART N° 3972283-2

## A.R.T. Anotação de Responsabilidade Técnica

ART autenticada eletronicamente via  
**CREANET**

— **Contratado** —  
 GEÓLOGA 102999-5 Empresa Executora:  
 EVELYN KLEUSER  
 RODOVIA HAROLDO SOARES GLAVAN 929 FLORIANÓPOLIS  
 CASA 07 CACUPE 88050-005 SC Fone: Fax:  
 Fone: 4833384090 Fax: 019.673.909-83 Normal  
 evelyn.kleuser@gmail.com

— **Contratante** —  
 LAP ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA LTD 07175124000157  
 SCN QUADRA 5 BLOCO A SALA 710  
 ASA NORTE BRASÍLIA DF  
 70715-900 6184024233

— **Resumo do Contrato** —  
 ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS, PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA ENGENHEIRO BELTRÃO, LOCALIZADA NO RIO MOURÃO, NA CIDADE DE ENGENHEIRO BELTRÃO, NO ESTADO DO PARANÁ. REALIZADOS OS ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS NECESSÁRIOS À IMPLANTAÇÃO DA USINA E EMISSÃO DE LAUDO TÉCNICO GEOTÉCNICO E GEOLÓGICO.

Início em :15/01/2011 Término em :28/02/2011 Honorários: R\$6.000,00 Valor Obra/Serviço: R\$6.000,00

— **Identificação da Obra/Serviço** —  
 PCH ENGENHEIRO BELTRÃO - LAP ENGENHARIA 07175124000157  
 SCN QUADRA 5 BLOCO A SALA 710  
 ASA NORTE BRASÍLIA DF  
 70715-900 6184024233

— **Assinaturas** —  
 FLORIANÓPOLIS 22/02/2011  
 EVELYN KLEUSER 019.673.909-83  
 LAP ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA 07175124000157

Este documento anota perante o CREA-SC, para efeitos legais, o contrato escrito ou verbal realizado entre as partes (Lei 6.406/77)

## Reservado ao Responsável Técnico

ART: 3972283-2

Participação Técnica Individual	Atividades	ART: 3972283-2		
		Objetos	Classificação	Quantidade Unidade
— Entidade de Classe — Nenhuma	10 24	A0806	1,00	24
	10 24	F1713	1,00	24
	10 24	F1810	1,00	24
	10 92	F1730	5,00	45
— Regularização —	10 92	F1733	1,00	24

— **Descrição Complementar** —  
 PROJETO BÁSICO PCH ENGENHEIRO BELTRÃO

Este documento só terá fé Pública se estiver devidamente cadastrado e quitado junto ao CREA-SC. Para aferir [www.crea-sc.org.br](http://www.crea-sc.org.br) Este documento foi autenticado eletronicamente, estando sujeito a verificações conforme resolução 1825/89 CONFEA e demais legislações aplicáveis.

As assinaturas devem ser a próprio punho, originais e preferencialmente com caneta azul.

## ART do Estudo Hidrológico

Página 1 de 1


**CREA-SC**

 Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura  
 e Agronomia de Santa Catarina

Autenticidade

ART N° 3972262-0

ART autenticada eletronicamente via  
CREANET

## A.R.T. Anotação de Responsabilidade Técnica

<b>Contratado</b>		086527-3	Empresa Executora:
ENGENHEIRO CIVIL			MSUL ENERGIA E PARTICIPACOES LTDA
ALEXANDRE CAIO MARTINS			095565-8
RUA ELIZEU DI BERNARDI 470	SAO JOSE		
AP 507 CAMPINAS	88101-050	SC	Fone:
Fone: 4899115281	Fax: --	037.194.819-30	Normal
caio.martins@msulenergia.com.br			

<b>Contratante</b>		07175124000157
LAP ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA LTD		
SCN QUADRA 5 BLOCO A SALA 710		
ASA NORTE	BRASILIA	DF
70715-900	6184024233	

**Resumo do Contrato**  
 ESTUDOS HIDROLÓGICOS, PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA ENGENHEIRO BELTRÃO, LOCALIZADA NO RIO MOURÃO, NO MUNICÍPIO DE ENGENHEIRO BELTRÃO, NO ESTADO DO PARANÁ. REALIZADOS OS ESTUDOS HIDROLÓGICOS NECESSÁRIOS A IMPLANTAÇÃO DA USINA. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA, TRATAMENTO E CONSISTÊNCIA DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS, DETERMINAÇÃO DE SÉRIES DE VAZÕES MÉDIAS, VAZÕES EXTREMAS E VAZÕES MINÍMAS, ESTUDOS SEDIMENTOLÓGICOS.

Início em : 15/01/2011    Término em : 28/02/2011    Honorários: Salário    Valor Obra/Serviço: R\$6.000,00

**Identificação da Obra/Serviço**  
 PCH ENGENHEIRO BELTRÃO - LAP ENGENHARIA    07175124000157  
 SCN QUADRA 5 BLOCO A SALA 710  
 ASA NORTE    BRASILIA    DF  
 70715-900    6184024233

## Assinaturas

 FLORIANOPOLIS  
 22/02/2011

 ALEXANDRE CAIO MARTINS  
 037.194.819-30

 LAP ENGENHARIA, ARQUITETURA E CONSULTORIA  
 07175124000157

Este documento anota perante o CREA-SC, para efeitos legais, o contrato escrito ou verbal (realizado entre as partes (Lei 6.406/77))

Reservado ao Responsável Técnico

ART: 3972262-0

Participação Técnica Individual	Atividades	Objetos	Classificação	Quantidade	Unidade
		10 12	R0816	1.465,70	30

 Entidade de Classe  
 SENGE/SC

Regularização

## Descrição Complementar

RESPONSÁVEL ESTUDO HIDROLÓGICO/PCH ENGENHE BELTRÃO

Este documento só terá fé Pública se estiver devidamente cadastrado e quitado junto ao CREA-SC. Para aferir [www.crea-sc.org.br](http://www.crea-sc.org.br)  
 Este documento foi autenticado eletronicamente, estando sujeito a verificações conforme resolução 1025/09 CONFER e demais legislações aplicáveis.

As assinaturas devem ser a próprio punho, originais e preferencialmente com caneta azul.

**12. ANEXOS****Anexo I – Cópia do cartão do Cadastro técnico Federal do coordenador do RAS**

 <p>Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</p>  <p><b>COMPROVANTE DE REGISTRO</b></p> <p>Nr. de Cadastro: <b>1853608</b></p> <p>CPF/CNPJ: <b>698.701.522-87</b></p> <p>Nome/Razão Social/Endereço <b>Marcelo Lucian Ferronato</b> <b>Rua Baoba 6164</b> <b>Cohab Floresta</b> <b>PORTO VELHO/RO 76807-780</b></p> <p>Atividades Potencialmente Poluidoras Categoria / Detalhe Gerenciador de Projeto / Usina Hidroelétrica Obras civis / construção de barragens e diques Uso de Recursos Naturais / centro de triagem da fauna silvestre Atividades de Defesa Ambiental Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0</p> <p><b>Atividades:</b></p>	<p>Observações:</p> <p>1 - Este cartão é o documento comprobatório de inscrição no Cadastro Técnico Federal - CTF e de uso obrigatório nos casos legalmente determinados. Para qualquer orientação de natureza cadastral, procure a unidade local do cadastro do IBAMA.</p> <p>3 - Para verificar a regularidade desta pessoa junto ao IBAMA, visite <a href="http://www.ibama.gov.br">http://www.ibama.gov.br</a> e procure Serviços On-Line, depois Consulta de Regularidade.</p> <p>4 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente.</p> <p>5 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema.</p> <p>6 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente.</p> <p>7 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos.</p> <p>Data de emissão: <b>19/03/2012</b> Autenticação: <b>zm64.n8k6.qasn.cdqu</b></p>
---	---