

## **CAPÍTULO II) CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

### **1) APRESENTAÇÃO DO CONSÓRCIO ENER REDE COUTO MAGALHÃES**

O empreendimento em estudo, AHE Couto Magalhães, tem como concessionário o Consórcio Ener-Rede Couto Magalhães que é constituído pelas empresas Rede Couto Magalhães Energia S.A. do Grupo Rede Energia e pela Enercouth S.A. da EDP Energias do Brasil.

A Rede Energia vem trabalhando com energia elétrica no Brasil desde 1903 por meio da então, Empresa Elétrica Bragantina S.A.. Posteriormente, outras empresas do interior paulista foram adquiridas: em 1981, a Empresa de Eletricidade Vale Paranapanema S.A.; em 1984, a Companhia Nacional de Energia Elétrica e em 1985, a Caiuá Serviços de Eletricidade S.A. Em 1989 a Rede Energia adquiriu a Celtins – Companhia de Energia Elétrica do estado do Tocantins – primeira concessionária de energia elétrica a ser privatizada no país, em parceria com o Governo do Tocantins. Em 1995, adquiriu a Companhia Força e luz do Oeste de Guarapuava, Paraná. Aumentou ainda mais sua área de atuação adquirindo, em 1997, a Centrais Elétricas Matogrossense S.A., em 1998 a Centrais Elétricas do Pará S.A. e mais recentemente, em 2007 a ENERSUL.

Atualmente a Rede Energia é responsável pelo abastecimento de 34% de todo o território nacional, ou seja, atende 16 milhões de pessoas em 578 municípios em sete diferentes estados brasileiros: São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins e Pará. A empresa conta com 317.389 km de sistemas de distribuição, 454 subestações, nove distribuidoras, duas geradoras e uma comercializadora.

A EDP Energias do Brasil é uma empresa ligada ao grupo EDP, um dos grandes operadores europeus do setor elétrico e um dos maiores grupos empresariais portugueses. É o único grupo empresarial do setor elétrico da Península Ibérica com atividades de produção e distribuição nos dois países, Portugal e Espanha, onde detém o controle do quarto maior operador elétrico espanhol, a Hidrocantábrico. Está presente ainda, nos mercados da América Latina, Estados Unidos e Macau, nos negócios de produção, distribuição e comercialização.

É o quarto maior produtor mundial de energia eólica, além de ser um dos três maiores operadores privados de distribuição no Brasil.

As atividades do Grupo EDP estão centradas nas áreas de produção e distribuição de energia elétrica, telecomunicações e tecnologias de informação, mas abrangem também outras áreas complementares e relacionadas, como água, gás, engenharia, ensaios laboratoriais, formação profissional e gestão do patrimônio imobiliário.

O início das operações do Grupo EDP no Brasil foi em 1996, com a aquisição de uma participação minoritária na Cerj (hoje Ampla); é controlada pela EDP – Energias de Portugal.

Em 2005 a EDP Energias do Brasil concluiu o processo de desverticalização do Grupo, separando suas atividades de geração de distribuição por meio da cisão da distribuidora de energia elétrica.

Atualmente a EDP – Energias do Brasil detém investimentos no setor de energia, consolidando ativos de geração, comercialização e distribuição em seis diferentes estados brasileiros: São Paulo, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Ceará e Santa Catarina.

A energia gerada pela EDP – Energias do Brasil totaliza 1.171 MW, dos quais 166,37 MW,

referem-se a energias renováveis, geradas nos estados do Espírito Santo, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina. Há 414 MW de energia gerada em construção e repotenciação.

A EDP – Energias do Brasil participa ainda com 73,10% no capital votante da Investco, que opera e mantém a hidrelétrica de Lajeado, com potência total de 902,5 MW e com 60% do capital na usina hidrelétrica Peixe Angical, construída em parceria com Furnas Centrais Elétricas, ambas no Rio Tocantins. Esses percentuais de participação correspondem a uma capacidade instalada de 659,73 MW e 452 MW, respectivamente.

Na área de distribuição de energia, o grupo controla integralmente a Bandeirante Energia, com atuação no Alto Tietê, Vale do Paraíba e Litoral Norte de São Paulo e a Escelsa, situada no Espírito Santo. A Bandeirante Energia S.A. atua em 28 municípios do Estado de São Paulo, atendendo aproximadamente 1,4 milhões de clientes e distribuindo 13.268 GWh ao ano. A Escelsa atende uma população de 3,5 milhões de habitantes em 90% do Estado do Espírito Santo, abrangendo uma área de 41.241 km<sup>2</sup>.

Em comercialização, por meio de sua controladora Enertrade, a Energias do Brasil é um dos agentes mais ativos do mercado livre de energia, no qual comercializou, em 2006, 6.702 GWh, volume 4,8% superior ao de 2005 (de 6.379 GWh). No acumulado desde 2004, o crescimento dos negócios chegou a 38,4%.

Cabe ressaltar que na área de geração a Rede Energia e o Grupo EDP implantaram em conjunto a Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães – Lajeado, com 902,5 MW, no Estado do Tocantins, sendo que em 2007 a participação da Rede Energia foi transferida para EDP.

## **2) APRESENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

### **2.1) Objetivos do Empreendimento**

O Aproveitamento Hidrelétrico Couto Magalhães a ser implantado no Alto Rio Araguaia, nos Municípios de Alto Araguaia – MT e Santa Rita do Araguaia – GO terá 150 MW de potência instalada com um reservatório com área total de 9,11 km<sup>2</sup>.

O desenho **CE-CTM-20** Mapa de Localização mostra as principais cidades e estradas da região.

A produção média de energia da usina será de 791.028 MWh por ano, sendo a mesma adicionada ao Sistema Interligado Nacional – SIN através da Linha de Transmissão já existente em 230 kV, que conecta as cidades de Rondonópolis e Rio Verde.

### **2.2) Justificativas do Empreendimento**

#### **2.2.1) Justificativas Técnicas e Econômicas**

O Aproveitamento Hidrelétrico de Couto Magalhães, situado no Alto Rio Araguaia, nos municípios de Alto Araguaia – MT e Santa Rita do Araguaia – GO deverá ser conectado através de uma subestação elevadora, à Linha de Transmissão de 230 kV já existente, que interliga Cuiabá, Rondonópolis, Rio Verde, Cachoeira Dourada e Itumbiara, onde é integrada com a ligação Norte- Sul. Desta forma, os montantes de energia gerados no AHE Couto Magalhães podem ser fisicamente introduzidos na malha dos sistemas interligados Sul/Sudeste/Centro-Oeste, sem a necessidade de construção de uma nova Linha de Transmissão.

Sua energia assegurada de 90,3 MW médios será comercializada através de contratos de suprimento com Concessionárias de Serviço Público e Privado de energia elétrica e com consumidores finais habilitados, dando origem a fluxos comerciais entre geradores, detentores de concessões de usinas, distribuidores e consumidores com opção de compra.

Assim, o AHE Couto Magalhães participará ativamente da evolução do mercado de energia elétrica das regiões Centro – Oeste e Sudeste, devendo abastecer prioritariamente a região Centro–Oeste.

A projeção do consumo de energia elétrica no Sistema Interligado Sul/Sudeste/Centro–Oeste/Norte/Nordeste, elaborada pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE no contexto do Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017, considera uma taxa anual média de crescimento de 4,8% de consumo na passagem de 2008 para 2017.

Dentro deste contexto de taxas de crescimento elevadas, o Planejamento do Setor Elétrico elencou o AHE Couto Magalhães entre as usinas que deverão ser implantadas no período, principalmente levando em conta a sua localização numa região estratégica para a agroindústria com a implantação da ferrovia de cargas América Latina Logística – ALL (antiga Ferro – Norte) que atualmente já liga o Município de Alto Araguaia ao Porto de Santos pela malha ferroviária paulista (antiga FEPASA) e que vem contribuindo para facilitar o escoamento da produção agrícola da região Centro-Oeste para Sudeste e, conseqüentemente para o mercado internacional. O trecho Alto Araguaia – Rondonópolis da ALL encontra-se em fase final de projeto e de licenças ambientais, visando ainda uma melhor integração da região com o mercado nacional e internacional.

Tendo em vista as considerações técnico-econômicas elencadas, o AHE Couto Magalhães foi integrado ao Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, tendo em vista que o impacto

ambiental do seu reservatório é muito reduzido, pois, para uma potência instalada de 150MW o reservatório tem uma área total de apenas 9,11km<sup>2</sup>, que representa uma relação de 0,06 km<sup>2</sup>/MW, valor este significativamente menor que a relação 0,49 km<sup>2</sup>/MW da média brasileira das usinas hidrelétricas já implantadas.

O AHE Couto Magalhães estará assim competindo com outras fontes de geração para atendimento do mercado de energia elétrica em franca expansão, tendo a seu favor um custo médio de geração competitivo.

## **2.2.2) Justificativas Socioambientais**

Os estudos sobre o Aproveitamento Hidrelétrico Couto Magalhães remontam à década de 70, quando da realização do primeiro inventário do potencial hidrelétrico do rio Araguaia.

No ano de 1998, a Eletronorte concluiu os estudos de engenharia e meio ambiente com o reservatório na cota 647,00m, inundando 48,11km<sup>2</sup>. Essa área de inundação afetaria, além das áreas situadas em zonas rurais com cerca de 79 famílias residentes, áreas marginais das cidades de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia, a ponte sobre o rio Babilônia e, ainda, as duas PCH's (Pequenas Centrais Hidrelétricas) já existentes no rio Araguaia (Felinto Muller e Carlos Hugueney).

Em 1999, o IBAMA promoveu audiências públicas nos dois municípios afetados para apresentação do projeto e suas interferências, recomendando, na sequência, o rebaixamento do nível do reservatório para a cota 627,00m.

Em 30 de novembro de 2001, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL realizou o Leilão do Aproveitamento (nº 004/2001) e o vencedor foi o Consórcio ENER-REDE Couto Magalhães, formado pelas empresas Rede Energia e Grupo EDP. Em 23 de abril de 2002 foi assinado o Contrato de Concessão nº 021/2002.

Visando atender às determinações do IBAMA, o consórcio vencedor do leilão desenvolveu uma revisão do projeto, compatibilizando os aspectos ambientais e técnicos. O projeto atual prevê o reservatório na cota 623,00m (4,00m abaixo do recomendado pelo IBAMA) com uma área de 9,11km<sup>2</sup>, ou seja, cinco vezes menor que o projeto anterior, reduzindo para apenas quatro famílias afetadas e preservando as áreas urbanas de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia, a ponte sobre o rio Babilônia e as duas PCH's existentes no rio Araguaia.

Os seguintes aspectos sócio ambientais devem ser ressaltados:

- A razão entre a área inundada de 9,11km<sup>2</sup> e a potência instalada de 150 MW é de aproximadamente 0,06 km<sup>2</sup>/MW, o que é um valor muito baixo, considerando a média brasileira de 0,49 km<sup>2</sup>/MW.
- O uso do solo na área atingida pelo reservatório e pelas obras permanentes é predominantemente constituído por pastagens.
- Nos 8 km de Trecho de Vazão Reduzida TVR, não foi identificado outro uso da água senão para dessedentação de animais, o que poderá continuar ocorrendo após a construção do empreendimento, sem nenhum prejuízo a terceiros.
- O projeto atual do AHE Couto Magalhães, no Alto Rio Araguaia não afeta:

✓ Unidades de Conservação

- ✓ Áreas Indígenas
- ✓ Comunidades Quilombolas
- ✓ Migração de peixes, já que a cachoeira Couto Magalhães hoje já é um obstáculo intransponível para a ictiofauna
- ✓ Áreas turísticas

Tendo em vista os reduzidos impactos socioambientais que o AHE Couto Magalhães irá causar na região e considerando ainda os 27 Programas Ambientais propostos, seguindo rigorosos padrões de execução, visando à sustentabilidade econômica, ambiental e social e o cumprimento das legislações municipal, estadual e federal, certamente a implantação do AHE Couto Magalhães é plenamente justificada.

## **2.3) Descrição e Ficha Técnica do Empreendimento**

### **2.3.1) Arranjo Geral do AHE Couto Magalhães**

O Aproveitamento Hidrelétrico Couto Magalhães é constituído por uma barragem de terra em ambas as margens e pelas seguintes estruturas localizadas na margem esquerda do rio Araguaia: vertedouro, tomada d'água, circuito de adução, chaminé de equilíbrio, casa de força a céu aberto e canal de fuga.

Fazem ainda parte do empreendimento a subestação da usina e a interligação através de abertura de "loop" com a LT de 230 kV – Rio Verde – Rondonópolis, que passa sobre a área da Casa de Força do AHE Couto Magalhães.

O desenho **CE-CTM-01** apresenta o arranjo geral das estruturas do empreendimento, no qual se destacam os seguintes elementos de obra:

- Barragem de terra em ambas as margens, com seção homogênea e filtros interceptores verticais e filtros-drenos horizontais de areia, numa extensão de 918,00 m e coroamento na cota 626,00 m;
- Vertedouro com capacidade de escoamento superior a 2.166 m<sup>3</sup>/s, vazão esta estipulada pelo Contrato de Concessão como sendo a vazão necessária para o empreendimento. É constituído por 3 vãos com perfil Creager e dotado de 3 comportas segmento com 15,00 m de altura e 11,00 m de largura, perfazendo um comprimento total de 47,00 m. A montante será implantado um canal de aproximação na cota 596,00 m e a jusante uma calha de restituição de seção retangular seguida de uma estrutura em salto de esqui para dissipação da energia;
- Circuito duplo de vazão sanitária, que será implantado no muro lateral esquerdo e direito do vertedouro, constituído por uma grade metálica fixa de proteção, um conduto metálico com 0,80 m de diâmetro inserido no muro, e uma válvula dispersora precedida por uma válvula gaveta, permitindo descarregar uma vazão sanitária de 2,0 m<sup>3</sup>/s; a segunda válvula destina-se a operar como reserva para casos de manutenção.
- Circuito de adução constituído pela tomada d'água localizada no reservatório na margem esquerda da barragem, túnel de baixa pressão numa extensão de 5.254,50 m escavado em diabásio com uma seção em forma de ferradura com diâmetro de

8,10m, chaminé de equilíbrio, poço vertical com 110,00 m de altura e 7,90 m de diâmetro, escavado em diabásio e arenito, e túnel de alta pressão num comprimento de 964,00 m escavado em arenito, em forma de ferradura, com diâmetros variando entre os 7,80m nos primeiros 445,50 m, e diâmetro de 6,70 m no trecho blindado, com extensão de 518,50 m. No final do túnel de alta pressão será efetuada a derivação para as três turbinas, por meio de trifurcação em subterrâneo, que abrigará os três condutos forçados. Estes terão diâmetro de 3,00 m, com extensão aproximada de 23,00 m, 17,00 m e 10,00 m respectivamente; os 3 condutos forçados seguirão a céu aberto por mais 10,00 m até a parede externa da Casa de Força e terão 10,00 m embutidos na Casa de Força até a redução para a válvula borboleta.

- Casa de força implantada a céu aberto, formada por três blocos em concreto armado com 11,70 m de largura por 34,94 m de comprimento, abrigando 3 unidades hidrogeradoras de 50 MW cada, totalizando 150 MW de potência instalada e área de montagem com 2 x 7,00 m de largura e 28,20 m de comprimento;
- Canal de fuga escavado em rocha, com seção trapezoidal, na cota 452,60 m, junto à Casa de Força, seguido de uma rampa com a inclinação de 1V:6H até a cota 459,54 m e de um canal com 315,00 m de comprimento que conduzirá as águas turbinadas de volta ao leito natural do rio Araguaia;
- Desvio permanente do córrego Rico, visando permitir a livre migração da ictiofauna por este córrego.
- Subestação de 230 kV implantada ao lado da linha de transmissão de 230 kV existente, numa plataforma de 177,00 m por 128,00 m;
- Sistema de transmissão associado ao AHE Couto Magalhães constituído por dois circuitos simples de 230 kV, interligando a subestação com a LT Rio Verde/Rondonópolis através de abertura de “loop”.

Nos capítulos subsequentes apresentam-se as principais características das diversas estruturas do AHE Couto Magalhães.

## 2.3.2) Ficha Técnica do AHE Couto Magalhães

<b>USINA HIDRELÉTRICA:</b> <i>COUTO MAGALHÃES</i>											
<b>EMPRESA:</b> <i>CONSÓRCIO ENER-REDE COUTO MAGALHÃES</i>											
<b>ETAPA:</b> <i>PROJETO BÁSICO</i>	<b>DATA:</b> <i>AGOSTO - 2007</i>										
<b>1. LOCALIZAÇÃO</b>											
RIO: <i>ARAGUAIA</i>	SUB-BACIA: <i>ARAGUAIA</i> BACIA: <i>TOCANTINS</i>										
LAT.: <i>17° 10' 01"</i>	DIST. DA FOZ (Rio Tocantins)      MUNICÍPIO M. DIR.: <i>Santa Rita do Araguaia</i> UF.: <i>GO</i>										
LONG.: <i>59° 08' 24"</i>	<i>1934</i> km      MUNICÍPIO M. ESQ.: <i>Alto Araguaia</i> UF.: <i>MT</i>										
<b>2. DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS</b>											
<b>POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DE REFERÊNCIA</b>											
COD <i>24050000</i> NOME <i>ALTO ARAGUAIA</i>	<i>RIO ARAGUAIA      AD      2.200 km<sup>2</sup></i>										
COD <i>24100000</i> NOME <i>CACHOEIRA GRANDE</i>	<i>RIO ARAGUAIA      AD      4.504 km<sup>2</sup></i>										
COD <i>24150000</i> NOME <i>ARAGUAINHA</i>	<i>RIO ARAGUAINHA      AD      670 km<sup>2</sup></i>										
ÁREA DE DRENAGEM DO BARRAM.: <i>4.632 km<sup>2</sup></i>	VAZÃO FIRME REGULARIZADA: (95%) <i>47 m<sup>3</sup>/s</i>										
PREC. MÉDIA ANUAL (BACIA): <i>1621 mm</i>	VAZÃO MÁX REGISTRADA: <i>496 m<sup>3</sup>/s</i>										
PREC. MÉDIA ANUAL (RESERV.): <i>1621 mm</i>	VAZÃO MIN REGISTRADA: <i>34,2 m<sup>3</sup>/s</i>										
EVAP. MÉDIA ANUAL: <i>1665 mm</i>	VAZÃO REGULARIZADA MIN MÉDIA MENSAL: <i>36,4 m<sup>3</sup>/s</i>										
EVAP. MÉDIA MENSAL: <i>139 mm</i>	VAZÃO DE PROJETO (VERTEDOIRO) <i>2.166 m<sup>3</sup>/s</i>										
VAZÃO REGULARIZADA MLT (PER.: 1931 a 2003) <i>89,6 m<sup>3</sup>/s</i>	VAZÃO DE PROJETO (Desvio TR=50 Anos) <i>687 m<sup>3</sup>/s</i>										
<b>VAZÕES REGULARIZADAS MÉDIAS MENSALS (m<sup>3</sup>/s)</b>						<i>PERÍODO: (1931 a 2006)</i>					
JAN <i>123</i>	FEV <i>123</i>	MAR <i>122</i>	ABR <i>100</i>	MAI <i>86</i>	JUN <i>76</i>	JUL <i>67</i>	AGO <i>61</i>	SET <i>61</i>	OUT <i>67</i>	NOV <i>85</i>	DEZ <i>112</i>
<b>EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)</b>						<i>PERÍODO: (1973 a 1987)</i>					
JAN <i>86</i>	FEV <i>83</i>	MAR <i>90</i>	ABR <i>113</i>	MAI <i>133</i>	JUN <i>148</i>	JUL <i>190</i>	AGO <i>240</i>	SET <i>217</i>	OUT <i>174</i>	NOV <i>113</i>	DEZ <i>83</i>

<b>3. RESERVATÓRIO</b>			
<b><u>N.A. DE MONTANTE</u></b>		<b><u>VOLUMES</u></b>	
MÍN. NORMAL:	623,0 m	NO N.A. MÁXIMO NORMAL:	71,42 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
MÁX. NORMAL:	623,0 m	ÚTIL:	- X10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
MÁX MAXIMORUM:	624,0 m	ABAIXO DA SOLEIRA DO VERTEDOIRO:	5,35 X10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
<b><u>N.A. DA JUSANTE ( CANAL DE FUGA)</u></b>		<b><u>OUTRAS INFORMAÇÕES</u></b>	
MÍNIMO:	462,30 m	VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO ATÉ O NÍVEL DO CIRCUITO DE VAZÃO SANITÁRIA	51 Anos
MÁX. NORMAL:	470,00 m	VAZÃO REGULARIZADA (Per.Crít. jun/49 a nov/56)	71,10 m <sup>3</sup> /s
MÁX EXCEPCIONAL:	471,90 m	COEF. DE REG. (Vazão Reg/Vazão Média Anterior):	79 %
<b><u>ÁREAS</u></b>		PERÍMETRO DO RESERVATÓRIO:	112,50 km
NO N.A. MÁX MAXIMORUM:	9,31 km <sup>2</sup>	PROFUNDIDADE MÉDIA:	6,70 m
NO N.A. MÁX NORMAL:	9,11 km <sup>2</sup>	PROFUNDIDADE MÁXIMA:	27,0 m
NO N.A. MÍN. NORMAL:	9,11 km <sup>2</sup>	TEMPO DE FORMAÇÃO DO RESERVATÓRIO:	9,9 dias
		TEMPO DE RESIDÊNCIA:	9,2 dias
<b>4. DESVIO</b>			
TIPO:	<i>Soleira do Vertedouro Rebaixada</i>	ESCAVAÇÃO COMUM:	- m <sup>3</sup>
VAZÃO DE DESVIO (T <sub>R</sub> :50 Anos)	687 m <sup>3</sup> /s	ESC. EM ROCHA A CÉU ABERTO	- m <sup>3</sup>
<b><u>TÚNEIS/CANAIS/GALERIAS</u></b>		ESC. EM ROCHA SUBTERRÂNEA	- m <sup>3</sup>
NÚMERO DE UNIDADES		CONCRETO	1.160 m <sup>3</sup>
SEÇÃO:	m <sup>3</sup>	ENSECADEIRA	62.200 m <sup>3</sup>
COMPRIMENTO:	m	SOLO COMPACTADO	- m <sup>3</sup>
<b>5. BARRAGEM</b>			
TIPO DE ESTRUTURA/MATERIAL:		ENROCAMENTO:	103.828 m <sup>3</sup>
COMP. TOTAL DA CRISTA	965,00 m	ATERRO COMPACTADO:	640.595 m <sup>3</sup>
ALTURA MÁXIMA:	29,00 m	FILTROS E TRANSIÇÕES	56.717 m <sup>3</sup>
COTA DA CRISTA:	626,00 m	CONCRETO (CONVENCIONAL/CCR):	- m <sup>3</sup>
		VOLUME TOTAL:	801.140 m <sup>3</sup>
<b>6. DIQUES (TOMADA D'ÁGUA e CÓRREGO RICO)</b>			
TIPO DE ESTRUTURA/MATERIAL:	<i>Enrocamento</i>	ATERRO COMPACTADO:	
COMP. TOTAL DA(S) CRISTA(S):		- Tomada d'Água (Enrocamento)	32.900 m <sup>3</sup>
- Tomada d'Água	226,00 m	- Córrego Rico (Solo)	2.000 m <sup>3</sup>
- Córrego Rico	20,00 m	ESCAVAÇÃO COMUM - (Tomada d'Água)	3.071 m <sup>3</sup>
ALTURA(S) MÁXIMA(S):		ESCAV EM ROCHA A CÉU ABERTO - (Córrego Rico)	15.250 m <sup>3</sup>
- Tomada d'Água	10,00 m	FILTROS E TRANSIÇÕES	- m <sup>3</sup>
- Córrego Rico	6,00 m	CONCRETO (CONVENCIONAL/CCR):	- m <sup>3</sup>
COTA DA(S) CRISTA(S):			
- Tomada d'Água	615,00 m		
- Córrego Rico	475,00 m		

<b>7. VERTEDOURO</b>			
TIPO:	<i>Superfície, com Comportas</i>	<b>COMPORTAS</b>	
CAPACIDADE:	<i>Superior a 2.166</i> m <sup>3</sup> /s	TIPO:	<i>Segmento</i>
COTA DA SOLEIRA:	<i>608,00</i> m	ACIONAMENTO:	<i>Óleo-Hidráulico</i>
COMPRIMENTO TOTAL:	<i>126,35</i> m	LARGURA:	<i>11,00</i> m
NÚMERO DE VÃOS:	<i>3</i>	ALTURA:	<i>15,00</i> m
LARGURA DO VÃO	<i>11,00</i> m	ESTRUTURA DE DISSIPACÃO DE ENERGIA:	<i>Bacia de dissipação com salto de esqui</i>
ESCAVAÇÃO COMUM	<i>100.750</i> m <sup>3</sup>		
ESC. EM ROCHA A CÉU ABERTO:	<i>1.050</i> m <sup>3</sup>		
ESC. EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	<i>m<sup>3</sup></i>		
CONCRETO	<i>55.000</i> m <sup>3</sup>		
<b>8. SISTEMA ADUTOR</b>			
<b>TÚNEL DE ADUÇÃO DE BAIXA PRESSÃO</b>		<b>TOMADA D'ÁGUA</b>	
COMPRIMENTO	<i>5.254,50</i> m	TIPO:	
LARGURA OU SEÇÃO (Ferradura)	<i>D=8,10</i> m	COMPRIMENTO TOTAL:	<i>26,00</i> m
ESCAVAÇÃO COMUM	<i>25.000</i> m <sup>3</sup>	NÚMERO DE VÃOS PARA COMPORTA	<i>1</i>
ESC. EM ROCHA A CÉU ABERTO:	<i>5.200</i> m <sup>3</sup>	ESCAVAÇÃO COMUM:	<i>35.500</i> m <sup>3</sup>
ESC. EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	<i>302.860</i> m <sup>3</sup>	ESC. EM ROCHA A CÉU ABERTO:	<i>2.000</i> m <sup>3</sup>
CONCRETO:	<i>-</i> m <sup>3</sup>	ESC. EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	<i>-</i> m <sup>3</sup>
<b>POÇO VERTICAL</b>		CONCRETO:	<i>5.350</i> m <sup>3</sup>
DIÂMETRO:	<i>7,90</i> m	<b>COMPORTAS</b>	
COMPRIMENTO:	<i>110,00</i> m	TIPO:	<i>Vagão</i>
ESC. EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	<i>5.245</i> m <sup>3</sup>	ACIONAMENTO:	<i>Óleo-Hidráulico</i>
CONCRETO:	<i>518</i> m <sup>3</sup>	LARGURA:	<i>5,00</i> m
<b>TÚNEL FORÇADO DE ALTA PRESSÃO</b>		ALTURA:	<i>7,50</i> m
DIÂMETRO INTERNO:	<i>6,70</i> m	<b>GRADE DE PROTEÇÃO</b>	
NÚMERO DE UNIDADES:	<i>1</i>	TIPO:	<i>Guiadas e Removíveis</i>
COMPRIMENTO MÉDIO	<i>964,00</i> m	MANOBRA:	<i>Ponte Rolante Monoviga</i>
ESCAVAÇÃO COMUM:	<i>-</i> m <sup>3</sup>	NÚMERO DE VÃOS:	<i>2</i>
ESC. EM ROCHA A CÉU ABERTO:	<i>-</i> m <sup>3</sup>	LARGURA:	<i>4,50</i> m
ESC. EM ROCHA SUBTERRÂNEA	<i>59.100</i> m <sup>3</sup>	ALTURA:	<i>12,90</i> m
CONCRETO:	<i>18.580</i> m <sup>3</sup>	<b>POÇO VERTICAL EMBOQUE</b>	
BLINDAGEM:	<i>2.500</i> t	DIÂMETRO	<i>8,30</i> m
<b>CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO</b>		COMPRIMENTO	<i>21,00</i> m
ESCAVAÇÃO COMUM	<i>145.000</i> m <sup>3</sup>	ESCAVAÇÃO EM ROCHA	
ESC EM ROCHA A CÉU ABERTO	<i>31.000</i> m <sup>3</sup>	SUBTERRÂNEA	<i>1.136</i> M <sup>3</sup>
ESC EM ROCHA SUBTERRÂNEA	<i>23.350</i> m <sup>3</sup>	CONCRETO	<i>209</i> M <sup>3</sup>
CONCRETO	<i>219</i> m <sup>3</sup>		
<b>9. CASA DE FORÇA</b>			
TIPO:	<i>Abrigada</i>	ESCAVAÇÃO COMUM:	<i>8.500 (*)</i> m <sup>3</sup>
Nº DE UNIDADES GERADORAS:	<i>3</i>	ESC. EM ROCHA A CÉU ABERTO:	<i>198.470 (*)</i> m <sup>3</sup>
LARG dos BLOCOS das UNIDADES:	<i>3 x 11,7</i> m	ESC. EM ROCHA SUBTERRÂNEA	<i>-</i> m <sup>3</sup>
LARG. DA ÁREA DE MONTAGEM E DESCARGA:	<i>2 X 7,00</i> m	CONCRETO	<i>12.000</i> m <sup>3</sup>
COMPRIMENTO TOTAL	<i>34,94</i> m		<i>(*) Inclui Canal de Fuga</i>
<b>10. TURBINAS</b>			
TIPO:	<i>Francis</i>	VAZÃO UNITÁRIA NOMINAL	
Nº DE UNIDADES:	<i>3</i>	NA QUEDA LÍQUIDA DE PROJETO	<i>36,60</i> m <sup>3</sup> /s
POTÊNCIA UNIT. NOMINAL:	<i>50,76</i> MW	RENDIMENTO MÁXIMO:	<i>94,8</i> %
ROTAÇÃO SÍNCRONA:	<i>360</i> rpm	PESO TOTAL POR UNIDADE	<i>1.550</i> kN
QUEDA LÍQUIDA DE PROJETO:	<i>154,30</i> m		

<b>11. GERADORES</b>			
POTÊNCIA UNIT. NOMINAL:	55,6 MVA	RENDIMENTO MÁXIMO:	98,5 %
ROTAÇÃO SÍNCRONA:	360 rpm	FATOR DE POTÊNCIA:	0,9
TENSÃO NOMINAL:	13,8 kV	PESO TOTAL POR UNIDADE:	1.100 kN
<b>12. OBRAS ESPECIAIS</b>			
TIPO:	Subestação	ESC. EM ROCHA SUBTERRÂNEA:	- m <sup>3</sup>
ESCAVAÇÃO COMUM:	37.700 m <sup>3</sup>	CONCRETO	- m <sup>3</sup>
ESC. EM ROCHA A CÉU ABERTO:	- m <sup>3</sup>	ATERRO COMPACTADO:	37.100 m <sup>3</sup>
<b>13. CRONOGRAMA – PRINCIPAIS FASES</b>			
INÍCIO DAS OBRAS ATÉ O DESVIO DE 2ª FASE:	22 meses	TOTAL ATÉ GERAÇÃO DA 1ª UNID.	32 meses
DESVIO ATÉ FECHAMENTO	8,5 meses	MONTAGEM ELETROMECÂNICA (1ª UNID.):	16 meses
FECHAMENTO ATÉ GERAÇÃO (1ª UNID):	1,5 meses		
<b>14. CUSTOS (x 10<sup>3</sup> R\$)</b>			
MEIO AMBIENTE:	27.930,00	CUSTO TOTAL S/JDC:	509.268,00
OBRAS CIVIS:	259.282,00	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO:	83.939,00
EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS:	163.466,00	CUSTO TOTAL C/JDC:	593.207,00
OUTROS CUSTOS:	9.722,00	CUSTO DE OPERAÇÃO + MANUTENÇÃO:	29.660,35
CUSTO DIRETO TOTAL:	460.400,00	DATA DE REFERÊNCIA (MÊS/ANO):	JUNHO 2009
CUSTOS INDIRETOS:	48.868,00	TAXA DE CÂMBIO (R\$/US\$):	1,946
<b>15. ESTUDOS ENERGÉTICOS</b>			
QUEDA BRUTA MÁXIMA:	160,7 m	ENERGIA FIRME:	90,30 MW médios
QUEDA LÍQUIDA DE REFERÊNCIA:	147,0 m	CUSTO ÍNDICE:	2.032 US\$/kW
POTÊNCIA DA USINA	150 MW	CUSTO DA ENERGIA GERADA:	48,72 US\$/MWh
<b>16. IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS</b>			
<b>POPULAÇÃO ATINGIDA (Nº DE HABITANTES)</b>		<b>FAMÍLIAS ATINGIDAS</b>	
URBANA:	-	URBANA:	-
RURAL:	6	RURAL:	4
TOTAL:	6	TOTAL:	4
QUANTIDADE DE NÚCLEOS URBANOS ATINGIDOS <i>Não Atinge Núcleos Urbanos</i>			
INTERFERÊNCIAS COM ÁREAS LEGALMENTE PROTEGIDAS:		SIM	X NÃO
INTERFERÊNCIAS COM ÁREAS INDÍGENAS:		SIM	X NÃO
RELOCAÇÃO DE ESTRADAS DENOMINAÇÃO: <i>Não há</i>		EXTENSÃO:	-
RELOCAÇÃO DE PONTES: <i>Não há</i>		QUANTIDADE:	-
		EXTENSÃO:	- m
<b>PRINCIPAIS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS</b>			
<i>Meio Físico: Alteração no Escoamento das Águas de Superfície; Interferência/Instabilidade das Vertentes; Aumento de Erosão Fluvial; Aumento de Assoreamento; Interferências em Áreas com Potenciais Minerais; Redução da Vazão do rio Araguaia a Jusante da Barragem, no trecho de vazão reduzida (8 km)</i>			
<i>Meio Biótico: Diminuição das Áreas com Cobertura Vegetal nativa e da riqueza de espécies botânicas; Aumento na Degradação dos Remanescentes de Vegetação; Aumento da Caça Predatória; Inundação dos Refúgios Naturais e Afogamento de Animais; Alterações na Comunidade de Peixes na Área de Vazão Reduzida; Recomposição da APP.</i>			
<i>Meio Socioeconômico (Impactos Positivos): Aumento da Receita Tributária dos Municípios da AID; Aumento na Oferta de Postos de Trabalho no Setor de Construção Civil; Animação Econômica nas Áreas Urbanas da AID; Aumento da Oferta de Energia Elétrica; Aumento de Receita Municipal Proveniente da Transferência de ICMS ao Município de Alto Araguaia; Aumento de Receita Municipal dos municípios de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia Proveniente da Compensação Financeira Decorrente do Alagamento; Contribuição para o Crescimento da Economia Regional;</i>			
<i>Meio Socioeconômico (Impactos Negativos): Geração de expectativas na população em relação ao AHE; Interferência em Sítios Arqueológicos; Alteração da paisagem na ADA; Restrição do uso do solo na futura faixa de APP do Reservatório.</i>			

### 2.3.3) Desvio do Rio e Ensecadeiras

O desvio do rio pode ser caracterizado por três fases distintas: a primeira fase, que corresponde às proteções das áreas de implantação do vertedouro; a segunda fase, na qual o fluxo do rio será efetivamente desviado de seu curso natural, e a terceira, que corresponde ao fechamento final do rio e início de enchimento do reservatório.

A primeira fase de desvio foi dimensionada para enfrentar um período de estiagem e dois de cheias; nessa fase, o rio Araguaia será mantido escoando por seu próprio leito, a menos de um pequeno estrangulamento pela margem esquerda, com a implantação da ensecadeira de proteção do vertedouro.

A segunda fase de desvio foi projetada para enfrentar apenas um período de estiagem, quando o fluxo do rio será desviado para a calha do vertedouro, através de seus vãos rebaixados, com o ensecamento do leito natural, para a construção final da barragem de terra.

A terceira e última fase corresponde ao fechamento e concretagem dos vãos rebaixados e o início efetivo do enchimento do reservatório.

A sequência construtiva e as fases de desvio do rio podem ser visualizadas no desenho **CE-CTM-02**.

#### 2.3.3.1) Critérios Gerais e Dimensionamento

Os critérios utilizados para definição das cotas das ensecadeiras das fases de desvio foram:

- Ensecadeira de 1ª fase - vazão de dimensionamento com  $T_R = 25$  anos, borda livre mínima de 1,00 m e verificação para  $T_R = 50$  anos sem borda livre;
- Ensecadeiras de 2ª fase - vazão de dimensionamento com  $T_R = 25$  anos, borda livre mínima de 2,0 m e verificação para  $T_R = 50$  anos com borda livre mínima de 1,0 m;
- Fechamento dos vãos rebaixados, um a um, condicionado à ocorrência de vazões médias mensais, com risco de ocorrência inferior a 5 %. As estruturas e as comportas ensecadeira foram dimensionadas para resistir às solicitações correspondentes a cheias, passíveis de ocorrerem durante cada período de exposição, com  $T_R = 50$  anos.

Na primeira fase, o leito do rio sofrerá um pequeno estrangulamento com o lançamento da ensecadeira junto à margem esquerda. Essa ensecadeira será construída em enrocamento e solo lançados, coroada na cota 603,00 m, a partir do material proveniente das escavações obrigatórias do vertedouro e de seus muros. Nesta fase serão realizados os trabalhos de escavação e tratamento das fundações na área de implantação do vertedouro, a execução das concretagens do vertedouro, com os vãos rebaixados para o desvio do rio na 2ª fase, bem como as obras de escavação, tratamento da fundação e início da construção dos aterros da barragem em ambas as margens.

A segunda fase se caracteriza pelos trabalhos de fechamento do canal natural para conduzir o rio através dos três vãos rebaixados do vertedouro. Inicialmente serão realizados os lançamentos da pré-ensecadeira de montante na cota 603,00 m, alteada até a cota 605,00 m e da ensecadeira de jusante na cota 601,50 m. Nesta etapa, logo após o desvio, com o ensecamento da calha do rio Araguaia, serão iniciados os trabalhos de limpeza, tratamento da fundação e compactação dos aterros da barragem.

Na terceira fase, um a um, os vãos rebaixados serão fechados por meio das comportas segmento e ensecados convenientemente, para que se processem as atividades de concretagem e acabamento das soleiras do vertedouro em sua configuração final de projeto.

### **2.3.3.2) Garantia de Vazões para Jusante, durante o período de construção**

Em qualquer das fases de construção não haverá interrupção do fluxo para jusante do barramento, ou mesmo retenções significativas das vazões afluentes.

Na primeira fase, como pode ser verificado nos documentos de projeto, as interferências no fluxo natural são mínimas, uma vez que a calha natural é apenas ligeiramente estrangulada, sem provocar interferência sobre as vazões circulantes.

Para a segunda fase, embora haja alteração mais significativa no fluxo natural do rio Araguaia, sob aspectos de retenção de vazões e de eventuais interferências sobre as condições naturais para jusante, o processo construtivo projetado não introduzirá alterações perceptíveis nas vazões efluentes, pois, o desvio de segunda fase se dará pelo estrangulamento gradativo do leito natural do rio, com o lançamento de cordões de enrocamento, processo esse naturalmente lento que provocará a gradual elevação dos níveis d'água a montante, induzindo o fluxo às soleiras rebaixadas do vertedouro, de forma contínua, sem qualquer interrupção.

O início do fechamento do rio está programado para o período de maio a junho, quando as vazões médias mínimas são da ordem de 60 m<sup>3</sup>/s. Para essa condição, ao se atingir um estrangulamento com brecha de cerca de 15 m de abertura na base, a sobrelevação do nível de montante já mobilizará vazões pelo vertedouro, garantindo assim, a continuidade do escoamento montante - jusante.

A concretagem da ogiva será feita fechando-se cada vão com as comportas segmento e comportas ensecadeira do vertedouro, posicionadas em ranhuras específicas para esse fim, situadas a montante da ogiva, de forma que enquanto um vão é concretado o desvio do fluxo pode ocorrer pelos dois vãos restantes, estejam eles já concluídos ou ainda rebaixados, portanto, sem interrupção ou controle das vazões afluentes/defluentes.

Na fase crítica da operação, para o fechamento do último vão a ser concretado e início efetivo de enchimento do reservatório, foi prevista a utilização da comporta segmento para o controle da vazão efluente, a um valor mínimo, igual a 29 m<sup>3</sup>/s, até que sejam atingidas cotas no reservatório, que permitam o escoamento dessa mesma vazão, pelos vãos já concluídos e, só então, o vão rebaixado será fechado e concretado.

No processo de enchimento final do reservatório, a vazão será controlada pelas comportas do vertedouro, também sendo garantida a vazão defluente de 29 m<sup>3</sup>/s.

### **2.3.4) Barragem**

A barragem é de solo compactado, do tipo homogênea, com coroamento na cota 626,00 m e com 10,00 m de largura de crista, e tem um comprimento total de 965,00 m, incluindo o vertedouro com 47,00 m.

A seção transversal da barragem foi concebida com taludes 1V:2,3H a montante e 1V:2H a jusante. O talude de jusante possui uma berma com largura de 7,00 m, na cota 614,00 m, permitindo o acesso à ponte de serviço de jusante do vertedouro.

O sistema de drenagem interna do maciço é constituído da associação dos filtros vertical e horizontal de areia com dreno de pé e tubulação embutida para coletar as águas de infiltração

para as saídas apropriadas.

A proteção dos taludes da barragem é assegurada por enrocamento nos taludes de montante e cobertura vegetal nos de jusante.

O desenho **CE-CTM-03** mostra a configuração da barragem do AHE Couto Magalhães.

### **2.3.5) Vertedouro e Circuito de Vazão Sanitária**

#### **2.3.5.1) Vertedouro**

O vertedouro está projetado junto à margem esquerda do rio, conforme desenho **CE-CTM-03**, com sua fundação na cota 593,00 m, em diabásio, com boas características de fundação. Possui 3 vãos com 11,00 m cada um e crista da soleira na cota 608,00 m. A carga hidráulica sobre a soleira com 15,00 m de altura garante descarregar vazões superiores a 2.166 m<sup>3</sup>/s.

A ogiva do vertedouro é definida a jusante por um perfil tipo Creager até encontrar a calha de restituição em seção retangular, em concreto armado. O comprimento total do vertedouro com a calha é de 126,35 m, conforme indicado no desenho **CE-CTM-04**.

A água atinge o leito natural do rio passando por uma estrutura em salto de esqui inserida a jusante da calha de restituição do vertedouro. Na seção de cota mais baixa da calha de restituição, que se localiza imediatamente a montante do salto de esqui, estão previstas aberturas laterais junto ao fundo para permitir a drenagem da calha para o rio.

Os vãos do vertedouro foram dimensionados de forma a permitir o desvio do rio durante a construção, antes da construção da ogiva, com o fundo implantado provisoriamente na cota 601,00 m. O valor da vazão a escoar na fase de desvio do rio é de 687 m<sup>3</sup>/s, correspondente ao período de recorrência de 50 anos.

Estão previstas ranhuras para instalação de comportas ensecadeira a montante e a jusante da comporta segmento, que poderão operar quaisquer que sejam os níveis d'água a montante e a jusante, possibilitando o esvaziamento do espaço existente entre as comportas para manutenção da comporta segmento e da soleira de descarga.

A ponte de montante constituída por vigas pré-moldadas de concreto armado e tabuleiro de concreto moldado no local tem por finalidade principal colocar e retirar as comportas ensecadeira de montante. Foi ainda prevista uma ponte a jusante dos pilares do vertedouro para possibilitar a colocação das comportas ensecadeira a jusante.

A montante do vertedouro será escavado um canal de aproximação, com cerca de 230,00 m de comprimento, 50,00 m de largura na base e fundo na cota 596,00 m.

Os equipamentos mecânicos do vertedouro compreendem as comportas ensecadeira, as comportas de segmento e a talha elétrica.

- **Comportas Ensecadeira**

Em cada um dos vãos do vertedouro estão previstos três conjuntos de ranhuras para comportas ensecadeira: dois a montante (um provisório, para o alteamento dos vãos rebaixados, e um definitivo), e um a jusante.

As comportas ensecadeira definitivas terão as dimensões de 11,00 m de largura e 15,00 m de altura a montante e 11,00 m de largura e 7,00 m de altura a jusante e serão utilizadas em três situações:

- ✓ no ensecamento dos vãos por montante (ranhura definitiva) para permitir a manutenção das comportas segmento;
- ✓ no ensecamento dos vãos, por montante (ranhura definitiva) e por jusante, para eventual manutenção da soleira de descarga;
- ✓ no fechamento do desvio do rio, por montante (ranhura provisória) e por jusante, para permitir a concretagem das ogivas do vertedouro.

As comportas ensecadeira serão do tipo deslizante com tabuleiro formado por vários elementos sobrepostos, manobrados isoladamente através de uma viga pescadora.

A comporta será sempre manobrada com pressões equilibradas, sendo que um dos seus elementos será dotado com válvulas de “by-pass” acionadas pela viga pescadora para enchimento prévio do espaço compreendido entre a comporta ensecadeira e a comporta segmento, quando da retirada dos elementos.

- **Comportas Segmento**

O vertedouro será equipado com 3 comportas segmento com as dimensões de 11,00 m de largura e 15,00 m de altura.

As comportas segmento terão a função de controlar o fluxo através do vertedouro e fazer o fechamento do desvio do rio.

Na definição de suas dimensões pesaram tanto o funcionamento das comportas durante a operação normal do aproveitamento como a sua utilização durante a construção, na fase do desvio do rio.

O acionamento será com servomotores alimentados por centrais oleodinâmicas. Cada central alimentará uma comporta segmento.

O fechamento do desvio será feito pelas comportas segmento, acionadas pelos respectivos servomotores óleo-hidráulicos, até a cota da soleira rebaixada. Para tanto, os servomotores serão inicialmente equipados com hastes complementares que serão removidas, quando da operação na posição definitiva.

- **Talha Elétrica**

A movimentação das comportas ensecadeira nas ranhuras definitivas e provisórias de montante será feita por uma talha elétrica com capacidade de 160 kN, enquanto que, nas ranhuras de jusante esta operação será efetuada por um guindaste móvel dada a possibilidade de planejar adequadamente as intervenções de eventuais reparos das soleiras das ogivas e das comportas segmento.

Foram ainda previstos no vertedouro os sistemas auxiliares mecânicos de ventilação e de drenagem.

### **2.3.5.2) Circuito de Vazão Sanitária**

A fim de manter as condições sanitárias mínimas requeridas a jusante, o vertedouro foi equipado com dois circuitos de vazão sanitária localizados no muro lateral esquerdo e direito com o eixo na cota 605,25 m, permitindo descarregar uma vazão sanitária de 2 m<sup>3</sup>/s, cada. O segundo circuito é reserva do primeiro em caso de trabalhos de manutenção. A configuração do circuito

está indicada no desenho **CE-CTM-05**.

O circuito será constituído por uma grade metálica fixa de proteção, um conduto metálico com 0,80 m de diâmetro, inserido no muro, e uma válvula dispersora precedida por uma válvula gaveta, ambas DN 600, e localizada na extremidade do conduto, numa câmara que comunica diretamente com a calha de restituição.

Na câmara da válvula encontram-se também o posto de manobra e o quadro elétrico de alimentação e comando local.

O acesso à câmara da válvula será realizado por escada, enquanto que a montagem dos equipamentos (válvula e quadro) será feita mediante a retirada das lajes removíveis de concreto armado.

Em caso de manutenção do sistema de descarga a vazão sanitária será garantida através do segundo circuito implantado.

### **2.3.6) Tomada d'Água**

A tomada d'água, do tipo convencional e em concreto armado, será implantada na margem esquerda a cerca de 400,00 m a montante do encontro da barragem. Possui uma única abertura de 5,00 m de largura e 7,55 m de altura na seção de instalação da comporta. A fundação será em siltito na cota 596,00 m e a estrutura eleva-se até a cota 626,00 m.

No bloco estrutural é feita a transição da seção retangular para a seção circular em poço vertical, com 7,50 m de diâmetro, que se estende até a cota 575,00 m onde se conecta ao túnel de baixa pressão.

Um passadiço de concreto dotado de guarda-corpo nas laterais será apoiado na margem e na parede de jusante da tomada d'água, permitindo o acesso à mesma.

Protegendo o bocal da tomada d'água prevê-se a construção de um dique em enrocamento e coroamento à cota 615,00 m, com a finalidade de reter os sedimentos carregados pela formação do reservatório.

Os equipamentos mecânicos da tomada d'água incluem grades de proteção, comporta de emergência, ponte rolante tipo monoviga e rastelo limpa-grades.

A configuração da tomada d'água está indicada no desenho **CE-CTM-06**.

- **Grades de Proteção**

O emboque de montante do circuito de adução será protegido por 2 conjuntos de grades metálicas, com a finalidade de reter detritos com dimensões prejudiciais à operação das turbinas.

Nos pilares extremos e no pilar central serão instaladas guias laterais para receber os painéis de grade e guias para o rastelo limpa-grades.

As grades serão do tipo guiadas, removíveis e passíveis de limpeza por rastelo limpa-grades. Seus elementos justapostos serão manobrados pela ponte rolante monoviga.

- **Comporta de Emergência**

A jusante das grades será instalada uma comporta de emergência (corta-fluxo) com 5,00 m de largura e 7,50 m de altura. A função desta comporta é possibilitar eventuais manutenções no túnel de adução, ou em caso de emergência, fechar o fluxo de água.

Esta comporta será do tipo vagão, com vedação a montante, acionada para cortar o fluxo d'água e sua atuação será por acionamento local, através da ponte rolante monoviga da tomada de água.

- **Ponte Rolante Monoviga**

A ponte rolante da tomada d'água terá uma capacidade de 160 kN no guincho principal para a movimentação da comporta vagão e 75 kN talha auxiliar que servirá para a movimentação dos elementos das grades e do rastelo limpa-grades.

- **Rastelo Limpa Grades**

Será previsto um rastelo limpa-grades para recolher detritos retidos nas grades e depositá-los na plataforma do coroamento da tomada d'água.

O rastelo será operado pela ponte rolante monoviga que o posicionará sobre as grades e terá uma capacidade de 10 kN.

A coleta de detritos se dará no movimento de descida. Ao atingir o limite superior do curso, o rastelo basculará sobre uma vagoneta, descarregando os detritos recolhidos.

### **2.3.7) Túnel de Adução e Estruturas Correlatas**

O túnel de adução desenvolve-se em dois circuitos distintos denominados de baixa pressão e de alta pressão, interligados por um poço vertical. A configuração do túnel de adução está indicada no desenho **CE-CTM-007**.

#### **2.3.7.1) Túnel de Baixa Pressão**

O emboque do trecho de baixa pressão do túnel está situado na cota 596,00 m em poço, a partir da base da tomada de água. O poço terá 21,00 m de profundidade até o cotovelo da junção com o túnel. No desenho **CE-CTM-07** pode ser visualizado o poço, o qual atravessa o maciço rochoso, constituído pela base do siltito, penetrando no arenito subjacente (10,00 m de espessura) e, posteriormente no diabásio.

A partir da base do poço, o túnel apresenta declividade de cerca de 0,10% e seção transversal em ferradura com 8,10 m de diâmetro, desenvolvendo-se por uma extensão de 5.254,50 m.

Será todo escavado na camada de diabásio, ficando no mínimo 20,00 m acima da camada de brecha calcárea junto ao topo do poço, onde se inicia o circuito de alta pressão. O túnel será predominantemente não revestido, sendo, todavia sua soleira revestida em concreto. Na travessia de zonas com formações rochosas mais alteradas foi prevista a aplicação de contenções nas paredes e na abóboda do túnel.

A formação rochosa de diabásio apresenta condições favoráveis para a implantação do túnel. O diabásio faz contato com uma camada de brecha calcárea de 6m a 8m de espessura, pouco consistente, abaixo da qual existe o contato com o arenito Aquidauana subjacente.

Na abertura do túnel de baixa pressão serão utilizadas duas janelas de acesso localizadas a cerca de 2.340,00 m e 5.255,00 m do eixo do poço subjacente a tomada d'água.

A janela de acesso, localizada na zona intermediária do túnel, tem cerca de 350 m de comprimento, apresenta uma declividade de 11% e uma seção transversal do tipo arco-retângulo, com 7,00 m na soleira, 3,50 m de altura nas paredes e 3,50 m de raio na abóbada semicircular, sendo revestida em concreto na soleira e concreto projetado nas paredes e no teto do túnel.

A janela de acesso mais distante da entrada do túnel é aproveitada para funcionar como chaminé de equilíbrio durante a operação da usina.

### **2.3.7.2) Chaminé de Equilíbrio**

A chaminé de equilíbrio localiza-se cerca de 40,00 m a montante do poço do circuito de alta pressão e é constituída por três partes: as duas primeiras em túnel, com seções transversais em forma de ferradura e declividade da ordem dos 11,0%, e a terceira por uma câmara de expansão superficial, conforme apresentado no desenho **CE-CTM-08**.

O trecho inferior do túnel, com cerca de 270,00 m de comprimento, tem seção transversal do tipo ferradura com 8,10 m de altura e faz a ligação com o túnel de baixa pressão. O trecho superior tem cerca de 100,00 m de comprimento e seção transversal também do tipo ferradura, mas com 10,10 m de altura, fazendo a conexão com a câmara de expansão.

No seu conjunto a chaminé de equilíbrio tem uma capacidade de armazenamento de 200.000 m<sup>3</sup> de água, sendo revestida com concreto na soleira e com concreto projetado nas paredes, nos tetos dos túneis e nos taludes das zonas escavadas a céu aberto. Os taludes em solo do emboque e da câmara superior (1V:1,75H) serão protegidos com enrocamento e transições.

Durante a fase de construção a chaminé de equilíbrio será utilizada para a execução do túnel de baixa pressão e abertura do poço vertical. O dimensionamento destas obras será feito levando em conta as pressões resultantes do transiente hidráulico decorrente de um disparo dos grupos.

### **2.3.7.3) Poço e Túnel de Alta Pressão**

O circuito de alta pressão é essencialmente constituído por dois trechos: um poço vertical "shaft" e um trecho sub-horizontal com 0,5% de declividade para jusante. Estes dois trechos apresentam as seguintes características:

- Poço vertical "shaft" escavado na rocha, com diâmetro de 7,90 m, com aproximadamente 110,00 m de profundidade, revestido em concreto projetado. O poço atravessa sucessivamente o diabásio até a cota 552,00 m, a brecha calcárea entre as cotas 552,00 m e 543,00 m e o arenito em cotas inferiores à cota 543,00 m;
- Túnel sub-horizontal escavado na rocha, em forma de ferradura, com diâmetro igual a 7,80 m, aproximadamente 445,0 m de comprimento e revestido em concreto projetado;
- Túnel horizontal escavado com diâmetro de 8,70 m na rocha, e blindado com diâmetro interno de 6,70 m, num comprimento aproximado de 518,00 m. O espaço entre a blindagem e a rocha será preenchido com concreto.
- Conjunto de túneis em trifurcação, que abrigam as blindagens das derivações do conduto único para os três condutos individuais de cada unidade. Este trecho

subterrâneo tem extensão de cerca de 23,00 m, 17,00 m e 10,00m respectivamente.

#### 2.3.7.4) Conexão do Túnel de Alta Pressão com a Casa de Força

A conexão do túnel de alta pressão com a casa de força será efetuada a céu aberto através do prolongamento dos três condutos forçados entre o emboque do túnel e a estrutura de concreto da casa de força.

Estes condutos com diâmetro variando de 3,00 m a 2,70 m e extensão aproximada de 32,00 m cada serão acoplados às válvulas borboleta de proteção das turbinas, situadas já dentro da Casa de Força.

A configuração deste trecho está apresentada nos desenhos **CE-CTM-09** e **CE-CTM-010**.

#### 2.3.7.5) Equipamento Mecânico do Circuito de Adução

O equipamento mecânico do circuito de adução de alta pressão inclui a blindagem do conduto forçado.

- **Blindagem**

##### Trecho em túnel

Diâmetro.....	6,70	m
✓ Comprimento do trecho blindado inicial.....	253,00	m
✓ Espessura trecho inicial.....	23	mm
✓ Comprimento do trecho blindado final.....	260,00	m
✓ Espessura trecho final.....	40	mm
Diâmetro.....	3,00	m
✓ Comprimento do trecho blindado .....	23,00, 17,00 e 10,00	m
✓ Espessura.....	19	mm

##### Trecho a céu aberto

Diâmetro.....	3,00	m
✓ Comprimento do conduto forçado.....	3 x 10,00	m
✓ Espessura.....	19	mm

##### Trecho dentro da Casa de Força

✓ Comprimento.....	3 x 10,00	m
✓ Espessura.....	19	mm

#### 2.3.8) Casa de Força e Canal de Fuga

A casa de força é a céu aberto e abriga três grupos geradores de 50 MW cada, com uma potência instalada total de 150 MW na saída dos geradores.

As escavações para sua implantação serão feitas em rocha (arenito Aquidauana) a partir da chegada da estrada de acesso na cota 472,90 m, até a cota mais baixa de fundação 449,75 m.

A casa de força é constituída pelos três blocos das unidades dos geradores, tendo cada bloco 11,70 m de largura por 34,94 m de comprimento, com o piso dos geradores na cota 467,00 m. A área de montagem situa-se à mesma cota, e possui uma largura de 7,00 m e um comprimento

de 28,20 m. Existe ainda uma área de descarga de equipamentos com 7,00m de largura por 28,20 m de comprimento, implantada na cota 473,00 m.

A ponte rolante permite o acesso e transporte de materiais e equipamentos desde a área de descarga até o bloco mais distante. Esta encontra-se apoiada em duas vigas, com o topo superior das vigas na cota 482,00 m.

O canal de fuga, escavado em rocha, com a seção trapezoidal na cota 452,60 m junto a Casa de Força, seguido de uma rampa com a inclinação de 1V:6H até a cota 459,54 m e de um canal com 315 m de comprimento, que conduzirá as águas turbinadas de volta ao leito natural do rio Araguaia.

A interferência das escavações da casa de força e do canal de fuga com o trecho terminal do Córrego Rico obrigou a sua relocação de forma definitiva, através da construção de um dique com o coroamento à cota 475,00 m e de um canal com o comprimento de 215,00 m e uma seção trapezoidal com 10 m de largura na base. Com esta nova configuração, a ictiofauna poderá usar o Córrego Rico para encontrar locais de desova adequados.

A configuração da Casa de Força e a do Canal de Fuga estão indicadas nos desenhos **CE-CTM-09, CE-CTM-010, CE-CTM-011 e CE-CTM-012**.

### 2.3.8.1) Equipamentos Mecânicos

Os equipamentos mecânicos da casa de força incluem as válvulas borboleta, as turbinas hidráulicas, a ponte rolante, as comportas ensecadeira do tubo de sucção, a talha elétrica de movimentação dessas comportas e os sistemas auxiliares da casa de força.

- **Válvulas Borboleta**

A montante de cada turbina está prevista uma válvula borboleta na seção de entrada da caixa espiral com 2,50 m de diâmetro, que terá a função de atuar como órgão de fechamento do conduto de adução da turbina, tanto em condições normais para possibilitar o esvaziamento da turbina, quanto em condições de emergência, em caso de inoperância do distribuidor da turbina.

A válvula borboleta será acionada por um servomotor oleodinâmico e por contrapesos, através do óleo pressurizado pela ação de uma central oleodinâmica, com reservatório de óleo, bomba de óleo, e todas as válvulas, tubulações e instrumentação necessária.

- **Turbinas**

A potência total instalada é de 150 MW, dividida em três (03) grupos hidrogeradores de 50 MW cada.

As turbinas são do tipo Francis de eixo vertical, com potência nominal de 50,76 MW, com caixa espiral blindada e tubo de sucção tipo cotovelo, adequadas para acionamento direto de geradores trifásicos de corrente alternada, 60 Hz, com potência nominal contínua de 55,6 MVA e fator de potência 0,9. As turbinas estão projetadas para operarem com um nível mínimo de jusante de 462,30 m, para a vazão nominal de uma unidade, sem risco de erosão por cavitação.

Estão previstas as seguintes condições hidráulicas de operação:

- |                            |          |
|----------------------------|----------|
| ✓ máximo normal a montante | 623,00 m |
| ✓ normal a jusante         | 463,70 m |

- ✓ mínimo a jusante (vazão de uma unidade) 462,30 m

Foram consideradas para o projeto das turbinas as seguintes quedas:

- ✓ Queda bruta de projeto 159,80 m
- ✓ Queda líquida de projeto 154,30 m

As caixas espirais serão blindadas em aço e os pré-distribuidores munidos de palhetas fixas em aço.

Os servomotores do distribuidor são do tipo cilíndrico, reto, e atuarão sobre o anel de regulação do distribuidor. Os movimentos do distribuidor serão comandados por um regulador eletrônico, que atuará sobre os servomotores através de uma unidade de bombeamento e distribuição, constituída de bombas, tanques de óleo, compressor, acumuladores e válvulas de distribuição, instaladas no piso da galeria de equipamentos mecânicos na cota 460,20 m.

As turbinas serão protegidas pelas válvulas borboleta servoacionadas e controladas através do sistema óleo hidráulico.

- **Ponte Rolante da Casa de Força**

A casa de força possui uma ponte rolante que se deslocará sobre os grupos hidrogeradores e será utilizada para o transporte, montagem e manutenção das turbinas, geradores, válvulas borboleta, equipamentos auxiliares e para o manuseio de diversos materiais.

A ponte rolante está equipada com dois guinchos, sendo um principal com 1200 kN de capacidade e outro, auxiliar, com capacidade de 150 kN.

- **Comporta Ensecadeira do Tubo de Sucção**

As comportas ensecadeira dos tubos de sucção têm a finalidade de possibilitar o esvaziamento das turbinas, vedando a entrada de água do canal fuga para os tubos de sucção.

Está previsto um conjunto composto de duas comportas ensecadeira com as dimensões de 3,40 m de largura por 2,90 m de altura, suficiente para fechamento de uma unidade. Uma das comportas é equipada com "by pass", acionado pela viga pescadora, destinado ao enchimento do tubo de sucção.

- **Talha Elétrica Monovia**

A movimentação e operação das comportas ensecadeira do tubo de sucção será feita através de uma talha elétrica com a capacidade de 75 kN. A operação de descida ou subida das comportas será sempre realizada com pressões equilibradas, entre montante e jusante, e com o auxílio da viga pescadora.

- **Sistemas Auxiliares Mecânicos**

A casa de força dispõe ainda dos seguintes sistemas auxiliares mecânicos:

- ✓ Sistema de Água de Resfriamento em Circuito Aberto

- ✓ Sistema de Enchimento e Esvaziamento das Unidades
- ✓ Sistema de Drenagem
- ✓ Sistema de Ventilação
- ✓ Sistema de Ar Comprimido
- ✓ Sistema de Ar Condicionado
- ✓ Sistema de Água Potável e Esgoto Sanitário
- ✓ Sistemas de Proteção Contra Incêndio
- ✓ Sistema de Medições Hidráulicas

### **2.3.8.2) Equipamentos Elétricos**

- **Geradores, Barramentos Blindados e Transformadores Elevadores**

A configuração do sistema elétrico do AHE Couto Magalhães contempla três geradores síncronos de 55,6 MVA, acionados por turbinas hidráulicas do tipo Francis de eixo vertical.

Os geradores se conectam a transformadores elevadores 13,8/230 kV – 55,6 MVA (trifásicos) através de barramento blindado de fases isoladas, formando ligações em blocos unitários, aos quais se ligam o cubículo de surto e o transformador de excitação de cada unidade. Os alimentadores para os serviços auxiliares são derivados das unidades 1 e 3.

- **Sistema de Comando, Controle e Supervisão**

O sistema de comando, controle e supervisão da usina e da subestação foi concebido de forma que seja possível a operação a partir de dois níveis, denominados de local e centralizado.

O sistema de comando local se destina ao controle individual das unidades turbina-gerador-transformador e serviços auxiliares, e deverá ser equipado com recursos suficientes para o controle completo da unidade ao qual se relaciona. Para a operação do Vertedouro existirá um comando local específico, assim como para a operação da Tomada d'Água.

O sistema de comando, controle e de supervisão centralizado têm o objetivo de permitir a operação da usina e subestação como um todo, integrado no sistema de transmissão.

- **Sistema de Proteção**

O sistema de proteção elétrica dos geradores, transformadores, linhas e barramentos prevê a utilização de relés numéricos multifunção, com microprocessadores para a função de proteção dos equipamentos e de oscilografia, operando de uma forma totalmente digital.

- **Equipamentos Elétricos Auxiliares**

Nos equipamentos elétricos auxiliares incluem-se o Sistema de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada e o Sistema de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua.

### 2.3.9) Subestação e Sistema de Transmissão

A subestação da usina será implantada ao lado da linha de transmissão existente, em plataforma de 177 m por 128 m (ver desenho **CE-CTM-013 e CE-CTM-014**), que será construída sobre colúvio e solo de alteração de diabásio, em seção mista corte e enrocamento.

O sistema de transmissão associado ao AHE Couto Magalhães é constituído por três circuitos simples em 230 kV, que interligam o aproveitamento à sua subestação e dois circuitos simples em 230 kV, interligando a subestação com a LT Rio Verde/Rondonópolis, através de abertura de “loop”.

### 2.3.10) Principais Parâmetros Hidrológicos do AHE Couto Magalhães

Para a melhor compreensão da divisão hidrográfica brasileira e melhor entendimento das denominações utilizadas neste estudo foi elaborado o **Quadro 2.3.10-1**, que correlaciona a divisão das bacias hidrográficas de acordo com a metodologia da ANEEL com as regiões hidrográficas estabelecidas pela ANA.

#### Quadro 2.3.10-1

#### **Correlação da Divisão Hidrográfica Elaborada pela ANEEL com a Estabelecida pela ANA**

<b>Divisão Hidrográfica - ANEEL</b>	<b>Divisão Hidrográfica - ANA</b>
Bacia do Rio Amazonas	Região Hidrográfica Amazônica
Bacia do Tocantins Araguaia	Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia
Bacia do Atlântico Norte Nordeste	Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental / Região Hidrográfica do Parnaíba / Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental
Bacia do Rio São Francisco	Região Hidrográfica do São Francisco
Bacia do Atlântico Leste	Região Hidrográfica Atlântico Leste / Região Hidrográfica Atlântico Sudeste
Bacia dos Rios Paraná Paraguai	Região Hidrográfica do Paraná / Região Hidrográfica do Paraguai
Bacia do Rio Uruguai	Região Hidrográfica do Uruguai
Bacia do Atlântico Sul e Sudeste	Região Hidrográfica Atlântico Sul

Fonte: ANEEL/ANA, 2009

#### 2.3.10.1) Caracterização Fisiográfica da Bacia

A Sub-Bacia do Alto Araguaia situa-se na região Centro-Oeste, entre os paralelos 17° e 19° Sul e os meridianos 52° e 54° Oeste, fazendo parte dos Estados de Goiás e Mato Grosso, sendo a divisa dos estados materializada pelo rio Araguaia. Suas cabeceiras na serra do Caiapó, nas proximidades da cidade de Taquari, avizinham-se às nascentes dos formadores dos rios Paraguai e Paraná, e estão assentes em extensas chapadas que lhes conferem terrenos planos, com vertentes sob a forma de amplas colinas côncavas com declividade suave em direção ao leito do rio Araguaia.

Formada basicamente pelos cursos dos rios Babilônia e Araguaia, a bacia do Alto Araguaia, até o local do AHE Couto Magalhães drena uma área de 4.632 km<sup>2</sup>, apresentando quatro trechos com características de escoamento distintas.

O primeiro trecho, das cabeceiras, caracteriza-se por extensas regiões planas com divisores d'água visualmente imperceptíveis.

O segundo trecho, das cabeceiras até as proximidades das cidades de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia, desenvolve-se em terreno pouco acidentado, ocorrendo apenas alguns pontos com pequenas corredeiras.

No terceiro trecho, que vai desde a ponte de ligação destas cidades até o local imediatamente a montante da cachoeira Couto de Magalhães, o rio apresenta-se com maior declividade, dando origem a trechos de corredeiras, sendo que, logo após deixar a área urbana de Alto Araguaia, ocorre a cachoeira Alto Araguaia com cerca de 20 m de queda, local em que estão instaladas as PCH's Carlos Huguene y e Filinto Müller. Vale ressaltar que neste trecho ocorre um importante afluente do Araguaia, o rio Babilônia, e que à montante apresenta a Cachoeira do Babilônia com uma queda de aproximadamente 10 metros.

Finalmente, no último trecho, entre o local da Barragem e o Canal de Fuga da Usina, o rio tem características totalmente diversas, apresentando logo a jusante do eixo da barragem a cachoeira Couto de Magalhães, com aproximadamente 30,00 m de queda, seguida por cerca de 8 km de fortes corredeiras, correndo encaixado em um "canyon" com paredões verticais de até 60,00 m. Este trecho, devido às suas características, apresenta um desnível total de cerca de 130,00 m, amplamente explorado na concepção de projeto do Aproveitamento Hidrelétrico Couto Magalhães.

### 2.3.10.2) Hidroclimatologia

- Disponibilidade de Dados

A caracterização da variabilidade espaço-temporal do clima é dificultada pela precariedade dos registros na Sub-Bacia do Alto Araguaia.

A pesquisa das estações meteorológicas resultou na escolha de 10 Estações, de acordo com o diagnóstico do Meio Físico, especificamente o item 3.3 sobre o Clima. Porém, para este item de Hidroclimatologia, quando possível, foram consideradas mais duas estações, Santa Rita do Araguaia e Colônia Meruri, conforme a **Quadro 2.3.10.2-1**.

**Quadro 2.3.10.2-1**  
**Estações Meteorológicas Utilizadas**

ESTAÇÃO	COORDENADAS		ALTITUDE (m)	PERÍODO	ORIGEM DOS DADOS
	S	W			
Caiaponia	16° 56'	51° 48'	-	01/1995 -03/2002	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007
Piranhas	16° 25'	51° 49'	600	01/1995-03/2002	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007
São Ferreira	16° 18'	51° 28'	400	01/1995-03/2002	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007
Goiás	15° 56'	50° 8'	512	01/1995-03/2002	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007
Ponte Branca	16° 46'	52° 49'	380	05/1993-02/1997	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007
Torixoréu	16° 12'	52° 32'	-	01/1995-03/2002	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007

ESTAÇÃO	COORDENADAS		ALTITUDE (m)	PERÍODO	ORIGEM DOS DADOS
	S	W			
Alto Araguaia	17° 18'	53° 13'	-	01/1964-03/2002	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007
Aragarças	15°54'	52°14'	345	01/2002-05/2009	INMET
Cachoeira Grande	17° 10'	53° 8'	-	01/1963-12/1968	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007
Faz. Taquari	17° 48'	53° 17'	845	06/1999-03/2002	ANA 2002 <i>apud</i> WALM 2007
Santa Rita do Araguaia	17°20'	53°05'	700	1923 a 1930	AHE Couto Magalhães - Estudos de Viabilidade - CNEC-2001
Colônia Meruri	15°32'	53°05'	418	1972 - 1999	INMET

Fonte: INMET 2009, CNEC – 2001 e ANA 2002 *apud* WALM 2007

A região do aproveitamento está situada, tanto em termos de altitude- reservatório na cota 623,00m como de posição em planta (17°10' S, 53°08' W), entre as estações de Santa Rita do Araguaia e as de Meruri e Aragarças.

- **Classificação Climática**

A região mais alta da bacia do Araguaia, representada pelos registros da Estação Santa Rita do Araguaia, enquadra-se, segundo a classificação climática de Köppen, no tipo Cw, Clima Temperado Tropical, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C.

O restante da bacia enquadra-se no clima tipo Aw - Clima Tropical Úmido, com inverno seco, precipitação média do mês mais seco inferior a 60 mm e temperatura média do mês mais frio superior a 18°C.

- **Temperaturas**

O **Quadro 2.3.10.2-2** apresenta as temperaturas médias mensais de três Estações selecionadas.

**Quadro 2.3.10.2-2**  
**Temperaturas Médias Mensais**

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual	Período Observações
Santa Rita	22,9	22,8	22,6	22,1	18,2	18,2	16,9	19,5	22,5	24,0	23,2	23,0	21,3	1923 - 1930
Col. Meruri	23,7	23,7	24,1	24,3	22,8	20,1	19,5	21,2	24,4	24,1	23,2	23,8	22,9	1988 - 1999
Aragarças	25,3	25,4	25,5	25,3	24,0	22,4	21,9	24,4	26,2	26,7	26,0	25,4	24,9	1968 - 1970

Fonte: Estudos de Viabilidade - CNEC-2001 / INMET *Apud* Walm 2007

Pela existência de registros recentes e pela altitude, mais próxima daquela do Aproveitamento Couto Magalhães que a de Aragarças, os dados da Estação Meruri foram escolhidos para a análise da variação sazonal da temperatura, bem como das temperaturas máximas e mínimas.

A média das máximas mensais e a média das mínimas mensais são apresentadas no **Quadro**

**2.3.10.2-3**, onde podem ser também conferidas as médias das máximas e das mínimas temperaturas anuais, para cada um dos meses do ano.

**Quadro 2.3.10.2-3**  
**Estação Meruri - Temperaturas (°C)**

ESTAÇÃO MERURI - TEMPERATURAS (°C)													
Parâmetro da Temperatura	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Período
Média das máximas anuais	35,3	34,7	35,1	35,1	34,2	33,5	34,5	36,7	37,2	36,8	35,2	34,8	1972 - 1999 <sup>(1)</sup>
Média das Máximas Diárias	31,0	31,4	31,8	32,1	31,7	31,3	31,8	33,8	33,7	32,7	31,5	31,0	1972 - 1999 <sup>(2)</sup>
Média Compensada	23,7	23,7	24,1	24,3	22,8	20,1	19,5	21,2	24,4	24,1	23,2	23,8	1988 - 1999 <sup>(3)</sup>
Média das Mínimas Diárias	19,2	19,2	19,4	17,8	15,1	11,9	10,9	12,8	16,1	18,2	18,7	19,0	1972 - 1997 <sup>(4)</sup>
Média das Mínimas Anuais	16,5	16,8	17,0	13,3	9,6	8,9	7,6	8,9	11,1	14,9	16,2	16,9	1972 - 1997 <sup>(5)</sup>

1. Falhas em 1985, 86, 87, 89, 90, 91, 93, 94, 99

2. Falhas em 1985, 87, 89, 90, 91, 93, 94, 99

3. Falhas em 1999

4. Falhas em 1985, 87, 93, 94, 97

5. Falhas em 1985, 86, 87, 93, 94, 97

Fonte: INMET Apud Walm 2007

Pode-se verificar que as médias das temperaturas máximas diárias são bastante uniformes ao longo do ano, variando entre 31,0°C em dezembro e janeiro e 33,8°C em agosto. A inversão do regime esperado no hemisfério sul é explicada pela grande presença de nuvens e chuvas em dezembro-janeiro e pela relativa ausência das mesmas em agosto.

As médias das temperaturas mínimas diárias seguem um padrão mais coerente com a posição geográfica, com mínima em julho (10,9°C) e máxima em março (19,4°C), considerando que entre dezembro e fevereiro as mínimas são superiores a 19,0°C.

As médias das máximas e mínimas anuais seguem um padrão semelhante ao das máximas e mínimas diárias.

A temperatura média compensada ao longo do ano sofre as influências combinadas da posição do sol e da nebulosidade, variando entre um mínimo de 19,5°C em julho e um máximo de 24,4°C em setembro, com valores acima de 24°C em agosto, setembro, março e abril.

Assim, o maior intervalo de variação de temperatura (diferença entre máximas e mínimas diárias) é registrado nos meses de julho e agosto (20,9°C e 21,0°C respectivamente) e o menor, entre dezembro e março (11,8°C a 12,4°C).

- **Pluviometria**

No **Quadro 2.3.10.2-4** são apresentados os valores médios dos totais de precipitação, em três estações selecionadas.

**Quadro 2.3.10.2-4**  
**Pluviometria Média Mensal**

Estação	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)												Precipitação Média Anual (mm)	Período de Observações
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Alto Araguaia	270,0	235,0	244,0	96,9	53,2	23,0	9,7	18,1	84,4	155,1	219,4	256,0	1.665	1969-2006
Cachoeira Grande	287,8	221,3	241,2	96,9	52,0	20,4	9,2	18,3	70,2	134,1	235,7	320,9	1.708	1969-1991
Rio Babilônia	306,6	245,1	242,9	111,0	50,0	27,9	9,8	12,7	98,1	142,0	190,5	275,2	1.712	1995- 2006

Fonte: Estudos de Viabilidade - ANA 2007 Apud Walm 2007

A sazonalidade se mantém inalterada, destacando-se os meses de novembro a março como muito chuvosas (da ordem de 76% do total anual em 5 meses) e o trimestre de junho a agosto como extremamente seco (da ordem de 2% do total anual). Abril e maio, setembro e outubro podem ser considerados de transição.

No **Quadro 2.3.10.2-5** são apresentadas as médias mensais e anuais dos índices pluviométricos (dados brutos), das 10 estações meteorológicas pertencentes à ANA e ao INMET, inseridas na AAR – Área de Abrangência Regional já definida para o presente EIA/RIMA. Todas as estações se concentram no estado de Goiás e Mato Grosso. Nota-se que os dados pluviométricos analisados contemplam períodos entre 1963 (Estação Cachoeira Grande) e 2009 (Estação Aragarças).

**Quadro 2.3.10.2-5**  
**Estações Meteorológicas Presentes na AAR – Média da Pluviometria – Índices Totais Mensais**

Estação	Código	Série (Período)	Meses												Total
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Caiaponia	1651000	01/1995-03/2002	218,2	264,1	222,7	79,9	36,9	35,7	2,9	7,4	54,4	92,9	212,0	210,4	<b>1437</b>
Piranhas	1651002	01/1995-03/2002	341,9	245,5	240,5	56,8	31,1	38,2	2,9	7,3	64,3	99,7	268,0	279,0	<b>1675</b>
São Ferreira	1651003	01/1995-03/2002	296,6	231,1	202,7	70,3	35,6	21,4	0,6	12,8	59,5	76,2	238,0	361,2	<b>1606</b>
Goiás	1652000	01/1995-03/2002	308,2	284,8	232,0	83,1	43,2	24,5	3,2	7,3	46,3	114,0	237,0	297,4	<b>1681</b>
Ponte Branca	1652001	05/1993-02/1997	308,7	158,5	220,4	111,0	45,4	30,2	2,6	11,0	85,6	85,1	186,0	267,3	<b>1512</b>
Torixoréu	1652002	01/1995-03/2002	179,4	173,6	210,1	95,9	31,1	19,6	7,0	11,9	72,6	98,8	161,0	228,1	<b>1289</b>
Alto Araguaia	1753000	01/1964-03/2002	259,5	251,2	169,4	96,9	60,4	29,5	7,3	4,6	96,0	171,0	197,0	244,2	<b>1587</b>
Aragarças	83368	01/2002-05/2009	360,7	261,4	178,0	107,3	12,0	1,5	6,0	1,8	17,2	98,6	177,6	238,2	<b>1460</b>
Cachoeira Grande	1753001	01/1963-12/1968	383,1	266,3	201,0	117,0	16,1	2,1	12,6	0,0	123,0	127,0	220,0	195,8	<b>1664</b>
Faz. Taquari	1853000	06/1999-03/2002	195,6	237,9	300,8	139,0	42,0	4,9	12,3	14,8	144,0	94,8	195,0	337,1	<b>1718</b>

Fonte: INMET 2009 e ANA 2002 Apud WALM 2007

O número de dias de chuva é disponível apenas para 3 estações, com valores coerentes com os totais pluviométricos, como pode ser verificado no **Quadro 2.3.10.2-6**

**Quadro 2.3.10.2-6**  
**Número Médio de Dias de Chuva por Mês**

ESTAÇÃO	NÚMERO MÉDIO DE DIAS DE CHUVA POR MÊS												Período de Observação
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Alto Araguaia	19,3	17,3	17,0	10,4	5,1	3,2	2,5	2,9	6,5	11,8	16,2	20,0	1969 - 2006
Cachoeira Grande	21,1	16,6	17,3	10,3	4,6	1,7	1,3	1,9	1,9	10,8	15,9	20,4	1969 - 1991
Rio Babilônia	19,8	15,9	15,9	8,8	4,5	1,5	1,3	2,0	7,1	11,6	16,0	18,9	1995 - 2006

Fonte: ANA (2007)

- **Evaporação**

Conforme apontado no item 3.3.2.5 do volume II, capítulo IV do EIA o valor total anual “médio” do parâmetro evaporação, registrado na estação Aragarças, foi de 1669,50 mm e, ainda para a mesma estação, foi registrado o valor mínimo médio mensal, no mês de fevereiro, com 82,8 mm e um máximo médio mensal, no mês de agosto, com 239,9 mm.

No **Quadro 2.3.10.2-7** apresentam-se os dados de evaporação total para a Estação Aragarças no período de 1972 - 2002

**Quadro 2.3.10.2-7**  
**Evaporação Total para a Estação Aragarças**

EVAPORAÇÃO TOTAL (mm)												Anual	Período de Observações
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
127,3	122,6	146,5	171,4	189,7	195,0	275,0	298,5	299,1	248,1	150,5	117,2	2.340,90	1972 – 2002 (1)

(1) Falhas nos anos 1997 a 2000

Fonte: Walm 2002 e 2007

- **Insolação**

Este parâmetro é disponível para as Estações Aragarças e Santa Rita do Araguaia, de acordo com o **Quadro 2.3.10.2-8**.

**Quadro 2.3.10.2-8**  
**Insolação Total**

Estação	INSOLAÇÃO TOTAL (horas)												Anual	Período de Observações
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Santa Rita do Araguaia	159,7	172,0	180,3	211,7	236,9	260,4	282,0	244,2	172,0	189,2	156,9	149,4	2.414,7	1923 - 1930
Aragarças	150,0	149,6	180,2	221,8	248,0	259,4	253,2	235,4	161,5	195,3	158,8	138,7	2.351,9	1972 - 2002(1)
Aragarças	134,0	145,9	196,3	224,6	263,1	273,9	275,7	293,5	221,2	181,5	170,1	156,3	2.536,0	2002 - 2009

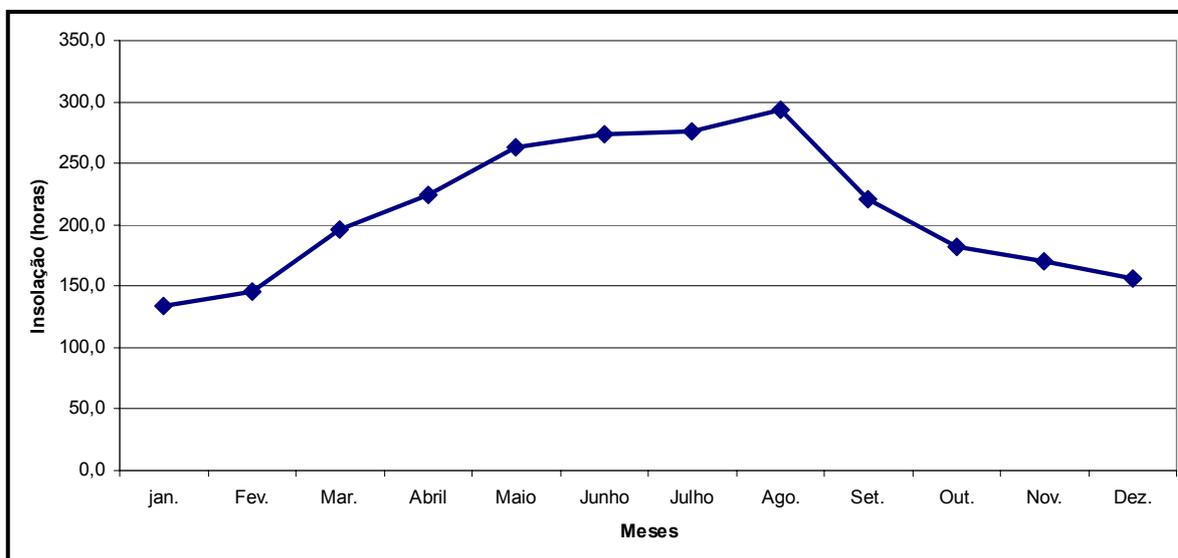
(1) Falhas nos anos 1997 a 2000

Fonte: Estudos de Viabilidade - INMET Apud WALM 2007 – INMET 2009

Como é de esperar, a sazonalidade é inversa à da precipitação, sendo coincidente nas duas estações.

Desta forma, a maior insolação é registrada nos meses de junho e julho e a menor em dezembro-janeiro-fevereiro, apesar de que, astronômicamente, deveria acontecer o inverso.

Dados mais atualizados sobre a variação da insolação ao longo do ano, para um período de 07 anos e 05 meses, janeiro de 2002 a maio de 2009, em Alto Aragarças (GO) são apresentados na **Figura 2.3.10.2-1**.



**Figura 2.3.10.2-1: Média Mensal da Insolação em Aragarças – GO (2002 – 2009)**

- **Umidade Relativa**

Esta variável também está disponível para Santa Rita do Araguaia, Aragarças e para Meruri.

**Quadro 2.3.10.2-8**  
**Umidade Relativa**

Estação	UMIDADE RELATIVA (%)												Anual	Período de Observações
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Santa Rita do Araguaia	83	84	84	82	79	77	72	67	69	74	78	83	78	1923 - 1930
Aragarças	81	81	80	77	72	68	61	54	58	66	76	81	71	1973 - 2002
Meruri	92	92	92	91	90	90	88	85	87	90	91	93	90	1973 - 2002

Fonte: Estudos de Viabilidade - INMET *Apud* Walm 2002

A sazonalidade da Umidade Relativa acompanha aproximadamente a variação anual da precipitação, com máximos entre dezembro e abril e mínimos em agosto e setembro. O valor médio anual é maior em Santa Rita do Araguaia, onde também são maiores as precipitações.

- **Ventos**

Em relação aos ventos, existem alguns dados da Estação Santa Rita do Araguaia e também da Estação Aragarças.

Em Santa Rita destaca-se a elevada ocorrência de calmarias, com permanências variando de 45% a 60% entre janeiro e agosto, diminuindo então progressivamente até atingir o mínimo em dezembro, com 38%.

Em Aragarças as calmarias representam mais de 50% o ano todo. A segunda direção mais frequente é de ventos do leste, com permanências mensais variando entre 10 e 25%.

As principais características Hidrometeorológicas da região podem ser visualizadas no desenho **CE-CTM-015**.

### 2.3.10.3) Vazões Médias Diárias e Médias Mensais

- **Disponibilidade de Dados de Vazões Médias Diárias**

Em consulta realizada junto ao Banco de Dados Hidrológicos da ANA - Agência Nacional de Águas em outubro/2007, foi identificada na região do AHE Couto de Magalhães, a disponibilidade de dados hidrológicos de 3 postos: Alto Araguaia (código ANA 24050000) com dados cobrindo o período dezembro/1964 a maio/2007, Cachoeira Grande (código ANA 24100000), com dados cobrindo o período novembro/1963 a outubro/1991, e Araguinha (código ANA 24150000) situado no rio Araguinha, afluente do rio Araguaia aproximadamente 40 km a jusante da casa de força do AHE Couto Magalhães, com dados cobrindo o período outubro/1967 a dezembro/1971. Tanto o posto Cachoeira Grande como o posto Araguinha atualmente se encontram extintos.

No desenho **CE-CTM-016** mostra-se a localização dos postos e na **Figura 2.3.10.3-1** apresenta-se o diagrama de disponibilidade de dados dos mesmos.

Cabe destacar que a ANA, entidade federal criada no ano de 2000, é atualmente responsável

pelo SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, anteriormente pertencente à ANEEL.

No desenho **CE-CTM-017** são apresentadas as Curvas Chave no local da Barragem, no Canal de Fuga, o Histograma de Vazões Médias Mensais no local da Barragem do AHE Couto Magalhães e a Curva de Permanência das Vazões Médias Diárias.



- **Vazões Características Observadas**

Com base nas séries de vazões médias diárias dos postos Alto Araguaia (código 24050000), Cachoeira Grande (código 24100000) e Araguainha (código 24150000), são apresentadas no **Quadro 2.3.10.3-1** as vazões características observadas.

**Quadro 2.3.10.3-1**  
**Vazões Características Observadas**

Posto	Vazão Média Observada		Q <sub>Mín.Observ.</sub>		Q <sub>Máx.Observ.</sub>	
	Valor Absoluto (m <sup>3</sup> /s)	Específica (l/s/km <sup>2</sup> )	Valor Absoluto (m <sup>3</sup> /s)	Específica (l/s/km <sup>2</sup> )	Valor Absoluto (m <sup>3</sup> /s)	Específica (l/s/km <sup>2</sup> )
Araguainha (AD = 670 km <sup>2</sup> )	21,9	32,69	1,4 (09/10/1968)	2,09	256,0 (28/11/1968)	382,1
Alto Araguaia (AD = 2.200 km <sup>2</sup> )	59,2	26,91	34,0 (15/10/1986)	15,45	154,0 (08/02/1995)	70,0
Cachoeira Grande (AD = 4.504 km <sup>2</sup> )	87,3	19,38	34,2 (27/08/1971)	7,59	496,0 (13/03/1974)	110,1

Na análise das vazões específicas médias no rio Araguaia, verifica-se que são decrescentes com o aumento da área de drenagem, variando de 26,91 l/s/km<sup>2</sup> em Alto Araguaia a 19,38 l/s/km<sup>2</sup> em Cachoeira Grande. Para o posto Araguainha, cuja área de drenagem é representativa de bacias pequenas, a vazão específica média de 32,69 l/s/km<sup>2</sup>, é coerente com os outros valores do **Quadro 2.3.10.3-1**.

Observa-se que para o rio Araguaia, junto ao posto Alto Araguaia, a vazão específica mínima observada (15,45 l/s/km<sup>2</sup>) corresponde a 57,4% da vazão específica média de longo termo (26,91 l/s/km<sup>2</sup>), o que atesta a grande capacidade de regularização natural da área.

As elevadas vazões específicas registradas no período de estiagem em Alto Araguaia, com o mínimo de 15,45 l/s/km<sup>2</sup>, são explicadas pela Formação Botucatu, localizada a montante da cidade de Alto Araguaia, com elevada capacidade de infiltração e armazenamento das precipitações.

- **Vazões Q<sub>7,10</sub>**

Com base na série de vazões médias diárias de Cachoeira Grande, foram definidas as séries de médias móveis de 7 dias consecutivos, definindo-se para o período 1964 a 1991 os valores mínimos correspondentes às séries de 7 dias, ano a ano.

O passo seguinte foi efetuar, para os valores definidos, a análise estatística de vazões mínimas, adotando-se a distribuição Log-Normal de 2 parâmetros, como a representativa da série de valores.

O valor obtido para o período de retorno de 10 anos foi de 39,1 m<sup>3</sup>/s, conforme planilha apresentada na **Tabela 2.3.10.3-1**.

**Tabela 2.3.10.3-1**  
**Vazões Mínimas Atuais**

**POSTO CACHOEIRA GRANDE - RIO ARAGUAIA**

**PROGRAMA STATPLAN - AJUSTE DE FUNÇÕES PROBABILÍSTICAS**

**VAZÕES MÍNIMAS ANUAIS**

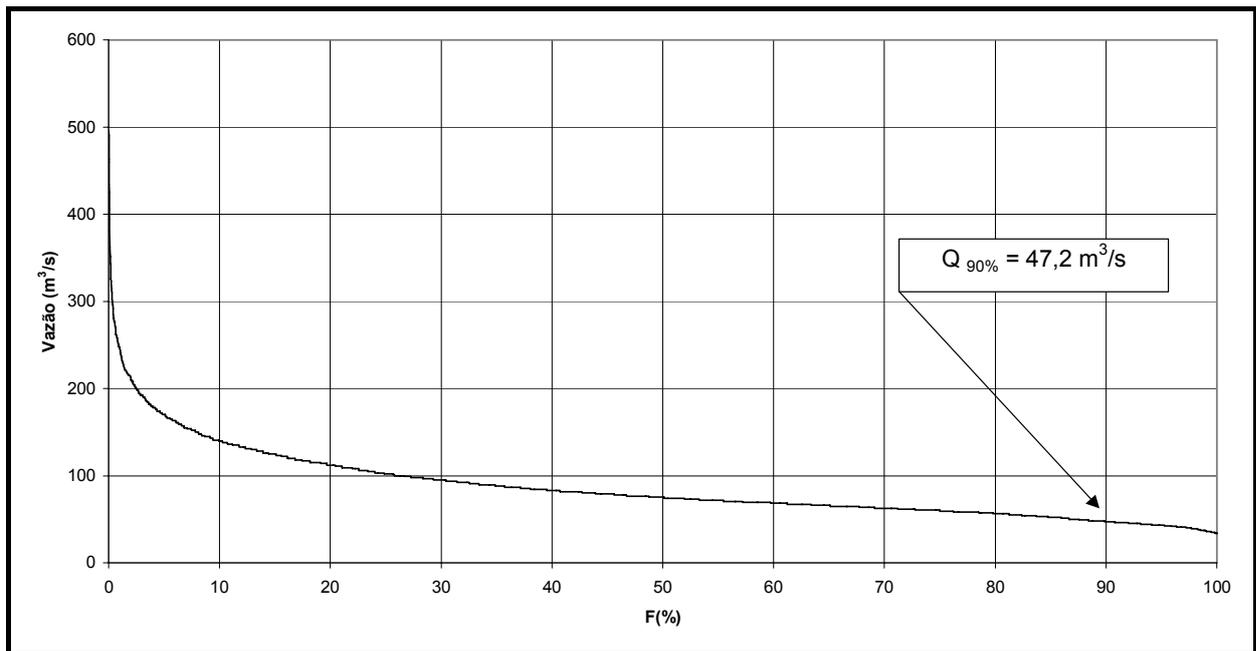
NRO. DE PONTOS:

**28**

PARÂMETROS DA SÉRIE			PLOT POSITION		NORMAL / LOGNORMAL			Qobs	
			1-F(X)	Tr	F.Freq.	Qaju,nor	Qaju,ln		
MEDIA	52.19	3.9347	0.5000	2	0.000	52.192	51.15		
			0.2000	5	0.842	43.543	42.90		
			0.1000	10	1.282	39.023	39.13		
D.PADR.	10.28	0.2091	0.0400	25	1.751	34.202	35.47		
			0.0200	50	2.054	31.088	33.29		
C.ASS.	-0.3315	-0.5855	0.0100	100	2.326	28.286	31.45		
			0.0050	200	2.576	25.723	29.85		
C.CURT.	-1.0913	-0.8487	0.0020	500	2.878	22.616	28.02	0.5343	
			0.0010	1000	3.090	20.437	26.81		
			0.0005	2000	3.290	18.379	25.71		
N.O.	DADOS		0.0002	5000	3.540	15.813	24.40		
	Qobs	Ln(Qobs)	0.0001	10000	3.719	13.971	23.50		
1	67.757	4.2159	0.02	47.00	2.028	31.4	33.5	68	-1.214
2	66.000	4.1897	0.06	17.63	1.583	35.9	36.7	66	-0.984
3	64.800	4.1713	0.09	10.85	1.327	38.6	38.8	65	-0.819
4	64.414	4.1653	0.13	7.83	1.138	40.5	40.3	64	-0.684
5	63.700	4.1542	0.16	6.13	0.982	42.1	41.7	64	-0.564
6	61.357	4.1167	0.20	5.04	0.847	43.5	42.8	61	-0.455
7	60.400	4.1010	0.23	4.27	0.726	44.7	43.9	60	-0.352
8	60.300	4.0993	0.27	3.71	0.614	45.9	45.0	60	-0.253
9	58.929	4.0763	0.30	3.28	0.510	46.9	46.0	59	-0.157
10	58.300	4.0656	0.34	2.94	0.411	48.0	46.9	58	-0.063
11	57.986	4.0602	0.38	2.66	0.316	48.9	47.9	58	0.031
12	57.200	4.0466	0.41	2.43	0.224	49.9	48.8	57	0.125
13	56.171	4.0284	0.45	2.24	0.134	50.8	49.7	56	0.220
14	52.529	3.9614	0.48	2.07	0.044	51.7	50.7	53	0.317
15	52.386	3.9586	0.52	1.93	-0.044	52.6	51.6	52	0.417
16	52.243	3.9559	0.55	1.81	-0.134	53.6	52.6	52	0.520
17	52.243	3.9559	0.59	1.70	-0.224	54.5	53.6	52	0.627
18	51.843	3.9482	0.62	1.60	-0.316	55.4	54.6	52	0.740
19	46.557	3.8407	0.66	1.52	-0.411	56.4	55.7	47	0.861
20	44.560	3.7968	0.70	1.44	-0.510	57.4	56.9	45	0.990
21	44.214	3.7890	0.73	1.37	-0.614	58.5	58.2	44	1.131
22	43.500	3.7728	0.77	1.31	-0.726	59.6	59.5	44	1.286
23	42.486	3.7492	0.80	1.25	-0.847	60.9	61.1	42	1.462
24	39.229	3.6694	0.84	1.19	-0.982	62.3	62.8	39	1.665
25	37.500	3.6243	0.87	1.15	-1.138	63.9	64.9	38	1.908
26	35.571	3.5715	0.91	1.10	-1.327	65.8	67.5	36	2.215
27	35.000	3.5553	0.94	1.06	-1.583	68.5	71.2	35	2.639
28	34.200	3.5322	0.98	1.02	-2.028	73.0	78.2	34	3.350

• **Vazão 90%**

A partir da série de vazões do posto Cachoeira Grande, foi definida a curva de permanência de vazões médias diárias, obtendo-se como vazão com 90% de permanência o valor 47,2 m<sup>3</sup>/s, conforme curva de permanência apresentada na **Figura 2.3.10.3-2**.



**Figura 2.3.10.3-2: Curva de Permanência de Vazões Médias Diárias (1963 a 1991)**

- **Série de Vazões Médias Mensais - AHE Couto Magalhães**

Para a composição da série de vazões médias mensais no local do aproveitamento, elaborada no estudo de viabilidade, utilizou-se a série de vazões médias diárias disponível para o posto Cachoeira Grande (período dezembro/1963 a outubro/1991), estendendo-se por modelagem chuva-vazão para o período janeiro/1931 a dezembro/63, através da utilização do modelo hidrológico SMAP, amparado nas observações pluviométricas de longo período dos postos Goiás (código ANEEL 01550003), Goiânia (código ANEEL 01649013), Pirenópolis (código ANEEL 01548004) e Colônia Meruri (código ANEEL 01553002).

A complementação da série no período novembro/1991 a dezembro/1997 foi efetuada com base nos postos Alto Araguaia e Cachoeira Grande, através de correlação de vazões médias mensais elaborada para o período comum aos dois postos (abril/1986 a setembro/1991).

No **Quadro 2.3.10.3-2** pode-se visualizar a forma de composição da série de vazões médias mensais do AHE Couto Magalhães.

Na **Tabela 2.3.10.3-2** encontra-se a série de vazões médias mensais do AHE Couto Magalhães.

**Quadro 2.3.10.3-2**  
**Composição da Série de Vazões Médias Mensais do AHE Couto Magalhães**

Período	Situação da Bacia	Vazões Ocorridas		Vazões Incrementais Naturais	Vazões Naturais Reconstituídas
		Dados Básicos	Processo de Cálculo		
Jan/31 a Nov/61	Sem Aproveitamentos	Séries Pluviométricas e Padrão Evaporimétrico	Modelagem chuva-vazão nível mensal	Vazões ocorridas+ consultivas	Iguais às vazões incrementais
01/12/61 a 31/10/91	Sem Aproveitamentos	Série Diária do Posto Cachoeira Grande	Utilização direta dos dados do posto base (Cachoeira Grande), que não apresenta falhas no período	Vazões ocorridas + consultivas	Iguais as vazões incrementais
01/11/91 a 31/12/01	Sem Aproveitamentos	Séries Diárias dos postos: Alto Araguaia e Campo Alegre, este na vizinha bacia do Rio Corrente (bacia do Paraná)	Extensão da série do posto base (Cachoeira Grande), sendo as falhas preenchidas por equações de correlação		

Fonte: ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

- **Regime Fluvial baseado nas vazões médias mensais**

O regime fluvial da bacia do Alto Araguaia está intimamente ligado ao regime pluviométrico dominante na área, apresentando máximos e mínimos compreendidos nos períodos de chuva (verão) e da estação seca (inverno), respectivamente.

Para o local do aproveitamento a vazão média de longo termo (MLT) no período 1931 a 1997 é igual a 89,6 m<sup>3</sup>/s ou 19,3 l/s km<sup>2</sup>. Em termos de máximas e mínimas médias mensais têm-se os valores apresentados no **Quadro 2.3.10.3-3**.

**Quadro 2.3.10.3-3**  
**Vazões Médias Mensais**

Vazão Máxima Média Mensal (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Específica Máxima Média Mensal (l/skm <sup>2</sup> )	% da MLT	Vazão Média De Longo Termo (MLT) (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Específica Média De Longo Termo (l/skm <sup>2</sup> )	Vazão Mínima Média Mensal (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Específica Mínima Média Mensal (l/skm <sup>2</sup> )	% da MLT
328	70,8	79	89,6	19,3	36,4	7,9	40,6

Observa-se que a mínima média mensal corresponde a 40% da média de longo período, o que atesta a grande capacidade de regularização natural da área afluente ao AHE Couto Magalhães.

Essa característica natural da bacia é explicada pela geomorfologia, destacando-se os tipos de solos sobre os quais está assentada. Particularmente, a sub-bacia do rio Araguaia a montante

da cidade de Alto Araguaia, garante a maior parte das vazões de estiagem, pois se encontra assentada em terrenos da Formação Botucatu, os quais lhe conferem textura altamente porosa e, portanto, alta eficácia na infiltração e armazenamento das águas de chuva. Esse armazenamento permite retardar o escoamento de superfície, atenuando as pontas durante a ocorrência das chuvas e, através da alimentação do aquífero, proporciona um grande efeito de regularização natural sobre os deflúvios.

**Tabela 2.3.10.3-2**  
**Série de Vazões Médias Mensais (m³/s) – AHE Couto Magalhães**

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
1931	92	136	188	115	103	91	79	69	61	59	67	77	95
1932	156	104	96	88	80	71	62	54	47	56	76	97	82
1933	143	98	96	97	86	76	66	59	54	65	75	96	84
1934	86	86	88	83	75	66	57	50	50	48	97	129	76
1935	107	123	116	107	97	86	76	67	59	68	77	87	89
1936	89	108	97	88	80	70	61	53	48	45	53	95	74
1937	75	101	96	86	79	70	62	54	47	52	75	111	76
1938	90	122	97	88	79	69	60	52	48	46	50	167	81
1939	118	101	91	87	78	69	61	53	47	51	60	66	74
1940	117	197	149	108	97	85	74	65	58	60	87	101	100
1941	121	114	127	104	94	83	72	63	57	55	84	85	88
1942	114	153	126	112	101	89	78	67	65	64	100	130	100
1943	186	125	125	110	99	87	76	66	59	65	140	147	107
1944	98	142	111	100	89	78	68	59	52	59	75	110	87
1945	188	125	150	171	123	109	96	83	73	81	172	224	133
1946	130	123	124	109	98	87	76	66	58	54	61	78	89
1947	121	95	176	103	92	81	71	62	57	59	73	143	94
1948	106	107	116	97	87	76	66	57	51	56	128	328	106
1949	131	132	112	101	90	80	69	60	53	56	63	69	85
1950	74	87	125	87	79	69	60	53	47	51	74	92	75
1951	130	101	99	88	80	71	62	54	47	49	53	72	76
1952	83	93	100	85	77	68	59	51	45	44	59	67	69
1953	68	86	97	84	76	67	59	52	52	54	69	105	72
1954	84	95	85	77	69	61	53	46	41	41	44	66	64
1955	111	84	79	80	72	64	55	48	42	57	59	98	71
1956	86	95	90	87	83	76	68	59	53	54	81	129	80
1957	113	147	109	100	91	82	71	62	58	55	62	106	88
1958	123	101	94	104	89	81	72	63	58	57	63	110	85
1959	221	107	120	99	89	78	69	60	53	56	65	76	91
1960	182	129	113	101	91	81	71	61	54	78	119	128	101
1961	150	128	116	104	93	81	71	62	55	54	63	100	90
1962	127	97	100	88	79	70	61	53	48	52	67	95	78
1963	95	103	88	81	73	64	56	48	42	38	42	57	66
1964	98	113	88	73	53	46	46	41	43	55	61	75	66
1965	84	123	131	92	67	56	53	49	50	72	73	79	77
1966	99	126	93	71	80	57	51	47	47	72	76	79	75
1967	92	99	100	78	60	57	49	45	46	52	76	70	69
1968	93	118	79	60	54	50	47	46	53	53	59	92	67
1969	76	101	89	68	56	47	44	42	40	53	65	64	62
1970	69	88	70	53	49	41	39	36	43	49	54	64	55
1971	60	65	81	55	53	43	40	37	36	53	57	75	55
1972	71	97	86	66	49	42	43	41	37	63	128	101	69
1973	101	101	88	82	76	56	50	46	46	87	120	112	80
1974	132	103	196	129	94	75	64	60	56	78	70	109	97
1975	129	100	120	125	101	72	66	58	56	66	121	113	94
1976	88	153	133	101	91	73	63	61	70	98	108	146	99
1977	140	151	129	124	98	88	70	64	74	72	101	112	102
1978	207	115	111	99	86	81	71	61	74	70	92	155	102
1979	212	160	156	107	90	76	71	67	92	76	86	107	108
1980	138	183	134	120	84	76	68	61	66	60	75	122	99
1981	127	105	123	85	70	69	60	57	54	68	129	131	90
1982	167	146	189	135	99	86	75	71	78	77	92	104	110
1983	176	129	124	108	82	75	69	61	64	74	110	158	103
1984	119	117	138	113	93	73	66	73	60	70	94	138	96
1985	158	126	132	106	83	72	69	62	62	65	70	81	91
1986	103	117	108	79	72	61	57	62	58	59	63	138	81
1987	142	136	129	106	84	91	65	60	61	65	95	138	98
1988	133	170	178	138	100	84	74	68	64	67	84	113	106
1989	145	195	163	122	99	87	80	77	73	79	97	156	114
1990	144	127	120	104	103	78	73	71	78	85	81	91	96
1991	138	158	190	127	94	82	75	69	74	80	101	125	109
1992	137	142	144	133	107	86	79	74	116	108	127	132	115
1993	109	164	132	114	87	102	73	70	80	89	85	113	102
1994	140	131	144	115	125	104	88	83	72	75	90	103	106
1995	147	237	129	143	127	111	83	77	76	105	86	127	121
1996	126	125	178	103	92	84	77	71	88	88	184	161	115
1997	148	125	112	97	105	138	86	86	84	100	83	120	107
1998	140	156	144	125	113	101	92	86	86	95	99	120	113
1999	137	107	163	95	90	85	85	74	81	83	86	122	101
2000	119	173	170	102	87	85	79	81	102	90	116	145	112
2001	109	110	120	101	95	83	74	70	76	85	104	174	100
2002	139	129	128	95	88	79	82	78	76	82	103	98	98
2003	130	137	136	125	91	83	81	76	76	88	80	90	99
2004	112	126	99	96	85	77	74	70	67	81	80	105	89
2005	162	111	120	89	80	76	70	67	71	76	89	118	94
2006	101	111	156	124	89	82	78	61	61	67	85	112	94
Mínima	60	65	70	53	49	41	39	36	36	38	42	57	55
Média	123	123	122	100	86	76	67	61	61	67	85	112	90
Máxima	221	237	196	171	127	138	96	86	116	108	184	328	133

Fonte: ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

#### 2.3.10.4) Vazões de Cheia

Neste item apresentam-se os estudos de cheia do AHE Couto Magalhães. O método de cálculo está explicado sucintamente a seguir.

- **Cheias para Projeto do Vertedouro**

O estudo estatístico desenvolvido baseou-se em metodologia de abrangência regional. Para tanto, foram preparadas as séries de vazões médias diárias máximas anuais em seis postos fluviométricos ao longo do Araguaia, utilizando-se, sempre que possível, as vazões processadas pelo órgão diretamente responsável, ou seja, a ANEEL.

Na **Tabela 2.3.10.4-1**, são apresentadas as séries dos 6 postos utilizados, sendo que a metodologia de regionalização envolveu os seguintes passos:

- ✓ Análise de consistência e extensão das séries para o período 1963 a 1996;
- ✓ Lançamento das séries em papel probabilístico Gumbel, empregando-se as vazões preenchidas apenas para efeitos de melhor avaliação das posições de locação das vazões efetivamente observadas;
- ✓ Obtenção dos interceptos e dos coeficientes angulares das retas de melhor ajuste, admitindo-se que esses parâmetros representam as melhores estimativas para as médias (XMED) e os desvios-padrão populacionais (SX), respectivamente;
- ✓ Obtenção de curvas regionais relacionando as médias (XMED) e os coeficientes de variação ( $CV = SX / XMED$ ) com as respectivas áreas das bacias de drenagem (A);
- ✓ Cálculo das vazões de cheia no local pretendido, mediante a utilização das curvas regionais e com emprego dos fatores de frequência associados à distribuição Gumbel-Chow.

**Tabela 2.3.10.4-1**  
**Séries de Vazões Médias Diárias Máximas Anuais nos Postos do Rio Araguaia (m<sup>3</sup>/s)**

Ano Hidrológico	Posto 24050000		Posto 60930000		Posto 60900000		Posto 24200000		Posto 24180000		Posto 24100000	
	Alto Araguaia		Fz. Formoso		Ponte BR-364		Torixoréu		Barra do Peixe		Cach. Grande	
	Data	Vazão	Data	Vazão	Data	Vazão	Data	Vazão	Data	Vazão	Data	Vazão
1963/64											14/01/64	194
1964/65											24/03/65	251
1965/66											04/02/66	248
1966/67											20/12/66	182
1967/68											22/01/68	184
1968/69								674,0			16/02/69	226
1969/70								959,0			21/02/70	192
1970/71								598,0			08/03/71	117
1971/72								1.024,0			20/02/72	157
1972/73					28/03/73	132		1.268,0			19/12/72	321
1973/74					24/03/74	139		1.960,0	19/03/74	1.730	13/03/74	496
1974/75					16/12/74	105		1.040,0	05/04/75	850	02/04/75	302
1975/76					24/02/76	129		1.109,0	23/02/76	1.007	28/11/75	343
1976/77					01/02/77	208		2.974,0	04/02/77	2.437	02/02/77	351
1977/78								1.584,0	18/01/78	1.511	17/01/78	334
1978/79								2.112,0	13/01/79	1.613	28/12/78	460
1979/80			48,5	17/03/80	232			2.631,0	18/02/80	1.527	18/01/80	425
1980/81			46,4	16/01/81	101			1.600,0	28/03/81	1.450	01/01/81	223
1981/82			61,9	14/04/82	218			1.660,0	31/01/82	1.401	12/12/81	348
1982/83			59,0	10/02/83	253			1.467,0	15/01/83	1.345	29/01/83	434
1983/84			51,2	16/12/83	185			1.690,0	02/12/83	1.642	22/12/83	287
1984/85			80,6	23/01/85	154			1.947,0	30/01/85	1.690	24/01/85	277
1985/86			40,7	27/11/85	89,5			1.185,0	20/02/86	1.030	19/02/86	315
1986/87	28/11/86	138	68,4					1.374,0	26/12/86	1.314	25/12/86	302
1987/88	17/12/87	138	92,2					2.121,0	11/03/88	1.720	09/02/88	359
1988/89	11/02/89	124	58,5					2.945,0	13/02/89	2.400	11/02/89	490
1989/90	04/01/90	90,5	50,1					1.750,0			28/12/89	318
1990/91	19/01/91	112	50,7					2.132,0			16/01/91	265
1991/92	19/03/92	91,6	39,7					1.711,0				
1992/93	11/02/93	113	40,7	03/04/93	122							
1993/94	22/05/94	89,2	63,7	23/01/94	150			1.645,0				
1994/95	08/02/95	154	64,2					1.773,0				
1995/96	08/03/96	112	44,3					1.263,0				
<b>n</b>		10		17		14		27		16		28
<b>média</b>		116		57		158		1.637		1.542		300
<b>desvio</b>		22		14		52		604		431		100
<b>coef. var</b>		0,192		0,256		0,329		0,369		0,280		0,333

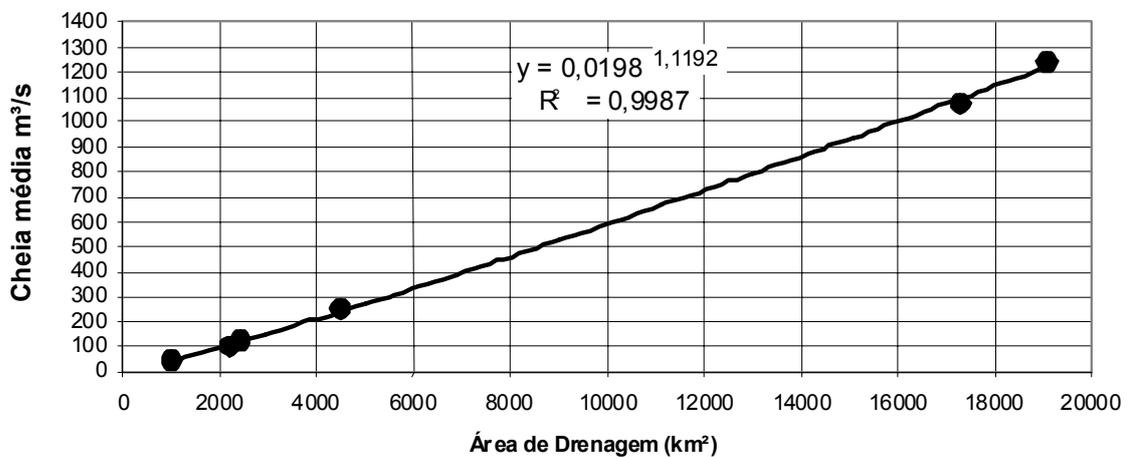
**Nota:** Os dados correspondentes aos postos Fazenda Formoso e Torixoréu estão disponíveis apenas no relatório "Revisão dos Estudos de Inventário do Alto Araguaia" - DESENVIX, maio 2001, onde não consta a data de ocorrência das vazões máximas.

No **Quadro 2.3.10.4-1**, são fornecidos os parâmetros estatísticos obtidos para as séries dos postos. As áreas de drenagem incluídas nesse quadro são as oficiais, conforme fornecido na publicação "Inventário das Estações Fluviométricas", DNAEE, 1996.

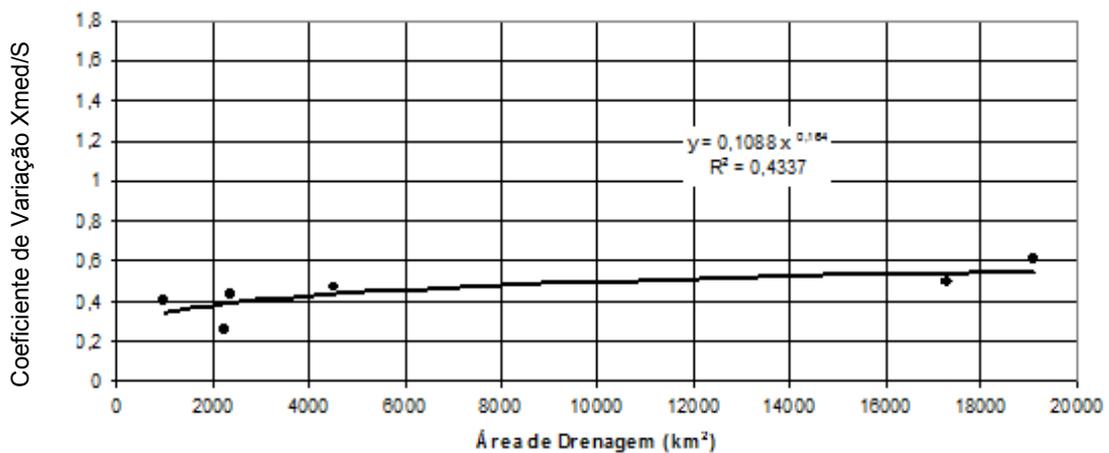
**Quadro 2.3.10.4-1**  
**Parâmetros Estatísticos dos Postos do Rio Araguaia**

Local/Posto	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Cheia Média (m <sup>3</sup> /s)	Desvio Padrão (m <sup>3</sup> /s)	Coefficiente de Variação
Alto Araguaia	2220	100,8	25,5	0,2531
Fazenda Formoso	984	45,1	18,3	0,4049
Ponte BR-364	2396	124,1	54,6	0,4401
Torixoréu	19100	1237,9	760,3	0,6142
Barra do Peixe	17307	1072,8	534,9	0,4986
Cachoeira Grande	4504	252,2	117,9	0,4675

Nas Figuras 2.3.10.4-1 e 2.3.10.4-2, são mostrados os pares de pontos obtidos para as relações “Cheia Média x Área de Drenagem” e “Coeficiente de Variação x Área de Drenagem”.



**Figura 2.3.10.4-1: Estatísticas Amostrais das Cheias no Rio Araguaia - Curva Regional “Cheia Média x Área de Drenagem”**



**Figura 2.3.10.4-2: Curva Regional “Coeficiente de Variação x Área de Drenagem”**

Os valores das vazões médias diárias no pico da cheia, para diferentes períodos de retorno, são indicadas no Quadro 2.3.10.4-2.

**Quadro 2.3.10.4-2**  
**Vazões de Cheia - AHE Couto Magalhães**

Período de Retorno (anos)	Vazão no Pico da Cheia (m <sup>3</sup> /s)
2	283
10	498
25	607
50	687
100	767
1.000	1030
10.000	1294

O Contrato de Concessão do AHE Couto Magalhães estabelece na sua cláusula 5<sup>a</sup>, subcláusula primeira, que a capacidade mínima de projeto do vertedouro deverá ser de 2.166 m<sup>3</sup>/s, sendo esta vazão 67% superior a vazão decamilenar obtida.

- **Vazões de Desvio**

Com base no estudo estatístico regional efetuado, a vazão de desvio recomendada para o local do AHE Couto Magalhães é de 687 m<sup>3</sup>/s, correspondente à cheia cinquentenária. Esta vazão somente se justifica para as obras previstas para perdurarem por pelo menos um período chuvoso, compreendendo os meses de dezembro a março. Para aquelas restritas ao período de estiagem, esse valor pode ser abatido, notadamente se estiverem limitadas aos meses mais secos, entre julho e setembro.

No **Quadro 2.3.10.4-3**, são apresentados os valores obtidos para as vazões de desvio no período de estiagem:

**Quadro 2.3.10.4-3**  
**Vazões Máximas em Período de Estiagem (T<sub>R</sub> = 50 anos)**

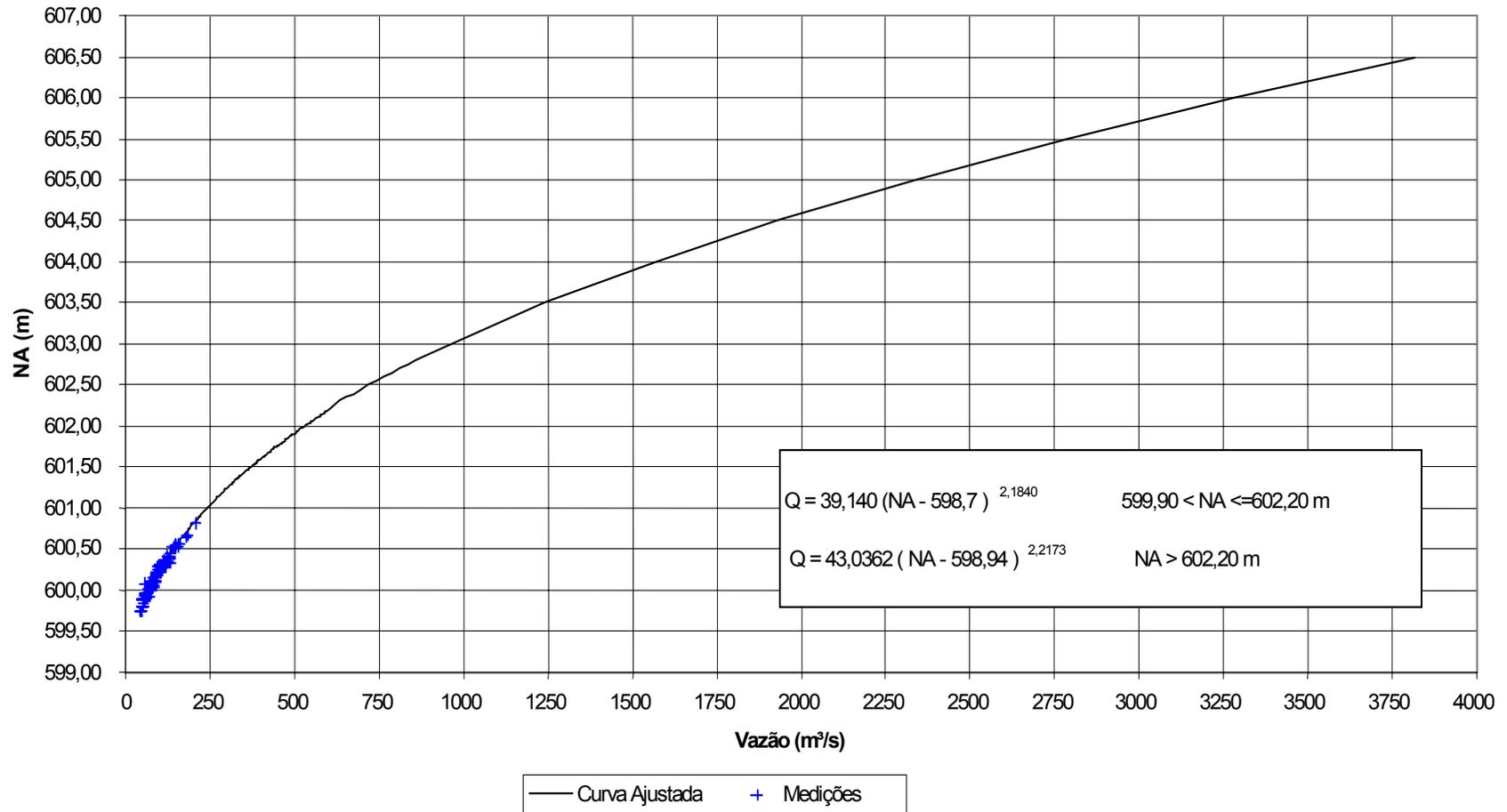
Meses	Vazão Máxima Diária (m <sup>3</sup> /s)
MAIO	203
JUNHO	196
JULHO	115
AGOSTO	120
SETEMBRO	172
OUTUBRO	238

### 2.3.10.5) Curvas-Chave

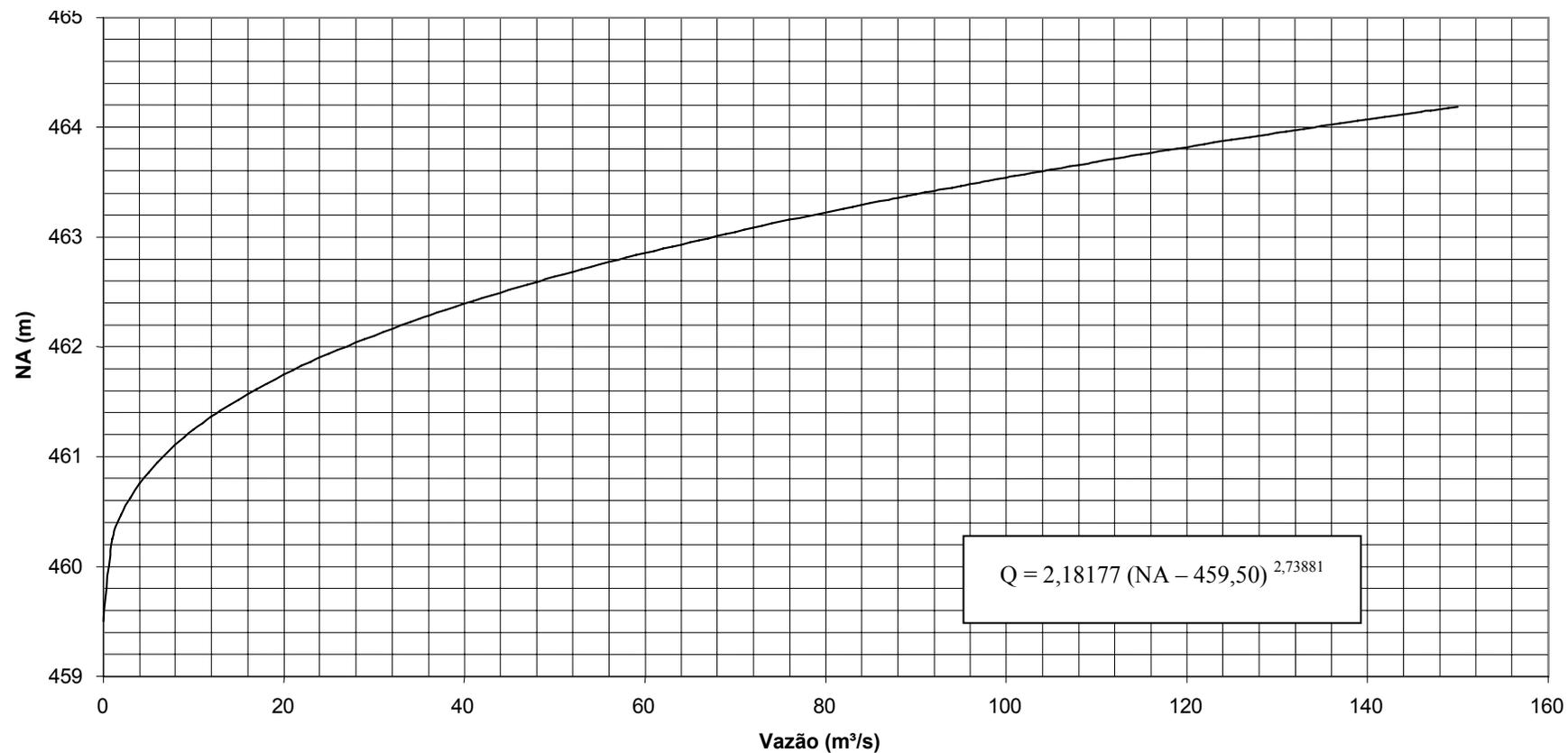
A curva-chave no local do eixo da barragem do AHE Couto Magalhães foi obtida por meio dos estudos de correlação sobre medições no Posto Cachoeira Grande no período entre 20/03/73 e 03/03/94.

A curva-chave na seção do canal de fuga da casa de força foi obtida do relatório "AHE Couto Magalhães - Estudos de Viabilidade - Relatório Final" - CNEC, Fevereiro, 2001.

Nas **Figuras 2.3.10.5-1** e **2.3.10.5-2** apresentam-se as curvas-chave no eixo da barragem e na seção do canal de fuga.



**Figura 2.3.10.5-1: Curva-chave – Eixo da Barragem**



**Figura 2.3.10.5-2 : Curva-chave no Canal de Fuga da Casa de Força**

### 2.3.11) Reservatório

O reservatório do AHE Couto Magalhães, no seu nível máximo normal (623,00 m), tem 9,11 km<sup>2</sup> de superfície total, sendo 1,02 km<sup>2</sup> na calha do rio e 8,09 km<sup>2</sup> de áreas a serem inundadas. O comprimento ao longo do rio Araguaia é de 20,40 km e o perímetro, determinado em mapas escala 1:5.000, atinge 112,50 km.

O braço principal do reservatório corresponde ao rio Babilônia, afluente pela margem direita, sendo os outros braços bem menores.

A largura do reservatório varia entre cerca de 1.000 m no seu trecho inferior, junto à barragem, e não mais do que 200 m no trecho superior, a montante do rio Babilônia, com alagamentos expressivos junto à foz dos principais afluentes.

O volume total do reservatório é de 71,4 milhões de metros cúbicos, a profundidade média da ordem de 6,7 m e o tempo médio de residência da água de 9,2 dias. Estas características favoráveis conferem-lhe a perspectiva de manter a atual qualidade da água.

O desenho **CE-CTM-018** apresenta a planta do reservatório e as curvas cota x área x volume.

#### 2.3.11.1) Curva Cota x Área x Volume

Os cálculos de Área e Volume do reservatório, foram baseados na restituição aerofotogramétrica do reservatório, elaborada pela AEROSUL em setembro/2002, em escala 1:5.000, com curvas de nível a cada 2 m, e a partir de fotos aéreas na escala 1:15.000, tomadas em voo de julho 2002. As curvas estão indicadas no desenho **CE-CTM-018**.

#### 2.3.11.2) Estudos de Ondas e Borda Livre

Para a definição da borda livre das estruturas de terra e rocha e de concreto, uma vez que não se dispõem de dados de ventos locais, conservadoramente, foram arbitradas as seguintes condições de contorno:

- Os ventos predominantes têm a direção e duração mínima que garantam a formação das ondas de projeto mais desfavoráveis para cada estrutura considerada;
- Os ventos máximos, de 50 km/h e de 100 km/h, considerados nesses dimensionamentos para as condições excepcionais e normais de operação, respectivamente;
- Coeficientes de escalamento, calculados pela média entre os valores recomendados para taludes revestidos com enrocamento e taludes lisos;
- Reflexão plena nas estruturas em concreto.

A barragem de terra da margem direita apresenta exposição à ação de ventos com sentido W-E e, no leito do rio e na margem direita, ventos com sentido S – N.

Para ventos W, os “fetchs” máximo e efetivo são, respectivamente, 2,10 km e 1,01 km e para os ventos S, 1,94 km e 0,81 km.

Para essas condições, as ondas de projeto, o escalamento máximo e as cotas de coroamento assumirão os seguintes valores:

- a) Barragem de Terra Margem Esquerda:  
Hs (altura da onda significativa) = 0,80 m;  
Maré de vento = 0,05 m;  
Escalamento máximo = 1,65 m;  
Cota de coroamento adotada = 626,00 m.
- b) Barragem de Terra Margem Direita e Leito do Rio:  
Hs (altura da onda significativa) = 0,70 m;  
Maré de vento = 0,02 m;  
Escalamento máximo = 1,40 m;  
Cota de coroamento adotada = 626,00 m.
- c) Estruturas de Concreto:  
Hs (altura da onda significativa) = 0,70 m;  
Maré de vento = 0,02 m;  
Escalamento máximo = 1,42 m;  
Cota de coroamento adotada = 626,00 m.

### 2.3.11.3) Estudos de Enchimento

Para os estudos de enchimento do reservatório do AHE Couto Magalhães foram utilizados os seguintes dados e parâmetros:

- Dados físicos do reservatório, caracterizados através de sua curva cota-área-volume apresentada no desenho **CE-CTM-18**
- Série de Vazões Médias Mensais relativa ao período 1931 a 2006, apresentada anteriormente.
- Vazão defluente a jusante de 29 m<sup>3</sup>/s, durante todo o período de enchimento, admitida igual a 80% da vazão mínima média mensal natural;
- Enchimento do reservatório até a cota 623,00 m (N.A. máximo normal) para um volume acumulado de 71,4 milhões de m<sup>3</sup>.

Para os meses de janeiro a dezembro definiram-se as curvas de permanência de vazões médias mensais, indicadas nas **Figuras 2.3.11.3-1 e 2.3.11.3-2**. A partir destas curvas consideraram-se como vazões afluentes a média mensal, a mediana (correspondente a 50% do tempo) e a vazão de 90% de permanência (10% de risco).

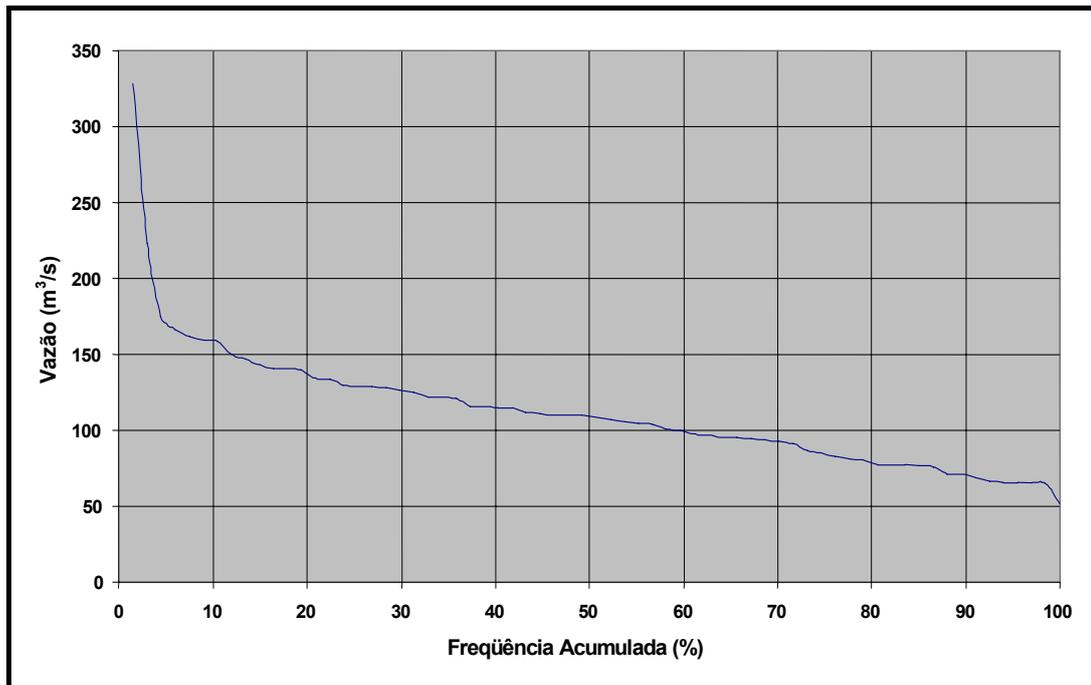
A partir dessas vazões características para os meses de dezembro e janeiro, calcularam-se os volumes afluentes diários que, em relação ao volume total de 71,4 milhões de m<sup>3</sup>, definem o número de dias necessários para o enchimento do reservatório até a cota 623,00 m.

Considerando a data de janeiro, são necessários 8,8 dias para enchimento com a vazão média mensal deste mês; 9,0 dias considerando-se a vazão mediana (50% do tempo) e 15,4 dias para a vazão de 90% de permanência. Este último período apresenta apenas 10% de risco de ser superado, conforme indicado no **Quadro 2.3.11.3.1** e na **Figura 2.3.11.3-2**.

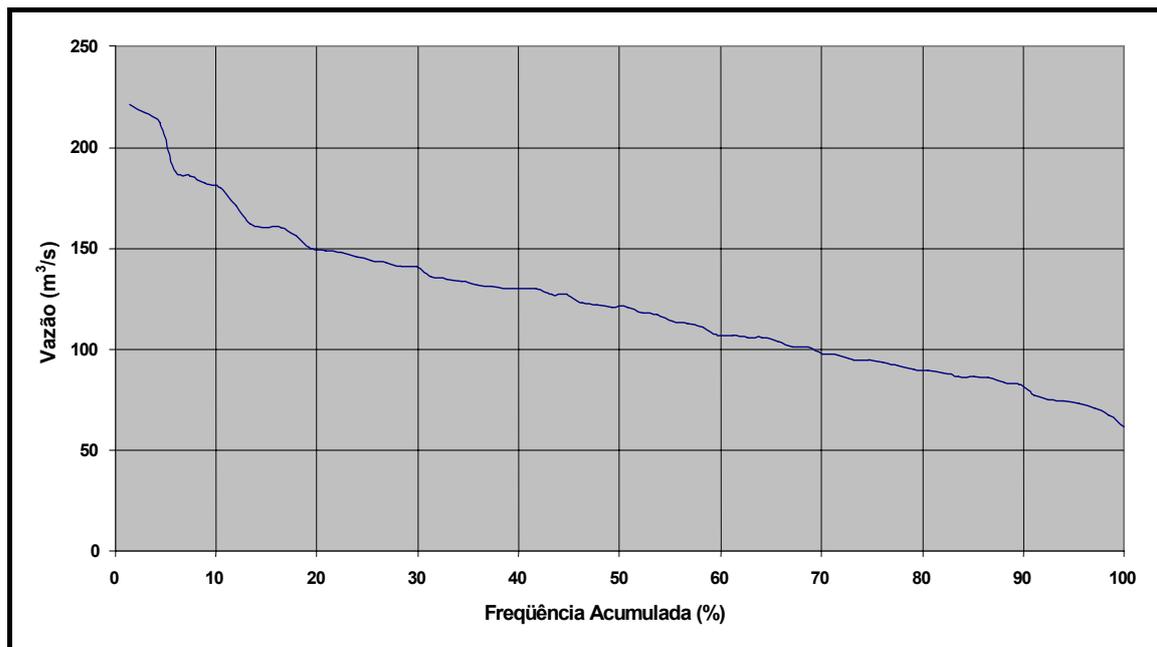
Por razões construtivas e/ou ambientais estes períodos poderão ser estendidos, pelo simples procedimento de aumentar a vazão restituída para jusante.

**Quadro 2.3.11.3.1**  
**Período de Enchimento do Reservatório (dias)**

VAZÃO CONSIDERADA MÊS DE INÍCIO	MÉDIA HISTÓRICA DO MÊS	MEDIANA	PERMANÊNCIA DE 90%
Dezembro	9,9	10,3	19,5
Janeiro	8,8	9,0	15,4



**Figura 2.3.11.3-1 : Permanência de Vazões do Mês de Dezembro**



**Figura 2.3.11.3-2 : Permanência de Vazões do Mês de Janeiro**

#### 2.3.11.4) Estudos de Remanso

O estudo de remanso desenvolvido no trecho do reservatório do AHE Couto Magalhães abrangeu o rio Araguaia e o seu afluente rio Babilônia.

Com os dados disponíveis: seções topobatimétricas, restituições aerofotogramétricas, imagens de satélite e fotos aéreas, definiram-se a geometria e a rugosidade de seções transversais representativas do reservatório, ao longo dos cursos considerados.

O estudo foi desenvolvido utilizando o modelo SeCompTh - Curvas de Remanso em Canais Naturais de Seções Compostas, elaborado pela THEMAG segundo a sua experiência em estudos correlatos.

Para o cálculo das curvas de remanso, o modelo usa o método conhecido como “Standard Step Method”, que se aplica bem tanto a seções naturais como artificiais. Para a solução das equações da linha de energia e para o cálculo da altura crítica, usa o Método das Secantes, uma variante do processo iterativo de Newton-Raphson.

As cotas topobatimétricas da seção no leito do rio, quando não disponíveis, foram adotadas admitindo-se seção trapezoidal e fundo inferido a partir das cotas da superfície d’água e da margem, observadas na restituição aerofotogramétrica, de modo a conterem, aproximadamente, uma vazão representativa da época de tomada das fotos.

No desenho **CE-CTM-019** apresenta-se a localização das seções utilizadas nos estudos de remanso.

O modelo foi calibrado com a adoção de coeficientes de Manning que representassem as perdas de energia efetivas e as características de cobertura local (florestas, pastos, várzeas, cascatas, estreitamentos, alargamentos, etc.) de modo a produzir linhas d’água compatíveis com as curvas-chave dos pontos de controle.

Os níveis d’água para calibração foram obtidos nas 3 curvas-chave existentes no trecho: na barragem (item 2.3.10.5), na restituição da futura usina Santa Rita, para o rio Araguaia a montante, e na restituição da futura usina Boa Vista para o rio Babilônia. Estas duas últimas curvas-chave foram extraídas do relatório “Bacia do Alto Rio Araguaia – Trecho entre a Foz do Córrego Rico e as cidades de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia – Reavaliação da Divisão de Queda – Relatório Final”, Fevereiro 2001, CNEC.

Os valores de Manning das planícies de inundação foram obtidos da bibliografia, de modo a refletirem as informações dos mapas de uso e ocupação de solo e das ortofotocartas da área.

Após as calibrações foram calculados os remansos ao longo do rio Araguaia e do braço do rio Babilônia para as condições de reservatório no AHE Couto Magalhães, na cota 623,00 m, com as vazões correspondentes à MLT e às cheias com períodos de recorrência de 2 anos (Cheia Média Anual), 10, 50 e 100 anos.

Nos **Quadros 2.3.11.4-1** e **2.3.11.4-2** apresentam-se os resultados das linhas de remanso no rio Araguaia e no rio Babilônia, com o reservatório do AHE Couto Magalhães, operando com nível d’água na cota 623,00 m junto à barragem.

**Quadro 2.3.11.4-1**  
**Rio Araguaia - Remanso do Reservatório do AHE Couto Magalhães**

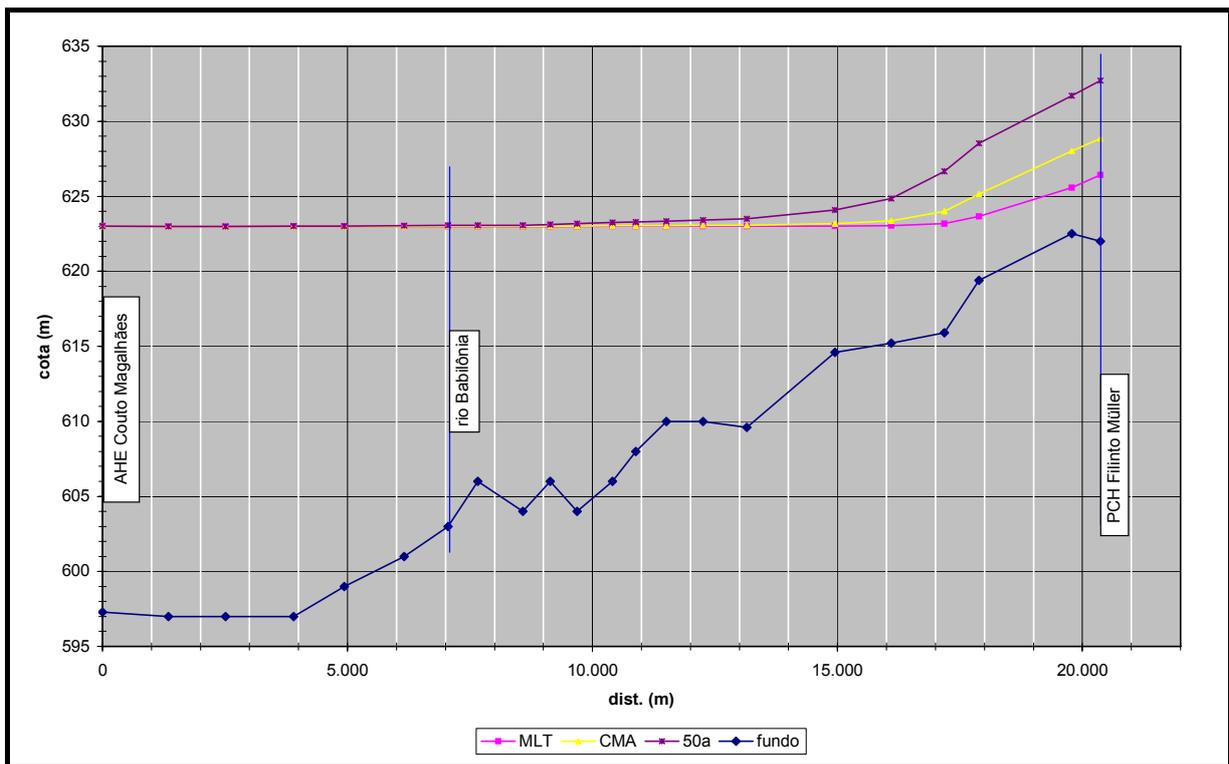
Seção	Distância (m)		NÍVEIS D'ÁGUA (m)				
			Vazão (m³/s)				
	parcial	acumul.	MLT	CMA	T <sub>R</sub> = 10anos	T <sub>R</sub> = 50anos	T <sub>R</sub> = 100anos
			89,60	283,00	498,00	687,00	767,00
A23-eixo	0	0	623,00	623,00	623,00	623,00	623,00
A22	1.345	1.345	623,00	623,00	623,00	623,00	623,00
A21	1.170	2.515	623,00	623,00	623,00	623,00	623,00
A20	1.385	3.900	623,00	623,00	623,00	623,01	623,01
A19	1.030	4.930	623,00	623,00	623,01	623,01	623,02
A18	1.225	6.155	623,00	623,00	623,02	623,03	623,04
A17	900	7.055	623,00	623,01	623,03	623,06	623,07
A16	600	7.655	623,00	623,01	623,03	623,06	623,08
A15	925	8.580	623,00	623,01	623,04	623,08	623,10
A14	560	9.140	623,00	623,02	623,07	623,12	623,15
A13	545	9.685	623,00	623,03	623,10	623,19	623,23
A12	725	10.410	623,01	623,05	623,14	623,26	623,32
A11	475	10.885	623,01	623,05	623,16	623,29	623,36
A10	625	11.510	623,01	623,06	623,19	623,35	623,42
A9	750	12.260	623,01	623,08	623,23	623,42	623,51
A1	890	13.150	623,01	623,09	623,27	623,49	623,60
A2	1.800	14.950	623,03	623,23	623,64	624,09	624,28
A3	1.150	16.100	623,05	623,45	624,16	624,85	625,14
A4	1.080	17.180	623,17	624,18	625,54	626,67	627,11
A5	710	17.890	623,66	625,42	627,17	628,52	629,02
A7	1.890	19.780	625,58	628,37	630,29	631,69	632,17
A8	590	20.370	626,41	629,19	631,25	632,72	633,23

**Quadro 2.3.11.4-2**  
**Rio Babilônia - Remanso do Reservatório do AHE Couto Magalhães**

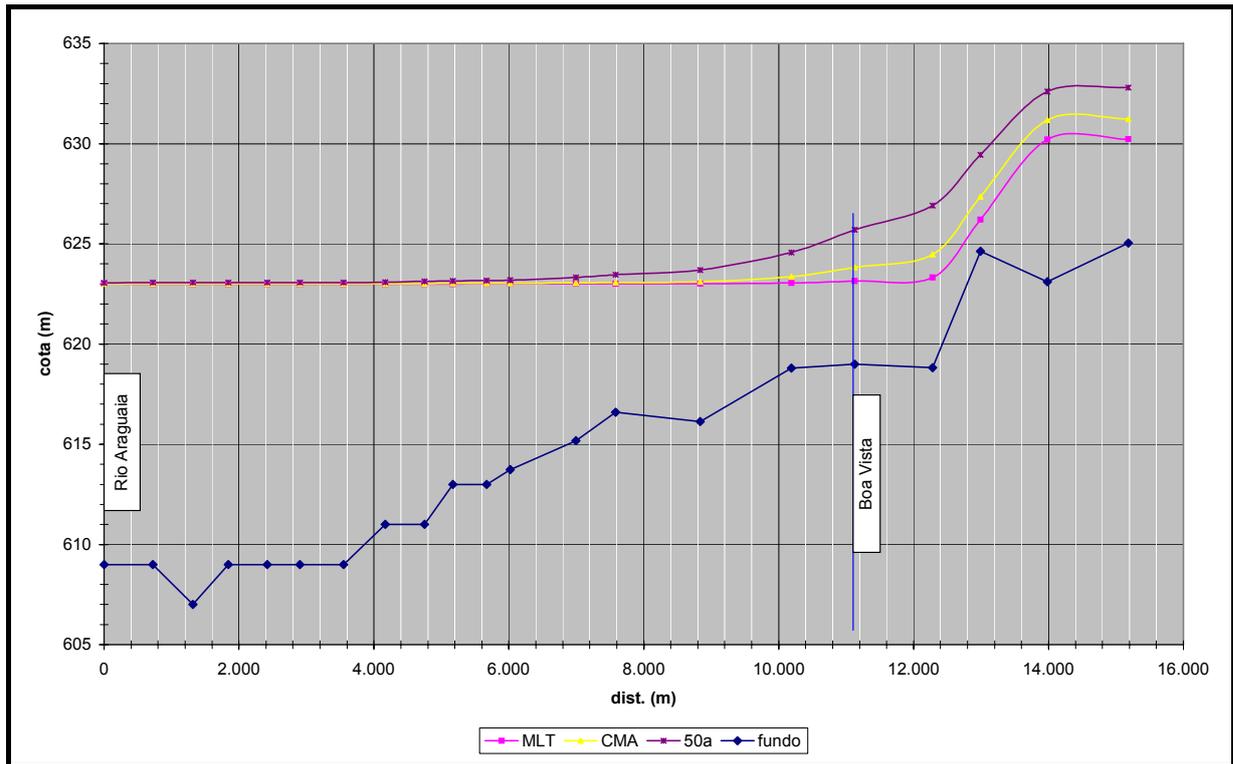
Seção	Distância (m)		NÍVEIS D'ÁGUA (m)				
			Vazão (m³/s)				
	parcial	acumul.	MLT	CMA	T <sub>R</sub> = 10anos	T <sub>R</sub> = 50anos	T <sub>R</sub> = 100anos
			29,80	85,70	169,00	233,00	261,00
B20-CONFL	0	0	623,00	623,01	623,03	623,06	623,07
B19	720	720	623,00	623,01	623,03	623,06	623,07
B18	600	1.320	623,00	623,01	623,03	623,06	623,08
B17	520	1.840	623,00	623,01	623,03	623,07	623,08
B16	580	2.420	623,00	623,01	623,03	623,07	623,08
B15	480	2.900	623,00	623,01	623,04	623,07	623,08
B14	650	3.550	623,00	623,01	623,04	623,08	623,09

B13	620	4.170	623,00	623,02	623,05	623,10	623,12
B12	580	4.750	623,00	623,02	623,07	623,13	623,15
B11	420	5.170	623,00	623,02	623,07	623,14	623,17
B10	500	5.670	623,00	623,03	623,09	623,17	623,20
B1	350	6.020	623,00	623,03	623,10	623,19	623,24
B2	975	6.995	623,01	623,05	623,18	623,33	623,41
B3	590	7.585	623,01	623,07	623,25	623,46	623,56
B4	1.250	8.835	623,01	623,11	623,39	623,69	623,83
B5	1.355	10.190	623,05	623,37	624,04	624,58	624,81
B5.1	940	11.130	623,15	623,83	624,94	625,70	626,01
B6	1.150	12.280	623,32	624,47	625,98	626,92	627,29
B7	715	12.995	626,22	627,36	628,64	629,44	629,76
B8	990	13.985	630,21	631,18	632,05	632,60	632,82
B9	1.200	15.185	630,22	631,24	632,19	632,79	633,04

As Figuras 2.3.11.4-1 e 2.3.11.4-2 mostram as curvas de remanso calculadas no rio Araguaia e no rio Babilônia para a vazão média (MLT) e para as cheias com período de retorno de 2 anos (CMA) e de 50 anos.



**Figura 2.3.11.4-1: Curva de Remanso do Rio Araguaia**



**Figura 2.3.11.4-2: Curva de Remanso do Rio Babilônia**

### 2.3.11.5) Estudos Sedimentológicos

Os estudos sedimentológicos e de assoreamento do reservatório estão consubstanciados no item 3.8 “Avaliação do Assoreamento do Reservatório”, que é específico do diagnóstico do meio físico.

### 2.3.12) Desenhos

**Inserir CE-CTM-01**

**Inserir CE-CTM-02**



**Inserir CE-CTM-03**



**Inserir CE-CTM-04**



**Inserir Desenho CE-CTM-05**

**Inserir Desenho CE-CTM-06**



**Inserir Desenho CE-CTM-07**



**Inserir Desenho CE-CTM-08**

**Inserir Desenho CE-CTM-09**



**Inserir Desenho CE-CTM-10**

**Inserir Desenho CE-CTM-11**

**Inserir Desenho CE-CTM-12**

**Inserir Desenho CE-CTM-13**

**Inserir Desenho CE-CTM-14**

**Inserir Desenho CE-CTM-15**



**Inserir Desenho CE-CTM-16**

**Inserir Desenho CE-CTM-17**



**Inserir Desenho CE-CTM-18**

**Inserir Desenho CE-CTM 19-**

## **2.4) Infraestrutura para Implantação do AHE Couto Magalhães**

### **2.4.1) Acessos**

O futuro AHE Couto Magalhães está localizado na divisa dos Estados de Mato Grosso e Goiás, cerca de 30 km ao norte das cidades de Alto Araguaia (MT) e Santa Rita do Araguaia (GO), conforme desenho de localização **CE-CTM-020**.

A partir de Brasília até as cidades de Santa Rita do Araguaia (GO) e Alto Araguaia (MT) o acesso poderá ser feito pela rodovia BR-060, passando por Goiânia e por Jataí, no Estado de Goiás, sendo a maior parte deste trecho em pista simples. Prosseguindo, o acesso se desenvolve pela rodovia BR-364 até os municípios de Santa Rita do Araguaia (GO) e Alto Araguaia (MT), com extensão de 722 km.

A partir de Alto Araguaia (MT) o acesso à margem esquerda do rio Araguaia, poderá ser feito percorrendo 6 km da rodovia BR-364 pavimentada, 16 km da antiga estrada estadual não pavimentada MT-100 e 8 km de estradas vicinais existentes, não pavimentadas, que dão acesso às fazendas no entorno do sítio, totalizando 30 km. As estradas vicinais deverão ser melhoradas com pequenos alargamentos e revestimento primário (cascalho) para a utilização durante e após a construção da obra.

O acesso à margem direita do rio, até a crista da barragem, a partir da cidade de Santa Rita do Araguaia (GO), poderá ser feito percorrendo 13 km da estrada estadual não pavimentada GO-461 e 10 km de estrada vicinal existente, não pavimentada, utilizada para acesso às fazendas do entorno. O trajeto deverá ser complementado com a implantação de 1 km de estrada até a crista da barragem. As estradas vicinais deverão ser melhoradas para utilização como acesso à barragem. O percurso totalizará 24 km.

Em decorrência da maior concentração de obras na margem esquerda do rio, o acesso a esta margem deverá ser o mais utilizado para o transporte de materiais de construção e equipamentos.

Os acessos internos ao local das obras, tanto os temporários, que serão utilizados apenas no período de obras, como os definitivos, que serão utilizados permanentemente para operação da usina, foram desenvolvidos dentro da orientação geral de máximo aproveitamento das estradas vicinais existentes e, no caso da implantação de trechos novos, utilização de áreas já desmatadas, evitando os talwegues e preservando ao máximo a vegetação nativa.

Serão aproveitados 12 km de estradas vicinais, localizadas em região relativamente plana, sendo que para sua utilização foram previstas pequenas melhorias de traçado, alargamento de plataforma e proteção do leito com revestimento primário.

O principal acesso a ser implantado é o da casa de força e área de montagem, com extensão de 3 km, passando por áreas com taludes elevados, mas sem vegetação, e apresentando solo rochoso.

Os outros acessos novos são para a tomada d'água, chaminé de equilíbrio, janela de acesso ao túnel, canteiro de obras e subestação, com extensão de 2 km, todos em áreas sem vegetação.

As vias novas a serem implantadas têm uma extensão total de aproximadamente 5 km.

A seção transversal das vias a serem implantadas ou melhoradas apresenta plataforma de 9,00 metros, sendo 7,00 metros de leito carroçável e uma faixa livre de 1,00 metro para cada lado da pista.

A configuração dos acessos locais pode ser visualizada no desenho **CE-CTM-021**.

#### 2.4.2) Áreas de Empréstimo, de Estoques e de Bota Fora

A localização das áreas de empréstimo a serem utilizadas para a construção dos aterros da barragem e as áreas de bota-fora correspondentes ao excedente dos materiais resultantes das escavações das estruturas da obra está indicada no desenho **CE-CTM-022**.

A localização das áreas foi definida, considerando-se o mínimo impacto possível, preservando-se nascentes e suas áreas de proteção ambiental correspondentes. Também foram evitadas áreas com vegetação nativa.

Nos **Quadros 2.4.2-1** e **2.4.2-2** apresentam-se as principais quantidades envolvidas nas diversas áreas de empréstimo e de bota-fora.

**Quadro 2.4.2-1**  
**Áreas de Empréstimo – Quantidades**

ÁREA DE EMPRÉSTIMO	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (ha)	VOLUME (m <sup>3</sup> )
AE-A	Barragem MD	32,0	900.000
AE-B (*)	Barragem ME	7,1	234.100

(\*) Somente a área de empréstimo AE-B será submersa no futuro reservatório.

**Quadro 2.4.2-2**  
**Áreas de Bota-Fora – Quantidades**

ÁREA DE BOTA-FORA	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (ha)	VOLUME (m <sup>3</sup> )
BF-01	Acesso à Casa de Força / Túnel de Alta Pressão	4,2	210.200
BF-02	Chaminé de Equilíbrio	6,3	313.800
BF-03	Janela de Ataque Intermédia do Túnel de Baixa Pressão	5,3	266.000
BF-04	Tomada d'Água	1,9	93.000

#### 2.4.3) Logística de Suprimento

A definição da logística de suprimento de materiais, equipamentos e energia para a construção da obra baseou-se nos quantitativos necessários ao abastecimento, decorrentes dos cronogramas e histogramas de produção e consumo, bem como nos acessos existentes.

Os principais itens a serem transportados para a obra, por via rodoviária e/ou ferroviária de outras regiões do país, são o cimento, os produtos siderúrgicos, tais como chapas, perfis e barras de aço para construção, os equipamentos de construção e os equipamentos eletromecânicos da usina.

Considerou-se que o cimento, será proveniente da fábrica existente em Goiás, os produtos siderúrgicos de usinas da região Sudeste e os equipamentos eletromecânicos da usina a partir do Parque Industrial do Estado de São Paulo.

O suprimento de energia elétrica ao canteiro poderá ser assegurado pela CEMAT.

#### 2.4.4) Obras de Canteiro

O dimensionamento do canteiro de obras civis e de montagem eletromecânica baseou-se no planejamento construtivo, métodos executivos previstos, cronograma e histogramas de produção e na experiência obtida em obras similares.

A concepção geral do canteiro e a disposição das principais instalações são apresentadas no desenho **CE-CTM-023**, salientando-se que o projeto detalhado destas instalações está intimamente relacionado com a prática e a experiência das empreiteiras de construção e montagem.

Os condicionantes básicos que orientaram o arranjo dos canteiros principais, na margem esquerda, foram os seguintes:

- Configuração do aproveitamento com dois pólos bem definidos, barragem e casa de força, separados por um circuito de adução com cerca de 6220 m e localização das entradas das janelas de serviço de abertura das obras subterrâneas;
- Posicionamento da central de concreto o mais próximo possível das estruturas de concreto principais, para minimizar as distâncias de transporte;
- Localização dos estoques de rocha próximos das escavações obrigatórias e do canteiro industrial;
- Dimensionamento das áreas necessárias à construção e à operação das diversas instalações, tendo em conta os rendimentos médios de abertura de túneis e de montagem da blindagem metálica;
- Definição dos acessos à casa de força e à plataforma da subestação acima do nível máximo máximo de jusante.

Foram, assim, previstas áreas para a implantação de dois canteiros principais de obras civis, ambos localizados na margem esquerda do rio Araguaia junto ao local da barragem e da casa de força e canteiros auxiliares de apoio na margem direita da barragem direita e junto à chaminé de equilíbrio na margem esquerda.

Em relação às montagens eletromecânicas e das blindagens do túnel de alta pressão foi necessário prever a construção de um canteiro próprio localizado junto à casa de força.

São apresentadas a seguir, as características principais das instalações industriais a serem montadas no canteiro de obras:

- Centrais de concreto convencional, localizadas na zona do vertedouro e na casa de força, com capacidade de até 40 m<sup>3</sup>/h;
- Central de concreto projetado junto à casa de força, com a capacidade de 30 m<sup>3</sup>/h;
- Instalações de britagem, com produção máxima diária da ordem de 300 m<sup>3</sup>;
- Central de ar comprimido;
- Instalação de pátio de carpintaria para uma produção de formas de madeira, considerando uma produção máxima de 80 m<sup>2</sup>/dia de formas planas e curvas;

- Pátio de armação com instalação de máquinas de corte e dobramento de ferro, com capacidade máxima da ordem de 300 t/mês.

Para a implantação do AHE Couto Magalhães foi estimado um contingente médio de 500 pessoas com um pico de 800 pessoas, incluindo apoio. No item 3 são fornecidas maiores informações sobre os dimensionamentos destas equipes.

Para o dimensionamento dos alojamentos considerou-se que o pessoal contratado localmente e o pessoal técnico/universitário e administrativo/encarregados seriam alojados nas cidades de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia e os solteiros vindos de fora em alojamentos a serem construídos no local da obra.

O canteiro será ainda dotado de equipamentos comunitários para atender a população alocada na obra, no que diz respeito à saúde (incluindo um ambulatório), educação, lazer e cultura.

O abastecimento de água do canteiro industrial e dos alojamentos será assegurado por uma captação no rio Araguaia, com capacidade da ordem de 1.600 m<sup>3</sup>/dia (0,02 m<sup>3</sup>/s), seguida de uma estação de tratamento de água (ETA), se necessário. A partir da ETA será efetuado o abastecimento de água tratada no setor da produção, principalmente da central de concreto, e para o uso humano.

Os resíduos sólidos recolhidos nas instalações e na área do canteiro e acampamento, serão classificados para maior eficiência na disposição. Os inertes serão dispostos em aterro no próprio canteiro. Para o lixo doméstico e o lixo industrial não inerte deverão ser feitos convênios com as Prefeituras próximas, para correto tratamento e disposição.

Os efluentes compreendem o esgoto sanitário e o esgoto industrial, que serão tratados por meio da instalação de sistemas de tratamento de esgoto apropriados a cada efluente. Os resíduos oleosos deverão ser retirados da obra por empresa especializada.

No **Quadro 2.4.4-1** apresentam-se as dimensões das áreas reservadas para as principais instalações industriais e acampamento de apoio.

O suprimento de energia para o canteiro será da CEMAT.

**Quadro 2.4.4-1**  
**Dimensões das Áreas das Instalações Industriais/Acampamento de Apoio**

<b>Instalações Industriais / Acampamento de Apoio</b>	<b>Dimensões (m)</b>		
Escritórios do Dono da Obra e do Construtor	30	x	100
Canteiro da Montadora	120	x	150
Central de Concreto, incluindo Silos de Cimento e Estoque de Areia	40	x	70
Central de Britagem e Estoque de Material Beneficiado	70	x	150
Pátio de Formas e de Armação	30	x	40
Canteiro de Apoio na Margem Direita da Barragem e Depósitos de Materiais	80	x	110
Escritório de Apoio na Casa de Força/ Túnel de Alta Pressão	10	x	25
Paio de Explosivos	50	x	100
Almoxarifado, Oficina, Rampa de Lavagem e Guarita	30	x	140
Alojamentos	100	x	130
Refeitórios	25	x	30
Centro Recreativo e Esportes	60	x	80
Ambulatório	10	x	10

#### **2.4.5) Infraestrutura nos municípios de apoio**

O presente item trata dos principais aspectos que importam no âmbito da caracterização do empreendimento, tendo em vista a infraestrutura existente nos municípios de apoio e que possa propiciar suporte ao transporte de materiais, insumos e equipamentos e à mão-de-obra a ser mobilizada. A temática está apresentada na íntegra adiante, no item 5.4 do Diagnóstico Ambiental.

##### **2.4.5.1) Infraestrutura de transportes**

A região onde será implantado o AHE Couto Magalhães possui infraestrutura de transportes em desenvolvimento.

Quanto ao modal ferroviário, destaca-se a presença da ferrovia de cargas América Latina Logística - ALL (antiga Ferronorte) que liga Alto Araguaia ao Porto de Santos. Esta ferrovia pode ser alternativa para chegada de materiais, insumos e equipamentos ao empreendimento, partindo dos principais centros de produção, interligados por malha ferroviária, servindo à área do empreendimento complementarmente por meio de conexão com a malha rodoviária local.

A malha rodoviária regional é composta basicamente por três rodovias: (i) BR-364, que liga a Região Sudeste à Região Norte, conectando Cuiabá a Uberlândia; (ii) BR-163, que liga a região Sul ao Norte do Brasil passando por Rondonópolis, Cuiabá e Campo Grande; (iii) BR-060, que liga Mato Grosso do Sul e Goiás, conectando Jataí e Rio Verde a Goiânia.

Em termos de transporte aéreo, a região é limitada, estando conectada ao sistema aéreo nacional por meio dos aeroportos das capitais estaduais, Cuiabá e Goiânia e, mais regionalmente, o Aeroporto Leite de Castro, em Rio Verde e o Aeroporto Municipal de Rondonópolis que realiza vôos regionais através da TRIP companhia aérea para Cuiabá, Maringá e Curitiba ([www.emsampa.com.br](http://www.emsampa.com.br)). Nos municípios de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia existem duas pistas para pouso de pequenos aviões.

O melhor acesso à área do empreendimento a partir da BR-364 se dá pela rodovia MT-100, trecho rodoviário em leito natural que interliga Alto Araguaia aos municípios de Araguaína e Ponte Branca. Apesar de não asfaltada neste trecho, a rodovia encontra-se em condições relativamente boas.

#### **2.4.5.2) Energia elétrica**

Em termos de acesso à rede de energia elétrica existente na ADA, dos 35 chefes de família entrevistados no Cadastro de Propriedades Rurais (2007), 92% declararam que suas residências possuem energia elétrica.

Em termos de infraestrutura local para fornecimento de energia, os municípios de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia, bem como as propriedades rurais da ADA, recebem fornecimento de energia através da rede nacional de distribuição. Nesse contexto, ressalta-se que há uma PCH (Pequena Central Hidrelétrica) muito próxima à área urbana de Alto Araguaia e uma subestação da ELETRONORTE.

Como visão geral no atendimento domiciliar, segundo o SIAB/DATASUS (Sistema de Informação de Atenção Básica do DATASUS, 2009) no município de Alto Araguaia, 4.179 domicílios foram pesquisados pelo programa, sendo 3.971 ligados ao sistema de distribuição de energia elétrica, ou seja, 95%. Em Santa Rita do Araguaia, dos 1.240 domicílios pesquisados 99,2% apresentam cobertura no atendimento.

#### **2.4.5.3) Equipamentos sociais e serviços públicos**

No que diz respeito aos equipamentos sociais e serviços públicos, merecem destaque:

##### **⇒ Saúde**

Regionalmente, Rondonópolis é considerado o município-pólo quanto ao atendimento à saúde, seguido por Mineiros.

Dos municípios onde será implantado o empreendimento, Alto Araguaia tem um setor de saúde mais bem desenvolvido, se comparado ao de Santa Rita do Araguaia. Este desenvolvimento é superior ao que seria explicável por sua maior população e porte econômico comparativamente a Santa Rita do Araguaia. Alto Araguaia conta com três hospitais (1 municipal e 2 privados) e em Santa Rita do Araguaia não há hospitais, sendo as emergências médicas deste município encaminhadas, em geral, para Alto Araguaia ou para Mineiros. Parte dos pacientes que necessitam de internação em Santa Rita do Araguaia são encaminhados ao Hospital Samaritano de Alto Araguaia, em virtude de um convênio firmado entre as prefeituras desses dois municípios. Entretanto, mesmo Alto Araguaia não conta com atendimento a todas as especialidades e, no caso da necessidade de atendimento não disponível no município, a Prefeitura Municipal dispõe de ônibus para levar os pacientes até Rondonópolis.

##### **⇒ Educação**

Alto Araguaia possui cinco escolas municipais ativas, sendo que três atendem ao Ensino Fundamental e duas ao Ensino Infantil, além de mais três escolas rurais de âmbito municipal. A prefeitura disponibiliza ônibus para o transporte de alunos que moram longe da escola onde estudam, contudo, a estrutura física das escolas carece de melhorias.

Santa Rita do Araguaia conta com três escolas municipais em atividade (sendo que uma delas funciona apenas como creche) e duas estaduais. Não há escolas rurais no município, desse modo, a prefeitura dispõe de ônibus para transporte dos alunos às escolas urbanas. Como em

Alto Araguaia, a principal deficiência da educação no município diz respeito à estrutura física das escolas.

⇒ **Saneamento Ambiental**

O índice de atendimento urbano quanto ao abastecimento de água tanto em Alto Araguaia quanto em Santa Rita do Araguaia corresponde a 100% (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2006).

Já o percentual de atendimento da população para os efluentes domésticos gerados é menos favorável se comparado ao sistema de abastecimento de água. De modo geral, Alto Araguaia possuía 33,59% de seus domicílios totais servidos por rede de esgoto e Santa Rita do Araguaia 6,22%, em 2007 (SIAB/MS, 2007). Em ambos os municípios não há tratamento do esgoto doméstico produzido, ou seja, todos os efluentes domésticos gerados são lançados in natura no rio Araguaia ou em seus afluentes.

Em ambos os municípios, não há coleta de lixo em toda área do território municipal. Apesar de ser feita na área urbana, a coleta não abrange a zona rural. Os resíduos sólidos coletados vão para lixões municipais sem nenhum tipo de tratamento.

**2.4.6) Detalhamento da Área para Supressão de Vegetação dos Canteiros de Obras e das Áreas de Empréstimo e Bota-Fora.**

A área que será diretamente afetada pelo empreendimento já apresenta significativa degradação das matas, com a maior parte dela sendo utilizada para pastagens, e em alguns trechos para agricultura. Dessa forma, ocorrem na região apenas alguns fragmentos de mata com fisionomias de Floresta Estacional, Cerradão, Cerrado, Mata Ciliar, Campo Cerrado, Campo Rupestre, Campo Sujo e Campo Úmido.

Para um melhor esclarecimento da Composição de Uso e Ocupação do Solo, é necessário observar o volume IV do EIA, especificamente o item 5.7 do diagnóstico do Meio Socioeconômico.

A área total que será suprimida devido ao Acesso, Canteiros e Obras permanentes será de 91.055,015 m<sup>2</sup>. As fisionomias que serão mais suprimidas são respectivamente, o Campo Cerrado (30.620,74 m<sup>2</sup>), a Mata Ciliar (26.861,00 m<sup>2</sup>) e o Cerrado (11, 259,04 m<sup>2</sup>).

Em relação às Obras Permanentes não foi considerado o túnel, pois na sua instalação não haverá supressão de vegetação.

As Áreas de Empréstimo e de Bota – Fora não irão suprimir a vegetação, pois serão instaladas em locais de pastagem e agricultura.

Para um melhor detalhamento dessas áreas de supressão de vegetação devido ao Acesso, Canteiros e Obras Permanentes, segue a **Tabela 2.4.6-1**.

**Tabela 2.4.6-1**  
**Supressão de Vegetação**

<b>Fisionomias</b>	<b>Acesso (ha)</b>	<b>Canteiros (ha)</b>	<b>Obras Permanentes (ha)</b>	<b>Total</b>
<b>Floresta Estacional</b>	0,22	0,0014	0,04	<b>0,26</b>
<b>Cerradão</b>	0,16	-	0,60	<b>0,76</b>
<b>Cerrado</b>	0,66	-	0,46	<b>1,12</b>
<b>Mata Ciliar</b>	0,07	0,15	2,46	<b>2,68</b>
<b>Campo Cerrado</b>	0,67	0,27	2,12	<b>3,06</b>
<b>Campo Sujo</b>	-	-	0,68	<b>0,68</b>
<b>Campo Úmido</b>	-	-	0,54	<b>0,54</b>
<b>Total</b>	<b>1,78</b>	<b>0,42</b>	<b>6,90</b>	<b>9,10</b>

**2.4.7) Desenhos**

**Inserir Desenho CE-CTM-20**



**Inserir Desenho CE-CTM-21**

**Inserir Desenho CE-CTM-22**

**Inserir Desenho CE-CTM-23**



## **2.5) Planejamento da Construção**

### **2.5.1) Sequência Construtiva**

O cronograma geral das atividades é apresentado no item 2.5.2 e prevê o prazo de 32 meses desde o início da mobilização do empreiteiro até o início da geração comercial da 1ª unidade geradora.

A data de referência para o estabelecimento do cronograma de construção é 1º de julho de 2010, que corresponde ao início da mobilização do pessoal e dos equipamentos necessários às obras civis da construção da usina.

No planejamento da obra estabeleceram-se alguns critérios relacionados com os rendimentos médios de execução das obras subterrâneas e de montagem da blindagem metálica.

Assim, no caso da abertura dos túneis adotou-se um rendimento médio de 100 m de escavação por mês e por frente de trabalho, considerando 25 dias no mês e 3 turnos de oito horas por dia, e na montagem da blindagem metálica adotou-se o rendimento médio de 4,5 m por dia.

Os principais eventos da construção do aproveitamento estão descritos a seguir:

- **ANO 2010**

A mobilização do empreiteiro inicia-se em 1º de julho de 2010 com a instalação do canteiro industrial e com a construção dos acessos.

O início da mobilização do empreiteiro caracteriza-se por uma grande concentração de esforços na abertura dos acessos, principalmente os relacionados com a Tomada d'Água, Janela de Acesso do Túnel e Chaminé de Equilíbrio, de modo a permitir a execução dos emboques dos túneis do circuito de adução. As escavações do túnel de baixa pressão serão iniciadas pela frente da Tomada d'Água, Janela de Acesso e Chaminé de Equilíbrio.

Serão feitas ainda as escavações a céu aberto da área da Casa de Força, além da construção do respectivo acesso. Enfoque especial será dado a relocação do trecho jusante do córrego Rico, onde será iniciada a construção de um dique. Será iniciada também a escavação do Canal de Fuga.

Na zona de implantação do vertedouro, o rio Araguaia mantém-se na sua calha natural, havendo necessidade de construção da ensecadeira de 1ª fase, com coroamento na cota 603,00 m, para garantir a área ensecada para construção do vertedouro no período de cheias.

- **ANO 2011**

Com o rio Araguaia correndo ainda em sua calha natural, ligeiramente estrangulada pela ensecadeira, serão iniciadas as escavações comuns e em rocha nas áreas de implantação da barragem de terra e das estruturas do vertedouro e calha de restituição. Enfoque especial será dado a relocação permanente do trecho jusante do córrego Rico, com a conclusão da construção de um dique.

Ainda neste ano, serão realizados serviços de limpeza e tratamento superficial das fundações, o lançamento das primeiras camadas de concreto dos blocos do vertedouro, da tomada d'água e da casa de força. Serão construídas as barragens de terra e enrocamento das margens direita e esquerda.

As escavações subterrâneas do túnel de alta pressão e do poço vertical deverão terminar até o fim do ano, prosseguindo a abertura do túnel de baixa pressão. Será iniciada a montagem da blindagem no túnel.

Neste ano será escavado ainda o canal de fuga, mantendo-se somente um septo de vedação nas margens do rio Araguaia.

- **ANO 2012**

As concretagens do vertedouro prosseguirão até o mês de maio deste ano e a montagem das guias e demais elementos metálicos nas soleiras e pilares do vertedouro para a passagem das vazões de desvio também será concluída até maio.

As montagens dos equipamentos eletromecânicos, das comportas, dos dispositivos para fechamento dos vãos rebaixados deverão estar concluídos até setembro de 2012.

A concretagem dos vãos rebaixados e a montagem final das comportas deverão estar concluídas até o final de dezembro.

Na segunda fase de desvio, o lançamento das pré ensecadeiras no leito do rio e o esgotamento do recinto ensecado deverão ser completados até o final do mês de junho. Os trabalhos de tratamento das fundações e de compactação dos aterros nesta área serão iniciados logo que estejam terminados os trabalhos de esgotamento e limpeza, prevendo-se a conclusão da barragem para fim de outubro de 2012.

As concretagens das estruturas da casa de força e da área de montagem serão concluídas no mês de julho de 2012, possibilitando a descida do primeiro rotor da turbina em junho de 2012.

Com a conclusão das escavações subterrâneas serão concluídas a montagem da blindagem e as operações de concretagem e revestimento onde necessário. O fim das atividades no túnel está previsto para setembro de 2012.

A escavação do septo do canal de fuga deverá ser realizada em novembro de 2012.

As obras de implantação da subestação terão seu começo em maio deste ano e da interligação com a linha de transmissão em setembro, prevendo-se sua conclusão em dezembro de 2012.

- **Ano 2013**

O enchimento do reservatório ocorrerá em meados de janeiro de 2013.

Na casa de força prossegue a montagem dos equipamentos principais e auxiliares, devendo a unidade 1 entrar em operação comercial em 1º de março de 2013, a unidade 2 em 1º de maio e a unidade 3 em 1º de julho do mesmo ano.

### **2.5.2) Cronograma de Implantação do AHE Couto Magalhães**

O cronograma de implantação do AHE Couto Magalhães é apresentado no desenho **CE-CTM-024**, considerando o início das obras em julho de 2010.

### **2.5.3) Desenhos**

**Inserir Desenho CE-CTM-024**



### 3) MÃO DE OBRA NECESSÁRIA

#### 3.1) Fase de Implantação

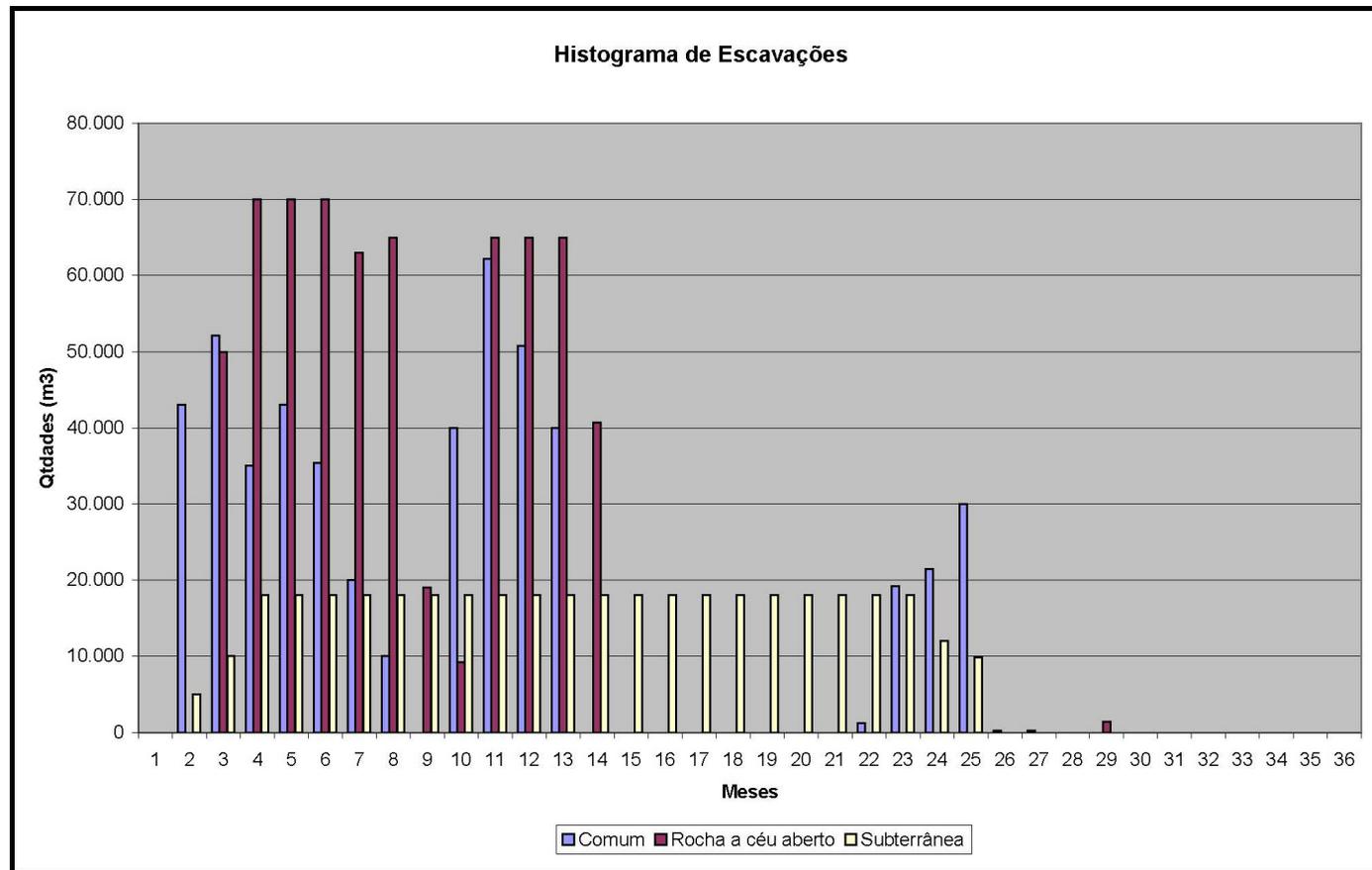
Embasado no Cronograma de Implantação do AHE Couto Magalhães foram elaborados histogramas de quantidades por natureza dos serviços, abrangendo as seguintes atividades:

- Escavações
- Aterros
- Concretagens

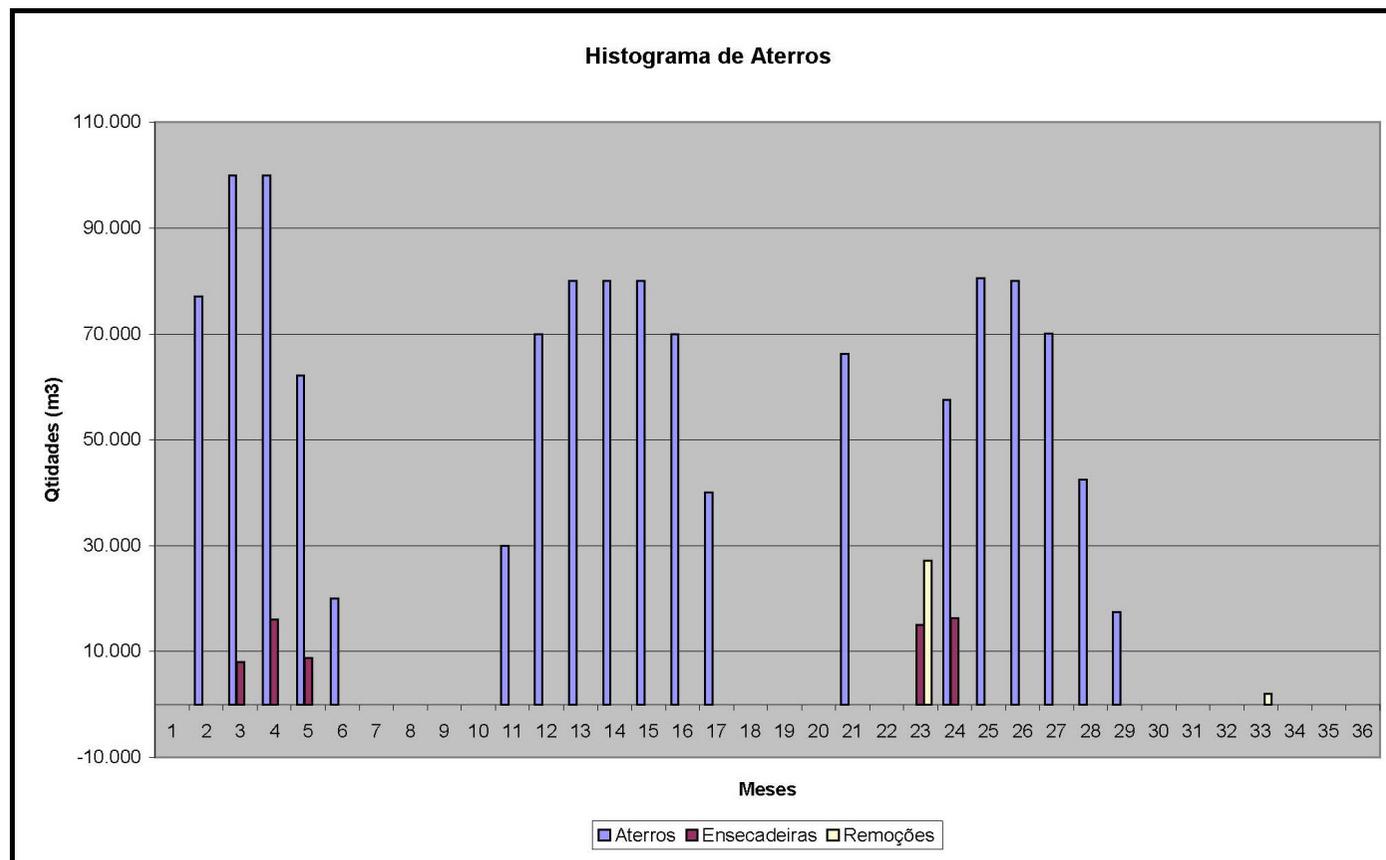
Com base nestes histogramas e na experiência de implantação de usinas hidrelétricas foi elaborado um histograma de alocação de mão de obra total, prevendo-se um contingente médio de 500 pessoas atingindo um pico de 800 pessoas, incluindo atividades de apoio.

Os histogramas são apresentados nas **Figuras 3.1-1, 3.1-2, 3.1-3 e 3.1-4.**

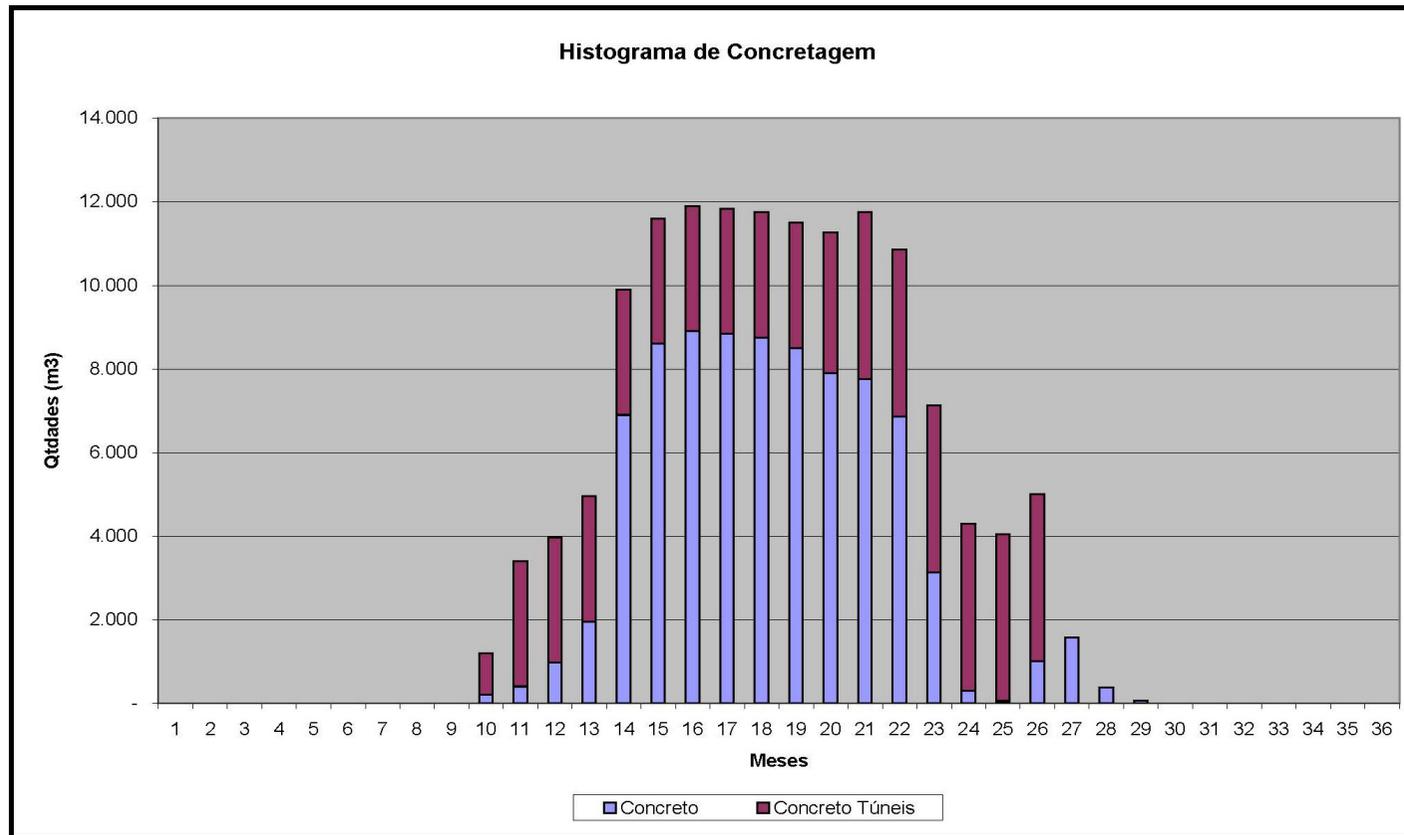
A composição da mão de obra por categoria é apresentada nas **Tabelas 3.1-1, 3.1-2, 3.1-3 e 3.1-4.**



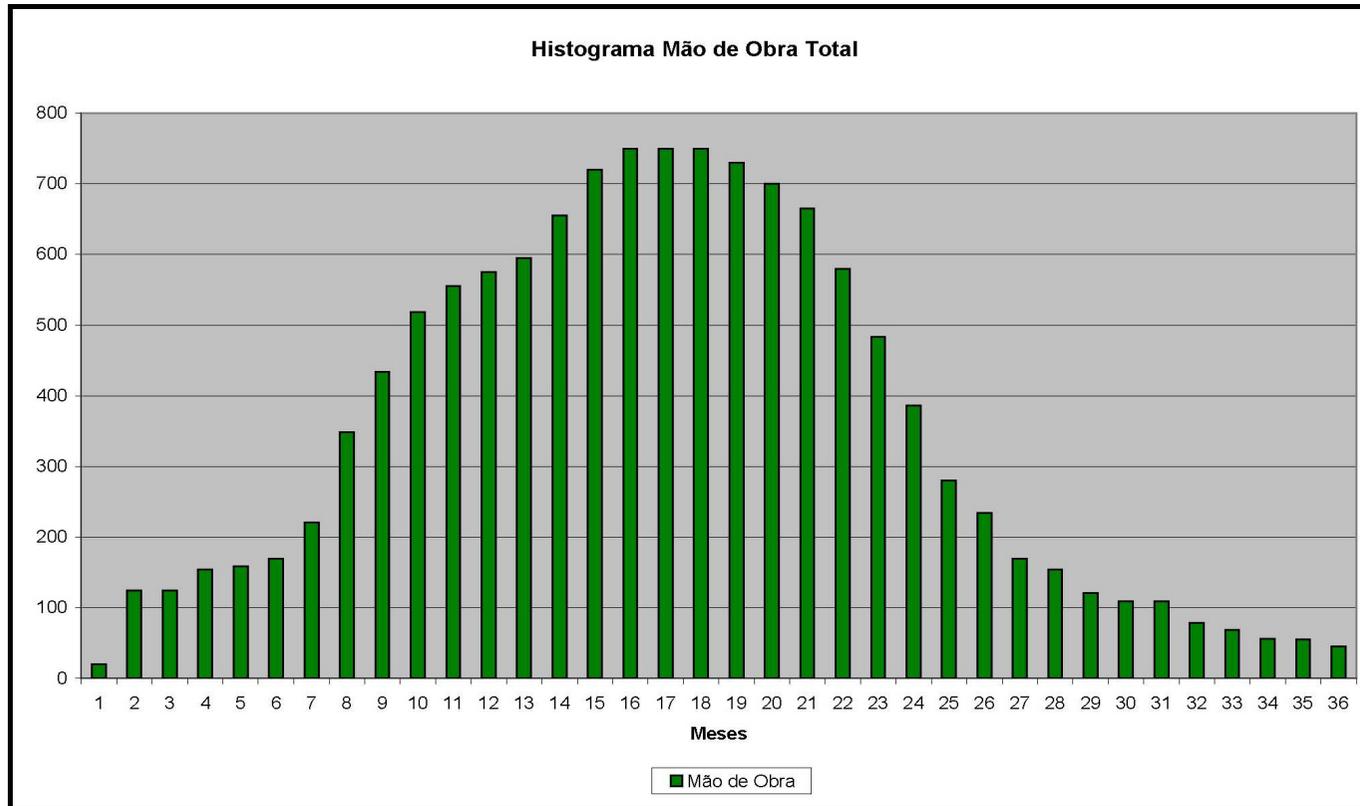
**Figura 3.1-1 : Histograma de Escavações**



**Figura 3.1-2: Histograma de Aterros**



**Figura 3.1-3: Histograma de Concretagem**



**Figura 3.1-4: Histograma Mão de Obra Total**

**Tabela 3.1-1**  
**Composição da Mão de Obra por Categoria em 2010**

Mão de Obra	Julho 2010	Agosto 2010	Setembro 2010	Outubro 2010	Novembro 2010	Dezembro 2010
Encarregados	1	10	10	15	15	15
Especializados	5	60	60	60	60	60
Serventes	10	50	50	75	81	101
Nível Universitário	4	4	4	4	4	4
<b>Totais</b>	<b>20</b>	<b>124</b>	<b>124</b>	<b>154</b>	<b>160</b>	<b>180</b>

**Tabela 3.1-2**  
**Composição da Mão de Obra por Categoria em 2011**

Mão de Obra	Jan. 2011	Fev. 2011	Mar. 2011	Abril 2011	Mai 2011	Junho 2011	Julho 2011	Agosto 2011	Set. 2011	Out. 2011	Nov. 2011	Dez. 2011
Encarregados	20	30	30	30	35	35	40	45	50	50	50	50
Especializados	80	120	150	170	180	180	185	200	240	240	240	240
Serventes	114	190	240	305	335	355	360	405	420	460	460	460
Nível Universitário	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Totais</b>	<b>220</b>	<b>350</b>	<b>430</b>	<b>515</b>	<b>560</b>	<b>580</b>	<b>595</b>	<b>660</b>	<b>720</b>	<b>760</b>	<b>760</b>	<b>760</b>

**Tabela 3.1-2**  
**Composição da Mão de Obra por Categoria em 2012**

Mão de Obra	Jan. 2012	Fev. 2012	Mar. 2012	Abril 2012	Mai 2012	Junho 2012	Julho 2012	Agosto 2012	Set. 2012	Out. 2012	Nov. 2012	Dez. 2012
Encarregados	40	40	40	35	30	30	15	15	15	10	10	10
Especializados	230	210	210	180	140	130	60	40	40	35	35	25
Serventes	460	440	410	360	310	220	200	170	110	110	70	70
Nível Universitário	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5
<b>Totais</b>	<b>740</b>	<b>700</b>	<b>670</b>	<b>585</b>	<b>490</b>	<b>390</b>	<b>280</b>	<b>230</b>	<b>170</b>	<b>160</b>	<b>120</b>	<b>110</b>

**Tabela 3.1-2**  
**Composição da Mão de Obra por Categoria em 2013**

Mão de Obra	Janeiro 2013	Fevereiro 2013	Março 2013	Abril 2013	Mai 2013	Junho 2013
Encarregados	10	8	8	5	5	3
Especializados	25	20	20	10	10	7
Serventes	70	48	48	31	31	28
Nível Universitário	5	4	4	4	4	2
<b>Totais</b>	<b>110</b>	<b>80</b>	<b>70</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>40</b>

### **3.2) Fase de Operação**

Nos primeiros 6 meses a partir da entrada em operação da terceira unidade geradora prevê-se a permanência média de 30 pessoas no canteiro, para a desmobilização do canteiro de obras e recuperação das áreas degradadas. Durante a fase de operação prevê-se no máximo 25 pessoas na Usina.

## **4) HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO**

### **4.1) Processos de Licenciamento Ambiental**

Em 1989, o CNEC desenvolveu os primeiros estudos ambientais para o AHE Couto Magalhães, considerando um reservatório na cota 647,00 m. Todavia estes estudos não foram concluídos.

Os estudos necessários para a elaboração do EIA/RIMA do AHE Couto Magalhães foram contratados pela ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. em 1998, junto à empresa PROGEA – Engenharia e Estudos Ambientais. Estes estudos foram desenvolvidos igualmente considerando o reservatório na cota 647,00m.

A ELETRONORTE encaminhou o EIA/RIMA ao IBAMA através da carta CE-EAM-101-98, de 03 de dezembro de 1998, solicitando a sua aprovação e emissão da correspondente Licença Prévia – LP.

O IBAMA realizou a análise do EIA/RIMA com a participação dos órgãos ambientais estaduais do Mato Grosso – FEMA e de Goiás – Agência Ambiental de Goiânia.

Posteriormente foram realizadas duas audiências públicas, uma em Alto Araguaia/MT, em 12 de junho de 1999, e outra em Santa Rita do Araguaia/GO, em 20 de agosto de 1999.

Com base na análise do EIA/RIMA efetuada pelo IBAMA, pela FEMA/MT e pela Agência Ambiental de Goiânia, e tendo em conta o resultado das audiências públicas realizadas, o IBAMA emitiu o ofício nº 1499/99 de 25 de outubro de 1999, solicitando uma série de informações complementares ao EIA/RIMA apresentado. O IBAMA, na mesma ocasião, solicitou também que a ELETRONORTE apresentasse um estudo contemplando o rebaixamento do reservatório para a cota 627,00m.

Em 24 de abril de 2000, a ELETRONORTE encaminhou ao IBAMA um relatório complementar ao EIA/RIMA, elaborado pela própria empresa e pela PROGEA – Engenharia de Estudos Ambientais, respondendo a parte dos quesitos formulados no supracitado Ofício do IBAMA.

Já em 2001, mais precisamente a 29 de março, a ELETRONORTE encaminhou ao IBAMA um novo relatório, denominado UHE Couto Magalhães – Estudos Complementares, com uma revisão do estudo ambiental, considerando o empreendimento na cota 620,00 m, com potência instalada de 150MW e contemplando uma vazão residual de 1m<sup>3</sup>/s, sendo esta a configuração do projeto do AHE Couto Magalhães que foi objeto da licitação para a concessão.

Em 9 de agosto de 2001, atendendo a uma solicitação da ANEEL, o IBAMA, através do Ofício nº356/2001 informou que os estudos entregues não atendiam na íntegra os quesitos que haviam sido solicitados anteriormente.

Em 11 de outubro de 2001 o IBAMA encaminhou o Ofício nº448/01 à ANEEL, informando as complementações ainda requeridas; este Ofício é parte integrante da documentação do leilão que definiu a Concessionária do AHE Couto Magalhães.

Em 30 de novembro foi realizado o Leilão nº004/2001, cujo vencedor foi o Consórcio Ener-Rede Couto Magalhães. Em 23 de abril de 2002 foi assinado o Contrato de Concessão nº021/2002 com a ANEEL.

Após a assinatura do Contrato de Concessão o Consórcio Ener-Rede Couto Magalhães, em face das exigências ambientais do IBAMA, realizou estudos ambientais, energéticos e de engenharia, visando encontrar uma solução viável para o empreendimento, garantindo um equilíbrio aceitável entre o meio ambiente, a produção de energia e o valor do investimento. Esta solução, que em seus princípios básicos prevalece até hoje, foi apresentada ao IBAMA em 16 de dezembro de 2002.

Subsequentemente o Consórcio Ener-Rede Couto Magalhães prosseguiu com os trabalhos complementares de campo e de escritório necessários para a conclusão do novo EIA/RIMA para a alternativa apresentada ao IBAMA. Este EIA/RIMA foi protocolado junto ao IBAMA em 30 de setembro de 2003.

Todavia, pouco antes da conclusão do EIA/RIMA, o IBAMA encaminhou ao Consórcio Ener-Rede Couto Magalhães um novo Termo de Referência para a elaboração do EIA/RIMA, exigindo a realização de estudos de avaliação ambiental integrada de toda a Bacia do rio Araguaia, o que no entendimento do Consórcio, era incompatível com as instruções do próprio IBAMA durante a fase do leilão. No final de 2003 todos os trabalhos foram paralisados.

Em 03 de dezembro de 2007, a ANEEL, através do Ofício nº 2112/2007-SGH/ANEEL, confirmou ao IBAMA a anuência da ANA com relação à vazão sanitária de 2m³/s, proposta pelo Consórcio para atender a demanda dos recursos hídricos no Trecho de Vazão Reduzida. No mesmo ofício a ANEEL solicitou ainda um posicionamento do IBAMA e a definição dos procedimentos subsequentes para o Licenciamento Ambiental.

Em 06 de maio de 2008, o Consórcio e o MME em reunião com o IBAMA, acordaram que o Consórcio solicitaria pelo SISLIC a abertura de um novo processo administrativo, visando à retomada do Processo de Licenciamento Ambiental do AHE Couto Magalhães. A abertura do Processo foi concluída em 30 de maio de 2008, sendo o número de acompanhamento: 2008.05.007.0031076.

A apresentação do atual projeto do AHE Couto Magalhães para a equipe do IBAMA foi realizada nos escritórios do IBAMA em 10 de setembro de 2008.

Uma reunião para discussão do Plano de Trabalho com o IBAMA foi realizada em 7 de outubro de 2008 e a vistoria do local foi realizada nos dias 14 a 16 de outubro de 2008.

Após diversas reuniões, o IBAMA aprovou o Plano de Trabalho da Fauna Silvestre e Aquática em 2 de fevereiro de 2009. Em 6 de fevereiro de 2009 foi protocolada a Solicitação de Licença de Captura, Coleta e Transporte de Fauna necessária para a elaboração do EIA/RIMA.

Em 24 de março de 2009, o IBAMA emitiu a Autorização para Captura / Coleta / Transporte / Exposição de Fauna nº 62/2009/CGFAP, permitindo assim a realização das campanhas de fauna.

Após diversas reuniões o IBAMA emitiu o Termo de Referência final para a elaboração do EIA/RIMA em 20 de abril de 2009.

## 4.2) Estudos Correlatos ao Estudo de Impacto Ambiental

Os estudos de Inventário Hidrelétrico da bacia do Alto Araguaia foram iniciados em 1972 através de um contrato celebrado entre as Centrais Elétricas Brasileiras, S.A. (ELETROBRÁS) e o CNEC - Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores, S.A. Em 1973, com a criação das Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A., esta empresa passou a ser o agente executor do contrato.

Nestes estudos de inventário, o AHE Couto Magalhães foi analisado considerando cinco alternativas, tendo os subseqüentes Estudos de Viabilidade recomendado um barramento na cota 645,00 m aproximadamente 1.000 m a montante da cachoeira. A casa de força a céu aberto era equipada com três unidades geradoras com potência unitária de 53,4 MW, totalizando nesta fase 160 MW. A galeria de desvio e o vertedouro eram localizados na margem esquerda. As demais estruturas eram constituídas por um canal de adução com 5.200 m na margem esquerda, tomada d'água e três condutos forçados.

Em 1977, foi desenvolvido o primeiro Projeto Básico, que previa uma usina com capacidade instalada de 120 MW e o reservatório na cota 628,00 m com uma área de 16km<sup>2</sup>. O arranjo preconizado considerava uma barragem de terra com 1.040 m de comprimento e altura máxima de 32,5 m, um vertedouro de superfície com 3 vãos, uma tomada d'água com 4 blocos, 4 condutos forçados e 4 unidades geradoras equipadas com turbinas Francis de 30 MW cada. A interligação do reservatório com a tomada d'água era feita por um canal de adução com 1.980 m de comprimento.

Em 1979, foi desenvolvido um novo Projeto Básico, mantendo inalterada a localização do aproveitamento. A usina projetada com uma potência de 220 MW, com o nível d'água do reservatório na cota 645,00 m e com uma área de 44,2 km<sup>2</sup>. Nesta solução optou-se por uma barragem de terra com 1.754 m de comprimento e altura máxima de 51 m. Inserido no corpo da barragem, estava um vertedouro do tipo tulipa e um descarregador de fundo. Para descarga existiam duas galerias de desvio com 5 m de largura por 7 m de altura cada. A adução era feita por duas tomadas d'água tipo torre, de seção octogonal, cada uma possuindo 4 aberturas de alimentação e 2 túneis de adução. A casa de força seria subterrânea com 4 unidades geradoras equipadas com turbinas Francis de 55 MW cada. A restituição se faria através de um túnel de fuga com 5.912 m de comprimento.

Em 1989, a partir das novas observações hidrometeorológicas e hidrográficas da bacia do Alto Araguaia, foi revisado todo o estudo considerando uma série mais ampla de vazões máximas anuais (24 anos de observação) e um estudo da Cheia Máxima Provável (CMP) a partir de alternativas de composição de Precipitação Máxima Provável (PMP). O arranjo geral era constituído por uma tomada d'água composta por duas torres que alimentavam um túnel adutor cada uma, conduzindo a água até a casa de força subterrânea, onde uma bifurcação em dois condutos permitia a alimentação de 2 unidades geradoras para cada um dos túneis adutores.

O barramento, com coroamento na cota 650,00 m - (N.A. do reservatório na cota 647,00 m), tinha 1.679 m de comprimento, incluindo o vertedouro de superfície de 3 comportas. O escoamento do vertedouro era efetuado sobre um rápido com cerca de 76 m, liberando o jato para o leito do rio em regime torrencial, onde iria se processar a dissipação de parte da energia até atingir a cachoeira, 220 m a jusante.

A casa de força era equipada com quatro unidades geradoras com potência de 55 MW cada, ou seja, com potência instalada total de 220 MW. Os tubos de sucção seriam conectados a uma câmara de restituição e esta, por sua vez, a um túnel de fuga com 5.900 m de comprimento.

A partir do pedido do IBAMA de um estudo contemplando o rebaixamento de reservatório para a

cota 627,00 m, em abril de 2000 foram iniciados os estudos para a reavaliação da queda do rio Araguaia no trecho compreendido entre a confluência do córrego Rico (cota 470,00 m) e as cidades de Alto Araguaia/MT e de Santa Rita do Araguaia/GO (cota 647,00 m). As análises efetuadas recomendaram o AHE Couto Magalhães na cota 620,00 m, uma vez que o mesmo não interferiria com as Usinas Carlos Hungueney e Filinto Mueller existentes, bem como com a Cachoeira de Alto Araguaia, e devido a menor dimensão do reservatório minimizaria os impactos causados no meio ambiente.

A partir deste estudo de reavaliação de queda, foi desenvolvido o Estudo de Viabilidade o qual deu origem à concessão outorgada pelo Decreto Presidencial de 2 de Abril de 2002, publicado no Diário Oficial de 3 de Abril de 2002.

Visando aumentar a vazão residual no período de estiagem no Trecho de Vazão Reduzida, o Consórcio Ener-Rede Couto Magalhães refez todos os estudos topográficos, energéticos, ambientais e de engenharia e apresentou os mesmos a ANEEL e ao IBAMA em dezembro de 2002.

A configuração final, com potência instalada de 150 MW e reservatório na cota 623,00 m (4,00 m abaixo da cota solicitada pelo IBAMA) define uma vazão residual de 2 m<sup>3</sup>/s no período de estiagem.

Encontra-se em elaboração pela EPE – Empresa de Pesquisa Energética um estudo de Avaliação Ambiental Integrada da bacia do Rio Araguaia e uma reavaliação da divisão de queda da bacia, mantendo o médio Rio Araguaia sem a instalação de Usinas Hidrelétricas. Os estudos conforme o planejamento deverão ser concluídos até o final de 2009.

## **5) ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS**

### **5.1) Alternativas Tecnológicas**

#### **5.1.1) Considerações Gerais**

A título de compreensão global do papel do AHE Couto Magalhães no contexto da expansão do parque gerador nacional, apresenta-se uma avaliação a nível de planejamento, de algumas alternativas tecnológicas que tem sido consideradas nos últimos tempos pelo Setor Elétrico.

A opção pelas usinas hidrelétricas foi até então a trajetória tecnológica escolhida pelo Brasil em função da ampla disponibilidade de potenciais hidráulicos a custos não muito elevados e, também, pela relativa escassez de combustíveis fósseis.

Ainda hoje, apesar do estímulo às térmicas a gás, a participação das fontes hidrelétricas como fontes primárias para a geração de energia elétrica no Brasil alcança cerca de 71%.

A região Sudeste ainda detém a maior parcela da capacidade instalada de geração, com destaque para a Bacia Hidrográfica do rio Paraná.

A apresentação das informações sobre as alternativas tecnológicas foi embasada nos dados e informações do “Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017” elaborado pela EPE – Empresa de Pesquisa Energética, vinculada ao Ministério de Minas e Energia – MME. Alguns textos apresentados são transcrições diretas do Plano Decenal, não tendo sido grifados, a não ser quando da indicação de fontes de referência de quadros e figuras.

## 5.1.2) A Matriz Energética Brasileira

A capacidade instalada por tipo de usina do parque gerador existente do Setor Elétrico Brasileiro – SEB em 31/12/2007, composto pelos aproveitamentos existentes, incluindo os empreendimentos que compõe os Sistemas Isolados, bem como a parcela de Itaipu importada do Paraguai, é apresentada no **Quadro 5.1.2-1**.

**Quadro 5.1.2-1**  
**Empreendimentos Existentes em 31/12/2007, incluindo todos os sistemas isolados**

Fonte	Nº Usinas	MW	Estrutura %
Hidrelétrica	669	76.400	71,2
Gás	108	11.344	10,6
Petróleo	596	4.475	4,2
Biomassa	289	4.113	3,8
Nuclear	2	2.007	1,9
Carvão Mineral	7	1.415	1,3
Eólica	16	247	0,2
<b>Potência Instalada</b>	<b>1.687</b>	<b>100.001</b>	<b>93,2</b>
Importação Contratada <sup>1</sup>		7.250	6,8
<b>Potência Disponível</b>		<b>107.251</b>	<b>100,0</b>

Legenda (1)= Paraguai Itaipu – 7.000 MW; Paraguai ANDE – 50 MW; Venezuela – 200 MW. Fonte: MME

## 5.1.3) Energia Hidrelétrica

### 5.1.3.1) Usinas Hidrelétricas

A fonte hidrelétrica possui grande vantagem competitiva no país, por se tratar de um recurso renovável e passível de ser implementado e atendido pelo parque industrial brasileiro com mais de 90% de bens e serviços nacionais. Além de que, ao possuir uma das mais exigentes legislações ambientais do mundo, é possível ao Brasil garantir que as hidrelétricas sejam construídas, atendendo aos ditames do desenvolvimento sustentável. Neste sentido, destaca-se a realização de vários estudos de Avaliação Ambiental Integrada em diversas bacias hidrográficas, que tem como objetivo identificar e avaliar os efeitos sinérgicos e cumulativos resultantes dos impactos ambientais ocasionados pelo conjunto de aproveitamentos hidrelétricos em uma bacia hidrográfica.

A grande dificuldade para se estabelecer cenários mais robustos para a expansão com usinas hidrelétricas é a falta de informações sobre o potencial inexplorado em termos de custos e desenvolvimento do aproveitamento ótimo dos recursos hídricos.

O potencial Hidrelétrico Brasileiro por Bacia Hidrográfica em MW, de acordo com a SIPOT – Julho 2008 é apresentado na **Tabela 5.1.3.1-1**.

**Tabela 5.1.3.1-1**  
**Potencial Hidrelétrico por Bacia Hidrográfica em MW**

Bacia	Amazonas	Tocantins	Atl.Norte e Nordeste	São Francisco	Atl. Leste	Paraná	Uruguai	Atl. Sudeste	Totais por estágio
Remanescente	17.919	1.846	525	760	784	3.697	12	996	<b>26.539</b>
Individualizado	40.017	128	182	907	704	2.946	862	1.090	<b>46.836</b>
<b>Total Estimado</b>	<b>57.937</b>	<b>1.974</b>	<b>707</b>	<b>1.667</b>	<b>1.489</b>	<b>6.643</b>	<b>874</b>	<b>2.086</b>	<b>73.375</b>
Inventário	13.362	7.095	1.607	7.319	5.757	7.859	4.825	1.638	<b>49.461</b>
Viabilidade	18.807	3.738	6	6.140	895	2.432	1.017	2.218	<b>35.253</b>
Projeto Básico	1.342	292	56	141	1.127	2.792	1.048	527	<b>7.326</b>
Construção	434	1.376	0	82	658	1.816	1.118	388	<b>5.872</b>
Operação	906	11.618	317	10.543	4.091	40.274	4.705	2.954	<b>75.408</b>
Total Inventariado	34.852	24.119	1.987	24.224	12.527	55.173	12.713	7.725	<b>173.320</b>
<b>Totais por Bacia Hidrográfica</b>	<b>92.788</b>	<b>26.093</b>	<b>2.694</b>	<b>25.891</b>	<b>14.016</b>	<b>61.816</b>	<b>13.586</b>	<b>9.811</b>	<b>246.695</b>

Fonte: SIPOt Julho de 2008.

Em 31 de dezembro de 2007 encontravam-se em operação 106 usinas hidrelétricas com capacidade instalada total de 73.776 MW (considerando só a parte brasileira da UHE Itaipu). A diferença com relação da tabela SIPOt é constituída por PCH's.

Existem ainda projetos de 19 usinas hidrelétricas com 17.187 MW de capacidade instalada que aguardam licenciamento ambiental e/ou aprovação da ANEEL para serem licitados.

Outros 73 projetos de usinas hidrelétricas com 12.393 MW de potência instalada encontram-se com seus estudos de viabilidade em fase de conclusão, devendo ser submetidos a ANEEL em 2008/2009.

Para a atualização do potencial hidrelétrico brasileiro, e fazê-lo atendendo aos novos paradigmas, principalmente de ordem socioambiental, foi definida pela EPE a realização de estudos de bacias hidrográficas com o fim de determinar, mais detalhadamente, o potencial de geração de energia elétrica. As seguintes bacias encontram-se em estudo conforme a **Tabela 5.1.3-2**.

**Tabela 5.1.3-2**  
**Bacias Hidrográficas em Estudo e seu Potencial de Geração**

Bacia	Potencial (MW)
Branco	2.000
Trombetas	3.000
Aripuanã	3.000
Jari	1.100
Sucunduri	650
Tibagi	1.290
Turuena	5.000
Araguaia	2.000
<b>TOTAL</b>	<b>18.040</b>

Fonte: Plano Decenal 2008/2017 - EPE

Estes estudos de inventário indicarão os novos empreendimentos a serem considerados nos ciclos futuros de planejamento decenal.

### **5.1.3.2) Pequenas Centrais Hidrelétricas**

As Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH's, são caracterizadas por usinas hidrelétricas com potência instalada superior a 1MW e igual ou inferior a 30MW, sendo destinadas à produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma. Os seus reservatórios devem ter área inferior a 3,0 km<sup>2</sup>, ou, no caso da área do reservatório ser maior que 3,0 km<sup>2</sup>, deve ser respeitada a potência que atenda a seguinte inequação:

$A \leq 14,3 \times P/H_b$  onde:

A = área do reservatório em km<sup>2</sup>

P = potência elétrica instalada em MW

H<sub>b</sub>= queda bruta em m, definida pela diferença entre os níveis d'água máximo normal de montante e normal de jusante

Neste caso, deve ser respeitado o limite máximo de 13,0 km<sup>2</sup> de área do reservatório e a potência de 30,0 MW (Resolução ANEEL n° 652 de 09/12/2003)

Em 31 de dezembro de 2007 existiam no Brasil 292 PCH's em operação, somando 1819 MW ao Sistema Nacional.

Estas usinas representam um tipo de expansão hidráulica amplamente utilizado no país. A atratividade das PCH's fundamenta-se, principalmente, por suas características de menor impacto ambiental, quando vistas isoladamente, menor volume de investimentos, prazo de maturação mais curto e tratamento incentivado pela regulamentação vigente. Nesse sentido, uma característica das PCH's é a dispensa de licitação para obtenção da concessão, bastando o empreendedor obter autorização da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Acrescentam-se a esta atratividade mecanismos de incentivo tais como: isenção de pagamento de Uso de Bem Público – UBP; isenção da obrigação de aplicar anualmente, o montante de no mínimo 1% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico; isenção relativa à compensação financeira paga aos Estados e Municípios pela utilização dos recursos hídricos; a possibilidade de comercializar de imediato a energia elétrica produzida com consumidores cuja carga seja maior ou igual a 500 kW; a possibilidade de sub-rogação da CCC (Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis) para empreendimentos instalados nos sistemas isolados e a redução de, no mínimo, 50% no pagamento dos encargos por uso das redes de transmissão e distribuição.

Além das PCH's existiam ainda em dezembro de 2007, 219 Centrais de Geração Hidráulica (CGH's) somando aproximadamente 115,0 MW. A capacidade de geração de uma CGH é inferior a 1MW.

### **5.1.4) Energia Termelétrica**

#### **5.1.4.1) Termelétricas a Gás Natural**

Entre as fontes de recursos para a produção de energia primária que compõe a matriz energética brasileira, o gás natural foi uma das de maior crescimento percentual, passando de 5,8% em 1990 para 10,6% em fins de 2007.

Em dezembro de 2007 existiam 108 usinas termelétricas movidas a gás natural com uma capacidade instalada de 11.344 MW.

O deslocamento de combustíveis fósseis líquidos, com acentuadas características poluidoras, trouxe melhorias ao meio ambiente, principalmente em regiões industriais de grande concentração urbana. Outra vantagem importante foi a melhoria nos processos e produtos de alguns segmentos industriais que requerem energia de queima mais eficiente e limpa.

O crescimento da termogeração a gás natural também trouxe benefícios importantes ao sistema elétrico do país, tanto em termos energéticos, para aumentar as garantias do sistema gerando eletricidade quando há maiores riscos de geração hidrelétrica futura, quanto em termos de estabilidade do sistema elétrico, pois as termelétricas a gás podem ser instaladas próximas aos centros de carga, contribuindo para a estabilização dos níveis de tensão.

Entretanto, apesar de grande crescimento da oferta e da demanda de gás natural no país nos últimos anos, com taxa média de crescimento de 14,3% ao ano (de 2000 a 2007), a indústria de gás natural enfrenta atualmente um período transitório de oferta limitada de gás, situação esta que poderá ser superada no futuro, quando algumas questões forem resolvidas, como por exemplo, a conclusão da construção de gasodutos, em curso ou em projeto e a confirmação de importantes reservas de gás natural, nas bacias marítimas na região do pré-sal, uma faixa litorânea que se estende da costa do Espírito Santo à Santa Catarina.

O Brasil ainda utilizará como fonte de gás projetos de importação de GNL – Gás Natural Liquefeito. Este modal de suprimento de gás natural é utilizado principalmente para:

- Complemento da demanda de gás com fornecimento de base
- Viabilizar estratégias a serem adotadas nas crises de abastecimento de gás
- Abastecer sistemas com grandes variações de consumo (picos sazonais), como é o caso de parques termelétricos flexíveis, reduzindo os investimentos em gasodutos.

Ressalta-se ainda, que a termelétricidade a gás natural foi também contemplada sob a forma de cogeração nos diversos setores da economia, com destaque para as aplicações na indústria, comércio, serviços e agricultura.

#### **5.1.4.2) Termelétricas a Biomassa**

No Brasil existe um potencial expressivo para geração de energia elétrica a partir de biomassa, a chamada “bio-eletricidade”, produzida especialmente a partir de resíduos da indústria sucroalcooleira, sobretudo o bagaço da cana-de-açúcar.

A exploração deste potencial traz benefícios para o meio ambiente, por se tratar de uma fonte de energia renovável (bagaço e palhas da cana-de-açúcar), além de contribuir para a modicidade tarifária, por se tratar de uma geração termelétrica de baixo custo, com tecnologia dominada, e que pode ser disponibilizada em prazos relativamente curtos, com equipamentos fabricados no país.

Embora a oferta desta biomassa seja sazonal, como o período natural de safra de cana-de-açúcar (maio – novembro no Sudeste) coincide com o período de estiagem na região Centro-Sul, esta geração termelétrica pode complementar a geração hidrelétrica. Outra vantagem é que grande parte deste potencial localiza-se próximo aos grandes centros de consumo, não acarretando assim altos custos de transmissão e/ou conexão às redes de distribuição em baixa tensão, além de redução de perdas.

Ademais, o setor sucroalcooleiro encontra-se em uma fase muito peculiar, pois os sistemas de vapor de muitas usinas construídas para o Programa Nacional de Álcool – PROÁLCOOL estão no fim de sua vida útil. Assim, nos próximos anos, muitas usinas deverão se reequipar, podendo instalar sistemas mais eficientes, permitindo a geração de energia elétrica excedente para o Sistema Interligado Nacional.

Para que este processo seja potencializado, é preciso que haja condições para a comercialização desta energia elétrica nos ambientes regulado e livre (ACR e ACL). Outro fator preponderante para viabilizar esse potencial de energia elétrica são as linhas de crédito específicas que tem sido recentemente disponibilizadas para o financiamento desses empreendimentos.

Segundo informações mais recentes, o parque da agroindústria canavieira nacional possui, até julho de 2008, 393 usinas em atividade, sendo 313 na região Centro-Sul e 80 na região Norte-Nordeste, e ainda conta com 91 projetos em fase de implantação e desenvolvimento e 23 em estudo, até o ano de 2010. A produção de cana em 2007 foi cerca de 500 milhões de toneladas e estima-se atingir cerca de 1075 milhões de toneladas em 2017, o que representa um crescimento médio nacional da ordem de 8% a.a neste período, denotando um relevante potencial para o planejamento da expansão do setor energético.

O Brasil tem incentivado o aproveitamento desse potencial. Além do PROINFRA, tem-se como exemplo o Leilão de Energia de Reserva (LER), organizado para compra de energia produzida a partir da biomassa, principalmente bagaço de cana-de-açúcar. O objetivo é aumentar a segurança e a garantia de fornecimento de energia elétrica ao SIN.

#### **5.1.4.3) Termelétricas a Carvão**

O Brasil possui importantes reservas de carvão mineral, de cerca de 32 bilhões de toneladas (BEN –Balanço Energético Nacional), localizadas em sua maior parte (89%) no Rio Grande do Sul, nas regiões de Candiota, Baixo Jacuí e litoral.

Sob a ótica do potencial de geração de energia elétrica, observa-se que, se for considerado um fator de recuperação das minas de 60%, um percentual aproveitável de 50%, um fator de capacidade média de 55% e uma eficiência de 35%, as reservas nacionais de carvão seriam suficientes para suprir termelétricas que totalizam 28.000 MW, durante 100 anos.

Na região Sul do Brasil, já existem 7 usinas termelétricas em operação com capacidade instalada de 1.415 MW. Além destas usinas, já se encontra em fase de construção a usina de Candiota III com 350 MW de capacidade instalada.

Existem ainda as usinas Termomaranhão e MPX em construção na região Norte/Nordeste com 1050 MW de capacidade instalada. Estas duas usinas irão operar com carvão mineral importado.

Encontram-se em fase de estudos de viabilização técnica, econômica e socioambiental mais 14 usinas, totalizando uma potência instalada de 6.959 MW, que poderiam ser disponibilizadas no médio prazo para o sistema.

#### **5.1.4.4) Termelétricas a Óleo Combustível**

Nos últimos anos as exportações nacionais de óleo combustível têm se mantido em constante crescimento, verificando-se entre 2002 e 2006 um aumento da ordem de 38%. Destas exportações, 95% é destinado aos mercados Norte Americano e da região Ásia – Pacífico.

Destaca-se que no ano de 2006 foram exportados aproximadamente 7 milhões m<sup>3</sup>. (ABRAGET e ANP 2008).

Atualmente encontram-se em operação 9 termelétricas a óleo combustível com 1.022,3 MW de capacidade instalada, ligadas ao SIN.

Existem ainda 40 usinas termelétricas a óleo combustível em construção ou contratadas com capacidade instalada de 7.500 MW. Com esta perspectiva de incremento na demanda de óleo combustível para termelétricidade, a partir de 2014 a oferta de óleo combustível passará a ser inferior à demanda, configurando um cenário de importação líquida.

Observa-se também, que essas novas usinas foram contratadas na modalidade de disponibilidade de energia. Isto significa que as mesmas operarão em regime de complementação hidrotérmica, o que possibilita a utilização de volumes de água dos reservatórios que poderiam ser vertidos se tais usinas não existissem, havendo a expectativa de baixos valores de geração. Este fato também influencia sobremaneira as emissões atmosféricas, salientando-se que o índice de emissão dessas usinas a óleo combustível é inferior ao de outras termelétricas, como, por exemplo, as de carvão mineral e coque.

#### **5.1.5) Energia Nuclear**

Em 1968 o Governo Brasileiro decidiu ingressar no campo da produção da energia nucleoeletrica, com o objetivo primordial de propiciar ao setor elétrico a oportunidade de conhecer esta moderna tecnologia e adquirir experiência para fazer frente às possíveis necessidades futuras. Como naquela época já estava prevista uma complementação termelétrica na área do Rio de Janeiro, foi decidida a construção da usina ANGRA 1 e em 1975 foi concretizada a aquisição das usinas ANGRA 2 e 3.

As usinas ANGRA 1 e 2, com uma potência instalada total de 2007 MW entraram em operação comercial em 1985 e 2000 respectivamente.

A construção de ANGRA 3 está sendo retomada somente agora e tem previsão de entrada em operação em 2014.

#### **5.1.6) Energia Eólica**

O potencial eólico brasileiro para aproveitamento energético tem sido objetivo de estudos e inventários desde a década de 1970, que culminaram com a publicação, em 2001, do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. O Atlas apontou a existência de áreas com regimes médios de vento, propícios a instalação de parques eólicos, principalmente nas regiões Nordeste (144 TWh/ano) e Sul e Sudeste do país (96,04 TWh/ano).

Em dezembro de 2007 o Brasil contava com 16 parques eólicos com capacidade total instalada de 247 MW.

O principal incentivo a esta fonte de energia foi instituído por meio da lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, que foi um marco no arcabouço regulatório do setor elétrico, ao criar o PROINFRA, cujo objetivo é aumentar a participação de energia elétrica produzida a partir de fontes alternativas (eólica, pequenas centrais hidrelétricas – PCH's e biomassa) de geração de energia elétrica.

Estima-se que a participação de energia eólica na matriz energética brasileira deverá crescer de 2,0% em maio de 2008 para 3,8% em dezembro de 2017.

### **5.1.7) Eficiência Energética**

Programas que visam a melhoria da eficiência de geração de energia, a confiabilidade e a segurança operacional das usinas geradoras, certamente podem agregar relativamente pouco em termos de garantia física do sistema, mas podem contribuir muito para o atendimento da demanda máxima nas horas do pico do consumo.

Este tipo de programa certamente possui 3 vertentes que podem ser exploradas pelo setor energético nacional:

- Repotenciação das usinas em operação há mais de 25 anos, visando gerar ganho de potência e de rendimento
- Modernização das usinas, visando melhorar a eficiência da geração de energia, a confiabilidade e a segurança operacional
- Otimização do consumo de energia, visando a redução drástica de perdas, em função de uso de equipamentos com adequada eficiência energética pelos consumidores

A partir da crise energética no início da década, todas estas vertentes estão sendo exploradas pelos concessionários de geração e de distribuição e mesmo pelos consumidores. Todavia os resultados que poderão ser alcançados no médio e longo prazo continuarão sendo muito marginais.

### **5.1.8) Conclusões sobre as Alternativas Tecnológicas**

Com base no panorama exposto pode-se notar que a alternativa hidrelétrica ainda é altamente atrativa, tanto do ponto de vista técnico e econômico, como estratégico e ambiental, principalmente considerando-se que no caso do AHE Couto Magalhães a razão entre a área inundada e a potência instalada é de aproximadamente 0,06 km<sup>2</sup>/MW, o que é um valor muito baixo, considerando a média brasileira de 0,49 km<sup>2</sup>/MW.

Mesmo com o aumento previsto da participação termelétrica, o montante adicionado ainda é marginal em relação ao potencial de desenvolvimento da hidreletricidade. Isto fica cada vez mais claro, se considerarmos que atualmente a indústria de gás natural enfrenta um período transitório de oferta limitada de gás.

A expansão da utilização de energia nuclear é muito lenta, prevendo-se hoje a operação de ANGRA 3 somente para 2014.

O papel das Fontes Alternativas de Energia continua associado, pelo menos para a próxima década, a aspectos estratégicos e complementares. A experiência vivida pelos países mais desenvolvidos aponta para a necessidade de incentivos para tornar as Fontes Alternativas de Energia competitivas com as fontes convencionais.

No caso brasileiro, este aspecto se veste de maior gravidade pelo baixo custo da energia da base hidráulica, hoje com um conjunto importante de usinas amortizadas, e, pela incorporação do gás natural à base térmica com custos bastante interessantes.

Tendo em vista os aspectos analisados, ainda por algumas décadas o Brasil deveria dar continuidade ao programa hidrelétrico, sem o qual não se pode assegurar o desenvolvimento econômico, que tem na energia barata e abundante, um motor fundamental.

## **5.2) Alternativas Locacionais**

A escolha de alternativas em relação à localização de uma usina hidrelétrica envolve vários aspectos, sendo os mais importantes aqueles relacionados com a bacia hidrográfica, os impactos ambientais, a escolha de eixos e o mercado.

No caso do AHE Couto Magalhães, foram realizados, a partir de 1972, diversos estudos, incluindo Inventário Hidrelétrico do trecho montante do rio Araguaia, Estudos de Viabilidade e Projetos Básicos que analisaram e revisaram a questão locacional da barragem e da casa de força.

A escolha do nível d'água do reservatório deve ser também tratada como alternativa locacional, tendo em vista que a abrangência territorial da inundação e os limites de influência do reservatório são determinados tanto pela localização da barragem como pelo nível d'água escolhido.

A seguir são resumidos os principais estudos realizados ao longo do tempo, destacando as alternativas locacionais escolhidas em cada caso.

### **5.2.1) Estudos de Inventário Hidrelétrico do Alto Araguaia (1972/1973)**

Os estudos de Inventário Hidrelétrico da bacia do alto curso do rio Araguaia tiveram início em 1972, contratados pela Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS. Posteriormente, com a criação da Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - ELETRONORTE em 1973, esta passou a ser o agente executor do Contrato.

O trecho do rio Araguaia estudado neste inventário abrangeu uma extensão de cerca de 530 km (da nascente até a cidade de Araguaiana), drenando uma área de 50.930 km<sup>2</sup> e concentrando um desnível de 370,00 m.

Dos 10 locais de possíveis barramentos identificados na fase preliminar dos estudos (pré-inventário), 4 foram selecionados para serem desenvolvidos a nível de Inventário, tendo-se chegado a uma potência total instalada para o trecho de 920 MW, sendo 180 MW para o Aproveitamento Hidrelétrico Couto Magalhães.

O Aproveitamento de Couto Magalhães foi analisado considerando-se 5 alternativas, escolhendo-se finalmente a alternativa que previa um canal de adução de 5.200,00 m, condutos forçados de 1.200,00 m e uma casa de força a céu aberto com potência instalada de 147 MW. O projeto previa o aproveitamento de 136,00 m de queda natural num trecho de 9 km que, com a execução de uma barragem de 37,00 m de altura, totalizava uma queda para geração de 170,00 m (reservatório na cota 640,00 m e restituição na cota 470,00 m).

Ao longo dos diversos projetos que serão descritos a seguir, a localização da barragem e da restituição da casa de força se mantiveram, com pequenas variações, nos locais escolhidos nestes Estudos de Inventário.

Isto porque esta localização apresenta uma grande vantagem para a geração hidrelétrica, pela presença da Cachoeira Couto de Magalhães no rio Araguaia e das corredeiras a jusante, que permitem o aproveitamento de uma queda natural da ordem de 150,00 m.

### **5.2.2) Estudos de Viabilidade (1975/1976)**

Esta fase teve início com os estudos da pré-viabilidade, quando se procurou melhor definir o eixo a ser adotado, bem como a concepção e o arranjo geral das estruturas principais.

Desta maneira, foram estudadas três alternativas, sendo que as duas primeiras consideravam o reservatório na cota 645,00 m, diferenciando-se somente quanto ao local do eixo e concepção da estrutura do órgão extravasor. A terceira alternativa, denominada “a fio d’água”, visou apenas o aproveitamento da queda natural. Esta alternativa apresentava a vantagem da rapidez na construção, porém, ficava condicionada ao prazo de fornecimento dos equipamentos.

As duas primeiras alternativas tiveram prosseguimento a nível de viabilidade, caracterizando-se basicamente pela localização do eixo da barragem e da galeria de desvio da estrutura do vertedouro. As demais estruturas apresentavam as mesmas características, isto é, um longo canal de adução com cerca de 5.200,00 m situado na margem esquerda, estendendo-se até a estrutura da tomada d’água, com três condutos forçados de 1.260,00 m de comprimento. A casa de força estava equipada com três unidades geradoras com potência unitária de 53,3 MW, totalizando 160 MW.

A característica básica da primeira alternativa era o eixo localizado cerca de 1.000,00 m a montante da cachoeira, enquanto a segunda alternativa tinha o eixo do barramento mais próximo à cachoeira, cerca de 300,00 m a montante.

Das três alternativas estudadas, a primeira foi considerada a mais indicada, porém com recomendação para que na fase do Projeto Básico se realizassem estudos mais detalhados das condições de fundação na região do vertedouro.

### **5.2.3) Projetos Básicos (1977/1979/1989)**

#### **5.2.3.1) Projeto Básico de 1977**

Concebida para atender somente ao mercado consumidor da região norte do Estado de Mato Grosso, até meados da década de 80, a usina foi dimensionada com capacidade instalada de 120 MW, garantindo uma energia média anual de 42 MW médios. De início a usina deveria operar isoladamente, interligando-se no futuro às outras usinas da região.

O reservatório formado pelo barramento abrangia, na cota 628,00 m, uma área de 16 km<sup>2</sup>, com uma capacidade de acumulação de 148,5 milhões de metros cúbicos. Este volume mostrava-se insuficiente para a regularização de vazões para longos períodos, mas possibilitava uma regularização para a absorção das flutuações diárias ou semanais impostas pela demanda.

O Aproveitamento compreendia uma barragem de terra com 1.040,00 m de comprimento e altura máxima de 32,50 m.

A tomada d’água, constituída por 4 aberturas de alimentação, estava ligada à casa de força por 4 condutos forçados de 2,70 m de diâmetro e 347,00 m de comprimento.

A interligação do reservatório com a tomada d’água processava-se através de um canal de adução de seção trapezoidal, com comprimento da ordem de 1.980,00 m.

A casa de força, com 4 unidades geradoras, estava equipada com turbinas do tipo Francis de 30 MW cada.

Neste caso, verificou-se a importância do mercado, que ao ser definido como limitado inicialmente ao norte do Estado do Mato Grosso, levou a uma concepção não otimizada do aproveitamento em relação ao recurso natural existente na cachoeira.

### **5.2.3.2) Projeto Básico de 1979**

Mantendo inalterada a localização do aproveitamento, neste estudo a usina foi projetada para operar isoladamente e atender ao mercado consumidor do Estado de Mato Grosso até 1990, com uma potência instalada de 220 MW, produzindo energia equivalente a 82 MW médios. A usina foi prevista para ser interligada ao Sistema de Furnas e, no futuro, a outras usinas da região.

Fundamentalmente, este arranjo divergia do anterior pela eliminação do canal de adução. Com o alteamento da barragem, tornou-se necessário deslocar o canal mais para a esquerda, sobre um longo trecho em folhelho.

As investigações realizadas durante a campanha de sondagens e ensaios revelaram que os parâmetros geotécnicos do folhelho não eram adequados para garantir a segurança do canal de adução. Isto levou a um novo arranjo das estruturas do aproveitamento, descrito a seguir.

Com o N.A. Máximo Normal na cota 645,00 m, o reservatório formado pelo barramento abrangia uma área de 44,2 km<sup>2</sup>, com uma capacidade de armazenamento de 651 milhões de m<sup>3</sup>.

O Aproveitamento compreendia uma barragem de terra com 1.754,00 m de comprimento e altura máxima de 51,00 m. Inserido no corpo da barragem, estava o conjunto dos órgãos extravasores.

As águas represadas eram então levadas às turbinas por meio de duas tomadas d'água tipo torre, através de 2 túneis de adução com 249 m de comprimento.

A casa de força passou a ser subterrânea, com 4 unidades geradoras equipadas com turbinas Francis de 55 MW cada.

A restituição das descargas provenientes dos 4 tubos de sucção processava-se através de um túnel de fuga com 5.912,00 m de comprimento.

Neste caso, uma condicionante geológico-geotécnica levou a abandonar o canal de encosta e a adução - restituição foram projetadas em túnel, mas sem variações significativas do local da barragem e do local de restituição da água estabelecidos nos estudos de Inventário Hidrelétrico.

### **5.2.3.3) Projeto Básico de 1989**

Este projeto difere do anterior no aprofundamento dos estudos hidrológicos e otimização das estruturas, sem variantes nos parâmetros locais.

Uma característica comum dos estudos e projetos realizados até o Básico de 1989 foi a limitada importância atribuída ao fator ambiental.

O tamanho do reservatório variou em função da necessidade de queda para gerar energia ou do volume de água para regularização, sendo considerados como contrapartida os custos da barragem, de aquisição de terras e de relocação de infraestrutura.

### **5.2.4) Estudos de Impacto Ambiental**

Os primeiros estudos ambientais, que não completaram o escopo de um EIA-RIMA, foram realizados em paralelo com o Projeto Básico de 1989. O primeiro EIA-RIMA foi elaborado em 1998 pela PROGEA para a ELETRONORTE.

Após a conclusão dos estudos de EIA-RIMA foram realizadas 2 audiências públicas, em Alto Araguaia/MT – 12/06/1999 e Santa Rita do Araguaia/GO – 20/08/1999, a partir das quais o IBAMA e a FEMA/MT, considerando as informações prestadas, solicitaram da ELETRONORTE, através do Ofício N° 1499/99, de 25/10/1999, uma complementação de informações.

Dentre as complementações solicitadas, figura o estudo do rebaixamento do reservatório do AHE Couto de Magalhães da cota 647,00 m para 627,00 m, considerando os aspectos ambientais e sócio-econômicos. Dentre eles destacam-se as usinas hidrelétricas Carlos Hugueney e Filinto Müller no rio Araguaia, a ponte da rodovia GO-461 sobre o rio Babilônia e a ponte da rodovia MT-100 sobre o ribeirão Claro, que seriam atingidas pelo reservatório.

### **5.2.5) Revisão dos Estudos de Inventário (2001)**

As observações dos órgãos ambientais ao Projeto Básico de 1989 mostraram claramente que a componente ambiental deveria ser incorporada no projeto desde a sua concepção e que era necessária uma revisão profunda dos estudos realizados.

Foi então elaborada uma revisão dos estudos de inventário do Alto Rio Araguaia, a montante da cota 470,00 m (restituição dos projetos anteriores para o AHE Couto Magalhães).

O trecho a jusante da cota 470,00 m até a cidade de Araguaiana, limite inferior dos estudos de inventário do Alto Araguaia de 1972/74 foi revisado em paralelo e concluído também em 2001 (Alto Araguaia - Revisão dos Estudos de Inventário - Engevix/DESENVIX).

A revisão de 2001 levou em conta os novos critérios da ANEEL para elaboração de estudos de inventário, que considera escolha de alternativa de divisão de queda por procedimento multiobjetivo, ponderando o índice custo-benefício econômico com um índice ambiental que leva em conta seis componentes-síntese do meio ambiente: ecossistemas terrestres, ecossistemas aquáticos, modos de vida, organização territorial, base econômica e populações indígenas (este último, quando aplicável). Considera também outros usos da água, além da produção de energia, na qualificação das alternativas de divisão de queda.

Os estudos desenvolvidos com base nesses critérios permitiram embasar a definição de uma alternativa de divisão de queda do rio Araguaia no trecho considerado, com os melhores méritos em termos técnicos, econômicos e ambientais.

Foram contempladas duas alternativas de divisão da queda. Uma alternativa, denominada A, foi constituída pelo AHE Couto Magalhães com o reservatório na cota 647,00 m e restituição na cota 470,00 m. Três aproveitamentos constituem a segunda alternativa, a saber:

- AHE Couto Magalhães, no mesmo local da alternativa A, porém, com reservatório na cota 620,00 m e restituição na cota 470,00 m;
- AHE Santa Rita, no rio Araguaia, com reservatório na cota 647,00 m e restituição na cota 623,00 m; e,
- AHE Boa Vista, no rio Babilônia, com reservatório na cota 647,00 m e restituição na cota 620,00 m.

O aproveitamento Couto Magalhães encontra-se na mesma localização dos estudos de inventário de 1972/74.

O Aproveitamento Santa Rita, previsto com potência instalada de 14 MW e energia firme de 6,9 MW-médios, está localizado no rio Araguaia, cerca de 1 km a jusante da cidade de Alto Araguaia

e a 2 km da cidade de Santa Rita do Araguaia.

O Aproveitamento Boa Vista, previsto com potência instalada de 8 MW e energia firme de 4,4 MW-médios, está localizado no rio Babilônia, a 6 km de sua foz no rio Araguaia, no Estado de Goiás, a cerca de 10 km a nordeste das cidades de Santa Rita do Araguaia/GO e Alto Araguaia/MT.

O Aproveitamento Couto Magalhães Baixo (reservatório na cota 620,00 m) é previsto com potência instalada de 188 MW e energia firme de 94,54 MWmédios.

Os aproveitamentos Couto Magalhães, Alto e Baixo, e Santa Rita, no rio Araguaia, estão situados em locais de queda localizada (cachoeira) e de vales encaixados, permitindo a execução de barragens com dimensões reduzidas e, portanto, com menor custo.

As observações locais e os levantamentos realizados mostram que as áreas dos reservatórios são basicamente ocupadas por pastos e raras capoeiras, com a vegetação ciliar restrita a faixas estreitas e descontínuas ao longo das principais drenagens. Os estudos energético-econômicos mostraram que a Alternativa B, com potência instalada 8% menor e produção de energia cerca de 16% inferior à Alternativa A, tem o valor do investimento reduzido em cerca de 32%. Consequentemente, o custo índice de energia da Alternativa B é cerca de 17% menor que o da alternativa A.

Contudo, como a Alternativa A tem conteúdo energético superior à Alternativa B, devido à exclusão do AHE Boa Vista (que resultou em valores índices muito elevados) e do não aproveitamento de potencial remanescente, a comparação das duas alternativas exige complementação da energia da Alternativa B. A complementação considera uma fonte energética com custo médio de geração igual ao custo unitário de referência de longo prazo. Desse modo, o custo índice de energia da Alternativa B mais o complemento necessário, é superior em 4,4% ao custo índice da Alternativa A. Valores desta ordem de grandeza permitem afirmar que, do ponto de vista energético-econômico, as alternativas são equivalentes e, portanto, foi escolhida a Alternativa B, em função das suas vantagens ambientais.

A vantagem da Alternativa B está no aspecto ambiental e sócio-econômico, já que a área inundável passa a ser cerca de 80% menor, provocando, por conseguinte, menos impactos, dentre os quais destaca-se a não fragmentação do município de Santa Rita do Araguaia. Do ponto de vista econômico, a usina de Couto Magalhães Baixo com um investimento de apenas 60% da usina alta (cota 647,00m) resulta num benefício de 85% da energia gerada localmente ou 77% da geração acrescida ao Sistema Elétrico Interligado.

Na **Tabela 5.2.5.-1** são apresentadas as principais características dos aproveitamentos do trecho inventariado.

**Tabela 5.2.5-1**  
**Principais Características dos Aproveitamentos do Trecho em Estudo**

IDENTIFICAÇÃO DO APROVEITAMENTO				RESERVATÓRIO						NA JUSANTE	QUEDAS (m)		VAZÕES (m³/s)				ENERGIA (MW médios)	POTÊNCIAS (MW)		CUSTOS		
				NÍVEIS D'ÁGUA (m)		Deplecionamento (m)	VOLUME (10 <sup>6</sup> m³)	ÁREA (km²)														
ALTERNATIVA	NOME	DISTÂNCIA DA FOZ (km)	ÁREA DE DRENAGEM (km²)	MÁXIMO NORMAL	MÍNIMO NORMAL			DEPLEÇÃO OPERACIONAL (m)	TOTAL	NA MÁXIMO NORMAL	NA MÍNIMO NORMAL	NA NORMAL DE JUSANTE (m)	BRUTA MÁXIMA	LÍQUIDA MÁXIMA	MÉDIA DE LONGO TERMO	MÉDIA DO PERÍODO CRÍTICO	DE PROJETO DE DESVIO	DE PROJETO DO VERTEDEIRO	ENERGIA FIRME	INSTALADA	NÚMERO DE MÁQUINAS	TOTAL (10 <sup>6</sup> R\$)
A	COUTO MAGALHÃES ALTO (647)	8,5 [1]	4.632	647,00	637,00	10,00	708,8	48,11	29,09	470,50	176,50	171,21	89,6	71,1	615	1253	122,10	220	4	364,39	1.656,33	43,05
<b>TOTAL</b>																		<b>220</b>		<b>364,39</b>	<b>1.656,33</b>	<b>43,05</b>
B	COUTO MAGALHÃES BAIXO (620)	8,5 [1]	4.632	620,00	620,00	0	46,26	7,25	7,25	470,50	149,50	145,02	89,6	71,1	615	1253	94,54	188	4	217,20	1.155,34	33,86
	SANTA RITA	30	2.220	647,00	647,00	0	0,33	0,19	0,19	623,13	23,87	23,15	47,7	41,9	162	298	6,90	14	2	30,04	2.145,41	66,13
	BOA VISTA	10	1.705	647,00	647,00	0	129,1	12,5	12,5	619,41	27,59	27,04	26,4	19,3	240	650	4,40	8	2	39,56	4.945,20	129,33
<b>TOTAL</b>																		<b>210</b>		<b>286,80</b>	<b>1.365,71</b>	<b>39,94</b>

[1] Distância da foz do Córrego Rico (limite de jusante da Área de Estudo)

### 5.2.6) Projeto de Viabilidade (2001)

Este projeto foi realizado sobre a Alternativa B, escolhida nos Estudos de Inventário de 2001, tratados no item anterior, e não trazem elementos novos do ponto de vista de alternativas locais.

Os estudos de EIA-RIMA correspondentes a este projeto foram realizados através de adaptação e complementação dos estudos realizados em 1998 para o reservatório com NA 647,00 m.

### 5.2.7) Estudos após a Licitação do Empreendimento, aprovados pela ANEEL/ANA

O AHE Couto Magalhães foi licitado pela ANEEL em novembro de 2001 e o contrato de concessão foi assinado com o Consórcio Ener-Rede Couto Magalhães, em abril de 2002. Pelas condições de carência e racionamento de energia na época da licitação, este aproveitamento foi licitado sem a correspondente Licença Prévia Ambiental, cabendo ao empreendedor a obtenção dessa Licença.

As características principais do AHE Couto Magalhães, constantes do Edital de Concessão são:

- Capacidade instalada mínima:.....150 MW
- Descarga mínima de projeto do vertedouro.....2.166 m<sup>3</sup>/s
- Potência assegurada.....141 MW
- Energia assegurada.....90,3 MW médios
- Vazão sanitária para o trecho do rio Araguaia entre a barragem e a restituição da casa de força, conforme Projeto de Viabilidade de 2001, o qual subsidiou o Contrato de Concessão.....1 m<sup>3</sup>/s

Neste âmbito, procedeu-se ao estudo da solução física que tornasse viável o empreendimento, em face da necessidade de aumentar a vazão residual, sem colocar em causa os valores de energia assegurada subjacentes ao contrato de concessão e tendo o interesse na preservação das infraestruturas rodoviárias (Ponte sobre o rio Babilônia) e energéticas (PCH's Carlos Hugueney e Filinto Müller) existentes a montante do barramento, bem como da cachoeira de Alto Araguaia, próxima desta cidade.

Foi verificado que até a cota 623,00 m não são atingidas as principais benfeitorias existentes na área do reservatório: a usina Filinto Müller, que têm a restituição na cota 623,00 m para vazões de estiagem e acima dessa cota para vazões maiores, e a ponte sobre o rio Babilônia, que apresenta a face inferior da viga na cota 624,75 m.

Para obtenção das Licenças Ambientais Prévia e de Instalação o Consórcio ENER-REDE Couto Magalhães contratou então cartografia básica e estudos ambientais específicos e atualizados para o aproveitamento com N.A. na cota 623,00 m.

Desta forma, verificou-se que uma solução que mantém o equilíbrio aceitável entre o meio ambiente, a produção da energia e o investimento será a seguinte:

- Estabelecer a cota 623,00 m para o reservatório, preservando a cachoeira de Alto Araguaia, as duas PCH's existentes a montante e a ponte sobre o rio Babilônia. Esta

cota é 4,0 m mais baixa que solicitada pelo IBAMA em 1999.

- Dobrar a vazão residual a jusante da barragem, aumentando-a de 1 para 2 m<sup>3</sup>/s no período de estiagem.
- Manter a energia assegurada fixada no Contrato de Concessão (90,3 MW médios).

Esta configuração foi aprovada pela ANA/ANEEL através do Ofício n°997/2007/SOF – ANA de 26/10/2007.

### **5.2.8) Considerações sobre as Alternativas Locacionais**

Os estudos do AHE Couto Magalhães foram iniciados em 1972 e todas as alternativas de eixo estudadas ao longo dos últimos 37 anos sempre consideraram o AHE Couto Magalhães como sendo o barramento do rio Araguaia logo a montante da Cachoeira Couto de Magalhães, aproveitando-se o desnível entre o topo da cachoeira e o final das corredeiras junto a confluência com o córrego Rico.

As únicas alternativas de implantação consideraram o nível de água no reservatório e consequentemente a potência instalada do empreendimento.

Os primeiros estudos que apresentaram um EIA-RIMA completo para o aproveitamento foram os estudos realizados pela ELETRONORTE em 1998 e os mesmos consideraram um reservatório com nível d'água na cota 647,00 m e com uma área inundada de 48,11 km<sup>2</sup>, atingindo diretamente 79 famílias, áreas marginais dos municípios de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia, a ponte sobre o rio Babilônia, a ponte sobre o rio Araguaia e as duas PCH's existentes no rio Araguaia (Felinto Muller – Alto Araguaia e Carlos Hugueney – Santa Rita do Araguaia).

Após a realização das audiências públicas nos dois municípios em 1999 o IBAMA solicitou entre outras complementações, o rebaixamento do nível d'água do reservatório para cota 627,00 m.

Visando atender as determinações do IBAMA foram realizados estudos primeiramente pela ELETRONORTE e posteriormente pelo Consórcio ENER-REDE Couto Magalhães, como Concessionário do AHE Couto Magalhães, compatibilizando aspectos ambientais e técnicos. O projeto atual prevê o reservatório na cota 623,00 m (4,00 abaixo do recomendado pelo IBAMA) com uma área de 9,11km<sup>2</sup>, ou seja, cinco vezes menor que o projeto original, reduzindo para apenas 4 as famílias diretamente afetadas e preservando as áreas urbanas de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia, as pontes e as duas PCH's existentes no rio Araguaia.

A razão entre a área inundada e a potência instalada é de aproximadamente 0,06 km<sup>2</sup>/MW, o que é um valor muito baixo, considerando a média brasileira de 0,49 km<sup>2</sup>/MW.

## 6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia dos Rios Tocantins e Araguaia. 2009.

ELETRONORTE/CNEC - Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A. – Estudos de Viabilidade - Aproveitamento Hidrelétrico de Couto de Magalhães. Relatório Final Março 2001.

PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2008/2017 MME – Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro – EPE, 2008.

PROGEA – ENGENHARIA E ESTUDOS AMBIENTAIS & ELETRONORTE - CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL (1998) EIA – Estudo de Impactos Ambientais da UHE de Couto Magalhães. Tomos I e II. PROGEA/ELETRONORTE, 1998.

PROGEA – ENGENHARIA E ESTUDOS AMBIENTAIS & ELETRONORTE - CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL (2001) Estudos Ambientais Complementares do EIA – Estudo de Impactos Ambientais da UHE de Couto Magalhães. Tomos I e II. PROGEA/ELETRONORTE, 2001.

PROGEA Engenharia e Estudos Ambientais. 1998. Estudos de Impacto Ambiental - UHE Couto de Magalhães. 1998. Centrais Elétricas do Norte do Brasil – Volume I, Tomo I.

THEMAG ENGENHARIA E GERENCIAMENTO LTDA. AHE Couto Magalhães – Projeto Básico. 2007.