

Xicaó

REQUERIMENTO DE OUTORGA  
Processo: 06188/2010  
Documento: 336628/2010  
Pag.: 005

## Requerimento de outorga de direito de uso das águas

Para uso do IGAM

Nº Processo

**Belo Horizonte, 30/04/2010**

Ilma. Senhora  
Dra. Cleide Izabel Pedrosa de Melo  
DD. Diretora Geral Instituto Mineiro de Gestão das Águas / IGAM  
Rodovia Prof. Américo Gianetti, s/n – Bairro Serra Verde – 1º andar – Ed. Minas  
31630-900 Belo Horizonte - MG  
Fone:(31) 3915-1252  
E-mail: [dqigam@meioambiente.mg.gov.br](mailto:dqigam@meioambiente.mg.gov.br)  
Site: [www.igam.mg.gov.br](http://www.igam.mg.gov.br)

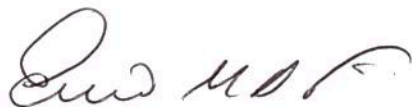
Senhora Diretora,

A Cemig Geração e Transmissão S.A, CNPJ nº 06.981.176/0001-58, vem pelo presente requerer desse Instituto a concessão de outorga de uso de recurso hídrico, para o aproveitamento de potencial hidrelétrico, no ponto de coordenadas geográficas latitude 21°55'08" S e longitude 45°28'41" W, no rio Santa Cruz, município de Campanha.

O requerimento em questão destina-se à geração de energia, fundamentado nas informações do relatório técnico anexo, executado pela própria empresa, sob a responsabilidade de Nelson Benício Marques Araújo, CREA nº 40682/D.

Declara, ainda, conhecer a legislação federal e estadual vigente sobre recursos hídricos e meio ambiente, cujo descumprimento ensejará, além da perda do direito de uso eventualmente deferido, a aplicação das penalidades previstas na mesma legislação, em especial a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, e sua regulamentação constante no Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001, bem como acarretará a aplicação das sanções previstas na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998).

Nestes termos, pede deferimento.



---

Ênio Marcus Brandão Fonseca  
Av. Barbacena 1.200 – 12º andar – Santo Agostinho  
CEP 30.190-131 – Belo Horizonte – Minas Gerais  
Fone: (31) 3506-4585 / Fax: (31) 3506-3012  
[enio@cemig.com.br](mailto:enio@cemig.com.br)

# RELATÓRIO TÉCNICO



## PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA XICÃO

Belo Horizonte, abril/2010

## SUMÁRIO

FORMULÁRIO TÉCNICO .....	1
RELATÓRIO TÉCNICO .....	4
CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO DA BACIA HIDROGRÁFICA .....	4
ESTUDOS DE VAZÕES .....	6
ESTUDO DE VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO .....	21
DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS .....	22
CURVAS DE PERMANÊNCIA .....	24
REGRA OPERATIVA .....	30
OPERAÇÃO DO DESCARREGADOR DE FUNDO .....	33
MANUTENÇÃO DO FLUXO DE ÁGUA A JUSANTE .....	34
DOCUMENTO DE AUTORIZAÇÃO .....	35
ARRANJO GERAL DO EMPREENDIMENTO .....	40
LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	45



## APROVEITAMENTO DE POTENCIAL HIDRELÉTRICO

**Definição:** Aproveitamento de um curso de água para a produção de energia elétrica, podendo ser feito com ou sem acumulação de água. O represamento tem função de acumular, durante épocas de chuvas, um volume de água suficiente para que seja suprida a necessidade no período de seca. Quando não há o represamento, não existe a interrupção do escoamento natural do curso d'água, que passa pelas turbinas e vertedouro, denominando-se aproveitamento hidrelétrico a fio d'água.



### Orientações para preenchimento

- Itens Obrigatórios: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.5 e 10
- O item 9 "Reservatório", deverá ser obrigatoriamente preenchido, caso o aproveitamento possua reservatório. Caso contrário, será obrigatório, dentro do item 9, somente o subitem 9.5 referente à "Tomada d'água", e se houver Canal de Adução, o subitem 9.6.
- A descrição do empreendimento deverá ser de forma sucinta.
- Casos específicos deverão ser descritos no Relatório Técnico.
- Para a elaboração do Relatório Técnico deverá ser observado o Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica, quando houver.

### MODULO 1 - IDENTIFICAÇÃO

Formulário Técnico 1644

Data	FOB Nº 647418/2009
------	--------------------

#### 1. Requerente Pessoa Física

Nome					
CPF			Identidade		
Endereço					
Distrito			Município		
Caixa Postal		UF		CEP	
DDD	Telefone	Fax		e-mail	

#### 2. Requerente - Pessoa Jurídica

Nome / Razão social - Cemig Geração e Transmissão S.A					
Nome fantasia - Cemig Geração e Transmissão S.A			CNPJ - 06.981.176/0001-58		
Endereço - Av. Barbacena 1.200					
Município - Belo Horizonte					
Distrito -		Caixa Postal		UF - MG	
CEP - 30190-131					
DDD - (31)	Telefone - 3506-4188	Fax - 3275-3061		e-mail - RecursosHidricos@cemig.com.br	
Inscrição estadual - 062.322131.0098			Inscrição municipal		

#### 3. Endereço p/ correspondência

( ) Repetir Campo 1      ( ) Repetir Campo 2

Destinatário - Cemig GT - Gerência de Planejamento Energético - PO/PE					
Endereço - Av. Barbacena 1.200 - 14º andar					
Município - Belo Horizonte					
Distrito		Caixa Postal		UF - MG	
CEP - 30190-131					
DDD - 31	Telefone - 3506-4188	Fax - 3275-3061		e-mail - RecursosHidricos@cemig.com.br	

#### 4. Responsável técnico pelo processo de outorga

Nome / Empresa - Nelson Benício Marques Araújo			CREAnº 40682/D		ART
Endereço - Av. Barbacena 1.200 - 14º andar					
Município - Belo Horizonte					
Distrito		Município - Belo Horizonte		UF - MG	
CEP - 30190-131					
DDD - (31)	Telefone - 3506-4091	Fax - 3275-3061		e-mail - RecursosHidricos@cemig.com.br	

**5. Uso dos recursos hídricos**

Localidade: Campanha			
Obra Implantada - <i>sim</i>		Data da Implantação	1941
Renovação de Portaria - <i>não</i>		Número e data	
Portaria com Condicionantes			
Possui Projeto Básico - <i>não</i>			

**6. Descrição geral do empreendimento**

Pequena Central Hidrelétrica implantada no ribeirão Santa Cruz em 1941, no município de Campanha com potência instalada igual a 1,808 MW.

**MODULO 2 - MODO DE USO****7. Coordenadas geográficas do trecho de intervenção**

(*) Assinalar Datum (Obrigatório):		<input checked="" type="checkbox"/> SAD 69		<input type="checkbox"/> WGS 84		<input type="checkbox"/> Córrego Alegre	
(*) Formato Lat/Long	Latitude			Longitude			
	Grau:21	Min:55	Seg:08	Grau:45	Min:28	Seg:41	
Formato UTM (X, Y)	Longitude ou X = 450.626			Latitude ou Y = 7.576.066			
	* Fuso ou Meridional para formato UTM						
Fuso	<input type="checkbox"/> 22	<input checked="" type="checkbox"/> 23	<input type="checkbox"/> 24	Meridiano central	<input type="checkbox"/> 39°	<input checked="" type="checkbox"/> 45°	<input type="checkbox"/> 51°

**8. Modo de intervenção****8.1 Localização e características hidrologicas do ponto de intervenção**

Município Margem Direita:	Campanha
Município Margem Esquerda:	Campanha
Curso de água:	Ribeirão Santa Cruz
Bacia estadual: GD4 - Rio Verde	Bacia federal - Rio Grande
Área de drenagem a montante do ponto de intervenção (km <sup>2</sup> ) - 56,2	
Declividade de toda extensão do curso de água do início à toz (m/m) - 0,06477	

**9. Estruturas Hidráulicas****9.1 Reservatório**

Possui Reservatório? <i>Sim</i>			
Comprimento do reservatório (km) - 3,8501		Perímetro do Reservatório (km) - 15,1998	
Largura Média (km) - 0,3920		Vida Útil (anos)	
Área do reservatório (km <sup>2</sup> ) - 1,5127		Tempo de Residência (h)	
<b>9.1.1 Nível d'água a montante</b>		<b>9.1.2 Nível d'água a jusante</b>	
NA máximo maximorum (m) - 993,89		NA máximo Excepcional (m)	
NA máximo normal (m) - 993,38		NA máximo Normal (m)	
NA mínimo normal (m) - 986,38		NA mínimo Normal (m)	
<b>9.1.3 Área inundada</b>		<b>9.1.4 Volumes</b>	
NA máximo maximorum (km <sup>2</sup> ) - 1,17		Volume total (hm <sup>3</sup> ) - 7,352	
NA máximo normal (km <sup>2</sup> ) - 0,34		Volume Útil (hm <sup>3</sup> ) - 6,217	
NA mínimo normal (km <sup>2</sup> ) - 0,14		Volume Morto (hm <sup>3</sup> ) - 1,135	
<b>9.1.5 Descarga de fundo</b>			
Dispositivo que garantirá a vazão remanescente?	Gaveta/Elétrico	Vazão a ser descarregada (m <sup>3</sup> /s)	21,190



9.2 Barragem					
Tipo do maciço - Concreto/Arcos			Cota da Crista (m) - 993,92		
Comprimento da Crista (m) - 114,00					
9.3 Vertedouro					
Tipo - Crista Livre			Comprimento da soleira (m) - 11		
N° de vãos			Cota da Crista (m) - 996,02		
Vazão de projeto (m³/s)	8,439	Capacidade máxima de vertimento		Período de retorno (anos):	( )
Tipo de dissipador de energia					
Máxima lâmina d'água para vazão de Projeto (m)					
9.4 Comportas Vertedouro					
Tipo - comporta de fundo			Número de comportas - 01		
Acionamento - elétrico					
Diâmetro - 1,20 m					
9.5 Tomada d'água					
Número de vãos - 01					
Largura (m) - 1,70 m x 4,00 m.					
9.6 Canal de Adução					
Possui Canal de Adução? não			Revestimento		
Extensão			Q projeto (m³/s)		

## 10. Circuito de alta pressão

10.1 Turbinas	
Tipo - Francis	
Número de unidades - 02	
Queda líquida (m) - 111,94	
Queda Bruta (m) - 115,4	
Queda de Referência (m) - 111,94	
Vazão nominal (m³/s) - 2,08	
Vazão nominal unitária (m³/s) - 1,04	
Potência Nominal Unitária (MW) - UG1 e UG2 - 0,904	
Energia Firme - 0,610	
Energia Média - 0,610	
Vazão Mínima Operativa (%)	

## 11. Documentos para apresentação

- Justificativa da realização da intervenção

Aproveitamento do potencial hidrelétrico para geração de energia elétrica.





A distribuição média mensal das chuvas na região da PCH Xicão varia em torno de 114 mm com picos elevados nos meses de janeiro e dezembro acima de 240 mm e meses com baixo índice pluviométrico próximo a 20 mm em junho, julho e agosto (Figura 2). A média anual de precipitação está próxima a 1376 mm, com mais de 80% deste total ocorrendo dentro do período chuvoso, que se estende de outubro a março (ano hidrológico).

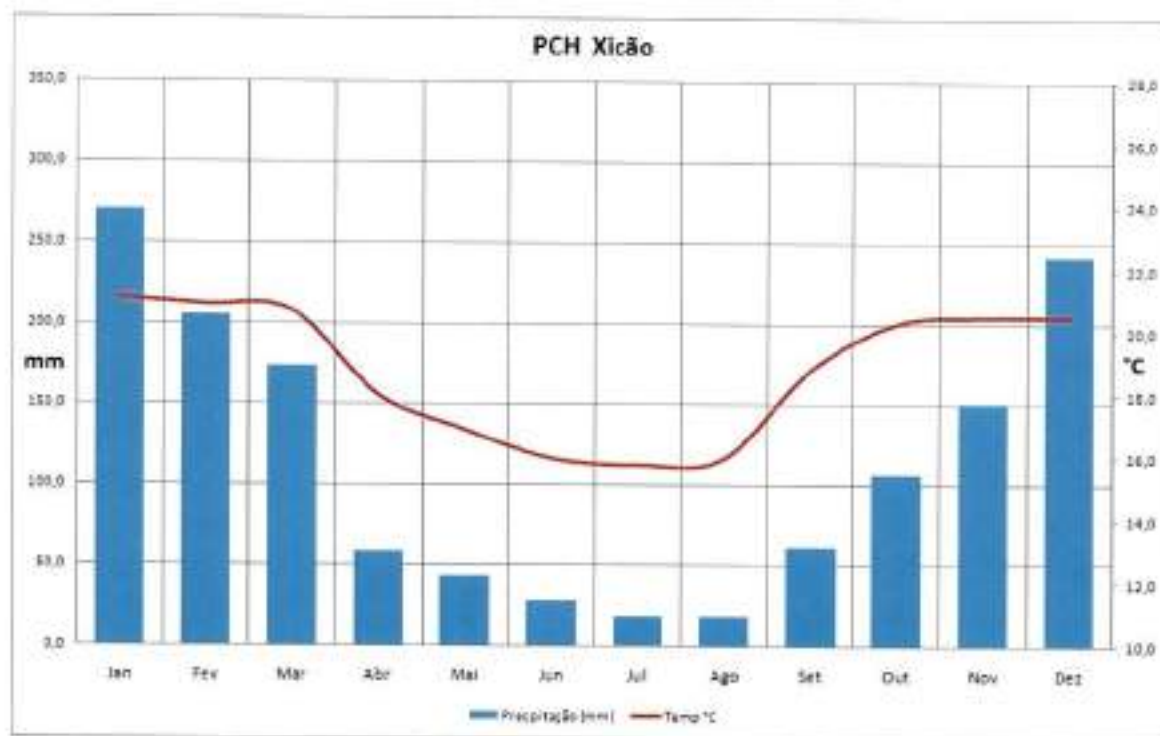


Figura 2 – Chuva média mensal para a bacia hidrográfica do empreendimento.

Os meses de abril a setembro são meses com declínio no nível pluviométrico em virtude da variação da radiação que chega a superfície causando enfraquecimento da baixa pressão e dando lugar (fortalecendo) a alta pressão. No caso da região do empreendimento, o Anti-Ciclone do Atlântico Sul. Os destaques são os meses de junho, julho e agosto, pois são meses com menores índices pluviométricos do ano na região. A ausência de precipitação no trimestre mais seco do ano pode ocorrer, porém sendo incomum. Este comportamento está de acordo com o ciclo anual da atividade convectiva na região. Contudo, devido à dinâmica atmosférica e a ação de vários elementos interagindo e alterando esta dinâmica, tanto a estação seca quanto a chuvosa pode prolongar-se ou sofrer atrasos.

Segundo a classificação de Koppen, o clima da bacia hidrográfica de da PCH Xicão é Sub Tropical (Cfa), onde a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e as chuvas ocorrem no verão, e o inverno é seco.





- Estudos de vazões máximas, médias e de mínimas (para cálculo da Q7,10)

### Avaliação de Disponibilidade Hídrica da Bacia do Ribeirão Santa Cruz na PCH Xicão

#### I - Objetivo

Este estudo tem como objetivo avaliar a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz no local da PCH Xicão, com área de drenagem de 46 km<sup>2</sup>, para subsidiar o processo de outorga de uso da água dessa unidade de geração junto ao IGAM. A disponibilidade hídrica é aqui caracterizada pela estimativa da série de vazões médias mensais naturais na bacia do aproveitamento.

#### II - Metodologia para Estimativa da Série de Vazões Médias Mensais Naturais em PCH Xicão

Como não se dispõe de monitoramento sistemático das vazões do Ribeirão Santa Cruz no local da PCH Xicão, foram utilizados os dados da estação fluviométrica de Palmela dos Coelhos para estimar a série de vazões médias mensais naturais nesse local. Para o preenchimento de falhas foram utilizadas as estações do Ribeirão Santa Cruz em Capelinha do Campo Grande e em Acima da Barragem, com aproximadamente 9 e 2 anos de dados, respectivamente. As tabelas II.1, II.2 e II.3 relacionam os dados destas estações.

<b>Tabela II.1 - Dados da Estação Fluviométrica Palmela dos Coelhos</b>	
Código	61530000
Nome	PALMELA DOS COELHOS
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO PALMELA
Estado	MG
Município	CAMPANHA
Responsável	ANA
Operadora	IGAM
Latitude	21° 46' 59"
Longitude	45° 26' 34"
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	358
Período histórico	Janeiro / 1935 em diante

<b>Tabela II.2 - Dados da Estação Fluviométrica Capelinha do Campo Grande</b>	
Código	61525000
Nome	CAPELINHA DO CAMPO GRANDE
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIBEIRÃO SANTA CRUZ
Estado	MG
Município	SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ
Responsável	ANA
Operadora	DESATIVADA
Latitude	21° 50' 00"
Longitude	45° 26' 00"
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	21,4
Período histórico	Abri / 1942 a jan /1951



Código	61526000
Nome	ACIMA DA BARRAGEM
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIBEIRÃO SANTA CRUZ
Estado	MG
Município	CAMPANHA
Responsável	ANA
Operadora	DESATIVADA
Latitude	21° 50' 00"
Longitude	45° 27' 00"
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	48
Período histórico	Jan / 1939 a dez 1940

Dada a proximidade entre os pontos de interesse, as vazões médias mensais naturais foram transferidas das estações fluviométricas Palmela dos Coelhos para a bacia da PCH Xicão para o período de janeiro de 1935 até dezembro de 2009, multiplicando-as pela relação entre as áreas de drenagem da PCH e das estações fluviométricas, resultando a equação:

$$Q_{PCH\ Xic\tilde{o}} = 0,12849 * Q_{Palmela\ dos\ Coelhos}$$

Para o período de dezembro de 1938 até outubro de 1941, foi utilizado o posto fluviométrico de Acima da Barragem através da seguinte equação:

$$Q_{PCH\ Xic\tilde{o}} = 1,00 * Q_{Acima\ da\ Barragem}$$

Para o período de dezembro de 1941 até dezembro de 1942, foi utilizado o posto fluviométrico de Capelinha do Campo Grande através da seguinte equação:

$$Q_{PCH\ Xic\tilde{o}} = 2,14953 * Q_{Capelinha\ do\ Campo\ Grande}$$

A tabela II.4 e o gráfico II.1 apresentam a série de vazões médias mensais do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão, para o período de 1935 a 2009, resultando uma MLT de 0,91 m<sup>3</sup>/s.

O gráfico II.2, mostra o resumo do regime hidrológico do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão, com representação das vazões médias mensais máximas, médias e mínimas do período 1935 a 2009.

A tabela II.5 e o gráfico II.3 apresentam a curva de permanência das vazões médias mensais do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão, período 1935 a 2009. A vazão Q<sub>95%</sub> corresponde a 0,37 m<sup>3</sup>/s.

$$Q_{95\%} = \frac{100}{100 + 15} * 0,37 = 0,37515$$



Tabela II.4 – Série de Vazões Médias Mensais do Ribeirão Santa Cruz em PCH

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENCIAIS ( m<sup>3</sup>/s )

Local: UHE XICÃO      Rio: RIBEIRÃO SANTA CRUZ  
 AD      Bacía: GRANDE  
 (km<sup>2</sup>): 46

ano/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1935	1,16	2,37	1,34	1,20	0,87	0,66	0,48	0,42	0,50	0,70	0,57	0,68	0,91
1936	0,59	1,37	2,07	0,83	0,64	0,50	0,46	0,57	0,56	0,53	0,89	2,21	0,94
1937	2,17	1,34	1,01	0,90	0,82	0,63	0,51	0,42	0,37	0,86	1,00	2,51	1,05
1938	1,78	1,85	1,38	0,88	0,83	0,66	0,57	0,58	0,71	1,38	0,92	1,79	1,11
1939	1,55	1,43	1,10	0,93	0,88	0,73	0,68	0,60	0,58	0,49	1,01	1,70	0,97
1940	1,87	2,79	2,38	1,61	1,26	1,08	0,95	0,79	0,69	0,75	1,46	1,25	1,41
1941	1,37	1,01	0,96	0,86	0,77	0,74	0,69	0,62	0,77	0,74	0,69	1,64	0,91
1942	1,84	2,09	2,73	1,87	1,55	1,44	1,37	1,23	1,24	1,52	1,52	2,05	1,70
1943	1,79	1,53	1,88	0,80	0,63	0,58	0,49	0,46	0,50	0,94	0,65	1,11	0,95
1944	0,76	1,11	1,03	0,58	0,48	0,43	0,42	0,37	0,30	0,38	0,47	0,41	0,56
1945	0,91	2,04	1,05	0,77	0,46	0,59	0,45	0,37	0,40	0,38	0,82	1,71	0,83
1946	3,37	1,13	1,14	0,97	0,73	0,65	0,71	0,56	0,53	0,66	0,60	0,73	0,98
1947	1,59	1,09	3,50	1,21	0,88	0,74	0,72	0,77	0,78	0,73	1,14	1,34	1,21
1948	1,18	1,38	1,78	0,91	0,80	0,68	0,68	0,60	0,55	0,61	0,71	1,14	0,92
1949	1,99	1,72	1,02	0,78	0,65	0,63	0,54	0,53	0,46	0,55	0,53	0,99	0,87
1950	2,18	2,16	1,69	1,11	0,81	0,69	0,60	0,53	0,48	0,54	1,01	1,01	1,07
1951	1,91	1,29	1,02	0,81	0,63	0,55	0,53	0,51	0,46	0,45	0,47	0,58	0,77
1952	0,86	1,46	1,35	0,80	0,58	0,64	0,50	0,45	0,40	0,58	0,66	0,53	0,73
1953	0,45	0,67	0,57	0,67	0,37	0,37	0,36	0,33	0,38	0,42	0,53	0,75	0,49
1954	0,80	1,27	0,56	0,45	0,79	0,48	0,36	0,32	0,34	0,33	0,37	0,71	0,56
1955	1,08	0,64	0,92	0,59	0,43	0,42	0,35	0,33	0,32	0,35	0,47	1,01	0,58
1956	0,81	0,92	1,05	0,51	0,52	0,49	0,44	0,52	0,42	0,37	0,50	0,97	0,53
1957	2,12	1,64	1,87	1,25	0,97	0,66	0,58	0,49	0,66	0,46	0,93	0,99	1,05
1958	1,03	1,29	1,40	0,78	1,02	0,77	0,63	0,50	0,54	0,71	0,44	0,47	0,80
1959	2,59	1,48	1,28	1,06	0,71	0,59	0,52	0,51	0,43	0,46	0,77	0,79	0,93
1960	1,55	1,43	1,94	1,01	0,88	0,66	0,58	0,51	0,45	0,44	0,52	1,97	1,00
1961	2,73	2,34	2,75	1,45	1,15	0,81	0,67	0,58	0,50	0,46	0,61	0,65	1,23
1962	0,96	2,04	1,27	0,74	0,61	0,60	0,49	0,43	0,47	0,65	0,83	1,51	0,88
1963	2,62	1,66	0,98	0,65	0,58	0,52	0,46	0,43	0,41	0,48	0,54	0,36	0,81
1964	0,89	1,20	0,54	0,20	0,20	0,15	0,17	0,12	0,11	0,17	0,24	0,46	0,37
1965	1,19	1,40	0,99	0,50	0,33	0,17	0,14	0,13	0,12	0,12	0,62	1,64	0,61
1966	2,48	2,03	2,41	1,24	0,99	0,76	0,65	0,58	0,51	0,60	1,09	1,73	1,26
1967	2,84	2,07	1,62	1,14	0,83	0,78	0,62	0,53	0,48	0,49	0,72	0,96	1,09
1968	1,15	0,85	0,75	0,51	0,47	0,45	0,43	0,45	0,44	0,50	0,42	0,85	0,61
1969	0,89	1,00	0,78	0,50	0,46	0,47	0,41	0,42	0,38	0,51	0,81	0,59	0,80
1970	0,79	0,79	0,74	0,57	0,43	0,42	0,42	0,47	0,68	0,45	0,65	0,86	0,61
1971	0,53	0,42	0,50	0,43	0,39	0,45	0,40	0,40	0,40	0,60	0,52	1,08	0,51
1972	0,99	1,97	1,35	0,88	0,57	0,52	0,62	0,52	0,47	0,65	0,73	0,77	0,84
1973	1,03	0,99	0,65	0,68	0,50	0,40	0,40	0,36	0,38	0,44	0,51	1,01	0,63
1974	1,48	1,05	1,23	0,88	0,55	0,61	0,48	0,43	0,50	0,48	0,41	0,94	0,75
1975	1,02	0,98	0,75	0,59	0,54	0,42	0,40	0,33	0,34	0,52	1,07	0,68	0,54
1976	0,65	0,79	1,08	1,00	0,69	0,68	0,67	0,71	0,79	0,85	1,08	1,14	0,84
1977	2,09	1,34	0,93	0,86	0,58	0,53	0,44	0,42	0,74	0,56	0,79	1,40	0,89
1978	1,27	0,84	0,96	0,59	0,67	0,57	0,48	0,38	0,33	0,39	0,71	0,74	0,66
1979	0,75	1,55	1,07	0,87	0,94	0,55	0,54	0,55	0,76	0,60	0,94	1,72	0,90
1980	3,15	1,30	1,05	1,27	0,67	0,66	0,54	0,46	0,47	0,44	0,97	2,20	1,10
1981	3,37	1,18	1,16	0,94	0,73	0,74	0,57	0,52	0,50	1,07	1,57	1,76	1,18
1982	2,34	1,80	2,63	1,23	0,95	0,93	0,76	0,67	0,51	0,66	0,64	1,55	1,22



ano/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out			
1983	3,69	3,13	3,36	2,08	1,72	2,15	1,30	1,00	2,60	1,74	1		2,25
1984	1,45	0,93	0,69	0,77	0,72	0,56	0,52	0,51	0,60	0,48	0,80	0,86	0,74
1985	2,71	1,91	2,09	1,16	0,78	0,70	0,57	0,63	0,70	0,52	0,93	0,78	1,12
1986	1,39	1,84	1,65	0,80	0,95	0,68	0,60	0,72	0,44	0,37	0,58	2,34	1,03
1987	1,55	1,71	0,87	1,03	0,61	0,76	0,59	0,48	0,68	0,60	0,59	1,34	0,92
1988	1,23	1,59	1,26	0,85	0,76	0,64	0,46	0,51	0,44	0,77	0,73	0,60	0,82
1989	1,54	1,33	1,34	0,85	0,68	0,63	0,55	0,50	0,54	0,60	0,76	1,18	0,88
1990	1,43	0,72	1,25	0,84	0,65	0,55	0,49	0,46	0,50	0,64	0,54	1,48	0,80
1991	2,12	2,16	1,73	1,28	0,78	0,67	0,61	0,44	0,48	0,96	0,60	0,65	1,04
1992	1,76	1,94	1,20	0,77	1,01	0,61	0,57	0,38	0,68	0,71	0,69	1,23	0,96
1993	1,26	2,21	0,92	0,85	0,69	0,78	0,49	0,46	0,60	0,59	0,49	0,86	0,85
1994	1,56	0,93	1,37	0,59	0,82	0,46	0,48	0,47	0,41	0,47	0,57	1,09	0,77
1995	0,75	1,97	0,89	1,11	0,78	0,56	0,54	0,53	0,54	0,57	0,60	0,71	0,79
1996	1,97	1,13	0,33	0,70	0,89	0,54	0,49	0,45	0,73	0,57	2,19	1,99	0,98
1997	3,21	1,75	0,96	0,88	0,88	1,04	0,56	0,51	0,52	0,55	0,76	0,93	1,05
1998	1,04	1,40	1,08	0,68	0,62	0,50	0,41	0,37	0,34	0,83	0,46	0,77	0,71
1999	2,64	2,17	1,61	0,84	0,68	0,66	0,54	0,42	0,37	0,28	0,36	0,98	0,96
2000	2,44	1,27	2,10	0,86	0,60	0,52	0,54	0,48	0,59	0,45	0,77	1,73	1,03
2001	1,46	0,85	0,60	0,49	0,48	0,30	0,28	0,22	0,28	0,43	0,66	1,36	0,62
2002	1,13	1,65	1,10	0,57	0,46	0,46	0,35	0,29	0,35	0,28	0,52	0,97	0,68
2003	2,01	2,05	1,35	0,87	0,56	0,41	0,41	0,33	0,31	0,68	0,67	1,33	0,91
2004	0,95	1,87	1,43	1,13	0,80	0,87	0,60	0,42	0,42	0,67	0,57	2,75	1,04
2005	4,27	1,51	2,09	1,11	1,28	0,89	0,73	0,57	0,61	0,57	0,65	1,22	1,29
2006	1,28	1,69	1,48	0,69	0,50	0,49	0,46	0,39	0,42	0,56	1,40	1,56	0,91
2007	5,66	2,41	0,98	0,83	0,71	0,62	0,56	0,46	0,32	0,39	1,02	1,03	1,25
2008	0,66	1,41	1,80	1,15	0,70	0,43	0,37	0,45	0,50	0,44	0,59	0,87	0,78
2009	1,62	2,23	1,22	1,29	0,70	0,60	0,58	0,54	0,65	0,66	0,51	1,23	0,99
Média	1,70	1,52	1,35	0,90	0,73	0,63	0,54	0,49	0,53	0,59	0,76	1,20	0,91
Mínima	0,45	0,42	0,33	0,20	0,20	0,15	0,14	0,12	0,11	0,12	0,24	0,36	0,37
Máxima	5,66	3,13	3,50	2,08	1,72	2,15	1,37	1,23	2,60	1,74	2,19	2,75	2,25

Gráfico II.1 – Vazões Médias Mensais do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão

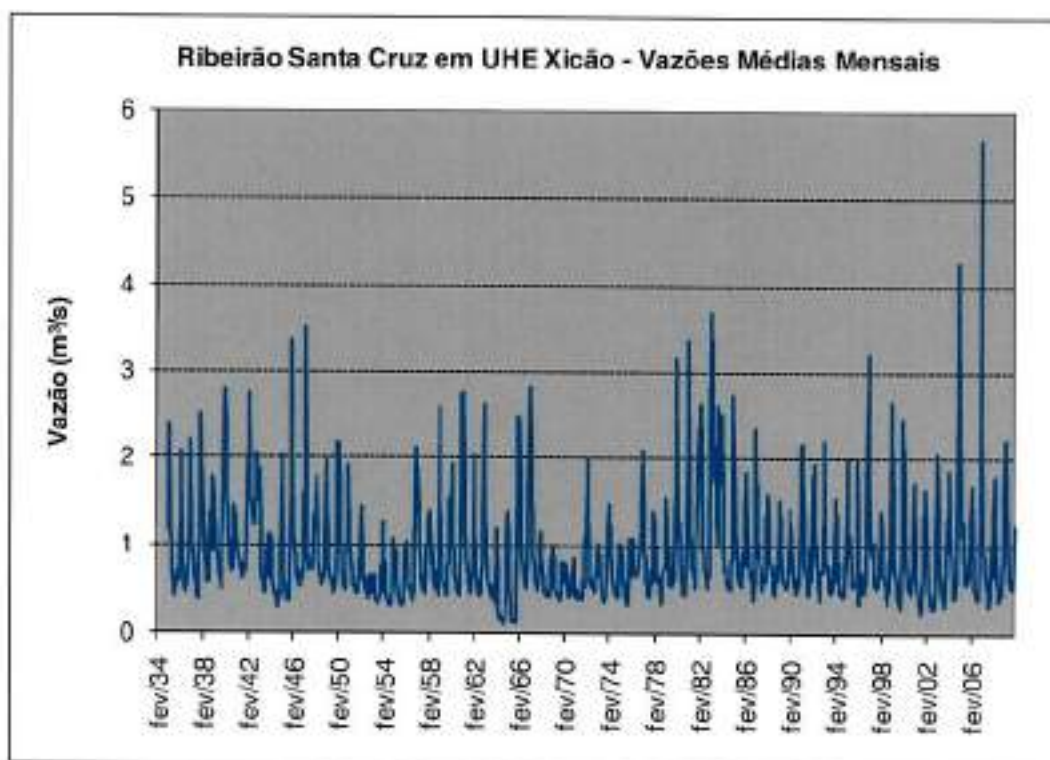


Gráfico II.2 – Vazões Médias Mensais Máximas, Médias e Mínimas do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão

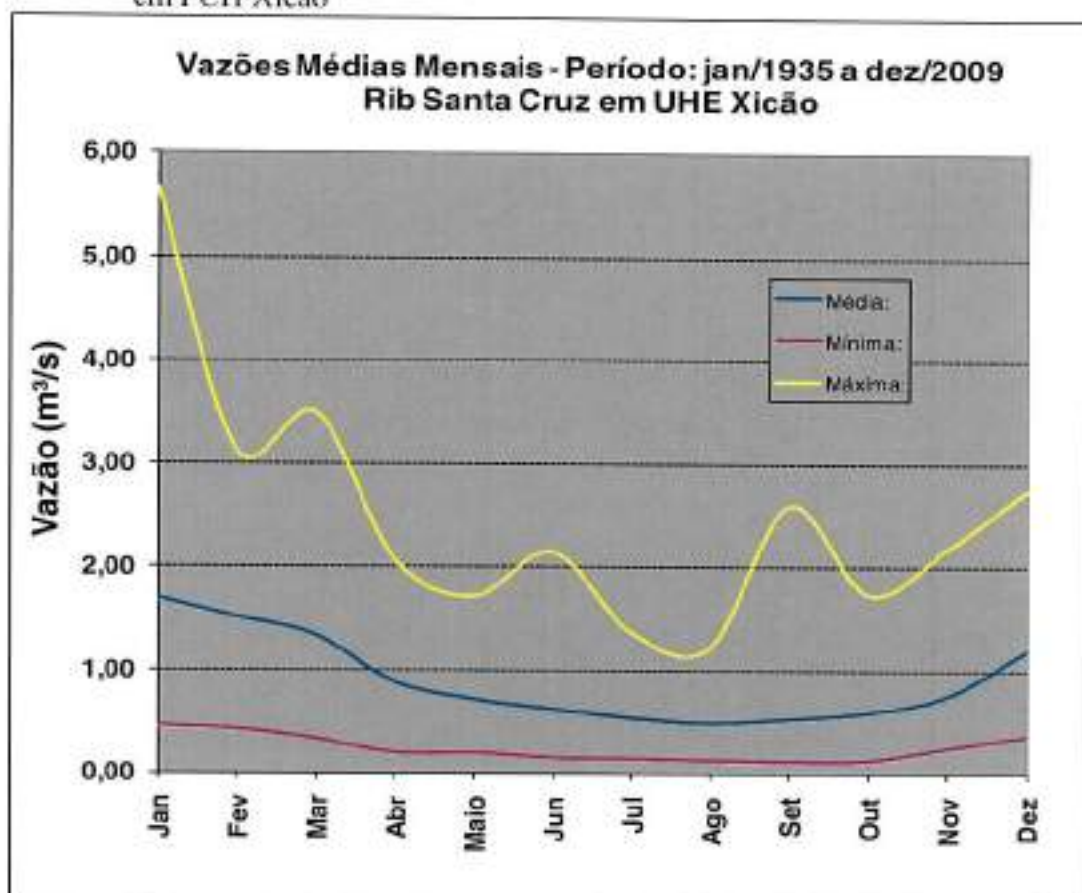
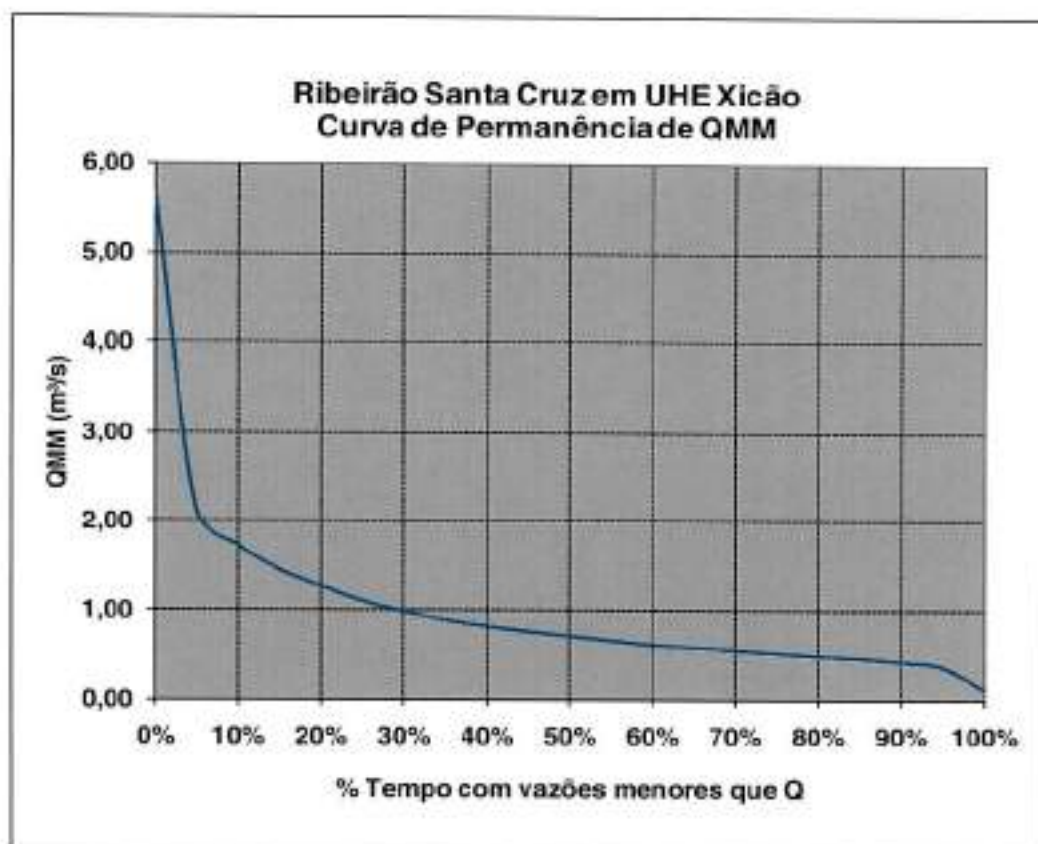


Tabela II.5 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão

% Tempo Vazões <= Q	QMM (m³/s)	% Tempo Vazões <= Q	QMM (m³/s)
0%	5,66	50%	0,71
5%	2,12	55%	0,66
10%	1,73	60%	0,61
15%	1,45	65%	0,58
20%	1,27	70%	0,54
25%	1,10	75%	0,51
30%	0,99	80%	0,48
35%	0,89	85%	0,46
40%	0,82	90%	0,42
45%	0,76	95%	0,37
50%	0,71	100%	0,11



Gráfico IL3 – Gráfico da Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão



### Estudo de Cheias do Ribeirão Santa Cruz na PCH Xicão

#### Objetivo

Este estudo tem como objetivo realizar a análise estatística das cheias afluentes ao reservatório da PCH Xicão, localizada no Ribeirão Santa Cruz e com área de drenagem de 46 km<sup>2</sup>. A metodologia utilizada nos estudos foi a análise de frequência de vazões médias diárias máximas anuais, tomando por base os dados do posto fluviométrico do rio Palmela em Palmela dos Coelhos (61530000).

#### Metodologia

Foi adotada a metodologia de análise de frequência de cheias na estação fluviométrica citada, operada no rio Palmela a jusante de Xicão. Com área de drenagem de 358 km<sup>2</sup>, os registros históricos dessa estação, disponíveis no banco de dados *Hidroweb*, permitiram obter uma amostra com 68 elementos apresentados na Tabela I.1 do Apêndice I.

A amostra das cheias médias diárias máximas anuais (ano hidrológico) foi ajustada à diversas distribuições de probabilidades de valores extremos, com a utilização do sistema ALEA. De acordo com as "Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas" da ELETROBRÁS, a seleção da distribuição a ser adotada para a determinação das vazões extremas deve ser feita através da análise do coeficiente de assimetria:



- Para coeficiente de assimetria menor que 1,5 adotar a distribuição de Gumbel
- Para coeficiente de assimetria maior que 1,5 adotar a distribuição Exponencial de Dois Parâmetros

Assim, foi adotada a distribuição de Gumbel por ter gerado melhor ajuste gráfico e coeficiente de assimetria de 0,5055. Esses resultados foram transferidos para a bacia de Xicão pela relação de áreas de drenagem e, como provêm de uma análise de valores médios diários e o tamanho de bacia requer uma análise do pico da cheia, foi necessária a maximização dos quantis pelo coeficiente de Fuller para se obter a cheia instantânea. A saída com os resultados dessa análise é apresentada no Apêndice I - Ajuste das Cheias Médias Diárias Máximas Anuais do rio Palmela em Palmela dos Coelhos à Distribuição de Gumbel.

## Resultados

Para a bacia da PCH Xicão foram obtidos os resultados expressos na tabela abaixo, associando as cheias instantâneas aos períodos de retorno (TR) de 2 a 10.000 anos.

ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DESCARGAS MÁXIMAS ANUAIS (m <sup>3</sup> /s) DISTRIBUIÇÃO GUMBEL			
TR (anos)	Cheia Média Diária (m <sup>3</sup> /s)		Cheia Instantânea (m <sup>3</sup> /s)
	Palmela dos Coelhos (AD= 358 km <sup>2</sup> )	PCH Xicão (AD= 46 km <sup>2</sup> )	PCH Xicão Fuller = 1,84
2	4,1	0,53	0,97
5	5,7	0,73	1,35
10	6,7	0,86	1,58
25	8,0	1,03	1,89
50	9,0	1,16	2,13
100	9,9	1,27	2,34
200	11,0	1,41	2,60
500	12,0	1,54	2,84
1000	13,0	1,67	3,07
5000	15,0	1,93	3,55
10000	16,0	2,06	3,78



## Ajuste das Cheias Médias Diárias Máximas Anuais do Ribeirão Santa Cruz dos Coelhos à Distribuição de Gumbel

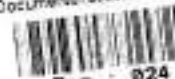
Tabela I.1: Amostra das vazões médias diárias máximas anuais:

ANO	Qmax (m <sup>3</sup> /s)
1936	3,72
1937	4,05
1938	5,29
1939	3,15
1940	4,32
1941	2,64
1942	3,08
1943	3,93
1944	3,12
1945	5,33
1946	5,72
1947	4,97
1948	3,46
1949	3,75
1950	3,94
1951	3,19
1952	2,07
1953	2,13
1954	2,22
1955	2,18
1956	2,78
1957	6,21
1958	4,07
1959	3,84
1960	4,55
1961	7,09
1962	5,20
1963	4,24
1964	4,34
1965	3,28
1966	5,31
1967	3,94
1968	1,85
1969	2,32
1970	1,43
1971	1,73
1972	2,19
1973	1,87
1974	3,40
1975	2,69
1976	5,12
1977	5,57
1978	3,34
1979	2,58
1980	6,31
1981	7,35





ANO	Qmax (m <sup>3</sup> /s)
1982	5,48
1983	7,72
1984	4,11
1985	8,94
1986	3,46
1987	6,57
1990	5,10
1991	5,68
1992	6,38
1993	3,78
1994	3,86
1998	3,44
1999	5,08
2000	7,75
2001	5,27
2002	4,59
2004	4,91
2005	6,95
2006	6,06
2007	8,63
2008	6,79
2009	4,95



## Estatísticas da amostra:

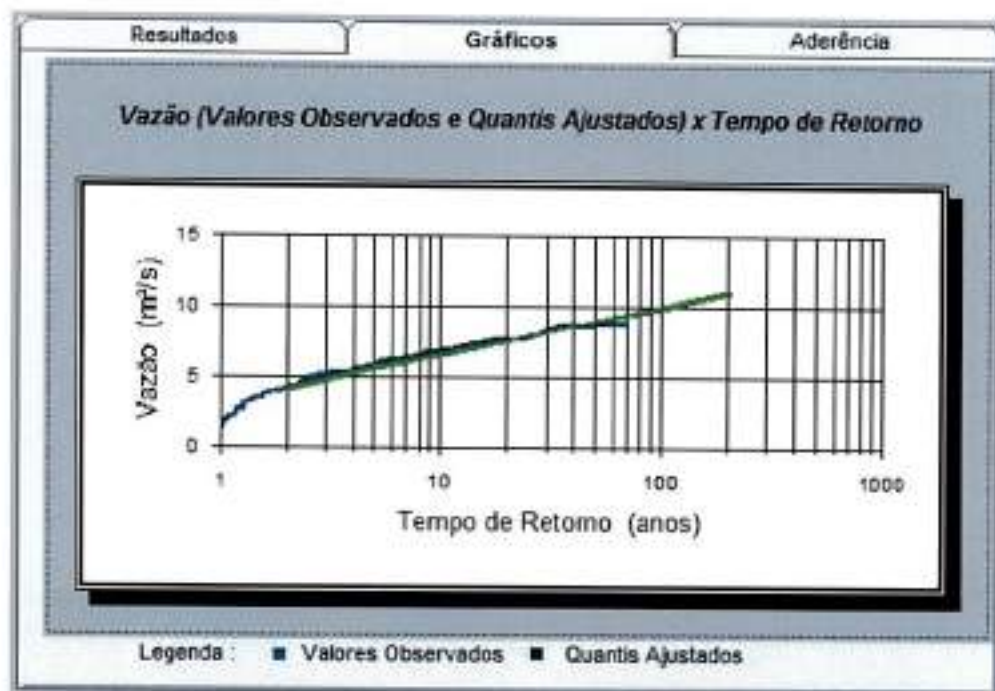
Descrição	Dados	Estatísticas da Base	Testes de Hipótese	Gráficos
<b>Variáveis</b>				
		<b>Variável Original</b>	<b>Logaritmo da Variável</b>	
Tamanho da Amostra(n)		68	68	
Mínimo:		1,43	0,1534	
Máximo:		8,94	0,95134	
Média:		4,4171	0,60944	
Desvio Padrão(s)		1,7494	0,18249	
Mediana:		4,09	0,61172	
Coefficiente de Variação(Cv):		0,396	0,29945	
Coefficiente de Assimetria(Cs):		0,5055	-0,36924	
Coefficiente de Curtose(Ck):		2,7923	2,60032	

## Resultados do ajuste à Distribuição de Gumbel:

Resultados			Gráficos	Aderência
Projeto: UHE Xicão - Maximas				
T(anos)	P(X<x)	Quantis (m³/s)	Tamanho de Amostra: N= 68	
10000	0,0001	1,6E1	<b>Parâmetros Estimados</b> Posição: 3,63 Escala: 1,36	
5000	0,0002	1,5E1		
1000	0,001	1,3E1		
500	0,002	1,2E1		
200	0,005	1,1E1		
100	0,01	9,9E0		
50	0,02	9,0E0		
25	0,04	8,0E0		
10	0,1	6,7E0		
5	0,2	5,7E0		
2	0,5	4,1E0		



Gráfico do ajuste à Distribuição de Gumbel:



## Estimativa da Vazão $Q_{7,10}$ do Ribeirão Santa Cruz na PCH Xicão

### I - Introdução

Esse estudo refere-se à estimativa da vazão  $Q_{7,10}$  do Ribeirão Santa Cruz no local da Pequena Central Hidrelétrica de Xicão ( $AD= 46 \text{ km}^2$ ), para subsidiar o processo de outorga de uso da água dessa unidade de geração junto ao IGAM. A vazão  $Q_{7,10}$  corresponde à vazão média mínima de sete dias associada ao período de retorno de 10 anos numa determinada seção fluvial.

### II - Metodologia para Estimativa da Vazão $Q_{7,10}$ do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão

Como não se dispõe de monitoramento sistemático das vazões naturais do Ribeirão Santa Cruz no local da PCH Xicão, foram utilizados os dados da estação fluviométrica de Palmela dos Coelhos (61530000) para estimar a vazão  $Q_{7,10}$  nesse local. A Tabela II.1 a seguir caracteriza essa estação.

Tabela II.1 - Dados da Estação Fluviométrica Palmela dos Coelhos	
Código	61530000
Nome	PALMELA DOS COELHOS
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO PALMELA
Estado	MG
Município	CAMPANHA

Responsável	ANA
Operadora	IGAM
Latitude	21° 46' 59"
Longitude	45° 26' 34"
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	358
Período histórico	Janeiro / 1935 em diante



Uma vez estimada a vazão  $Q_{7,10}$  para a estação Palmela dos Coelhos, ela é transferida para a bacia da PCH Xicão utilizando de uma equação, baseada na relação de área de drenagem entre a PCH e a estação fluviométrica.

#### Estimativa da $Q_{7,10}$ para a estação fluviométrica de Palmela dos Coelhos

A partir da série de vazões médias diárias da estação Palmela dos Coelhos, disponível para o período 1935 a 2009, foi obtida a amostra das vazões médias mínimas de sete dias para cada ano. Essa amostra é apresentada na Tabela II.2 a seguir:

Ano	Q média mínima de 7 dias : $Q_{7min}$ (m <sup>3</sup> /s)
1936	0,34
1937	0,45
1938	0,46
1939	0,34
1940	0,34
1941	0,43
1942	0,39
1943	0,42
1944	0,28
1945	0,34
1946	0,31
1947	0,54
1948	0,48
1949	0,41
1950	0,43
1951	0,38
1952	0,38
1953	0,35
1954	0,33
1955	0,34
1956	0,43
1957	0,52
1958	0,49
1959	0,67
1960	0,66
1961	0,65
1962	0,67
1963	0,65
1964	0,65
1965	0,67

Processo: 04188/010  
 Documento: 39832010  
 Pag.: 027

1966	0,65
1967	0,49
1968	0,13
1969	0,05
1970	0,38
1971	0,39
1972	0,32
1973	0,35
1974	0,13
1975	0,45
1976	0,63
1977	0,50
1978	0,41
1979	0,51
1980	0,46
1981	0,57
1982	0,55
1983	0,72
1984	0,37
1985	0,33
1986	0,25
1989	0,31
1990	0,39
1991	0,35
1992	0,34
1993	0,39
1998	0,27
1999	0,22
2000	0,38
2001	0,18
2002	0,15
2004	0,34
2005	0,43
2006	0,31
2007	0,23
2008	0,33
2009	0,33

Determinada a amostra das vazões médias mínimas de sete dias  $Q_{7min}$ , procede-se o estudo de análise de frequência de vazões mínimas, descrito a seguir. Ordena-se a amostra em ordem crescente e calcula-se para cada elemento sua posição de plotagem  $(i/n+1)$ , que corresponde à probabilidade de ocorrência de valor inferior. Plota-se os valores  $Q_{7min}$  versus o inverso da posição de plotagem, que equivale ao período de retorno TR, em anos. Ajusta-se, então, uma curva (manualmente) ou a distribuição de Weibull aos pontos plotados e busca-se o valor associado ao TR de 10 anos. Nesse caso, como o período de retorno está dentro da faixa observada, a amostra foi ajustada manualmente e o valor correspondente ao TR de 10 anos foi obtido pelo gráfico II.1.

Tabela II.3 – Análise de Frequência da Q 7 min

Vazões Médias Mínimas de 7 dias em Ordem Crescente	Nº de Ordem (i)	Prob=i/(n+1) (X < que)	TR= 1/P (anos)
0,05	1	1,47%	68,00
0,13	2	2,94%	34,00
0,13	3	4,41%	22,67
0,15	4	5,88%	17,00
0,18	5	7,35%	13,60
0,22	6	8,82%	11,33
0,23	7	10,29%	9,71
0,25	8	11,76%	8,50
0,27	9	13,24%	7,56
0,28	10	14,71%	6,80
0,31	11	16,18%	6,18
0,31	12	17,65%	5,67
0,31	13	19,12%	5,23
0,32	14	20,59%	4,86
0,33	15	22,06%	4,53
0,33	16	23,53%	4,25
0,33	17	25,00%	4,00
0,33	18	26,47%	3,78
0,34	19	27,94%	3,58
0,34	20	29,41%	3,40
0,34	21	30,88%	3,24
0,34	22	32,35%	3,09
0,34	23	33,82%	2,96
0,34	24	35,29%	2,83
0,34	25	36,76%	2,72
0,35	26	38,24%	2,62
0,35	27	39,71%	2,52
0,35	28	41,18%	2,43
0,37	29	42,65%	2,34
0,38	30	44,12%	2,27
0,38	31	45,59%	2,19
0,38	32	47,06%	2,13
0,38	33	48,53%	2,06
0,39	34	50,00%	2,00
0,39	35	51,47%	1,94
0,39	36	52,94%	1,89
0,39	37	54,41%	1,84
0,41	38	55,88%	1,79
0,41	39	57,35%	1,74
0,42	40	58,82%	1,70
0,43	41	60,29%	1,66
0,43	42	61,76%	1,62
0,43	43	63,24%	1,58
0,43	44	64,71%	1,55
0,45	45	66,18%	1,51
0,45	46	67,65%	1,48
0,46	47	69,12%	1,45
0,46	48	70,59%	1,42
0,48	49	72,06%	1,39

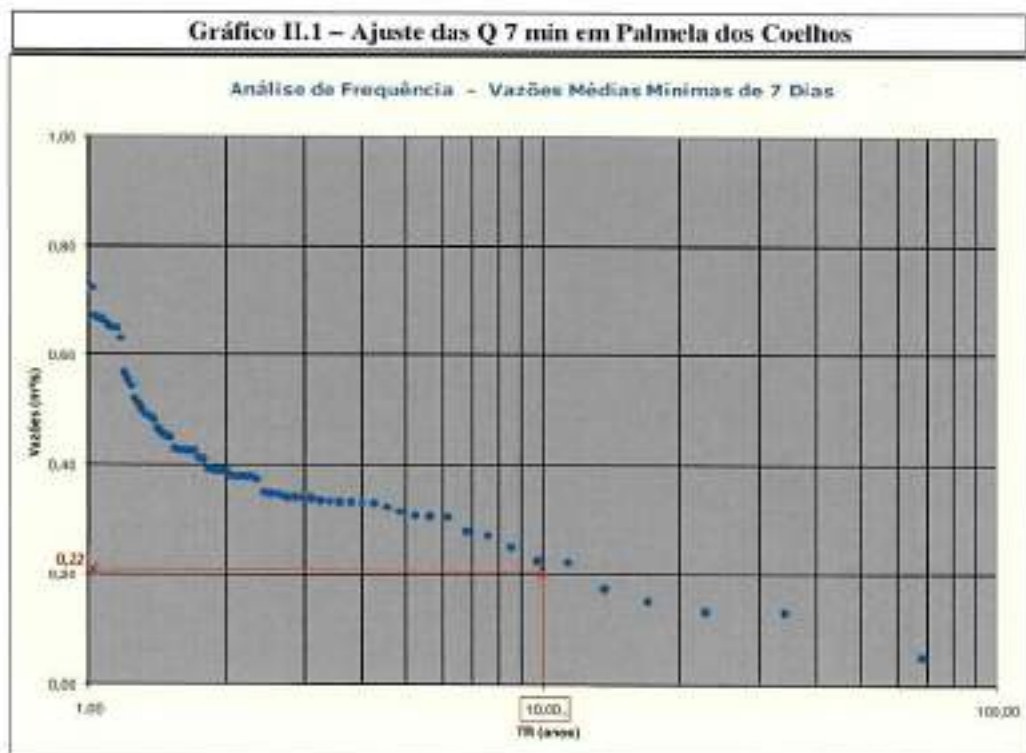
Processo: 08189/2010  
 Documento: 3365322010  
 Pag: 029

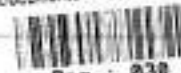
0,49	50	73,53%	
0,49	51	75,00%	
0,50	52	76,47%	
0,51	53	77,94%	1,28
0,52	54	79,41%	1,26
0,54	55	80,88%	1,24
0,55	56	82,35%	1,21
0,57	57	83,82%	1,19
0,63	58	85,29%	1,17
0,65	59	86,76%	1,15
0,65	60	88,24%	1,13
0,65	61	89,71%	1,11
0,65	62	91,18%	1,10
0,66	63	92,65%	1,08
0,67	64	94,12%	1,06
0,67	65	95,59%	1,05
0,67	66	97,06%	1,03
0,72	67	98,53%	1,01

Estimativa da Q7,10 para a PCH Xicão

Para estimar o valor corresponde à PCH Xicão, cuja área de drenagem é de 46 km<sup>2</sup>, utiliza-se da equação abaixo para que, a partir da Q<sub>7,10</sub> obtida para a estação fluviométrica de Palmela dos Coelhos, se obtenha a informação na PCH. Desta forma, a Q<sub>7,10</sub> para a PCH Xicão é de 28,3 l/s.

$Q_{PCH\ Xicão} = 0,12849 * Q_{Palmela\ dos\ Coelhos}$      0,22





- **Estudos sedimentológicos e de determinação da vida útil do reservatório**

A PCH Xicão está localizada no ribeirão Santa Cruz, o qual não possui posto sedimentométrico instalado. Dadas as grandes incertezas associadas à determinação do transporte de sedimentos em cursos d'água, serão adotados, como referência para a estimativa do aporte de sedimentos ao reservatório da PCH Xicão, os resultados contidos na referência "Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros - Eletrobrás", sendo assumido para o ribeirão Santa Cruz o PEMS de 86 t/km<sup>2</sup>/ano, que é o valor para rio Sapucaí na estação Itajubá.

Considerando um transporte de arraste da ordem de 35% do transporte em suspensão, teríamos uma descarga sólida total de 132 t/km<sup>2</sup>/ano. Assim, estima-se que o aporte de sedimentos ao reservatório de Xicão seja da ordem de 6.100 t/ano.

Devido às pequenas dimensões do reservatório, sua eficiência de retenção é bastante reduzida, portando a grande maioria dos sedimentos que chegam à barragem serão defluídos para jusante. Por se tratar de usina a fio d'água, o aporte de sedimentos no reservatório da PCH Xicão não causa problemas à sua capacidade de geração.

Além disso, o barramento dispõe de válvulas e comportas de fundo que são operadas visando fazer o desassoreamento da câmara de carga, reduzir o acúmulo de sedimentos no reservatório e minimizar a deposição de sedimentos em um mesmo período.



- **Dimensionamento das Estruturas Hidráulicas**

**Reservatório**

A barragem com 20 de altura, e 114 m de comprimento é construída em concreto armado, sendo composta de múltiplas abóbodas com contra fortes. A usina possui uma queda bruta de 115 m, tendo duas unidades geradoras.

- Cotas e níveis de operação:

Max. Normal: 993,38m (início do vertimento)  
 Máx. suportável: 993,89 (topo da barragem)  
 Coroamento: 993,92 m (galgamento da barragem- passarela)  
 Min. Operativo: 986,38m

**Vertedouro**

Os dispositivos extravasores são um vertedouro de crista livre com 11m de extensão e uma comporta de fundo com diâmetro de 1,20m.

Havendo o galgamento da barragem esta funcionará como um vertedouro também.

- Características dos equipamentos :

Máquinas: 2 x 0,904 MW, engolimento total: 2,08 m<sup>3</sup>/s

Vertedouro crista livre: 11 m cota 993,38m – Lamina max- 0,5 m,  
 vertimento pela crista livre : 7 m<sup>3</sup>/s na cota 993,89m.

Comporta de fundo: 01 Unidade, diâmetro 1,20m  
 vertimento max. pela comporta: 12,77 m<sup>3</sup>/s na cota 993,89m .

Defluência total da usina na cota 993,89m: 21,85 m<sup>3</sup>/s

*V. MÁV  
 Projeto  
 e dimension.*

**Tomada D'água**

Tanto a tomada d'água quanto a descarga de fundo têm uma comporta de rodas inclinada cerca de 30° com a horizontal, de acionamento manual, com dimensões aproximadas de 1,70 m x 4,00 m.

**Tubulação Forçada**

Partindo da barragem existe uma linha de tubulação forçada com diâmetro de 1,15 m e cerca de 1000 m de comprimento. A tubulação tem no seu extremo uma bifurcação alimentando duas turbinas instaladas.

Apesar do comprimento relativamente grande em relação à queda, a tubulação não é provida de chaminé de equilíbrio nem câmara de carga, possivelmente devido à pequena velocidade da água na tubulação, que é da ordem de 2 m/s. Entretanto, é provida de 3 ventosas, convenientemente distribuídas ao longo do conduto.

- Tabela de permanência da vazão turbinada durante todo o período

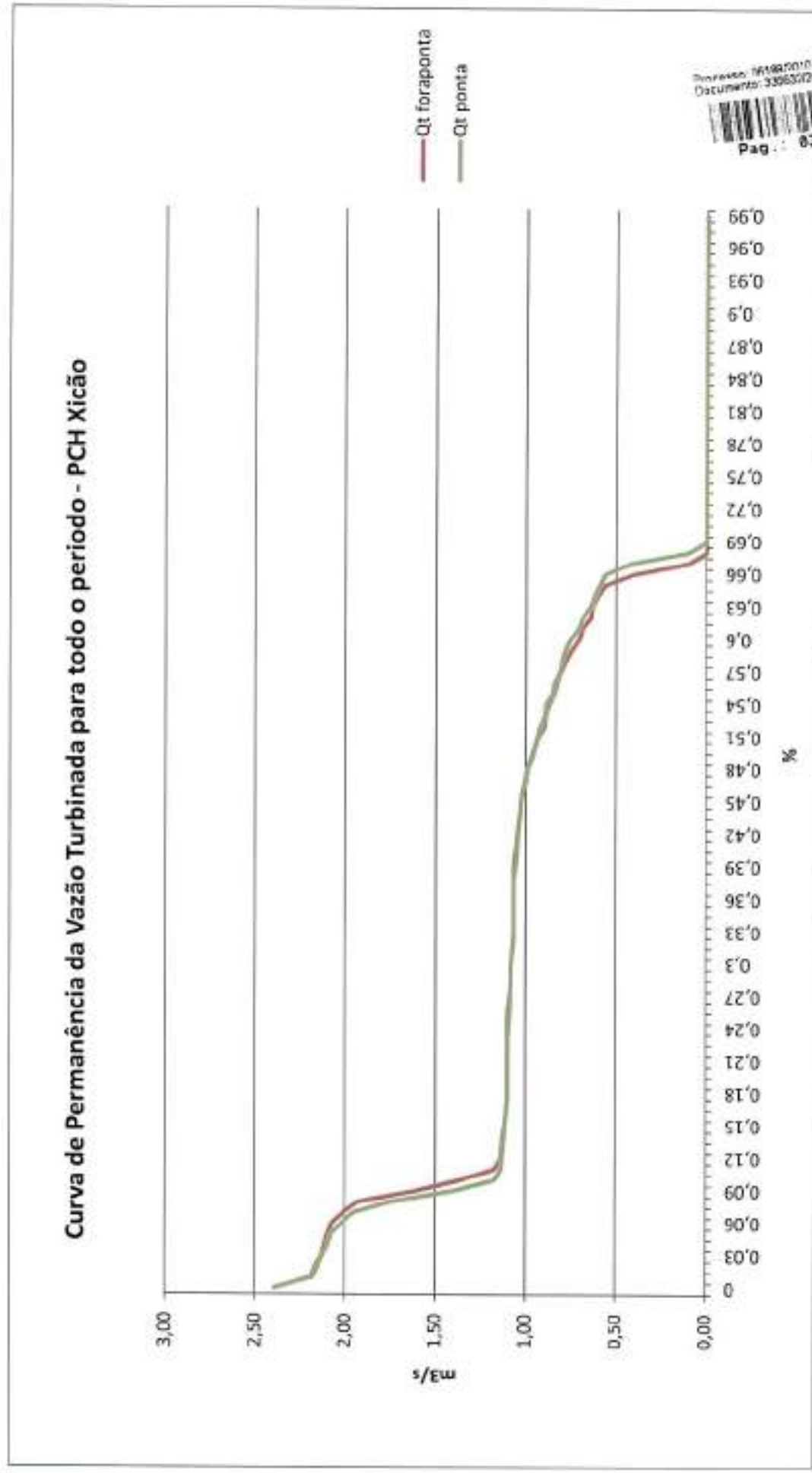
Projeto: 01/06/2010  
Documento: 33833/2010  
Pag : 033

Permanência	turbinada fora de ponta	turbinada ponta
0	2,39	2,39
0,01	2,19	2,18
0,02	2,16	2,15
0,03	2,13	2,12
0,04	2,11	2,10
0,05	2,09	2,08
0,06	2,07	2,02
0,07	2,01	1,95
0,08	1,93	1,75
0,09	1,61	1,41
0,1	1,36	1,17
0,11	1,17	1,14
0,12	1,14	1,13
0,13	1,13	1,13
0,14	1,13	1,12
0,15	1,12	1,12
0,16	1,11	1,11
0,17	1,10	1,10
0,18	1,10	1,10
0,19	1,10	1,10
0,2	1,10	1,10
0,21	1,10	1,10
0,22	1,10	1,10
0,23	1,10	1,10
0,24	1,10	1,10
0,25	1,10	1,09
0,26	1,10	1,09
0,27	1,09	1,08
0,28	1,08	1,08
0,29	1,08	1,08
0,3	1,08	1,08
0,31	1,07	1,08
0,32	1,07	1,07
0,33	1,06	1,07
0,34	1,06	1,06
0,35	1,06	1,06
0,36	1,06	1,06
0,37	1,06	1,06
0,38	1,06	1,06
0,39	1,06	1,05
0,4	1,06	1,05
0,41	1,05	1,05
0,42	1,04	1,04
0,43	1,04	1,04
0,44	1,03	1,03
0,45	1,03	1,03
0,46	1,02	1,02
0,47	1,00	1,00
0,48	0,99	0,99



0,49	0,97	0,97
0,5	0,95	0,95
0,51	0,93	0,94
0,52	0,90	0,92
0,53	0,89	0,89
0,54	0,88	0,89
0,55	0,85	0,85
0,56	0,83	0,84
0,57	0,81	0,81
0,58	0,78	0,80
0,59	0,75	0,78
0,6	0,71	0,76
0,61	0,69	0,71
0,62	0,64	0,69
0,63	0,64	0,64
0,64	0,60	0,62
0,65	0,57	0,59
0,66	0,41	0,56
0,67	0,10	0,42
0,68	0,00	0,10
0,69	0,00	0,00
0,7	0,00	0,00
0,71	0,00	0,00
0,72	0,00	0,00
0,73	0,00	0,00
0,74	0,00	0,00
0,75	0,00	0,00
0,76	0,00	0,00
0,77	0,00	0,00
0,78	0,00	0,00
0,79	0,00	0,00
0,8	0,00	0,00
0,81	0,00	0,00
0,82	0,00	0,00
0,83	0,00	0,00
0,84	0,00	0,00
0,85	0,00	0,00
0,86	0,00	0,00
0,87	0,00	0,00
0,88	0,00	0,00
0,89	0,00	0,00
0,9	0,00	0,00
0,91	0,00	0,00
0,92	0,00	0,00
0,93	0,00	0,00
0,94	0,00	0,00
0,95	0,00	0,00
0,96	0,00	0,00
0,97	0,00	0,00
0,98	0,00	0,00
0,99	0,00	0,00

- Curva de permanência da vazão turbinada durante todo o período de dados



Revisão: 06/08/2010  
 Documento: 339630/2010  
 Pag.: 835



- Tabela de permanência da vazão turbinada durante o período de e

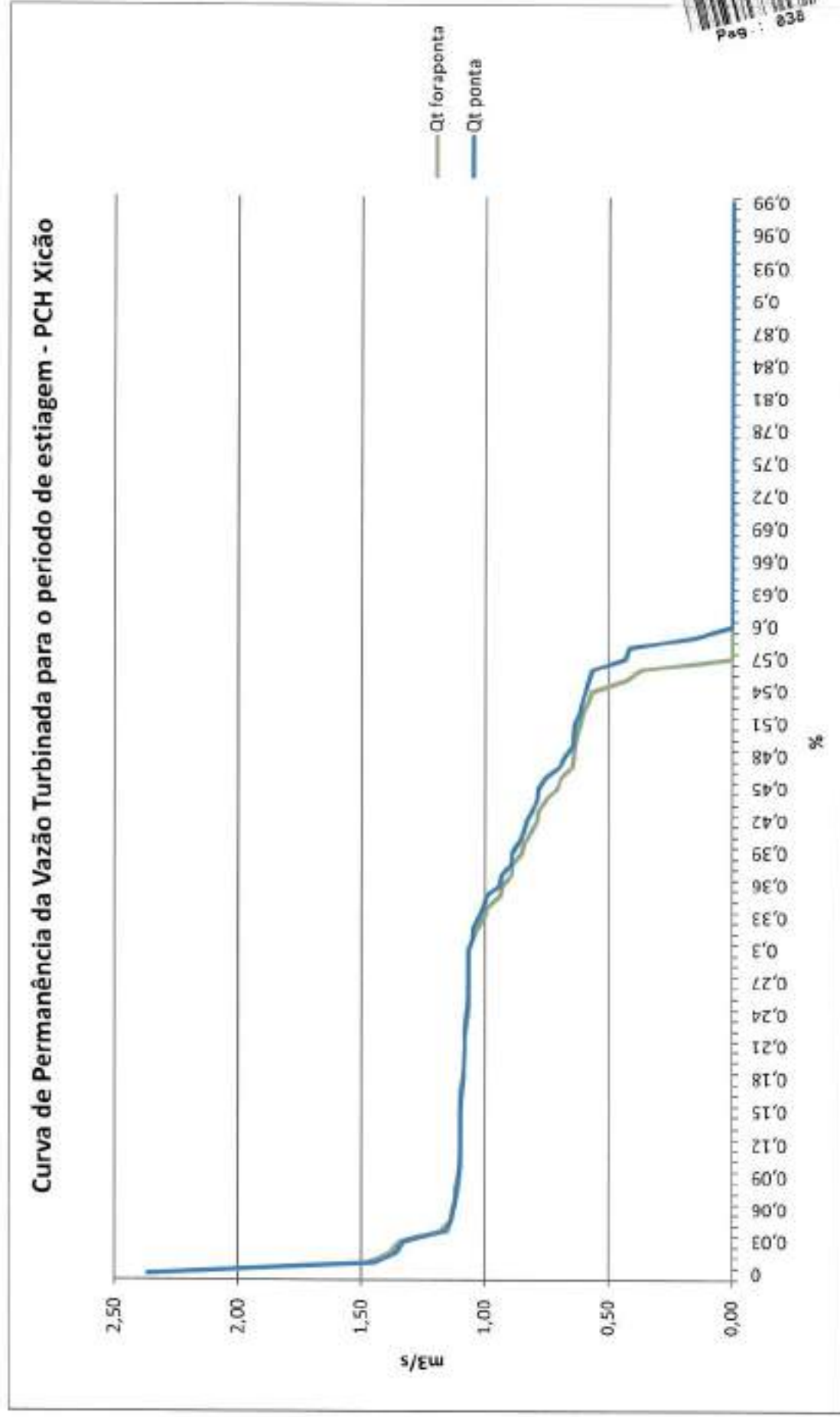
Permanência	turbinada fora de ponta	turbinada ponta
0	2,37	2,37
0,01	1,47	1,44
0,02	1,38	1,36
0,03	1,34	1,33
0,04	1,18	1,15
0,05	1,14	1,14
0,06	1,13	1,13
0,07	1,12	1,12
0,08	1,11	1,12
0,09	1,11	1,11
0,1	1,10	1,10
0,11	1,10	1,10
0,12	1,10	1,10
0,13	1,10	1,10
0,14	1,10	1,10
0,15	1,10	1,10
0,16	1,10	1,10
0,17	1,10	1,09
0,18	1,09	1,08
0,19	1,09	1,08
0,2	1,08	1,08
0,21	1,08	1,08
0,22	1,08	1,08
0,23	1,07	1,08
0,24	1,07	1,07
0,25	1,06	1,07
0,26	1,06	1,06
0,27	1,06	1,06
0,28	1,06	1,06
0,29	1,06	1,06
0,3	1,06	1,06
0,31	1,05	1,05
0,32	1,03	1,05
0,33	1,00	1,03
0,34	0,99	1,01
0,35	0,94	0,99
0,36	0,93	0,94
0,37	0,89	0,93
0,38	0,89	0,89
0,39	0,85	0,89
0,4	0,84	0,86
0,41	0,81	0,84
0,42	0,79	0,83
0,43	0,78	0,81
0,44	0,75	0,79
0,45	0,71	0,78
0,46	0,69	0,76
0,47	0,65	0,70
0,48	0,64	0,68

0,49	0,64	0,64
0,5	0,63	0,64
0,51	0,62	0,64
0,52	0,60	0,62
0,53	0,58	0,61
0,54	0,57	0,59
0,55	0,43	0,58
0,56	0,37	0,57
0,57	0,00	0,43
0,58	0,00	0,42
0,59	0,00	0,15
0,6	0,00	0,00
0,61	0,00	0,00
0,62	0,00	0,00
0,63	0,00	0,00
0,64	0,00	0,00
0,65	0,00	0,00
0,66	0,00	0,00
0,67	0,00	0,00
0,68	0,00	0,00
0,69	0,00	0,00
0,7	0,00	0,00
0,71	0,00	0,00
0,72	0,00	0,00
0,73	0,00	0,00
0,74	0,00	0,00
0,75	0,00	0,00
0,76	0,00	0,00
0,77	0,00	0,00
0,78	0,00	0,00
0,79	0,00	0,00
0,8	0,00	0,00
0,81	0,00	0,00
0,82	0,00	0,00
0,83	0,00	0,00
0,84	0,00	0,00
0,85	0,00	0,00
0,86	0,00	0,00
0,87	0,00	0,00
0,88	0,00	0,00
0,89	0,00	0,00
0,9	0,00	0,00
0,91	0,00	0,00
0,92	0,00	0,00
0,93	0,00	0,00
0,94	0,00	0,00
0,95	0,00	0,00
0,96	0,00	0,00
0,97	0,00	0,00
0,98	0,00	0,00
0,99	0,00	0,00

Processo: 09/080010  
Documento: 33653/2010

Pag.: 837

- Curva de permanência da vazão turbinada durante o período de estiagem







- **Regra operativa**

O uso das regras operativas para tomada de decisões em caso de cheia deverá seguir os seguintes passos:

Considerar dois valores de NA cujas leituras guardem entre si intervalos de tempo determinados.

Calcular a vazão defluente  $Q_d$ , observando as eventuais variações na vazão turbinada  $q_t$  ou na vazão vertida  $Q_v$ , durante o intervalo de tempo entre as duas leituras do  $na$  do item anterior.

Calcular a vazão afluente  $Q_a$

Com o valor de  $Q_a$  e o último  $NA$  lido no intervalo de tempo considerado, entrar no diagrama de operação, localizando a "região" indicada por este par de valores.

Procurar no item diagrama de operação - decisões, o tipo de operação correspondente à região identificada no item anterior, implementando-a em seguida.

### Metodologia adotada para cálculo de vazões:

#### Cálculo da vazão defluente

$$Q_d = Q_t + Q_v$$

$Q_d$  - vazão defluente ( $m^3/s$ )

$Q_t$  - vazão turbinada ( $m^3/s$ )

$Q_t$  - geração (MW)/  $C_p$  (tabela 1)

$Q_v$  - vazão vertida ( $m^3/s$ )

$$Q_v = Q_{comp. Fundo} + Q_{crista barragem}$$

$Q_{comp} / Q_{crista}$  - vazão pela comporta de fundo, crista livre da barragem I ( $m^3/s$ ) (anexo 2)

OBS.: se durante o intervalo de tempo considerado houver variação em  $Q_t$  ou  $Q_v$ , deverá ser utilizada, no cálculo de  $Q_d$ , a média ponderada.

$$Q = \frac{aQ_1 + bQ_2 + cQ_3 + \dots + xQ_n}{a + b + c + \dots + x} \text{ onde;}$$

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n \Rightarrow$  valores das vazões ( $Q_t$  ou  $Q_v$ ) ocorridas durante o intervalo de tempo considerado

$a, b, c, \dots, x \Rightarrow$  duração em horas dos intervalos durante os quais ocorrerá  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$  respectivamente.



### Cálculo da vazão afluyente

$$Q_a = Q_d \pm N \times \frac{V_{NA}}{T}$$

Qa - vazão afluyente (m<sup>3</sup>/s)

Qd - vazão defluente total (m<sup>3</sup>/s)

N - número de variação unitária (tabela 1) em função do NA.

VVna - valor absoluto da variação do nível do reservatório, (em centímetros) no intervalo de tempo considerado. (número sempre positivo).

t - intervalo de tempo considerado (em horas)

Obs.: a 2ª parcela da equação acima terá sinal :

(+) se o NA final for maior que o NA inicial

(-) se o NA final for menor que o NA inicial

Para fins de decisões operativas, a vazão afluyente será calculada considerando a variação de nível apurada entre leituras de NA espaçadas entre si de:

4 horas situação normal

2 horas - situação não normal/emergência

### Vazão e níveis de restrição:

$$NA_{\text{canal de fuga}} \geq + 1,6 \text{ m}$$

A defluência em Xicão associada à vazão do ribeirão situado a jusante da casa de força pode acarretar na inundação da casa de força. Como esse ribeirão não tem vazão controlada, não há como monitorar esse problema, a não ser ir aumentando gradativamente a vazão da comporta e acompanhar a elevação do nível de jusante. Em vista disso não se pode até o momento estipular com qual vazão defluente haverá danos.

### Restrições e Recomendações

Apesar da barragem ser em concreto, ela não deverá sofrer galgamento, sendo muito importante o controle de nível. Caso ocorra o galgamento, a vazão defluente da barragem, com todos os extravasores abertos somado ao galgamento, poderá chegar a 212 m<sup>3</sup>/s.

Aberturas maiores que 70% da comporta de fundo podem ocasionar vibrações excessivas na mesma, quando a mesma for praticada, esta vibração deverá ser monitorada.



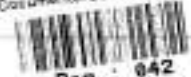
Para que o vertedouro mantenha sua capacidade de extravasamento n<sup>o</sup> ser canal de extravasamento. Da mesma forma, o canal de fuga deve ser mantido limpo permitindo o rápido escoamento.

Paras fins ambientais deve-se garantir uma vazão a jusante não menor do que a mínima vazão média mensal natural (0,11 m<sup>3</sup>/s).

Como no período seco as vazões afluentes são drasticamente reduzidas e logo a jusante da barragem existe a contribuição de um ribeirão, admite-se mesmo com as unidades geradoras paradas, que a barragem não deflúa nenhuma vazão, pois a vazão mínima estará atendida pelo referido ribeirão. Esta vazão entretanto deve ser continuamente monitorada pela equipe local e caso diminua significativamente, a barragem deverá passar a defluir a vazão mínima, nesse caso através da comporta.

O fechamento da comporta de fundo deve ser evitado no período noturno assim como nos finais de semana em qualquer época do ano. Também devem ser evitadas aberturas no período noturno devido a dificuldade de acompanhar os reflexos dessa operação.

O reservatório não poderá sofrer um deplecionamento maior do que 7 metros pois foi verificada a formação de poças favorecendo a ocorrência de acidentes ambientais. Por outro lado, também é recomendável que o deplecionamento não seja superior a 4 metros pois causará impactos sociais (lazer no lago).



- **Operação do descarregador de fundo**

O fechamento da comporta de fundo deve ser evitado no período noturno assim como nos finais de semana em qualquer época do ano. Também devem ser evitadas aberturas no período noturno devido à dificuldade de acompanhar os reflexos dessa operação.



- **Manutenção do fluxo de água a jusante**

Devido às pequenas dimensões do reservatório, sua eficiência de retenção é bastante reduzida, portando a grande maioria dos sedimentos que chegam à barragem serão defluidos para jusante. Por se tratar de usina a fio d'água, o aporte de sedimentos no reservatório da PCH Xicão não causa problemas à sua capacidade de geração.

Além disso, o barramento dispõe de válvulas e comportas de fundo que são operadas visando fazer o desassoreamento da câmara de carga, reduzir o acúmulo de sedimentos no reservatório e minimizar a deposição de sedimentos em um mesmo período.

No momento em que a vida útil do reservatório da PCH estiver esgotada, o fluxo de água a jusante da barragem será mantido através da comporta de fundo e da crista livre.

Autorização Aneel

Processo: 06186/2010  
Documento: 329532/2010



Pag.: 044

GABINETE DO MINISTRO

PORTARIA Nº 124, DE 14 DE JUNHO DE 2007

Prorroga, pelo prazo de vinte anos, contado a partir das datas que menciona, as concessões para exploração das Pequenas Centrais Hidrelétricas, da Central Geradora Hidrelétrica e das Usinas Hidrelétricas que especifica, localizadas no Estado de Minas Gerais, de que é titular a Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, e dá outras providências.

O MINISTRO DE ESTADO, INTERINO, DE MINAS E ENERGIA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 3º do Decreto nº 1.717, de 24 de novembro de 1995, nos termos do art. 19 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, e tendo em vista o que consta do Processo no 48500.004705/2000-92, resolve:

Art. 1º Prorrogar, pelo prazo de vinte anos, contado a partir das datas abaixo indicadas, as concessões relativas aos empreendimentos a seguir relacionados, para exploração das Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH, da Central Geradora Hidrelétrica - CGH e das Usinas Hidrelétricas - UHE, localizadas no Estado de Minas Gerais e de titularidade da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG:

I - a partir de 23 de setembro de 2001, para a PCH Pandeiros, com 4,2 MW de capacidade instalada, localizada no Município de Januária.

II - a partir de 20 de setembro de 2004, para a PCH Rio das Pedras, com 9,28 MW de capacidade instalada, localizada no Município de Itabirito.

III - a partir de 20 de agosto de 2005, para a PCH Poço Fundo, com 9,16 MW de capacidade instalada, localizada no Município de Poço Fundo.

IV - a partir de 20 de agosto de 2005, para a PCH São Bernardo, com 6,82 MW de capacidade instalada, localizada no Município de Pirangaçu.

V - a partir de 20 de agosto de 2005, para a PCH Xicão, com 1,81 MW de capacidade instalada, localizada no Município de Campanha.

VI - a partir de 20 de agosto de 2005, para a PCH Luiz Dias, com 1,62 MW de capacidade instalada, localizada no Município de Itajubá.



VII - a partir de 26 de fevereiro de 2006, para a CGH Santa Luzia, com 0,704 MW de capacidade instalada, localizada no Município de Centralina.

VIII - a partir de 24 de julho de 2005, para a UHE Emborcação, com 1.192 MW de capacidade instalada, localizada nos Municípios de Cascalho Rico e Araguari.

IX - a partir de 24 de julho de 2005, para a UHE Nova Ponte, com 510 MW de capacidade instalada, localizada no Município de Nova Ponte.

Art. 2º As prorrogações dos prazos das concessões de que tratam esta Portaria somente terá eficácia com a assinatura do respectivo Aditivo ao Contrato de Concessão celebrado entre a Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG e o Poder Concedente, que será efetuado por intermédio da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Parágrafo único. O Aditivo ao Contrato de Concessão observará as normas e condições estabelecidas pela legislação pertinente, bem como aquelas previstas na Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, e seus respectivos regulamentos.

Art. 3º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

NELSON JOSÉ HUBNER MOREIRA

Este texto não substitui o publicado no D.O. de 15.06.2007, seção 1, p. 44, v. 144, n. 114.

## RESOLUÇÃO AUTORIZATIVA Nº 1.338, DE 22 DE ABRIL DE 2006

Transfere da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG para a CEMIG Geração e Transmissão S.A. as concessões para geração de energia elétrica que especifica, retifica o art. 1º da Resolução Autorizativa nº 583, de 22 de maio de 2006, e dá outras providências.

RelatórioVoto

(\*) Vide alterações e inclusões no final do texto.

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria, tendo em vista o disposto no art. 27 da Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no art. 3º, inciso XIII, da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, incluído pelo art. 17 da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, com base no art. 1º do Decreto nº 4.932, de 23 de dezembro de 2003, com redação dada pelo Decreto nº 4.970, de 30 de janeiro de 2004, na Portaria MME nº 124, de 14 de junho de 2007, na Resolução Autorizativa nº 407, de 20 de dezembro de 2004, no Contrato de Concessão de Geração nº 007/1997, o que consta do Processo nº 48500.004705/00-92, e considerando que:

a anuência à proposta de transferência das concessões e a versão do patrimônio da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, para fins de reestruturação societária e segregação das atividades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, foi realizada por meio da Resolução Autorizativa nº 407, de 20 de dezembro de 2004, e

por equívoco se fez constar do art. 1º da Resolução Autorizativa nº 583, de 22 de maio de 2006, as usinas hidrelétricas de Dona Rita e Lajes, resolve:

Art. 1º Transferir da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG para a CEMIG Geração e Transmissão S.A. as concessões referentes às usinas a seguir relacionadas:

	Usinas	Potência (MW)	Rio	Município Barramento	Município Casa de Força	Termo Final da Concessão
1	Emborcação	1.192,00	Paranaíba	Catalão e Araguari	Araguari	23.07.2025
2	Luiz Dias	1,62	Lourenço Velho	Itajubá	Itajubá	19.08.2025
3	Nova Ponte	510,00	Araguari	Nova Ponte	Nova Ponte	23.07.2025
4	Pandeiros	4,20	Pandeiros	Januária	Januária	22.09.2021
5	Poço Fundo	9,16	Machado	Poço Fundo	Poço Fundo	19.08.2025
6	Rio de Pedras	9,28	Pedras	Itabirito	Itabirito	19.09.2024
7	Santa Luzia	0,704	Piedade	Centralina	Centralina	25.02.2026
8	São Bernardo	6,82	São Bernardo	Piranguçu	Piranguçu	19.08.2025
9	Xicão	1,808	Santa Cruz	Campanha	Campanha	19.08.2025





Art. 2º Retificar o art. 1º da Resolução Autorizativa nº 583, de 22 de maio de 2010, para que passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 1º Autorizar a transferência para a CEMIG Geração e Transmissão S.A., das concessões outorgadas à Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, referentes às usinas a seguir relacionadas:

	Usinas	Potência (MW)	Rio	Município Barramento	Município Casa de Força	Termo Final da Concessão
1	Anil	2.080	Jacaré	Santana do Jacaré e Candelas	Santana do Jacaré	08.07.2015
2	Bom Jesus do Galho	0,36	Sacramento	Bom Jesus do Galho	Bom Jesus do Galho	Registrada
3	Cajuru	7,20	Pará	Carmo do Cajuru e Divinópolis	Divinópolis	08.07.2015
4	Camargos	46,00	Grande	Itutinga e Nazareno	Itutinga	08.07.2015
5	Eólica-Elétrica Experimental do Morro do Camelinho	1,00	-	Gouveia	Gouveia	Registrada
6	Formoso	0,44	-	Formoso	Formoso	Registrada
7	Gafanhoto	14,00	Pará	Divinópolis	Divinópolis	08.07.2015
8	Igarapé	131,00	(UTE)	Juatuba	Juatuba	13.08.2024
9	Irapé	360,00	Jequitinhonha	Berilo e Grão Mogol	Grão Mogol	28.02.2035
10	Itutinga	52,0	Grande	Itutinga e Nazareno	Nazareno	08.07.2015
11	Jacutinga	0,72	Mogi-Guaçu	Jacutinga	Jacutinga	Registrada
12	Jaguara	424,00	Grande	Sacramento e Rifaina	Sacramento e Rifaina	28.08.2013
13	Joasal	8,40	Paraibuna	Juiz de Fora	Juiz de Fora	08.07.2015
14	Marmelos	4,00	Paraibuna	Juiz de Fora	Juiz de Fora	08.07.2015
15	Martins	7,70	Uberabinha	Uberlândia	Uberlândia	08.07.2015
16	Miranda	408,00	Araguari	Uberlândia e Indianópolis	Indianópolis	23.12.2016
17	Paciência	4,08	Paraibuna	Matias Barbosa	Matias Barbosa	08.07.2015
18	Peti	9,40	Sta. Bárbara	São Gonçalo do Rio Abaixo	São Gonçalo do Rio Abaixo	08.07.2015
19	Piau	18,012	Piau	Piau	Piau	08.07.2015
20	Poquim	1,408	Poquim	Itambacuri	Itambacuri	08.07.2015
21	Salto Grande	102,00	Santo Antônio	Braúnas	Braúnas	08.07.2015
22	Salto Morais	2,394	Tijuco	Ituiutaba	Ituiutaba	01.07.2020
23	Santa Marta	1,00	Ticororó	Grão Mogol e Francisco de Sá	Grão Mogol	08.07.2015
24	São Simão	1.710,00	Paranaíba	Santa Vitória e São Simão	São Simão	11.01.2015
25	Sumidouro	2,120	Sacramento	Bom Jesus do Galho	Bom Jesus do Galho	08.07.2015
26	Três Marias	396,00	São Francisco	Três Marias	Três Marias	08.07.2015
27	Tronqueiras	8,50	Tronqueiras	Coroaci	Coroaci	08.07.2015
28	Volta Grande	380,00	Grande	Conceição das Alagoas	Conceição das Alagoas	23.02.2017

Art. 3º Fica aprovada a minuta do Termo Aditivo ao Contrato de Concessão de Geração nº 007/1997, formalizando a transferência das concessões de que trata o art. 1º desta Resolução, que deverá ser assinado pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG e CEMIG Geração e Transmissão S.A. no prazo de até 45 (quarenta e cinco) dias a contar da data da publicação desta Resolução.



Art. 4º Ficam convalidados os atos praticados pela CEMIG Geração e Transmissão sob a vigência da Resolução Autorizativa nº 407, de 20 de dezembro de 2004.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JERSON KELMAN

Este texto não substitui o publicado no D.O. de 09.05.2008, seção 1, p. 58, v. 145, n. 88.

(\*) **Texto em negrito com redação alterada conforme retificação publicada no D.O. de 09.07.2008, seção 1, p. 54, v. 145, n. 130.**



### • Arranjo geral do empreendimento ↗

O barramento para a formação do reservatório desenvolve-se numa extensão de 114 m e altura máxima de 20m. É constituído, da ombreira esquerda para a direita, por um vertedouro de crista livre em concreto armado, seguido por uma estrutura de concreto em arcos múltiplos e contraforte.

O circuito hidráulico de geração é composto por uma válvula de adução dotada de um tubo de alívio e uma tubulação forçada que conduz água até as unidades geradoras, vencendo um desnível de cerca de 120 m entre o nível máximo do reservatório e o piso das unidades geradoras.

A barragem é uma estrutura de concreto armado, de arcos múltiplos e contrafortes. É constituída por 6 abóbadas com a tomada d'água e válvula de fundo localizadas respectivamente no terceiro e quarto arcos, contados a partir da margem esquerda.

Tanto a tomada d'água quanto a descarga de fundo têm uma comporta de rodas inclinada cerca de 30° com a horizontal, de acionamento manual, com dimensões aproximadas de 1,70 m x 4,00 m.

### **Tubulação Forçada**

Partindo da barragem existe uma linha de tubulação forçada com diâmetro de 1,15 m e cerca de 1000 m de comprimento. A tubulação tem no seu extremo uma bifurcação alimentando duas turbinas instaladas.

Apesar do comprimento relativamente grande em relação à queda, a tubulação não é provida de chaminé de equilíbrio nem câmara de carga, possivelmente devido à pequena velocidade da água na tubulação, que é da ordem de 2 m/s. Entretanto, é provida de 3 ventosas, convenientemente distribuídas ao longo do conduto.

### **Casa de Força**

A casa de força da PCH Xicão tem estrutura em concreto e fechamento em alvenaria. Possui uma área aproximada de 150 m<sup>2</sup> e é composta de uma sala de máquinas com dois geradores, uma sala de operação e um cubículo que abriga 2 transformadores de 1130 kVA, um transformador de serviço auxiliar de 45 kVA e três disjuntores.

Os geradores são de fabricação Oerlikon, Suíça, têm capacidade nominal de 1130 kVA, 750 rpm, 50 ciclos, F.P.= 0,80. Há alguns anos, com a interligação no sistema CEMIG, a usina passou a funcionar com 60 ciclos, alterando-se a velocidade de 750 rpm para 900 rpm e substituindo as polias do regulador.

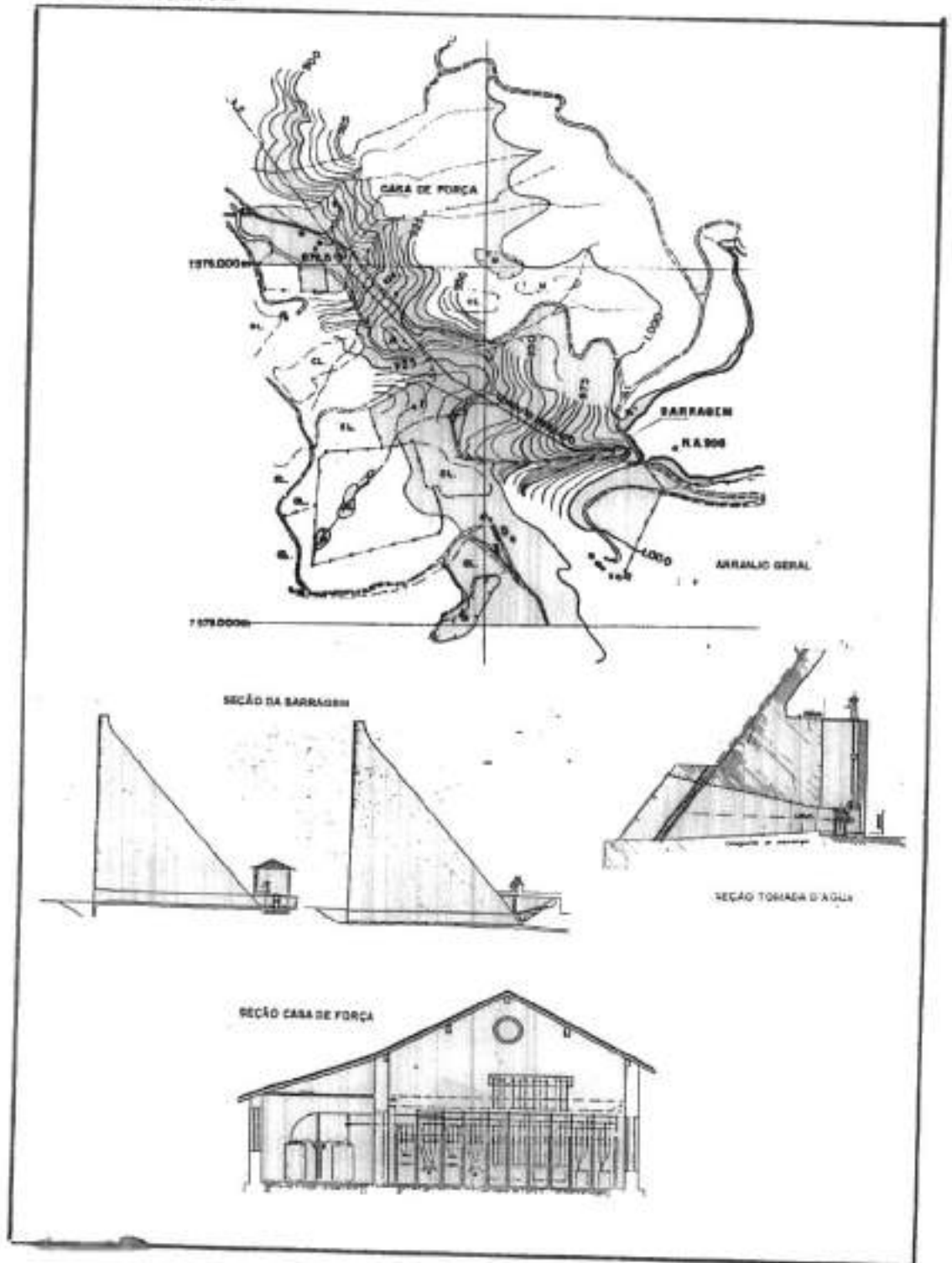
As duas turbinas são de eixo horizontal tipo Francis, de 1300 CV e engolimento de 1,04 m<sup>3</sup>/s cada uma. As turbinas são de fabricação J.M. Voith, números 4680 e 4681, datadas de 1912.

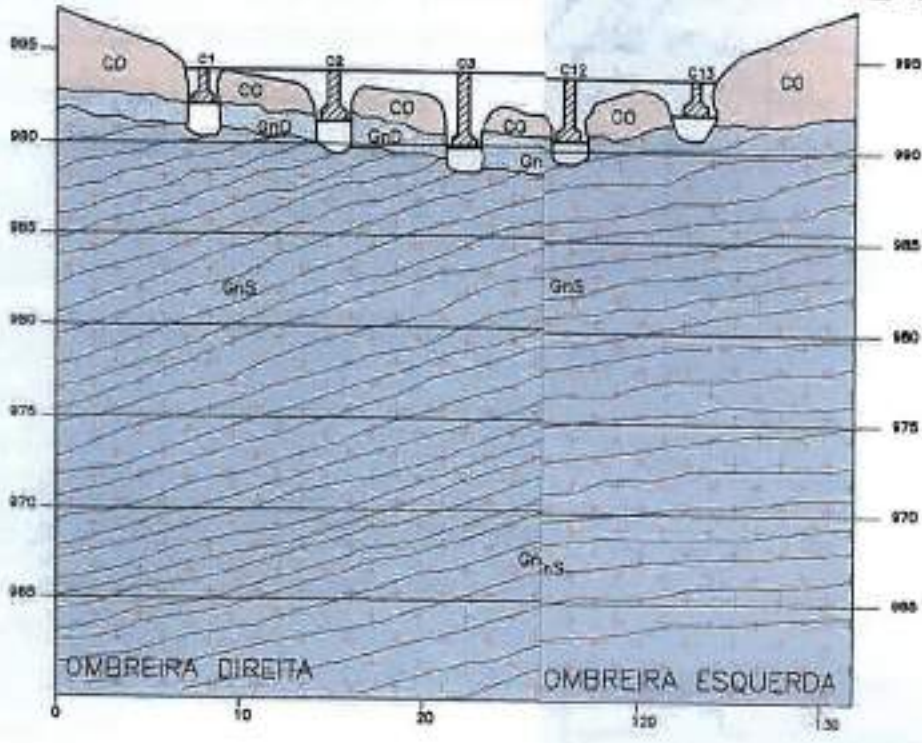
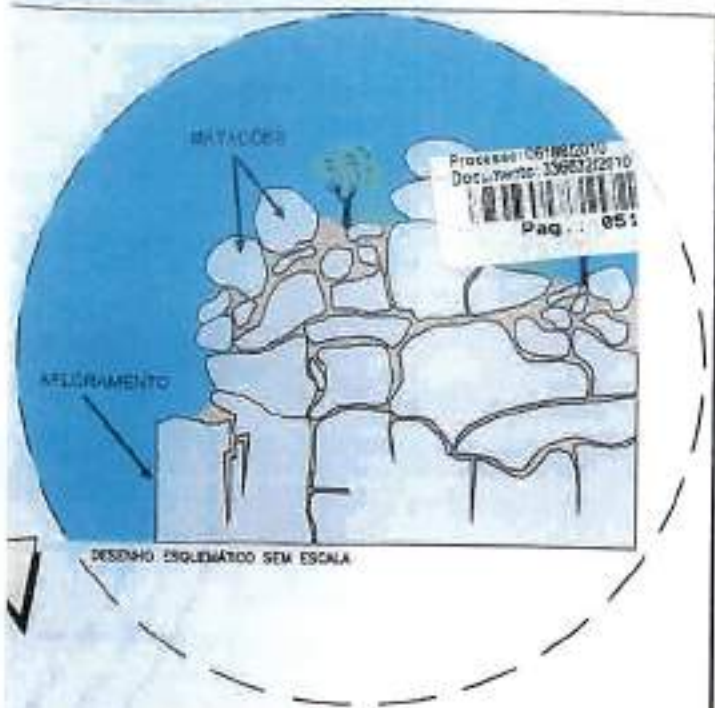
### **Canal de Fuga**

O canal de fuga da usina possui, junto à casa de força, as paredes e o fundo em concreto. A sua continuação é feita através de um canal escavado em terreno natural, sem qualquer revestimento,



### UHE XICÃO



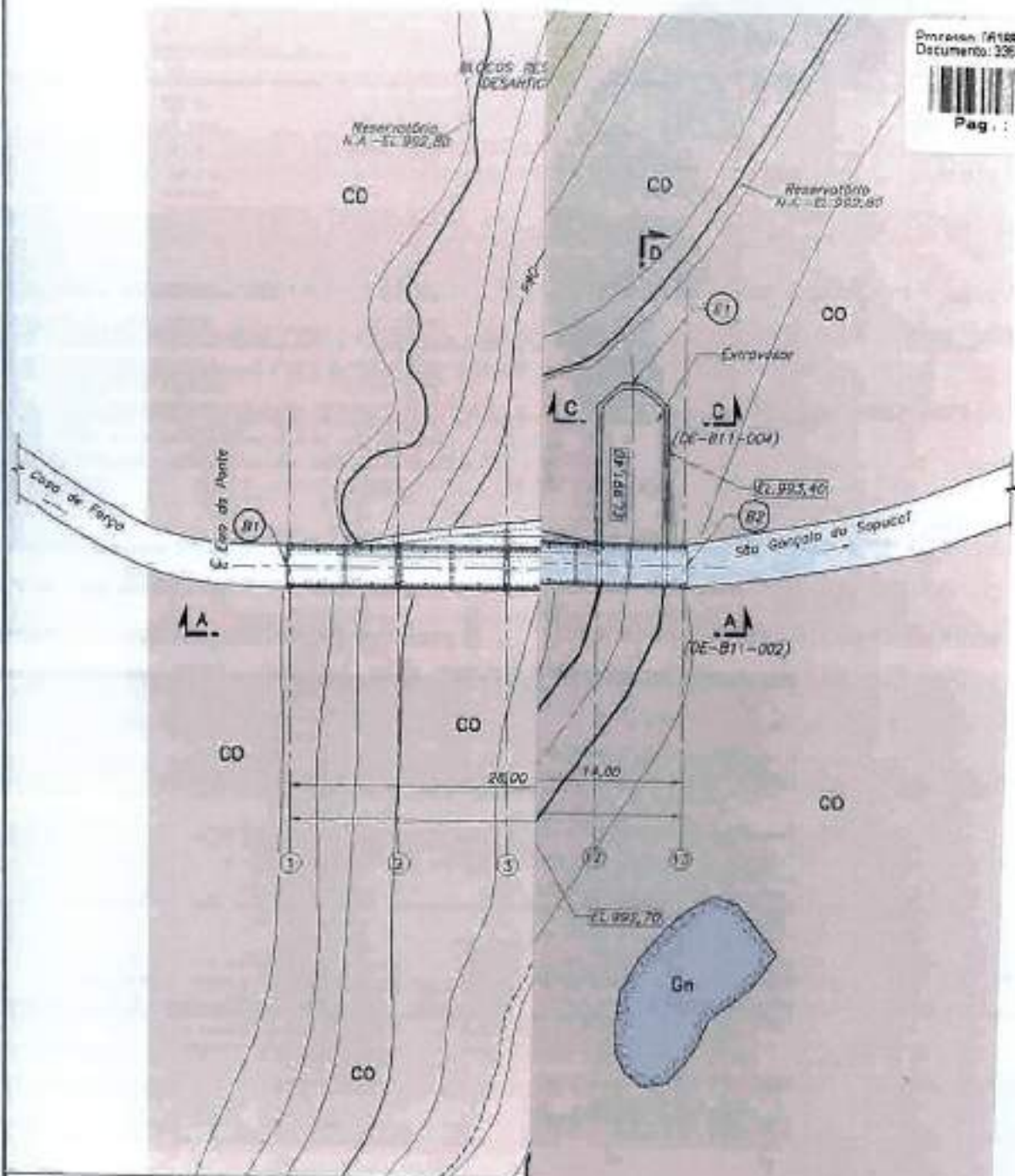


LEGENDA:

- CO - SOLO COLUMONAR ARGILOSO A ARGILO-SILTOSO  
CIMENTAÇÃO E CONCREÇÕES LATÉRICAS.
- GnD - ALUVIÃO E TERRAÇO ALUVIONAR - CASCALHOS /  
MATRIZ ARENOSA; BLOCOS E MATAOCES ASSDO
- GnS - GNARSE DECOMPOSTO (A3-4/F2-4)
- GnS - GNARSE SÃO (A1-2/F1-2)

1			PROJETO BÁSICO	ESCALA	INDICADA
2			RIBEIRÃO SANTA CRUZ	#	
3			PCH XICÃO		PO-178-DE-005
4	DATA	FECHA	MODO	APROV.	VISTO
5	PROJETISTA		SEÇÃO GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA	FOLHA	N.º
			PERFIL LONGITUDINAL		1





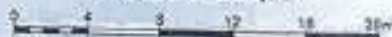
**LEGENDA:**

- S1 - SURSÊNCIAS D'ÁGUA PELO MACIÇO DE FUNDAÇÕES
- P1 - PERCOLAÇÕES D'ÁGUA PELO MACIÇO DE CONCRETO DA
- ATITUDE DO BANDAMENTO/FOLIAÇÃO GNÁSSICA
- ATITUDE DE FRATURAS/JUNTAS
- Gn - BLOCOS E MATAÇÕES DESARTICULADOS DO MACIÇO
- ALLUVIÃO E TERRAÇO ALLUVIONAR - CASCALHOS E PEDRI MATRIZ ARENOSA; BLOCOS E MATAÇÕES ASSOCIADOS.

\* AS UNIDADES

3						- TOMAS M
3						
1						
1	DATA	FEITO	VERO	APROV	VERO	
REV.	PROJETISTA					

PLANTA EL. 996,00

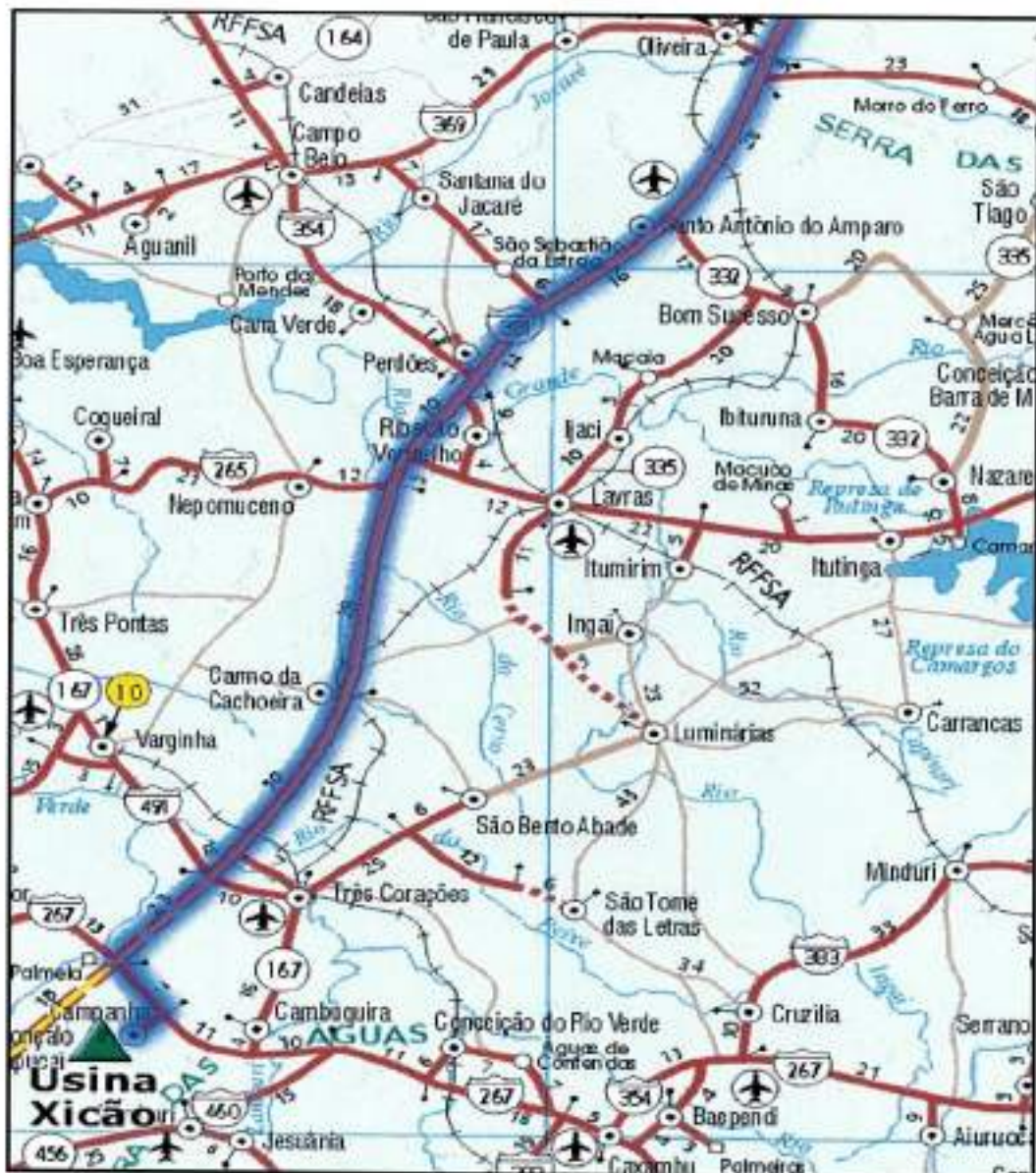


PROJETO INSCO		ESCALA	MÉDIA
RESERVOIR SANTA CRUZ		V	
PCH XICÃO		PO-175-DE-004	
CROQUI GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO		FECHA	REV. 0
PLANTA			



- Localização e acesso à barragem

A PCH Xicão, também conhecida como usina Vidal Dias, está situada no ribeirão Santa Cruz, afluente do rio Palmela e contribuinte do Rio Grande, em área dos municípios de Campanha e São Gonçalo do Sapucaí, na região sul de Minas Gerais. O acesso se dá pela BR 381 até o quilômetro 781, daí por mais 10 km em estrada não pavimentada. A Usina fica a cerca de 330 Km de Belo Horizonte.







157  
→ GA/LA  
GROSSI

OF. SUPRAM-SM Nº 0943832/2016

22 de agosto de 2016

Referência: Processo outorga nº 6188/2010  
Assunto: Solicitação de informações complementares

Prezado Senhor,

Com o objetivo de dar continuidade à análise do Processo de outorga nº 6188/2010 referente ao empreendimento Cemig geração e Transmissão S.A – PCH Xicão, deverão ser protocoladas nesta Superintendência Regional as informações complementares no prazo máximo de 60 (sessenta) dias, contados a partir do recebimento deste ofício, conforme Portaria nº 49/2010 de 01/07/2010.

O não cumprimento do prazo acima estipulado acarretará no indeferimento do pedido de outorga para Aproveitamento de Potencial Hidrelétrico, tendo em vista a inexistência de elementos essenciais a sua análise.

Para o prosseguimento da análise do pedido de outorga em questão, verificou-se que será necessário:

- Apresentar formulário técnico atualizado;
- Informar qual é a  $Q_{7,10}$ , pois nos estudos apresentados não está claro;
- Calcular a vazão máxima de projeto com seu devido tempo de recorrência (informar qual foi utilizado) e apresentar o dimensionamento do vertedouro para que o mesmo suporte a vazão máxima de projeto;
- Dimensionamento de todas as estruturas hidráulicas;
- Apresentar as plantas de todas as estruturas hidráulicas, a qual não foi apresentada no relatório técnico;
- Descrever e apresentar o dimensionamento do dispositivo de manutenção da Qeco;
- Estudo de vida útil do reservatório;
- Apresentar a permanência, em curva e tabela, das vazões afluentes e defluentes na ponta e fora da ponta, considerando todo o período de dados (somente quando a usina operar neste regime - ponta e fora-de ponta);

OMEGA  
22/08/2016  
00067/2016  
OK [assinatura]

GA/LA-00122/2016  
Viviane Nazareno  
Recebido 23/08/16



- Apresentar descrição da regra operativa com apresentação das vazões máximas e mínimas turbinadas, contemplando a manutenção da vazão reduzida conforme modelo abaixo:

Vazões (m³/s)	Meses do ano												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Q Méd Afluente													
Q Max turbinada													
Q Min turbinada													
Q residual													
Q ecológica													

- Apresentar as coordenadas geográficas do barramento e da casa de força;
- Descrever detalhadamente os procedimentos adotados para a operação do descarregador de fundo, tendo em vista a manutenção da condição da qualidade das águas e seus usos a jusante;
- Informar o comprimento do TVR (Trecho de vazão reduzida) em metros;
- Definição e dimensionamento do dispositivo que irá garantir a manutenção do fluxo a jusante da barragem;
- Para empreendimentos já implantados, avaliar a situação atual da área do reservatório;
- Descrever e apresenta as dimensões da tomada d'água;
- Descrever como será a casa de força;
- Descrever e apresentar as dimensões do canal de adução;
- Apresentar ART do responsável técnico pelo processo de outorga;

Informamos que a gestora do processo, Danúbia Gonçalves Cardoso, coloca-se a disposição para esclarecer eventuais dúvidas que tenha o empreendedor ou consultoria por ele contratada.

Atenciosamente,

159

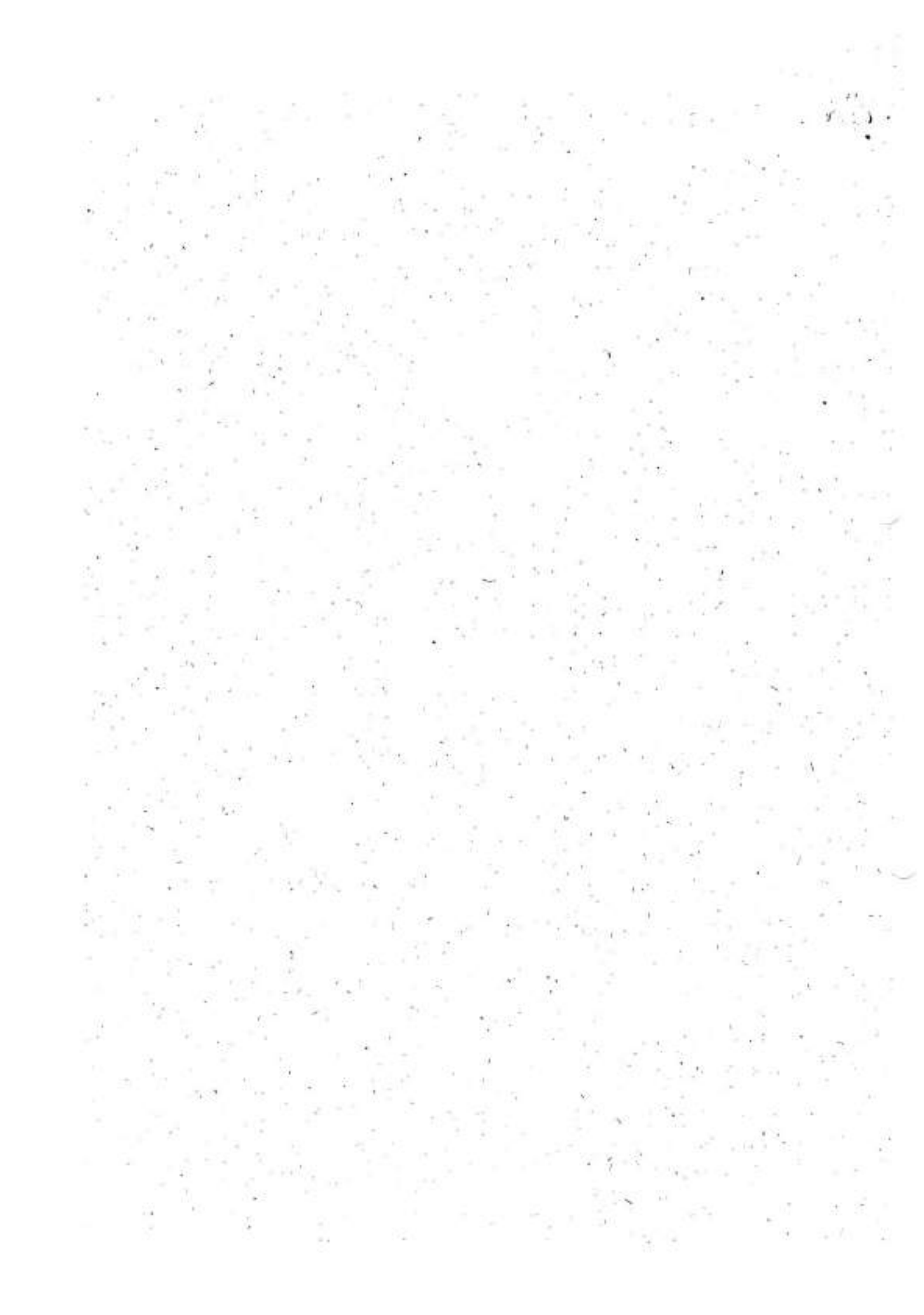


GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Cezar Augusto Fonseca e Cruz  
Diretor Técnico SUPRAM - SM

Danúbia Gonçalves Cardoso  
Gestora Ambiental SUPRAM - SM

A:  
CEMIG GT  
Avenida Barbacena, 1200 - 10º Andar  
Bairro: Santo Agostinho  
Belo Horizonte - MG  
CEP: 30.191-131



**APROVEITAMENTO DE POTENCIAL HIDRELÉTRICO DETENTOR DE PROJETO BÁSICO  
(CONSIDERADO NA RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM 936 DE 24 DE ABRIL DE 2009)**

**Definição:** Aproveitamento de um curso de água para a produção de energia elétrica, podendo ser feito com ou sem acumulação de água. O represamento tem função de acumular, durante épocas de chuvas, um volume de água suficiente para que seja suprida a necessidade no período de seca. Quando não há o represamento, não existe a interrupção do escoamento natural do curso d'água, que passa pelas turbinas e vertedouro, denominando-se aproveitamento hidrelétrico a fio d'água.



**MODULO 1 - IDENTIFICAÇÃO**

**(\*) 1. Requerente Pessoa Física**

Nome							
CPF				Identidade			
Endereço					Município		
Distrito				Caixa Postal		UF	CEP
DDD	Telefone		Fax		E-mail		

**(\*) 2. Requerente - Pessoa jurídica**

Nome / Razão social	Cemig Geração e Transmissão S.A - Cemig GT						
Nome fantasia	Cemig Geração e Transmissão S.A				CNPJ	06.981.176/0001-58	
Endereço	Av. Barbacena 1.200			Município	Belo Horizonte		
Distrito				Caixa Postal		UF	MG CEP 30.190-131
DDD	(31)	Telefone	3506-4188	Fax	3275-3061	E-mail	RecursosHidricos@cemig.com.br
Inscrição estadual	062.322131.0098			Inscrição municipal			

**(\*) 3. Endereço p/ correspondência**

Repetir Campo 1     Repetir Campo 2

Destinatário	Cemig GT - Gerência de Planejamento Energético - PO/PE						
Endereço	Av. Barbacena 1.200 - 14º andar			Município	Belo Horizonte		
Distrito				Caixa Postal		UF	MG CEP 30.190-131
DDD	(31)	Fone	3506-4188	Fax	3275-3061	E-mail	RecursosHidricos@cemig.com.br

**(\*) 4. Responsável técnico pelo processo de outorga**

Nome / Empresa	Nelson Benício Marques Araújo			CREA	40.682/D	ART	
Endereço	Av. Barbacena 1.200 - 14º andar			Município	Belo Horizonte		
Distrito				Município	Belo Horizonte		UF MG CEP 30.190-131
DDD	(31)	Fone	3506-4091	Fax	3275-3061	E-mail	RecursosHidricos@cemig.com.br

**(\*) 5. Uso dos recursos hídricos**

Localidade: Campanha			
Obra Implantada (sim/não)	sim	Data da Implantação	1941
Renovação de Portaria (sim/não)	não	Número e data	
Portaria com Condicionantes (sim/não)	não	<i>Se houver condicionantes, apresentar relatório de cumprimento de condicionantes em anexo</i>	

**(\*) 6. Descrição geral do empreendimento**

Pequena Central Hidrelétrica implantada no ribeirão Santa Cruz em 1941, no município de Campanha com potência instalada igual a 1,808 MW.

MODULO 2 – MODO DE USO							
(*) 7. Coordenadas geográficas do trecho de intervenção							
(*) Assinalar Datum (Obrigatório):		[ x ] SAD 89 [ ] WGS 84 [ ] Córrego Alegre					
(*) Formato Lat/Long		Latitude			Longitude		
		Grau:21	Min:55	Seg:08	Grau:45	Min:28	Seg:41
Formato UTM (X, Y)		Longitude ou X (6 dígitos)= 450.626 Não considerar casas decimais			Latitude ou Y (7 dígitos)= 7.576.066 Não considerar casas decimais		
Fuso ou Meridional para formato UTM							
Fuso		[ ] 22 [ x ] 23 [ ] 24	Meridiano central		[ ] 39° [ x ] 45° [ ] 51°		
(*) 8. Modo de intervenção							
8.1 Localização e características hidrológicas do ponto de intervenção:							
Município Margem Direita:		Campanha					
Município Margem Esquerda:		Campanha					
Curso de água:		Ribeirão Santa Cruz					
Bacia estadual:		GD4 – Rio Verde			Bacia Federal:		Rio Grande
Área de drenagem a montante do ponto de intervenção (km²):				56,2			
Declividade de toda extensão do curso de água – início à foz (m/m):				0,06477			
9. Estruturas Hidráulicas							
9.1 Reservatório							
Possui Reservatório?		Sim					
Comprimento do reservatório (km)		3,8501		Perímetro do Reservatório (km)		15,1998	
Largura Média (km)		0,3929		Vida Útil (anos)		-	
Área do reservatório (km²)		1,5127		Tempo de Residência (h)		2.574	
Profundidade Média (m)		N/D		Tempo de Enchimento (h)		-	
Depleção Máxima (m)		6 metros (obtido a partir da variação de NA medido na barragem)					
9.1.1 Nível d'água a montante				9.1.2 Nível d'água a jusante			
1NA máximo <i>maximorum</i> (m)		993,89		NA Máximo Excepcional (m)		N/D	
NA máximo normal (m)		993,38		NA Máximo Normal (m)		N/D	
NA mínimo normal (m)		986,38		NA Mínimo Normal (m)		N/D	
9.1.3 Área inundada				9.1.4 Volumes			
NA máximo <i>maximorum</i> (m)		1,17		Volume total (hm³)		7,352	
NA máximo normal (m)		0,34		Volume Útil (hm³)		6,217	
NA mínimo normal (m)		0,14		Volume Morto (hm³)		1,135	
9.1.5 Descarga de fundo							
Dispositivo que garantirá a vazão remanescente?				-			
				Vazão a ser descarregada (m³/s)		-	
9.2 Barragem							
Tipo do maciço		Concreto/Arcos		Cota da Crista (m)		993,89	
Comprimento da Crista (m)		114,00					
Altura Máxima (m)		20,00					
9.3 Vertedouro							
Tipo		Crista Livre			Comprimento da soleira (m)		11
N° de vãos		NÃO APLICÁVEL		Cota da Crista (m)		993,38	
Vazão de projeto (m³/s)		7,02		Período de retorno (anos):			

Tipo de dissipador de energia		Não há	
Máxima Lâmina d'água para Vazão de Projeto (m)		0,5	
<b>9.4 Comportas do Vertedouro</b>			
Tipo	Válvula de fundo tipo borboleta	Número de comportas	01
Acionamento: Elétrico			
Diâmetro: 1,20 m			
<b>(*) 9.5 Tomada d'água</b>			
Número de vãos		01	
		Altura Máxima (m)	4,0
		Largura (m)	2,5
<b>9.6 Canal de adução</b>			
Possui Canal de Adução	Sim - (Conduto forçado)		Revestimento
Extensão	1000 m	Dimensões	Aço
<b>(*) 10. Circuito de alta pressão</b>			
<b>(*) 10.1 Turbinas</b>			
Tipo	Francis		
Número de unidades	02		
Queda líquida (m)	111,94		
Queda Bruta (m)	115		
Queda de Referência (m)	111,94		
Vazão nominal (m³/s)	2,08		
Vazão nominal unitária (m³/s)	1,04		
Potência Nominal Unitária (MW)	UG1 e UG2 - 0,904		
Energia Firme	0,610		
Energia Média	0,610		
Altura Máxima de Sucção (m)	N/D		
Vazão Mínima Operativa (%)	N/D		
<b>11. Documentos para apresentação em anexo (ver em instruções de preenchimento)</b>			

- Vazão - 4530000 / A.D do cubão 358 km²

Vazões:

Mínimo S-D M.D 56 km²

Máximas

SISCAT - 1,76 - 358  
X - 56

X = 0,27 m³/s  
SOT = 0,13 m³/s

SIAM - 0,31 m³/s  
0,15 m³/s

RE: 6.2





163

**APROVEITAMENTO DE POTENCIAL HIDRELÉTRICO DETENTOR DE PROJETO BÁSICO  
(CONSIDERADO NA RESOLUÇÃO CONJUNTA SEMAD-IGAM 936 DE 24 DE ABRIL DE 2009)**

**Definição:** Aproveitamento de um curso de água para a produção de energia elétrica, podendo ser feito com ou sem acumulação de água. O represamento tem função de acumular, durante épocas de chuvas, um volume de água suficiente para que seja suprida a necessidade no período de seca. Quando não há o represamento, não existe a interrupção do escoamento natural do curso d'água, que passa pelas turbinas e vertedouro, denominando-se aproveitamento hidrelétrico a fio d'água.



**MODULO 1 - IDENTIFICAÇÃO**

**(\*) 1. Requerente Pessoa Física**

Nome					
CPF			Identidade		
Endereço				Município	
Distrito			Caixa Postal	UF	CEP
DDD	Telefone		Fax	E-mail	

**(\*) 2. Requerente – Pessoa jurídica**

Nome / Razão social	Cemig Geração e Transmissão S.A – Cemig GT				
Nome fantasia	Cemig Geração e Transmissão S.A			CNPJ	06.981.176/0001-58
Endereço	Av. Barbacena 1.200		Município	Belo Horizonte	
Distrito			Caixa Postal	UF	MG CEP 30.190-131
DDD	(31)	Telefone	3506-4188	Fax	3275-3061 E-mail RecursosHidricos@cemig.com.br
Inscrição estadual	062.322131.0098		Inscrição municipal		

**(\*) 3. Endereço p/ correspondência**

( ) Repetir Campo 1 ( ) Repetir Campo 2

Destinatário	Cemig GT - Gerência de Planejamento Energético – PO/PE				
Endereço	Av. Barbacena 1.200 – 14º andar		Município	Belo Horizonte	
Distrito			Caixa Postal	UF	MG CEP 30.190-131
DDD	(31)	Fone	3506-4188	Fax	3275-3061 E-mail RecursosHidricos@cemig.com.br

**(\*) 4. Responsável técnico pelo processo de outorga**

Nome / Empresa	Nelson Benicio Marques Araújo		CREA	40.682/D	ART	51201011
Endereço	Av. Barbacena 1.200 – 14º andar		Município	Belo Horizonte		
Distrito			Município	Belo Horizonte	UF	MG CEP 30.190-131
DDD	(31)	Fone	3506-4091	Fax	3275-3061 E-mail	RecursosHidricos@cemig.com.br

**(\*) 5. Uso dos recursos hídricos**

Localidade: Campanha			
Obra Implantada (sim/não)	sim	Data da Implantação	1941
Renovação de Portaria (sim/não)	não	Número e data	
Portaria com Condicionantes (sim/não)	não	<i>Se houver condicionantes, apresentar relatório de cumprimento de condicionantes em anexo</i>	

**(\*) 6. Descrição geral do empreendimento**

Pequena Central Hidrelétrica implantada no ribeirão Santa Cruz em 1941, no município de Campanha com potência instalada igual a 1,808 MW.

<b>MODULO 2 – MODO DE USO</b>						
<b>(*) 7. Coordenadas geográficas do trecho de intervenção</b>						
(*) Assinalar Datum (Obrigatório):		<input checked="" type="checkbox"/> SAD 69 <input type="checkbox"/> WGS 84 <input type="checkbox"/> Córrego Alegre				
(*) Formato Lat/Long	Latitude			Longitude		
	Grau:21	Min:55	Seg:08	Grau:45	Min:28	Seg:41
Formato UTM (X, Y)	Longitude ou X (6 dígitos)= 450.626			Latitude ou Y (7 dígitos)= 7.576.066		
	Não considerar casas decimais			Não considerar casas decimais		
Fuso ou Meridional para formato UTM						
Fuso	<input type="checkbox"/> 22	<input checked="" type="checkbox"/> 23	<input type="checkbox"/> 24	Meridiano central	<input type="checkbox"/> 39° <input checked="" type="checkbox"/> 45° <input type="checkbox"/> 51°	
<b>(*) 8. Modo de intervenção</b>						
<b>8.1 Localização e características hidrológicas do ponto de intervenção:</b>						
Município Margem Direita:	Campanha					
Município Margem Esquerda:	Campanha					
Curso de água:	Ribeirão Santa Cruz					
Bacia estadual:	GD4 – Rio Verde			Bacia Federal:	Rio Grande	
Área de drenagem a montante do ponto de intervenção (km²):				56,2		
Declividade de toda extensão do curso de água – início à foz (m/m):				0,06477		
<b>9. Estruturas Hidráulicas</b>						
<b>9.1 Reservatório</b>						
Possui Reservatório?	Sim					
Comprimento do reservatório (km)	3,8501		Perímetro do Reservatório (km)	15,1998		
Largura Média (km)	0,3929		Vida Útil (anos)	-		
Área do reservatório (km²)	1,5127		Tempo de Residência (h)	2.574		
Profundidade Média (m)	N/D		Tempo de Enchimento (h)	-		
Depleção Máxima (m)	6 metros (obtido a partir da variação de NA medido na barragem)					
9.1.1 Nível d'água a montante			9.1.2 Nível d'água a jusante			
1NA máximo <i>maximorum</i> (m)	993,89		NA Máximo Excepcional (m)	N/D		
NA máximo normal (m)	993,38		NA Máximo Normal (m)	N/D		
NA mínimo normal (m)	986,38		NA Mínimo Normal (m)	N/D		
9.1.3 Área inundada			9.1.4 Volumes			
NA máximo <i>maximorum</i> (m)	1,17		Volume total (hm³)	7,352		
NA máximo normal (m)	0,34		Volume Útil (hm³)	6,217		
NA mínimo normal (m)	0,14		Volume Morto (hm³)	1,135		
9.1.5 Descarga de fundo						
Dispositivo que garantirá a vazão remanescente?	-			Vazão a ser descarregada (m³/s)	-	
<b>9.2 Barragem</b>						
Tipo do maciço	Concreto/Arcos		Cota da Crista (m)	993,89		
Comprimento da Crista (m)	114,00					
Altura Máxima (m)	20,00					
<b>9.3 Vertedouro</b>						
Tipo	Crista Livre			Comprimento da soleira (m)	11	
Nº de vãos	NÃO APLICÁVEL		Cota da Crista (m)	993,38		
Vazão de projeto (m³/s)	7,02		Período de retorno (anos):			

## APROVEITAMENTO DE POTENCIAL HIDRELÉTRICO

ESPECIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES  
PROCESSO OFÍCIO SUPRAM-SM Nº 0943832/2016

Informações referentes ao processo de outorga nº6188/2010.

## Introdução:

As informações apresentadas abaixo tem a finalidade de dar prosseguimento da análise do pedido de outorga da PCH Xicão.

**1) Apresentar formulário técnico atualizado;**

Ver, anexo, a arquivo - Item 01 Formulário Técnico PCH XICÃO 2016

**2) Informar qual é a Q<sub>7,10</sub>, pois nos estudos apresentados não está claro; calculada:**

Estimativa da Vazão Q<sub>7,10</sub> do Ribeirão Santa Cruz na PCH Xicão

## I - Introdução

Esse estudo refere-se à estimativa da vazão Q<sub>7,10</sub> do Ribeirão Santa Cruz no local da Pequena Central Hidrelétrica de Xicão (AD= 46 km<sup>2</sup>), para subsidiar o processo de outorga de uso da água dessa unidade de geração junto ao IGAM. A vazão Q<sub>7,10</sub> corresponde à vazão média mínima de sete dias associada ao período de retorno de 10 anos numa determinada seção fluvial.

II - Metodologia para Estimativa da Vazão Q<sub>7,10</sub> do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão

Como não se dispõe de monitoramento sistemático das vazões naturais do Ribeirão Santa Cruz no local da PCH Xicão, foram utilizados os dados da estação fluviométrica de Palmela dos Coelhos (61530000) para estimar a vazão Q<sub>7,10</sub> nesse local. A Tabela II.1 a seguir caracteriza essa estação.

Tabela II.1 - Dados da Estação Fluviométrica Palmela dos Coelhos	
Código	61530000
Nome	PALMELA DOS COELHOS
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO PALMELA
Estado	MG
Município	CAMPANHA
Responsável	ANA
Operadora	IGAM
Latitude	21° 46' 59"
Longitude	45° 26' 34"
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	358
Período histórico	Janeiro / 1935 em diante

Uma vez estimada a vazão  $Q_{7,10}$  para a estação Palmela dos Coelhos, ela é transferida para a bacia da PCH Xicão utilizando de uma equação, baseada na relação de área de drenagem entre a PCH e a estação fluviométrica.

#### Estimativa da $Q_{7,10}$ para a estação fluviométrica de Palmela dos Coelhos

A partir da série de vazões médias diárias da estação Palmela dos Coelhos, disponível para o período 1935 a 2015, foi obtida a amostra das vazões médias mínimas de sete dias para cada ano. Essa amostra é apresentada na Tabela II.2 a seguir:

Tabela II.2 - Rio Palmela em Palmela dos Coelhos			
Ano	$Q_{7min}$ (m <sup>3</sup> /s)	Ano	$Q_{7min}$ (m <sup>3</sup> /s)
1936	2,47	1975	2,73
1937	3,27	1976	3,98
1938	3,40	1977	3,09
1939	2,26	1978	2,47
1940	2,18	1979	3,15
1941	3,02	1980	2,77
1942	2,70	1981	3,54
1943	3,00	1982	3,46
1944	1,63	1983	4,64
1945	2,26	1984	2,22
1946	1,94	1985	1,89
1947	4,20	1986	1,40
1948	3,70	1988	1,83
1949	3,14	1989	3,04
1950	3,74	1990	3,57
1951	2,89	1991	3,31
1952	2,89	1992	3,27
1953	2,65	1993	3,58
1954	2,51	1998	2,82
1955	2,58	1999	2,49
1956	2,58	2000	3,50
1957	3,28	2001	1,96
1958	3,38	2002	1,78
1959	3,87	2003	2,23
1960	3,82	2004	2,92
1961	3,77	2005	3,51
1962	3,87	2006	2,75
1963	3,73	2007	2,32
1964	3,74	2009	3,12
1965	3,89	2010	2,08
1966	3,73	2012	1,74
1967	3,74	2013	1,98

Determinada a amostra das vazões médias mínimas de sete dias  $Q_{7min}$ , procede-se o estudo de análise de frequência de vazões mínimas, descrito a seguir. Ordena-se a amostra em ordem crescente e calcula-se para cada elemento sua posição de plotagem  $(i/n+1)$ , que corresponde à probabilidade de ocorrência de valor inferior. Plota-se os valores  $Q_{7min}$  versus o inverso da posição de plotagem, que equivale ao período de retorno TR, em anos. Ajusta-se, então, uma curva (manualmente) ou a distribuição de Weibull aos pontos plotados e busca-se o valor associado ao TR de 10 anos. Nesse caso, como o período de retorno está dentro da faixa observada, a amostra foi ajustada manualmente e o valor correspondente ao TR de 10 anos foi obtido pelo gráfico II.1.

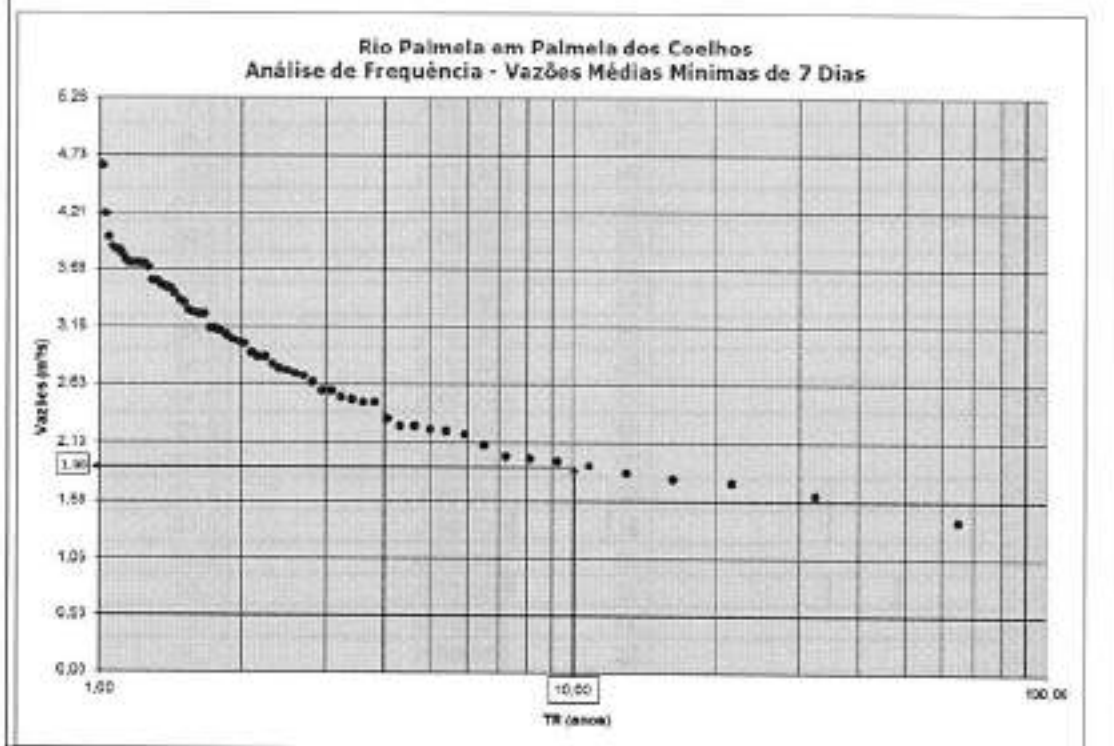
Vazões Médias Mínimas de 7 dias em Ordem Crescente	Nº de Ordem (i)	Prob=i/(n+1) (X < que)	TR= 1/P (anos)
1,40	1	1,54%	65,00
1,63	2	3,08%	32,50
1,74	3	4,62%	21,67
1,78	4	6,15%	16,25
1,83	5	7,69%	13,00
1,89	6	9,23%	10,83
1,94	7	10,77%	9,29
1,96	8	12,31%	8,13
1,98	9	13,85%	7,22
2,08	10	15,38%	6,50
2,18	11	16,92%	5,91
2,22	12	18,46%	5,42
2,23	13	20,00%	5,00
2,26	14	21,54%	4,64
2,26	15	23,08%	4,33
2,32	16	24,62%	4,06
2,47	17	26,15%	3,82
2,47	18	27,69%	3,61
2,49	19	29,23%	3,42
2,51	20	30,77%	3,25
2,58	21	32,31%	3,10
2,58	22	33,85%	2,95
2,65	23	35,38%	2,83
2,70	24	36,92%	2,71
2,73	25	38,46%	2,60
2,75	26	40,00%	2,50
2,77	27	41,54%	2,41
2,82	28	43,08%	2,32
2,89	29	44,62%	2,24
2,89	30	46,15%	2,17
2,92	31	47,69%	2,10
3,00	32	49,23%	2,03
3,02	33	50,77%	1,97
3,04	34	52,31%	1,91
3,09	35	53,85%	1,86
3,12	36	55,38%	1,81
3,14	37	56,92%	1,76

167

PCH XICÃO

3,15	38	58,46%	1,71
3,27	39	60,00%	1,67
3,27	40	61,54%	1,63
3,28	41	63,08%	1,59
3,31	42	64,62%	1,55
3,38	43	66,15%	1,51
3,40	44	67,69%	1,48
3,46	45	69,23%	1,44
3,50	46	70,77%	1,41
3,51	47	72,31%	1,38
3,54	48	73,85%	1,35
3,57	49	75,38%	1,33
3,58	50	76,92%	1,30
3,70	51	78,46%	1,27
3,73	52	80,00%	1,25
3,73	53	81,54%	1,23
3,74	54	83,08%	1,20
3,74	55	84,62%	1,18
3,74	56	86,15%	1,16
3,77	57	87,69%	1,14
3,82	58	89,23%	1,12
3,87	59	90,77%	1,10
3,87	60	92,31%	1,08
3,89	61	93,85%	1,07
3,98	62	95,38%	1,05
4,20	63	96,92%	1,03
4,64	64	98,46%	1,02

Gráfico II.1 - Ajuste das Q 7 min em Palmela dos Coelhos



Portanto, a  $Q_{7,10}$  estimada para o rio Palmela no posto de Palmela dos Coelhos é de 1,90 m<sup>3</sup>/s.

#### Estimativa da $Q_{7,10}$ para a PCH Xicão

Para estimar o valor da  $Q_{7,10}$  correspondente à PCH Xicão, cuja área de drenagem é de 46 km<sup>2</sup>, utiliza-se da equação abaixo para que, a partir da  $Q_{7,10}$  obtida para a estação fluviométrica de Palmela dos Coelhos, se obtenha a informação na PCH.

$$Q_{PCH\ Xic\tilde{a}o} = 0,12849 \cdot Q_{Palmela\ dos\ Coelhos}$$

Desta forma, a  $Q_{7,10}$  para a PCH Xicão é de 0,244 m<sup>3</sup>/s.

$$\begin{array}{r} 358 - 1,90 \\ 46 - \times \\ \hline 358 \times = \end{array}$$

**3) Calcular a vazão máxima de projeto com seu devido tempo de recorrência (informar qual foi utilizado) e apresentar o dimensionamento do vertedouro para que o mesmo suporte a vazão máxima de projeto.**

#### **Estudo de Cheias do Ribeirão Santa Cruz na PCH Xicão**

##### Objetivo

Este estudo tem como objetivo realizar a análise estatística das cheias afluentes ao reservatório da PCH Xicão, localizada no Ribeirão Santa Cruz e com área de drenagem de 46 km<sup>2</sup>. A metodologia utilizada nos estudos foi a análise de frequência de vazões médias diárias máximas anuais, tomando por base os dados do posto fluviométrico do rio Palmela em Palmela dos Coelhos (61530000).

##### Metodologia

Foi adotada a metodologia de análise de frequência de cheias na estação fluviométrica citada, operada no rio Palmela a jusante de Xicão. Com área de drenagem de 358 km<sup>2</sup>, os registros históricos dessa estação, disponíveis no banco de dados *Hidroweb*, permitiram obter uma amostra com 68 elementos apresentados na Tabela I.1 do Apêndice I.

A amostra das cheias médias diárias máximas anuais (ano hidrológico) foi ajustada à diversas distribuições de probabilidades de valores extremos, com a utilização do sistema ALEA. De acordo com as "Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas" da ELETROBRÁS, a seleção da distribuição a ser adotada para a determinação das vazões extremas deve ser feita através da análise do coeficiente de assimetria:

- Para coeficiente de assimetria menor que 1,5 adotar a distribuição de Gumbel
- Para coeficiente de assimetria maior que 1,5 adotar a distribuição Exponencial de Dois Parâmetros

Assim, foi adotada a distribuição de Gumbel por ter gerado melhor ajuste gráfico e coeficiente de assimetria de 0,5055. Esses resultados foram transferidos para a bacia de Xicão pela relação de áreas de drenagem e, como provêm de uma análise de valores médios diários e o tamanho de bacia requer uma análise do pico da cheia, foi necessária a maximização dos

$$\begin{array}{r} 358 - 0,244 \\ 46 - \times \\ \hline 358 \times = \end{array}$$

quantis pelo coeficiente de Fuller para se obter a cheia instantânea. A saída com os resultados dessa análise é apresentada no Apêndice I - Ajuste das Cheias Médias Diárias Máximas Anuais do rio Palmela em Palmela dos Coelhos à Distribuição de Gumbel.

### Resultados

Para a bacia da PCH Xicão foram obtidos os resultados expressos na tabela abaixo, associando as cheias instantâneas aos períodos de retorno (TR) de 2 a 10.000 anos.

ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DESCARGAS MÁXIMAS ANUAIS (m <sup>3</sup> /s) DISTRIBUIÇÃO GUMBEL			
TR (anos)	Cheia Média Diária (m <sup>3</sup> /s)		Cheia Instantânea (m <sup>3</sup> /s)
	Palmela dos Coelhos (AD= 358 km <sup>2</sup> )	PCH Xicão (AD= 46 km <sup>2</sup> )	PCH Xicão Fuller = 1,84
2	4,1	0,53	0,97
5	5,7	0,73	1,35
10	6,7	0,86	1,58
25	8,0	1,03	1,89
50	9,0	1,16	2,13
100	9,9	1,27	2,34
200	11,0	1,41	2,60
500	12,0	1,54	2,84
1000	13,0	1,67	3,07
5000	15,0	1,93	3,55
10000	16,0	2,06	3,78

### Ajuste das Cheias Médias Diárias Máximas Anuais do Ribeirão Santa Cruz em Palmela dos Coelhos à Distribuição de Gumbel

Tabela I.1: Amostra das vazões médias diárias máximas anuais:

ANO	Qmax (m <sup>3</sup> /s)
1936	3,72
1937	4,05
1938	5,29
1939	3,15
1940	4,32
1941	2,64
1942	3,08
1943	3,93
1944	3,12
1945	5,33
1946	5,72
1947	4,97
1948	3,46
1949	3,75
1950	3,94
1951	3,19
1952	2,07



1953	2,13
1954	2,22
1955	2,18
1956	2,78
1957	6,21
1958	4,07
1959	3,84
1960	4,55
1961	7,09
1962	5,20
1963	4,24
1964	4,34
1965	3,28
1966	5,31
1967	3,94
1968	1,85
1969	2,32
1970	1,43
1971	1,73
1972	2,19
1973	1,87
1974	3,40
1975	2,69
1976	5,12
1977	5,57
1978	3,34
1979	2,58
1980	6,31
1981	7,35
ANO	Qmax (m <sup>3</sup> /s)
1982	5,48
1983	7,72
1984	4,11
1985	8,94
1986	3,46
1987	6,57
1990	5,10
1991	5,68
1992	6,38
1993	3,78
1994	3,86
1998	3,44
1999	5,08
2000	7,75
2001	5,27
2002	4,59
2004	4,91
2005	6,95
2006	6,06
2007	8,63 /
2008	6,79
2009	4,95

FE

PCH XICÃO

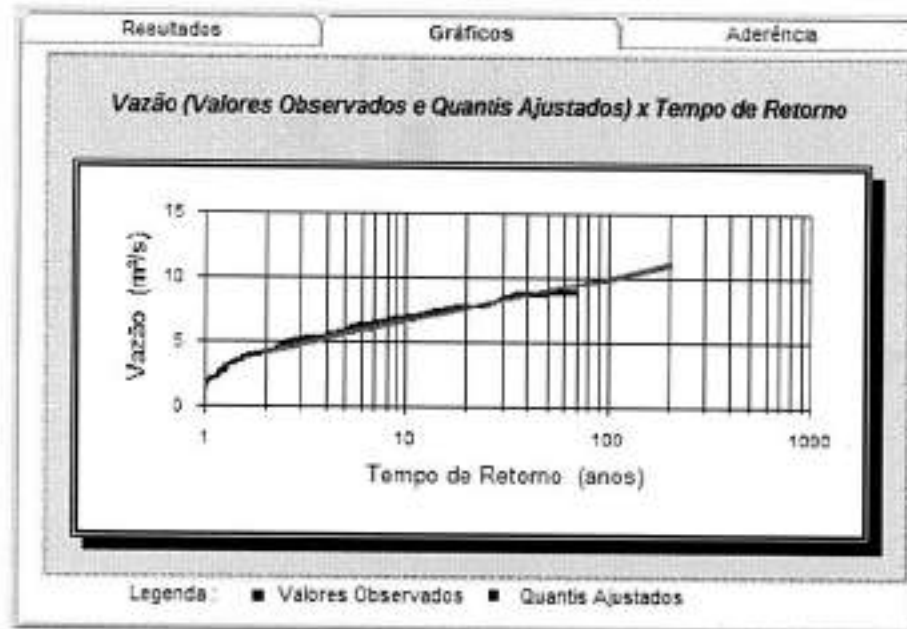
01 Estatísticas da amostra:

Descrição	Dados	Estatísticas de Base	Testes de Hipótese	Gráficos
<b>Variáveis</b>				
		<b>Variável Original</b>	<b>Logaritmo da Variável</b>	
Tamanho da Amostra(n)		60	60	
Mínimo		1,43	0,15534	
Máximo		8,34	0,95134	
Média		4,4171	0,60944	
Desvio Padrão(s)		1,7494	0,18249	
Mediana		4,39	0,61172	
Coefficiente de Variação(Cv)		0,396	0,29945	
Coefficiente de Assimetria(Ca)		0,9055	-0,36524	
Coefficiente de Curtose(Ck)		2,7623	2,60032	

Resultados do ajuste à Distribuição de Gumbel:

Resultados	Gráficos	Aderência																																				
Projeto: UHE Xicão - Maximas																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>T(anos)</th> <th>PO(x)</th> <th>Quantis (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10000</td><td>0,0001</td><td>1,6E1</td></tr> <tr><td>5000</td><td>0,0002</td><td>1,5E1</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0,001</td><td>1,3E1</td></tr> <tr><td>500</td><td>0,002</td><td>1,2E1</td></tr> <tr><td>200</td><td>0,005</td><td>1,1E1</td></tr> <tr><td>100</td><td>0,01</td><td>9,9E0</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,02</td><td>9,0E0</td></tr> <tr><td>25</td><td>0,04</td><td>8,0E0</td></tr> <tr><td>10</td><td>0,1</td><td>6,7E0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,2</td><td>5,7E0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0,5</td><td>4,1E0</td></tr> </tbody> </table>	T(anos)	PO(x)	Quantis (m/s)	10000	0,0001	1,6E1	5000	0,0002	1,5E1	1000	0,001	1,3E1	500	0,002	1,2E1	200	0,005	1,1E1	100	0,01	9,9E0	50	0,02	9,0E0	25	0,04	8,0E0	10	0,1	6,7E0	5	0,2	5,7E0	2	0,5	4,1E0	Tamanho da Amostra: N= 60	<p><b>Parâmetros Estimados</b></p> <p>Posição: 3,63</p> <p>Escala: 1,36</p>
T(anos)	PO(x)	Quantis (m/s)																																				
10000	0,0001	1,6E1																																				
5000	0,0002	1,5E1																																				
1000	0,001	1,3E1																																				
500	0,002	1,2E1																																				
200	0,005	1,1E1																																				
100	0,01	9,9E0																																				
50	0,02	9,0E0																																				
25	0,04	8,0E0																																				
10	0,1	6,7E0																																				
5	0,2	5,7E0																																				
2	0,5	4,1E0																																				

Gráfico do ajuste à Distribuição de Gumbel:



4) Dimensionamento de todas estruturas hidráulicas e apresentar as plantas de todas as estruturas hidráulicas, a qual não foi apresentada no relatório técnico;

#### Dimensionamento das Estruturas Hidráulicas

##### Reservatório

A barragem com 20 de altura, e 114 m de comprimento é construída em concreto armado, sendo composta de múltiplas abóbodas com contra fortes. A usina possui uma queda bruta de 115 m, tendo duas unidades geradoras.

- Cotas e níveis de operação:

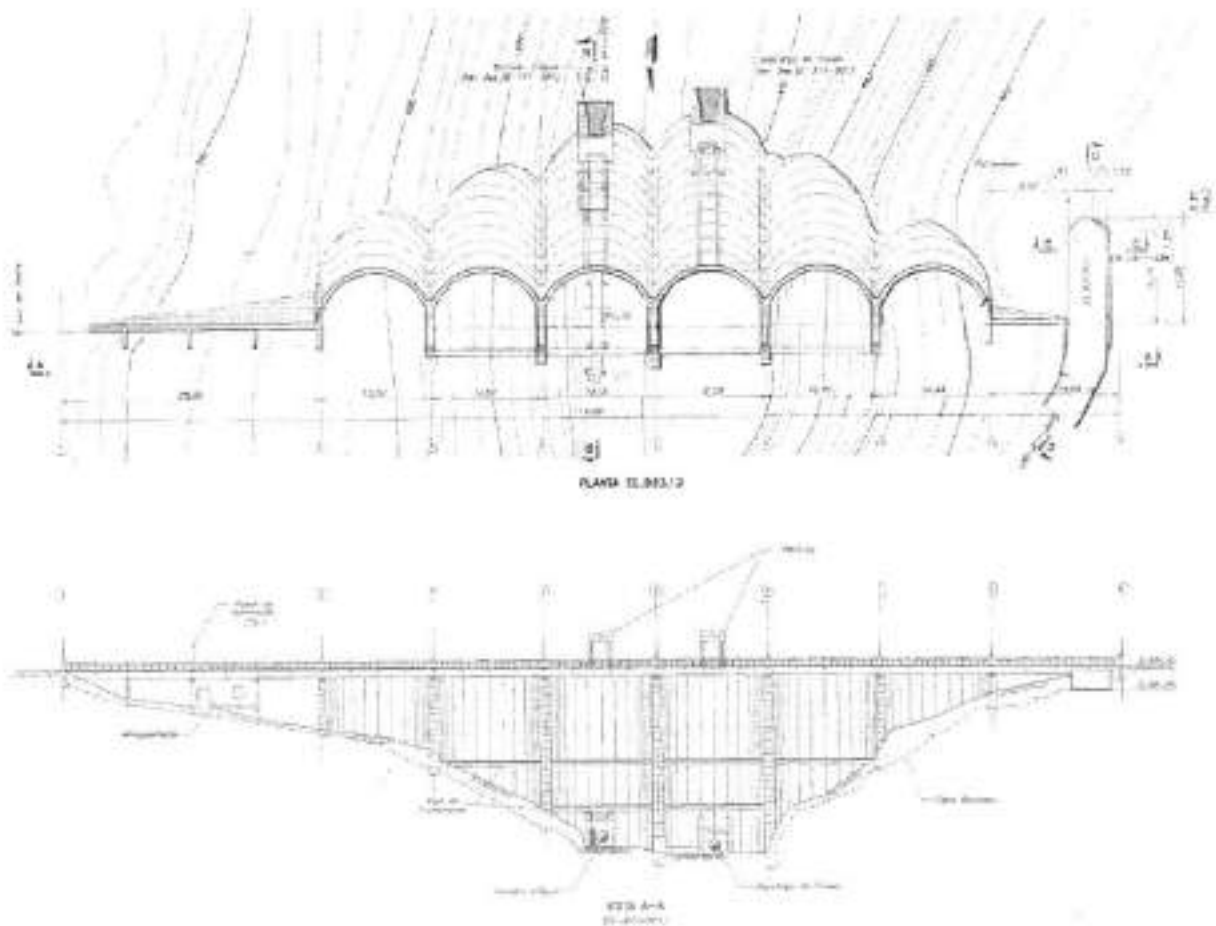
Max. Normal: 993,38m (início do vertimento)  
Máx. suportável: 993,89 (topo da barragem)  
Coroamento: 993,92 m (galgamento da barragem- passarela)  
Min. Operativo: 986,38m

173

## PCH XICÃO

---

### Barragem



### Vertedouro

Os dispositivos extravasores são um vertedouro de crista livre com 11m de extensão e uma comporta de fundo com diâmetro de 1,20m.

Havendo o galgamento da barragem esta funcionará como um vertedouro também.

- Características dos equipamentos :

Máquinas: 2 x 0,904 MW, engolimento total: 2,08 m<sup>3</sup>/s

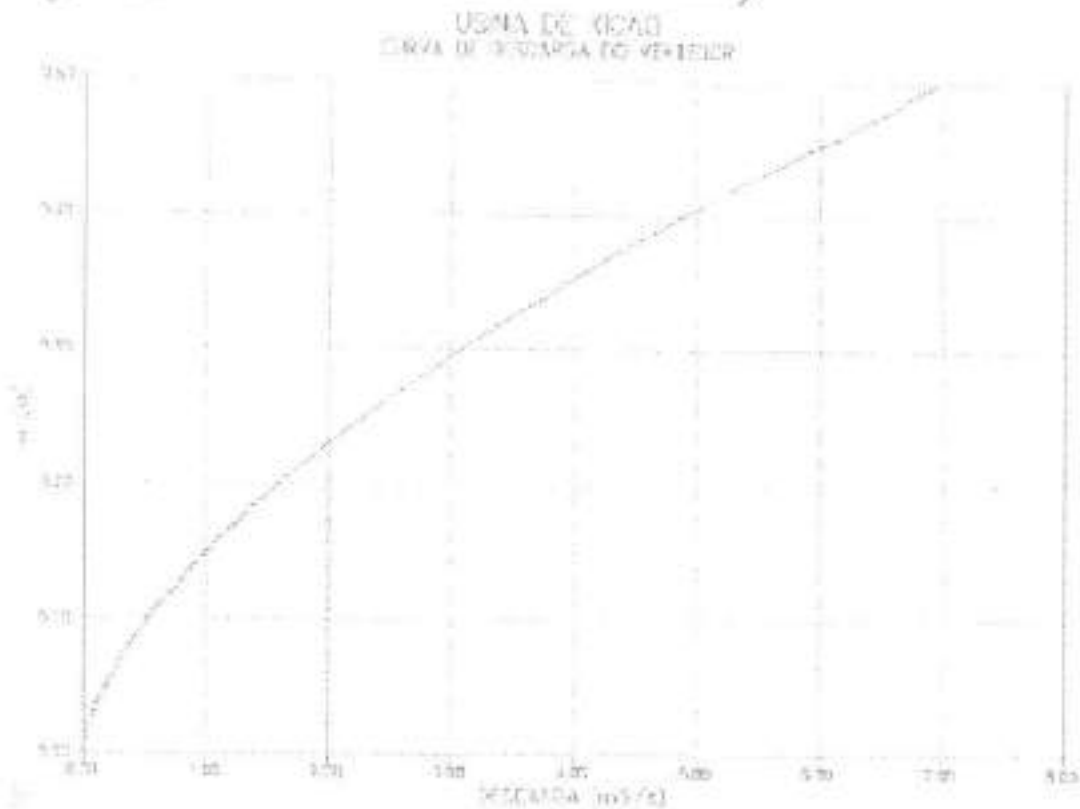
Vertedouro crista livre: 11 m cota 993,38m – Lamina máx.- 0,5 m.

Vertimento pela crista livre: 7 m<sup>3</sup>/s na cota 993,89m.

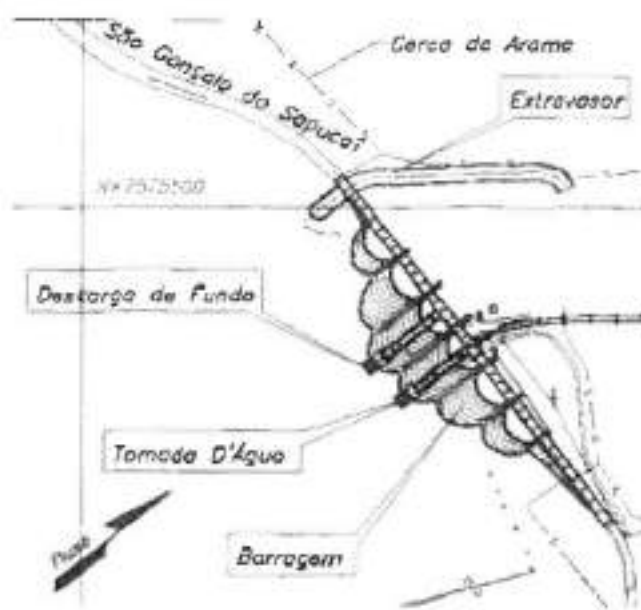
PCH XICÃO

Comporta de fundo: 01 Unidade, diâmetro 1,20m.  
Vertimento máx. pela comporta: 12,77 m<sup>3</sup>/s na cota 993,89m.

Defluência total da usina na cota 993,89m: 21,85 m<sup>3</sup>/s



Extravasoares

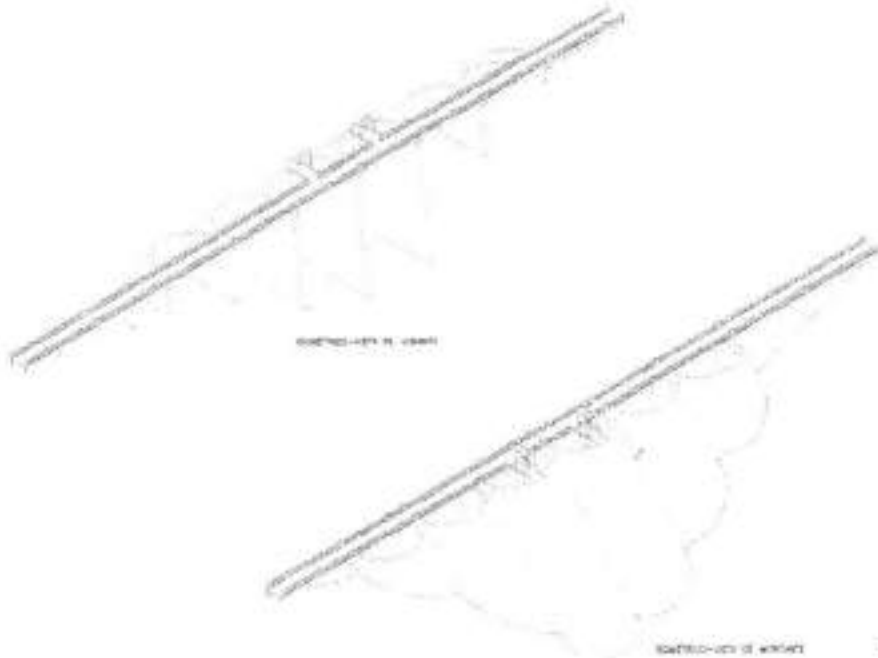


175

## PCH XICÃO

---

### Barragem

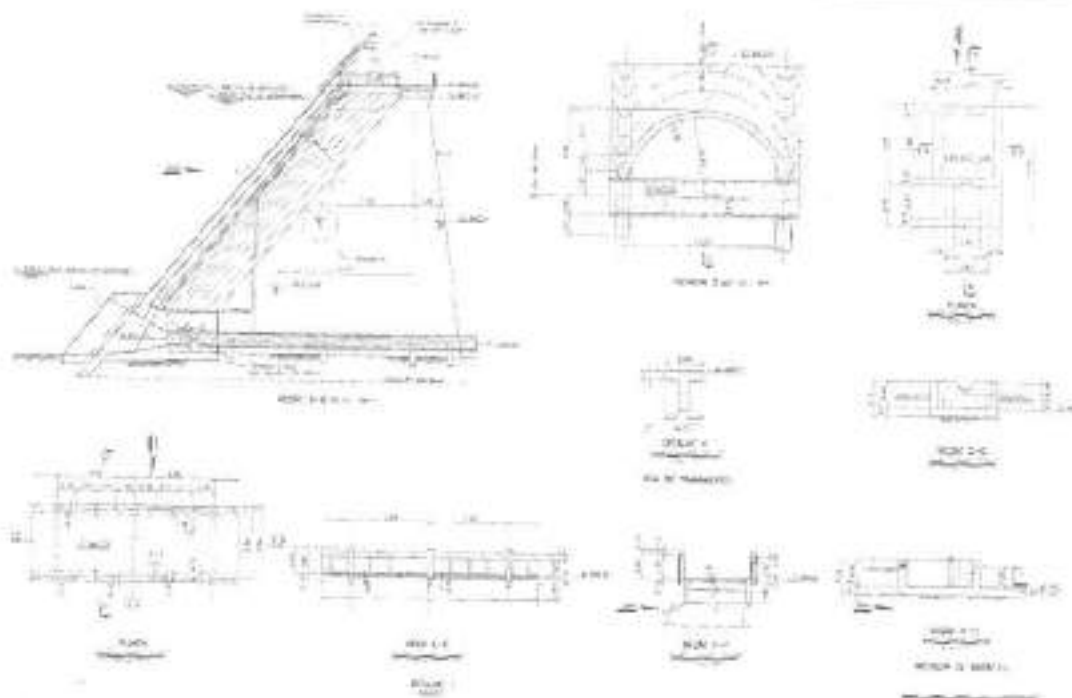


### Comporta de fundo

Descrever e apresentar as dimensões da tomada d'água;

#### Tomada D'água

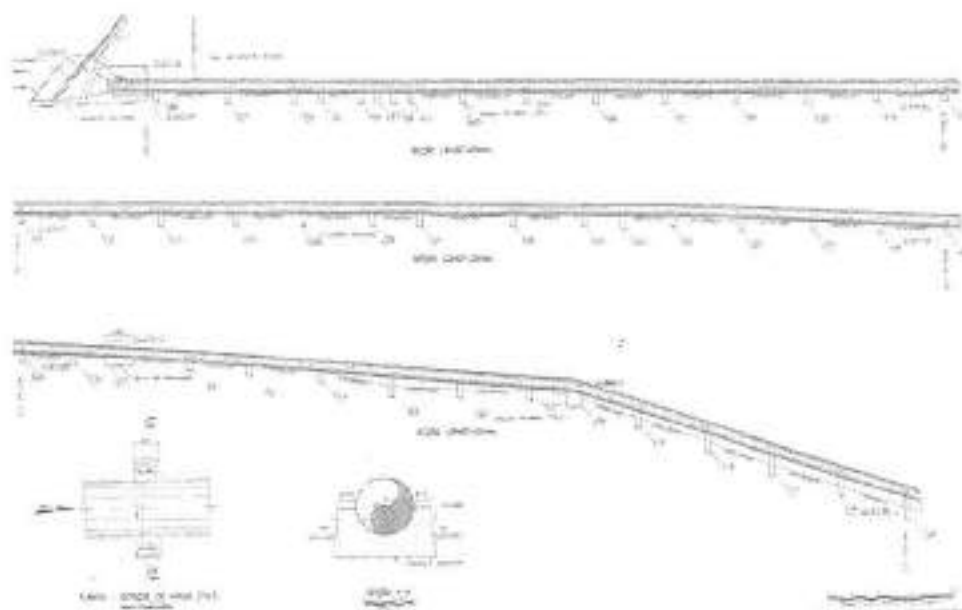
Tanto a tomada d'água quanto a descarga de fundo têm uma comporta de rodas inclinada cerca de 30° com a horizontal, de acionamento manual, com dimensões aproximadas de 4,00 x 2,5.



**Tubulação Forçada**

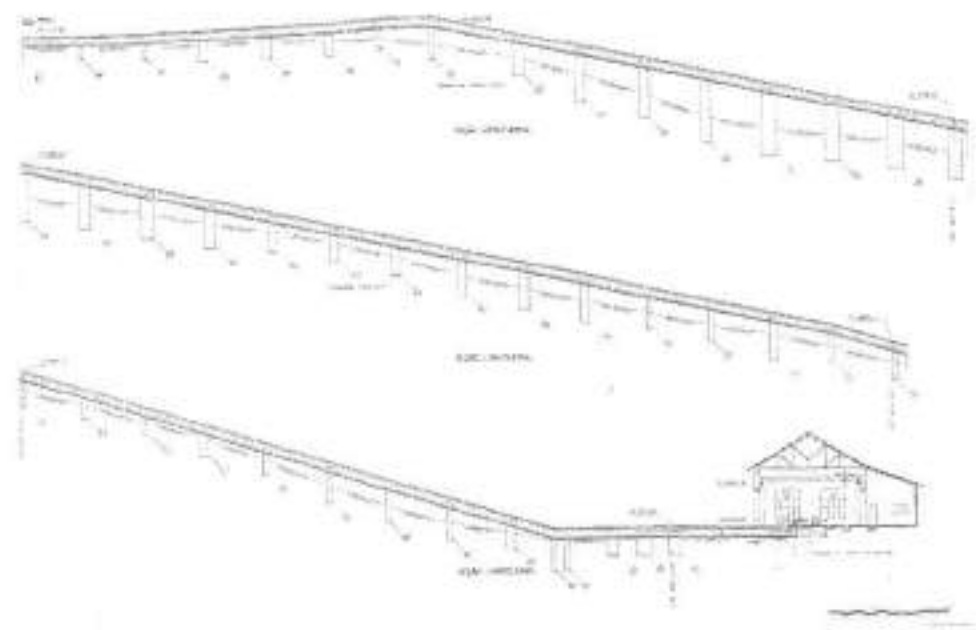
Partindo da barragem existe uma linha de tubulação forçada com diâmetro de 1,15 m e cerca de 1000 m de comprimento. A tubulação tem no seu extremo uma bifurcação alimentando duas turbinas instaladas.

Apesar do comprimento relativamente grande em relação à queda, a tubulação não é provida de chaminé de equilíbrio nem câmara de carga, possivelmente devido à pequena velocidade da água na tubulação, que é da ordem de 2 m/s. Entretanto, é provida de 3 ventosas, convenientemente distribuídas ao longo do conduto.



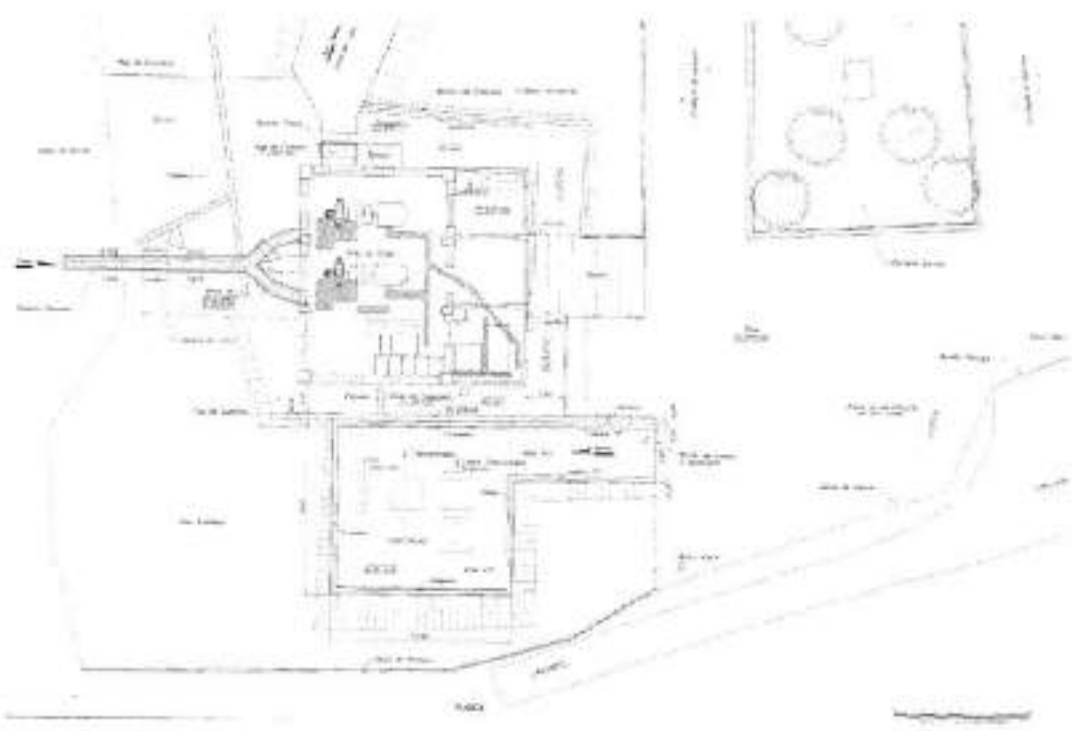
77

# PCH XICÃO

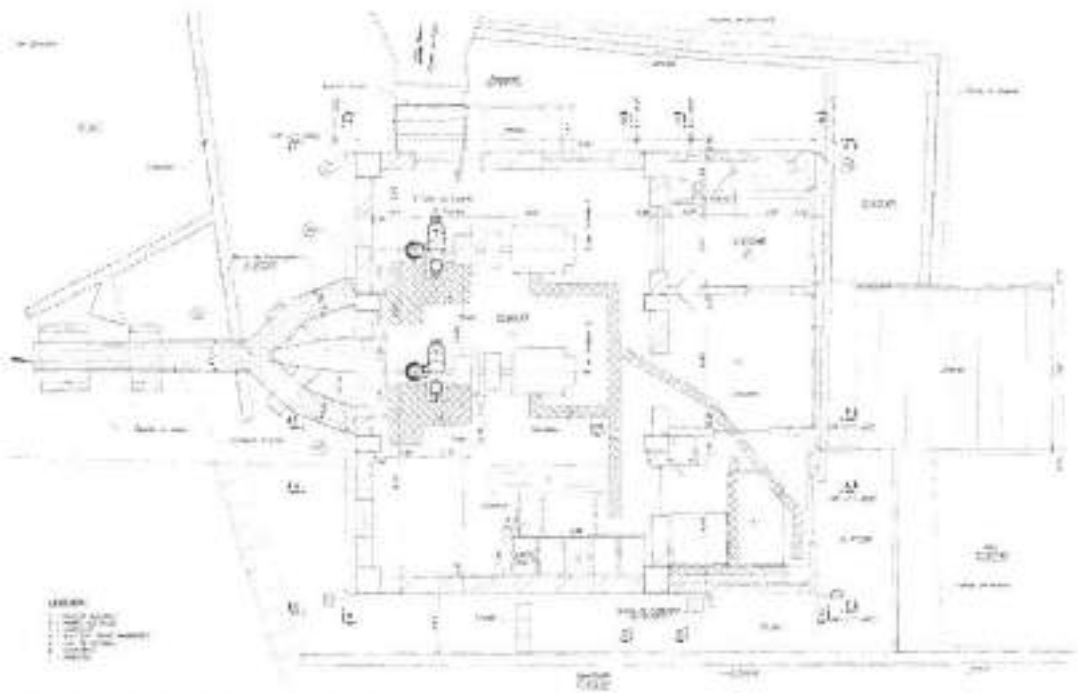


Descrever como será a casa de força;

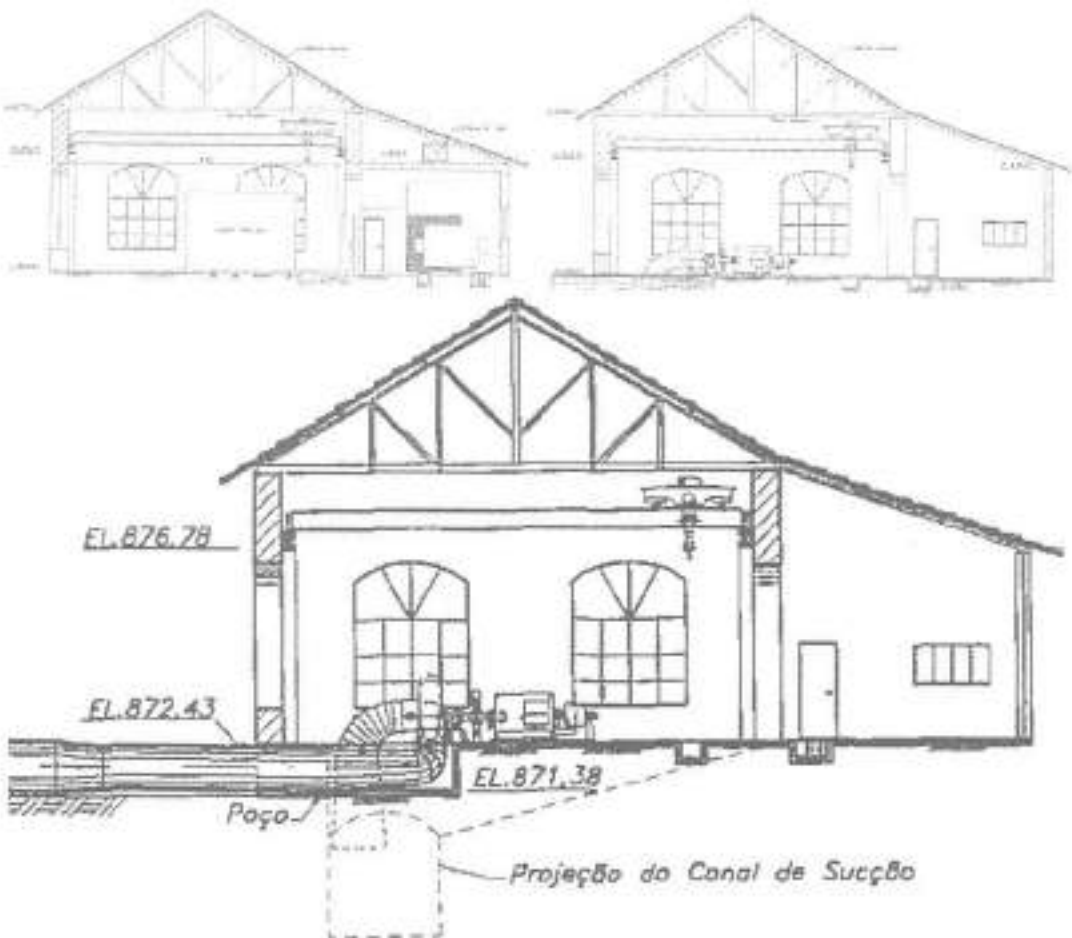
Arranjo da Casa de Força – Planta Baixa







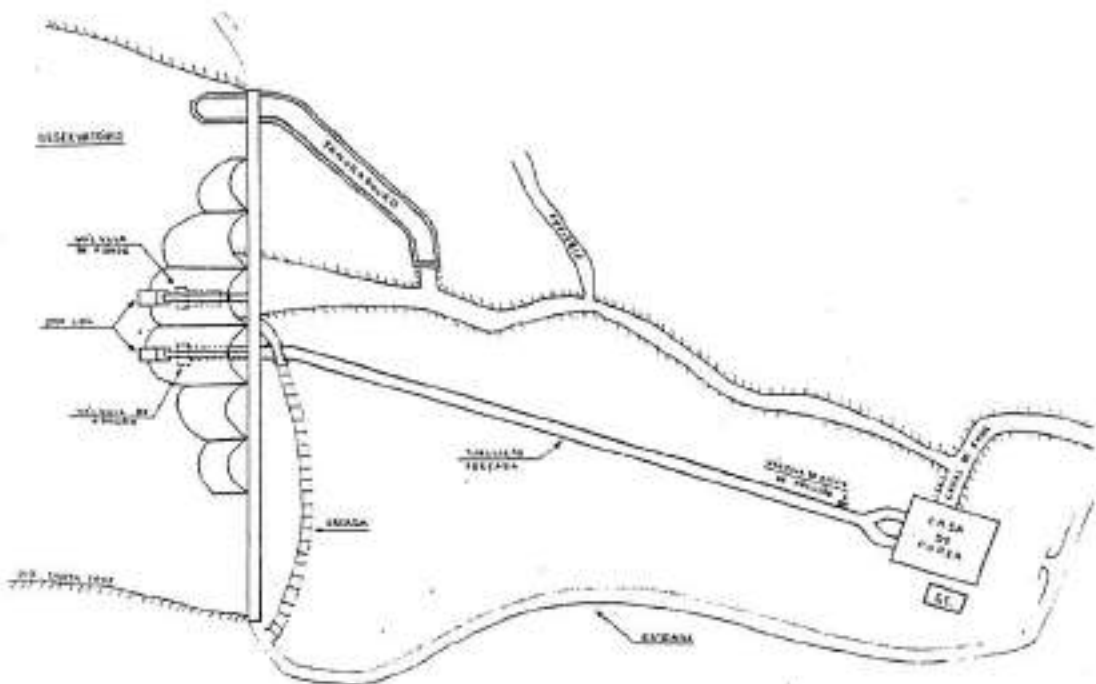
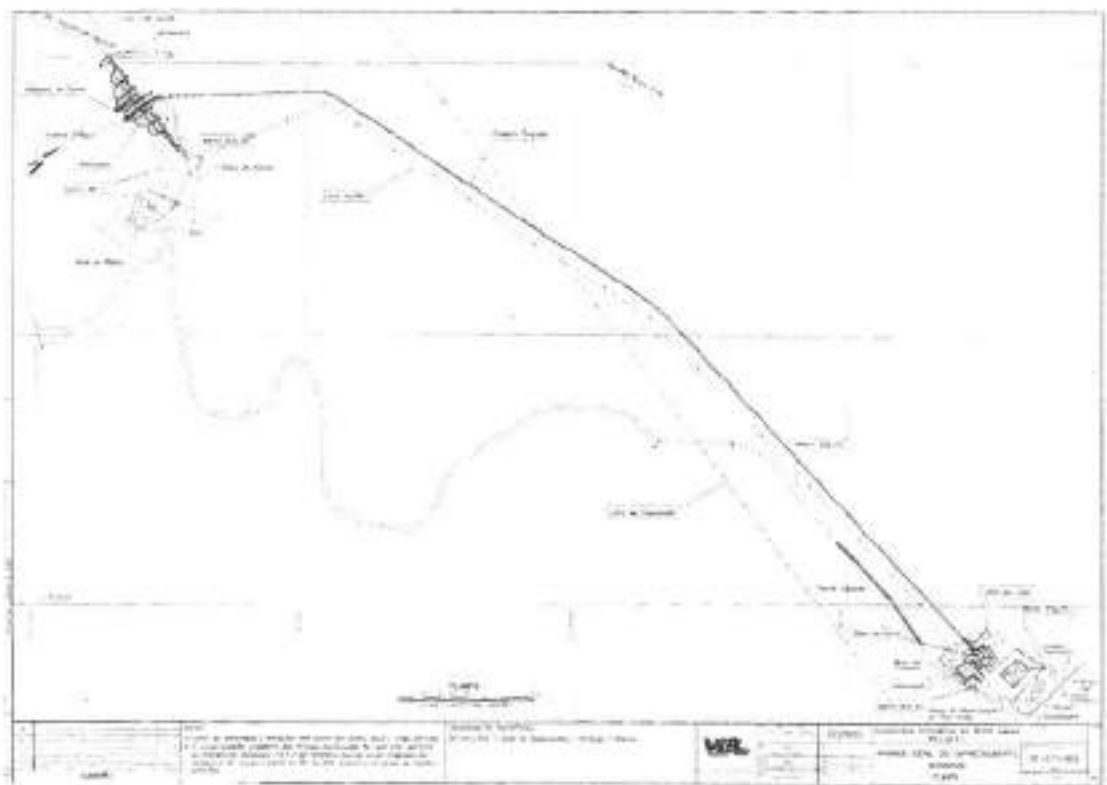
Arranjo da Casa de Força - Vistas



179

# PCH XICÃO

## Arranjo Geral



**5) Descrever e apresentar o dimensionamento do dispositivo de manutenção da Qeco e definição e dimensionamento do dispositivo que irá garantir a manutenção do fluxo a jusante da barragem;**

Para fins ambientais, proteção da ictiofauna e visando não afetar a morfologia fluvial, deve-se garantir uma vazão a jusante do aproveitamento, de valor não menor que 50% da Vazão mínima de 7 dias de duração com 10 anos de tempo de recorrência (Q7,10), equivalente a 0,122 m<sup>3</sup>/s.

Este valor (0,122 m<sup>3</sup>/s) corresponde ao mínimo a ser praticado, devendo ser levada em conta qualquer outra eventual restrição operativa, permanente ou temporária (seja nos extravasores, seja na turbina), prevalecendo a mais severa.

**6) Estudo de vida útil do reservatório e para empreendimentos já implantados, avaliar a situação atual da área do reservatório;**

- **Estudos sedimentológicos e de determinação da vida útil do reservatório**

A PCH Xicão está localizada no ribeirão Santa Cruz, o qual tem previsão de instalação de posto sedimentométrico até dezembro de 2016, conforme negociação com a Agência Nacional de Águas, uma vez que o prazo havia expirado.

Dadas as grandes incertezas associadas à determinação do transporte de sedimentos em cursos d'água, serão adotados, como referência para a estimativa do aporte de sedimentos ao reservatório da PCH Xicão, os resultados contidos na referência "Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros - Eletrobrás", sendo assumido para o ribeirão Santa Cruz o PEMS de 86 t/km<sup>2</sup>/ano, que é o valor para rio Sapucaí na estação Itajubá.

Considerando um transporte de arraste da ordem de 35% do transporte em suspensão, teríamos uma descarga sólida total de 132 t/km<sup>2</sup>/ano. Assim, estima-se que o aporte de sedimentos ao reservatório de Xicão seja da ordem de 6.100 t/ano.

Embora passados mais de sete décadas da inauguração da PCH Xicão, implantada em 1941, pela inexistência de posto sedimentométrico para levantamento de dados de sedimentos em suspensão e de fundo, que permitam determinar a descarga sólida total permitindo um monitoramento específico e considerando que as dimensões do reservatório são bastante reduzidas, percebe-se que a retenção de partículas apresenta-se branda, concluímos portando que a grande maioria dos sedimentos que chegam à barragem são defluídos para jusante. É característica desta usina a operação a fio d'água e o aporte destes sedimentos no reservatório não apresenta interferências no seu funcionamento, conforme histórico operativo.

Além disso, o barramento dispõe de válvulas e comporta de fundo, que oportunamente operadas, conduz o desassoreamento da câmara de carga reduzindo o acúmulo de sedimentos no reservatório.

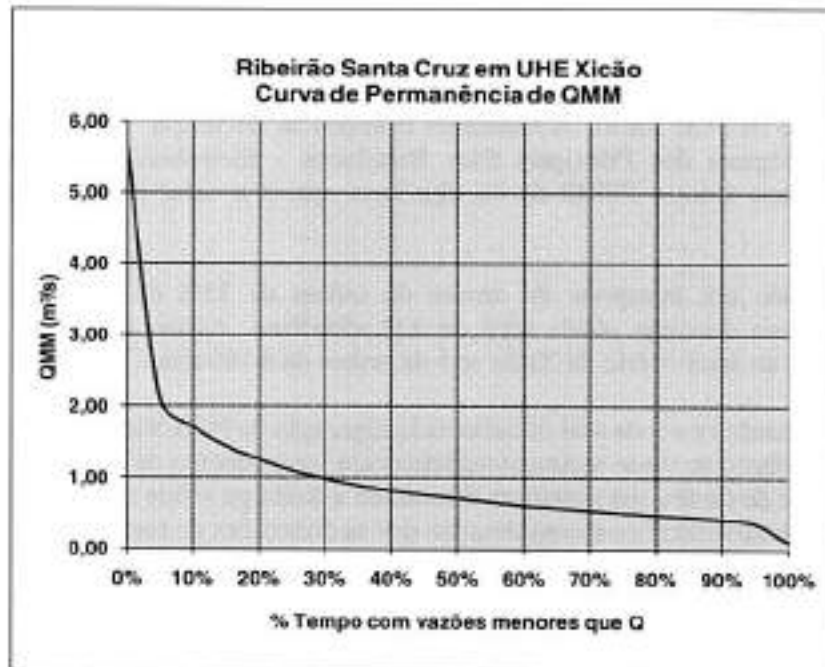
187

7) Apresentar a permanência, em curva e tabela, das vazões afluentes e defluentes na ponta e fora da ponta, considerando todo o período de dados (somente quando a usina operar neste regime – ponta e fora de ponta);

Tabela II.5 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão

% Tempo Vazões <= Q	QMM (m³/s)	% Tempo Vazões <= Q	QMM (m³/s)
0%	5,66	50%	0,71
5%	2,12	55%	0,66
10%	1,73	60%	0,61
15%	1,45	65%	0,58
20%	1,27	70%	0,54
25%	1,10	75%	0,51
30%	0,99	80%	0,48
35%	0,89	85%	0,46
40%	0,82	90%	0,42
45%	0,76	95%	0,37
50%	0,71	100%	0,11

Gráfico II.3 – Gráfico da Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais do Ribeirão Santa Cruz em PCH Xicão



- Tabela de permanência da vazão turbinada durante todo o período de dados

Permanência	turbinada fora de ponta	turbinada ponta
0	2,39	2,39
0,01	2,19	2,18
0,02	2,16	2,15
0,03	2,13	2,12
0,04	2,11	2,10
0,05	2,09	2,08
0,06	2,07	2,02
0,07	2,01	1,95
0,08	1,93	1,75
0,09	1,61	1,41
0,1	1,36	1,17
0,11	1,17	1,14
0,12	1,14	1,13
0,13	1,13	1,13
0,14	1,13	1,12
0,15	1,12	1,12
0,16	1,11	1,11
0,17	1,10	1,10
0,18	1,10	1,10
0,19	1,10	1,10
0,2	1,10	1,10
0,21	1,10	1,10
0,22	1,10	1,10
0,23	1,10	1,10
0,24	1,10	1,10
0,25	1,10	1,09
0,26	1,10	1,09
0,27	1,09	1,08
0,28	1,08	1,08
0,29	1,08	1,08
0,3	1,08	1,08
0,31	1,07	1,08
0,32	1,07	1,07
0,33	1,06	1,07
0,34	1,06	1,06
0,35	1,06	1,06
0,36	1,06	1,06
0,37	1,06	1,06
0,38	1,06	1,06
0,39	1,06	1,05
0,4	1,06	1,05
0,41	1,05	1,05
0,42	1,04	1,04
0,43	1,04	1,04
0,44	1,03	1,03
0,45	1,03	1,03
0,46	1,02	1,02
0,47	1,00	1,00
0,48	0,99	0,99

193

PCH XICÃO

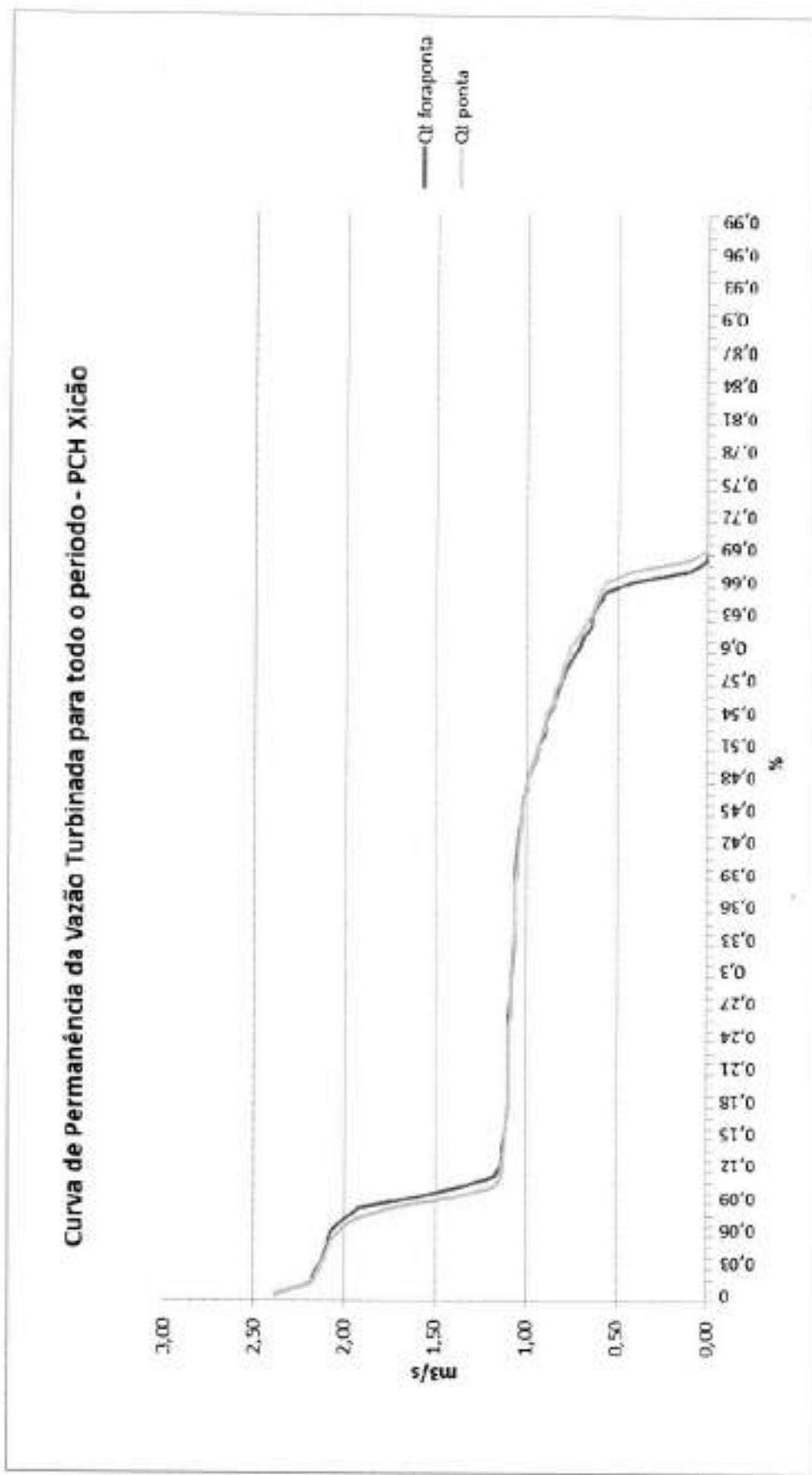
---

0,49	0,97	0,97
0,5	0,95	0,95
0,51	0,93	0,94
0,52	0,90	0,92
0,53	0,89	0,89
0,54	0,88	0,89
0,55	0,85	0,85
0,56	0,83	0,84
0,57	0,81	0,81
0,58	0,78	0,80
0,59	0,75	0,78
0,6	0,71	0,76
0,61	0,69	0,71
0,62	0,64	0,69
0,63	0,64	0,64
0,64	0,60	0,62
0,65	0,57	0,59
0,66	0,41	0,56
0,67	0,10	0,42
0,68	0,00	0,10
0,69	0,00	0,00
0,7	0,00	0,00
0,71	0,00	0,00
0,72	0,00	0,00
0,73	0,00	0,00
0,74	0,00	0,00
0,75	0,00	0,00
0,76	0,00	0,00
0,77	0,00	0,00
0,78	0,00	0,00
0,79	0,00	0,00
0,8	0,00	0,00
0,81	0,00	0,00
0,82	0,00	0,00
0,83	0,00	0,00
0,84	0,00	0,00
0,85	0,00	0,00
0,86	0,00	0,00
0,87	0,00	0,00
0,88	0,00	0,00
0,89	0,00	0,00
0,9	0,00	0,00
0,91	0,00	0,00
0,92	0,00	0,00
0,93	0,00	0,00
0,94	0,00	0,00
0,95	0,00	0,00
0,96	0,00	0,00
0,97	0,00	0,00
0,98	0,00	0,00
0,99	0,00	0,00

124

PCH XICÃO

- Curva de permanência da vazão turbinada durante todo o período de dados



BS

• Tabela de permanência da vazão turbinada durante o período de estiagem

Permanência	turbinada fora de ponta	turbinada ponta
0	2,37	2,37
0,01	1,47	1,44
0,02	1,38	1,36
0,03	1,34	1,33
0,04	1,18	1,15
0,05	1,14	1,14
0,06	1,13	1,13
0,07	1,12	1,12
0,08	1,11	1,12
0,09	1,11	1,11
0,1	1,10	1,10
0,11	1,10	1,10
0,12	1,10	1,10
0,13	1,10	1,10
0,14	1,10	1,10
0,15	1,10	1,10
0,16	1,10	1,10
0,17	1,10	1,09
0,18	1,09	1,08
0,19	1,09	1,08
0,2	1,08	1,08
0,21	1,08	1,08
0,22	1,08	1,08
0,23	1,07	1,08
0,24	1,07	1,07
0,25	1,06	1,07
0,26	1,06	1,06
0,27	1,06	1,06
0,28	1,06	1,06
0,29	1,06	1,06
0,3	1,06	1,06
0,31	1,05	1,05
0,32	1,03	1,05
0,33	1,00	1,03
0,34	0,99	1,01
0,35	0,94	0,99
0,36	0,93	0,94
0,37	0,89	0,93
0,38	0,89	0,89
0,39	0,85	0,89
0,4	0,84	0,86
0,41	0,81	0,84
0,42	0,79	0,83
0,43	0,78	0,81
0,44	0,75	0,79
0,45	0,71	0,78
0,46	0,69	0,76
0,47	0,65	0,70
0,48	0,64	0,68



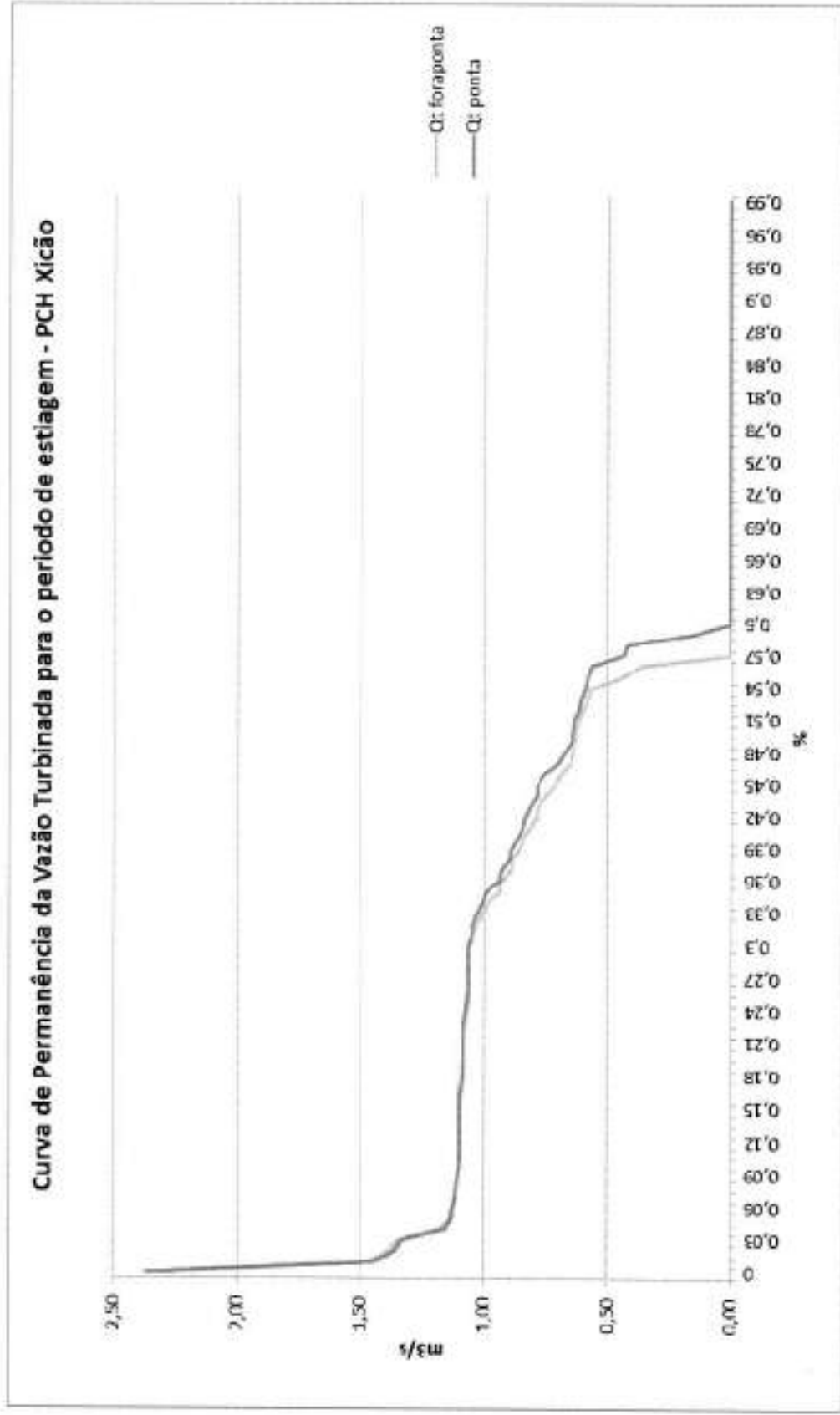
---

0,49	0,64	0,64
0,5	0,63	0,64
0,51	0,62	0,64
0,52	0,60	0,62
0,53	0,58	0,61
0,54	0,57	0,59
0,55	0,43	0,58
0,56	0,37	0,57
0,57	0,00	0,43
0,58	0,00	0,42
0,59	0,00	0,15
0,6	0,00	0,00
0,61	0,00	0,00
0,62	0,00	0,00
0,63	0,00	0,00
0,64	0,00	0,00
0,65	0,00	0,00
0,66	0,00	0,00
0,67	0,00	0,00
0,68	0,00	0,00
0,69	0,00	0,00
0,7	0,00	0,00
0,71	0,00	0,00
0,72	0,00	0,00
0,73	0,00	0,00
0,74	0,00	0,00
0,75	0,00	0,00
0,76	0,00	0,00
0,77	0,00	0,00
0,78	0,00	0,00
0,79	0,00	0,00
0,8	0,00	0,00
0,81	0,00	0,00
0,82	0,00	0,00
0,83	0,00	0,00
0,84	0,00	0,00
0,85	0,00	0,00
0,86	0,00	0,00
0,87	0,00	0,00
0,88	0,00	0,00
0,89	0,00	0,00
0,9	0,00	0,00
0,91	0,00	0,00
0,92	0,00	0,00
0,93	0,00	0,00
0,94	0,00	0,00
0,95	0,00	0,00
0,96	0,00	0,00
0,97	0,00	0,00
0,98	0,00	0,00
0,99	0,00	0,00

187

PCH XICÃO

- Curva de permanência da vazão turbinada durante o período de estiagem



**8. Apresentar descrição da regra operativa com apresentação das vazões máximas e mínimas turbinadas, contemplando a manutenção da vazão reduzida conforme modelo abaixo:**

#### **Regra operativa**

O uso das regras operativas para tomada de decisões em caso de cheia deverá seguir os seguintes passos:

Considerar dois valores de NA cujas leituras guardem entre si intervalos de tempo determinados.

Calcular a vazão defluente  $Q_d$ , observando as eventuais variações na vazão turbinada  $q_t$  ou na vazão vertida  $Q_v$ , durante o intervalo de tempo entre as duas leituras do  $na$  do item anterior.

Calcular a vazão afluente  $Q_a$

Com o valor de  $Q_a$  e o último NA lido no intervalo de tempo considerado, entrar no diagrama de operação, localizando a "região" indicada por este par de valores.

Procurar no item diagrama de operação - decisões, o tipo de operação correspondente à região identificada no item anterior, implementando-a em seguida.

#### **Metodologia adotada para cálculo de vazões:**

##### Cálculo da vazão defluente

$$Q_d = Q_t + Q_v$$

$Q_d$  - vazão defluente ( $m^3/s$ )

$Q_t$  - vazão turbinada ( $m^3/s$ )

$Q_t$  - geração (MW)/  $C_p$  (tabela 1)

$Q_v$  - vazão vertida ( $m^3/s$ )

$Q_v = Q_{comp. Fundo} + Q_{crista barragem}$

$Q_{comp} / Q_{crista}$  - vazão pela comporta de fundo, crista livre da barragem I ( $m^3/s$ ) (anexo 2)

OBS.: se durante o intervalo de tempo considerado houver variação em  $Q_t$  ou  $Q_v$ , deverá ser utilizada, no cálculo de  $Q_d$ , a média ponderada.

$$Q = \frac{aQ_1 + bQ_2 + cQ_3 + \dots + xQ_n}{a + b + c + \dots + x} \text{ onde;}$$

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n \Rightarrow$  valores das vazões ( $Q_t$  ou  $Q_v$ ) ocorridas durante o intervalo de tempo considerado

$a, b, c, \dots, x \Rightarrow$  duração em horas dos intervalos durante os quais ocorrerá  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$  respectivamente.

Cálculo da vazão afluyente

$$Q_a = Q_d \pm N \times \frac{V_{NA}}{T}$$

$Q_a$  - vazão afluyente ( $m^3/s$ )

$Q_d$  - vazão defluente total ( $m^3/s$ )

$N$  - número de variação unitária (tabela 1) em função do NA.

$V_{NA}$  - valor absoluto da variação do nível do reservatório, (em centímetros) no intervalo de tempo considerado. (número sempre positivo).

$t$  - intervalo de tempo considerado (em horas)

Obs.: a 2ª parcela da equação acima terá sinal :

(+) se o NA final for maior que o NA inicial

(-) se o NA final for menor que o NA inicial

Para fins de decisões operativas, a vazão afluyente será calculada considerando a variação de nível apurada entre leituras de NA espaçadas entre si de:

4 horas situação normal

2 horas - situação não normal/emergência

Vazão e níveis de restrição:

$$NA_{\text{canal de fuga}} \geq + 1,6 \text{ m}$$

A defluência em Xicão associada à vazão do ribeirão situado a jusante da casa de força pode acarretar na inundação da casa de força. Como esse ribeirão não tem vazão controlada, não há como monitorar esse problema, a não ser ir aumentando gradativamente a vazão da comporta e acompanhar a elevação do nível de jusante. Em vista disso não se pode até o momento estipular com qual vazão defluente haverá danos.

Restrições e Recomendações

Apesar da barragem ser em concreto, ela não deverá sofrer galgamento, sendo muito importante o controle de nível. Caso ocorra o galgamento, a vazão defluente da

barragem, com todos os extravasores abertos somado ao galgamento poderá chegar a 212 m<sup>3</sup>/s.

Aberturas maiores que 70% da comporta de fundo podem ocasionar vibrações excessivas na mesma, quando a mesma for praticada, esta vibração deverá ser monitorada.

Para que o vertedouro mantenha sua capacidade de extravasamento máxima, deverá ser efetuada periodicamente a limpeza da região de aproximação e de ser canal extravasor. Da mesma forma, o canal de fuga deve ser mantido limpo permitindo o rápido escoamento.

Paras fins ambientais deve-se garantir uma vazão a jusante não menor do que a mínima vazão média mensal natural (0,11 m<sup>3</sup>/s).

Como no período seco as vazões afluentes são drasticamente reduzidas e logo a jusante da barragem existe a contribuição de um ribeirão, admite-se mesmo com as unidades geradoras paradas, que a barragem não deflua nenhuma vazão, pois a vazão mínima estará atendida pelo referido ribeirão. Esta vazão entretanto deve ser continuamente monitorada pela equipe local e caso diminua significativamente, a barragem deverá passar a defluir a vazão mínima, nesse caso através da comporta.

O fechamento da comporta de fundo deve ser evitado no período noturno assim como nos finais de semana em qualquer época do ano. Também devem ser evitadas aberturas no período noturno devido a dificuldade de acompanhar os reflexos dessa operação.

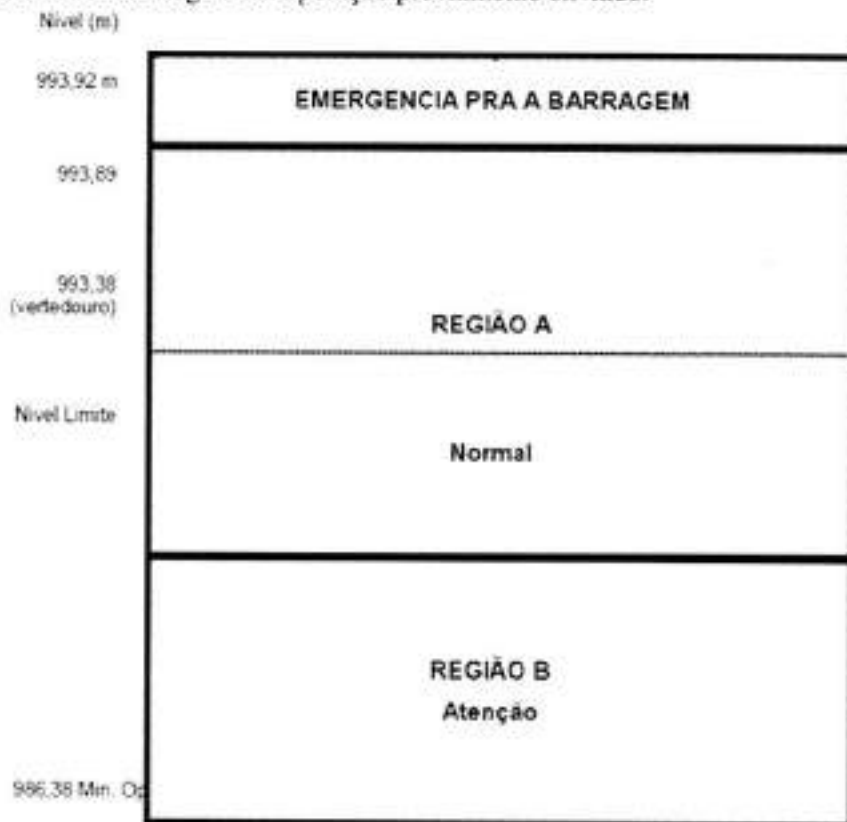
O reservatório não poderá sofrer um deplecionamento maior do que 7 metros, pois foi verificada a formação de poças favorecendo a ocorrência de acidentes ambientais. Por outro lado, também é recomendável que o deplecionamento não seja superior a 4 metros pois causará impactos sociais (lazer no lago).

141

## PCH XICÃO

---

As decisões operativas na PCH Xicão são definidas em função do NA do reservatório, discretizadas para cada região de operação conforme diagrama abaixo. As defluências a serem praticadas respeitam os requisitos de vazão mínima, máxima e taxa de variação de defluência, assim como demais restrições e recomendações operativas estabelecidas no documento de Regras de Operação previamente enviado.



---

### REGIME DE ALERTA:

$NA > NA$  (Vol. Espera) ou  $Qa > 10 \text{ m}^3/\text{s}$  ou  $NA$  canal de fuga  $> +1,5 \text{ m}$

<b>REGIÃO A</b>
<b>PERÍODO CHUVOSO</b> MANTER AS UNIDADES GERANDO EM PLENA CARGA SE O NÍVEL CONTINUAR SUBINDO, ABRIR A COMPORTA DE FUNDO COM 10 % APÓS UMA HORA, OBSERVAR O NÍVEL DO RESERVATÓRIO E DO CANAL DE FUGA JUNTO A CASA DE FORÇA. SE O NÍVEL DO RESERVATÓRIO CONTINUAR EM ELEVAÇÃO E NÃO HOUVER RISCO DE INUNDAÇÃO DA CASA DE FORÇA, ABRIR A COMPORTA DE FUNDO COM MAIS 10 % E ASSIM SUCESSIVAMENTE ATÉ O LIMITE DA CASA DE FORÇA ATINGIDO O LIMITE SUPORTAVEL PELA CASA DE FORÇA, DEIXAR O NÍVEL DO RESERVATÓRIO SE ELEVAR (ATÉ A COTA 993,89m), OBSERVANDO SEMPRE A POSSIBILIDADE DE UMA NOVA ABERTURA NA COMPORTA A PARTIR DESTA COTA, CONTINUAR A ABERTURA DA COMPORTA ATÉ O NÍVEL CAIR OU ATINGIR OS 100 % DE ABERTURA SE O NÍVEL ENTRAR EM DECLÍNIO, DEIXAR ATINGIR A COTA EQUIVALENTE À 30 CM ABAIXO DA COTA INDICADA PARA O PERÍODO, PARA ENTÃO DAR INÍCIO AO FECHAMENTO DA COMPORTA DE FUNDO, QUE DEVE SER FEITA EM PASSOS DE 10 % <b>PERÍODO SECO:</b> MANTER A COMPORTA DE FUNDO FECHADA, MANTER O NÍVEL CONFORME O ESPECIFICADO PARA O PERÍODO.
<b>REGIÃO B</b>
<b>PERÍODO CHUVOSO:</b> MANTER AS UNIDADES DISPONÍVEIS PARA OPERAR A PLENA CARGA, MANTER O NÍVEL DO RESERVATÓRIO CONFORME O RECOMENDADO PARA O PERÍODO. <b>PERÍODO SECO:</b> PARAR AS UNIDADES GERADORAS/REDUZIR A GERAÇÃO PARA RECUPERAR O NÍVEL DE MONTANTE, CONFORME O NÍVEL RECOMENDADO PARA O PERÍODO
<b>PERÍODO SECO: DE 01 DE MAIO A 30 DE SETEMBRO</b> <b>PERÍODO CHUVOSO: DE 01 DE OUTUBRO A 31 DE ABRIL</b>
<b>EMERGENCIA PARA A BARRAGEM:</b> Manter a comporta 100% aberta, monitorar efeitos a jusante principalmente na casa de força pois haverá risco de inundação. Nesse caso parar as unidades procedendo o isolamento elétrico possível. Acionar a PN/SB
<b>PERÍODO SECO: DE 01 DE MAIO A 30 DE SETEMBRO</b> <b>PERÍODO CHUVOSO: DE 01 DE OUTUBRO A 31 DE ABRIL</b>

193

**9. Apresentar coordenadas geográficas do barramento e da casa de força;**

Descrição	Latitude (Graus SIRGAS)	Longitude (Graus SIRGAS)	E (UTM SIRGAS)	N (UTM SIRGAS)
Casa de força	-21,919506	-45,478503	450580,309012	7576005,567605
Barragem	-21,924127	-45,470996	451357,180149	7575496,434170

**10) Descrever detalhadamente os procedimentos adotados para a operação do descarregador de fundo, tendo em vista a manutenção da condição da qualidade das águas e seus usos a jusante;**

Informamos que não é realizada descarga de fundo na PCH Xicão, a comporta é usada como apenas como dispositivo extravasor quando há altas afluências.

**11) Informar o comprimento do TVR (trecho de vazão reduzida) em metros.**



O trecho de vazão reduzida (TVR) da Pequena Central Hidrelétrica Xicão corresponde a 1301 metros de comprimento.





**12) Definição e dimensionamento do dispositivo que irá garantir a manutenção do fluxo a jusante da barragem.**

Respondido no item 05 - desconsiderar este item.

**13) Para empreendimentos já implantados, avaliar a situação atual da área do reservatório;**

Respondido no item 06 - desconsiderar este item.

**14) Descrever e apresentar as dimensões da tomada d' água;**

Não há canal de adução.

**15) Descrever como será a casa de força;**

Respondido no item 04 – desconsiderar este item

**16) Descrever e apresentar as dimensões do canal de adução;**

Não há canal de adução.

**17) Apresentar ART do responsável técnico pelo processo de outorga;**

Ver, anexo, o arquivo - Item 17 ART PCH XICÃO 1-51201011



Precisa da original



195

 <b>CREA-MG</b> <small>Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agrimensura de Minas Gerais</small>		Av. Álvares Cabral, 1600 - Stº Agostinho - Belo Horizonte/MG 30170-001 - www.crea-mg.org.br - Tel.: 31.3299-8700 0800 28 30 273 (Ouvidoria) - 0800 031 2732 (Atendimento)		<b>ART NÚMERO</b> 1 - 51201011					
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b> <b>MATRIZ OBRA / SERVIÇO</b>									
<b>CONTRATADO</b>									
04 Nome do profissional responsável pela Obra ou Serviço NELSON BENICIO MARQUES ARAUJO		05 Registro no CREA MG-40682/D		07 CPF 550.913.426-72					
06 Título(s) do Profissional ENGENHEIRO MECANICO									
09 Endereço residencial do Profissional ALAMEDA CRISALIDAS 150 VALE DAS ARARAS NOVA LIMA MG				10 CEP 34000-000	08 Telefone ( 31) 3581-7837				
11 Nome da empresa contratada CEMIG GERACAO E TRANSMISSAO S.A									
12 Registro no CREA 34710		13 CNPJ 06.981.176/0001-58		14 Capital Social 896.785.358,90					
15 Telefone ( 31) 3506-4117									
16 Endereço para correspondência AVENIDA BARBACENA 1.200 ANDAR 12-ALA B1 SANTO AGOSTINHO BELO HORIZONTE MG				17 CEP 30190-131					
<b>CONTRATANTE</b>									
18 Nome do contratante CEMIG GERACAO E TRANSMISSAO S.A				19 CPF ou CNPJ 06.981.176/0001-58					
20 Endereço para correspondência AV BARBACENA 1200 14/A2 SANTO AGOSTINHO				21 CEP 30190-131					
<b>DADOS DA OBRA / SERVIÇO</b>									
22 Nome do proprietário CEMIG GERACAO E TRANSMISSAO S.A				23 CPF ou CNPJ 06.981.176/0001-58					
24 Endereço da obra ou serviço AREA RURAL DO MUNICIPIO DE CAMPANHA									
25 Município CAMPANHA-MG				26 CEP 37400-000					
28 Atividade Técnica									
01 Geral Tipo 47	02 Geral Tipo 30	03 Geral Tipo	04 Geral Tipo	05 Geral Tipo	06 Geral Tipo	07 Geral Tipo	08 Geral Tipo	09 Geral Tipo	10 Geral Tipo
33 Finalidade 35101	34 Ent. Classe 0080	35 Quantificação 1,81	36 Unidade 48	37 Valor da obra/serviço 1,00	38 Honorários	39 Tipo contrato 3			
40 Descrição complementar ELABORACAO DE RELATORIO TECNICO PARA OBTECAO DE OUTORGA PARA APROVEITAMENTO HIDRELETRICO NA PCH XICAO									
41 Responsabilizo-me pela veracidade das informações prestadas									
<b>VINCULAÇÃO LEGAL</b> A ART é regida pela Lei 6496/77 e, na falta de outro documento, vale para todos os efeitos legais, como contrato entre as partes.									
<b>LEMBRETE</b> Concluída a obra ou serviço, há a necessidade de solicitar baixa da ART no CREA-MG. Cada ART baixada incorpora-se ao acervo técnico do profissional, do qual pode-se obter certidão mediante requerimento. O acervo técnico é documento de grande valor, principalmente como currículo, para participação de licitações e comprovações junto à previdência para efeito de aposentadoria.									
As informações constantes nesta ART são de exclusiva responsabilidade do profissional.									
LOCAL E DATA  PROFSSIONAL									
 CONTRATANTE									
<b>ESTA ART SO E VALIDA APÓS A COMPROVAÇÃO DO SEU PAGAMENTO</b>									
42 Data do pagamento		43 Valor da taxa de ART 31,50		Esta ART foi verificada eletronicamente pelo CREA-MG em 05/11/2016. Documento válido após a comprovação do pagamento. É de responsabilidade do profissional o envio da via do CREA-MG para fins de registro no acervo técnico.					
AUTENTICAÇÃO MECÂNICA									
VIA PROFISSIONAL									



200

<b>Processo: 6188/2010</b>		<b>Protocolo: 0570834/2017</b>	
<i>Dados do Requerente/ Empreendedor</i>			
<b>Nome:</b> CEMIG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO SA		CPF/CNPJ: 06981176/0001-58	
<b>Endereço:</b> AV.BARBACENA,1200,10ºANDAR, ALA A1			
<b>Bairro:</b> SANTO AGOSTINHO		<b>Município:</b> BELO HORIZONTE	
<i>Dados do Empreendimento</i>			
<b>Nome/ Razão Social:</b> PCH XICÃO		CPF/CNPJ: 06981176/0001-58	
<b>Endereço:</b> ZONA RURAL			
<b>Distrito:</b>		<b>Município:</b> CAMPANHA	
<i>Dados do uso do recurso hídrico</i>			
<b>UPGRH:</b> GD4		<b>Curso D'água:</b> RIBEIRÃO SANTA CRUZ	
<b>Bacia Estadual:</b> RIO VERDE		<b>Bacia Federal:</b> RIO GRANDE	
<b>Latitude:</b> 21° 55' 8"		<b>Longitude:</b> 45° 28' 41" DATUM SAD 69	
<i>Dados enviados</i>			
<b>Área drenagem (km²):</b> 46		<b>Q<sub>7,10</sub> (m³/s):</b> 0,24	<b>Q solicitada (m³/s):</b>
<i>Cálculo IGAM</i>			
<b>Área drenagem (km²):</b> 56		<b>Rendimento específico (L/s.km²):</b> 6,2	
<b>Q<sub>7,10</sub> (m³/s):</b> 0,31	<b>50%Q<sub>7,10</sub> (m³/s):</b> 0,15	<b>Qdh (m³/s):</b>	
<b>Porte conforme DN CERH nº 07/02</b>		<b>P[ ]</b>	<b>M[ ]</b> <b>G[x]</b>
<i>Finalidades</i>			
<p>Geração de energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potência Instalada (MW): 1,8</li> <li>• Queda Bruta (m): 115</li> <li>• Queda líquida (m): 111,94</li> <li>• Vazão nominal (m³/s): 2,08</li> <li>• Energia Firme: 0,610 MW</li> <li>• Energia Média: 0,610 MW</li> <li>• Vazão mínima operativa: N/D</li> <li>• Turbina: Francis Simples</li> <li>• N° de unidades: 2</li> <li>• Vazão nominal unitária: 1,04 m³/s</li> </ul> <p>Área do reservatório: 1,5127 Km²  Volume de acumulação: 735,2 m³</p>			
<i>Modo de Uso do Recurso Hídrico</i>			
<b>20 - APROVEITAMENTO DE POTENCIAL HIDRELÉTRICO</b>			
<b>Uso do Recurso hídrico implantado</b>		<b>Sim[ x ]</b>	<b>Não[ ]</b>

<b>Responsável Técnico pelo Empreendimento</b> NELSON BENÍCIO MARQUES ARAÚJO		40.682/D CREA	
<b>Responsável Técnico SUPRAM SM</b> RUBEN CESAR ALVIM VIEIRA	1364975-1 MASP	 RÚBRICA	31/10/2017 DATA
<b>Diretor Técnico SUPRAM SM</b> CEZAR AUGUSTO FONSECA E CRUZ		 RÚBRICA	02/10/2017 DATA

209



## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

**Observações:** DE ACORDO COM O ART. 2º, INCISO VII, ALÍNEA "B" DA DELIBERAÇÃO NORMATIVA CERH - MG Nº 07, DE 4 NOVEMBRO DE 2002 O EMPREENDIMENTO É DE GRANDE PORTE E POTENCIAL POLUIDOR E SERÁ LEVADO À APRECIÇÃO DA CÂMARA DE RECURSOS HÍDRICOS DO COPAM OU DO COMITÊ DE BACIA CORRESPONDENTE.

Processo de outorga vinculado ao processo de Licenciamento Ambiental (LO nº06247/2006/001/2007)

**Condicionantes:**

### *Análise Técnica*

#### **1. Características do Empreendimento**

A PCH Xicão está situada na margem esquerda do Ribeirão Santa Cruz, afluente do Rio Palmela e contribuinte do Rio Grande, em área dos municípios de Campanha e São Gonçalo do Sapucaí.

O barramento para a formação do reservatório desenvolve-se numa extensão de 114 m e altura máxima de 20m, sendo o maciço constituído por um vertedouro de crista livre em concreto armado, seguido por uma estrutura de concreto em arcos múltiplos e contraforte

Em relação as cotas de operação da usina tem-se :

-NA máximo maximorum (m):993,89

-NA máximo normal (m): 993,98

-NA mínimo normal (m): 986,38

O reservatório possui uma área de 1,5127 Km<sup>2</sup> e a depleção máxima é de 6 m.

#### **2. Disponibilidade Hídrica**

##### **2.1. Análise por Estação Fluviométrica – Relatório de Outorga**

A vazão  $Q_{7,10}$  corresponde a vazão média mínima de 7 dias associada ao período de retorno de 10 anos. Para a estimativa da vazão residual a ser mantida à jusante foram utilizados os dados da estação fluviométrica Palmela dos Coelhos(61530000).

A partir da série da vazões médias diárias da estação Palmela dos Coelhos, transferiu-se para a bacia da PCH Xicão utilizando de uma equação baseada na relação de área de drenagem entre a PCH e a estação fluviométrica. A partir da série de vazões



## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

médias diárias da estação, disponível para o período 1935 a 2015, foi obtida a amostra das vazões médias mínimas de sete dias para cada ano.

Após determinada a amostra das vazões médias mínimas de sete dias procedeu-se o estudo de análise de frequência de vazões mínimas.

A vazão ecológica será 50% da Q7,10, conforme Resolução Conjunta SEMAD-IGAM n°1548/2012.

A vazão residual foi determinada conforme abaixo:

$$\begin{aligned} Q_{7,10} &= 1,9 \times AD_{PCH} / AD_{POSTO} = 1,9 \times 46 / 358 \\ Q_{7,10} &= 0,244 \text{ m}^3/\text{s} \\ 50\%Q_{7,10} &= \mathbf{0,12 \text{ m}^3/\text{s}} \end{aligned}$$

### 2.2. Análise por Estação Fluviométrica – Supram - SM

Na análise utilizou-se a estação fluviométrica da Agência Nacional das Águas (ANA) 61530000 (PALMELA DOS COELHOS), situada no município de Campanha, no ponto de coordenadas Geográficas 21° 46' 59" S / 45° 26' 34" W, de acordo com a quadro 1. A referida estação está instalada no Rio Palmela, a mesma foi adotada como referencia para os estudos hidrológicos em termos extremos (máximas e mínimas). A escolha dessa estação foi feita considerando-se um comportamento hidrológico semelhante, área de drenagem compatível e a disponibilidade de informações. Ressalta-se, que foram verificadas várias estações próximas à bacia hidrográfica do empreendimento. As estações fluviométricas verificadas no banco de dados do Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA) são: 615260000 (São Gonçalo do Sapucaí).



## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

## PALMELA DOS COELHOS (61530000)

Dados da Estação	
Código	61530000
Nome	PALMELA DOS COELHOS
Código Adicional	-
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO PALMELA
Estado	MINAS GERAIS
Município	CAMPANHA
Responsável	ANA
Operadora	IGAM-MG
Latitude	-21:46:59
Longitude	-45:26:34
Altitude (m)	860
Área de Drenagem (km2)	360

Tabela 1 – Estação Fluviométrica da ANA

Foi utilizado para manipular e analisar os dados fluviométricos da referida estação, o software desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa denominado Sistema Computacional para Análises Hidrológicas - SisCAH, demonstrado na Figura 1 e 2.

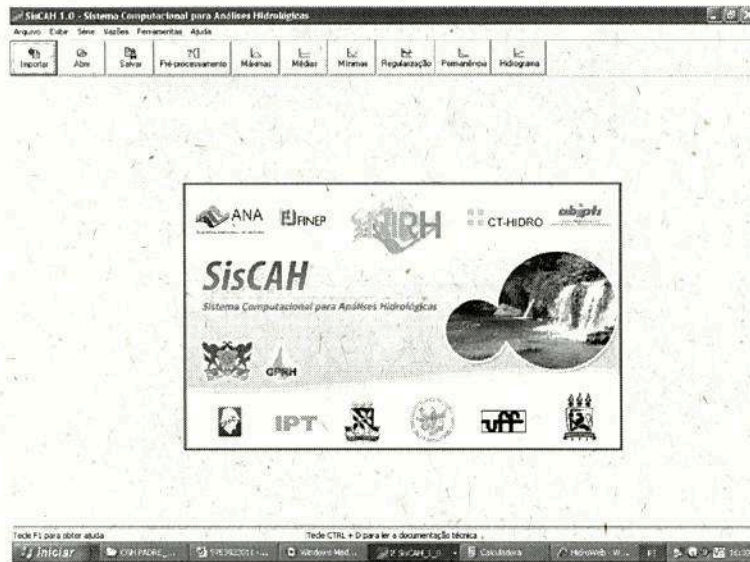


Figura 1 – Imagem do software utilizado para fazer os cálculos.





## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

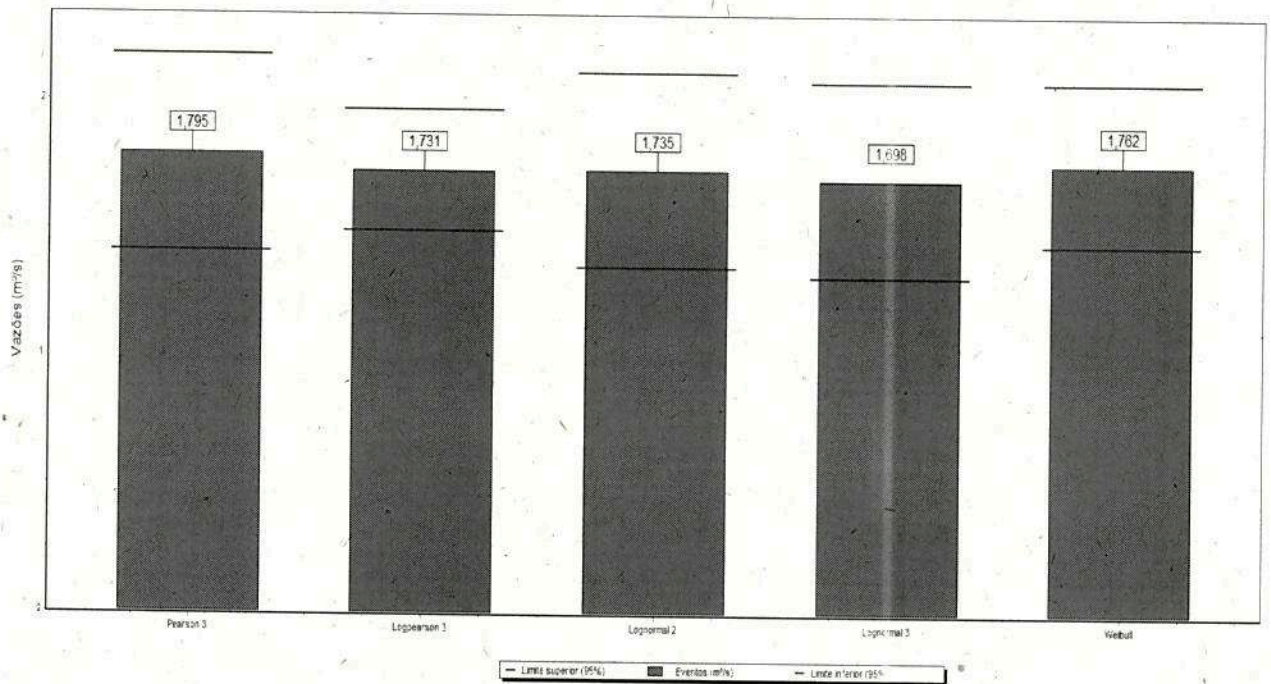


Figura 2 – Resultado da vazão mínima ( $Q_{7,10}$ ), de acordo com o Siscah.

Área de drenagem (AD) a montante da estação fluviométrica: 358 Km<sup>2</sup>  
Área de drenagem calculada pelo SIAM: 56 km<sup>2</sup>

$$Q_{7,10} = 1,76 \times AD_{PCH} / AD_{POSTO} = 1,76 \times 56 / 360$$
$$Q_{7,10} = 0,27 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$50\%Q_{7,10} = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ressalta-se que o critério de descarte de períodos com falhas adotado na análise da série histórica destas estações fluviométricas, foram para meses com até 3 % de falhas (mensal), objetivando o maior aproveitamento das informações contidas na série histórica e a minimização das distorções na estimativa da  $Q_{7,10}$ .

### 2.3. Análise pelo SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL - SIAM:

#### 2.3.1. Análise a Montante

Área de drenagem a montante: 56 Km<sup>2</sup>

Rendimento específico médio COPASA (L/s/Km<sup>2</sup>) : 6,2

$$Q_{7,10} = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$50\%Q_{7,10} = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

Segundo banco de dados do SIAM existe um processo de outorga à montante do ponto de intervenção, sendo este:



## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

Processo nº35614/2015 – 0,0032 m<sup>3</sup>/s

#### 2.3.2. Análise a Jusante

De acordo com o banco de dados do SIAM, não há usuários outorgados pela SUPRAM e/ou IGAM imediatamente a jusante do presente processo.

#### 2.4. Análise no Trecho de Vazão Reduzida (TVR)

De acordo com relatório de outorga, o trecho de vazão reduzida possui comprimento de aproximadamente 1301 metros. De acordo com o SIAM e relatório de outorga, não existem usuários captando (outorgados) no trecho de vazão reduzida.

Ressalta-se, que os cálculos da vazão residual foi realizada de acordo com a legislação em vigor, Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº1548/2012.

#### 2.5. Disponibilidade Hídrica

DH (Disponibilidade Hídrica) = 50% da Q7,10 – vazão outorgada a montante e jusante.

QDH = 0,15 m<sup>3</sup>/s – 0,0032 m<sup>3</sup>/s

QDH= 0,1468 m<sup>3</sup>/s.

Mas, o empreendimento de que trata este processo não faz uso consuntivo de água. A outorga refere-se somente à vazão mínima que deverá ser mantida a jusante do barramento, no trecho de vazão reduzida (TVR).

Foi estabelecido no processo em questão, de acordo com a Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº1548/2012, que a vazão residual mínima inicialmente será de 50% da Q7,10, mais especificamente no Art. 2º, reproduzida parcialmente abaixo.

“O limite máximo de captações e lançamentos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado, por cada seção considerada em condições naturais, será de 50% (cinquenta por cento) da Q7,10, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% (cinquenta por cento) da Q7,10”



214

## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

A vazão mínima com base na  $Q_{7,10}$  calculada pelo SIAM - SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL corresponde à 0,31 m<sup>3</sup>/s, a vazão residual mínima de 0,15 m<sup>3</sup>/s, correspondente a 50% da  $Q_{7,10}$ .

Ressalta-se que os cálculos da vazão residual foram realizados de acordo com a legislação em vigor, Resolução Conjunta SEMAD-IGAM n°1548/2012. No entanto, de acordo com a mesma normativa, conforme o artigo 5°, a vazão residual mínima (50% da  $Q_{7,10}$ ) não é exigida para usos existentes anteriores à vigência da referida norma.

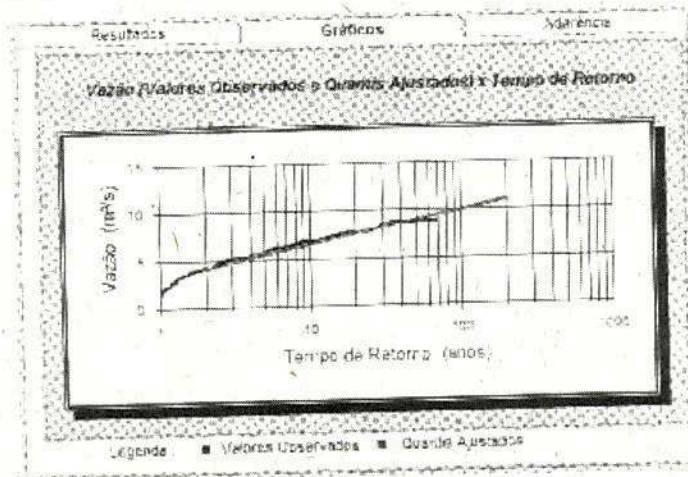
### 3. Estudos Hidrológicos

#### 3.1. Vazões de Cheia

Segundo o Responsável Técnico pelo empreendimento, o método utilizado para determinação das vazões máximas foi a análise das frequências de cheias na estação fluviométrica citada sendo a amostra das cheias médias diárias máximas anuais (ano hidrológico) ajustada à diversas distribuições de probabilidades de valores extremos, com a utilização do sistema ALEA. A seleção da distribuição para a determinação das vazões extremas foi feita através da análise do coeficiente de assimetria de acordo com as "Diretrizes para estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas" da ELETROBRÁS.

Dessa forma foi adotado a distribuição de Gumbel e coeficiente de assimetria de 0,5055. Esses resultados foram transferidos para a bacia da PCH Xicão pela relação das áreas de drenagem

Gráfico do ajuste à Distribuição de Gumbel:



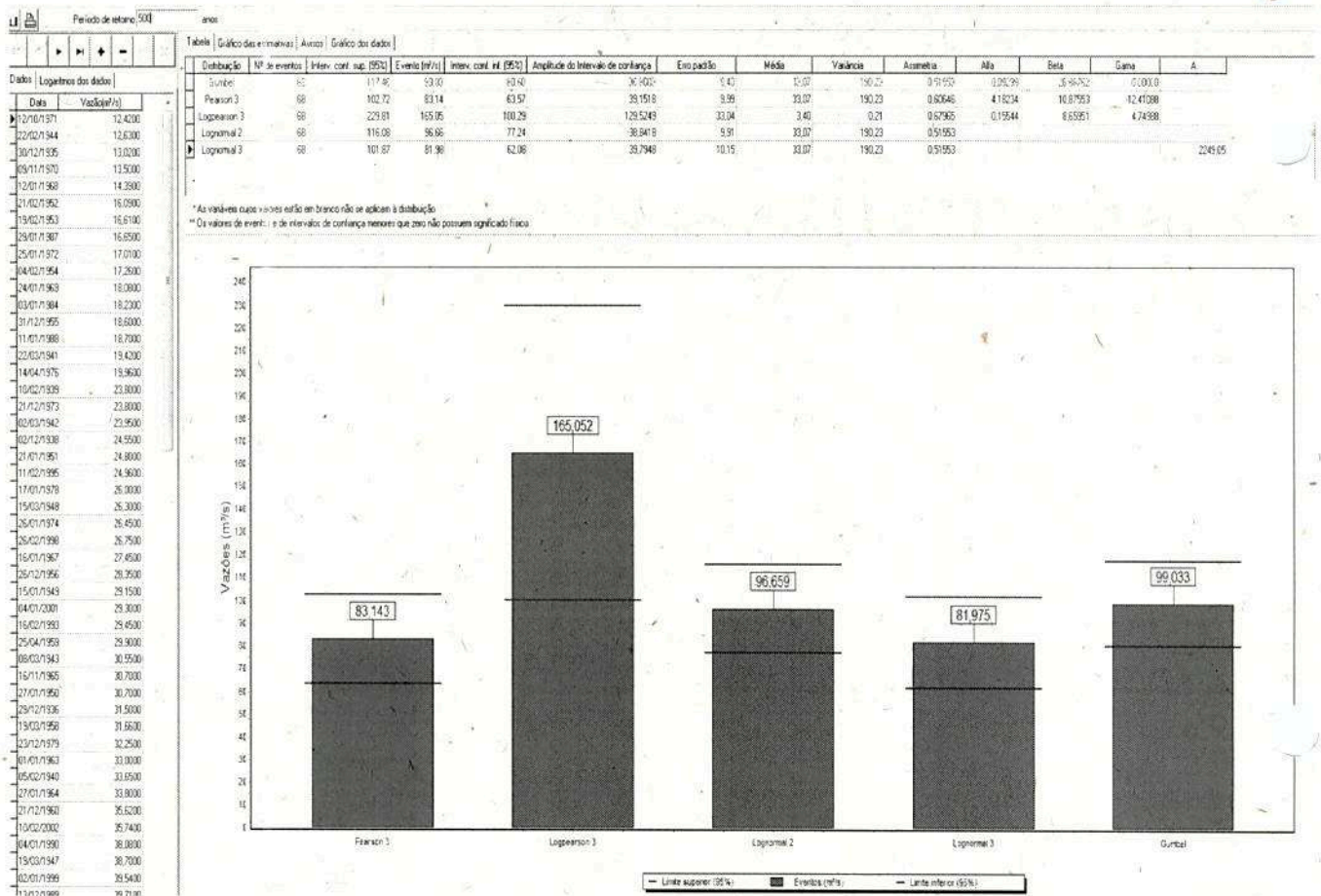
2/5



# PARECER TÉCNICO

## ÁGUA SUPERFICIAL

As vazões máximas obtidas pela equipe da SUPRAM Sul de Minas, utilizando a estação fluviométrica 61530000 (PALMELA DOS COELHOS) e o software Siscah, estão descritas nas figuras abaixo:



Portanto, a vazão máxima do posto fluviométrico é de 99,033 m³/s (Gumbel) para um TR de 500 anos, e utilizando a equação para a bacia em questão apresentou o seguinte resultado:

$$QMLT = 99,033 \times AD \text{ CGH} / AD \text{ POSTO}$$

$$QMLT = 99,033 \times 56 / 360$$

$$QMLT = 15,40 \text{ m}^3/\text{s}$$



## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

Como a vazão de cheia calculada pelo SIAM, através do método SISCANH apresentou um valor superior à que foi calculada pelo relatório de outorga, optamos por adotá-la como a vazão de cheia (vazão de projeto).

#### 4. Dimensionamento das Estruturas Hidráulicas

A barragem com 20m de altura e 114 m de comprimento é construída de concreto armado, sendo composta de múltiplas abóbodas com contra fortes. A usina possui uma queda bruta de 115m, tendo duas unidades geradoras. As 2 turbinas existentes possuem 0,904 MW cada e engolimento total de 2,08 m<sup>3</sup>/s

- **Cotas e níveis de operação:**

Max.Normal: 993,38m (início do vertimento)

Coroamento:993,92m(galgamento da barragem-passarela)

Min.Operativo:986,38m

- **Vertedouro**

Os dispositivos extravassores são um vertedouro de crista livre com 11m de extensão e lâmina máxima 0,5m e uma comporta de fundo com diâmetro de 1,20m. O vertimento na crista livre é de 7,93 m<sup>3</sup>/s na cota 993,89m e o vertimento máximo pela comporta de fundo é de 12,77m<sup>3</sup>/s.

A defluência total da usina na cota 993,89m é de 21,85 m<sup>3</sup>/s

- **Tubulação Forçada**

Partindo da barragem existe uma linha de tubulação forçada com diâmetro de 1,15m e cerca de 1000 m de comprimento. A tubulação tem no seu extremo um bifurcação alimentando duas turbinas instaladas.

#### 5. Vazão e níveis de restrição

De acordo com os estudos apresentados, para que o vertedouro mantenha sua capacidade de extravasamento máxima, deverá ser efetuada periodicamente a limpeza da região de aproximação e de seu canal extravassor. Da mesma forma, o canal de fuga deve ser mantido limpo permitindo o rápido escoamento. No período seco as vazões afluentes são drasticamente reduzidas e logo a jusante da barragem existe a contribuição de um ribeirão, onde, segundo os

2/2



## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

estudos admite-se que mesmo com as unidades geradoras paradas, e que a barragem não deflúa nenhuma vazão, a vazão mínima será atendida pelo referido ribeirão.

Ainda de acordo com os estudos apresentados essa vazão deverá ser continuamente monitorada pela equipe local e caso diminua significativamente, a barragem deverá passar a defluir a vazão mínima, nesse caso através da comporta.

A SUPRAM SM ressalta que de acordo com o artigo 5º da Resolução Conjunta SEMAD/IGAM 1548/2012 a vazão residual mínima (50% da  $Q_{7,10}$ ) não é exigida para usos existentes anteriores à vigência da referida norma.

#### **6. Estudos Sedimentológicos e de determinação da vida útil do reservatório**

Devido a inexistência de posto sedimentológico no Ribeirão Santa Cruz no qual a PCH esta instalada, para os estudos sedimentológicos e de vida útil do reservatório foram adotados como referencia para a estimativa do aporte de sedimentos os resultados contidos na referencia "Diagnóstico da Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros-Eletróbrás", sendo assumido para o Ribeirão Santa Cruz o PEMS de 86 t/Km<sup>2</sup>/ano, que é o valor para o Rio Sapucaí na estação Itajubá.

Considerando um transporte de arraste da ordem de 35% do transporte em suspensão, teríamos uma descarga sólida total de 132 t/Km<sup>2</sup>/ano. Assim estima-se que o aporte de sedimentos ao reservatório da PCH Xicão seja da ordem de 6.100 t/ano.

De acordo com os estudos apresentados observa-se que a retenção de partículas apresenta-se branda onde se conclui que a maioria dos sedimentos que chegam a barragem são defluídos para jusante. É característica da usina a operação a fio d'água e o aporte de sedimentos no reservatório não apresenta interferência no seu histórico funcionamento, conforme seu histórico operativo.



## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

O barramento possui válvulas e comporta de fundo, que oportunamente operadas, conduz o desassoreamento da câmara de carga reduzindo o acúmulo de sedimentos no reservatório.

#### 7. Considerações finais

Nesta fase do projeto a análise da SUPRAM Sul de Minas contempla a viabilidade em termos hidrológicos e quanto a impedimentos relativos a usos já outorgados e prioritários na bacia. Em vista do exposto, a equipe técnica da SUPRAM Sul de Minas considera as informações apresentadas satisfatórias para o parecer favorável quanto ao deferimento da outorga.

A análise técnica que subsidiou esse parecer se refere somente à disponibilidade hídrica com base em informações obtidas no SIAM e prestadas pelo empreendedor, as questões estruturais e de segurança do barramento são de inteira responsabilidade dos projetistas e dos proprietários do empreendimento.

#### 8. Parecer

A equipe técnica da SUPRAM SM, conclui pelo deferimento do Processo de Outorga para fins de geração de energia com potência instalada de 1,8 MW, na modalidade de Autorização, nas coordenadas geográficas 21° 55' 8" S e 45° 28' 41" W DATUM SAD 69, no município de Campanha - MG, no Ribeirão Santa Cruz, para uma vazão máxima turbinada de 2,08 m<sup>3</sup>/s. Ressalta-se, que a análise técnica não é referente aos cálculos estruturais do barramento e sim aos estudos hidrológicos.

**9. Validade:** De acordo com a Resolução Conjunta SEMAD/IGAM 1768/2012 a validade dessa outorga é até 20/08/2020, conforme Portaria n°124 de 14 de junho de 2007 Ministério de Minas e Energia(constante na pág 44 desse processo).

219



## PARECER TÉCNICO

### ÁGUA SUPERFICIAL

#### 10. Mapa

A Figura 01 mostra a área de drenagem referente ao ponto de instalação da barragem PCH Xicão e a Figura 02 mostra a área de drenagem com as Estações fluviométricas.

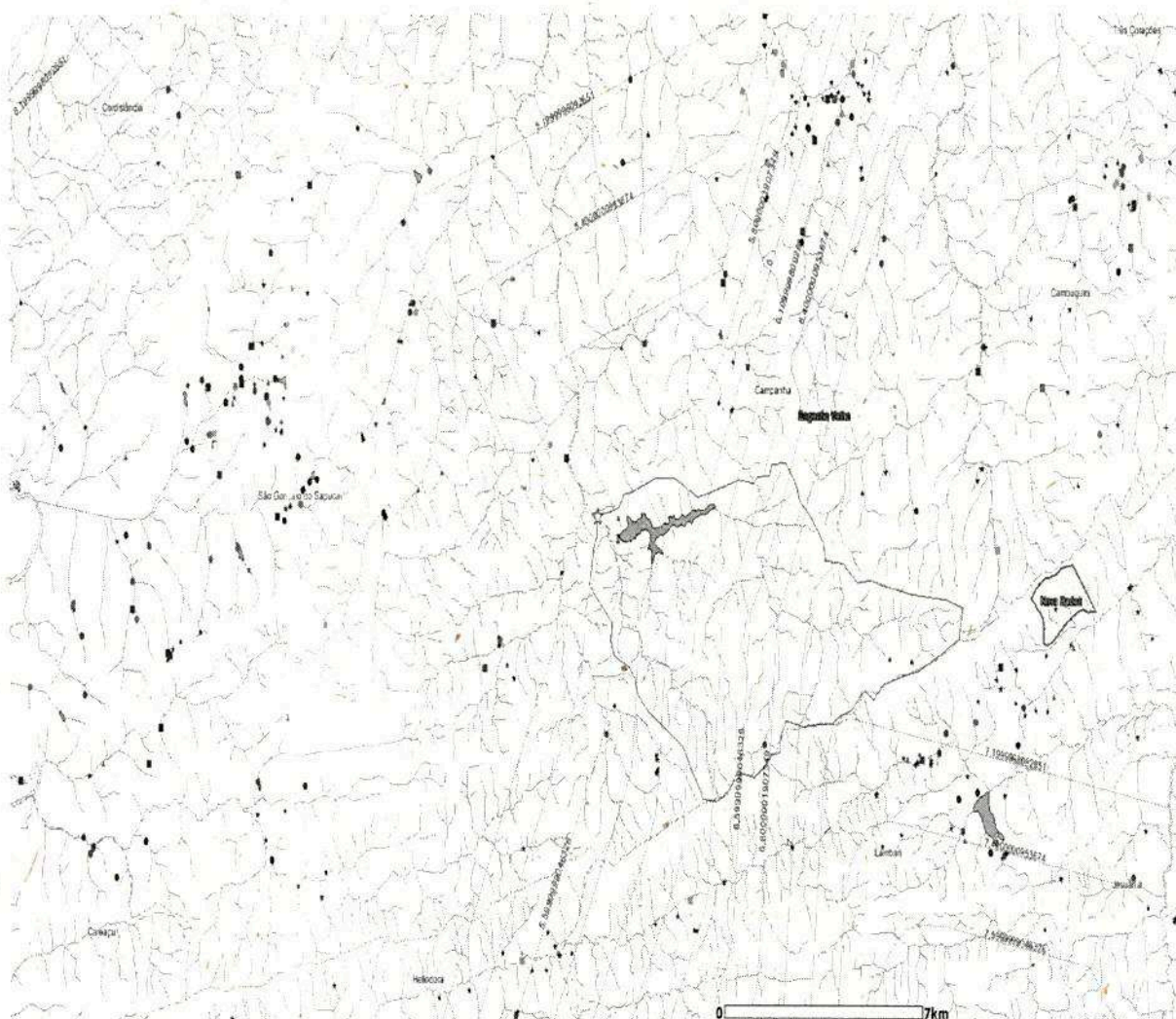


Figura 01. Área de drenagem referente ao ponto de instalação da barragem (AD=56,14 km<sup>2</sup>).

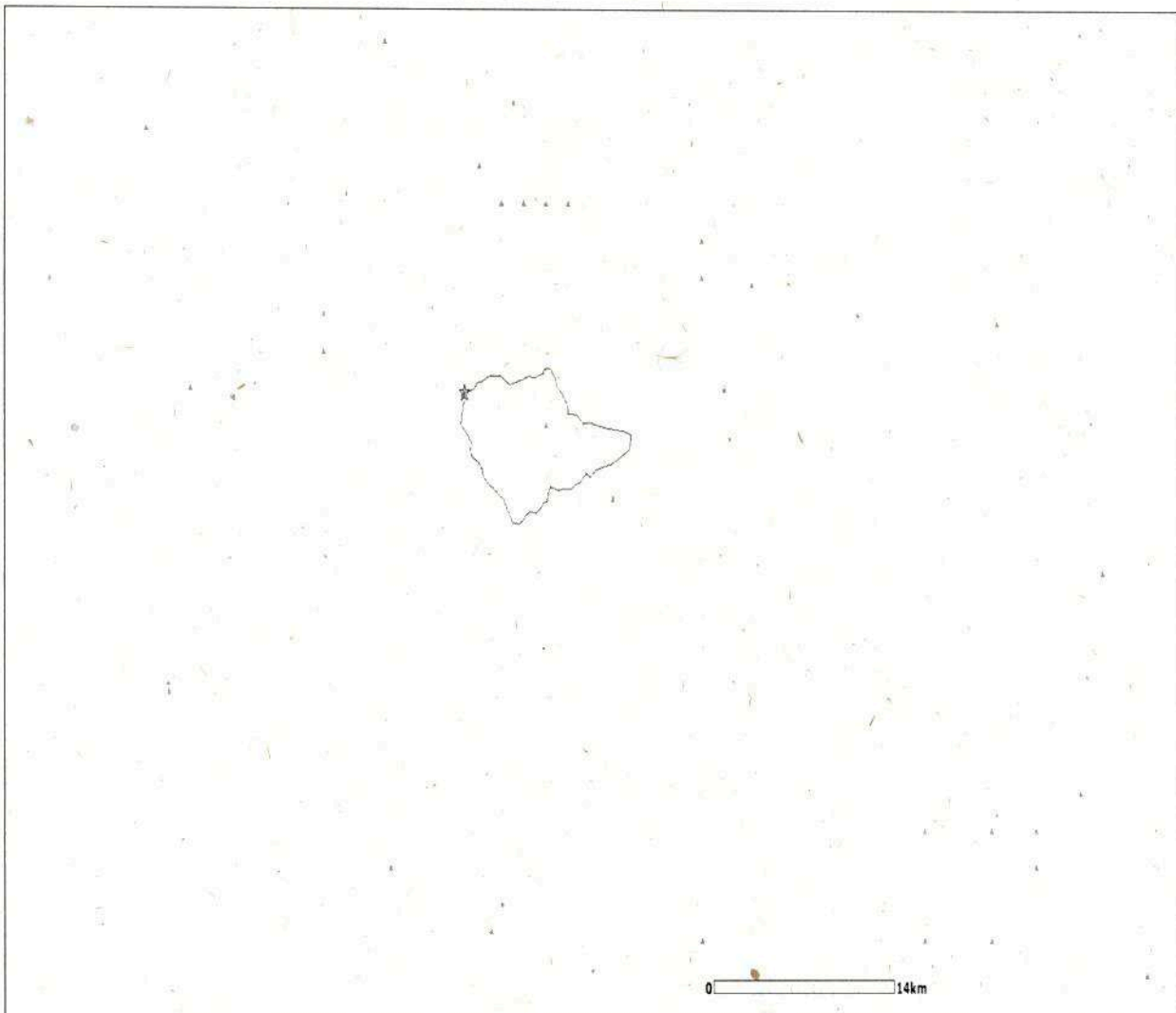




# PARECER TÉCNICO

## ÁGUA SUPERFICIAL

270



**Figura 02. Área de drenagem e os postos fluviométricos.**





# CONTROLE PROCESSUAL

Processo: 6188/2010

Protocolo: 0643542/2017

## Análise Jurídica

A documentação se encontra em conformidade com o exigido para requerimento de outorga para aproveitamento de potencial hidrelétrico.

Diante do exposto, este Controle Processual sugere o **deferimento** do pedido, conforme Parecer Técnico nº 0570834/2017.

Larissa Marques Cazelato Diretoria de Controle Processual	 Rubrica	MASP 1.364.213-7	09/06/2017 DATA
--	-------------	------------------	--------------------





## Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde – CBH-Verde

Instituído pelo Decreto Estadual nº 39.910 de 22/09/98

Ofício 03/2018 - CBH-Verde

Itanhandu MG, 10 de abril de 2018.

Ao Sr.

**RUBEN CESAR ALVIM VIEIRA**

Gestor Ambiental da Superintendência Regional de Meio Ambiente - SUPRAM Sul de Minas

Prezado Senhor,

Em resposta ao Ofício SUPRAM-SM nº0141170/208, venho através deste, informar que, no presente momento, o Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Verde - CBH Verde - GD4 encontra-se com a sua Câmara Técnica de Outorga desativada, tendo em vista que este colegiado, além de estar passando por uma reestruturação interna, ainda não concluiu seu processo eleitoral - estamos aguardando a publicação do Decreto de Posse da nova composição do CBH Verde - GD4.

Portanto, o CBH Verde - GD4 não tem condições, neste momento, de avaliar e emitir um parecer técnico a respeito do processo de requerimento de outorga, nº 35435/2016, do empreendedor Maria Aparecida Silva Costa.

Desde já, pedimos desculpas pelos eventuais transtornos e esperamos que em breve o CBH Verde - GD4, possa cumprir suas funções.

Gratos pela atenção e apresentando desde já os protestos de estima e consideração.

**Stella Guida**

**Presidente do CBH-Verde**

Sr. Ruben Cesar Alvim Vieira

Gestor Ambiental da Superintendência Regional de Meio Ambiente - SUPRAM Sul de Minas

Avenida Manoel Diniz, 145 - Bairro JK Industrial - Varginha - MG - Cep: 37.062-480

---

"Limpidez das águas, cultura de um povo".





**OFÍCIO URGA SM – Nº 0416455/2018**

**PARA:** CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CERH

**DE:** RUBEN CESAR ALVI VIEIRA – GESTOR AMBIENTAL – URGA SM

**DATA:** 11/06/2018

**ASSUNTO:** DELIBERAÇÃO SOBRE O PROCESSO DE OUTORGA Nº 6188/2010

Prezados Conselheiros,

Segue em anexo processo de outorga para aproveitamento de potencial hidrelétrico do empreendimento **PCH Xicão** de **CEMIG Geração e Transmissão S.A.** para deliberação. A referida outorga é de grande porte e, como oficiado à SUPRAM-SM pelo CBH DO Rio Verde, através de ofício anexo, deverá ser deliberada pelo CERH.

Atenciosamente,

**Ruben Cesar Alvim Vieira**

Unidade Regional de Gestão das Águas - Sul de Minas  
Gestor Ambiental

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS-CERH/MG  
RUA ESPÍRITO SANTO,495,4º ANDAR, CENTRO  
BELO HORIZONTE-MG  
CEP:30160-927

A DGAS,

Para inclusão  
na pauta da  
CTIG.

Sob.

*Marcelo da Fonseca*

Marcelo da Fonseca  
Chefe de Gabinete do IGAM  
Masp: 1148708-9

RECEBIDO NA DGAS	
em	13/07/18
às	15 : 07 h. 18
Por	Jos Protoc.: 678

Foi oficiado pelo CBH Verde (GDA), por meio do Ofício 03/2018 de 10/04/18, <sup>penúltimo doc do processo</sup> a impossibilidade de deliberar a outorga nº 35435/16 do empreendedor Maria Aparecida Silva Costa, o que diverge do processo em tela (nº 6188/10) do empreendedor CEMIG Geração e Transmissão. Recomendamos remeter os autos à SUPRAM SM para a adequada instrução e saneamento do processo, para posterior pauta no CERH-MG.

*Joselaine Aparecida*  
Analista Ambiental  
Masp: 1148708-9  
01/08/18  
Núcleo de CTs do CERH





**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**  
**INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS**  
**Diretoria de Gestão e Apoio ao Sistema Estadual de**  
**Gerenciamento de Recursos Hídricos**

Ofício IGAM/DGAS nº. 13/2018

Belo Horizonte, 02 de agosto de 2018.

Ao Senhor,  
**Ruben Cesar Alvim Vieira**  
Unidade Regional de Gestão das Águas - Sul de Minas  
Gestor Ambiental  
Avenida Manoel Diniz, 145, Bairro Industrial JK  
CEP: 37062-480 – Varginha/MG

Assunto: **Resposta ao Ofício URGA SM nº0416455/2018. Processo de outorga nº 6188/2010**

Referência: [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 2240.01.0001686/2018-94].

Prezado,

Devolvemos o processo de outorga de grande porte nº 6188/2010, de aproveitamento hidrelétrico da PCH Xicão, requerida pelo empreendedor CEMIG Geração e Transmissão S.A., para a adequada instrução e saneamento do processo, para posterior pauta na Câmara Técnica de Instrumento de Gestão (CTIG) do CERH-MG.

Justificamos a devolução por constar no processo a formalização do Comitê da bacia do Rio Verde (GD4) acerca da impossibilidade de deliberar a outorga nº 35435/2016, da empreendedora Maria Aparecida Silva Costa (Ofício 03/2018, de 10/04/2018), que não se aplica ao processo em análise.

Certo da costumeira atenção e atendimento, estamos à disposição.

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por **Danilo Cezar Torres Chaves, Diretor(a)**, em 06/08/2018, às 12:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
[http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador



1360103 e o código CRC FDF6381C.

---

Referência: Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº  
2240.01.0001686/2018-94

SEI nº 1360103



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MEIO AMBIENTE DO SUL DE MINAS

**OFÍCIO URG A SM – Nº 0585818/2018**

**PARA:** CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CERH

**DE:** RUBEN CESAR ALVI VIEIRA – GESTOR AMBIENTAL – URG A SM

**DATA:** 20/08/2018

**ASSUNTO:** DELIBERAÇÃO SOBRE O PROCESSO DE OUTORGA Nº 6188/2010

Prezados Conselheiros,

Em resposta ao ofício IGAM/GAS nº13/2018 informamos que embora tenha ocorrido um equívoco em relação ao processo de referência constante do ofício SUPRAM SM 0141170/2018 enviado ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde-GD4 onde consta como empreendedor Maria Aparecida Silva e Costa/processo de outorga 35435/2016 o processo o qual foi efetivamente enviado ao respectivo Comitê foi o processo 6188/2010 (empreendedor Cemig Geração e Transmissão SA, empreendimento PCH Xicão).

Pelo exposto, segue novamente em anexo o processo de outorga para aproveitamento de potencial hidrelétrico do empreendimento **PCH Xicão de CEMIG Geração e Transmissão S.A.** para deliberação. A referida outorga é de grande porte e, como oficiado à SUPRAM-SM pelo CBH DO Rio Verde, através de ofício anexo, deverá ser deliberada pelo CERH.

Atenciosamente,

**Ruben Cesar Alvim Vieira**

Unidade Regional de Gestão das Águas - Sul de Minas  
Gestor Ambiental

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS-CERH/MG  
RUA ESPÍRITO SANTO,495,4ºANDAR, CENTRO  
BELO HORIZONTE-MG  
CEP:30160-927

