

*Relat.
Técnicos
simplificados.*

CEMIG

Geração e Transmissão S.A.

RELATÓRIO TÉCNICO

PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA SÃO BERNARDO

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	23
DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS HIDRÁULICAS	24
CURVAS DE PERMANÊNCIA	25
REGRA OPERATIVA	31
OPERAÇÃO DO DESCARREGADOR DE FUNDO	34
MANUTENÇÃO DO FLUXO DE ÁGUA A JUSANTE	35
DOCUMENTO DE AUTORIZAÇÃO	36
ARRANJO GERAL DO EMPREENDIMENTO	41
LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	43
REGISTRO DO IMÓVEL	44

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*

Data	FOB Nº 648355/2009
------	--------------------

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					
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			CREA - 40682/D	ART
Endereço - Av. Barbacena 1.200 - 14º andar			Município	
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: Piranguçu		
Obra Implantada - sim		Data da Implantação - 1948
Renovação de Portaria: não	Número e data	
Portaria com Condicionantes: não		
Possui Projeto Básico: não		

6. Descrição geral do empreendimento

Pequena Central Hidrelétrica implantada no ribeirão São Bernardo em 1948, no município de Piranguçu, com potência instalada igual a 6,820 MW.	

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

(*) Assinalar Datum (Obrigatório):				☒ SAD 69 ☐ WGS 84 ☐ Córrego Alegre						
(*) Formato Lat/Long		Latitude			Longitude					
		Grau:22	Min:33	Seg:40	Grau:45	Min:32	Seg:19			
Formato UTM (X, Y)		Longitude ou X = 444.624				Latitude ou Y = 7.504.955				
* Fuso ou Meridional para formato UTM										
Fuso		☐ 22	☒ 23	☐ 24	Meridiano central			☐ 39°	☒ 45°	☐ 51°

8. Modo de intervenção

8.1 Localização e características hidrológicas do ponto de intervenção	
Município Margem Direita - Piranguçu	
Município Margem Esquerda - Piranguçu	
Curso de água - Ribeirão São Bernardo	
Bacia estadual - GD5 – Rio Sapucaí	Bacia federal - Rio Grande
Área de drenagem a montante do ponto de intervenção (km²) - 32,8	
Declividade de toda extensão do curso de água do início à foz (m/m) - 0,02005	

9. Estruturas Hidráulicas

9.1 Reservatório			
Possui Reservatório? Fio d'água			
Comprimento do reservatório (km) - 1,8327		Perímetro do Reservatório (km) - 4,1191	
Largura Média (km) - 0,1275		Vida Útil (anos) -	
Área do reservatório (km²) - 0,2336		Tempo de Residência (h) -	
9.1.1 Nível d'água a montante		9.1.2 Nível d'água a jusante	
NA máximo maximorum (m) - 1.555,80		NA máximo excepcional (m) -	
NA máximo normal (m) - 1.555,31		NA máximo normal (m) -	
NA mínimo normal (m) - 1.554,31		NA mínimo normal (m) -	
9.1.3 Área inundada		9.1.4 Volumes	
NA máximo maximorum (km²) -		Volume total (hm³) - 0,399	
NA máximo normal (m) – 0,27		Volume Útil (hm³) - 0,19	
NA mínimo normal (m) – 0,11		Volume Morto (hm³) - 0,209	
9.1.5 Descarga de fundo			
Dispositivo que garantirá a vazão remanescente?	Gaveta com acionamento elétrico	Vazão a ser descarregada (m³/s)	10,43

9.2 Barragem					
Tipo do maciço – Concreto / gravidade			Cota da Crista (m) - 1.555,31		
Comprimento da Crista (m) - 140					
9.3 Vertedouro					
Tipo - Crista Livre			Comprimento da soleira (m) - 94,88		
Nº de vãos			Cota da Crista (m) - 1555,31		
Vazão de projeto (m³/s)	74,431	Capacidade máxima de vertimento	59,27 na cota 1555,80	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- 1		
Acionamento - elétrico					
Diâmetro – 1,398 m					
9.5 Tomada d'água					
Número de vãos					
Largura (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 - Pelton		
Número de unidades - 3		
Queda líquida (m) – 634,00		
Queda Bruta (m) – 634,70		
Queda de Referência (m) - 634,00		
Vazão nominal (m³/s) – 1,40		
Vazão nominal unitária (m³/s) –	UG1 e UG2 - 0,30	UG3 - 0,80
Potência Nominal Unitária (MW) –	UG1 e UG2 - 1,31	UG3 - 4,2
Energia Firme – 3,790 MWmédio		
Energia Média – 3,790 MWmédio		
Vazão Mínima Operativa (%) -		

11. Documentos para apresentação

- Justificativa da realização da intervenção**

Aproveitamento do potencial hidrelétrico para geração de energia elétrica.

Caracterização pluviométrica

O entendimento do regime pluviométrico é um dos mais importantes para os estudos climáticos. Tal importância deve-se às consequências que as chuvas podem ocasionar, quando ocorrem em excesso (precipitação intensa), nos setores produtivos da sociedade, tanto econômico como social, causando enchentes, assoreamentos dos rios, quedas de barreiras, etc. Da mesma forma que nas regiões e/ou períodos de escassez de chuva, a seca, pode trazer transtornos sociais e econômicos.¹

Na bacia do rio São Bernardo, onde está localizado o empreendimento as características pluviométricas são similares ao sudeste brasileiro, com duas estações bem definidas. Por sua localização geográfica, região sul (Figura 1), sofre a influência de fenômenos meteorológicos de latitudes médias e tropicais como a Frente Polar Atlântica (FPA) e o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul atuando no inverno, e a predominância de sistemas convectivos associados ao aquecimento continental e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) atuando no verão, caracterizando assim as duas já citadas estações, uma seca (inverno) e outra chuvosa (verão)². Fatores como a latitude e a topografia interagem com a circulação atmosférica contribuindo para a grande diversificação nos valores da precipitação pluviométrica.³

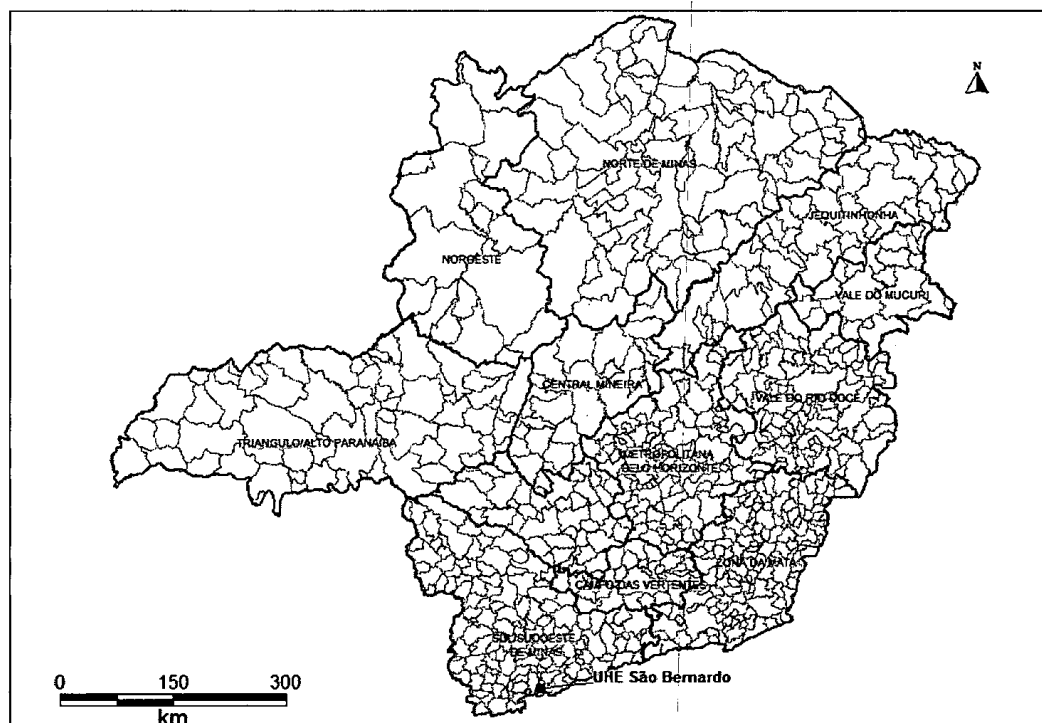


Figura 1- Localização geográfica da PCH São Bernardo

A distribuição média mensal das chuvas na região da PCH São Bernardo varia em torno de 124 mm com picos elevados nos meses de janeiro e dezembro acima de 260 mm e meses com baixo índice pluviométrico abaixo de 30 mm em junho, julho e agosto (Figura 2). A média

¹ AYOADE, J.O; *Introdução à Climatologia para os Trópicos*; 9ª ed. – Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2002.

² NIMER, E., *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, IBGE, 1979.

³ MAIA, L., F., P., G. *Alguns Aspectos dinâmicos-climatológicos em Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Viçosa, UFV, 1986. Pág. 44.

anual de precipitação está próxima a 1450 mm, com mais de 80% deste total ocorrendo dentro do período chuvoso, que se estende de outubro a março (ano hidrológico).

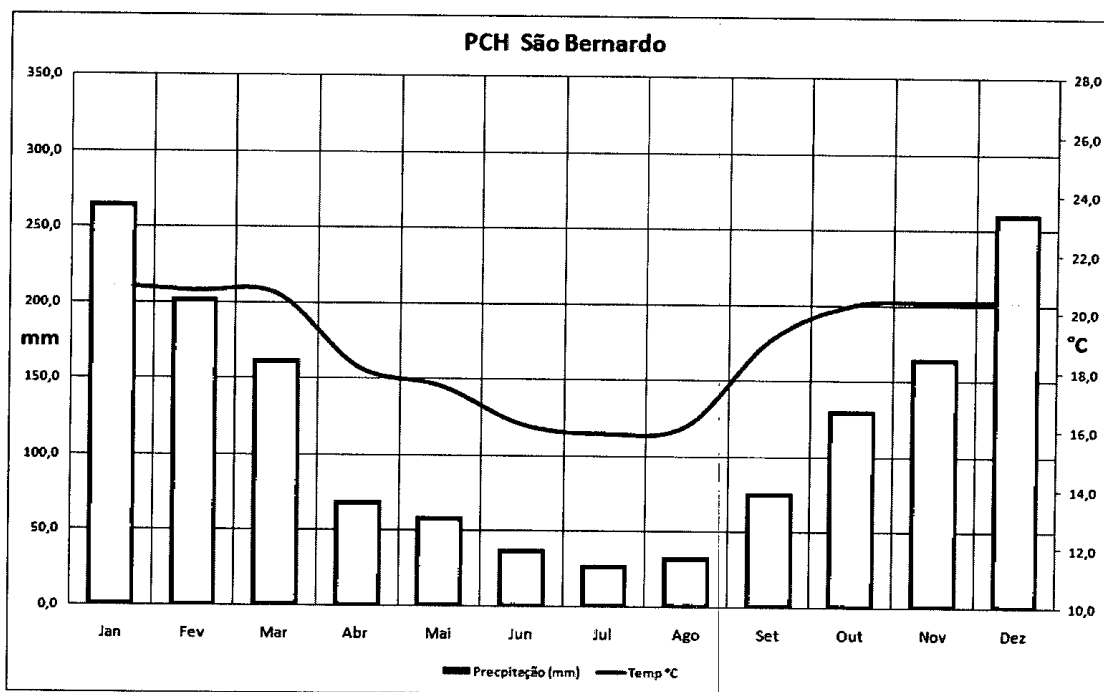


Figura 2 – Chuva média mensal para a bacia hidrográfica do empreendimento.

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 de Santa Marta 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)**

Os estudos de avaliação das vazões máximas, médias e de mínimas são apresentados nessa sequência:

- 1 - Estudo de Avaliação de Disponibilidade Hídrica na Bacia da PCH
- 2 - Estudo de Cheias na Bacia da PCH
- 3 - Estudo de Estimativa da Vazão Q7,10 na bacia da PCH

Estudo de Avaliação de Disponibilidade Hídrica da Bacia do Rio São Bernardo na Pequena Central Hidrelétrica de São Bernardo

I - Objetivo

Este estudo tem como objetivo avaliar a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio São Bernardo no local da PCH São Bernardo, com área de drenagem de 33 km², 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.

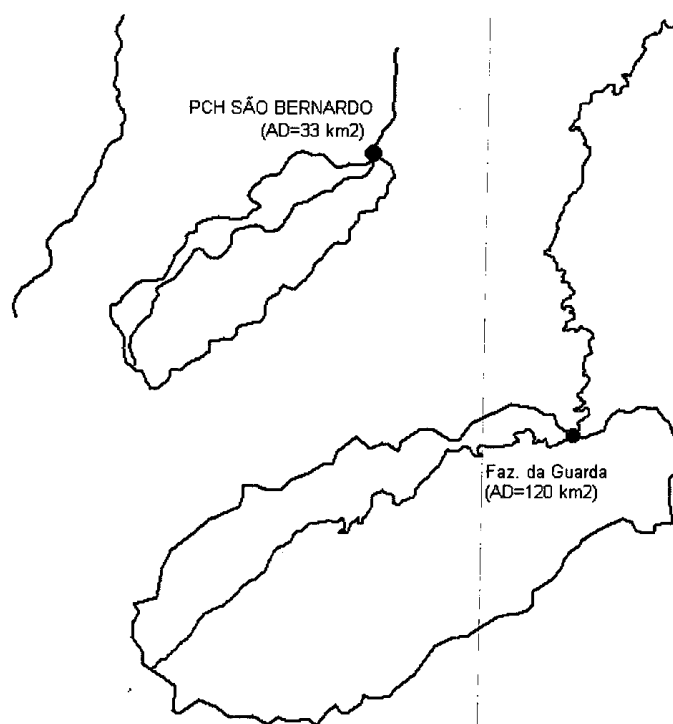
II - Metodologia para Estimativa da Série de Vazões Médias Mensais Naturais em PCH São Bernardo

Como não se dispõe de monitoramento sistemático das vazões do rio São Bernardo no local da PCH São Bernardo e também devido à inexistência de dados confiáveis de vazão monitorados no rio São Bernardo, a metodologia utilizada nos estudos foi a correlação entre as áreas de drenagem da PCH e do posto fluviométrico de Fazenda da Guarda, situado em uma bacia vizinha, baseada na comparação das vazões médias mensais deste último com as vazões turbinadas na PCH no período seco. O posto Fazenda da Guarda está localizado no rio Sapucaí, distante 11,8 km do barramento de São Bernardo. A tabela II.1 relaciona os dados destas estações.

Tabela II.1 - Dados da Estação Fluviométrica Fazenda da Guarda	
Código	61250000
Nome	FAZENDA DA GUARDA
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO SAPUCAÍ
Estado	SP
Município	CAMPOS DO JORDÃO
Responsável	ANA
Operadora	ANA
Latitude	22° 41' 16"
Longitude	45° 28' 47"
Área de Drenagem (km ²)	120
Período histórico	1934 / 2003

A estação do rio Sapucaí em Fazenda da Guarda apresenta uma série de vazões relativamente longa e com fortes indícios de similaridade hidrológica com a bacia do rio São Bernardo, uma vez que apresentam forma e orientação semelhantes (figura II.1) e, dada a proximidade física, estão supostamente sujeita ao mesmo regime de chuvas. Confirmada a correlação, a série de a série de vazões naturais médias mensais em PCH São Bernardo foi obtida pela relação de áreas de drenagem das duas bacias, já que a equação de regressão derivada da análise de correlação somente é válida para o período seco e serviu somente para justificar a homogeneidade hidrológica entre as duas bacias.

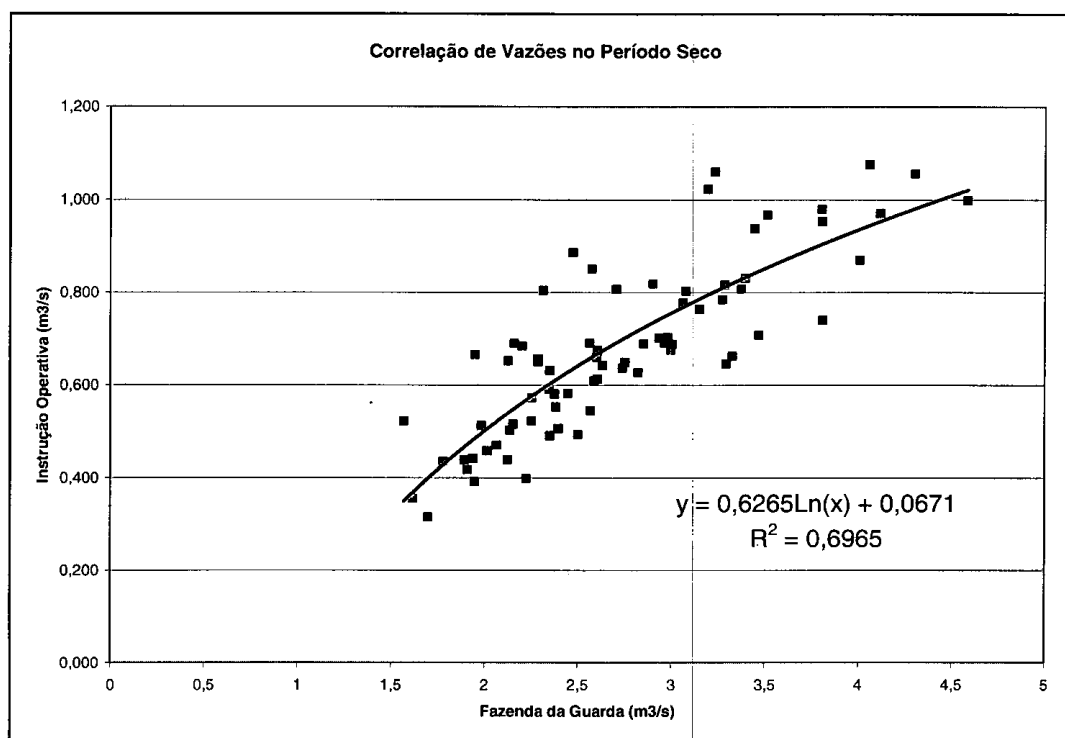
Figura II.1 – Bacia hidrográfica do rio São Bernardo em PCH São Bernardo e do rio Sapucaí em Fazenda da Guarda



Correlação entre as Vazões Observadas no Posto Fazenda da Guarda e as Vazões Turbinadas na PCH São Bernardo no Período Seco – Maio a Setembro de 1990 a 2003

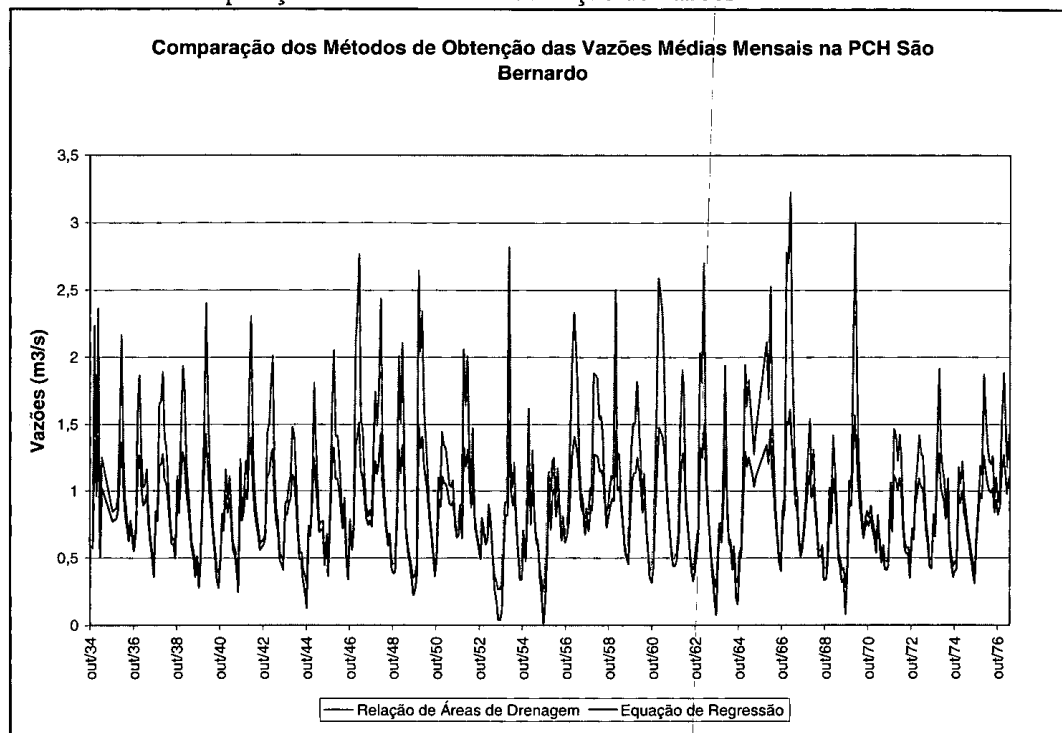
A partir dos dados da série de vazões médias mensais do posto Fazenda da Guarda e da Instrução Operativa da PCH São Bernardo, foram extraídos os dados do período seco comum, maio a setembro, do período de 1990 a 2003, e feita a correlação entre os mesmos, através do Gráfico II.1. Os dados operativos da PCH de São Bernardo utilizados nessa análise correspondem às vazões turbinadas durante este período.

Gráfico II.1 - Correlação de vazões no período seco



Para fins de análise, o gráfico II.2 apresenta as séries de vazões médias mensais estimadas para a PCH São Bernardo pela relação de áreas de drenagem e pela equação de regressão obtida acima. Pode-se notar uma forte aderência no período seco, quando as vazões turbinadas podem ser consideradas, como relatado anteriormente, iguais às vazões afluentes. Esses resultados justificam utilizar as vazões específicas da estação fluviométrica de Fazenda da Guarda para estimar a série de vazões médias mensais na PCH São Bernardo.

Gráfico II.2 - Comparação dos métodos de obtenção de vazões



Assim, as vazões médias mensais naturais foram transferidas da estação fluviométrica Fazenda da Guarda para a bacia da PCH São Bernardo para o período de outubro de 1934 até setembro de 2003, multiplicando-as pela relação entre as áreas de drenagem da PCH e da estação fluviométrica, resultando a equação:

$$Q_{\text{São Bernardo}} = 0,2750 \times Q_{\text{Fazenda da Guarda}}$$

A tabela II.2 e o gráfico II.3 apresentam a série de vazões médias mensais do rio São Bernardo em PCH São Bernardo, para o período de 1934 a 2003, resultando uma MLT de 3,72 m³/s.

O gráfico II.4, mostra o resumo do regime hidrológico do rio São Bernardo em PCH São Bernardo, com representação das vazões médias mensais máximas, médias e mínimas do período 1934 a 2003.

A tabela II.3 e o gráfico II.5 apresentam a curva de permanência das vazões médias mensais do rio São Bernardo em PCH São Bernardo, período 1934 a 2003. A vazão Q95% corresponde a 1,6 m³/s.

PCH SÃO BERNARDO

Tabela II.2 – Série de Vazões Médias Mensais do Rio São Bernardo em PCH São Bernardo

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENCIAIS (m³/s)Local: UHE SÃO
BERNARDORio: SÃO
BERNARDOAD
(km²): 33

Bacia: PARANÁ

ano/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1934	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D	2,30	2,24	8,13	#N/D
1935	4,17	8,59	2,02	4,54	4,29	3,66	3,09	2,58	2,64	3,06	3,11	3,17	3,71
1936	3,49	5,33	7,87	4,72	3,44	2,87	2,42	2,82	2,45	2,15	2,69	5,72	3,83
1937	6,78	4,55	3,72	3,83	4,22	3,12	2,45	2,01	1,59	3,07	3,10	5,98	3,70
1938	6,10	6,87	5,05	4,82	3,76	2,93	2,34	2,34	1,98	4,03	3,40	5,11	4,05
1939	7,04	6,55	4,43	3,77	3,06	2,28	2,01	1,58	1,86	1,40	1,81	3,74	3,28
1940	5,54	8,73	6,07	4,18	3,42	2,56	2,08	1,56	1,39	1,86	3,03	2,75	3,58
1941	4,23	3,41	4,04	3,15	2,22	2,05	1,81	1,33	4,50	3,09	3,57	4,47	3,15
1942	4,00	6,53	8,39	4,69	3,51	3,00	2,66	2,20	2,25	2,35	2,52	5,21	3,93
1943	5,50	6,52	7,33	4,16	3,05	2,82	1,94	1,87	1,73	3,34	3,34	3,81	3,77
1944	4,05	5,39	5,17	3,88	2,78	1,98	1,97	1,54	1,34	1,11	2,69	2,60	2,87
1945	3,95	6,58	4,86	3,82	2,71	2,80	2,82	1,83	2,47	1,61	3,31	5,95	3,54
1946	7,46	5,14	5,14	4,48	3,60	2,83	3,45	1,94	1,55	2,88	2,20	2,83	3,62
1947	7,66	8,58	10,07	5,63	5,23	4,01	3,20	2,95	3,12	2,90	4,86	6,34	5,36
1948	5,42	6,48	8,86	4,79	3,68	2,83	2,32	2,49	1,76	1,67	1,69	3,21	3,76
1949	7,30	5,48	7,67	4,59	2,73	2,16	1,91	1,61	1,28	1,37	1,64	9,62	3,95
1950	7,43	8,52	5,83	5,06	4,14	3,10	2,58	2,07	1,60	2,04	4,00	3,68	4,14
1951	5,25	4,91	4,78	4,43	3,81	3,75	3,93	2,99	2,54	2,64	3,27	2,52	3,73
1952	7,49	5,97	7,30	5,00	3,64	5,35	2,94	2,57	2,30	1,97	2,90	2,64	4,17
1953	2,34	2,47	3,27	2,79	1,90	1,37	1,19	0,96	0,96	1,07	2,18	3,33	1,98
1954	3,31	10,25	4,39	3,74	4,41	2,83	2,05	1,53	1,54	2,55	1,92	3,16	3,43
1955	5,88	2,95	4,75	3,11	2,42	2,27	1,59	1,28	0,90	1,18	1,96	4,16	2,71
1956	2,79	4,40	4,54	3,25	4,26	3,28	2,45	2,93	2,38	2,63	3,05	5,05	3,42
1957	7,05	8,47	7,74	6,49	4,51	3,65	3,36	2,63	3,16	2,75	3,71	3,51	4,73
1958	6,83	6,79	6,69	5,59	5,67	5,18	3,75	2,87	3,28	3,73	4,04	3,92	4,85
1959	9,10	4,46	4,67	3,66	2,93	2,16	2,00	1,85	3,20	4,83	5,45	5,49	4,15
1960	6,60	5,61	4,49	3,41	4,10	2,71	2,12	1,57	1,47	1,84	3,53	5,98	3,62
1961	9,41	8,93	8,45	7,14	4,54	3,33	2,70	2,08	1,80	1,79	1,97	2,52	4,53
1962	5,28	6,92	6,45	3,56	2,88	2,25	1,74	1,50	1,70	2,53	2,61	7,37	3,72
1963	6,58	9,80	5,61	3,62	2,84	1,98	1,55	1,25	1,00	2,09	2,76	2,39	3,42
1964	3,86	7,04	3,46	2,37	2,29	1,73	2,12	1,24	1,15	1,93	2,10	4,30	2,79
1965	7,06	5,94	6,64	5,96	5,37	4,63	5,27	4,40	3,66	4,67	5,67	6,68	5,50
1966	7,68	6,14	9,19	5,70	4,46	3,23	2,46	1,89	1,70	3,09	3,52	10,10	4,94
1967	9,81	11,73	7,91	5,52	3,81	3,56	2,41	2,02	2,21	2,81	3,63	4,55	4,96
1968	5,61	4,07	4,76	3,39	2,83	2,03	2,01	2,15	1,53	1,54	1,80	3,72	2,96
1969	3,00	5,15	4,18	3,19	1,97	1,76	1,49	1,55	1,02	1,68	3,92	3,72	2,70
1970	6,55	10,92	7,21	4,85	3,80	2,96	2,51	2,89	3,09	2,91	3,24	2,80	4,44
1971	2,58	2,11	2,98	2,31	1,88	2,17	1,74	1,73	1,82	3,87	2,72	5,33	2,61
1972	5,10	4,46	5,18	4,55	2,86	2,22	2,09	2,10	1,58	2,62	2,48	3,82	3,25
1973	4,39	5,16	4,64	4,60	3,64	2,77	2,26	1,80	1,76	3,01	2,57	5,13	3,47
1974	6,98	4,68	4,26	3,92	3,20	3,99	2,36	1,86	1,59	1,70	1,77	4,29	3,38
1975	3,85	4,46	3,43	3,13	2,63	2,36	2,02	1,70	1,48	2,43	3,36	4,34	2,92
1976	4,07	6,81	5,78	4,98	4,46	4,38	4,60	3,45	4,00	3,34	3,70	5,47	4,58
1977	6,86	5,52	4,30	5,17	3,24	2,81	2,46	2,06	2,03	2,15	2,64	4,03	3,60
1978	5,32	4,98	4,81	3,13	2,72	2,72	2,06	1,75	1,53	1,81	4,20	4,59	3,29
1979	4,47	5,56	4,52	4,12	3,80	2,60	2,61	2,20	2,63	2,50	5,60	4,72	3,76
1980	6,82	6,62	4,69	6,68	4,21	4,09	2,86	2,47	2,33	2,18	2,46	4,98	4,19
1981	8,13	5,50	4,99	4,41	3,26	3,21	2,52	2,08	1,80	2,74	4,85	5,43	4,07

PCH SÃO BERNARDO

ano/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1982	8,40	6,47	8,10	5,92	4,66	4,34	3,04	2,49	2,09	2,74	2,88	4,72	4,65
1983	6,38	8,39	7,16	5,81	5,73	7,66	5,07	4,03	6,32	5,66	5,56	8,76	6,36
1984	7,20	5,60	4,85	4,48	3,75	2,92	2,58	2,90	2,68	2,11	2,42	3,58	3,75
1985	5,83	6,79	7,16	5,45	4,11	3,42	2,82	2,50	2,79	2,55	2,70	4,18	4,18
1986	4,58	4,88	5,37	4,82	4,33	3,30	3,04	2,97	2,50	2,39	2,64	5,52	3,86
1987	6,91	5,83	4,83	5,76	4,92	4,38	3,35	2,89	3,29	3,35	3,92	4,49	4,48
1988	5,27	4,97	6,97	4,60	4,84	4,02	2,91	2,50	2,28	2,75	2,87	4,49	4,04
1989	5,40	6,99	5,38	4,44	3,64	3,10	2,62	2,19	2,24	2,53	3,01	4,49	3,82
1990	4,60	3,69	4,74	3,81	3,06	2,34	2,35	2,37	2,44	3,07	2,26	4,25	3,25
1991	3,21	3,98	4,13	3,19	2,14	1,63	1,44	0,66	1,57	4,14	3,06	4,37	2,79
1992	3,94	3,47	3,56	3,37	3,28	2,59	2,96	1,98	2,75	2,00	2,96	2,42	2,94
1993	3,05	6,68	4,10	2,90	2,31	2,47	2,13	2,38	2,56	2,64	2,20	2,12	2,93
1994	3,03	2,66	3,22	3,07	2,99	2,50	2,25	1,95	1,70	1,74	2,36	4,96	2,71
1995	3,83	7,93	4,53	3,80	3,44	2,70	2,60	2,13	2,01	3,72	3,46	3,85	3,64
1996	5,70	5,33	5,93	4,59	3,81	3,29	2,73	2,39	2,85	3,31	4,23	5,40	4,13
1997	5,97	4,81	4,54	4,12	3,27	3,51	2,82	2,15	2,25	2,39	2,86	3,79	3,53
1998	3,72	4,32	3,93	3,32	3,46	2,63	2,35	2,12	2,22	3,11	2,95	4,33	3,20
1999	5,94	6,95	4,68	4,01	3,15	2,98	2,56	1,94	1,91	1,86	2,34	2,72	3,40
2000	5,52	5,97	5,34	4,30	3,39	2,93	3,00	2,58	2,28	1,99	2,61	3,12	3,58
2001	2,74	2,79	2,85	2,60	2,28	2,06	1,78	1,62	1,89	1,86	2,66	4,08	2,43
2002	4,62	6,19	4,84	4,06	3,23	2,57	2,16	1,95	2,20	1,88	2,94	3,77	3,35
2003	4,86	4,73	4,82	3,83	3,14	2,46	2,08	1,73	1,77	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Média:	5,52	5,96	5,41	4,29	3,52	3,02	2,53	2,15	2,19	2,56	3,07	4,52	3,72
Mínima:	2,34	2,11	2,02	2,31	1,88	1,37	1,19	0,66	0,90	1,07	1,64	2,12	1,98
Máxima:	9,81	11,73	10,07	7,14	5,73	7,66	5,27	4,40	6,32	5,66	5,67	10,10	6,36

Gráfico II.3 – Vazões Médias Mensais do Rio São Bernardo em PCH São Bernardo

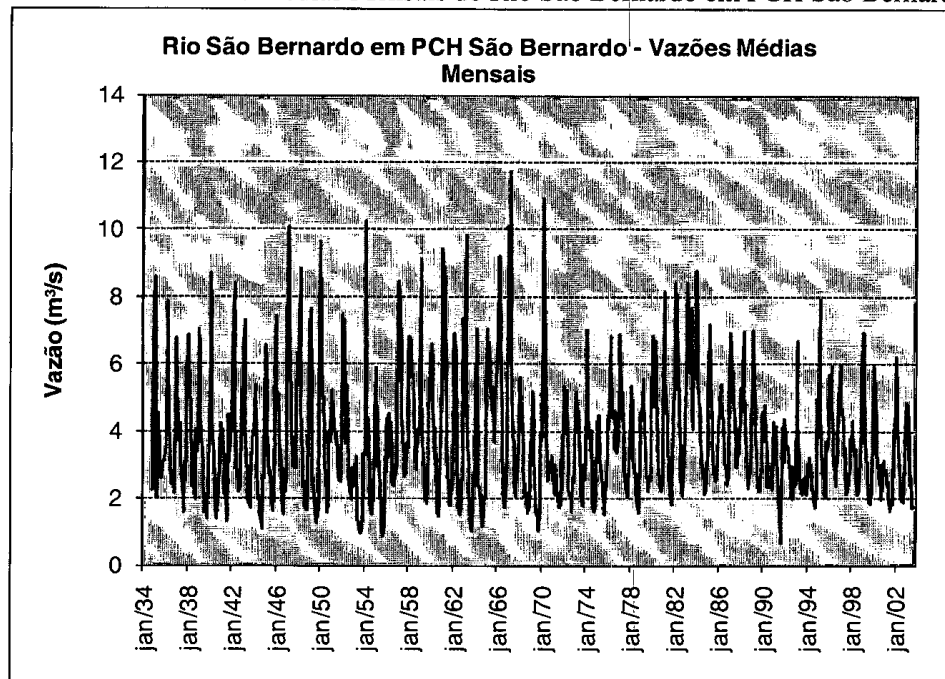


Gráfico II.4 – Vazões Médias Mensais Máximas, Médias e Mínimas do Rio São Bernardo em PCH São Bernardo

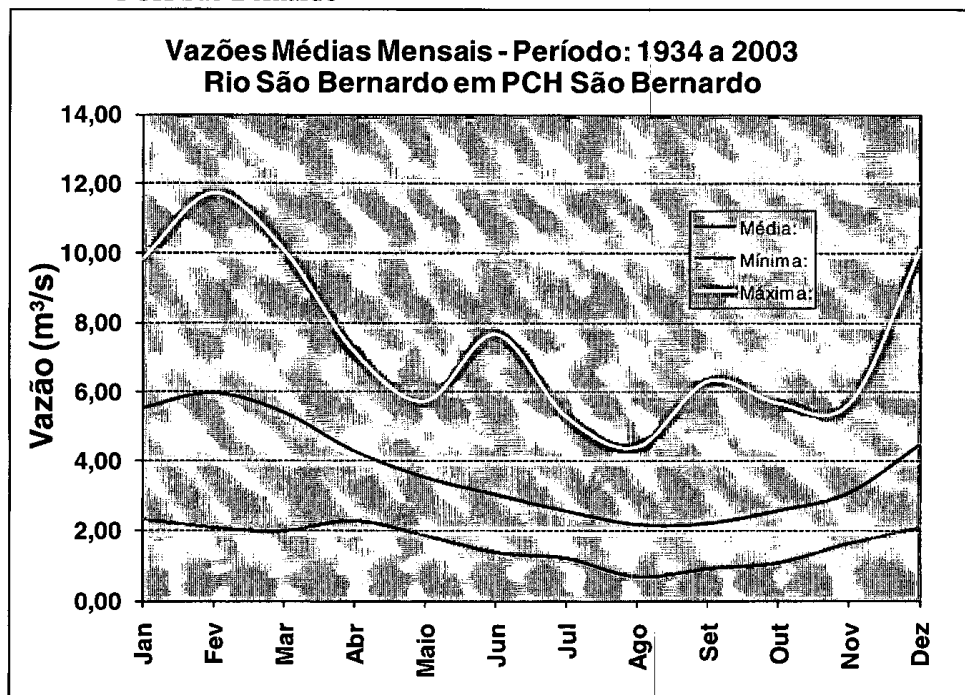
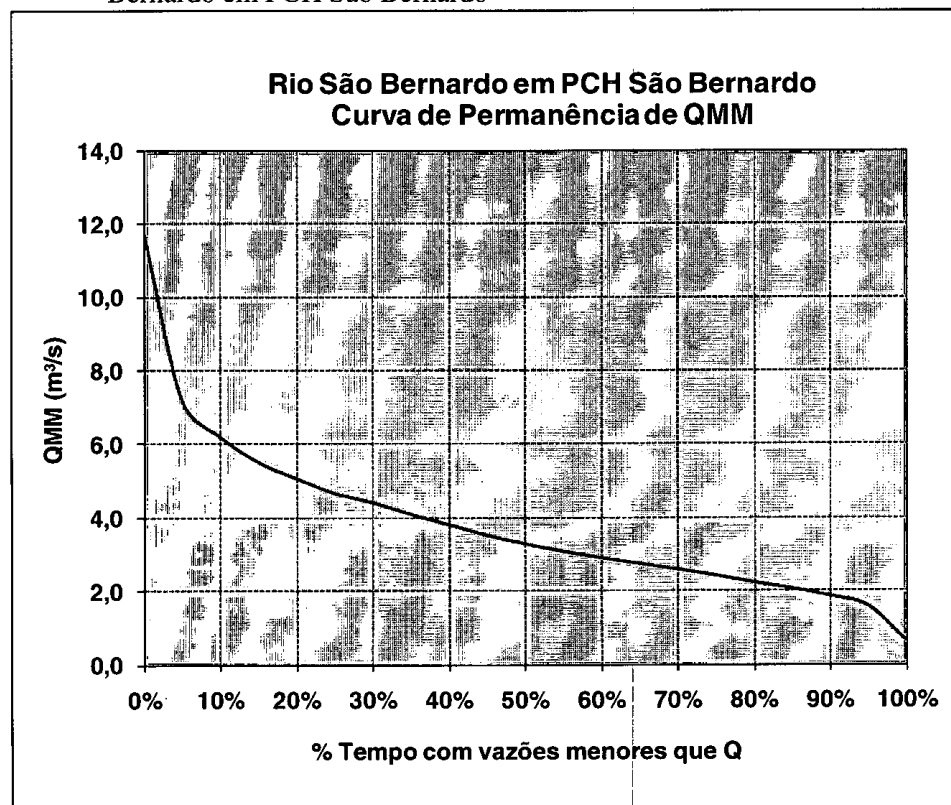


Tabela II.3 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais do Rio São Bernardo em PCH São Bernardo

% Tempo Vazões $\leq Q$	QMM (m ³ /s)	% Tempo Vazões $\leq Q$	QMM (m ³ /s)
0%	11,7	50%	3,3
5%	7,2	55%	3,1
10%	6,2	60%	2,9
15%	5,5	65%	2,7
20%	5,1	70%	2,6
25%	4,7	75%	2,4
30%	4,4	80%	2,2
35%	4,1	85%	2,1
40%	3,8	90%	1,9
45%	3,5	95%	1,6
50%	3,3	100%	0,7

Gráfico II.5 – Gráfico da Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais do Rio São Bernardo em PCH São Bernardo



Estudo de Cheias do Rio São Bernardo na PCH São Bernardo

Objetivo

Este estudo tem como objetivo realizar a análise estatística das cheias afluentes ao reservatório da PCH São Bernardo, localizada no rio São Bernardo e com área de drenagem de 33 km². 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 Sapucaí em Fazenda da Guarda (61250000).

Metodologia

Foi adotada a metodologia de análise de frequência de cheias na estação fluviométrica citada, operadas no rio Sapucaí na bacia vizinha da usina São Bernardo. Com área de drenagem de 120 km², os registros históricos dessa estação, disponíveis no banco de dados *Hidroweb*, permitiram obter uma amostra com 57 elementos apresentados na Tabela I.1 do Apêndice I.

A amostra das cheias médias diárias máximas anuais (ano hidrológico) foi ajustada às diversas distribuições de probabilidades de valores extremos, com a utilização do sistema ALEA. Foi adotada a distribuição exponencial por ter gerado melhor ajuste gráfico e resultados mais conservadores. Esses resultados foram transferidos para a bacia de São Bernardo 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 Sapucaí em Fazenda da Guarda à Distribuição Exponencial.

Resultados

Para a bacia da PCH São Bernardo 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 ³ /s)			
DISTRIBUIÇÃO EXPONENCIAL			
TR (anos)	Cheia Média Diária (m ³ /s)		Cheia Instantânea (m ³ /s)
	Fazenda da Guarda (AD= 120 km ²)	PCH São Bernardo (AD= 33 km ²)	PCH São Bernardo Fuller = 1,93
2	20,58	5,7	10,9
5	28,41	7,8	15,1
10	34,32	9,4	18,2
25	42,14	11,6	22,4
50	48,06	13,2	25,5
100	53,98	14,8	28,6
200	59,89	16,5	31,8
500	67,71	18,6	35,9
1000	73,63	20,2	39,1
5000	87,37	24,0	46,4
10000	93,28	25,7	49,5

Apêndice I – Ajuste das Cheias Médias Diárias Máximas Anuais do Rio Sapucaí em Fazenda da Guarda à Distribuição Exponencial

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

ANO	Qmax (m³/s)
1937	16,01
1938	22,52
1939	21,57
1940	18,39
1941	25,20
1942	27,94
1943	18,57
1944	13,51
1945	31,11
1946	25,40
1947	25,59
1948	21,76
1949	26,17
1950	21,57
1951	15,47
1952	38,41
1953	14,04
1954	41,11
1955	15,11
1956	33,52
1957	35,14
1958	30,11
1959	27,15
1960	36,36
1962	35,34
1963	21,95
1964	28,53
1967	45,72
1968	13,16
1969	17,47
1970	39,65
1971	14,04
1972	27,15
1973	21,76
1974	17,65
1975	10,06
1976	24,05
1977	22,90
1978	26,96
1979	21,00
1980	19,13
1981	28,53
1982	31,71
1983	26,17
1984	21,57
1985	16,19

ANO	Qmax (m³/s)
1986	19,32
1987	24,43
1991	18,39
1992	10,91
1993	32,31
1994	8,06
1995	18,39
1996	21,76
1997	19,69
1998	7,90
1999	19,69
2002	10,91

Estatísticas da amostra:

Descrição	Dados	Estatísticas de Base	Testes de Hipótese	Gráficos
Variáveis				
	Variável Original	Logaritmo da Variável		
Tamanho da Amostra(n):	57	57		
Mínimo:	7,9	0,89763		
Máximo:	45,72	1,66011		
Média:	23,2035	1,3345		
Desvio Padrão(s):	8,5355	0,17131		
Mediana:	21,76	1,33766		
Coefficiente de Variação(Cv):	0,3679	0,12837		
Coefficiente de Assimetria(Cs):	0,4641	-0,51957		
Coefficiente de Curtose(Ck):	2,922	3,14898		

Resultados do ajuste à Distribuição Exponencial:

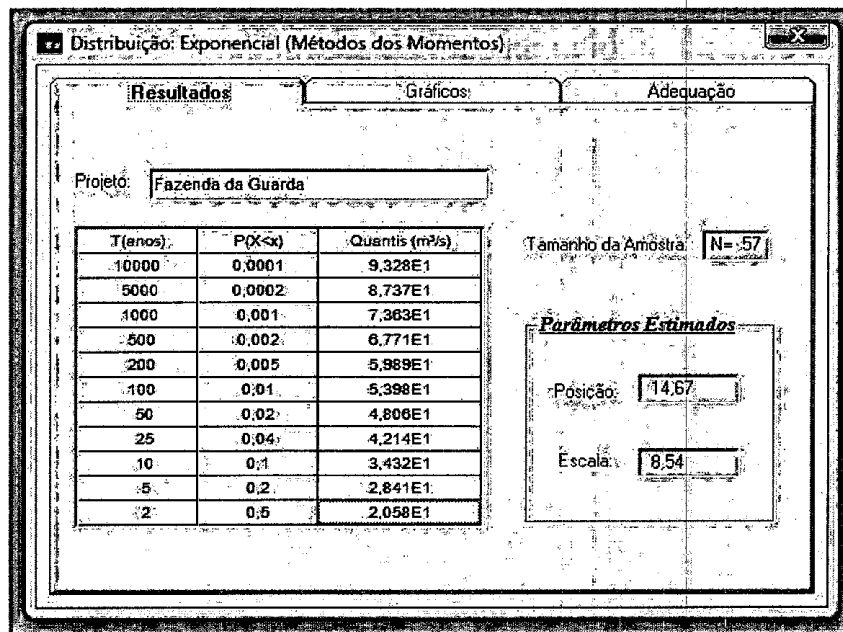
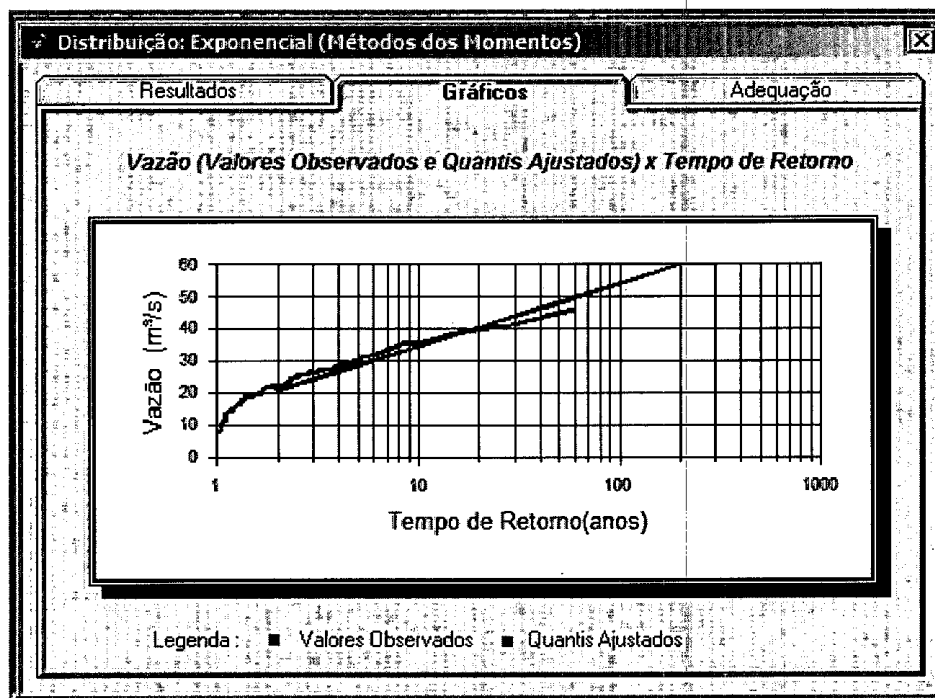


Gráfico do ajuste à Distribuição Exponencial:



Estimativa da Vazão $Q_{7,10}$ do Rio São Bernardo na PCH São Bernardo**I - Introdução**

Esse estudo refere-se à estimativa da vazão $Q_{7,10}$ do rio São Bernardo no local da Pequena Central Hidrelétrica de São Bernardo ($AD= 33\text{km}^2$), 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 Rio São Bernardo em PCH São Bernardo

Como não se dispõe de monitoramento sistemático das vazões naturais do rio São Bernardo no local da PCH São Bernardo, foram utilizados os dados da estação fluviométrica de Fazenda da Guarda (61250000) 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 Fazenda da Guarda	
Código	61250000
Nome	FAZENDA DA GUARDA
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO SAPUCAI
Estado	SP
Município	CAMPOS DO JORDÃO
Responsável	ANA
Operadora	ANA
Latitude	22° 41' 16"
Longitude	45° 28' 47"
Área de Drenagem (km^2)	120
Período histórico	1934 em diante

Uma vez estimada a vazão $Q_{7,10}$ para a estação Fazenda da Guarda, ela é transferida para a bacia da PCH São Bernardo utilizando a equação abaixo baseada na relação de área de drenagem entre a PCH e a estação fluviométrica.

$$Q_{\text{São Bernardo}} = 0,2750 \times Q_{\text{Fazenda da Guarda}}$$

Estimativa da $Q_{7,10}$ para a estação fluviométrica de Fazenda da Guarda

A partir da série de vazões médias diárias da estação Fazenda da Guarda, disponível para o período 1934 a 2003, 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 Sapucaí em Fazenda da Guarda	
Ano	Q média mínima de 7 dias : Q_{7min} (m³/s)
1936	1,81
1937	1,32
1938	1,65
1939	1,02
1940	1,25
1941	1,20
1942	1,66
1943	1,46
1944	0,90
1945	1,39
1946	1,30
1947	2,37
1948	1,36
1949	1,11
1950	1,50
1951	1,66
1952	1,78
1953	0,67
1954	1,16
1955	0,58
1956	1,37
1957	1,83
1958	2,40
1959	1,27
1960	1,20
1961	1,39
1962	1,39
1963	0,82
1964	0,79
1966	1,08
1967	1,65
1968	1,16
1969	0,84
1970	1,81
1971	1,41
1972	1,37
1973	1,43
1974	1,32
1975	1,27
1976	2,92
1977	1,70
1978	1,27
1979	1,93
1980	1,7
1981	1,7
1982	1,8
1983	3,6
1984	1,8
1985	1,9
1986	2,1

1990	1,9
1991	0,2
1992	1,6
1993	1,6
1994	1,4
1995	1,8
1996	2,1
1997	1,9
1998	1,8
1999	1,8
2002	1,3

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, a amostra foi ajustada à distribuição de Weibull, através do sistema Alea (Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos - Escola de Engenharia da UFMG), tendo resultado o valor de 0,83 m³/s para a $Q_{7,10}$. As Tabelas II.3 e II.4 e Gráfico II.1 relativos ao ajuste da amostra à distribuição de Weibull são apresentados nas saídas do Alea, mostrados a seguir.

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)
0,23	1	1,61%	62,00
0,58	2	3,23%	31,00
0,67	3	4,84%	20,67
0,79	4	6,45%	15,50
0,82	5	8,06%	12,40
0,84	6	9,68%	10,33
0,90	7	11,29%	8,86
1,02	8	12,90%	7,75
1,08	9	14,52%	6,89
1,11	10	16,13%	6,20
1,16	11	17,74%	5,64
1,16	12	19,35%	5,17
1,20	13	20,97%	4,77
1,20	14	22,58%	4,43
1,25	15	24,19%	4,13
1,27	16	25,81%	3,88
1,27	17	27,42%	3,65
1,27	18	29,03%	3,44
1,27	19	30,65%	3,26
1,30	20	32,26%	3,10
1,32	21	33,87%	2,95
1,32	22	35,48%	2,82
1,36	23	37,10%	2,70

1,37	24	38,71%	2,58
1,37	25	40,32%	2,48
1,39	26	41,94%	2,38
1,39	27	43,55%	2,30
1,39	28	45,16%	2,21
1,39	29	46,77%	2,14
1,41	30	48,39%	2,07
1,43	31	50,00%	2,00
1,46	32	51,61%	1,94
1,50	33	53,23%	1,88
1,55	34	54,84%	1,82
1,57	35	56,45%	1,77
1,65	36	58,06%	1,72
1,65	37	59,68%	1,68
1,66	38	61,29%	1,63
1,66	39	62,90%	1,59
1,66	40	64,52%	1,55
1,66	41	66,13%	1,51
1,70	42	67,74%	1,48
1,76	43	69,35%	1,44
1,78	44	70,97%	1,41
1,78	45	72,58%	1,38
1,80	46	74,19%	1,35
1,81	47	75,81%	1,32
1,81	48	77,42%	1,29
1,83	49	79,03%	1,27
1,83	50	80,65%	1,24
1,83	51	82,26%	1,22
1,87	52	83,87%	1,19
1,91	53	85,48%	1,17
1,91	54	87,10%	1,15
1,93	55	88,71%	1,13
2,13	56	90,32%	1,11
2,13	57	91,94%	1,09
2,37	58	93,55%	1,07
2,40	59	95,16%	1,05
2,92	60	96,77%	1,03
3,55	61	98,39%	1,02

Estimativa da $Q_{7,10}$ para a PCH São Bernardo

Para estimar o valor correspondente à PCH São Bernardo, cuja área de drenagem é de 33 km², multiplica-se a $Q_{7,10}$ obtida para a estação fluviométrica de Fazenda da Guarda pelo fator de 0,275. Esse fator corresponde à relação entre as áreas de drenagem de PCH São Bernardo e da estação de Fazenda da Guarda, pertencente a uma bacia vizinha de comportamento hidrológico homogêneo. Desta forma, a $Q_{7,10}$ para a PCH São Bernardo é de 0,23 m³/s.

Tabela II.4 – Ajuste das Q 7 min em Fazenda da Guarda à Distribuição de Weibull

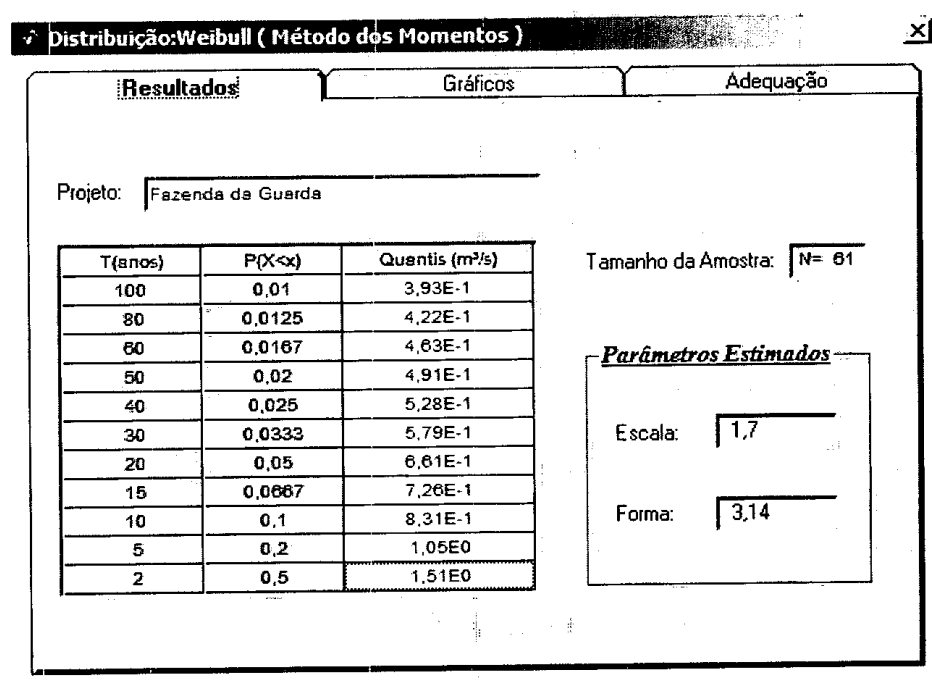
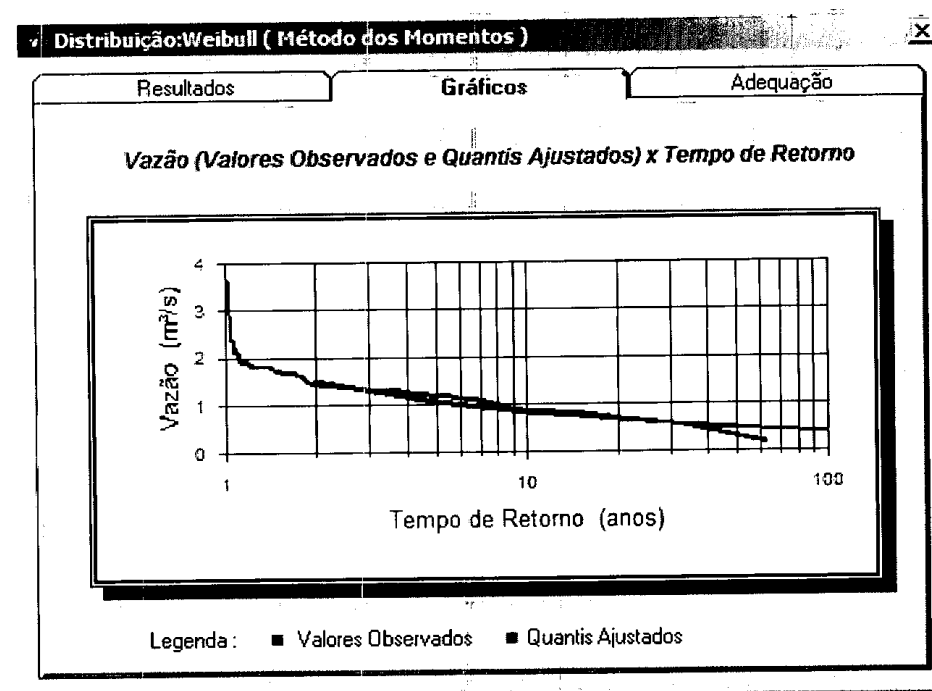


Gráfico II.1 – Ajuste das Q 7 min em Fazenda da Guarda



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

A PCH São Bernardo está localizada no rio São Bernardo, 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 São Bernardo, os resultados contidos na referência "Diagnóstico das Condições Sedimentológicas dos Principais Rios Brasileiros - Eletrobrás", sendo assumido para o rio São Bernardo o PEMS (Produção Específica Mínima em Suspensão) de 86 t/km²/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 117 t/km²/ano. Assim, estima-se que o aporte de sedimentos ao reservatório de São Bernardo seja da ordem de 3.861 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 São Bernardo não causa problemas à sua capacidade de geração. Além disso, o barramento dispõe de 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	
NA máximo normal	1.404,0 m
Área correspondente ao N.A. máximo normal	0,27Km ²
Volume correspondente ao N.A. normal	0,52m ³ x10m ³
N.A. mínimo útil	1.402,0m
Área correspondente ao N.A. mínimo útil	0,11 Km ²
Volume correspondente ao N.A. mínimo útil	0,12x10m ³
N.A. correspondente ao volume médio	1.403,2m
Área correspondente ao volume médio	0,20Km ²
Volume útil do reservatório	0,40x10m ³

Barragem	
Material e Tipo	Concreto e gravidade
Comprimento da Crista	140,0m
Altura máxima do Vertedor	6,0 m
Elevação da Crista	1.404,0m
Capacidade do Vertedor	220m ³ /s

Tubulação Adutora	
Tubulação de Baixa Pressão	
Quantidade	2
Comprimento	2.412,0m
Diâmetro	0,81 e 0,76m

Queda	
Queda Líquida Máxima	600,6m
Queda Líquida Média	600,0m
Queda Líquida Mínima	598,5m

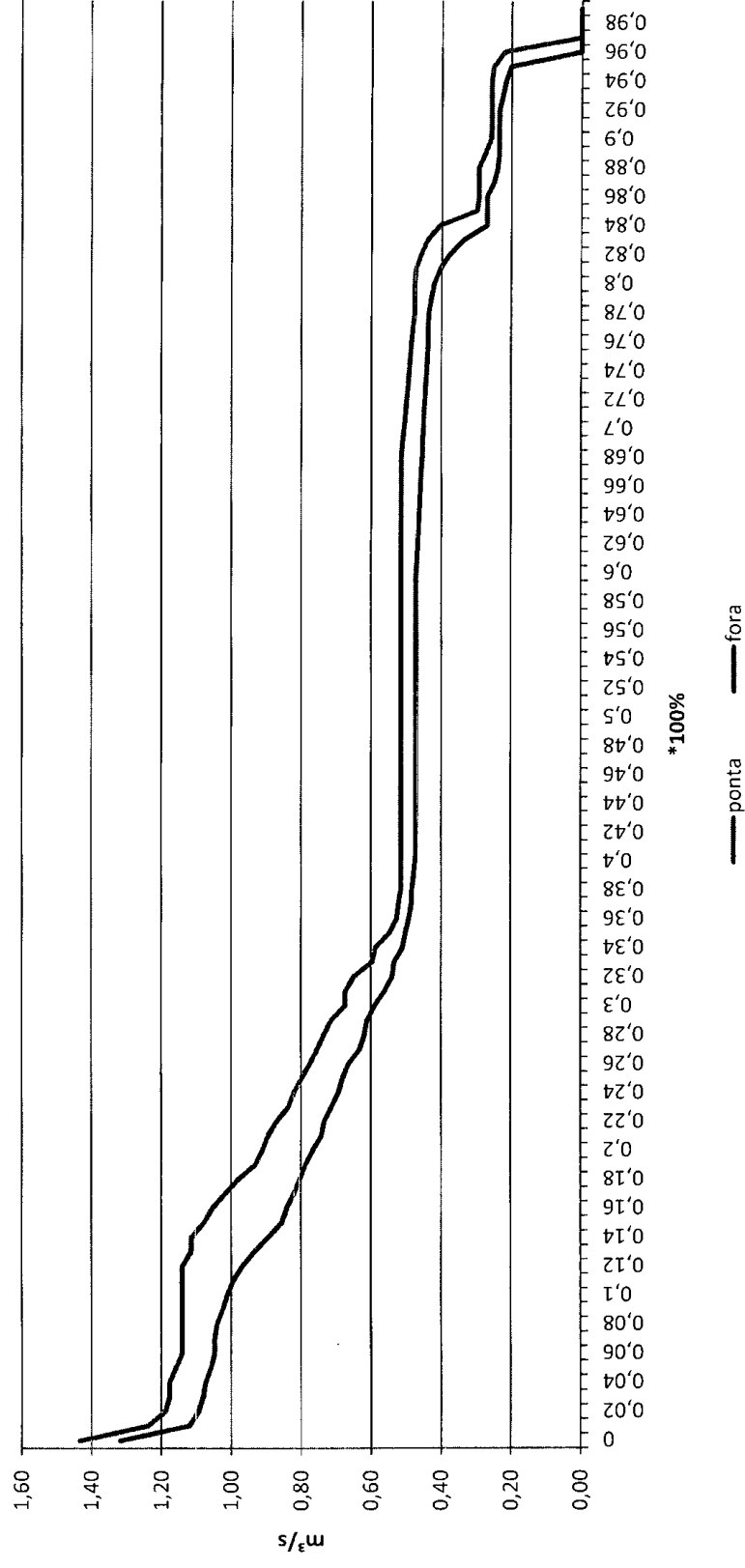
- Tabela de permanência das vazões turbinadas durante todo o período de dados

Permanência	Fora de Ponta	Ponta
0	1,32	1,43
0,01	1,12	1,24
0,02	1,09	1,19
0,03	1,08	1,18
0,04	1,07	1,18
0,05	1,06	1,16
0,06	1,05	1,14
0,07	1,05	1,14
0,08	1,04	1,14
0,09	1,02	1,14
0,1	1,01	1,14
0,11	0,99	1,14
0,12	0,97	1,14
0,13	0,93	1,12
0,14	0,89	1,11
0,15	0,86	1,08
0,16	0,84	1,05
0,17	0,82	1,02
0,18	0,80	0,98
0,19	0,79	0,93
0,2	0,77	0,91
0,21	0,74	0,89
0,22	0,73	0,87
0,23	0,71	0,84
0,24	0,69	0,82
0,25	0,68	0,80
0,26	0,67	0,78
0,27	0,63	0,75
0,28	0,62	0,74
0,29	0,61	0,71
0,3	0,59	0,67
0,31	0,56	0,67
0,32	0,54	0,65
0,33	0,53	0,60
0,34	0,51	0,59
0,35	0,50	0,55
0,36	0,49	0,53
0,37	0,49	0,52
0,38	0,48	0,51
0,39	0,48	0,51
0,4	0,47	0,51
0,41	0,47	0,51
0,42	0,47	0,51
0,43	0,47	0,51
0,44	0,47	0,51
0,45	0,47	0,51
0,46	0,47	0,51
0,47	0,47	0,51
0,48	0,47	0,51
0,49	0,47	0,51

Permanência	Fora de Ponta	Ponta
0,5	0,47	0,51
0,51	0,47	0,51
0,52	0,47	0,51
0,53	0,47	0,51
0,54	0,47	0,51
0,55	0,47	0,51
0,56	0,47	0,51
0,57	0,47	0,51
0,58	0,47	0,51
0,59	0,47	0,51
0,6	0,47	0,51
0,61	0,47	0,51
0,62	0,47	0,51
0,63	0,46	0,51
0,64	0,46	0,51
0,65	0,46	0,51
0,66	0,46	0,51
0,67	0,46	0,51
0,68	0,46	0,51
0,69	0,45	0,51
0,7	0,45	0,50
0,71	0,45	0,50
0,72	0,45	0,50
0,73	0,44	0,49
0,74	0,44	0,49
0,75	0,44	0,49
0,76	0,44	0,48
0,77	0,44	0,48
0,78	0,43	0,48
0,79	0,42	0,48
0,8	0,41	0,47
0,81	0,38	0,46
0,82	0,34	0,44
0,83	0,27	0,40
0,84	0,27	0,30
0,85	0,27	0,29
0,86	0,25	0,29
0,87	0,24	0,29
0,88	0,24	0,28
0,89	0,24	0,26
0,9	0,24	0,26
0,91	0,24	0,26
0,92	0,23	0,26
0,93	0,22	0,26
0,94	0,20	0,25
0,95	0,00	0,22
0,96	0,00	0,00
0,97	0,00	0,00
0,98	0,00	0,00
0,99	0,47	0,51

- Curva de permanência das vazões turbinadas durante todo o período de dados

Permanência Vazão Turbinada - PCH São Bernardo Horários de ponta e fora de ponta



• Tabela de permanência das vazões turbinadas durante o período de estiagem

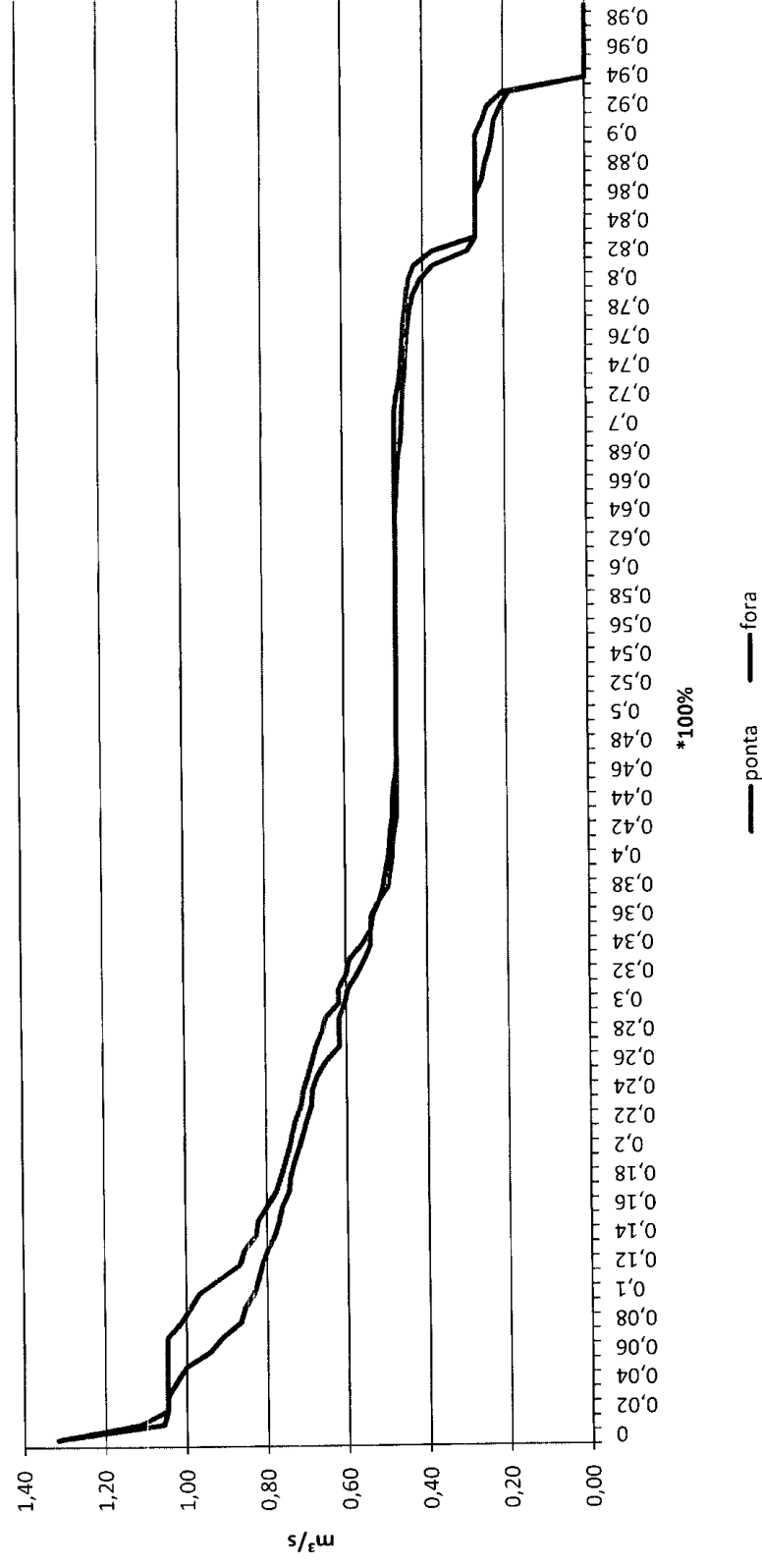
Permanência	Ponta	Fora de Ponta
0	1,32	1,32
0,01	1,11	1,06
0,02	1,05	1,05
0,03	1,05	1,05
0,04	1,05	1,02
0,05	1,05	1,00
0,06	1,05	0,94
0,07	1,05	0,91
0,08	1,01	0,87
0,09	0,99	0,86
0,1	0,97	0,83
0,11	0,92	0,82
0,12	0,87	0,81
0,13	0,86	0,80
0,14	0,83	0,78
0,15	0,82	0,77
0,16	0,80	0,76
0,17	0,78	0,75
0,18	0,77	0,74
0,19	0,76	0,73
0,2	0,74	0,72
0,21	0,74	0,71
0,22	0,73	0,70
0,23	0,71	0,69
0,24	0,71	0,69
0,25	0,70	0,67
0,26	0,69	0,65
0,27	0,68	0,62
0,28	0,66	0,62
0,29	0,65	0,62
0,3	0,62	0,61
0,31	0,62	0,60
0,32	0,60	0,57
0,33	0,59	0,56
0,34	0,56	0,54
0,35	0,54	0,54
0,36	0,54	0,53
0,37	0,52	0,52
0,38	0,50	0,51
0,39	0,49	0,50
0,4	0,49	0,50
0,41	0,48	0,49
0,42	0,48	0,49
0,43	0,47	0,48
0,44	0,47	0,48
0,45	0,47	0,48
0,46	0,47	0,47
0,47	0,47	0,47
0,48	0,47	0,47
0,49	0,47	0,47
0,5	0,47	0,47

Permanência	Ponta	Fora de Ponta
0,51	0,47	0,47
0,52	0,47	0,47
0,53	0,47	0,47
0,54	0,47	0,47
0,55	0,47	0,47
0,56	0,47	0,47
0,57	0,47	0,47
0,58	0,47	0,47
0,59	0,47	0,47
0,6	0,47	0,47
0,61	0,47	0,47
0,62	0,47	0,47
0,63	0,47	0,47
0,64	0,47	0,47
0,65	0,47	0,47
0,66	0,47	0,47
0,67	0,47	0,47
0,68	0,47	0,46
0,69	0,47	0,46
0,7	0,47	0,46
0,71	0,47	0,46
0,72	0,47	0,45
0,73	0,46	0,45
0,74	0,46	0,45
0,75	0,46	0,45
0,76	0,45	0,44
0,77	0,45	0,44
0,78	0,45	0,43
0,79	0,44	0,43
0,8	0,44	0,41
0,81	0,42	0,38
0,82	0,38	0,29
0,83	0,27	0,27
0,84	0,27	0,27
0,85	0,27	0,27
0,86	0,27	0,27
0,87	0,27	0,25
0,88	0,27	0,25
0,89	0,27	0,24
0,9	0,27	0,23
0,91	0,25	0,23
0,92	0,24	0,21
0,93	0,20	0,19
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

PCH SÃO BERNARDO

- Curva de permanência das vazões turbinadas durante o período de estagem

Permanência Vazão Turbinada no período seco - PCH São Bernardo Horários de ponta e fora de ponta



- **Regra Operativa**

Descrição da regra operativa com apresentação das vazões máximas e mínimas turbinadas, contemplando a manutenção da vazão reduzida.

A regra consiste em, uma vez calculado o valor da afluência, ajustar a geração nas unidades defluindo o excedente pelo vertedouro de crista livre, respeitando-se as restrições ambientais e de uso múltiplo.

Quando a vazão afluente é inferior à capacidade máxima de geração é necessário paralisar uma ou duas unidades geradoras.

No período de estiagem, a vazão defluente (turbinada) é planejada de forma a manter o nível do reservatório cerca de 5 cm abaixo da cota da crista livre do vertedouro. Com isso, no caso de parada intempestiva das unidades geradoras, toda a vazão afluente será repassada através do vertedouro de crista livre em poucos minutos.

A comporta de fundo é importante para o controle de nível do reservatório e sua operação é automática conforme o nível de montante. A abertura total da comporta ocorre automaticamente quando o nível atinge a cota da crista livre + 7 cm (1.555,38 m) e o fechamento quando o nível estiver 7 cm abaixo da cota da crista livre (1.555,24 m).

A usina é assistida somente no horário comercial.

A vazão afluente é calculada da seguinte forma:

O cálculo da vazão afluente é efetuado pela equação do balanço hídrico. Pode-se representar o balanço hídrico por uma equação.

$$dS/dt = I - Q$$

onde:

I é a vazão de entrada;

Q é a vazão de saída;

dS/dt é a variação no armazenamento do sistema por unidade de tempo.

Metodologia adotada para o cálculo de vazões:

Cálculo da Vazão Defluente:

$$Q_d = Q_t + Q_v$$

Qd - Vazão defluente (m³/s)

Qt - Vazão turbinada (m³/s) = Geração (MW) / CP *

Qv - Vazão vertida (m³/s) = Vazão defluída através do vertedouro e comportas de fundo

* CP (coeficiente de produtibilidade): coeficiente determinado pelo quociente entre a potência gerada e a vazão turbinada. Varia em função da queda bruta e é expresso em MW/m³/s.

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, da seguinte forma:

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

onde;

$Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$: valores das vazões (Q_t , Q_v ou Q_{res}) ocorridas durante o intervalo de tempo considerado $a, b, c, \dots, x$: duração em horas dos intervalos durante os quais ocorreram $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ respectivamente

Cálculo da Vazão Afluente

Por analogia à equação do balanço hídrico:

$$\Delta \text{volume} / \Delta \text{tempo} = Q_a - Q_d$$

Sendo Q_a : vazão afluente (m^3/s) e Q_d : vazão defluente total (m^3/s)

A variação de volume é obtida através da correlação do nível de montante e o volume do reservatório (obtida na curva cota x volume) e sua variação no intervalo de tempo definido a seguir:

Devem ser desconsideradas as oscilações do NA durante o intervalo de tempo.

São considerados dois valores de NA cujas leituras guardem entre si os intervalos de tempo conforme a situação operativa: 4 horas – situação normal; 2 horas – outras situações

Restrições / Recomendações Ambientais:

Vazão mínima a jusante:

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 a mínima vazão média mensal natural ($0,18 m^3/s$).

Este valor ($0,18 m^3/s$) corresponde ao mínimo a ser praticado, devendo ser considerada qualquer outra eventual restrição operativa, permanente ou temporária (seja nos dispositivos extravasores, seja nas turbinas), prevalecendo a mais severa.

Vazão no trecho de vazão reduzida a jusante da barragem:

A barragem está localizada acima de uma cachoeira sendo que logo abaixo dessa existe um ribeirão que mantém o ribeirão São Bernardo perene, não sendo necessário manter uma defluência mínima na barragem para essa finalidade. Nunca ocorreu dano ambiental em virtude desse tipo de operação.

Vazão a jusante da casa de força:

A casa de força deságua na confluência dos córregos: da Fazenda, Três Barras ,do Carmo e das Antas e esses por sua vez formam o Ribeirão Pirangucu. Na parada total das unidades não há necessidade de nenhuma defluência através dos condutos visto que existem os córregos citados.

Vazão de restrição:

$$Q_r = Q_v = 30 \text{ m}^3/\text{s} (*)$$

A partir dessa vazão vertida (comporta + crista livre) haverá galgamento da ponte situada imediatamente a jusante podendo causar danos a ela e à estrada de acesso à cidade.

- **Operação do descarregador de fundo**

Não existem recomendações para a abertura da comporta de fundo, comporta da tomada d'água, limpeza de grades, drenagem do conduto e chaminé de equilíbrio.

- **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 defluídos para jusante.

Por se tratar de usina a fio d'água, o aporte de sedimentos no reservatório da PCH São Bernardo não causa problemas à sua capacidade de geração. Além disso, o barramento dispõe de comporta de fundo que é operada 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.

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 Piranguçu.

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.

União

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL

RESOLUÇÃO AUTORIZATIVA Nº 1.338, DE 22 DE ABRIL DE 2008

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.

Relatório

Voto

(*) 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 2006, 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 Candeias	Santana do Jacaré	08.07.2015
2	Bom Jesus do Galho	0,36	Sacramento	Bom Jesus do Galho	Bom Jesus do Galho	Registrada
3	Cajurú	7,20	Pará	Carmo do Cajurú 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 S.A 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 ou
lay out.*

- **Arranjo geral do empreendimento**

O barramento para a formação do reservatório de 0,27 km² desenvolve-se transversalmente ao ribeirão São Bernardo, em eixo reto, numa extensão total de cerca de 140,0 m e altura máxima de 6,0 m.

Estão incorporados ao barramento, o vertedouro de crista livre, com 100,0 m de comprimento, a tomada d'água para os dois condutos forçados e uma descarga de fundo.

O circuito hidráulico de geração, com cerca de 5,35 km de extensão, vence um desnível de 632,0 m até atingir a casa de força, onde as água turbinadas são restituídas ao ribeirão Piranguçu.

Barragem

A barragem de concreto gravidade tem comprimento total de 140,0m, incluindo-se nesta extensão o vertedouro com 100,0m e dois trechos, um para a ombreira esquerda e outro para a direita, que fecham o vale. Ambos têm crista de 1,0 m de largura na El. 1.404,60 m, paramento vertical a montante, paramento de jusante com inclinação 1V: 0,75H e altura máxima de aproximadamente 5,0 m.

Vertedouro

O vertedouro é de superfície, com crista livre na El. 1.404,00 m, situando-se no leito do rio entre as barragens de concreto das ombreiras esquerda e direita. Inicialmente, a lâmina vertente foi projetada para escoar sobre um perfil tipo Creager, porém, após alteamento sobre a crista, por meio de muro retangular com seção de 0,5 m de largura por 1,0 m de altura, a superfície vertedora não apresenta um perfil hidraulicamente conformado, embora se tenha feito uma concretagem em forma de cunha para concordância da base do referido muro com a antiga crista.

Para jusante, após escoamento, existe uma canaleta de captação ao longo de todo o barramento, único local para a passagem das vazões vertidas a seção por onde flui também o descarregador de fundo.

Descarga de Fundo

Integrada à seção vertedora próxima ao leito do rio, a estrutura de emboque da descarga de fundo é composta por duas aduções, providas de comportas deslizantes com 1,20 m x 1,20 m, acionadas manualmente por pedestais instalados na plataforma existente na crista. A partir das comportas, as aduções convergem para um tubo de aço, com aproximadamente 1,0m de diâmetro, no interior do maciço da barragem, estendendo-se por mais cerca de 0,5 m após o paramento de jusante, indo descarregar sob a ponte da estrada Itajubá / Campos do Jordão, no maciço rochoso escavado.

Circuito Hidráulico de Geração

- Tomada d'Água

A estrutura da tomada d'água é incorporada à barragem de concreto da ombreira direita, sendo composta de duas aduções, protegidas por meio de dois jogos de grades, formados por

um painel cada um. A montante dispõe de ranhuras para instalação de comportas ensecadeira de madeira, posicionadas manualmente para serviços de manutenção. A jusante das grades estão instaladas duas comportas deslizantes de 1,20 m x 1,20 m, operadas manualmente por pedestais de manobra, localizados na plataforma situada na crista da barragem.

- Tubulação Adutora

As tubulações adutoras têm 2,37 km de extensão, desde a tomada d'água até as chaminés de equilíbrio, sendo expostas do trecho inicial ao sifão (aproximadamente 400,0 m) e enterradas no restante. O diâmetro nos primeiros 10,0 m é de 36", variando para 34" e 30" até as chaminés.

Na parte exposta da tubulação adutora os apoios são através de berços, localizados de acordo com a topografia local, sem espaçamento uniforme.

Entre os blocos de ancoragem, as tubulações têm uma junta de dilatação tipo Dresser.

- Chaminé de Equilíbrio

Entre as tubulações adutoras e os condutos forçados, o circuito hidráulico de geração conta com duas chaminés de equilíbrio, uma em estrutura de concreto e outra em aço.

A chaminé em concreto, com diâmetro interno de 3,0 m e 14,0 m de altura, serve às unidades 1 e 2 e a chaminé em estrutura de aço atende à unidade 3.

Imediatamente a jusante das chaminés estão instaladas válvulas de bloqueio de 0,60 m de diâmetro, com acionamento manual.

- Conduto Forçado

Cada conduto forçado inicia-se nas chaminés de equilíbrio, com diâmetro de 7/32" a 47/64" , numa extensão de 1,09 km. A partir daí tem seu diâmetro reduzido para 0,50 m e a espessura de chapa para 21/32" a 53/64", ao longo de 1,74 Km, até o local da casa de força.

O conduto forçado que atende às unidades 1 e 2 se bifurca próximo à casa de força, passando a ter diâmetro de 0,20 m. Na entrada da casa de força, cada conduto forçado é provido de uma válvula de bloqueio de operação manual.

- Casa de Força

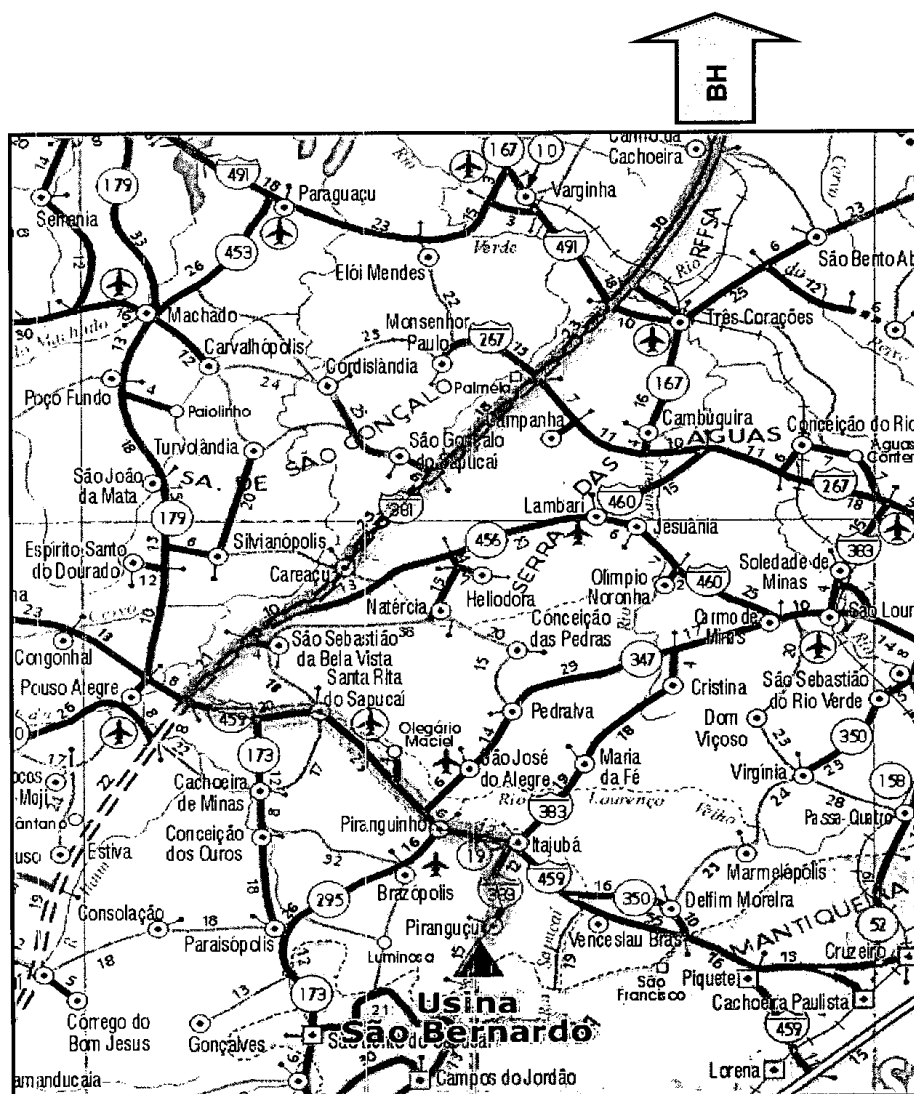
A casa de força é do tipo abrigada, localizando-se próximo à nascente do ribeirão Piranguçu, num desnível de cerca de 600,0m em relação ao nível do reservatório.

É constituída por três unidades geradoras equipadas com turbinas tipo Pelton. As unidades 1 e 2 têm cerca de 6,50 m de largura e potência nominal de 2.000 HP, e a unidade 3 tem largura de cerca de 8,0 m e potência nominal de 6.000 HP, totalizando a casa de força 24,0 m de largura por 14,5 m de comprimento e potência nominal total de 10.000 HP. Possui dois níveis de piso, sendo que no primeiro estão os grupos hidrogeradores, os equipamentos de 6.600 V (disjuntores e chaves seccionadas, banheiro). No pavimento superior encontram-se os quadros de serviços auxiliares, quadro de controle e proteção, mesa de comando e sala para uso do pessoal da usina.

localização do empreendimento

- Localização e acesso à barragem

A Usina Hidrelétrica de São Bernardo está situada no ribeirão do mesmo nome, afluente do rio Piranga, nos municípios de Itajubá e Piranguçu, na região sul de Minas Gerais. O acesso se dá pela BR 381 até Pouso Alegre, daí pela BR 459 no sentido de Itajubá, em seguida pela BR 383 até Piranguçu, de onde se segue mais um trecho de estrada não pavimentada. A Usina fica a cerca de 480 Km de Belo Horizonte.



Imóveis Usina de São Bernardo

Empresa	Rua	Rg	Área	Unid	Nº Registr	Livro	Folha	Nº Título	Região	Comarca	Município	Tp.terreno
510	VILA MARIA OU RETIRO, DISTRITO DE P	MG	11,666	HA	AV-15287		3-K	99 A-1494/006	SUL	ITAUBÁ	ITAUBÁ	Aquisição
510	VILA MARIA	MG	24.800,00	M2	AV-5336		3D	167 A-1494/007	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	VILA MARIA - DISTRITO: PIRANGUSSU	MG	7.400,00	M2	AV-5214		3D	142 A-1494/008	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	VILA MARIA	MG	90.550,00	M2	AV-5341		3D	168 A-1494/009	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	VILA MARIA OU RETIRO DO SERPA-DIST.	MG	3,4	HA	AV-15298		3K	101 A-1494/010	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	ALBINO JOAO DA ROLA , DISTRITO DE P	MG	6,328	HA	AV-15293		3-K	100 A-1494/011	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	SERRA DOS VILLAS-BOAS, DISTRITO DE	MG	1,092	HA	AV-15.286		3-K	98 A-1494/012	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	SERRA DOS VILLAS BOAS	MG	3.980,00	M2	AV-15296		3K	101 A-1494/013	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	SERRA DOS VILLAS BOAS, DIST. DE PIR	MG	0,894	HA	AV-15307		3-K	103 A-1494/014	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	VILA MARIA OU RETIRO DO SERPA, DIST	MG	0		AV-15285		3-K	* 98 A-1494/015	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição
510	DIST. DE PIRANGUCU, JOGO DA BOIA	MG	4,852	HA	AV-15306		3-K	103 A-1494/016	SUL	ITAUBÁ	PIRANGUÇU	Aquisição