

Vilarinho das Furnas

6. CIRCUITO HIDRAULICO

As águas da albufeira são derivadas por túnel em carga com 6,8 km de comprimento que atravessa o maciço da Serra do Gerês e aflora na vertente do Cávado, em local à cota (475,0) sobranceiro à albufeira de Caniçada. Aí fica localizada uma válvula de topo que remata a zona blindada terminal do túnel e protege a conduta de carga que se lhe segue, e continua a céu aberto o circuito hidráulico que conduz as águas do Rio Homem até próximo da central, implantada na margem da albufeira de Caniçada, no vale do Rio Gerês.

O troço final da conduta, imediatamente antes da central, mergulha no terreno para atingir a cota de calagem da turbina (142,10), instalada em poço cavado na margem para garantir o afogamento necessário ao seu funcionamento sem perda de queda na cascata. Na fixação da última cota referida foi considerado o interesse em permitir um jogo de desarmazenamento da albufeira de Caniçada, conveniente por razões de exploração e de encaixe e modulação de cheias, em igualdade de condições com o que sucede à restituição do aproveitamento de Salamonde.

A descarga das águas turbinadas faz-se à cota mínima (145,5) sendo conseqüentemente de 424 m a queda bruta máxima aproveitada no escalão.

Referem-se seguidamente algumas características das obras principais que constituem o circuito hidráulico.

6.1 — Tomada de água

O bocal da tomada de água situa-se na margem esquerda relativamente próximo da barragem e com a soleira à cota (497). Tem uma forma de revolução com geratriz elíptica e directriz circular; a secção da testa, com o diâmetro de 7,5 m, é sede da grelha grossa e a forma descrita assegura uma transição contínua e suave para o diâmetro da secção corrente do túnel em carga.

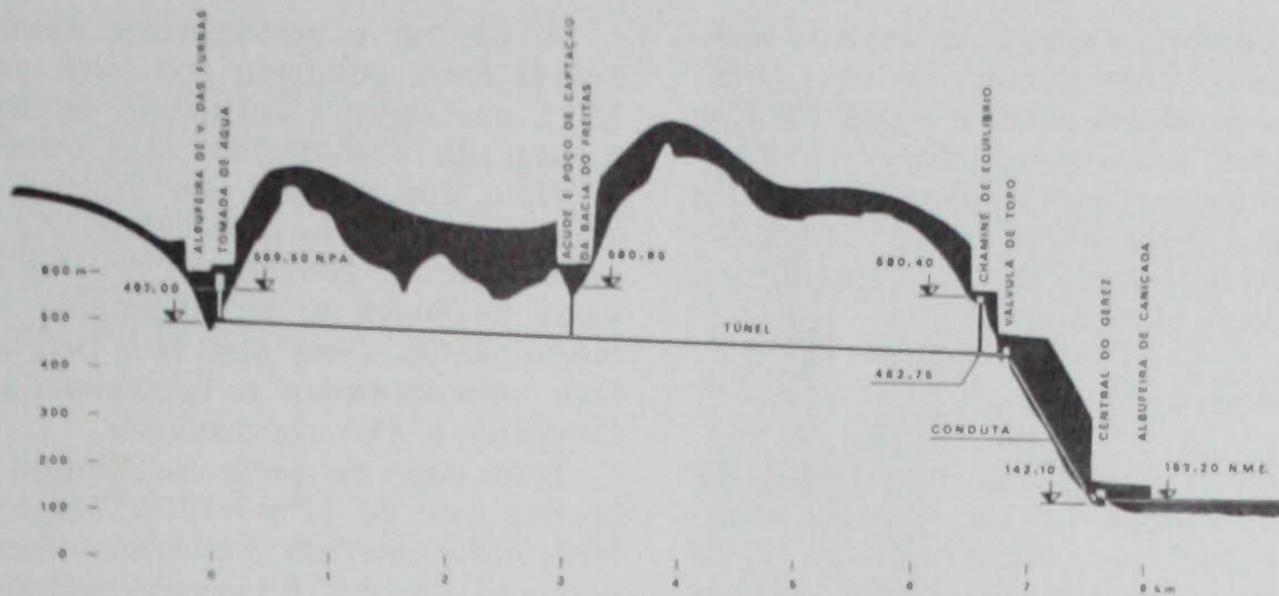
A cerca de 50 m do local situa-se uma torre-poço de manobra da grade fina e comporta, com a altura de 73,5 m e o diâmetro exterior de 6,40 m.

O equipamento da tomada de água é constituído por uma comporta de lagartas, com as dimensões úteis de 3,05 m de largura por 3,85 m de altura, e uma grade fina metálica com as dimensões de 3,65 m de largura por 4,75 m de altura, sendo 50 mm o espaçamento das barras.

A manobra da comporta comandada por servomotor e a da grade, por guincho, faz-se a partir da casa que encima a torre e tem o acesso, à cota (570,5) assegurado por um passadiço de betão pré-esforçado que vence o vão entre a torre e o coroamento da barragem.

6.2 — Túnel em carga

O túnel em carga, com a extensão de 6780 m, tem uma secção corrente circular de 3,48 m de diâmetro e é revestido por um anel de betão de 0,20 m



de espessura, reforçado por injeções de cimento. Nos troços em que a qualidade da rocha, embora boa no seu conjunto, apresentava pequenas zonas de alteração local, adoptou-se a mesma secção mas reforçou-se o betão de envolvimento com armadura.

No entanto, em 512 m de troços abertos em mau terreno e no troço final de 203 m junto à saída, onde a cobertura de terreno se considerou insuficiente, adoptou-se um revestimento interior com blindagem de aço envolvida em betão, reduzindo o diâmetro interior para valores de 2,90 m e 2,85 m.

6.3 — Chaminé de equilíbrio

A chaminé de equilíbrio é constituída por um poço piezométrico que intercepta o túnel à cota (477,65) e comunica com uma câmara de alimentação construída em galeria e uma câmara aberta de expansão situada no topo do poço.

Os níveis máximo e mínimo atingidos pelas oscilações da água nas manobras mais desfavoráveis são, respectivamente, (580,1) e (474,4).

A câmara de alimentação é constituída por dois braços de galeria com o comprimento total de cerca de 103 m. A secção transversal desta galeria é aproximadamente circular com diâmetros variando entre 3,95 m e 4,40 m e o seu revestimento em betão com 0,60 m de espessura é fortemente armado.

A câmara de expansão a céu aberto tem a forma de um tanque circular de paredes de betão com o diâmetro em planta de 27 m e a altura de 6,4 m en-

tre as cotas (574) da soleira e (580,4) do bordo superior.

O poço, com a altura de 96 m entre a soleira da câmara de expansão e o tecto da câmara de alimentação à cota (480,7), tem na sua metade superior o diâmetro de 3,5 m e o revestimento é de betão armado. Na metade inferior as condições geológicas desfavoráveis encontradas obrigaram a adoptar um revestimento de betão com blindagem de aço, diminuindo o diâmetro para 3,33 m.

6.4 — Válvula de topo

A cerca de 10 m a jusante da testa de saída do túnel situa-se a válvula de topo, instalada em edifício próprio equipado com ponte rolante.

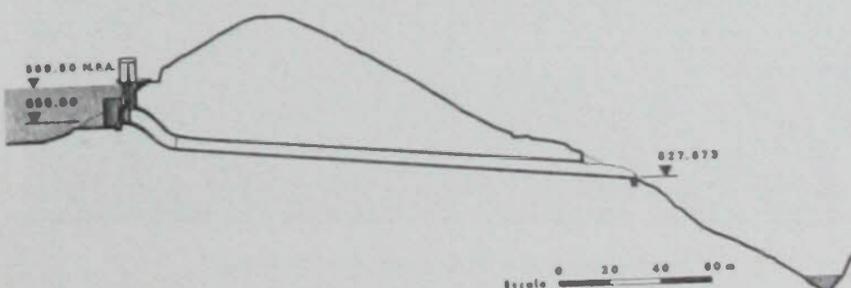
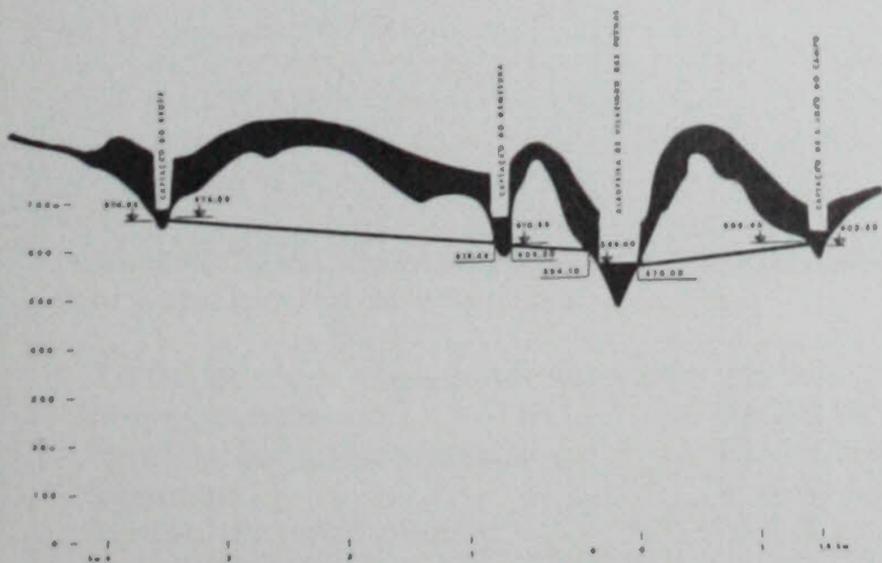
Esta válvula, do tipo borboleta com 2,80 m de diâmetro, pode ter comando local ou à distância e está ainda equipada com dispositivo de fecho automático, comandado por um detector de sobre-velocidade de água na conduta.

O maciço de amarração desta válvula que serve de fundação à casa de manobra é também o primeiro maciço de amarração da conduta forçada.

6.5 — Conduta forçada

A conduta forçada, em aço de alta resistência, desenvolve-se numa poligonal com a extensão total de 890 m, com diâmetros variáveis entre 2,75 m e 2,50 m e espessuras de chapa de 13 mm a 34 mm.

Em cada ângulo da poligonal (quer em planta quer em perfil) existe um maciço de amarração, a jusante do qual se situa uma junta de dilatação da conduta, que assim tem liberdade de deformação em alinhamentos rectos, apoiada a espaçamento de 10 m em pêndulos de aço que por sua vez assentam em chapas base encastradas em maciços de apoio de betão armado.



O traçado da conduta segue uma linha de fecho da encosta do Gerês com traneis de vária inclinação, atingindo a pendente máxima de 49 %, e no troço final mergulha, como galeria blindada, bifurcando junto à central em dois ramais. Um destes alimenta o primeiro grupo, já em funcionamento; o outro, obturado por um fundo copado, destina-se à ligação ao futuro segundo grupo.

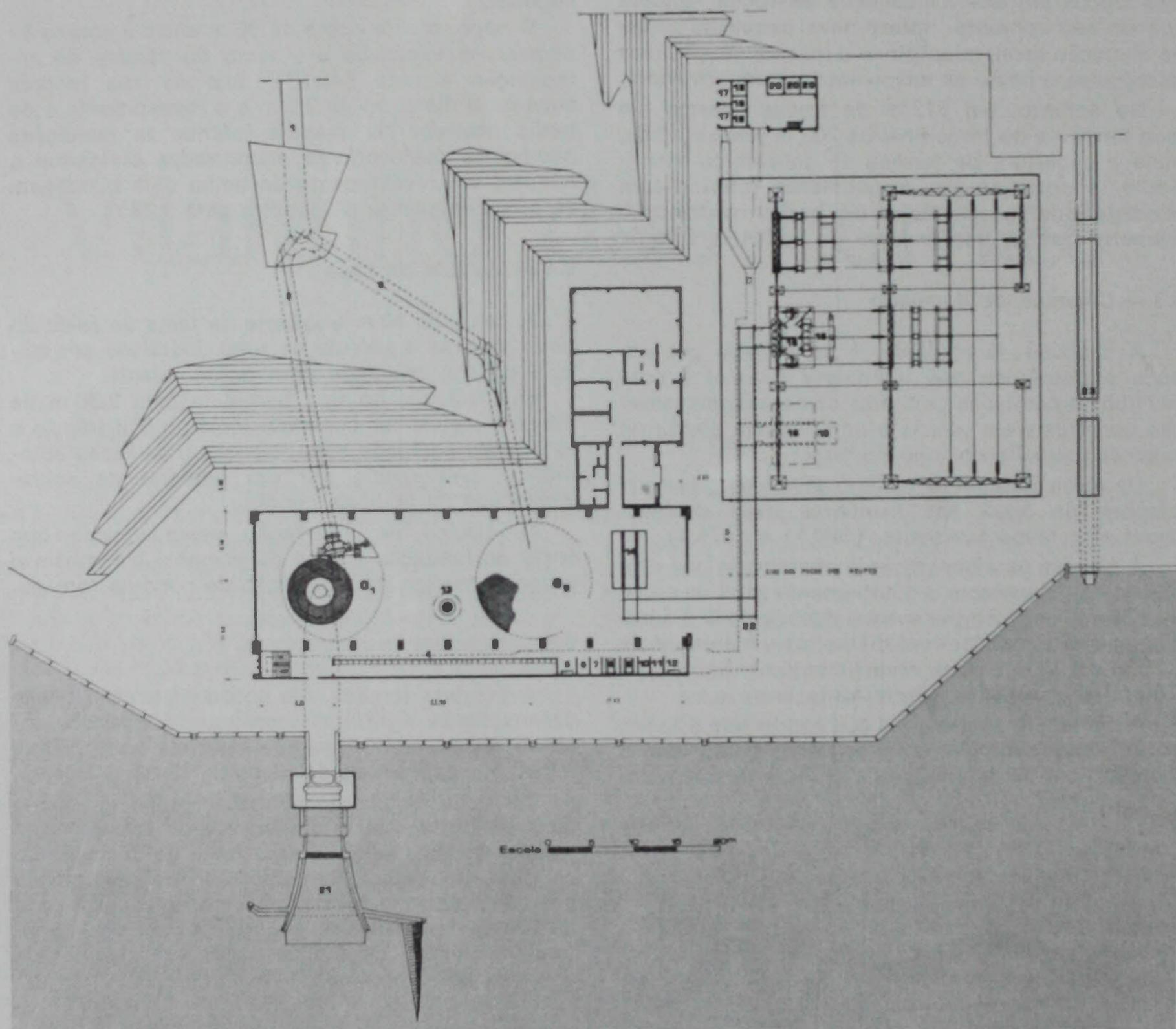
6.6 — Central e Subestação

O edifício da Central, a Subestação de 10/150 kV e os edificios anexos para oficinas, armazéns e instalação do grupo Diesel e a subestação de 30 kV situam-se numa plataforma à cota (154), junto à albufeira de Caniçada.

A Central é praticamente constituída por um grande átrio, equipado com uma ponte rolante de 130 t, que serve a um tempo de sala de máquinas e átrio de descubagem dos transformadores.

Num dos alçados, em galerias abertas para o interior do mesmo átrio, estão instalados os quadros, baterias, subestação de 10 kV e outros serviços auxiliares e de telemedida, teleindicação e telecomando, dado que esta central se destina a ficar «abandonada» e telecomandada a partir de Caniçada, a 7 km de distância.

Num poço de cerca de 20 m de profundidade e secção oval de 12 m X 13 m, aberto no piso deste átrio, está instalado o primeiro grupo já em funcionamento e cujas principais características são as seguintes:



Turbina

Tipo Francis, de eixo vertical	
Potência nominal sob queda útil de 413 m	100 500 CV
Velocidade nominal	600 rot/min
Queda útil máxima	413 m
Queda útil mínima	336 m
Caudal máximo turbinável	19 m ³ /s

Alternador

Trifásico, de eixo vertical	
Potência aparente nominal	80 000 kVA
Factor de potência nominal	0,8
Tensão nominal	10 kV
Momento de inércia do rotor	470 tm ²
Frequência nominal	50 Hz

O alternador foi dimensionado para poder funcionar com sobrecargas de 5 % a 7 % sem que as temperaturas dos enrolamentos excedam em 10° C as correspondentes às condições nominais.

Como já se disse, o aproveitamento está preparado para receber um segundo grupo idêntico ao primeiro, e para o efeito, também na sala de máquinas, já ficou aberto e revestido o poço para a sua instalação, e a instalação de refrigeração, esgoto e drenagem já foi montada com previsão das necessidades dos dois grupos.

A turbina é protegida a montante por uma válvula esférica de 1,44 m de diâmetro com o eixo à cota (142,1) (cota de calagem da turbina).

A fim de limitar os efeitos de choque hidráulico na conduta a uma sobrepressão imposta de 10 %, a turbina está equipada com uma válvula síncrona compensadora. O tempo de abertura total desta válvula, igual ao tempo de fecho do distribuidor, é de cerca de 5 s e o tempo de fecho subsequente é de 60 s. A energia do jacto descarregado pela válvula síncrona é dissipada por um destrutor de energia constituído por uma caixa blindada de eixo horizontal, com secção rectangular, divergente para saída que termina por uma grelha de carris e desagua afogada na curta galeria de fuga, a jusante do difusor da turbina.

Esta galeria, de 18 m de comprimento e secção rectangular em betão armado, está protegida por uma comporta-ensecadeira metálica que permite interromper a comunicação com a albufeira de Caniçada, tornando possível o acesso por jusante para vistoria e reparações da turbina independentemente do nível da água a jusante.

A plataforma da subestação 10/150 kV é constituída por um painel de linha de saída para Caniçada e dois painéis de grupo, estando um deles já equipado e o outro de reserva para o futuro segundo grupo.

As principais características do transformador agora instalado são as seguintes:

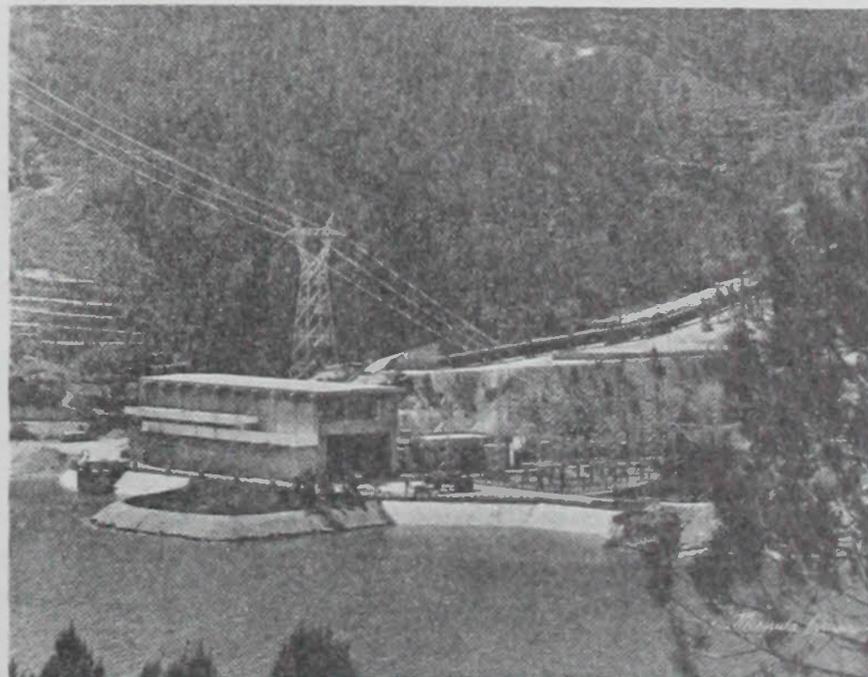
Trifásico, tipo couraçado-imbricado (Shell)	
Potência nominal	80 000 kVA
Relação de transformação	10/160 kV
Ligações	Y d 5
Tensão de curto-circuito	10,5 %



Descarregador de cheias

7. REALIZAÇÃO

Superiormente decidida a realização do aproveitamento em fins de 1966, imediatamente se iniciaram os trabalhos preparatórios e assim, enquanto no decorrer de 1967 se procedia à organização dos processos de concurso, recepção de propostas e sua apreciação, relativos à obra principal e equipamentos, procedeu-se à abertura de acessos aos estaleiros e frentes de ataque às obras — pedreiras, barragem, túnel central —, à instalação do bairro e estaleiro e executou-se por administração directa



Central, Subestação e conduta forçada

o desvio provisório do Rio Homem no local da barragem. A obra principal, adjudicada em fins de 1967 teve início em Janeiro de 1968, demorando praticamente quatro anos na sua realização.

De entre valores característicos da obra realizada neste escalão podemos citar a escavação de cerca de 130 000 m³ para fundações da barragem, a colocação de 264 000 m³ de betão, cuja massa foi refrigerada artificialmente por meio de 67 km de serpentinas nela embebidas, e 500 toneladas de aço para realização do corpo do mesmo elemento de obra. Para a realização das obras subterrâneas foram escavados cerca de 100 000 m³ de rocha e colocados em obra 70 000 m³ de betão, 600 t de varão de aço para betão armado, 150 t de perfilados em entivações.

Em obras a céu aberto foram realizados cerca de 130 000 m³ de escavações em terreno de qualquer natureza, para constituição de plataformas e estradas, e colocados 15 000 m³ de betão e 1100 t de varão de aço para betão armado em estruturas diversas, tais como bocais de galerias, torres de manobra de comportas, maciços e berços da conduta forçada, estruturas da central e outros edifícios, maciços de fundação das estruturas da subestação, muros de suporte, etc.

Em trabalhos de tratamento do terreno e drenagem do maciço rochoso de fundação da barragem, da rocha em que foi aberta a galeria do descarregador de cheias e daquela em que se perfurou o túnel de carga e obras subterrâneas anexas do circuito hidráulico, foram perfurados 73 100 m de drenos e furos de injeção e reperfurados 11 700 m e con-

sumidas 8657 t de caldas de injeção através de 13 289 furos.

Para além do que estes números significam como trabalho nacional, citaremos ainda a aplicação de 15 000 toneladas de pozolanas de Cabo Verde, a utilização de 2400 toneladas de chapa de aço, em espessuras até 30 mm para fabrico de condutas e blindagens, e a participação da Indústria Nacional no fabrico do equipamento hidro e electromecânico que atingiu o valor de 114 000 contos sobre o total de 136 000 contos, representando uma percentagem de 83,8 %.

O custo total do escalão atingirá 1 100 000 contos depois de concluídas as captações dos Ribeiros de Brufe e Gemesura, ainda em curso.

Estas obras exigiram, além dos meios materiais necessários, a concentração de importantes meios humanos pois chegaram a ter ocupação no estaleiro cerca de 1300 trabalhadores (operários especializados ou não, capatazes e fiscais de obra e outro pessoal auxiliar necessário ao bom andamento da obra).

Para apoio a esta população eventual dispôs o estaleiro de uma zona habitacional assistida por um conjunto de serviços próprios, compreendendo, estalagem, cantinas, hospital, centro social e recreativo, etc., cujos benefícios, durante a permanência do estaleiro, foram estendidos às populações locais. Realizada a obra e retirados os estaleiros, a sua influência benéfica na região não cessa pois se concretiza na criação de um polo de atracção turística em zona já de si propícia, mas agora com acessos melhorados ■

A energia elétrica no Brasil e o aproveitamento do seu potencial hidráulico

(Continuação da pág. 419)

as regiões Centro-Sul e Sul. Àqueles que se processam na Região Norte estão obedecendo a orientação diversa. Não se justificaria, de fato, no presente estágio de desenvolvimento dessa Região, uma cobertura completa de sua área, com estudos integrados de suas imensas bacias hidrográficas.

Não há como fugir, para a Região, às soluções isoladas, visando o atendimento dos principais pólos de desenvolvimento econômico, todos eles muito afastados uns dos outros.

Estudados os mercados e determinadas as distâncias econômicas de transmissão, levantamentos vêm sendo feitos no sentido de identificar e estudar os aproveitamentos de energia hidráulica que possam interessar. Realizado isso, haverá, então, como fazer opções entre soluções possíveis para os pro-

blemas de suprimento de energia, hoje realizados, sempre, com base na geração termelétrica, queimando óleo pesado no caso das usinas a vapor e óleo diesel no caso das pequenas instalações diesel-elétricas.

Na Região Nordeste a principal fonte de energia é o rio São Francisco. Embora a sua bacia, fora do Estado de Minas Gerais, esteja integrada no estudo global que se processa no Nordeste, alguns estudos, anteriormente elaborados, dão conta do potencial possível de ser aproveitado considerando as diversas utilizações da água: navegação, irrigação, abastecimento, etc. Tanto quanto 12 000 MW poderão ser instalados em sete aproveitamentos, entre os quais está Paulo Afonso com 615 MW já instalados.

(Continua)