

## ILHA DAS FLORES



Canal

Num estudo sobre o aproveitamento dos Recursos Hidráulicos dos Açores realizado na década de 1950 foi, na Ilha das Flores, identificada a ribeira de Além Fazenda como tendo grande potencial.

Em 1966, face ao aumento da procura de energia elétrica, impulsionada em grande parte pela Estação Francesa de Telemidas, é construída a central hídrica de Além Fazenda pela então Direção Geral dos Serviços de Hidráulica passando, em 1967, a ser gerida pela então recém-criada Federação dos Municípios da ilha das Flores. Inicialmente com três grupos hídricos é reforçada, em 1983, com mais um grupo hídrico, passando a contar com uma potência instalada de 1480 kW (kiloWatt).

Em 1994 o património elétrico da Federação de Municípios da Ilha das Flores é integrado na EDA E.P., transitando a central hidroelétrica, em 2003, para o património da Empresa de Electricidade e Gás - EEG, Lda.

Em 2015, já sobre a denominação atual de EDA RENOVÁVEIS, S.A. é alvo de uma remodelação praticamente total com a instalação de um novo sistema de automação, de três grupos hídricos, dois novos, de maior potência unitária e o maior,

e mais recente grupo hídrico antigo, de 1983, totalmente recuperado, totalizando uma potência instalada de 1600 kW. É atualmente, em número de grupos e em potência instalada, a maior central hídrica da empresa EDA RENOVÁVEIS.

### CARACTERÍSTICAS GERAIS DO APROVEITAMENTO

O Aproveitamento Hidroelétrico de Além da Fazenda é presentemente constituído por três conjuntos principais de infraestruturas:

- O primeiro composto pela barragem situada na confluência da ribeira de Além da Fazenda com a ribeira da Badanela, canal de adução, câmara de carga, conduta forçada e central;
- o segundo constituído pelas captações das ribeiras adjacentes localizadas a Sul (ribeira da Fazenda, ribeira dos Algares e ribeira do Meio) e respetivos circuitos de derivação para a bacia hidrográfica dominada pela barragem;
- o terceiro constituído pela captação da Ribeira do Cascalho, a Norte, e derivação para a ribeira da Badanela, a montante do local da barragem.

### 1 - BARRAGEM, CIRCUITO HIDRÁULICO E CENTRAL

#### BARRAGEM

A barragem do Aproveitamento Hidroelétrico de Além da Fazenda, concluída em 1966, é uma obra em betão, do tipo gravidade, com soleira descarregadora em lâmina aderente.

Foi implantada cerca da cota (112,00) do leito da ribeira, tendo inicialmente o Nível de Pleno Armazenamento - NPA sido fixado à cota (128,25), o Nível Máximo de Cheia - NMC à cota (129,65) e o coroamento à cota (131,15). O volume útil da albufeira era, segundo os elementos do projeto inicial, de cerca de 50.000 m<sup>3</sup>. No projeto inicial os dois vãos do descarregador de cheias não eram munidos com comportas.

A tomada de água para o circuito hidráulico é feita através de conduta metálica no corpo da barragem, com o eixo à cota (120,20), com um Diâmetro Nominal - DN 600 mm.

A entrada dispõe de uma grelha metálica e pode ser obturada por uma comporta de corrediça; a adução para jusante é controlada por uma válvula de cunha, que é

.....  
**Texto** EDA RENOVÁVEIS - GRUPO EDA

**Fotos** Paulo Henrique Silva/DRA

**ENERGIA HIDROELÉTRICA**

## ILHA DAS FLORES



Barragem



Barragem



Barragem



Canal

explorada com aberturas parciais, fazendo a regulação de caudal do circuito hidráulico.

A uma cota inferior (116,60) dispõe-se ainda uma descarga de fundo de diâmetro interior DN 500 mm protegida à entrada por uma grelha e podendo ser obturada por uma comporta de corredeira.

Na sequência de uma cheia ocorrida em junho de 1995, que levou ao galgamento da barragem e à ocorrência de danos significativos na estrada de acesso, coroamento, erosão nos encontros e queda do muro de proteção na bacia de dissipação, integrado no projeto de “Reforço do Aproveitamento Hidroelétrico de Além da Fazenda” a barragem foi sujeita a um conjunto de intervenções de reabilitação e de reforço da sua estrutura e, em paralelo, ao alteamento da barragem em 1,5 m e à construção de um dique fusível à cota (132,00) por forma a garantir a segurança adicional face ao dimensionamento para a cheia milenária. Estas obras foram realizadas no período 1995/1997.

Em 2002 a EEG procedeu à instalação de comportas do tipo *volet*, nos dois vãos do descarregador, por forma a poder aumentar o volume armazenado em cerca de 9,600 m<sup>3</sup>, ficando as cotas de exploração normal fixadas entre o novo NPA à cota (129,25) e o Nível mínimo de exploração - Nme à cota (122,00).

### CANAL DE ADUÇÃO

O canal de adução foi construído originalmente com uma secção retangular de 1,20 m de largura por 1,00 m de altura. No âmbito do projeto de “Reforço do Aproveitamento Hidroelétrico de Além da Fazenda” cuja obra foi concluída em 1997, o canal foi alteado para 1,40 m.

O seu desenvolvimento total é de cerca de 2.000 m, apresenta um declive longitudinal de 0,10 % tendo a cota de rasto no início sido fixada à (119,45) e, no fim, à entrada da câmara de carga a cota (117,36).

No seu traçado incluem-se uma bacia de impacto, imediatamente a jusante da barragem, descarregadores laterais, passagens superiores e inferiores de água, passagens de pé posto, travessia de caminhos e da estrada para Santa Cruz e uma ponte canal.

À entrada, a proteção contra excesso de admissão de água é feita pela regulação da abertura da válvula de cunha em função do nível de água na albufeira.

Todo o circuito hidráulico respeitante ao canal de adução além de ter sido alteado para 1,40 m foi também objeto de beneficiação do revestimento da secção hidráulica para melhorar a rugosidade no âmbito da referida empreitada de “Reforço do Aproveitamento”

O caudal máximo transportável ficou então fixado em 1,80 m<sup>3</sup>/s com uma folga de 0,25 m.

## ILHA DAS FLORES



Ponte canal



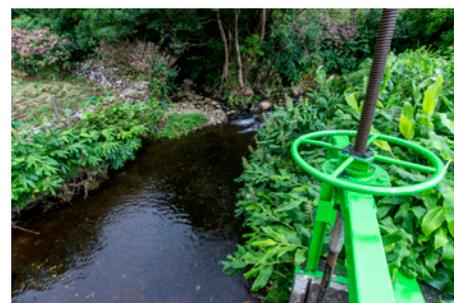
Canal



Açude da ribeira dos Algaes



Açude da ribeira dos Algaes



Açude da ribeira da Fazenda

## CÂMARA DE CARGA

A câmara de carga é formada à custa de um aumento da secção do canal, de que constitui um prolongamento. Tem de desenvolvimento máximo cerca de 62,5 m e a largura constante de 22,5 m. Com a construção do descarregador lateral a sua cota de pleno armazenamento ficou fixada à NPA = 119,03.

No topo de jusante da câmara de carga insere-se lateralmente a tomada de água para a central, protegida por uma grelha metálica fina com as dimensões de 3,00 m x 3,00 m constituída por barras afastadas de 25 mm com cota de soleira fixada à (116,82).

A jusante da grelha existe a câmara de tomada de água que se desenvolveu entre as cotas (114,50) — soleira — e a cota (119,35) — cobertura, tendo no seu interior os orifícios relativos à tomada de água para

a conduta forçada e à descarga de fundo.

Na testa de montante da conduta forçada está instalada uma comporta de corrediça com as dimensões aproximadas de 1,20 m x 1,20 m permitindo isolar por montante a conduta forçada,

A cota de eixo da conduta está fixada à (115,50).

No âmbito da empreitada de reforço do Aproveitamento, a câmara de carga também foi objeto de alteamento, reabilitados os equipamentos hidromecânicos existentes (grelha, adufa de tomada de água e adufa de descarga de fundo) e executado um descarregador frontal.

## CONDUTA FORÇADA ORIGINAL

A conduta forçada original datava de 1966, ano de início do aproveitamento, e era construída em aço soldado, sem juntas, com alinhamento reto em planta entre a câmara de carga e a central possuindo, junto a

ela, a derivação para as quatro turbinas existentes.

Apresentava, ao longo do seu traçado, cinco maciços designados M0, M1, M2, M3 e M4 colocados em pontos de inflexão do alinhamento em perfil: junto à central, envolvendo a derivação para os diferentes grupos, tem ainda um sexto maciço designado por M5.

Ao longo de todo o traçado, entre maciços, estava apoiada em coxins num total de 29 com distâncias entre coxins de apoio compreendidas entre 6,3 m a um máximo de 6,9 m. Os coxins de apoio eram constituídos por um berço metálico executado em chapa de aço e perfilados suportados por maciços de pequena dimensão devidamente encastrados no terreno.

A conduta original apresentava três troços distintos:

.....  
**Texto** EDA RENOVÁVEIS - GRUPO EDA

**Fotos** Paulo Henrique Silva/DRA

**ENERGIA HIDROELÉTRICA**

## ILHA DAS FLORES



Canal



Limpa-grelhas da Câmara de carga

1) O primeiro troço com 780 mm de diâmetro interior e espessura de 6 mm compreendido entre a câmara de carga e cerca de 9,6 m a montante do eixo do maciço M2 com um desenvolvimento total de cerca de 125,5 m; vencia um desnível entre a cota (115,36) eixo da conduta no maciço M0 e a cota (69,55) — eixo da conduta na extremidade de jusante do cone de redução do diâmetro interior de 780 mm para o diâmetro interior de 750 mm;

ii) O segundo troço de diâmetro interior de 750 mm com espessura de 6 mm desde o troço anterior até 3,5 m a montante do maciço M4: este troço tinha um desenvolvimento total de 105,1 m vencendo o desnível entre a cota (69,55) e a cota (31,23);

iii) O terceiro e último troço antes das derivações para as turbinas com 750 mm de diâmetro interior e espessura de 8 mm; este troço tinha um desenvolvimento total de 24,6 m tendo no início o eixo à cota (31,23) e no fim à cota (14,84) — eixo da conduta no maciço M5.

Com exceção da ampliação, verificada em 1983, com a execução da derivação para o quarto grupo turbina-alternador (G4), a conduta não tinha sido objeto de qualquer intervenção posterior.

### CENTRAL INICIAL

A central do Aproveitamento hidroelétrico de Além da Fazenda, instalada junto à foz da ribeira, é constituída por um edifício que, no seu projeto inicial, tinha de dimensões máximas em planta 8 m x 35 m, tendo o seu piso principal fixado à cota (14,99). O edifício destina-se a albergar todas as equi-

pamentos eletromecânicos e elétricos e de comando, tendo ainda no piso superior um escritório e umas instalações sanitárias.

O edifício foi sucessivamente ampliado do seu lado de Oeste para permitir albergar os grupos térmicos que foram, entretanto, instalados para fazer face ao aumento da procura de energia elétrica na ilha.

Os grupos geradores instalados na central em 2011 eram:

### GRUPOS HIDROELÉCTRICOS

- G1, G2 e G3 — Grupos de 370 kVA, instalados em 1966 constituídos por turbina do tipo Francis de eixo horizontal.
- G4 — grupo de 740 kVA, instalado cerca de 1983 constituído por turbina do tipo Francis de eixo horizontal.

### GRUPOS TÉRMICOS DIESEL

- G5, G6, G7 e G8 — grupos de 625 kVA

A construção, pela EDA, de uma nova Central Térmica nas Lajes das Flores permitiu a retirada dos grupos térmicos da central de Além da Fazenda e a sua completa remodelação e automatização concluída em 2015.

## 2 - CAPTAÇÕES NAS RIBEIRAS DA FAZENDA, DOS ALGARES E DO MEIO

Durante o período 1995/1997 foram realizados os circuitos de derivação Algaes-Fazenda e Fazenda-Além da Fazenda no âmbito do projeto de “Reforço das Afluências do Aproveitamento de Além da Fazenda”. Mais recentemente (2002) foi ainda concluído o circuito de derivação da ribeira do Meio para o Açude dos Algaes.

A seguir indicam-se as características principais das diferentes captações e circuitos de derivação.

### AÇUDE DOS ALGARES E DERIVAÇÃO ALGARES – FAZENDA

O açude dos Algaes domina uma bacia drenante de 1,27 km<sup>2</sup> a que corresponde um módulo de  $Q_m = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$ , localiza-se na ribeira dos Algaes e é constituído por uma obra em betão de gravidade com 2,5 m de altura máxima e cerca de 20 m de desenvolvimento. A cota do coroamento está fixada à (526,20), a crista da soleira descarregadora à (525,80) e a soleira da tomada de água à (524,40).

A tomada de água é constituída por tubagem de diâmetro interior DN 300 mm munida de duas válvulas de cunha de comando manual. A entrada está protegida por uma grade metálica.

A tomada de água dispõe à saída de uma bacia de impacto e de um tranquilizador de ondas ao qual se segue o canal.

O circuito de derivação está dimensionado conservativamente para um caudal máximo de 0,275 m<sup>3</sup>/s tomando já em consideração a extensão do mesmo circuito com a realização da captação da ribeira do Meio e adução dos caudais ao açude dos Algaes.

O circuito é constituído essencialmente pelo canal Algaes — Casinha com uma secção de 0,60 m de largura por 0,70 m de altura e uma extensão total de 62,5 m fazendo a ligação do açude dos Algaes a uma caixa de repartição de caudais.

A jusante da caixa de derivação o

.....  
**Texto** EDA RENOVÁVEIS - GRUPO EDA

**Fotos** Paulo Henrique Silva/DRA

**ENERGIA HIDROELÉTRICA**

## ILHA DAS FLORES



Câmara de carga



Sala dos grupos hídricos



Grupos hídricos



Edifício da Central Hídrica

circuito é constituído por manilhas de betão de DN 400 mm fazendo posteriormente o atravessamento da estrada Santa Cruz - Fazenda através de uma secção visitável de 1,0 m x 1,0 m, após o que a adução se faz novamente em canal com a mesma secção do anterior (0,6 m x 0,7 m) em cerca de 50 m. No final deste troço a água é lançada num afluente da ribeira da Fazenda.

### AÇUDE DA FAZENDA E DERIVAÇÃO FAZENDA-ALÉM DA FAZENDA

As aflúncias da ribeira da Fazenda são captadas através da implementação dum pequeno açude em betão com cerca de 1,5 m de altura máxima acima do terreno e 20 m de desenvolvimento longitudinal. A crista da soleira descarregadora foi fixada à cota (273,50). O açude da ribeira da Fazenda tem uma área de bacia drenante de 0,55

km<sup>2</sup> o que de acordo com o projeto corresponde a um módulo de  $Q_m = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$ .

A tomada de água faz-se no encontro esquerdo por intermédio de um poço de 0,80 m x 0,80 m de secção com soleira à cota (273,25) protegida por uma adufa de comando manual. A base do poço comunica com um desarenador por intermédio de uma conduta de DN 300 mm.

A jusante do desarenador a água derivada (aflúncias da ribeira da Fazenda e aflúncias dos Algares restituídas à Fazenda) é conduzida através do canal da Fazenda com uma secção de 0,60 m x 0,75 m com um desenvolvimento total de 248 m até junto da estrada Fazenda — Além da Fazenda.

A travessia inferior desta estrada é feita através de uma secção retangular visitável de 0,60 m x 1,20 m de altura com um de-

envolvimento total de cerca de 18 m.

Segue-se o canal de descarga em Além da Fazenda com um desenvolvimento de cerca de 43 m, de forte inclinação permitindo restituir os caudais à ribeira de Além da Fazenda através de um salto de ski.

### AÇUDE DE RIBEIRA DO MEIO E DERIVAÇÃO MEIO-ALGARES

Já em 2002 foi executado o açude e a derivação de caudais da ribeira do Meio para o açude dos Algares.

O açude da ribeira do Meio à cota (543,00) domina uma bacia drenante de 0,56 km<sup>2</sup> a que corresponderá um módulo de  $Q_m = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ ; com a captação ao longo do circuito de dois afluentes, os caudais médios drenados são aumentados para  $Q_m = 0,04 \text{ m}^3/\text{s}$ .

O açude da ribeira do Meio é uma

## ILHA DAS FLORES



Edifício da Central Hídrica

pequena obra de 2 m de altura e 20 m de desenvolvimento com soleira descarregadora à cota (544,00) e muros laterais nos dois encontros à cota (545,00).

A tomada de água faz-se na margem esquerda sendo dotada à entrada de uma grade e de uma adufa de corredeira.

A adutora é constituída por uma conduta de DN 300 mm com um desenvolvimento total de cerca de 1.232 m terminando junto ao açude dos Algarés por uma caixa e valeta de restituição.

### 3 - CAPTAÇÃO E DERIVAÇÃO DA RIBEIRA DO CASCALHO

A captação na ribeira do Cascalho e derivação para a ribeira da Badanela, afluente da margem esquerda da ribeira de Além da Fazenda, foi concluído em 2005.

A bacia drenante no local do açude de captação é de 1,27 km<sup>2</sup> correspondendo-lhe um caudal modular de 0,06 m<sup>3</sup>/s, tendo-se fixado um caudal máximo de derivação de 0,15 m<sup>3</sup>/s.

### REMODELAÇÃO E AUTOMATIZAÇÃO DA CENTRAL - 2015

A empreitada de remodelação do aproveitamento compreendeu intervenções na câmara de carga, nomeadamente na tomada de água, onde tem início a conduta forçada, cujo diâmetro passou de DN 780 para DN 1000 e na descarga de fundo, cuja conduta passou de DN 300 para DN 500. Estas intervenções implicaram ainda a substituição das comportas e dos respetivos mecanismos de comando.

Na conduta forçada procedeu-se à substituição de toda a tubagem de aço, com alteração de diâmetro, implicando também as demolições parciais dos maciços de amarração e da reconstrução dos mesmos com novas geometrias. A nova conduta, otimizada para um caudal máximo de 1,8 m<sup>3</sup>/s, apresenta um diâmetro único de 1.000 mm, um desenvolvimento de 249,49 metros e uma espessura mínima de 8 mm.

A remodelação da Central implicou a desativação do Grupo 1 e da respetiva conduta de adução, a substituição dos grupos 2 e 3 por dois grupos novos e a remodelação do grupo 4 existente.

Os dois novos grupos (Grupo 1 Novo - G1N e Grupo 2 Novo - G2N) possuem turbinas com uma potência de 528 kW, para um caudal de 0,55 m<sup>3</sup>/s, com uma queda útil de 106,5 m. As turbinas serão do tipo Francis, simples, de eixo horizontal acopladas a geradores síncronos, trifásicos, de eixo horizontal, de 640 kVA de potência nominal unitária.

Toda a instalação hidráulica da barragem e da câmara de carga bem como as instalações auxiliares da Central e dos Grupos foram completamente automatizados possibilitando a exploração em regime abandonado e telecomandado sendo o seu comando efetuado a partir das instalações da Central Térmica das Lajes.

O aproveitamento hidroelétrico de Além Fazenda é responsável pela produção de aproximadamente 50% da energia elétrica da ilha das Flores.



Sala dos grupos hídricos



Edifício da Central Hídrica



Grupo hidráulico



Quadros de comando e controlo dos grupos hídricos



Subestação - Sala de quadros de Média Tensão

Texto EDA RENOVÁVEIS - GRUPO EDA

Fotos Paulo Henrique Silva/DRA

ENERGIA HIDROELÉTRICA