



# APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DE RUIVÃES

**Rio Saltadouro, Ribeiro de Chedos  
e Ribeira de Rebordondo**  
Concelho de Vieira do Minho

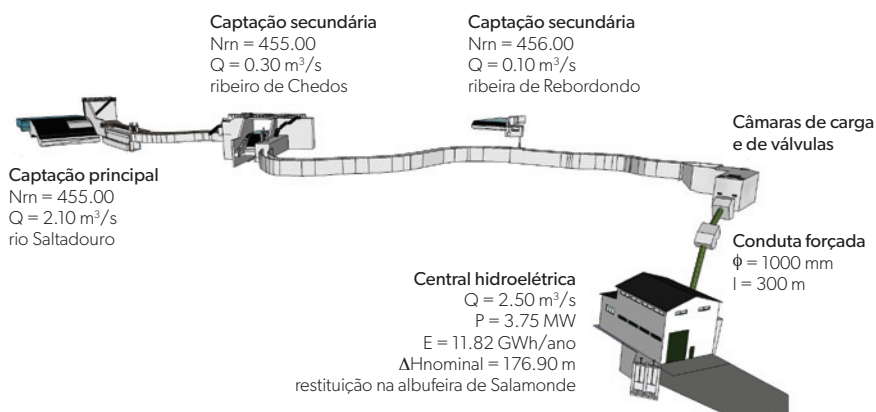




O **aproveitamento hidroelétrico (AHE) de Ruivães** localiza-se nos troços terminais do rio Saltadouro e de dois pequenos afluentes seus, designadamente, o ribeiro de Chedos e a ribeira de Rebordondo, na União das Freguesias de Ruivães e Campos, concelho de Vieira do Minho, distrito de Braga. O rio Saltadouro é um afluente da margem esquerda do rio Cávado, confluindo com este rio na albufeira de Salamonde.

A construção do empreendimento começou em agosto de 2015 e o início da exploração comercial teve lugar em dezembro de 2016.

O AHE de Ruivães é explorado a fio-de-água com eclusagem no circuito hidráulico, para concentração das aflúências correspondentes a caudais inferiores ao mínimo admitido pela turbina. O circuito hidráulico desenvolve-se entre as cotas 455.00 e 272.80 referentes ao nível de retenção normal da albufeira criada pelo açude no rio Saltadouro, Nrn, e ao eixo dos injetores da turbina.



Esquema geral do AHE de Ruivães.

O aproveitamento está dimensionado para o caudal máximo derivável de  $2.50 \text{ m}^3/\text{s}$  e para a queda bruta máxima relativa ao nível na câmara de carga de cerca de 179.70 m, a que corresponde a potência de 3.75 MW. A energia produzida, com valor anual médio de 11.8 GWh, é injetada na rede elétrica nacional na linha Vila Nova-Salmonde, através de um ramal a 15 kV, com 0.6 km de extensão.

A adução de água para o circuito hidráulico processa-se através de três captações, uma principal, localizada no rio Saltadouro, e duas secundárias, inseridas no ribeiro de Chedos e na



Vista da albufeira de Salamonde e do ramal de interligação do aproveitamento à rede elétrica nacional.



ribeira de Rebordondo. Tais captações assentam em açudes com conceção geral em tudo idêntica, ou seja, constituídos por perfis de gravidade, munidos de soleiras descarregadoras com perfil transversal do tipo Creager, com cristas galgáveis em todo o desenvolvimento, dimensionadas para os caudais de ponta das cheias centenárias nas bacias hidrográficas que dominam. As tomadas de água para o circuito hidráulico têm também a mesma conceção geral, localizando-se em zonas das soleiras descarregadoras cujas cristas foram, para o efeito, ligeiramente rebaixadas. Trata-se sempre de tomadas de água não controláveis, do tipo tirolês, protegidas por grelhas com espaçamento livre entre barras de 5 cm e inclinadas a 20%, de modo a terem características de autolimpeza.



Açude no rio Saltadouro.



O **açude localizado no rio Saltadouro** tem a altura máxima de 9.50 m definida pela diferença entre a cota 460.40 relativa ao topo dos encontros laterais e a cota da fundação geral de 450.90. A distância entre os encontros do açude é de cerca de 18 m, sendo essencialmente ocupada pela passagem de toupeiras (1.00 m), pela soleira descarregadora propriamente dita (9.75 m) e pela tomada de água para o circuito hidráulico (7.25 m, incluindo três pilaretes com a largura total de 0.80 m).

A cota da soleira descarregadora foi fixada em 455.40 atendendo ao caudal de ponta da cheia centenária de 320 m<sup>3</sup>/s. Para tal caudal a cota máxima na albufeira é de 459.90 (nível de máxima cheia, NMC), assegurando-se, deste modo, a folga de 0.50 m relativamente à cota do topo dos encontros laterais. A tomada de água está adjacente ao encontro esquerdo do açude, tendo aí a crista da soleira descarregadora sido rebaixada para a cota de 455.00, correspondente ao nível de retenção normal, Nrn. Está equipada com três grelhas, cada com a área útil de 2.15 x 1.99 m<sup>2</sup>. Para nível na albufeira à cota 455.34 (ou seja, 0.34 m acima do Nrn), garante-se, assim, a derivação do caudal de 2.10 m<sup>3</sup>/s, adotado no dimensionamento do circuito hidráulico até à captação do ribeiro de Chedos. O restante comprimento da soleira descarregadora, com crista à cota 455.40, só funcionará nos meses mais húmidos, quando o caudal no rio for superior ao máximo derivável.

Sobre a soleira descarregadora, junto do encontro da margem direita, foi instalada uma passagem de toupeiras de água (*Galemys pyrenaicus*), mamífero semi-aquático característico dos trechos superiores dos rios do norte do País. No essencial, a passagem é constituída por uma rampa preenchida por uma sequência de fossas desniveladas de 0.20 m, com apenas 0.09 m de profundidade, executadas num canal com 1.00 m de largura e com declive longitudinal de 1V:3H, alimentado pelo caudal de 0.8 l/s.

O açude dispõe de uma descarga de fundo, constituída por uma galeria com secção quadrada de 1.20 x 1.20 m<sup>2</sup>, obturável a montante por uma comporta corredeira manobrável a partir de uma plataforma à cota do topo dos encontros laterais do açude. Junto desta descarga está instalado o circuito principal do caudal ecológico, constituído por uma tubagem Ø<sub>ext</sub> 170 horizontal (eixo à cota 453.61), não obturável, protegida na entrada por uma grelha metálica e destinado a assegurar boas condições ambientais no trecho fluvial a jusante. Para albufeira no Nrn o caudal lançado para jusante é de 65.5 l/s, ao qual acresce o caudal da passagem de toupeiras, perfazendo o caudal ecológico de 66.3 l/s.

No trecho inicial do circuito hidráulico que se desenvolve a jusante do açude foi executado um descarregador lateral adjacente ao rio Saltadouro, com 20 m de desenvolvimento e crista à cota 453.85, destinado a devolver ao rio os caudais aduzidos em excesso pela tomada de água durante a ocorrência de cheias.



Açude no ribeiro de Chedos. À esquerda, vista de montante e, à direita, descarregadores laterais e parte terminal da rampa para toupeiras.

A **captação secundária do ribeiro de Chedos** e a travessia do canal de derivação sobre tal ribeiro foram executadas numa única estrutura. Com efeito, na travessia o canal de derivação proveniente da captação principal tem o rasto praticamente ao nível do talvegue da linha de água, sendo envolvido pelo açude, cuja fundação geral está à cota 451.00. A distância entre encontros do açude é de 7.50 m, dos quais 2.15 m são ocupados pela tomada de água, 1.00 m pela passagem de toupeiras, 4.05 pela soleira descarregadora propriamente dita e 0.30 m por um pilarete, adjacente ao encontro esquerdo do açude. Nos encontros foram executados muros verticais com coroamento à cota 459.70, interligados por um passadiço pedonal metálico, com a face inferior à cota 459.30, o qual permite o acesso ao circuito hidráulico que se desenvolve a jusante, ao longo da margem esquerda do rio Saltadouro.

A crista da soleira descarregadora foi fixada à cota 455.25 conducente ao NMC de 458.30 para o caudal de dimensionamento de  $75 \text{ m}^3/\text{s}$ . Deste modo, está assegurada a folga de 1.00 m relativamente à cota da face inferior do passadiço.

Na zona da tomada de água, anexa ao encontro esquerdo, a crista da soleira descarregadora foi rebaixada para a cota 455.00 referente ao Nrn, localizando-se aí a tomada de água, equipada com uma grelha com  $2.15 \times 1.12 \text{ m}^2$ . Para a carga de dimensionamento de 0.19 m acima do Nrn o caudal aduzido é de  $0.30 \text{ m}^3/\text{s}$ .

No encontro direito do açude está instalada a rampa para toupeiras de água, a descarga de fundo e a descarga principal do caudal ecológico. A descarga de fundo é constituída por uma galeria com secção quadrada de  $0.80 \times 0.80 \text{ m}^2$ , obturável por uma comporta plana manobrável a partir do coroamento. Junto desta descarga insere-se o circuito principal de descarga do caudal ecológico, constituído por uma tubagem  $\varnothing_{\text{ext}} 63$  (eixo à cota 454.50), não obturável, protegida na entrada por uma grelha metálica, a qual assegura o caudal de 9.4 l/s para albufeira no Nrn. A este caudal acresce o lançado através da passagem de toupeiras de 1.0 l/s, perfazendo o caudal total de 10.4 l/s. A rampa para toupeiras tem conceção em tudo equivalente à rampa do açude principal.

Entre a obra de captação e o canal propriamente dito existem dois descarregadores laterais, ambos com crista à cota 453.78 e com desenvolvimentos de 1.70 e 2.30 m, que devolvem diretamente ao ribeiro de Chedos os caudais aduzidos em excesso. Entre descarregadores está instalada uma comporta corrediça para isolamento da ligação ao canal de derivação.

A **captação secundária da ribeira de Rebordondo** tem conceção similar à das demais captações, embora a uma escala menor. O vão livre é de 9.50 m, dos quais 7.10 m são ocupados pela soleira descarregadora propriamente dita (com crista à cota 456.15), 2.15 m pela tomada de água e 0.25 m por um pequeno pilarete, localizado junto do único encontro do açude, na margem esquerda. Do posicionamento da crista da soleira descarregadora resultou o NMC para a cheia centenária de  $32 \text{ m}^3/\text{s}$  de 457.20, conducente a cota do coroamento do encontro esquerdo de 457.70 (folga de 0.50 m).



Açude na ribeira de Rebordondo. À esquerda, zona da tomada de água e, à direita, vista da ponte canal.

A crista da soleira descarregadora na zona da tomada de água foi rebaixada para a cota 456.00 referente ao Nrn, localizando-se aí a tomada de água, equipada com uma grelha com  $0.82 \times 2.15 \text{ m}^2$ . Para a carga de dimensionamento de 0.09 m acima do Nrn o caudal aduzido é de  $0.10 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo encaminhado ao longo de uma conduta em pressão, de ligação ao canal de derivação, em aço inoxidável, com  $\varnothing_{\text{ext}} 223$  e cerca de 14 m de extensão.

O circuito de descarga do caudal ecológico, constituído por uma tubagem  $\varnothing_{\text{ext}} 63$  (eixo à cota 455.70), não obturável, protegida na entrada por uma grelha metálica, está instalado no corpo da soleira descarregadora, assegurando o caudal de 3.3 l/s para albufeira no Nrn. Ao açude segue-se um descarregador lateral, com soleira à cota 454.70 e 2 m de desenvolvimento.

O **canal de derivação em superfície livre** tem a extensão total de 1075 m, inclinação de fundo de cerca de 0.1% e secção transversal retangular com topo das paredes laterais horizontal, à cota 454.30. Nestas condições, a profundidade do canal aumenta de montante para jusante, variando entre 1.69 m, à saída do descarregador lateral do açude no rio Saltadouro, e 2.89 m, à entrada da câmara de carga. A jusante da captação no ribeiro de Chedos, o canal é acompanhado por uma plataforma destinada à circulação de viaturas.



Canal de derivação.

O dimensionamento do canal atendeu à necessidade de dar vazão aos caudais aduzidos e de assegurar: o volume de armazenamento de cerca de  $2600 \text{ m}^3$  requerido pela exploração da central em regime de eclusagem; o posicionamento da superfície livre ao longo do mesmo durante as cheias e períodos de inoperação da central compatível com a criação das cargas hidráulicas necessárias para que os descarregadores laterais devolvam aos cursos de água os caudais em excesso; e, muito pertinentemente, o seu não galgamento durante os regimes transitórios que se seguem a paragens de emergência da central, designadamente, quando combinados com a ocorrência das cheias centenárias.

O canal compreende três troços distintos: um inicial, coberto, entre a captação principal e a confluência com a galeria proveniente da captação no ribeiro de Chedos, com 1.50 m de largura e 88 m de comprimento (incluindo a travessia do ribeiro), dimensionado para o caudal de  $2.10 \text{ m}^3/\text{s}$ ; um troço intermédio, desenvolvendo-se a jusante, até à confluência da conduta de ligação à captação na ribeira de Rebordondo, com 1.65 m de largura e 587 m de comprimento (incluindo um trecho em ponte canal com 33 m), dimensionado para o caudal de  $2.40 \text{ m}^3/\text{s}$ ; e um trecho final, de ligação à câmara de carga, com 1.70 m de largura e 400 m de comprimento, para escoamento do caudal máximo turbinável de  $2.50 \text{ m}^3/\text{s}$ . O canal dispõe de três rampas de salvamento.



Ponte canal, descarregador lateral de jusante e plataforma adjacente de circulação.



De modo a atenuar os regimes transitórios na sequência de paragem súbita da central, foram executados no canal dois descarregadores laterais, inseridos imediatamente a montante e a jusante da ponte canal, cada com 5 m de desenvolvimento, crista à cota 453.78 e descarga para a ribeira de Rebordondo.

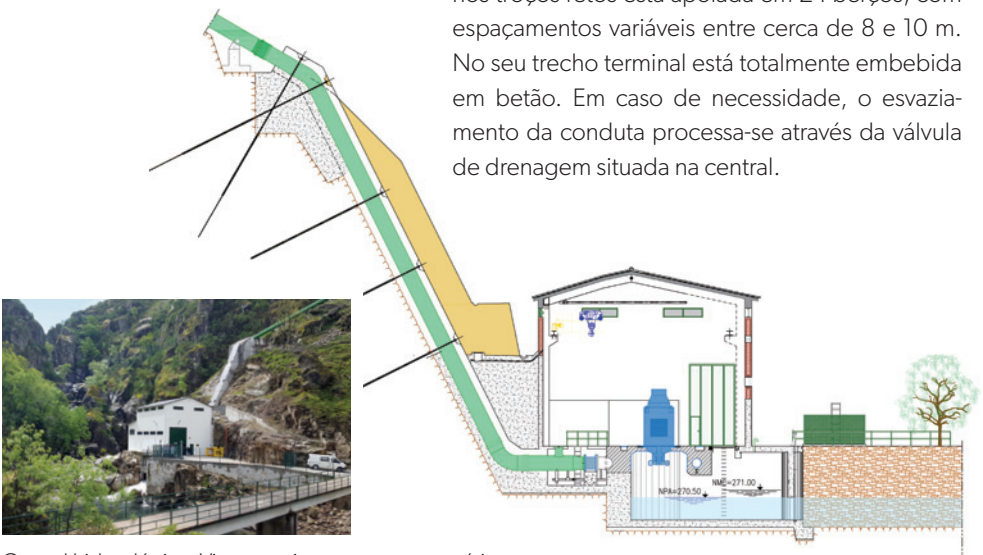
A **câmara de carga**, com a área em planta de 110 m<sup>2</sup> e a profundidade máxima de 5.45 m, assegura a transição entre o canal de adução e a conduta forçada. A tomada de água da conduta forçada, que está protegida por uma grelha com 4.50 x 3.25 m<sup>2</sup> munida de limpa-grelhas, dispõe de uma válvula de borboleta Ø 1000 para isolamento e segurança da conduta equipada com dispositivo de fecho automático em caso de sobrevelocidade. Na câmara de carga está ainda instalado um medidor de nível cujas indicações são transmitidas ao autómato da central de modo a permitir a regulação automática da abertura dos injetores da turbina e, assim, o funcionamento da central em regime dito abandonado.

O dimensionamento da câmara de carga atendeu aos regimes transitórios, à necessidade de evitar a aspiração de ar a partir da superfície livre pelo escoamento em pressão e ao controlo da central em regime de eclusagem. Para caudais aduzidos entre o máximo turbinável de 2.50 m<sup>3</sup>/s e o mínimo compatível com o funcionamento da turbina de 0.50 m<sup>3</sup>/s, o nível na câmara de carga é mantido constante e igual a 452.50. Para caudais inferiores, o nível mínimo pode descer até 451.77, processando-se a exploração em regime de eclusagem entre esse nível e o nível 453.55.



Vista do trecho inicial da conduta forçada sobre a albufeira de Salamonde.

A **conduta forçada** é constituída por tubagens de aço soldado Ø<sub>int</sub> 1000 e desenvolve-se entre as cotas 449.50, imediatamente a jusante da válvula de borboleta na câmara de carga, e 272.80 à entrada da central, na secção de ligação à válvula de isolamento da turbina (comprimento de cerca de 300 m). Nas curvas dispõe de oito maciços de amarração, sendo que nos troços retos está apoiada em 24 berços, com espaçamentos variáveis entre cerca de 8 e 10 m. No seu trecho terminal está totalmente embebida em betão. Em caso de necessidade, o esvaziamento da conduta processa-se através da válvula de drenagem situada na central.



Central hidroelétrica. Vista exterior e corte esquemático.



Central hidroelétrica. Vista aérea do trecho final do canal, da câmara de carga, da conduta forçada e da central.

O circuito hidráulico termina na **central hidroelétrica**, localizada na margem esquerda do rio Saltadouro, próximo da sua confluência com a albufeira de Salamonde. O edifício da central, com a área em planta de  $16.00 \times 11.40 \text{ m}^2$ , é constituído por pisos em três níveis, concretamente às cotas 271.30, 273.93 e 277.05. A entrada para o edifício processa-se pelo piso intermédio, onde está instalado o grupo turbina-gerador, para além dos quadros elétricos e de comando. Existe ainda um compartimento destinado à instalação das celas MT. A partir deste piso é possível aceder à galeria de fuga (restituição), à cota 269.00, por intermédio de poço munido de tampa estanque. As instalações sanitárias e o escritório estão no piso superior, ocupando apenas uma pequena parte da área total do edifício. De entre o equipamento localizado no piso à cota 271.30 destaca-se a chegada da conduta, incluindo o postigo de entrada de homem, o respetivo circuito de drenagem e a válvula de proteção da turbina.

O grupo turbina-gerador é constituído por uma turbina Pelton de eixo vertical, com seis injetores, dimensionada para o caudal máximo de  $2.50 \text{ m}^3/\text{s}$  sob a queda nominal de 176.90 m e potência limitada a 3.75 MW. A restituição processa-se para o rio Saltadouro, já na zona do regolfo da albufeira de Salamonde, localizada no rio Cávado. O transformador principal de 6.6/15 kV, para a potência de 4200 kVA, está localizado numa dependência exterior, contígua ao edifício. A central está ainda equipada com uma ponte rolante para movimentação de equipamento pesado.



Roda da turbina e injetores e gerador.



Quedas de água na confluência do rio Saltadouro com a albufeira de Salamonde.

O aproveitamento hidroelétrico de Ruivães foi concebido e executado com o objetivo de assegurar: uma boa integração cultural, ambiental e paisagística no meio envolvente, marcado pela ponte medieval do rio Saltadouro, localizada a montante da captação principal; pelo caminho romano de Ruivães, em que a ponte se insere; pela ocupação agro-florestal do solo; e pelas quedas de água que pontuam o trecho terminal do rio Saltadouro.

Realça-se, nomeadamente: a preservação do caminho romano; a necessidade de assegurar a não interferência da sobrelevação do nível da água causada pelo açude principal com a ponte medieval; a construção de duas passagens de toupeira de água; a libertação de caudais ecológicos; e a implementação de várias ações de integração ambiental e paisagística, incluindo a plantação de árvores ribeirinhas e a realização de hidrossementeira nos taludes de escavação.



© Nuno Faria

Toupeira de água.

O aproveitamento será objeto de acompanhamento ambiental, de modo a avaliar a evolução da qualidade dos ecossistemas aquáticos existentes na sua área de influência. A primeira campanha de monitorização ecológica foi realizada durante a construção do aproveitamento.

## DADOS TÉCNICOS

<b>Caraterísticas hidrológicas</b>	<b>Rio Saltadouro</b>	<b>Ribeiro de Chedos</b>	<b>Ribeira de Rebordondo</b>
Bacia hidrográfica principal		Rio Cávado	
Área da bacia hidrográfica	32.9 km <sup>2</sup>	4.7 km <sup>2</sup>	1.5 km <sup>2</sup>
Afluência anual média sobranete	44.48 hm <sup>3</sup>	8.01 hm <sup>3</sup>	2.28 hm <sup>3</sup>
Cheia centenária (secção do açude / captação)	320 m <sup>3</sup> /s	75 m <sup>3</sup> /s	32 m <sup>3</sup> /s

<b>Circuito hidráulico</b>	<b>Rio Saltadouro</b>	<b>Ribeiro de Chedos</b>	<b>Ribeira de Rebordondo</b>
Açude / captação	perfil de gravidade e soleira descarregadora com perfil transversal tipo Creager		
Nível de retenção normal (Nrn)	455.00	455.00	456.00
Altura da soleira descarregadora em relação à cota geral da fundação	4.50 m	4.25 m	1.75 m
Tomada de água	tipo tirolês		
Caudal máximo derivável	2.10 m <sup>3</sup> /s	0.30 m <sup>3</sup> /s	0.10 m <sup>3</sup> /s
Canal retangular – altura e rasto médios / comprimento	1.65 x 2.29 m <sup>2</sup> / 1075 m		
Câmara de carga – nível de regulação da turbina / dimensões da grelha	452.50 / 4.50 x 3.25 m <sup>2</sup>		
Conduta forçada – diâmetro / comprimento	1000 mm / 300 m		

<b>Central</b>	
Exploração	fio-de-água com eclusagem; automática; modo abandonado
Turbina – tipo / potência	turbina Pelton de eixo vertical e 6 injetores / 3900 kW
Gerador – tipo / potência	síncrono / 4200 kVA
Cota dos eixos dos injetores da turbina	272.80
Queda bruta máxima relativa ao Nrn / ao nível de regulação na câmara de carga	182.20 / 179.70
Potência permitida no veio	3750 kW
Produção de energia anual média	11.82 GWh

<b>Ligação à rede elétrica</b>	
Transformador principal 6.6 kV/15 kV	4200 kVA
Ramal de ligação a 15 kV	0.6 km
Tensão de entrega	15 kV

**Coordenação Geral:** HIDROERG – Projectos Energéticos, Lda.

**Projeto:** CENOR – Projectos de Engenharia, Lda.

**Obras de Construção Civil:** Domingos da Silva Teixeira, S.A. (DST)

**Equipamentos Hidromecânicos, Eletromecânicos e Elétricos:**

Empreiteiro geral: EFACEC – Engenharia e Sistemas, S.A. / Fornecedores: RAINPOWER, WEG

**Ramal de Ligação à Rede Elétrica:** Electro-Minho, Lda.

**Fiscalização das Empreitadas:** PENGEST – Planeamento, Engenharia e Gestão, Lda.