

Hidroeletricidade



coba
GROUP

CONSULTORES DE ENGENHARIA E AMBIENTE

APRESENTAÇÃO

A COBA é um grupo multinacional e multidisciplinar de Serviços de Engenharia e Ambiente, fundado em 1962.

Os serviços que presta vão desde os estudos de base e de planeamento, de conceção e análise de viabilidade técnica, ambiental e económica, de projeto para construção, bem como da gestão e fiscalização das obras, até ao acompanhamento da operação e observação do seu comportamento.

Com escritórios em três continentes e experiência em sessenta países, o Grupo conta com várias empresas correspondendo a especializações funcionais ou a áreas geográficas.

O conhecimento acumulado ao longo das últimas seis décadas, a manutenção dos seus colaboradores na vanguarda das respetivas áreas técnicas, a estabilidade do seu quadro permanente de colaboradores e a experiência internacional refletem-se na sua capacidade em encontrar para os clientes, quer públicos quer privados, soluções adaptadas às necessidades e ao seu contexto.

Ao longo da sua vida o Grupo participou, com autoridades públicas ou com promotores privados, na viabilização de Empreendimentos de mais variada dimensão, alguns deles estruturantes e de grande impacto na melhoria das condições de vida das populações nos diversos países onde atuou.

O grupo dispõe atualmente de um elevado número de valências e áreas técnicas que permitem a constituição de equipas pluridisciplinares de que resulta numa visão integrada dos empreendimentos.

PRINCÍPIO E EVOLUÇÃO

A energia hidroelétrica é, desde a fundação da COBA em 1962, uma das suas maiores áreas de especialização, dada a especial vocação da empresa para o estudo de aproveitamentos hidráulicos, nomeadamente de barragens para fins energéticos.

A primeira grande conquista, na década de sessenta, foi a conceção do Aproveitamento Hidroelétrico do Funil, no rio Paraíba, no Brasil, cuja central hidroelétrica tem uma potência instalada de 216 MW, e que se encontra em funcionamento desde 1969.

Até ao início dos anos oitenta foram elaborados diversos projetos de aproveitamentos hidroelétricos, com potências instaladas compreendidas entre os 40 MW e os 520 MW, em Angola, Moçambique, Grécia, Brasil, Costa Rica e Portugal. Destes, assinalam-se os projetos do aproveitamento de Sela (152 MW), em Portugal, e os aproveitamentos de Sfikia (315 MW) e de Assomata (108 MW), na Grécia. Em alguns destes projetos, a intervenção da COBA passou pelos Estudos de Viabilidade e Conceção até à Assistência Técnica à Construção, incluindo a aprovação dos projetos de execução das obras civis e equipamentos.

A partir dos anos 80, a COBA iniciou a sua atividade no domínio das mini-hídricas em Portugal Continental, nos Açores e na Guiné-Bissau. Esta atividade perdura até aos dias de hoje, com a execução de vários estudos e projetos em Portugal e no estrangeiro, alguns deles já em fase de construção ou de exploração. Em Portugal, este aumento deveu-se, principalmente, à nova legislação, que favoreceu a produção independente de energia hidroelétrica, através de mini-hídricas com capacidade máxima de 10 MW.

Foi, também, nesse período que a COBA iniciou a sua intervenção ao nível da reabilitação, remodelação e automação das centrais hidroelétricas construídas na primeira metade do século XX, para obtenção de melhores rendimentos e preparação dos aproveitamentos para uma exploração abandonada. Neste domínio, são de referir as centrais integradas no Aproveitamento Hidroelétrico da Serra da Estrela.



SITUAÇÃO ACTUAL E PERSPECTIVAS

Em Portugal, após um longo interregno, as entidades governamentais reconheceram a importância da energia hidroelétrica no desenvolvimento económico e social do país, permitindo utilizar nesse sentido os muitos recursos hídricos ainda por explorar. Para além de se tratar de um recurso nacional, limpo e renovável, a sua transformação em energia hidroelétrica permitirá o aumento de outras fontes de energia renováveis intermitentes (eólica e solar), assim como a transição energética para um sistema sustentado em fontes renováveis, reduzindo a dependência dos combustíveis fósseis importados e diminuindo, também, as emissões de gases com efeito de estufa.

Este novo ciclo iniciou-se com o Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico de 2007, no qual a COBA foi líder de Consórcio, e do qual foram selecionados 10 locais para grandes aproveitamentos hidroelétricos a serem desenvolvidos a curto prazo. Entretanto, inúmeros projetos hidroelétricos foram atribuídos à EDP Produção em modelo de Concessão, e a COBA intensificou a sua colaboração com a mesma, através da realização de estudos e projetos, dos quais se destacam: Alqueva II (260 MW), Pedrogão II (13 MW), Alvito (214 MW), Fridão (241 MW), Foz Tua (262 MW), Feiticeiro (30 MW), Ribeiradio-Ermida (75 MW e 8 MW) e Salomonde II (209 MW).

A nível internacional, os últimos anos ficaram igualmente marcados por um forte crescimento desta atividade em Angola, Marrocos, Senegal, Brasil, Moçambique, Maláui, Guiné-Bissau e Paquistão. Merecem especial destaque os grandes projetos hidroelétricos realizados em Angola, nomeadamente: Caculo Cabaça (2 172 MW), Laúca (2 070 MW) e Cambambe II (714 MW) no rio Kwanza; Gove (62 MW), Jamba-ia-Mina (224 MW), Jamba-ia-Oma (79 MW) e Matala (42 MW) no rio Cunene; e muitos outros projetos de menor dimensão distribuídos pelo país, incluindo a reabilitação de várias centrais hidroelétricas existentes noutras bacias hidrográficas. Noutras geografias, os aproveitamentos do Saltinho (27 MW), na Guiné-Bissau, e de fins múltiplos de Mapai (18 MW), em Moçambique, são também projetos de referência.

Os Projetos de Armazenamento de Energia por Bombagem ganharam relevância nos últimos anos. A maioria dos aproveitamentos projetados em Portugal está equipada com unidades de bombas-turbinas reversíveis. A COBA desenvolveu recentemente o Estudo de Viabilidade para um Projeto de Armazenamento por Bombagem na Ilha de Santiago (20 MW), em Cabo Verde, encontrando-se em desenvolvimento o Plano Diretor para Projetos de Armazenamento por Bombagem em Marrocos.

É expectável que a expansão desta atividade prossiga nos próximos anos, tanto em Portugal como no estrangeiro, trazendo consigo novos projetos que assegurem o futuro das equipas da COBA nas diversas vertentes científicas associadas a projetos multidisciplinares desta natureza e que, em simultâneo, preservem o prestígio internacional granjeado ao longo das décadas.

DOMÍNIOS DE ATIVIDADE

APROVEITAMENTOS HIDRÁULICOS

Barragens de betão, de terra e de enrocamento. Diques e reservatórios. Sistemas de adução. Estruturas hidráulicas.

PRODUÇÃO E TRANSPORTE DE ENERGIA ELÉTRICA

Centrais hidroelétricas. Centrais fotovoltaicas e parques eólicos. Mini-hídricas. Reabilitação, modernização e automação de centrais hidroelétricas. Subestações. Redes de alta tensão. Sistemas de refrigeração de centrais termoeelétricas.

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS

Captação, adução e distribuição de água. Estações de tratamento de água potável. Sistemas de Drenagem. Estações de tratamento de águas residuais. Estações elevatórias.

AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL

Sistemas de rega e de drenagem. Caminhos rurais. Sistemas de produção. Cartografia e informação de base.

INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTE

Estradas e autoestradas. Caminhos de ferro. Estações de Mercadorias e de Passageiros. Metropolitanos. Aeroportos. Pontes e outras obras de arte.

AMBIENTE

Estudos de Impacte Ambiental. Gestão, Monitorização e Auditorias Ambientais. Controle da Poluição Enquadramento Paisagístico. Planos de Ordenamento. Recuperação de áreas degradadas. Aterros de resíduos. Barragens de rejeitos.

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS

Túneis e cavidades. Taludes naturais e de escavação. Fundações especiais. Molhes. Obras de aterro. Estruturas de contenção.

OBRAS MARÍTIMAS E FLUVIAIS

Cais. Regularização de rios e canais. Reabilitação de Molhes. Controle de cheias e regularização de caudais.

INDÚSTRIA MINEIRA

Estudos Ambientais. Barragens de Rejeitos e Estruturas Conexas: Projeto; Manual de Operações, Manutenção e Observação; Avaliação de segurança e análise de risco. Planos de Encerramento de Minas. Formação.

EDIFICAÇÕES

Edifícios para Habitação e Serviços. Edifícios Industriais. Estruturas Industriais Metálicas e Mistas. Reabilitação e Recuperação de Edifícios Antigos

CARTOGRAFIA E CADASTRO

Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Cartografia Digital. Cartografia Temática. Cadastros Temáticos. Expropriações.

CONTROLE DE SEGURANÇA E REABILITAÇÃO DE OBRAS

Auscultação, Inspeção e Reforço de Barragens e de Infraestruturas Viárias. Instrumentação de Obras. Manutenção e Exploração de Obras.

GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS E FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

Gestão de Empreendimentos. Gestão de Custos. Fiscalização de Obras. Garantia e Controlo da Qualidade.



Aproveitamento Hidroelétrico de Laúca

APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

CACULO CABAÇA 2 172 MW

O Aproveitamento Hidroelétrico (AH) de Caculo Cabaça situa-se no curso médio do rio Kwanza, a montante das quedas de Caculo Cabaça, na fronteira entre as províncias do Kwanza Norte e Kwanza Sul, a cerca de 270 km da cidade de Luanda.

Corresponde ao quarto escalão do desenvolvimento em cascata a ser construído neste rio, a montante do AH de Cambambe e a jusante dos AH's de Capanda e Laúca.

O aproveitamento é concebido para ser explorado de forma integrada com os aproveitamentos de Capanda e Laúca.

BARRAGEM

Tipo cilindro (BCC)	Gravidade de betão compactado com
Altura máxima	103 m
Comprimento de coroamento	553 m
Volume total de betão	1 450 000 m ³
Capacidade da albufeira	436 x 10 ⁶ m ³

Descarregador de cheias

Situado nos blocos centrais da barragem, com um caudal de dimensionamento de 10 020 m³/s e controlado por cinco comportas segmento

Descarga de fundo

integrada nos blocos 8 e 9 da barragem, condutas blindadas com Ø 6.0 m

CENTRAL PRINCIPAL

Subterrânea (em caverna)	221 x 26.5 m ²
Potência	4 x 530 MW = 2 120 MW
Queda bruta	217.30 m
Queda útil nominal	209.20 m
Caudal nominal	275 m ³ /s
Número de grupos / Tipo	4 / Francis de eixo vertical
Produção média anual	8 123 GWh/ano

CENTRAL AUXILIAR (CAUDAL ECOLÓGICO)

Área	42.1 x 18 m ²
Potência	52 MW
Queda bruta	96.1 m
Queda útil nominal	94.6 m
Caudal nominal	60 m ³ /s
Número de grupos / Tipo	1 / Francis de eixo vertical
Produção média anual	443 Gwh/ano

CIRCUITO HIDRÁULICO

Sistema de Adução Hidráulico 4 x 299 m (poço circular 171 m; conduta inclinada revestida de betão 69 m e conduta blindada 59 m)

Diâmetro 9 m (trecho revestido de betão); 6,5 m (trecho blindado); 6 m (trecho de entrada na espiral)

Caudal nominal cada circuito 4 x 275 m³/s

Chaminés de equilíbrio 2, subterrânea em caverna com 63.8 m de altura e 1 049 m² de área em planta

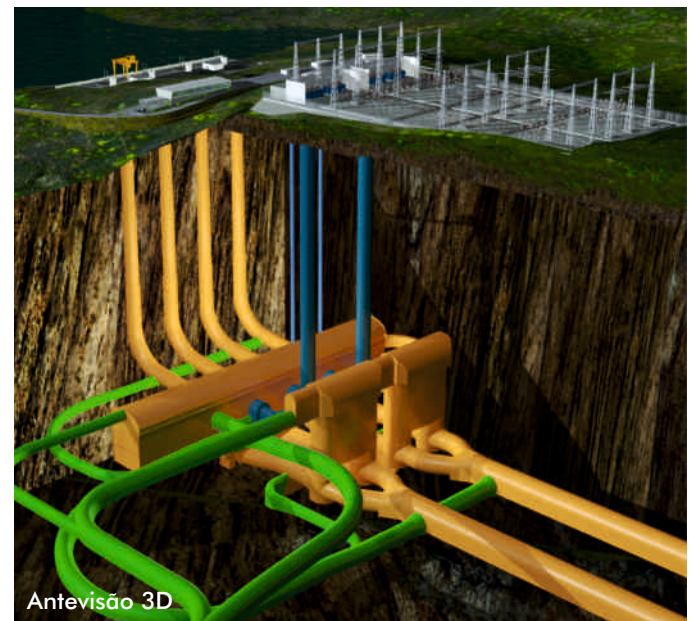
Túneis de restituição

Túnel 1	5 133 m
Túnel 2	5 162 m
Secção transversal	arco retângulo, 16 x 16 m ²
Caudal nominal cada circuito	550 m ³ /s

RIO KWANZA - ANGOLA



Antevisão 3D



Antevisão 3D

O aproveitamento de Caculo Cabaça é constituído por uma barragem de gravidade de BCC com 103 m de altura e um coroamento com comprimento total de 553 m. O descarregador de cheias tipo frontal situa-se nos blocos centrais da barragem, com um caudal de dimensionamento de 10 020 m³/s e controlado por cinco comportas segmento.

O circuito hidráulico é totalmente subterrâneo e foi concebido para um caudal de 1100 m³/s. A tomada de água, localizada a 2.4 km a montante do encontro esquerdo da barragem, transporta diretamente o caudal para quatro poços circulares verticais revestidos a betão e quatro condutas blindadas, conduzindo à central hidroelétrica subterrânea.

A central hidroelétrica está equipada com quatro turbinas Francis com uma potência unitária de 530 MW, com a uma queda de 202 m a 215 m.

A jusante da central, dois túneis de restituição com cerca de 5 200 m de comprimento e 0,4% de inclinação transportam a água das turbinas até ao rio Kwanza. As galerias de restituição não revestidas apresentam uma secção transversal arco-retângulo, com 16 m de largura e altura.



Antevisão 3D

APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

LAÚCA

2 070 MW

O Aproveitamento Hidroelétrico de Laúca situa-se no rio Kwanza, a cerca de 47 km a jusante do Aproveitamento Hidroelétrico de Capanda, atualmente em exploração, e tem como objetivo principal a produção de energia.

O AH é composto por uma barragem de betão compactado com cilindro (BCC), um circuito hidráulico subterrâneo ligado a uma central subterrânea com potência instalada de 2004 MW, e um circuito hidráulico de geração ecológico, que inclui uma central auxiliar com potência instalada de 65.5 MW.

BARRAGEM

Tipo	Betão compactado com cilindro (BCC),
perfil gravidade	
Altura	132 m
Comprimento de coroamento	1 075 m
Volume total de betão	2 750 000 m ³
Capacidade da albufeira	5 482 x 10 ⁶ m ³
Descarregador de cheias com 15 m de largura	Equipado com 3 comportas segmento
Descarregador de caudal equipado	10 020 m ³ /s
Descarga de fundo	Conduta de secção rectangular com 5.6 m de largura e altura variável entre 6.7 e 8.0 m, com 117.8 m de comprimento, totalmente blindada (800 m ³ /s)

CENTRAL PRINCIPAL DE LAÚCA

Subterrânea	21 m de largura e 294 m de comprimento
Escavação subterrânea	320 000 m ³
Potência	6 x 334 MW = 2 004 MW
Queda útil	200 m
Caudal nominal	182 m ³ /s
Número de grupos válvula cilíndrica	6 com turbina Francis de eixo vertical com
Energia produzida	8 640 GWh/ano

CENTRAL AUXILIAR (CAUDAL ECOLÓGICO)

A céu aberto, no pé da barragem de BCC	
Escavação a céu aberto	6 200 m ³
Potência	65.5 MW
Queda útil	128 m
Caudal nominal	60 m ³ /s
Número de grupos	1 com turbina Francis de eixo vertical

Subestações

Subestação Principal	400 kV
Subestação Auxiliar	220 kV

RIO KWANZA - ANGOLA



CIRCUITO HIDRÁULICO (PRODUÇÃO DE ENERGIA):

Circuito subterrâneo composto por 6 tomadas de água, 6 poços circulares com 7,0 m de diâmetro interno e profundidades que atingem os 110 m e 115 m e 6 galerias com 9.0 m x 12.0 m (l x a), com um comprimento médio de 1 900 m cada e inclinação de 4%.



APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

CAMBAMBE II

714 MW

O Aproveitamento Hidroelétrico de Cambambe localiza-se no Rio Kwanza, a cerca de 180 km a Sudoeste da cidade de Luanda e a 15 km de distância da cidade de Dondo. Foi inicialmente projetado e construído para uma construção faseada.

A Fase II do Projeto foi dividida em dois lotes: obras de construção civil (Central de Cambambe II) e equipamentos eletromecânicos (fornecimento e montagem).

A Central de Cambambe II tem uma potência instalada de 714 MW.

Inclui a construção das seguintes componentes principais:

- uma nova tomada de água e túneis de adução.
- uma central com 4 grupos geradores, transformadores, subestação e sistemas auxiliares e edifício de comando.

TURBINAS

Quantidade / Tipo	4 / Francis de Eixo Vertical
Potência Nominal (unitária)	178.6 MW
Potência Instalada	714.4 MW
Produção Média Anual	4 400 GWh/ano
Taxa de Caudal Nominal (unitário)	~180 m ³ /s
Queda Útil Nominal	111.50 m
Queda Útil Garantida	109.30 m
Queda Bruta Máxima	116.84 m
Queda Bruta Mínima	107.77 m

ALTERNADOR

Potência Nominal	195.47 kVA
Tensão Nominal	15 kV

TRANSFORMADORES

Quantidade	4 + 1
Transformação	15 kV / 220 kV

SUBESTAÇÃO

400 kV
220 kV
60 kV

CIRCUITO HIDRÁULICO**Tomada de água**

Cota de soleira	+109.60
Cota da plataforma	+132.00
Comportas Vagão	4 de 6.5 × 8.5 m ²
Comportas Ensecadeiras	2 de 6.5 × 8.5 m ²
Grades Amovíveis	4 de 13.8 × 13.8 m ²

Poços Circulares

Quantidade	4
Altura Média	47 m
Ø Externo	8.5 m
Ø Interno	7.7 m
Revestimento	Betão Armado

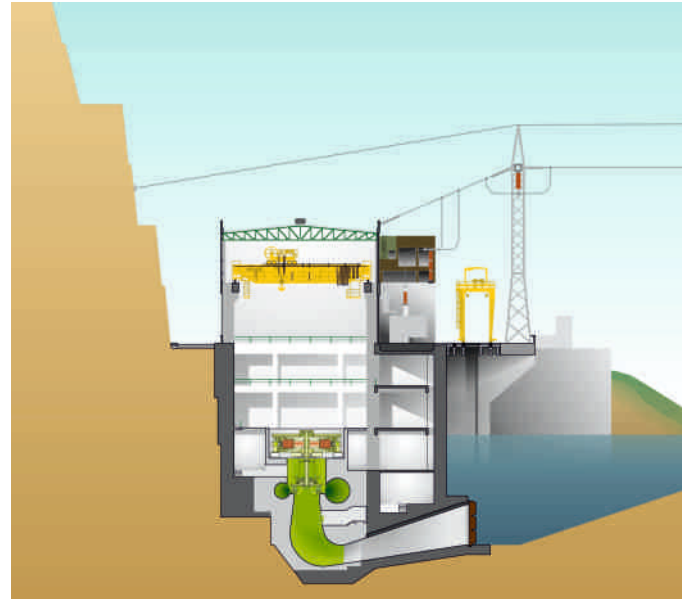
Túneis Sub-horizontais

Quantidade	4
Comprimento Médio	440 m
Trecho Blindado	100 m
Inclinação	3% a 10%
Ø Excavação	8.5 m
Ø Hidráulica	7.7 m
Ø Hidráulica de Trecho Blindado	6.9 m
Revestimento	Betão Armado/Aço

Difusor

Comportas Ensecadeira	4 × 5.9 × 6.7 m ²
Capacidade do Pórtico Rolante	250 kN

RIO KWANZA - ANGOLA



O âmbito dos serviços prestados pela COBA foi o seguinte:

- Gestão de projecto;
- Revisão dos estudos, projectos e processos do concurso das obras de construção civil e dos equipamentos electromecânicos bem como a revisão dos resultados dos ensaios em modelo;
- Aprovação do projecto das obras de construção civil e das instalações electromecânicas;
- Supervisão da construção;
- Entrada em serviço e operação inicial;
- Supervisão durante o período de garantia.



APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

KHOLOMBIDZO 219 MW

O aproveitamento hidroelétrico tira partido de uma queda natural do rio de 55 m e permite uma produção de energia de 218.8 MW (212.8 MW + 6 MW).

O aproveitamento a fio de água implica a construção de uma barragem de derivação e respetivos órgãos hidráulicos, bem como o circuito hidráulico na margem esquerda, a central hidroelétrica principal e a central hidroelétrica do caudal ecológico.

A barragem, com descarregador central equipado com comportas, está localizada a 160 m a jusante da ponte existente de Matope e é constituída por uma barragem de betão perfil gravidade com 16.8 m de altura, sobre um afloramento rochoso gnáissico no leito do rio. O comprimento total do coroamento é de 265 m à cota 470 a.m.s.l. A barragem, com nível de pleno armazenamento à cota 468 a.m.s.l., cria um reservatório com uma capacidade de 26.7 milhões de m³ e uma área inundada de 21.7 km².

BARRAGEM

Tipo	Betão, perfil gravidade
Altura máxima	16.8 m
Comprimento do coroamento	265 m

Descarregador de cheias

Tipo	Frontal, controlado por comportas
Tipo e número de comportas, dim. (l x a)	Segmento; 5 x (14.0 x 10.5) m ²
Estrutura de dissipação de energia	bacia de dissipação por ressalto

CIRCUITO HIDRÁULICO**Tomada de Água**

Tipo e nº de comportas de segurança, dim. (l x a)	comporta de guarda, 2 x (6.3 x 8.0) m ²
---	--

Túneis de Adução

Número	2
Comprimento	2 775 m (túnel 1) e 2 828 m (túnel 2) (~131 m - blindado)

Diâmetro	8.0 m
Diâmetro das chaminés de equilíbrio	32 m

Canal de Restituição

Comprimento	1 100 m
Capacidade de descarga	400 m ³ /s

CENTRAL HIDROELÉTRICA

Tipo	à superfície
Número de grupos	4 Turbinas Francis
Caudal nominal total	400 m ³ /s
Caudal nominal unitário	100 m ³ /s
Queda útil	58.8 m
Potência instalada	4 x 53.2 MW = 212.8 MW
Produtibilidade média anual	1 212 Gwh / ano

SUBESTAÇÃO

Tipo	GIS interior
Transformadores	
Número	4
Potência	66 MVA
Tensão da interligação	132 kV

CENTRAL HIDROELÉTRICA DO CAUDAL ECOLÓGICO

Tipo	à superfície
Número de grupos	1 turbina do tipo Kaplan Bulb
Caudal nominal	58 m ³ /s
Queda útil	11.4 m
Potência instalada	6 MW
Produção média anual	46.8 Gwh / ano

RIO SHIRE - MALAWI



O aproveitamento hidroelétrico, dimensionado para um caudal de 400 m³/s, compreende os seguintes as seguintes infraestruturas principais:

- Uma tomada de água à entrada das galerias, perto do encontro esquerdo da barragem;
- Duas galerias de adução, secção circular (diâmetro interno de 8,0 m), revestidas a betão e com inclinação constante. Cada galeria fornece água a dois dos quatro grupos geradores;
- Duas chaminés de equilíbrio cilíndricas, uma por túnel, com 32,0 m de diâmetro interno e 38 m de altura, para proteção contra fenómenos transitórios e assegurar a estabilidade da exploração;
- As galerias de adução terminam com trechos blindados que bifurcam em quatro túneis a montante dos quatro grupos geradores instalados na central;
- Quatro túneis de restituição, secção circular (diâmetro interno de 7.4 m), revestidos a betão, que ligam os difusores da central hidroelétrica à saída, perto do rio Mkundi;
- Canal de restituição não revestido, secção trapezoidal rasto de 40 m e inclinação constante, que transporta a água de volta para o rio Shire.

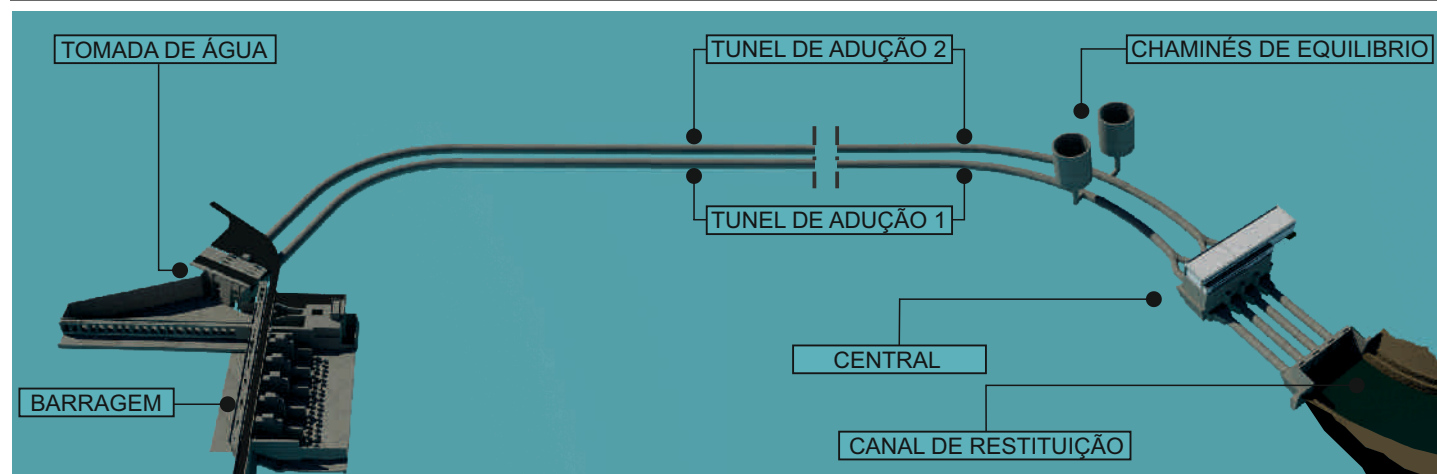
O comprimento total do circuito hidráulico é de 4,2 km.

A central hidroelétrica de superfície está equipada com quatro turbinas de tipo Francis com potência de 53,2 MW acopladas a um alternador de 63 MVA, que opera a uma queda útil nominal de 58,8 m. O caudal nominal unitário é de 100 m³/s, perfazendo um total de 400 m³/s. Os transformadores estão localizados na plataforma de acesso à central. A subestação - para um nível de tensão de 132 kV - situa-se numa plataforma escavada entre a central e as chaminés de equilíbrio.

O desvio do rio para a central principal implica a manutenção de um regime de caudal ecológico no alcance do rio Shire, entre a barragem de derivação e o canal de restituição do aproveitamento hidroelétrico. Foi considerada interessante a construção de uma mini-hídrica para turbinar estes caudais. A central hidroelétrica do caudal ecológico está equipada com uma turbina Kaplan Bulb de 6 MW, do tipo eixo horizontal, operando com um caudal nominal de 58 m³/s e uma queda útil de 11,4 m.

A ligação à rede elétrica é assegurada por duas Linhas de Transmissão Aérea de 132 kV com aproximadamente 16 km de comprimento entre o AH e Subestação de Phombeya.

IMPLANTAÇÃO GERAL



APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO ORIANG 435 MW

O aproveitamento hidroelétrico de Oriang situa-se na República do Uganda, no rio Nilo Kyoga que escoia do Lago Kyoga para o Lago Albert, aproximadamente a 90 km a montante deste último. O AH está também localizado a cerca de 30 km a jusante do AH de Karuma, em construção, e a cerca de 14 km a montante do aproveitamento de Ayago, previsto.

A conceção do AH compreende uma barragem de derivação, um circuito hidráulico, uma central hidroelétrica subterrânea, uma subestação, uma linha de transmissão de energia e acessos.

A barragem é uma solução mista de enrocamento e betão, com um descarregador de cheias equipado com comportas, uma descarga de fundo e uma escada de peixes. A descarga de fundo foi concebida de forma a promover a limpeza dos sedimentos à entrada da tomada de água.

O circuito hidráulico compreende um canal de tomada de água, quatro tomadas de água, túneis individuais adução de pequena dimensão, uma central, duas chaminés de equilíbrio e dois túneis de restituição com escoamento em superfície livre que terminam numa estrutura de restituição.

A central será equipada com quatro grupos geradores com uma potência total de 435 MW e será constituída por uma caverna e um edifício de apoio à superfície. Os transformadores estarão localizados à superfície, prevendo-se uma subestação do tipo GIS.

A linha de transmissão aérea de duplo circuito, 400 kV deverá assegurar a ligação à Subestação de Karuma.

RESERVATÓRIO

NPA	925.25 m
Área inundada	9.98 km ²
Capacidade de armazenamento	88.64 hm ³

BARRAGEM

Tipo	Betão e enrocamento
Altura máxima	39 m
Comprimento do coroamento	1 620 m

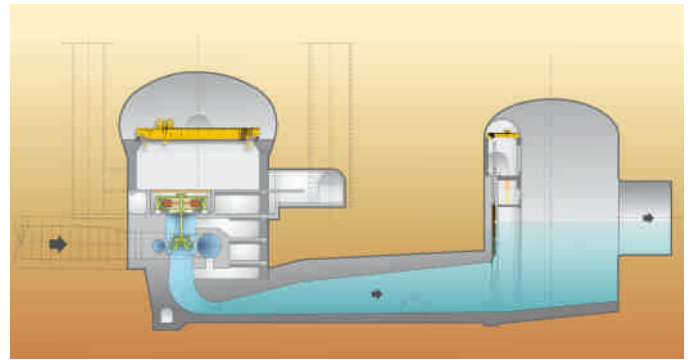
CIRCUITO HIDRÁULICO

Comprimento total	8.6 km
Comprimento túneis de adução	326 m
Dimensão câmaras de equilíbrio	2 x (40 x 28 x 44) m ³
Comprimento túneis de restituição	8.25 km

CENTRAL

Número de grupos / Tipo	4 / eixos verticais Francis
Caudal nominal	800 m ³ /s
Queda útil	61.1 m
Potência instalada	435 MW
Produção média anual	2 610 Gwh / ano

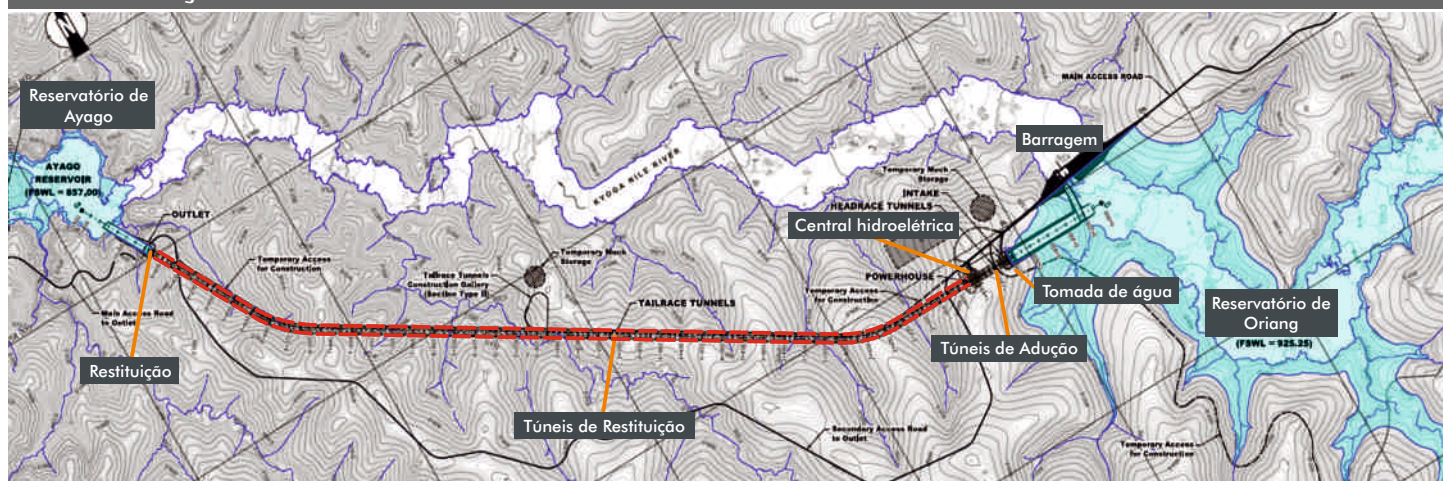
RIO NILO KYOGA - UGANDA



Os estudos realizados pela COBA incluíram estudos preliminares e de pré-viabilidade, tendo sido subdivididos em diferentes etapas que analisaram a viabilidade técnica e económica do projeto, incluindo: visitas de campo, estudos hidrológicos, simulações da produção de energia, estudo de soluções alternativas, otimização e dimensionamento preliminar das estruturas principais.

O âmbito do projeto compreendeu ainda a elaboração de especificações para a realização de ensaios de campo, nomeadamente levantamentos topográficos e batimétricos, prospeção geotécnica e monitorização dos caudais, níveis de água e sedimentos.

IMPLANTAÇÃO GERAL



APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

LUACHIMO

34 MW

Reabilitação e Reforço de Potência

O aproveitamento hidroelétrico de Luachimo situa-se no rio Luachimo, junto à localidade do Dundo, na Província de Lunda-Norte.

Trata-se de um aproveitamento com funcionamento a fio-de-água, aproveitando as aflúências em regime natural num troço reduzido do rio Luachimo com cerca de 750 m de desenvolvimento e a queda bruta de cerca de 18 m disponível entre a barragem e o local da restituição.

A construção do aproveitamento data da década de 50, tendo a sua entrada em serviço ocorrido no ano de 1957. O AH é constituído por: i) uma barragem com 6.5 m de altura, equipada com um descarregador com 305 m de desenvolvimento; ii) um circuito hidráulico dimensionado para um caudal de 61.6 m³/s, composto por tomada de água, canal de adução, câmara de carga e condutas forçadas e iii) uma central hidroelétrica equipada com quatro grupos turbina-alternador com potência instalada de 2.1 MW (potência total de 8.4 MW).

De modo a satisfazer as necessidades atuais e futuras, no que toca ao abastecimento de energia elétrica na província de Lunda Norte, e atendendo aos recursos hídricos disponíveis no rio Luachimo, o Ministério da Energia e Águas (MINEA), da República de Angola, decidiu proceder à reabilitação e reforço do aproveitamento, permitindo quadruplicar a potência total instalada.

BARRAGEM

Altura média	6.5 m
Comprimento do coroamento	305 m

TOMADA DE ÁGUA

Caudal nominal	240m ³ /s
Tomada de água	
Largura da soleira de entrada	76.8 m
Grade (tipo, nº, dimensões)	amovível, 10 x (6.00 x 4.00) m ²
Comporta ensecadeira	corrediça, 10 x (6.00 x 1.50) m ²
Comporta de serviço	vagão, 2 x (6.50 x 8.20) m ²

CANAL DE ADUÇÃO

Comprimento total	649 m
Secção transversal	trapezoidal
Inclinação da soleira	0.13%
Largura da soleira	4.35 m
Inclinação das espaldas	1V:1.25H
Altura máxima	9.0 m – 9.86 m

CÂMARA DE CARGA

Comprimento	116.0 m
Largura da secção final junto às grades	8.0 m
Altura máxima	13.3 m
Grade	fixa, 4 x (8.80 m x 6.90) m ²
Comporta de serviço	vagão, 4 x (3.75 x 3.75) m ²

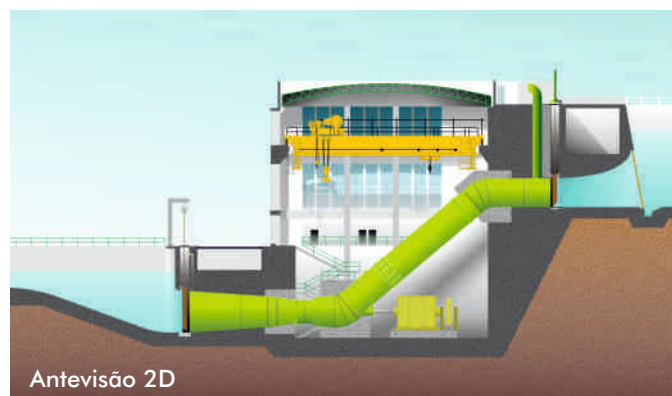
CENTRAL HIDROELÉTRICA

Número de grupos turbina-alternador	4
Área (incluindo edifício de comando)	80.0 x 28.5 m ²
Altura máxima acima do patamar exterior	21.4 m
Túrbinas	
Tipo	Kaplan, horizontal
Caudal nominal	4 x 60 m ³ /s
Queda bruta/útil nominal	18.2 m / 16.0 m
Potência nominal	4 x 8.5 MW
Produção média anual	262 GWh/ano
Alternadores	
Potência nominal	4x 8.2 MW
Tensão	10 kV
Transformadores	
Potência	2 x 20 MVA
Razão de transformação	10 kV/60kV
Ponte rolante	
Capacidade	125 ton.
Vão	25.4 m

SUBESTAÇÃO

Montagem	exterior
Área em planta	80.0 x 70.0 m ²
Tensão da interligação	60 kV

RIO LUACHIMO - ANGOLA



Antevisão 2D

A empreitada de reabilitação e reforço de potência compreende: i) a reabilitação do corpo da barragem e dos equipamentos hidromecânicos existentes; ii) a execução de um novo circuito hidráulico constituído por uma tomada de água, canal de adução, câmara de carga e canal de restituição; iii) a construção de uma nova central hidroelétrica, situada junto à existente, equipada com quatro grupos turbina-alternador de 8,5 MW cada de potência (potência total de 34 MW) e realização de uma nova subestação de 60 kV.



APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

FOZ TUA

262 MW
(Reversível)

O Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua, localizado no rio Tua junto à confluência com o rio Douro, é constituído por uma barragem de abóbada de dupla curvatura, um circuito hidráulico subterrâneo situado na margem direita e por uma central subterrânea reversível, com edifício de exploração à superfície.

Este aproveitamento integra-se na âmbito do «Programa Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH)» de 2007.

Os estudos realizados pela COBA compreenderam o Projeto de Execução, Projeto para Licenciamento e o Projeto para Concurso da central e do circuito hidráulico. A COBA foi também responsável pelo Projeto de Execução e pela Assistência Técnica da barragem e da derivação do rio.

BARRAGEM

Tipo	Betão, abóbada de dupla curvatura
Altura	108 m
Comprimento do Coroamento	275 m
Capacidade da Albufeira	106 x 10 ⁶ m ³
Caudal de Máxima Cheia	5 500 m ³ /s
Descarregador de cheias	Descarregador com comportas WES, equipado com 4 comportas segmento e 15.7 x 11.5 m e bacia de dissipação

CIRCUITO HIDRÁULICO

Comprimento total	2 circuitos, 700 e 770 m
Torres de captação	2 x 40.3 m de altura
Túneis de adução	580 e 620 m de comprimento, 7.5 m de diâmetro
Túneis de restituição	83 e 103 m de comprimento

CENTRAL

Potência	262 MW
Caudal nominal	2 x 155 m ³ /s
Queda útil	93.6 m
Grupos (Quantidade e tipo)	2, grupos do tipo Francis de eixo vertical reversíveis
Potência	131 MW
Produção média anual	349 Gwh / ano

SUBESTAÇÃO

Tipo	GIS
Transformadores	2 x 150 MVA
Transformação	15/415 kV

RIO TUA - PORTUGAL



O circuito hidráulico compreende dois circuitos independentes, cada um com comprimentos totais de 700 m e 770 m, incluindo uma tomada de água, galeria em carga e túnel de restituição, com as seguintes características:

- Duas torres de tomada de água, com 40.3 m de altura, com passadiço de acesso comum à cota do coroamento da barragem.
- Duas galerias em carga com comprimentos de 580 m e 620 m e 7.5 m de diâmetro.
- Dois túneis de restituição com 83 m e 103 m de comprimento, incluindo um poço para instalação das comportas ensecadeiras a jusante.



APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

RIBEIRADIO - ERMIDA 75 MW - 8 MW

Os estudos iniciais de Ribeiradio datam de 1975. Em 2007 foi atribuída ao Consórcio EDP/MARTIFER a concessão da utilização da água do Rio Vouga, no local designado Ribeiradio-Ermida, tendo o Consórcio contratado a COBA para a elaboração dos estudos, projeto e estudos de impacto ambiental do aproveitamento.

O Aproveitamento Hidroelétrico de Ribeiradio-Ermida é constituído por dois escalões, ambos equipados com central hidroelétrica.

A construção teve início em 2010 e a exploração comercial em 2015.

RIBEIRADIO

75 MW

BARRAGEM

Tipo	Betão, gravidade
Altura	83 m
Comprimento do Coroamento	265 m
Capacidade da Albufeira	136.4 x 10 ⁶ m ³
Caudal de Máxima Cheia	2 750 m ³ /s

Descarregador de cheias

Tipo	Descarregador de Cheias Central (do tipo ogee), equipada com três comportas segmento de 13.0 m x 13.6 m ² , com um dissipador de energia do tipo Roller Bucket (com ranhuras)
------	--

CIRCUITO HIDRÁULICO

Desenvolvimento Total	205 m
Diâmetro	5.5 m
Desenvolvimento Troço em Blindagem	45 m
Diâmetro Troço em Blindagem	4.8 m

CENTRAL

Numero de Grupos/Tipo	1 / Francis, vertical
Caudal Nominal	125 m ³ /s
Queda Útil	64 m
Potência	75.4 MW
Produção média anual	117 GWh/ano

ALTERNADORES

Potência Aparente	83 MVA
Tensão	15 kV

SUBESTAÇÃO

Transformador	86 MVA
Relação de Transformação	15 / 67 kV



A central do escalão de Ribeiradio está equipada com uma turbina Francis com potência instalada de 75.4 MW e uma produção anual de energia de 117 GWh.

A central do escalão de Ermida está equipada com duas turbinas Kaplan de eixo horizontal.

O escalão de Ermida garante a modulação dos caudais turbinados na central de Ribeiradio (125 m³/s), libertando caudais compreendidos entre os 6 e 50 m³/s a jusante.



ERMIDA

8 MW

BARRAGEM

Tipo	Barragem de betão gravidade
Altura	35 m
Comprimento do Coroamento	175 m
Capacidade da Albufeira	3.9 x 10 ⁶ m ³
Caudal de Máxima Cheia	2 750 m ³ /s

Descarregador de cheias

Tipo	Descarregador de cheias livre (do tipo ogee)
------	--

CENTRAL

Numero de Grupos/Tipo	2 / Kaplan tipo S eixo horizontal
Caudal Nominal	2 x 25 m ³ /s
Queda Útil Nominal	17.3 m
Potência Nominal	2 x 3.9 MW
Produção média anual	20.5 Gwh / ano

ALTERNADORES

Potência Aparente	4.2 MVA
Tensão	6 kV

TRANSFORMADOR

Potência	9 MVA
Relação de Transformação	6 / 15 kV

APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

SALAMONDE II

209 MW
(Reversível)

Integrado no sistema Cávado-Rabagão, o aproveitamento de Salomonde aproveita a queda disponível de 120 m entre a albufeira de Salomonde e a albufeira da Caniçada, imediatamente a jusante.

A central de Salomonde I encontra-se equipada com dois grupos Francis com potência nominal unitária de 21 MW (25 MVA) e um caudal nominal unitário de aproximadamente 22 m³/s sob uma queda de 115 m. A produção média anual ronda os 220 GWh.

Considerando uma queda útil média de 115 m e um rendimento global de 85%, a produção teórica do local será da ordem dos 280 GWh/ano: nestas condições, a produção média atual ascende a cerca de 80% da produção teórica.

O caudal equipado na central de Salomonde I é apenas ligeiramente superior ao caudal médio afluente (fator de equipamento 1.33), o que implica tempos anuais de exploração muito elevados e uma reduzida capacidade de modulação da produção. Esta característica era compatível com as características da rede nacional nas décadas de 50 e de 60, quando a maior parte da produção elétrica nacional tinha origem hidroelétrica e onde se pedia aos aproveitamentos de albufeira, essencialmente, energia de base.

Atualmente, a finalidade dos aproveitamentos hidroelétricos é, fundamentalmente, fornecer energia em horas de ponta, bem como equilibrar as flutuações de produção resultantes da variabilidade das fontes renováveis, tais como eólica e solar, cuja capacidade total está em crescimento significativo.

A EDP-Produção implementou um programa de re-equipamento dos aproveitamentos mais antigos, quer a fio-de-água (aproveitamentos do rio Douro Internacional) quer de albufeira (aproveitamentos do sistema Cávado-Rabagão). É neste contexto que se integra o aproveitamento hidroelétrico de Salomonde II.

ALBUFEIRAS

Salomonde

Nível de pleno armazenamento	(270.36)
Nível mínimo de exploração	(259.00)

Caniçada

Nível de pleno armazenamento	(152.50)
Nível mínimo de exploração	(144.00)

TOMADA DE ÁGUA

Grades fixas	3 de 7.00 m x 9.86 m²
Comporta ensecadeira	1 de 6.50 m x 8.40 m²
Comporta de segurança	1 de 6.50 m x 8.34 m²

CIRCUITO HIDRÁULICO

Adução

Desenvolvimento Total	280 m
Diâmetro	8.3 m
Desenvolvimento trecho em blindagem	46 m
Diâmetro trecho em blindagem	5.8 m

Restituição

Desenvolvimento	2 017 m
Diâmetro	11.5 m

Restituição

Grades	3 de 6.00 m x 12.00 m²
Comportas ensecadeiras	3 de 6.00 m x 12.00 m²

CENTRAL

Numero de grupos/Tipo Francis vertical reversível	1, Turbina-bomba de tipo Francis
Turbine	Turbina alternador-motor
Caudal nominal	200 m³/s
Queda útil nominal	115.0 m
Potência nominal	209.1 MW
Produção média anual	386 Gwh / ano

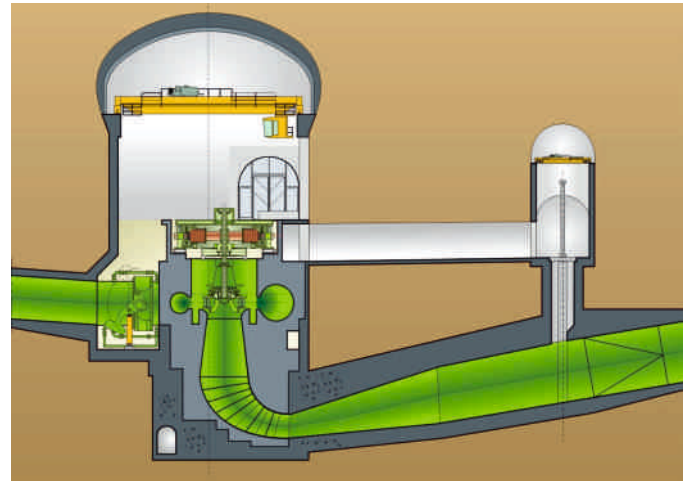
Bomba

Caudal nominal	163.2 m³/s
Altura de elevação nominal	120.1 m
Potência nominal	202.3 MW

Alternador-motor

Potência como alternador	246 MVA
Potência como motor	206 MW
Tensão	15 kV

SISTEMA CÁVADO - RABAGÃO PORTUGAL



Os estudos foram contratados à COBA pela EDP em Julho de 2009. A obra teve início em Dezembro de 2010 e foi concluída em 2016.

O aumento da capacidade instalada na nova central de Salomonde II não permite aumentar de forma significativa a produtividade do aproveitamento. Em contrapartida, o aumento de potência permite modular a produção em função do pedido, aumentando de forma significativa a flexibilidade do aproveitamento e a valia da energia produzida.

O aumento da potência eólica integrada na rede nacional, conduzirá, em períodos particularmente ventosos, à potencial ocorrência de excedentes de energia, principalmente em período nocturno. Nestas condições, a disponibilidade de grupos reversíveis permitirá absorver a energia excedentária por bombagem, acumulando-o sob a forma de energia potencial a qual poderá ser posteriormente recuperada por turbinamento durante as horas de maior consumo.

O Reforço de Potência de Salomonde, Salomonde II, compreende uma nova tomada de água na albufeira de Salomonde, um circuito hidráulico subterrâneo com um desenvolvimento total de 2 130 m, uma central em caverna e a restituição na albufeira da Caniçada. À superfície está instalada a nova subestação e um novo edifício de apoio.

A central está equipada com um único grupo reversível com turbina-bomba do Tipo Francis, vertical com potência nominal de 209 MW turbinando um caudal de 200 m³/s sob 115 m de queda útil.



APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS

ALQUEVA II

260 MW
(Reversível)

Na primeira fase, o escalão de Alqueva foi equipado com dois grupos reversíveis de 130 MW cada, sendo o objetivo do reforço a duplicação da potência instalada reversível, por forma a tirar maior proveito das condições resultantes da conjugação da grande albufeira de Alqueva e da albufeira a jusante de Pedrógão, com capacidade para permitir ciclos semanais de turbinamento e bombagem.

Os grupos de Alqueva II estão instalados na nova central hidroelétrica, construída a céu aberto, na margem direita do rio Guadiana, a jusante do encontro direito da barragem, aproveitando a plataforma existente.

As soluções adotadas são resultado dos Estudos de Viabilidade (2007), em conjunto com a opção de equipar a central com grupos semelhantes aos existentes.

ALBUFEIRAS

Alqueva

Nível de Pleno Armazenamento	(152.00)
Nível Mínimo de Exploração	(139.50)

Pedrógão

Nível de Pleno Armazenamento	(84.80)
Nível Mínimo de Exploração	(79.00)

TOMADA DE ÁGUA

Grade de Corredição	4 x (8.00 x 16.50) m ²
Comporta Ensecadeira	1 x (7.40 x 8.60) m ²
Comporta de Serviço	2 x (7.00 x 8.60) m ²

CIRCUITO HIDRÁULICO

Grupo 1	361 m
Grupo 2	387 m

Secção corrente

Diâmetro	8.5 m
----------	-------

Troços em blindagem

Diâmetro	7.5 m
Grupo 1	80 m
Grupo 2	106 m

ESTRUTURA A JUSANTE

Grade de Corredição	16 x (4.25 x 14.00) m ²
Comporta Ensecadeira	4 x (6.50 m x 6.50) m ²

CENTRAL

Número de Grupos/Tipo vertical, com alternador-motor	2 / Turbina Francis de eixo
--	-----------------------------

Turbinas (Características durante exploração em turbinamento)

Caudal Nominal	203.5 m ³ /s
Queda Útil	70.8 m
Potência Instalada	2 x 130 MW

Bombas (Características durante exploração em bombagem)

Caudal Nominal	169 m ³ /s
Queda Útil	64.7 m
Potência Máxima	2 x 115.3 MW

Alternador - motor

Potência como Alternador	143 MVA
Potência como Motor	127 MW
Tensão	15 kV
Produção média anual	470 GWh/ano

SUBESTAÇÃO

Transformadores de grupo

Potência	150 MVA
Relação de Transformação	15/400 kV

RIO GUADIANA

ESCALÃO DE ALQUEVA

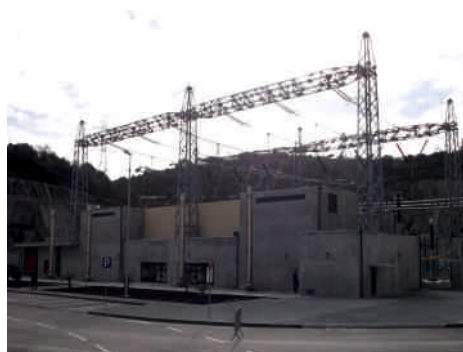
CENTRAL II DE ALQUEVA - PORTUGAL



Os estudos, projeto e estudos de impacto ambiental foram adjudicados à COBA pela EDP em 2007.

A nova Central de Alqueva II destina-se a operar essencialmente como um meio de regulação de rede, através do bombeamento da água de Pedrógão para Alqueva durante as horas de vazio, quando existe energia excedentária de baixo custo, e do turbinamento da água previamente bombada durante as horas de ponta.

A central de Alqueva I operará de modo semelhante quando não tenha de proceder ao turbinamento das afluições próprias, o que sucederá frequentemente durante os meses de estiagem.



APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS

JAMBA - IA - OMA 79 MW

O Aproveitamento de Jamba-Ia-Oma fica situado no rio Cunene, a uma distância de cerca de 50 km a jusante da barragem do Gove e de 130 km a sul da cidade de Huambo.

Este aproveitamento de fins múltiplos tem como principais objetivos a regularização dos caudais do rio a jusante e a produção de energia numa central hidroelétrica que integra o aproveitamento.

A energia produzida neste aproveitamento destina-se ao abastecimento da cidade de Huambo e posterior ligação à rede elétrica nacional, estando prevista a exploração conjunta com as centrais de Jamba-Ia-Mina (projeto concluído) e do Gove (em operação).

BARRAGEM

Tipo	Mista de betão gravidade e de aterro
Altura	47 m
Comprimento do Coroamento	2 800 m
Capacidade da Albufera	1100 x 10 ⁶ m ³
Caudal de Máxima Cheia	4 000 m ³ /s
Descarregador de cheias	frontal com 6 comportas segmento de 14.0 x 10.0 m ² e salto de ski

CIRCUITO HIDRAULICO

Conduta forçada	3 x 200 m comp. 4.15 m diâmetro
-----------------	---------------------------------

CENTRAL

Número de Grupos/Tipo	3 / Francis, vertical
Caudal equipado total	225 m ³ /s
Queda útil nominal	38.8 m
Potência nominal total	78.75 MW
Produção de energia	180 GWh/ano

Turbinas

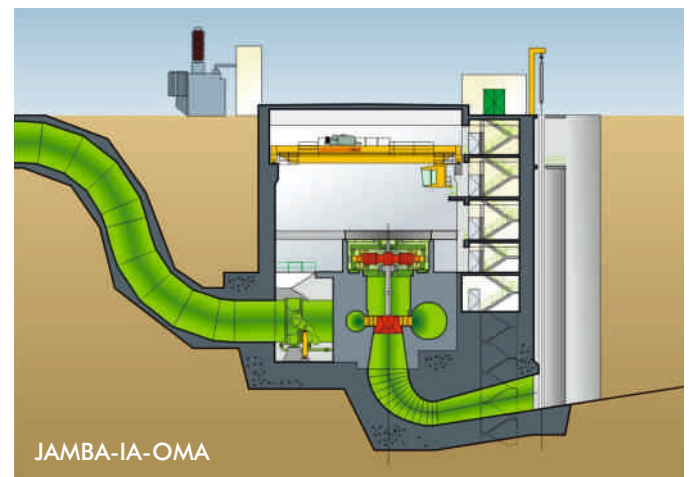
Caudal Nominal	3 x 75 m ³ /s
Potência Instalada	3 x 26.25 MW

Alternadores

Potência Aparente	3 x 29 MVA
Tensão	11 kV

SUBESTAÇÃO

Potência	3 x 30 MVA
Relação de Transformação	11 / 220 kV



JAMBA-IA-OMA

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS

JAMBA - IA - MINA 224 MW

O Aproveitamento de Jamba-Ia-Mina fica situado no rio Cunene, a uma distância de cerca de 110 km a jusante da barragem do Gove e de 190 km a sul da cidade de Huambo.

Este aproveitamento de fins múltiplos tem como principais objetivos a regularização dos caudais do rio a jusante e a produção de energia numa central hidroelétrica que integra o aproveitamento.

A energia produzida neste aproveitamento destina-se ao abastecimento da cidade de Huambo e posterior ligação à rede elétrica nacional, estando prevista a exploração conjunta das centrais de Jamba-Ia-Oma (projeto concluído) e do Gove (em operação).

BARRAGEM

Tipo	Mista de betão gravidade e de aterro
Altura	38,5 m
Comprimento do Coroamento	1 270 m
Capacidade da Albufera	522 x 10 ⁶ m ³
Caudal de Máxima Cheia	7 250 m ³ /s

Descarregador de cheias

Tipo	Frontal com 14 comportas segmento de 14.0 x 7.0 m ² e salto de ski
------	---

CIRCUITO HIDRAULICO

Tunel de adução	3 x 183 m comp. 5 m diâmetro
Tunel de restituição	6 600 m comp. 12 m diâmetro

CENTRAL

Número de Grupos	3 / Francis de eixo vertical
Caudal equipado total	300 m ³ /s
Queda útil nominal	82.7 m
Potência nominal total	224 MW
Produção de energia	535 GWh/ano

Turbinas

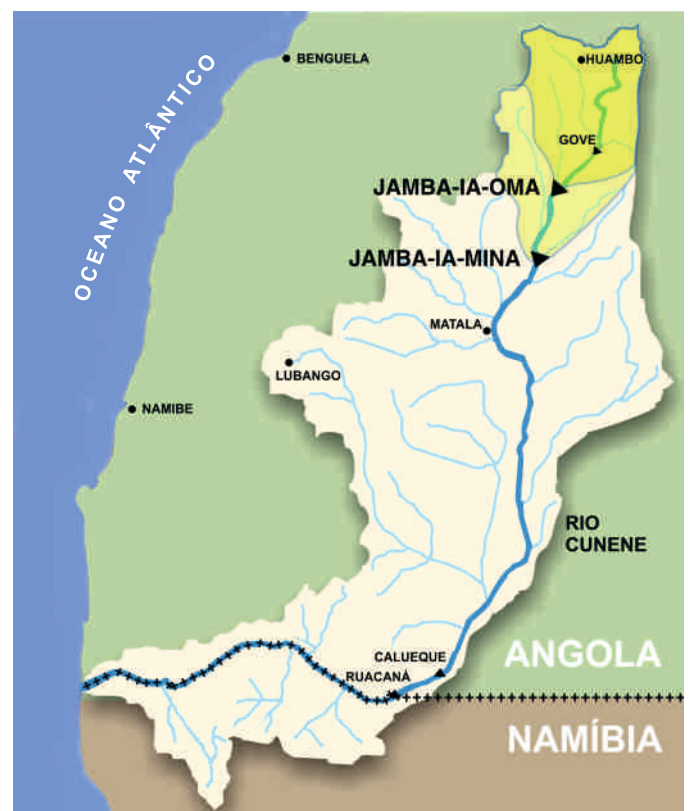
Caudal Nominal	3 x 100 m ³ /s
Potência Instalada	3 x 74.6 MW

Alternadores

Potência Aparente	3 x 85 MVA
Tensão	15 kV

SUBESTAÇÃO

Potência	3 x 89 MVA
Relação de Transformação	15 / 220 kV



Os estudos e projeto iniciais realizados pela COBA datam de 1976. Em 2006, o Gabinete para a Administração da Bacia Hidrográfica do Rio Cunene (GABHIC) contratou a COBA para a execução do projeto, caderno de encargos e estudo de impacto ambiental do aproveitamento hidroelétrico.

Os estudos compreenderam a realização de um Estudo de Viabilidade, um Projeto Base, uma Avaliação de Impacto Ambiental e Caderno de Encargos.



JAMBA-IA-MINA

APROVEITAMENTO DE FINS MÚLTIPLOS

GOVE 62 MW

A barragem do Gove situa-se no rio Cunene, a uns 80 km a sul da cidade de Huambo. Foi construída com o objetivo prioritário de regularizar o caudal do rio, tendo sido concluída em 1975. Entre 1986 e 1990, a barragem esteve sujeita a ações de sabotagem que comprometeram a sua exploração. Por razões de segurança, tornou-se necessário baixar o nível de exploração.

No projeto inicial previa-se a construção de uma central hidroelétrica no pé da barragem. Com a reabilitação da barragem, a central foi construída, estando equipada com três grupos turbina-alternadores do tipo Francis, de eixo vertical, de 20,6 MW.

BARRAGEM

Tipo	Aterro homogêneo com pé de enrocamento
Altura	58 m
Comprimento do coroamento	1 112 m
Capacidade total da albufeira	$2\,547 \times 10^6 \text{ m}^3$

CENTRAL

Número de grupos	3 / Francis de eixo vertical
------------------	------------------------------

Turbinas

Caudal nominal	$3 \times 51 \text{ m}^3/\text{s}$
Queda útil	45 m
Potência nominal	$3 \times 20.6 \text{ MW}$
Produção de energia	150 Gwh/ano

Alternadores

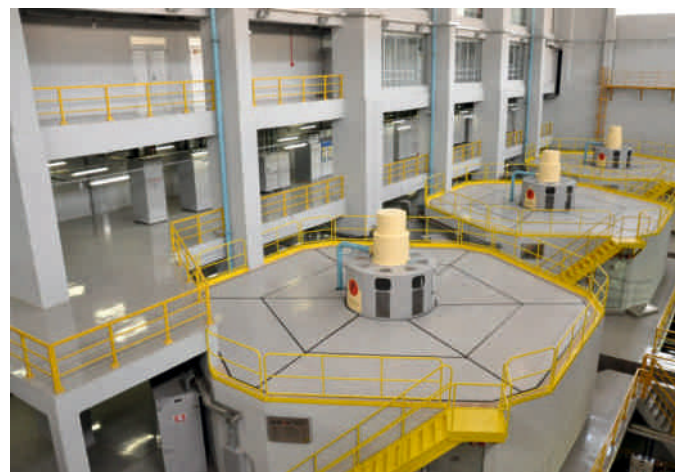
Potência aparente	24 MVA
Tensão	11 kV

SUBESTAÇÃO

Potência	$3 \times 24 \text{ MVA}$
Relação de transformação	11 / 220 kV

Os estudos, projeto e desenhos de execução para a reabilitação da barragem e de construção da central e subestação foram desenvolvidos pela COBA, em consórcio, sendo ainda da responsabilidade desta empresa a gestão de projeto e fiscalização das empreitadas.

RIO CUNENE - ANGOLA



APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO

EL BORJ 21 MW

O Aproveitamento Hidroelétrico de El Borj localiza-se no rio Oum Er Rbia, um dos principais rios de Marrocos, constituindo o segundo escalão da cascata prevista para o seu curso superior. O AH situa-se no médio Atlas, próximo da cidade de Kénifra.

Trata-se de um aproveitamento a fio-de-água que aproveita uma queda natural de aproximadamente 130 m disponível num troço com cerca de 15 km entre as localidades de Tanafnit e de El Borj.

Os estudos e intervenções realizadas envolveram as seguintes fases: i) Estudo de Viabilidade e Anteprojeto Sumário; ii) Caderno de Encargos, dividido em 5 lotes; iii) Assistência Técnica às Obras, concluídas em 2008.

Os órgãos hidráulicos da barragem foram objeto de ensaios hidráulicos em modelo reduzido.

O âmbito do projeto compreendeu, ainda, ações de formação do pessoal da ONE, relativas a estudos hidrológicos e dimensionamento hidráulico.

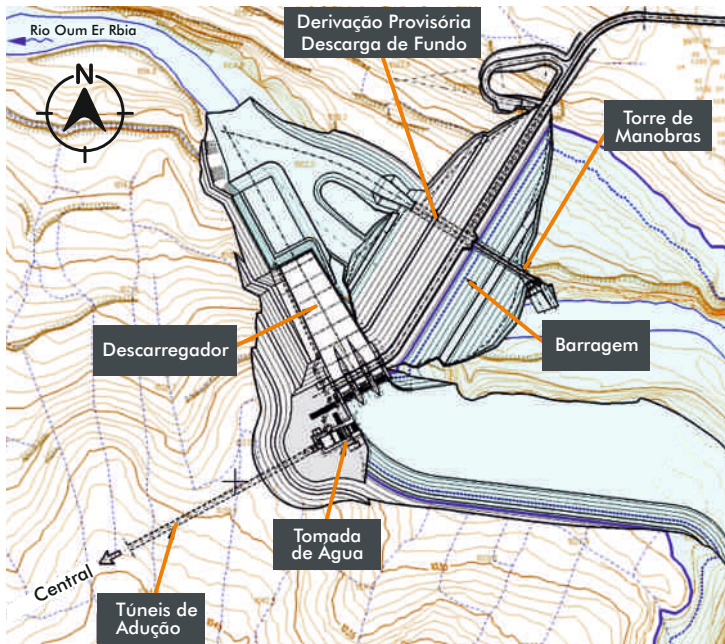
RIO OUM ER RBIA - MARROCOS



TANAFNIT - BARRAGEM DE EL BORJ

Barragem de aterro com um descarregador em betão na margem esquerda.

O descarregador está equipado com comportas de eclusa e inclui um canal que termina em salto de ski. A descarga de fundo é constituída por uma torre de tomada de água e galeria sob o aterro.



BARRAGEM

Altura máxima	25 m
Comprimento pelo coroamento	270 m
Capacidade da albufeira	2.1 hm ³

CIRCUITO HIDRÁULICO

Túnel	10.2 km comp. e 3.3 m diâmetro
Chaminé de equilíbrio	5.5 m de diâmetro
Câmara da válvula de segurança	DN 2 600 mm
Conduto forçada	DN 2 800 / 3 000 mm, com 200 m

CENTRAL

Número de Grupos/Tipo	2 / Francis de eixo horizontal
Turbinas	
Potência nominal	2 x 10.65 MW
Caudal nominal	24 m ³ /s
Queda útil	106.5 m
Produção de energia	108.6 GWh/ano

SUBESTAÇÃO

Potência	60 kV
Relação de Transformação	2 x 15 MVA
	6/60 kV

PLANEAMENTO HIDROELECTRICO

PROGRAMA NACIONAL DE BARRAGENS COM ELEVADO POTENCIAL HIDROELÉCTRICO

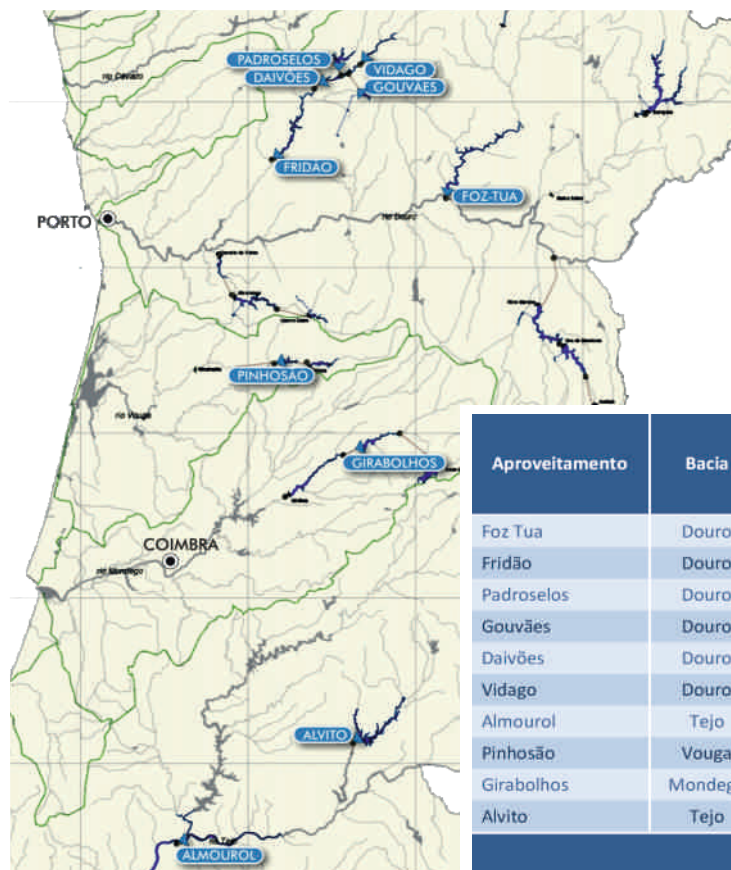
O “Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH)” teve como objetivo identificar e definir prioridades para os investimentos a realizar em grandes aproveitamentos hidroelétricos no projeto horizonte 2007-2020.

Nos estudos realizados analisaram-se 25 aproveitamentos hidroelétricos com potências instaladas superiores a 30 MW.

Os aproveitamentos seleccionados revestem-se da maior importância do ponto de vista da produção energética, da optimização dos recursos da bacia hidrográfica e do seu potencial para satisfazer outros usos, bem como em relação às melhores condições técnicas, económicas, sociais e ambientais dos aproveitamentos, que permitem a sua implementação a curto e médio prazo.

Os 10 aproveitamentos seleccionados, que permitem atingir as metas de potência instalada estabelecidas para o horizonte de 2020 foram: Almourol, Alvito, Daivões, Foz Tua, Fridão, Girabolhos, Gouvães, Padroselos, Pinhosão e Vidago. Nestes aproveitamentos previu-se uma potência instalada total de cerca de 1100 MW, permitindo uma produção em ano hidrológico médio de 1630 GWh/ano.

No final da implementação do PNBEPH, em 2020, a potência hidroelétrica instalada total em grandes aproveitamentos em Portugal era de aproximadamente 7 000 MW.



BARRAGENS COM ELEVADO POTENCIAL HIDROELÉCTRICO PORTUGAL



A proposta referente aos aproveitamentos a implementar resultou da Avaliação Ambiental Estratégica de 4 grandes opções estratégicas, estabelecidas no âmbito do PNBEPH (Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico).

Os Estudos de Avaliação Ambiental foram desenvolvidos na perspetiva dos fatores críticos identificados em função dos fatores ambientais e de sustentabilidade e do quadro de referência estratégico relevante para o programa: Alterações Climáticas, Biodiversidade, Recursos Naturais e Culturais, Recursos Naturais e Tecnológicos, Desenvolvimento Humano e Competitividade.

A Avaliação Ambiental permitiu concluir que a Opção D - Ponderação Energética, Socioeconómica e Ambiental é aquela que, em termos globais, mais contribui para o alcance das metas estratégicas relativas aos fatores críticos e que menos conflitua com as mesmas.

Aproveitamento	Bacia	Rio	Tipo	Área da bacia (km²)	Capacidade da albufeira (hm³)	Potência instalada (MW)	Energia produzida (GWh/ano)
Foz Tua	Douro	Tua	Reversível	3 822	310	234	340
Fridão	Douro	Tâmega	-	2 630	195	163	299
Padroselos	Douro	Beça/Tâmega	Reversível	315	147	113	102
Gouvães	Douro	Torno/Tâmega	Reversível	100	13	112	153
Daivões	Douro	Tâmega	Reversível	1 984	66	109	148
Vidago	Douro	Tâmega	Reversível	1 557	96	90	114
Almourol	Tejo	Tejo	-	67 323	20	78	209
Pinhosão	Vouga	Vouga	Reversível	401	68	77	106
Girabolhos	Mondego	Mondego	Reversível	980	143	72	99
Alvito	Tejo	Ocreza	-	968	209	48	62
TOTAL					1 266	1 096	1 632



PLANEAMENTO HIDROELETRICO

INVENTÁRIO E ESTUDOS DE PRÉ-VIABILIDADE DOS LOCAIS DAS ESTAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA POR BOMBAGEM (CENTRAIS HIDROELÉTRICAS REVERSÍVEIS) EM MARROCOS

O objetivo geral deste projeto é o de avaliar o potencial de Marrocos para o armazenamento de energia, através do desenvolvimento de Estações de Transferência de Energia por Bombagem e, como objetivo complementar, otimizar e aumentar a introdução de outras fontes de energia renováveis intermitentes na rede elétrica nacional - solar e eólica - satisfazendo a variação diária de energia e a sua procura.

O objetivo específico dos estudos a realizar é a elaboração do "Inventário de Locais para Instalação de Centrais Hidroelétricas Reversíveis" (STEP) em Marrocos, compreendendo STEP terrestres, junto a linhas de água e barragens/albufeiras, e STEP marítimas, que recorrem a água salgada e ao mar como reservatório inferior.

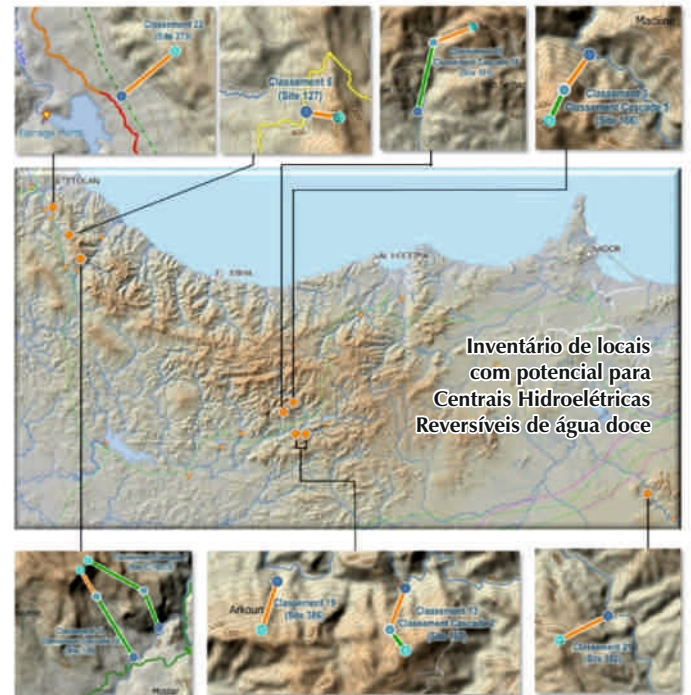
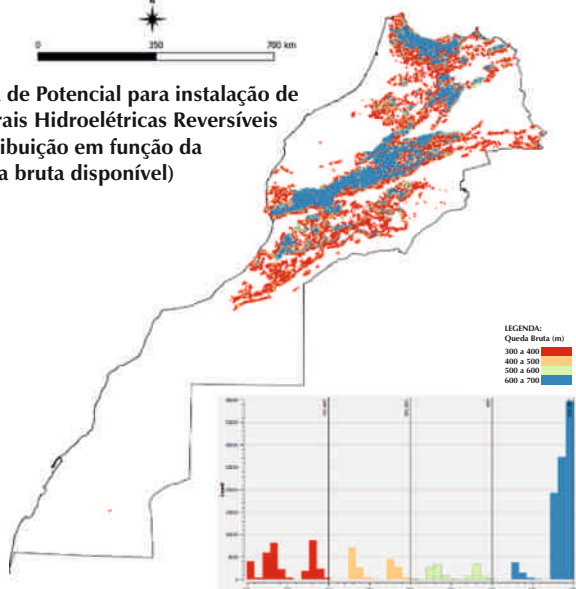
Os estudos cobrem todo o território de Marrocos, com particular enfoque nas zonas montanhosas e no litoral onde, por norma, se encontram maiores quedas de água e circuitos hidráulicos mais curtos, consequentemente mais favoráveis de um ponto de vista económico.

O Projeto inclui também a realização de estudos de viabilidade técnica e económica dos 25 sítios identificados mais favoráveis, com potências de aproximadamente 400-600 MW cada, e a criação de uma base de dados SIG com os resultados dos estudos.

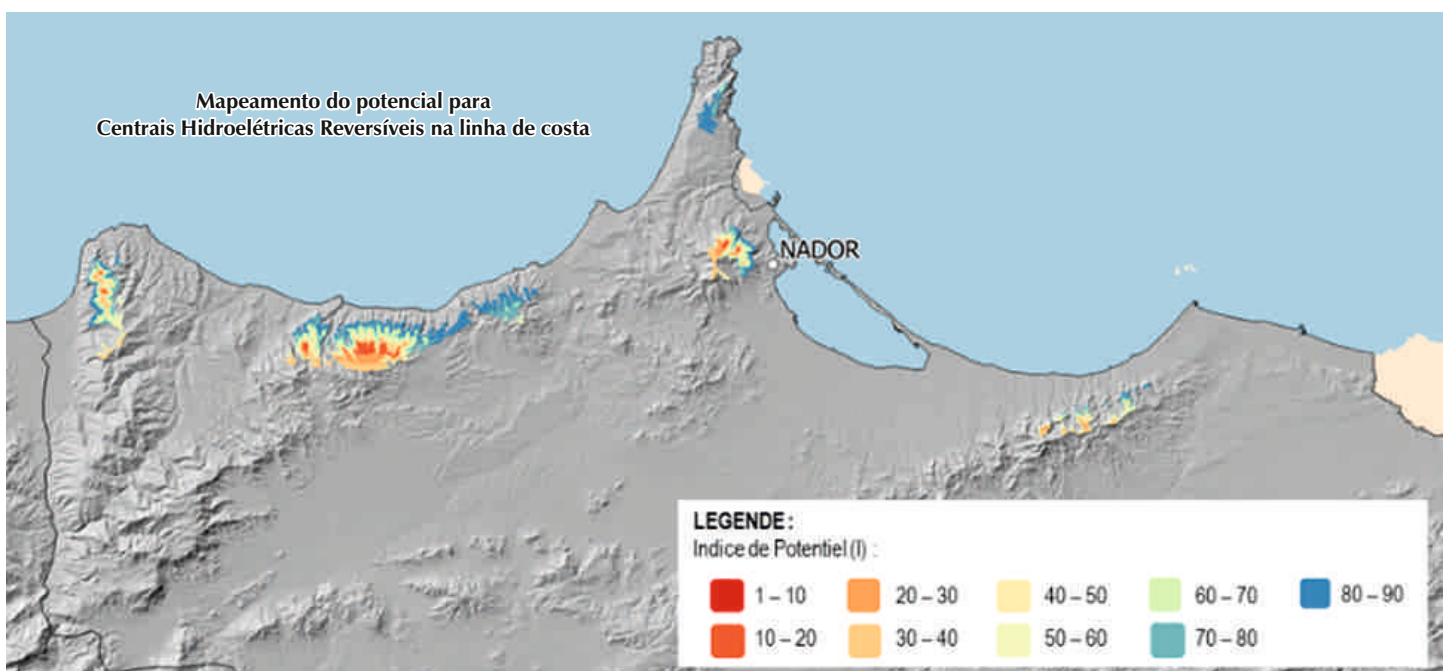
Os estudos compreendem as duas seguintes missões:

- Missão 1: Prospeção sistemática, identificação e classificação de locais com potencial.
- Missão 2: Estudos de pré-viabilidade dos locais selecionados.

Carta de Potencial para instalação de Centrais Hidroelétricas Reversíveis (distribuição em função da queda bruta disponível)



Mapeamento do potencial para Centrais Hidroelétricas Reversíveis na linha de costa



MARROCOS

PROJETOS HIDROELÉTRICOS NA COBA

GRANDES PROJETOS EM PORTUGAL

PROJETO	APROVEITAMENTOS HIDROELÉTRICOS		PAÍS	CLIENTE	DATA
	CENTRAL Potência Instalada	BARRAGEM / CIRCUITO HIDRÁULICO			
Foz Tua	262 MW (Reversível)	Barragem betão abobada (108 m altura) Tuneis 1 470 m comp. Ø 7.5 m	Portugal	EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.	2010/11
Salamonde II	209 MW (Reversível)	Tuneis 2 297 m comp. Ø 5.8/8.3/11.5 m	Portugal	EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.	2009/16
Alqueva II	260 MW (Reversível)	Tuneis 750 m comp. Ø 8.5 m	Portugal	EDP Electricidade de Portugal, S.A.	2007/12
Feiticeiro (Baixo Sabor jusante)	30 MW (Reversível)	Tuneis 590 m / 640 m comp. Ø 6.9 m	Portugal	EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.	2009/12
Fridão	241 MW (Reversível)	Tuneis 380 m comp. Ø 7.3/11.0 m	Portugal	EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.	2009/10
Ribeiradio - Ermida	75 MW (Ribeiradio) 8 MW (Ermida)	Ribeiradio: Barragem betão gravidade (83 m altura) Ermida: Barragem betão gravidade (35 m altura) Tunel 205 m comp. Ø 5.5 m	Portugal	EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.	2008/15
Pedrogão	13 MW	Circuito hidráulico 117 m comp. Ø 4.0 m	Portugal	EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.	2008/09
Alvito	214 MW (Reversível)	Barragem em BCC (88 m altura)	Portugal	EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.	2008/11

GRANDES PROJETOS INTERNACIONAIS RECENTES

PROJETO	APROVEITAMENTOS HIDROELÉTRICOS		PAÍS	CLIENTE	DATA
	CENTRAL Potência Instalada	BARRAGEM / CIRCUITO HIDRÁULICO			
Santiago	20 MW (Reversível)	Reservatórios 2 x 400 000 m ³ Conduta forçada 1.2 km comp. Ø 2.0 m	Cabo Verde (Ilha de Santiago)	LuxDev Luxembourg Development Agency	2021
Saltinho	27 MW	Barragem de derivação em betão (16.0 m altura)	Guiné Bissau	OMVG Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Gambie	1983/88 1991/93 2019/em curso
Luachimo (Reabilitação da Barragem e Construção de nova Central)	34 MW	Barragem de derivação em betão (6.5 m altura) Canal de adução 649 m comp.	Angola	MINEA Ministério da Energia e Águas	2018/ em curso
Biópío (Reabilitação da Central)	15 MW	—	Angola	AFD – Agence Française de Développement Dono de Obra: Governo da República de Angola	2018
Mapai	18 MW	Barragem de terra (53m altura) Conduta forçada 210 m comp. Ø 5.0 m	Moçambique	ARA-Sul	2018
Warsak (Reabilitação da Central)	243 MW	—	Paquistão	WAPDA Water and Power Development Authority	2017/ em construção
Kholombidzo	213 MW (Principal) 6 MW (Auxiliar)	Barragem de betão gravidade (16.8 m altura) Tuneis 2 x 2.8 km comp. Ø 8.0 m	Malawi	Ministry of Natural Resources, Energy and Mining	2017
Oriang	435 MW	Barragem mista (betão e enrocamento) (39 m altura) Tuneis 8.6 km comp.	Uganda	Mota-Engil Africa	2016
Kalungwishi (Escalões Kabwelume e kundabwika)	100/160 MW	Barragem mista / Barragem gravidade Tuneis 1 610 m / 2 487 m comp.	Zâmbia	Mota-Engil Africa	2014
Caculo-Cabaça	2 120 MW (Principal) 52 MW (Auxiliar)	Barragem em BCC (103 m altura) Tuneis 4 x 299 m comp. Ø 6.0/6.5/9.0 m; 2 x 5 200 m, 16 x 16 m ²	Angola	GAMEK Gabinete de Aproveitamento do Médio Kwanza	2013/ em construção
Laúca	2 004 MW (Principal) 65.5 MW (Auxiliar)	Barragem em BCC (132 m altura) Tuneis 6 x 1.9 km long, 9 x 12 m ²	Angola	GAMEK Gabinete de Aproveitamento do Médio Kwanza	2013/15 2017/23
Cambambe II	714 MW	Tuneis 4 x 440 m comp. Ø 7.7 m; 4 x 100 m comp. Ø 6.9 m	Angola	GAMEK Gabinete de Aproveitamento do Médio Kwanza	2012/17
Matala (Reabilitação da Central)	42 MW	—	Angola	ENE Empresa Nacional de Eletricidade	2012/14
Marañon	90 MW	Mista (betão e enrocamento) (21.5 m altura) Circuito hidráulico canal trapezoidal 1 445 m comp. em betão; largura: 5.0m; Altura: 6.5m	Perú	Mota-Engil Perú	2012/14
Jamba-Ia-Mina	224 MW	Barragem de betão gravidade (38.5 m altura) Tuneis 3 x 183 m comp. Ø 5 m; 6 600 m comp. Ø 12 m	Angola	GABHIC Gabinete para Administração da Bacia Hidrográfica do Rio Cunene	2010/12
Jamba-Ia-Oma	79 MW	Barragem de betão e terra (47 m altura) Conduta forçada 3 x 200 m comp. Ø 4.15 m	Angola	GABHIC Gabinete para Administração da Bacia Hidrográfica do Rio Cunene	2008/11
Lomaum (Reabilitação e Extensão)	76 MW	—	Angola	EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.	2009/10
Gove (Reabilitação da Barragem e Construção de nova Central)	62 MW	Barragem de enrocamento (58m altura)	Angola	GABHIC Gabinete para Administração da Bacia Hidrográfica do Rio Cunene	2002 2007/12
Sambangalou e Kaleta	120 MW	Barragem em BCC (94 m altura) Estudos Geológicos e Geotécnicos	Senegal	OMVG Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Gambie	2005/07
El Borj	21 MW	Tunel 10.4 km comp. Ø 3.3 m Conduta forçada 200 m comp. Ø 2.8/3.0 m	Marrocos	ONE Office Nationale de l'Electricité	1998/00



 JULHO | 2023



C O N S U L T O R E S D E E N G E N H A R I A E A M B I E N T E

PORTUGAL

COBA Portugal
Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011 LISBOA
Tel.: (351) 210 125 000
Tel.: (351) 217 925 000
Fax: (351) 217 970 348
Email: coba-pt@cobagroup.com

ANGOLA

COBA Angola
Rua Marechal Brás Tito, N° 35/37,
Edifício Escom, 14° Andar B - LUANDA
Tel.: (244) 225 300 073
Fax: (244) 225 300 074
E-mail: coba-ao@cobagroup.com

MOÇAMBIQUE

COBA Moçambique
Edifício Jat-VI City Mall
Rua dos Desportistas n° 733,
1° Andar, Escritório 55, MAPUTO
Tel.: (258) 21 328 813
Fax: (258) 21 016 165
Email: coba-mz@cobagroup.com

ARGÉLIA

COBA Algérie
09, Rue des Frères Hocine
El Biar - 16606, ARGEL
Tel.: (213) 21 922 802
Fax: (213) 21 922 802
E-mail: coba-dz@cobagroup.com

COLOMBIA

COBA Colombia
Carrera 47 N° 103-29
Bogotá D.C. - Colombia
Tel: (57) 314 696 9491
Tel: (57) 601 636 0222
E-mail: d.rocha@cobagroup.com

PERU

COBA Perú
JR BRONZINO 598
Urbanización: San Borja
Distrito. SAN BORJA
Provincia y Departamento: LIMA
E-mail: c.gomes@cobagroup.com