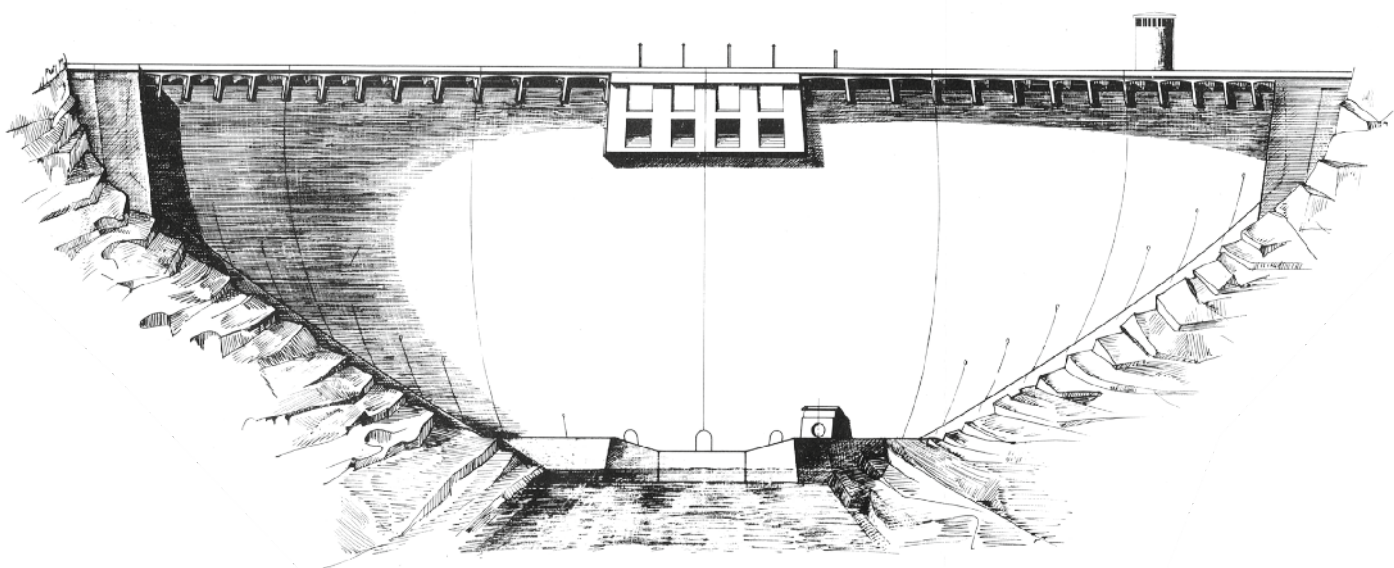


Segurança de **Barragens**



coba
GROUP

CONSULTORES DE ENGENHARIA E AMBIENTE



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

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.

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 termoelétricas.

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.

A COBA E AS BARRAGENS

A atividade de projetar barragens é a mais antiga da empresa e representa o domínio no qual a COBA obteve renome internacional, tendo projetado e prestado assistência técnica a barragens na Europa (Portugal, Espanha, Grécia e Turquia), África (Angola, Argélia, Cabo Verde, Guiné-Bissau, Guiné-Conakry, Moçambique, Senegal e Tunísia), América (Brasil, Costa Rica, República Dominicana e Venezuela) e na Ásia (Vietnam).

A COBA começou por projetar barragens de betão, tendo contribuído para o progresso do conhecimento da ciência e das técnicas de dimensionamento das barragens abóbada. Refira-se o método do ajustamento completo totalmente concebido por especialistas da empresa nos anos sessenta. Mais tarde, a experiência alargou-se ao domínio do projeto e construção de barragens de aterro e, mais recentemente, a barragens de BCC (betão compactado com cilindro).

Nos seus diversos Serviços a COBA desenvolve, para além do projeto da barragem em si, todos os estudos de base e projetos associados, tais como sejam estudos hidrológicos, estudos geológicos e geotécnicos, estudos sismológicos, estudos hidráulicos, projeto de estruturas hidráulicas, projeto e especificações de equipamento hidro e eletromecânico, geração de energia e distribuição e estudos ambientais.

Adicionalmente, especialistas dos seus quadros têm participado em missões de consultoria e em Painéis de Consultores para agências internacionais de financiamento e outras organizações, em numerosos países.

Segurança e Gestão do Risco de Barragens

Em qualquer obra de engenharia a segurança absoluta não existe havendo sempre um risco associado à sua construção e exploração. Assim, o risco de rotura de uma barragem deve estar sempre presente na mente de todos os intervenientes – Empreendedor, Projetista, Construtor e Entidades responsáveis pela fiscalização e Exploração -, sendo dever de todos atuar no sentido de minimizar esse risco.

A segurança de barragens e a gestão dos seus riscos são de vital importância para toda a sociedade e a sua revisão, ao longo do tempo, exige a intervenção de técnicos especialistas em diversas áreas integrando a geologia, a sismologia, a hidráulica, a geotecnia, as estruturas, o equipamento hidromecânico, o equipamento elétrico e o ambiente.

A minimização dos riscos associados às barragens começa nos estudos de base e estende-se pelas fases de concepção e dimensionamento, projeto executivo, construção, primeiro enchimento e operação.

É importante salientar que cada barragem é um caso, relativamente ao qual devem ser ponderadas todas as condicionantes locais e ambientais, os fatores determinantes da sua concepção, as metodologias de dimensionamento utilizadas, as particularidades detectadas ou ocorridas em fase de construção e, posteriormente, nas fases de primeiro enchimento e operação da obra.

A identificação dos mecanismos de rotura, específicos de cada barragem, é assim essencial para a orientação de um adequado acompanhamento e observação da obra que permitam o despiste atempado de indicadores destes mecanismos e a implementação das medidas de correção e reabilitação necessárias.

Os principais mecanismos de rotura de barragens podem agrupar-se essencialmente em três áreas, associadas ao corpo da barragem e fundação, aos órgãos hidráulicos e equipamentos hidromecânicos e ao reservatório.

No que se refere ao corpo da barragem, as deteriorações mais frequentes reportam-se, no caso de barragens de aterro, a assentamentos e abatimentos, fraturação hidráulica, instabilidade de taludes e erosão interna, e, no caso de barragens de betão, a reações químicas do betão, a instabilidades locais ou globais do conjunto

barragem-fundação. Relativamente aos órgãos hidráulicos, as deteriorações mais comuns são assentamentos e roturas dos elementos de betão, subescavação e erosão das suas fundações, obstrução de seções de vazão e o funcionamento deficiente dos equipamentos hidromecânicos. Quanto aos reservatórios, o comprometimento da funcionalidade por perdas de água ou a instabilidade de taludes com possibilidade de movimentação de grandes volumes de materiais e a formação de ondas com capacidade para galgar a barragem são os principais problemas a acautelar.

Não obstante os diferentes tipos de deteriorações passíveis de ocorrerem e as diferentes formas de manifestação, associadas às características específicas de cada anomalia e de cada obra, é possível sistematizar um determinado número de ações que em conjunto permitirão a sua detecção e correção.

a) Inspeção visual

A inspeção visual das barragens deve ser realizada em todas as fases de sua vida e constitui talvez o método mais eficaz de detecção de deteriorações. As inspeções visuais podem classificar-se como:

- Inspeções de rotina, a cargo do pessoal responsável pelo monitoramento do sistema de auscultação
- Inspeções especiais, a cargo de especialistas responsáveis pela elaboração dos relatórios sobre o comportamento de barragens
- Inspeções de caráter excepcional, a cargo dos especialistas acima indicados com eventual colaboração de peritos.

b) Auscultação

A elaboração de um plano de observação visa essencialmente o controlo da segurança estrutural hidráulico-operacional e ambiental durante as diferentes fases de vida da barragem.

As grandezas objeto do monitoramento, o tipo de equipamentos e especificação de colocação, os locais de instalação bem como a frequência de leituras e consequentes ações de validação, interpretação e análise do comportamento da obra deverão ser aferidas às condicionantes e mecanismos de rotura potenciais de cada obra e preconizadas no projeto da barragem.

A análise conjunta das informações recolhidas por inspeções periódicas das obras e dos dados de monitoramento deverá constituir um trabalho contínuo e integrado que permita a avaliação periódica da segurança das obras. Esta atividade deve ser realizada por equipa especializada nas diferentes áreas científicas interessadas, que terá a seu cargo a validação dos dados recolhidos.

A COBA tem particular experiência na inspeção, definição de regras de inspeção e sua interpretação, bem como na recomendação de medidas correctivas e no projecto de intervenções visando a reabilitação de barragens e a sua segurança, compreendendo cerca de 150 barragens em seis países, como se evidencia na presente brochura.

Conta também com uma vasta experiência na elaboração de procedimentos que devem ser seguidos pelos órgãos fiscalizadores da segurança, assim como pelos donos de obra dos empreendimentos.

Destaca-se a assistência técnica que prestou ao Banco Mundial e à ANA (Agência Nacional de Águas) do Brasil, através do contrato estabelecido com o Banco Mundial para apoio institucional no domínio da segurança de barragens, na sequência de concurso internacional lançado em 2012 do qual a COBA foi vencedora. O contrato terminou em Junho de 2015.

Acompanhando os novos desenvolvimentos e orientações da ICOLD, a COBA investiu recentemente na área da gestão do risco de barragens, com vista ao desenvolvimento integrado das atividades de análise, apreciação e controlo dos riscos, em fase de projeto, construção e exploração.

REABILITAÇÃO DA BARRAGEM DO GOVE

Cliente: GABHIC - Gabinete Administrativo da Bacia Hidrográfica do Rio Cunene

Data: 2003/05

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Gove. Reparação da Barragem	Terra	58	1 112



REABILITAÇÃO DA BARRAGEM DE CAMBAMBE

Cliente: Ministério da Energia

Data: 1983

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Cambambe (Reabilitação)	Abóbada	88	380

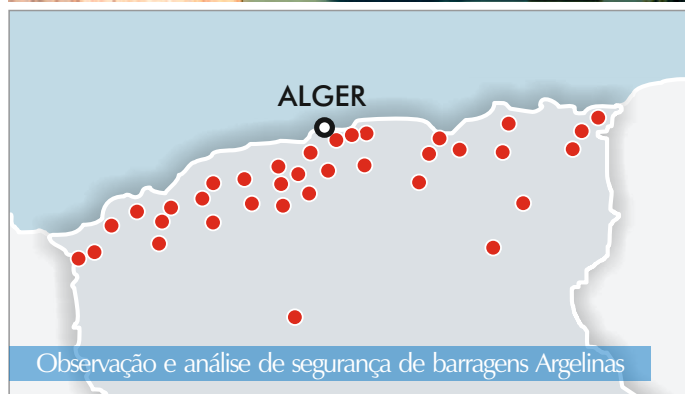


ESTUDOS DE INSPECÇÃO E REFORÇO DE GRANDES BARRAGENS EM EXPLORAÇÃO

Ciente: Agence Nationale des Barrages et Transferts

Data: 2005/08

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Grib	Enrocamento (paramento de montante em betão)	65	270
Bakkadda	Enrocamento	45	220
Oued Fodda	Betão gravidade	100	170
Boughzoul	Betão gravidade	13,5	580



OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Ciente: Agence Nationale des Barrages et Transferts

Data: 1992/97

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Zardezas	Betão	64	242
Boukourdane	Terra	74	610
Hamam Grouz	Betão gravidade	50	217
Beni-Amrane	Enrocamento Gravidade	39,5	145
Bouroumi	Terra	100	300
Deurdeur	Terra	56	380
Foum El Gherza	Betão abóbada	73	186
Ghrib	Enrocamento	105	270
Boughzoul	Terra Gravidade	14	580
Ladrat	Terra	44	660
Lekhal	Terra	43	600
Ain Zada	Enrocamento	50	940
Keddara	Enrocamento	108	486
Guenitra	Terra	69	515
Hamam Debagh	Terra	93	430
Ain-Dalia	Enrocamento	64	220
Bakhadda	Enrocamento	60	220
Colonel Boughara	Terra	17,5	580
Cheffia	Terra	50	650
Dahmouni	Terra	41	860
Foum El Gueiss	Enrocamento	27	150
Ksob	Betão abóbadas múltiplas	46	254
Sidi Mohamed Ben Aouda	Terra	64	890
Harreza	Terra	41	1 787

DIAGNÓSTICO DO COMPORTAMENTO E SEGURANÇA DE BARRAGENS

Cliente: SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

Data: 2009/10

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Iraí	Terra	19	1 220
Passaúna	Terra	22	1 325
Piraquara I	Terra	30	280
Piraquara II	Terra	13	670



Iraí



Jaburú I

RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DE JABURÚ I

Cliente: Secretaria dos Recursos Hídricos (Ceará)

Data: 1998/00

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Jaburú I	Terra	47	770



Jaburú I



Passaúna

BARRAGEM DO FUNIL

Cliente: FURNAS – Centrais Elétricas, SA

Data: 1988 Cálculo Sísmico

Data: 1991 Reforço da impermeabilização das fundações e injeção para refechamento das juntas

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Funil	Abobada	85	360



Funil

PORTUGAL

PLANO ESPECIAL DE INSPECÇÃO DE BARRAGENS 2001 – DISTRITOS DE SANTARÉM, LISBOA E SETÚBAL (REALIZAÇÃO URGENTE DE INSPECÇÕES VISUAIS RELATIVAS À SEGURANÇA DE 57 BARRAGENS DISTRIBUÍDAS POR TRÊS DISTRITOS, 36 LOCALIZADAS NO DISTRITO DE SANTARÉM, 2 NO DISTRITO DE LISBOA E 19 NO DISTRITO DE SETÚBAL)

Cliente: Instituto da Água (INAG)

Data: 2001/04

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Quinta da Serra	Terra	9,8	140
Vale dos Pereiros	Terra	12	132
Santo António	Terra	12	140
Várzea do Linhó	Terra	12,5	59,6
Vale do Juncal	Terra	13,5	75
Coalheira	Terra	12	89
Vergancinho	Terra	14,5	120
Pedra Alçada	Terra	11,5	94
Fonte	Terra	10	80
Amoreira	Alvenaria	8	47
Bacharel	Terra	10	68
Vila Chã	Terra	11,4	90
Retorta	Terra	10	164
Mingazes	Terra	11	130
Vale Raposeira	Terra	6	137
Vale do Pinhal	Terra	13	70
Copeiro	Terra	8	73
Valeira Alta	Terra	10	160
Vale Touriz	Terra	12	123
V. dos Gaios	Terra	5	70
Nova	Terra	9	85
Malhada Alta	Terra	9	205
Vale Pinheiro	Terra	7	110
Vale da Ursa	Terra	17	450
Vale Arca I	Terra	12	417
Vale Sanceiro	Terra	5	192
Charnequinha	Terra	8	520
Daroeira	Terra	16	500
Vale de Carneiros	Terra	10	160
Nabos	Terra	10	138
Monte dos Alhos	Terra	5	205
Monte da Fava	Terra	3,5	40
Sobreira	Terra	14	180
Cabeça de Cabra	Terra	6	120
Maroteiras	Terra	10	130
Terça	Terra	11	310



MOÇAMBIQUE

ESTUDOS DE INSPECÇÃO E REFORÇO DE GRANDES BARRAGENS EM EXPLORAÇÃO

Cliente: Carl Bro

Data: 2003

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Corumana	Aterro zonado	46	3 050
Macarretane	Móvel	4	650
Massingir	Terra	48	4 630
Pequenos Libombos	Aterro zonado	45	1 540



Corumana



Massingir



Pequenos Libombos

REPÚBLICA DOMINICANA

ESTUDOS DE AUSCULTAÇÃO, INSPECÇÃO E REFORÇO DA SEGURANÇA DE TODAS AS BARRAGENS HIDROELÉCTRICAS DA REPÚBLICA DOMINICANA.

Cliente: Corporación Dominicana de Electricidad (CDE)

Data: 1986

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Valdesia	Gravidade	78	342
Sabana Yegua	Terra	90	1 190
Rincon	Gravidade	52	176
Hatillo	Terra	52	1 800
Bao	Terra	112	425
Tavera	Gravidade	82	405
Sabaneta	Terra	72	850
Las Barias	Gravidade/Terra	15	664



Tavera

PORTUGAL

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Vale da Torre	Terra	8	185
Maçanedo	Terra	7	350
Vale Cobrão	Terra	12	519
Michões	Terra	10	345
Soberanas de Baixo	Terra	12	345
Algalé I	Terra	12	100
Algalé II	Terra	11	135
Vale de Arca II	Terra	22	430
Porchos	Terra	20,6	207
Vinte e Dois	Terra	7	170
Venda Velha	Terra	11	575
Carregal I	Terra	17	130
Vale dos Peixes	Terra	10	115
Negrelinhos / Mouriscas	Terra	16	700
Covões	Terra	16	114
Pias	Terra	15	120
Vale do Bebedouro	Terra	14,5	220
Fazenda Julieta	Terra	11	155
Abegoaria de Baixo	Terra	10	100
Muge	Terra	10	70
Abegoaria de Cima	Terra	12	110
Cadouços I	Terra	10	225
Cadouços II	Terra	15	160
Cadouços III	Terra	16	280



ESTUDOS RELATIVOS À SEGURANÇA ESTRUTURAL E HIDRÁULICO-OPERACIONAL

Barragem	Cliente	Data	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Minutos. Plano de Emergência Interno	DGADR - Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural	2009/10	Terra	36	1 288
Cadouços I	INAG – Instituto da Água	2006	Terra	10	225
Cadouços III	INAG – Instituto da Água	2006	Terra	16	280
Lapão	DRABL - Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral	2005	Terra	39	97
Alteamento da Barragem da Cova do Viriato nas Penhas da Saúde	Câmara Municipal da Covilhã	2005/07	Betão gravidade	26	201,6
Monte Branco. Planos de 1º Enchimento. Plano de Observação	EDIA – Instituto para o Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva	2003	Aterro zonado	9,5	253
Lagoa Vermelha. Planos de 1º Enchimento. Plano de Observação	EDIA – Instituto para o Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva	2003	Aterro zonado	12,2	340

ESTUDOS RELATIVOS À SEGURANÇA ESTRUTURAL E HIDRÁULICO-OPERACIONAL

Cliente: Instituto da Água (INAG)

Data: 1999/01

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Alfândega da Fé	Terra	25	750
Burga	Terra	35	353
Salgueiro	Terra	28	191
Peneireiro	Terra	14	693



ESTUDOS RELATIVOS À SEGURANÇA ESTRUTURAL E HIDRÁULICO-OPERACIONAL

Cliente: Instituto da Água (INAG)

Data: 1998/01

Barragem	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Santa Clara	Terra	85	428
Roxo	Contrafortes/Terra	49	847
Monte da Rocha	Terra	55	1 600
Maranhão	Terra	55	204
Gameiro	Gravidade/Terra	20	293
Furadouro	Betão	17	190



Roxo



Santa Clara



Monte da Rocha

ESTUDOS RELATIVOS À SEGURANÇA ESTRUTURAL E HIDRÁULICO-OPERACIONAL

Barragem	Cliente	Data	Tipo	Altura (m)	Comp. Coroamento (m)
Além da Fazenda	Electricidade dos Açores (EDA)	1994/97	Betão	19	70
Aljustrel	Pirites Alentejanas	1998/89	Enrocamento	16	300
Roxo	Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos	1974	Contrafortes/Terra	49	847
Ponte de Jugais	Emp. Hidr. Serra da Estrela (EHSE)	1972	Betão gravidade	18	15
Covão do Curral	Emp. Hidr. Serra da Estrela (EHSE)	1971	Betão gravidade	12	185
Covão do Ferro	Soc. Ind. Penteação, Energia, Fiação de Lãs	1964	Betão gravidade	32	340



 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