



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

José Mateus de Brito
jose.brito@cenor.pt



SUMÁRIO

- **ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS**
- **ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO**
- **PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES**

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS FASES DOS EGG

Karl Terzaghi, (1929) no seu artigo “Effect of Minor Geologic Details on the Safety of Dams”, escreveu, a propósito da prática corrente da avaliação das fundações de barragens:

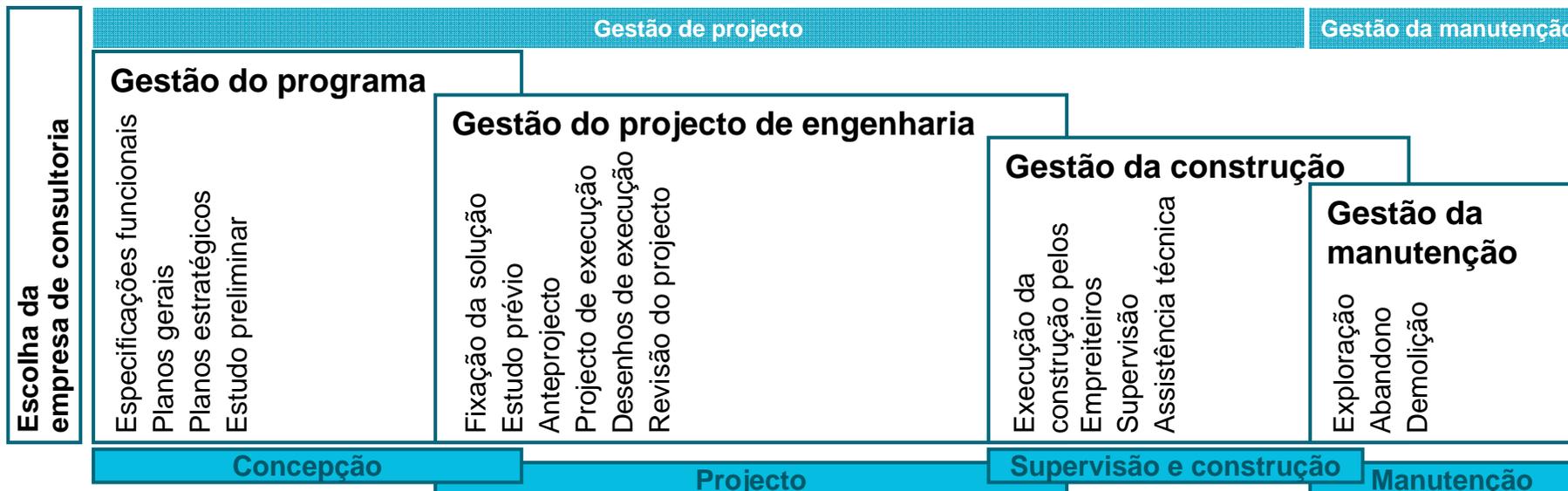
“Para evitar as insuficiências associadas à presente prática é necessário, em primeiro lugar, traduzir o levantamento geológico em termos físicos e mecânicos e depois é necessária a avaliação das condições mecânicas mais desfavoráveis expectáveis sob as condições geológicas existentes e, finalmente, adoptar para o dimensionamento da obra as condições mais desfavoráveis. Estas operações mentais representam de longe as mais importantes, mais difíceis e mais negligenciadas tarefas no campo das fundações das barragens”

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

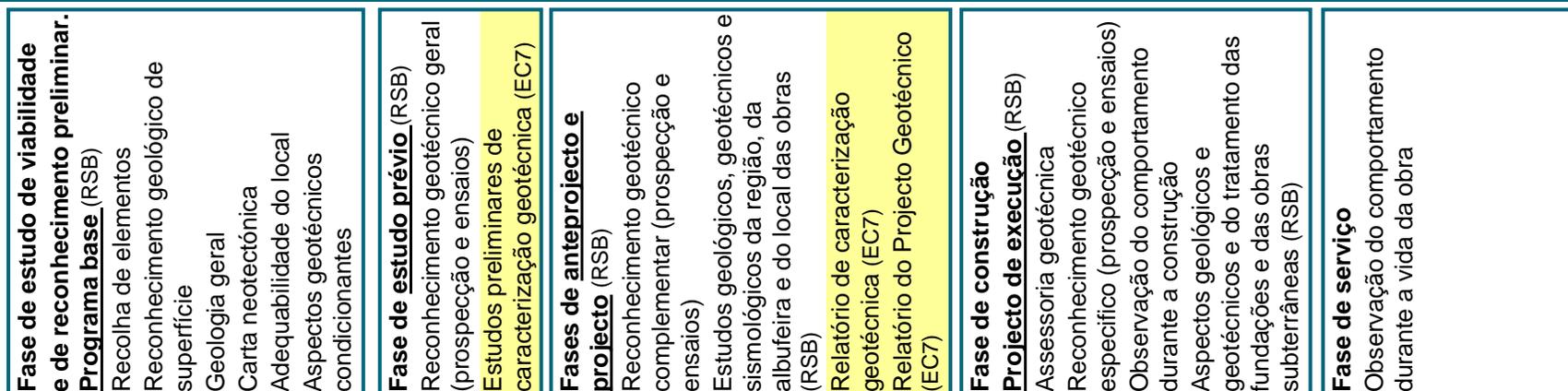
FASES DOS EGG

FASES DE EXECUÇÃO DO PROJECTO E DA OBRA

Dono de Obra - Consultor do Dono de Obra - Financiamento



FASES DE EXECUÇÃO DO PROJECTO GEOTÉCNICO

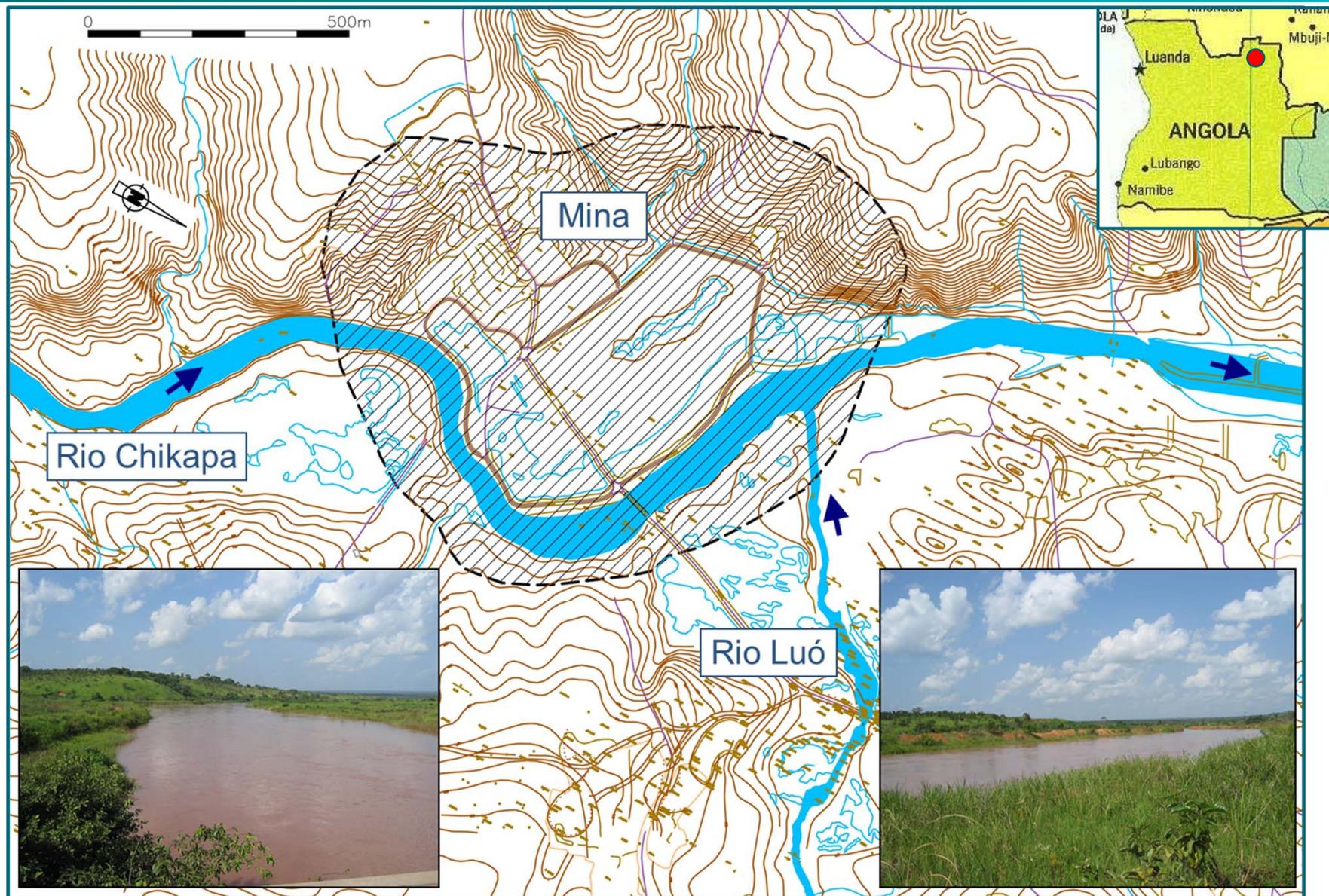


DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

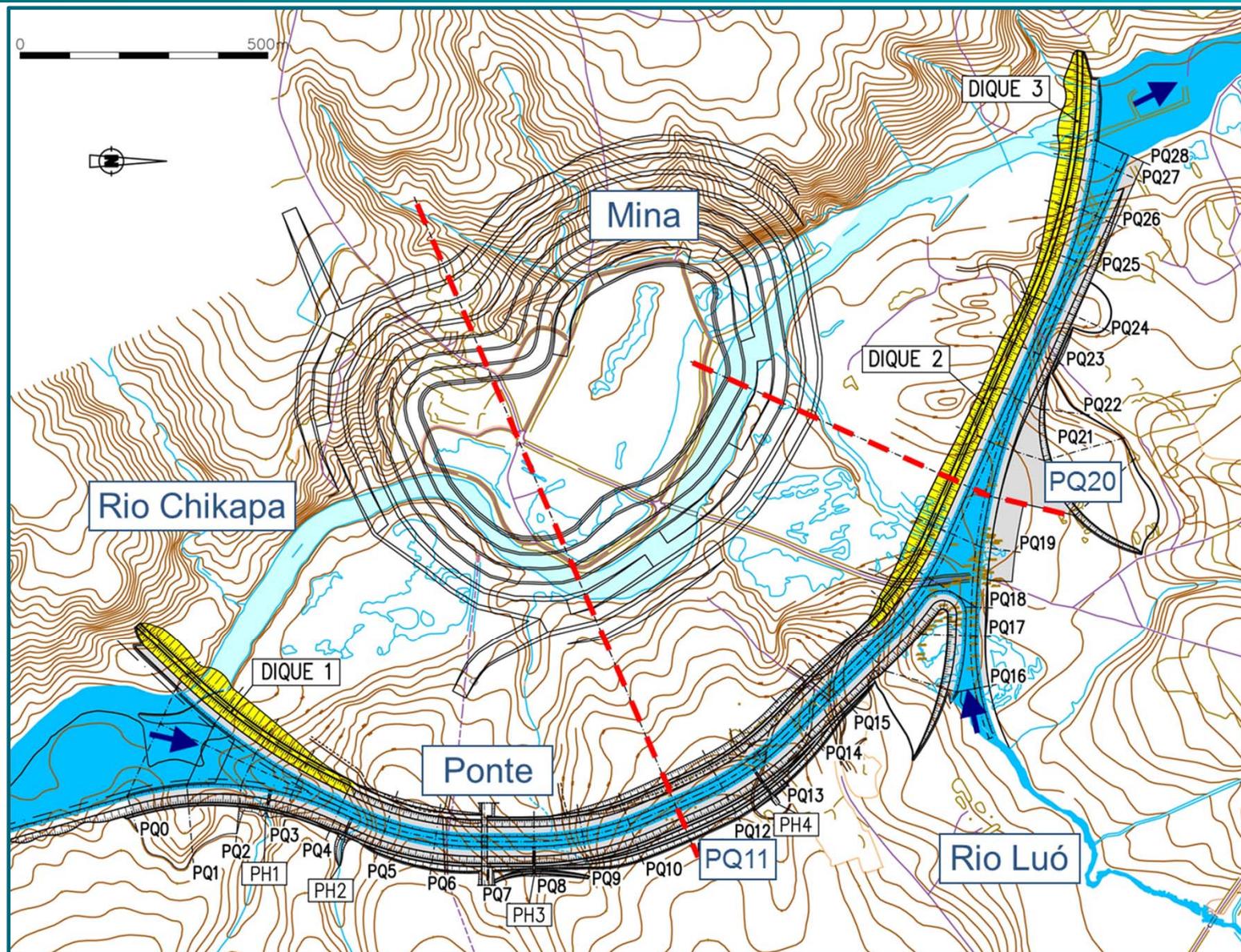


ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

- O caudal de ponta milenar a desviar no rio Chikapa é de $1700 \text{ m}^3/\text{s}$ e dos rios Chikapa + Luó é de $1850 \text{ m}^3/\text{s}$
- A profundidade máxima atingida pelo escoamento no canal é de $9,5 \text{ m}$, sendo a secção de escoamento da ordem de 450 m^2 e a velocidade média de $4,5 \text{ m/s}$

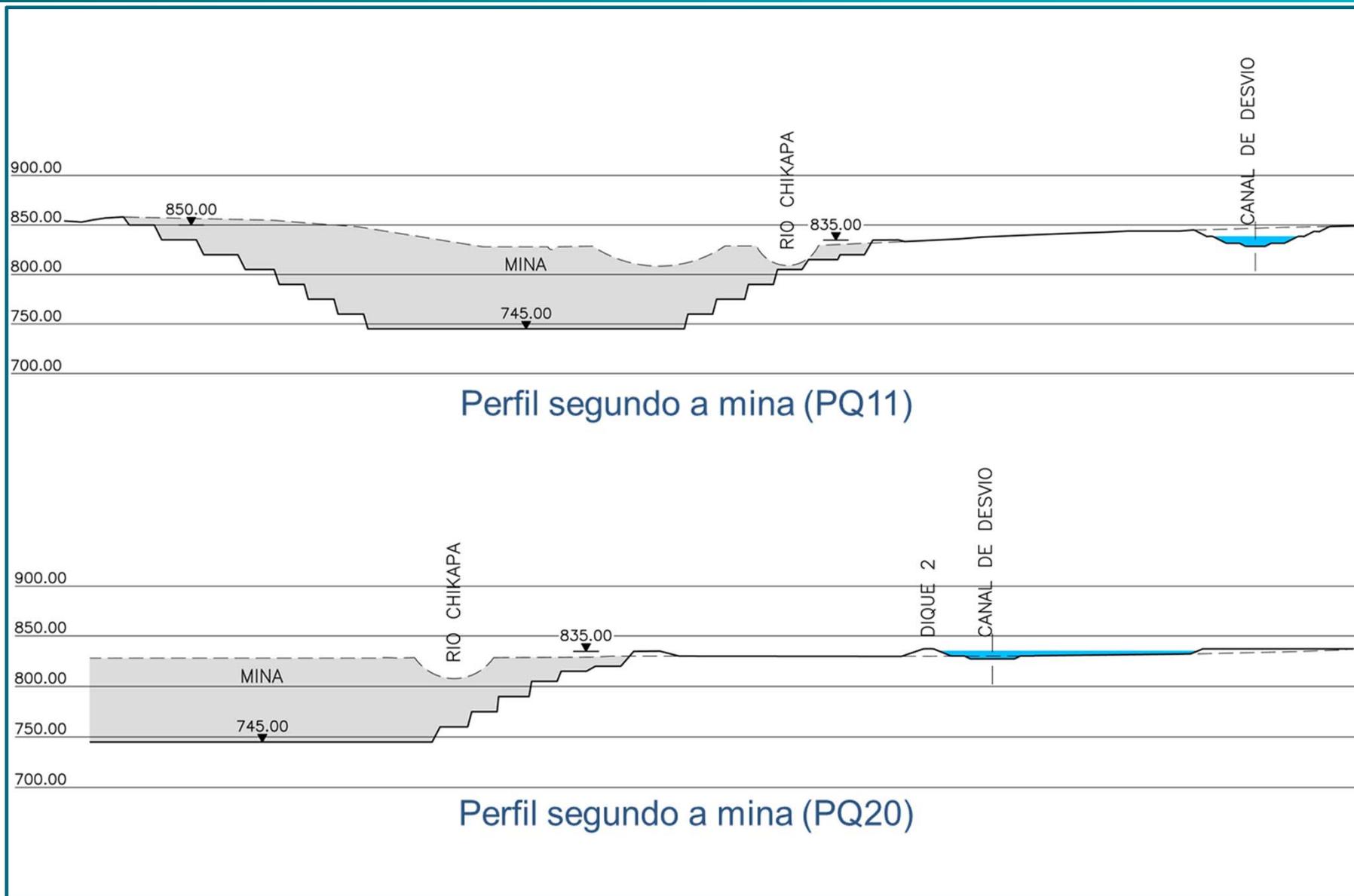
ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA, ANGOLA



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO, MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

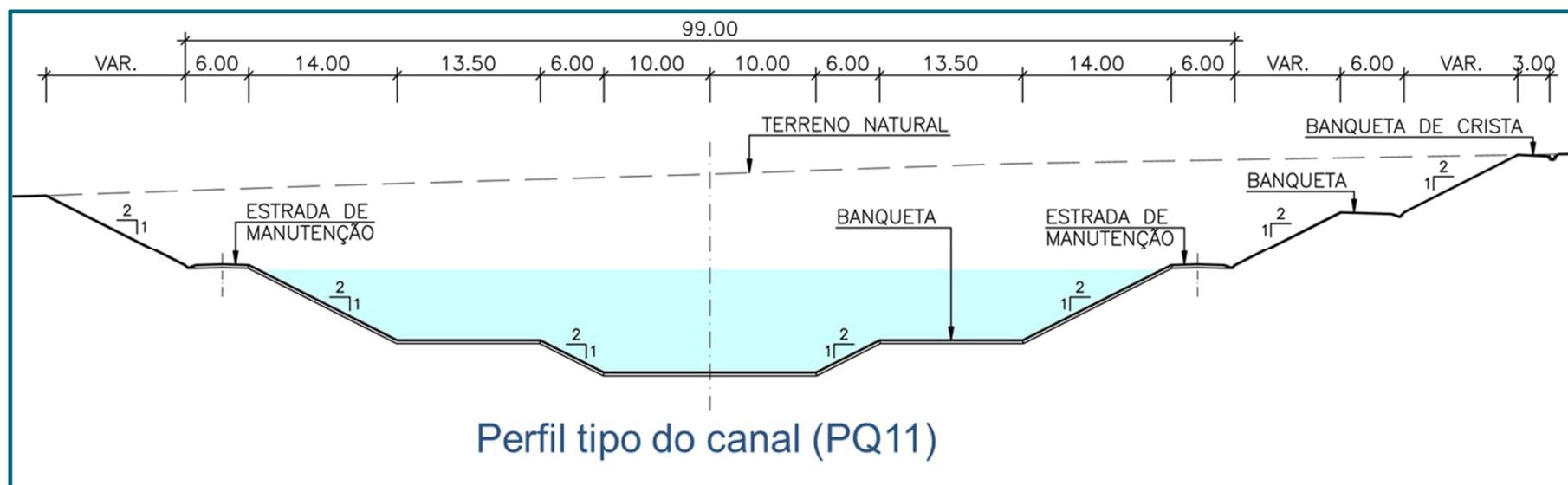
ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA



ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO CANAL

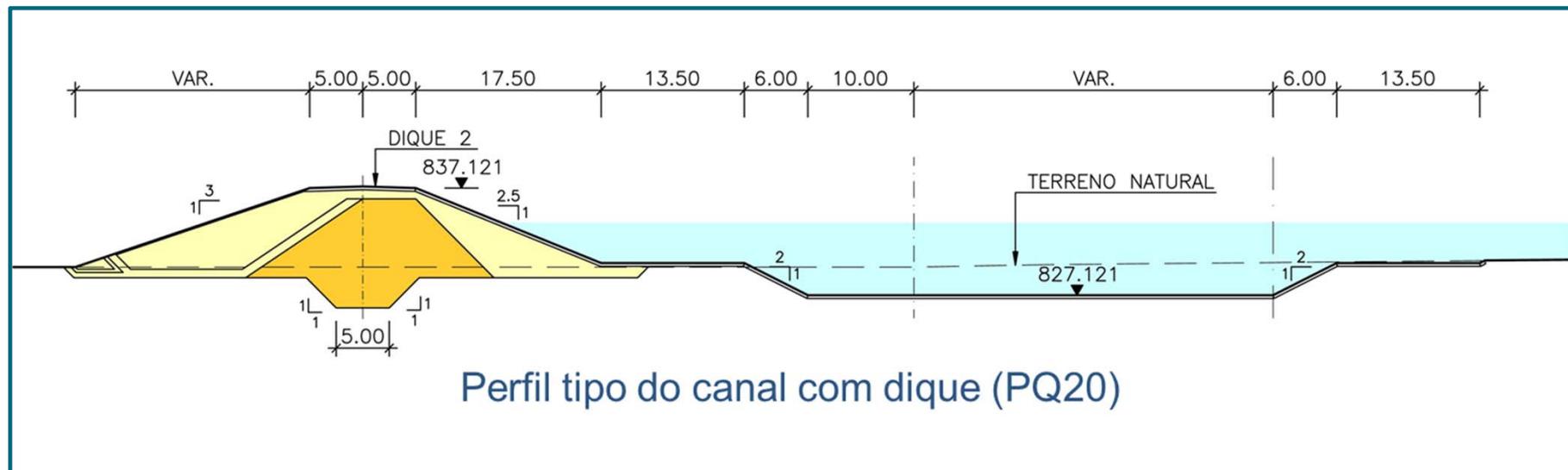
- Desenvolvimento - 2 700 m
- Declive longitudinal - 0,00152
- Altura - 10 m
- Largura de rasto - 20 m
- Leito menor - 3 m de altura
- 2 banquetas - 13,5 m de largura
- Inclinação de taludes - 1V/2H
- Volume de escavação - $2 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Revestimento - enrocamento



ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS DIQUES

- Desenvolvimento total - 1 700 m
- Tipo: de terra com núcleo argiloso
- Altura máxima acima da fundação - 14 m
- Largura do coroamento - 10 m
- Volume de aterros - $0,45 \times 10^6 \text{ m}^3$



ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

TRABALHOS DE RECONHECIMENTO GEOTÉCNICO

FASE DE PROJECTO

- Reconhecimento geológico de superfície
- 11 sondagens à rotação ao longo do alinhamento do canal
 - Afastamento entre 80 e 500 m - Profundidade de 4 a 22 m
 - Ensaios de recuperação do nível de água
 - Recolha de amostras remexidas
(ensaios de identificação e de corte directo)
- 8 sondagens à percussão na ponte
 - Afastamento entre 25 e 40 m - Profundidade de 11,5 a 22 m
 - Ensaios SPT
 - Topo do maciço gnáissico compacto a 14,5 m de profundidade

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

TRABALHOS DE RECONHECIMENTO GEOTÉCNICO

FASE DE REVISÃO DE PROJECTO

- Reconhecimento geológico de superfície
- 10 poços de reconhecimento com máquina retroescavadora
 - Profundidade de 3,3 a 6 m
 - Identificação da espessura e natureza das formações superficiais mais permeáveis
 - Identificação do nível aquífero suspenso na zona de contacto das formações de cobertura com as formações gnáissicas
 - Apenas junto à confluência com o rio Luó foi reconhecido o maciço rochoso pouco a medianamente alterado

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

TRABALHOS DE RECONHECIMENTO GEOTÉCNICO

FASE DE EXECUÇÃO DA OBRA

- Campanha de reconhecimento complementar
 - Sondagens com ensaios “in situ” e recolha de amostras
 - Poços de reconhecimento com recolha de amostras
 - Recolha de amostras de rocha no local da pedreira

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

- À superfície foi reconhecida com maior representatividade uma unidade sedimentar constituída por argilas arenosas e areias argilosas
- Próximo do leito menor do rio foram reconhecidas areias e níveis espessos de cascalheiras de calhau rolado ocupando todo o leito de inundação do rio
- O substrato é constituído por rochas gnaissicas, com um horizonte de alteração muito espesso, superior à dezena de metros
- Os solos de alteração das gnaisses são essencialmente silto-arenosos e silto-argilosos, apresentam teor em água elevado e baixa a média plasticidade; são facilmente erodíveis quando sujeitos à acção das águas de escorrência superficial

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA



Reconhecimento geotécnico no início da escavação



Camada de areias argilosas (VI)

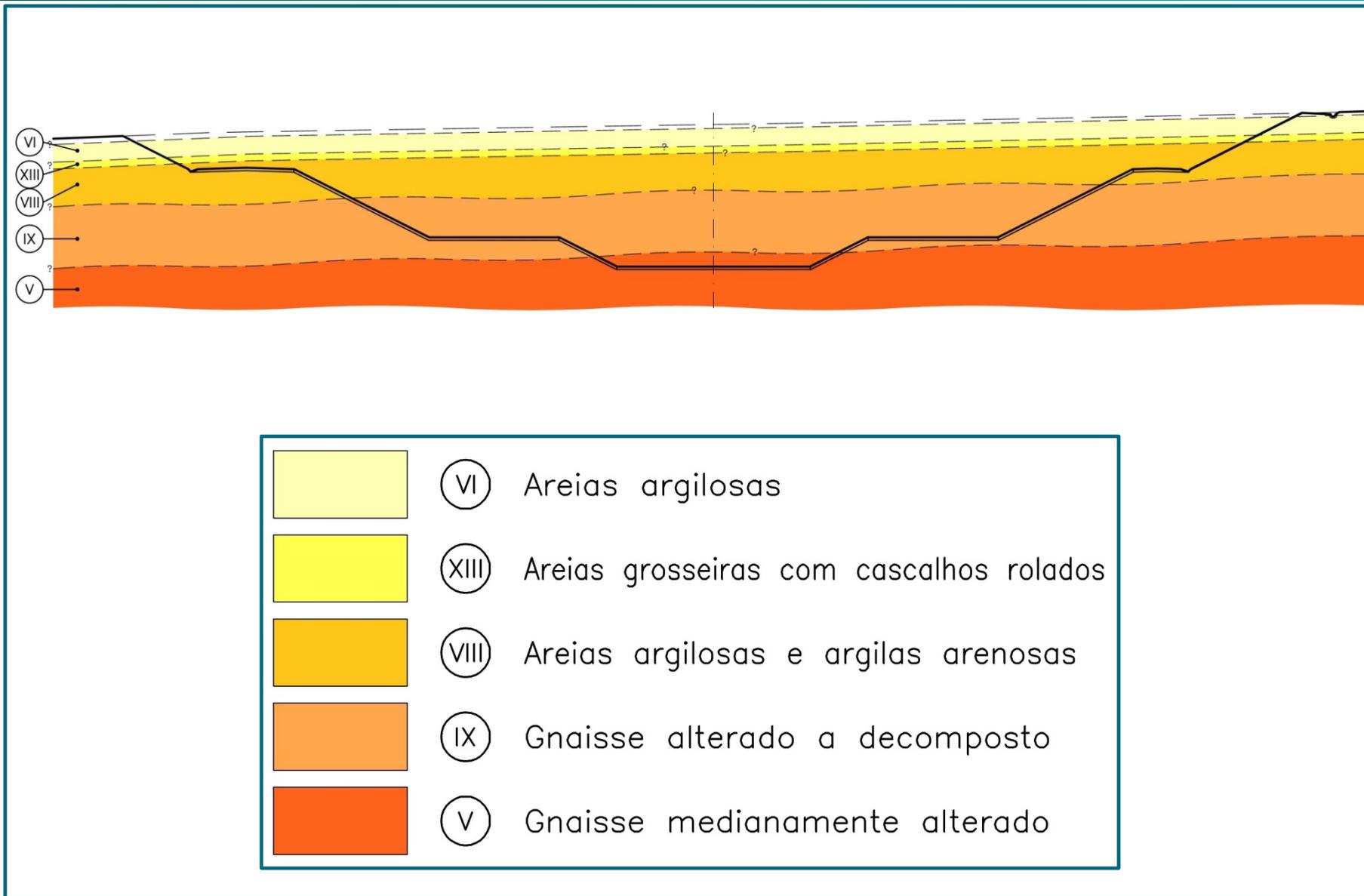


Areias aluvionares no leito menor do rio



Cascalheiras de calhaus rolados

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA



ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA



Vista aérea geral do rio Chikapa e do canal de desvio, de montante para jusante

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA



Vista aérea da confluência do desvio do rio Chikapa com o rio Luó

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

PRINCIPAIS ALTERAÇÕES INTRODUZIDAS NA REVISÃO DE PROJECTO

- Revestimento geral do canal, para protecção de superfícies de escavação constituídas por solos friáveis (velocidades no canal da ordem de 4,5 m/s)
- Captação das linhas de água interceptadas pela margem direita do canal e sua condução até à base deste mediante descidas de talude com dispositivos de dissipação de energia
- Drenagem subsuperficial do nível aquífero suspenso nos taludes de escavação direita do canal, para garantir condições de estabilidade adequadas
- Criação de estradas de manutenção do canal em ambas as margens e respectivas valetas de drenagem

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

PRINCIPAIS ALTERAÇÕES INTRODUZIDAS NA REVISÃO DE PROJECTO

- Optimização do perfil tipo dos diques por forma a permitir a utilização mais racional dos solos provenientes das escavações e o controlo da percolação pelo corpo do aterro
- Encastramento efectivo das valas corta-águas dos diques no terreno de fundação tendo em vista garantir o controlo da percolação de água do canal para a exploração mineira
- Definição das condições de colocação e de controlo de execução dos aterros dos diques, incluindo a execução de aterros experimentais

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA

OPTIMIZAÇÃO DO PERFIL TRANSVERSAL TIPO DOS DIQUES

- Definição de um perfil transversal mais homogéneo de forma a simplificar a execução dos aterros, colocando no núcleo os solos mais argilosos e nos maciços estabilizadores os solos menos argilosos provenientes da alteração dos gnaisses
- Inclusão de um filtro sub-vertical para garantir adequadas condições de drenagem das águas percoladas a partir do canal, através do corpo dos diques e da fundação
- Aumento da largura da base e maior profundidade de encastramento das valas corta-águas
- Substituição do revestimento dos taludes do lado exterior em enrocamento por terra vegetal resultante das escavações do canal

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DESVIO DO RIO CHIKAPA. ANGOLA



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

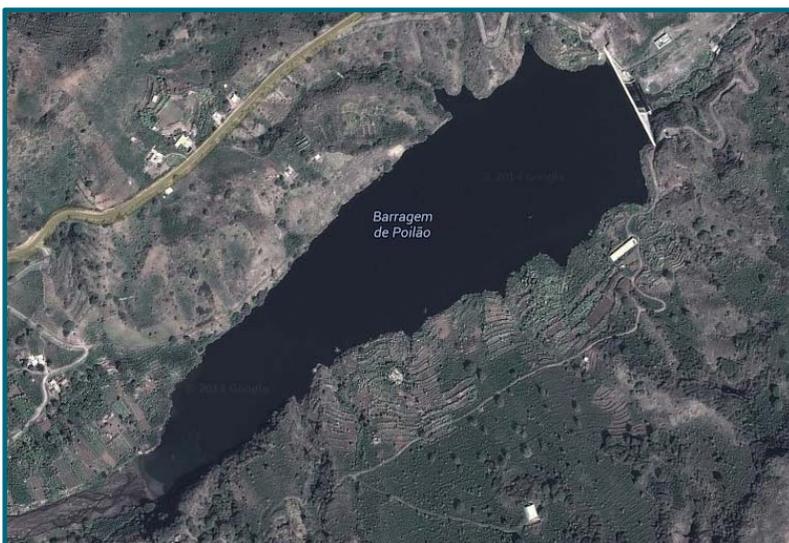
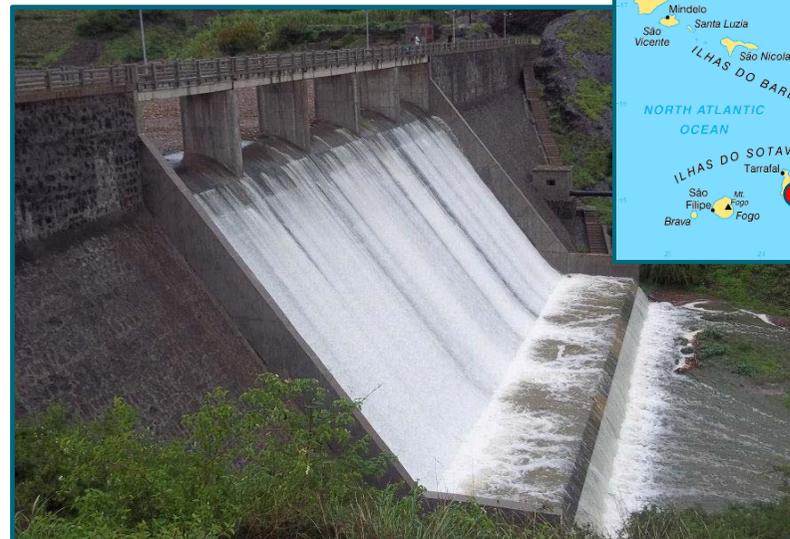
BARRAGENS DE CABO VERDE

DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

BARRAGEM DE POILÃO



Barragem do tipo gravidade em alvenaria de pedra, com núcleo em betão

- Altura máxima acima da fundação - 26 m
- Desenvolvimento do coroamento - 153 m
- Descar. de cheias - Caudal máximo 320 m³/s
- Volume da albufeira - 1,70 Mm³

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

PRIMEIRA FASE

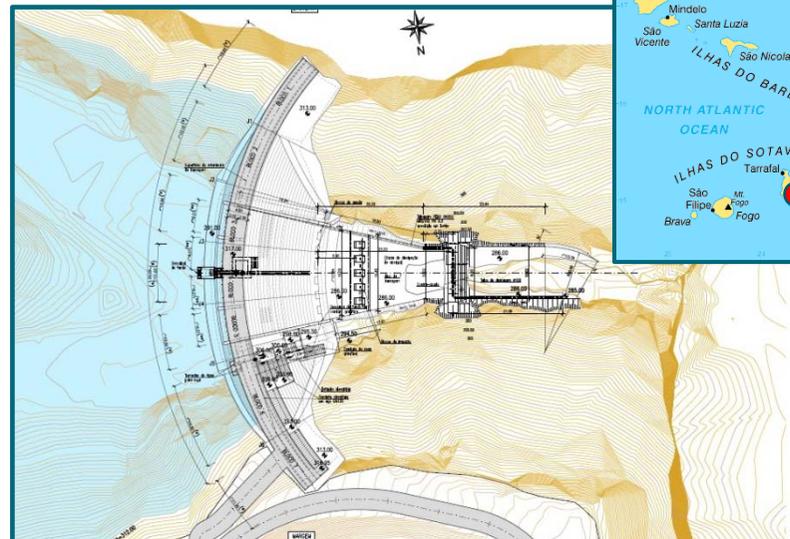
- Barragens do Salineiro, Saquinho e Faveta
- Foram lançados concursos de concepção-construção com base em estimativas de custo baixas
- Só foram realizados trabalhos de prospecção quando os empreiteiros entraram em obra
- Só nesta fase foram realizados os EGG e os projectos, tendo-se verificado que o financiamento não chegava
- O Dono de Obra (Ministério do Planeamento Rural) ficou sem verba, uma vez que não era possível ter verbas do Orçamento de Estado

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

Ilha	Designação	Empreiteiro	Tipo de barragem	Altura máxima (m)	Desenv. do coroamento (m)	Volume da albufeira (Mm ³)	Caudal máx. desc. cheias (m ³ /s)
Santiago	Poilão	-	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra, com núcleo em betão	26	153	1,70	320
Santiago	Salineiro	Monte Adriano	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	30	177	0,72	215
Santiago	Saquinho	Monte Adriano	Tipo arco gravidade, em betão	34	88	0,42	312
Santiago	Faveta	Monte Adriano	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	39	100	0,71	187

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

BARRAGEM DE SAQUINHO

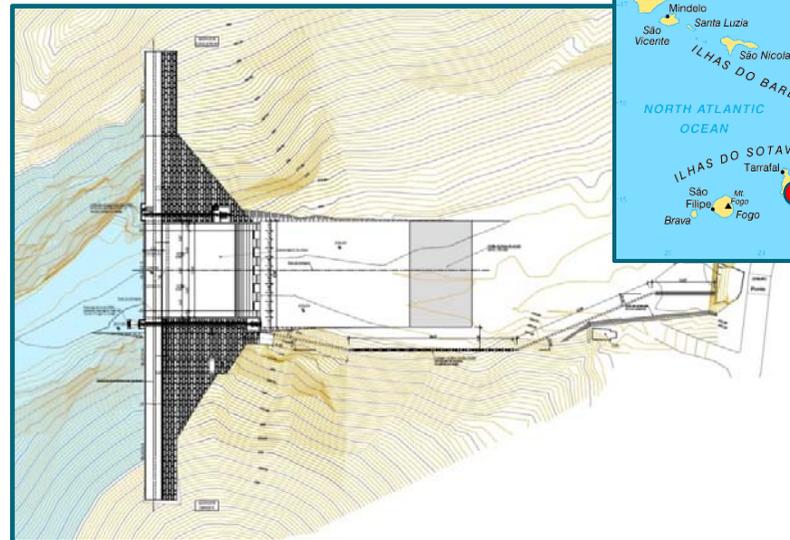


Barragem do tipo arco-gravidade em betão

- Altura máxima acima da fundação - 34 m
- Desenvolvimento do coroamento - 88 m
- Descar. de cheias - Caudal máximo 312 m³/s
- Desc. de fundo - Caudal máximo 1,7 m³/s
- Volume da albufeira - 0,42 Mm³

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

BARRAGEM DE FAVETA



Barragem do tipo gravidade em alvenaria de pedra

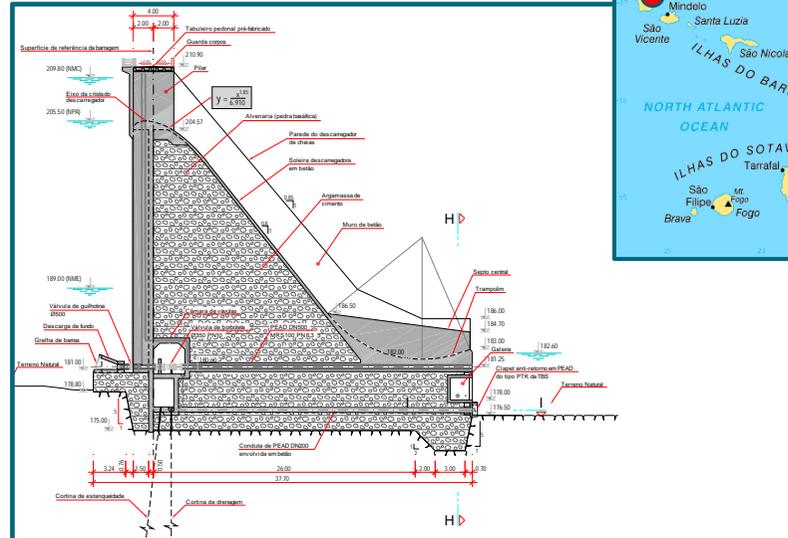
- Altura máxima acima da fundação - 39 m
- Desenvolvimento do coroamento - 101 m
- Descar. de cheias - Caudal máximo 187 m³/s
- Desc. de fundo - Caudal máximo 2,4 m³/s
- Volume da albufeira - 0,71 Mm³

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

Ilha	Designação	Empreiteiro	Tipo de barragem	Altura máxima (m)	Desenv. do coroamento (m)	Volume da albufeira (Mm ³)	Caudal máx. desc. cheias (m ³ /s)
Santiago	Poilão	-	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra, com núcleo em betão	26	153	1,70	320
Santiago	Salineiro	Monte Adriano	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	30	177	0,72	215
Santiago	Saquinho	Monte Adriano	Tipo arco gravidade, em betão	34	88	0,42	312
Santiago	Faveta	Monte Adriano	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	39	100	0,71	187
Santiago	Figueira Gorda	Conduril	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	33	60	1,31	363
S. Antão	Canto Cagarra	Armando Cunha	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	36	67	0,42	641
S. Nicolau	Banca Furada	Mota-Engil	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	43	160	0,30	350

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

BARRAGEM DE CANTO CAGARRA



Barragem do tipo gravidade em alvenaria de pedra

- Altura máxima acima da fundação - 36 m
- Desenvolvimento do coroamento - 67 m
- Descar. de cheias - Caudal máximo 641 m³/s
- Desc. de fundo - Caudal máximo 1,4 m³/s
- Volume da albufeira - 0,42 Mm³

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

Ilha	Designação	Empreiteiro	Tipo de barragem	Altura máxima (m)	Desenv. do coroamento (m)	Volume da albufeira (Mm ³)	Caudal máx. desc. cheias (m ³ /s)
Santiago	Poilão	-	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra, com núcleo em betão	26	153	1,70	320
Santiago	Salineiro	Monte Adriano	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	30	177	0,72	215
Santiago	Saquinho	Monte Adriano	Tipo arco gravidade, em betão	34	88	0,42	312
Santiago	Faveta	Monte Adriano	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	39	100	0,71	187
Santiago	Figueira Gorda	Conduril	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	33	60	1,31	363
S. Antão	Canto Cagarra	Armando Cunha	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	36	67	0,42	641
S. Nicolau	Banca Furada	Mota-Engil	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	43	160	0,30	350
Santiago	Principal	Armando Cunha	Tipo gravidade, em alvenaria de pedra	34	54	-	-

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

QUARTA FASE

- A metodologia de gestão será completamente diferente
- Serão realizados Projectos de Execução, que incluirão os respectivos orçamentos para servir de base aos financiamentos, e que permitirão o lançamento do concurso para as empreitadas
- A nível de Estudo Preliminar serão estudados 21 locais por forma a seleccionar 10 para Estudo de Viabilidade; destes serão seleccionados 5 locais para Projecto de Execução

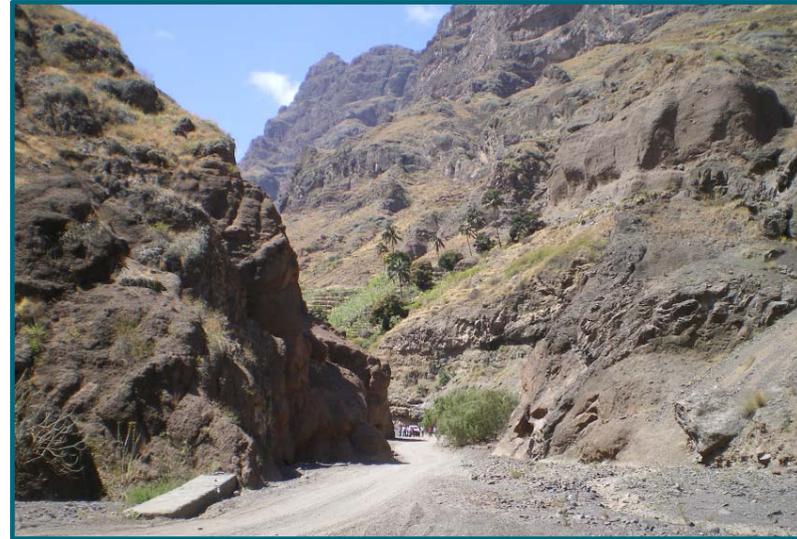
ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

FORMAÇÕES VULCÂNICAS

- São formações muito heterogêneas e com uma estrutura complexa com rochas de natureza bastante diferente, e, em geral, muito permeáveis, devido principalmente a zonas brechóides, muito porosas e irregulares
- As escoadas basálticas apresentam fracturas, de abertura variável, que conferem grande permeabilidade ao maciço
- Não raramente estas formações são atravessadas por estruturas filonianas
- Daí a necessidade de executar cortinas de injeção bem adaptadas ao dispositivo geológico de cada local, o que, por vezes, obriga a cortinas mais complexas e ajustadas em fase de obra
- Em zonas muito permeáveis torna-se necessário o confinamento da cortina de impermeabilização com faixas de contenção laterais executadas previamente com o objectivo de reduzir a permeabilidade (LMG – low mobility grout)

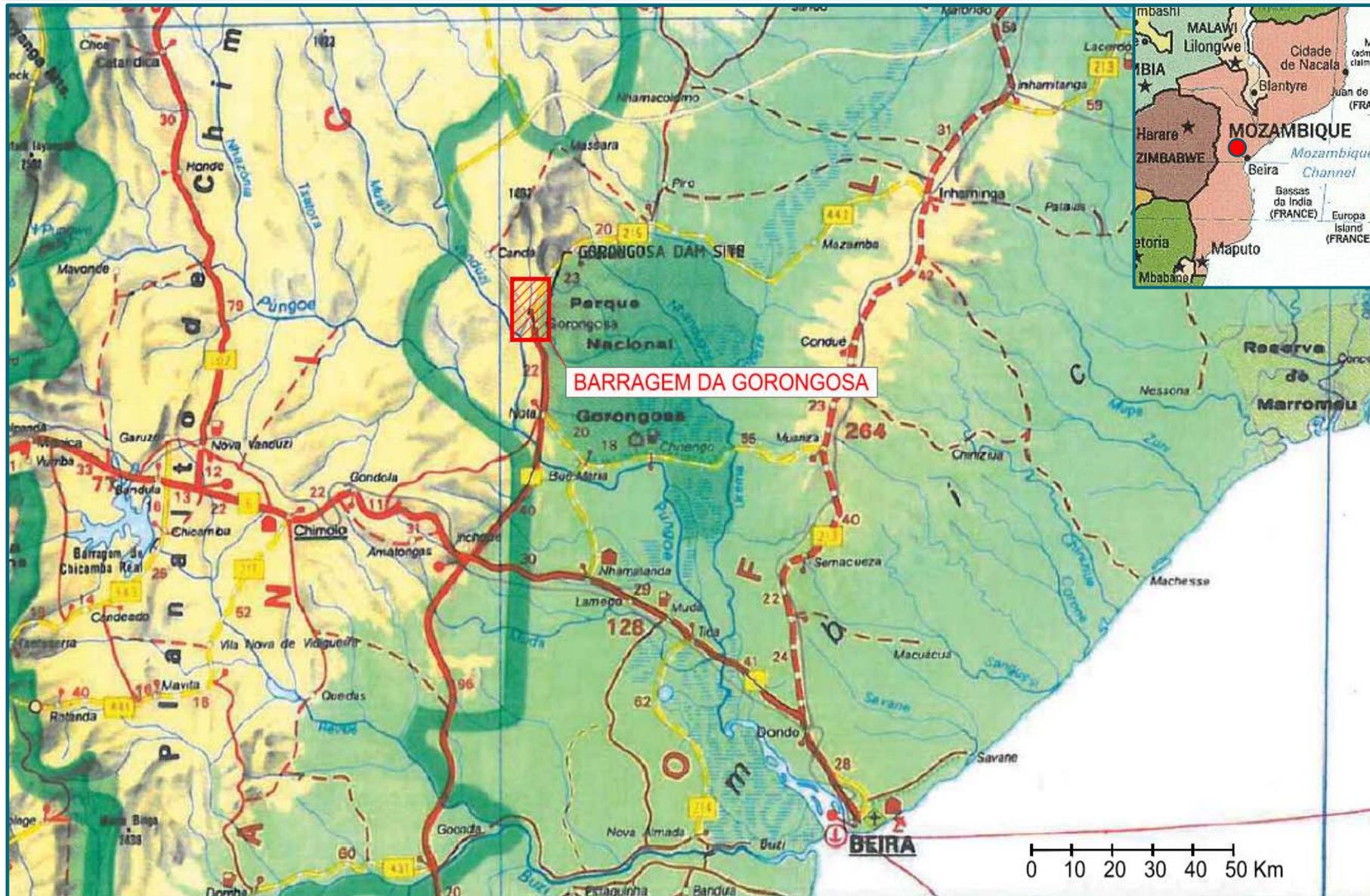
ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGENS DE CABO VERDE

BARRAGEM DE CANTO CAGARRA



BARRAGEM DA GORONGOSA. MOÇAMBIQUE

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGEM DA GORONGOSA. MOÇAMBIQUE



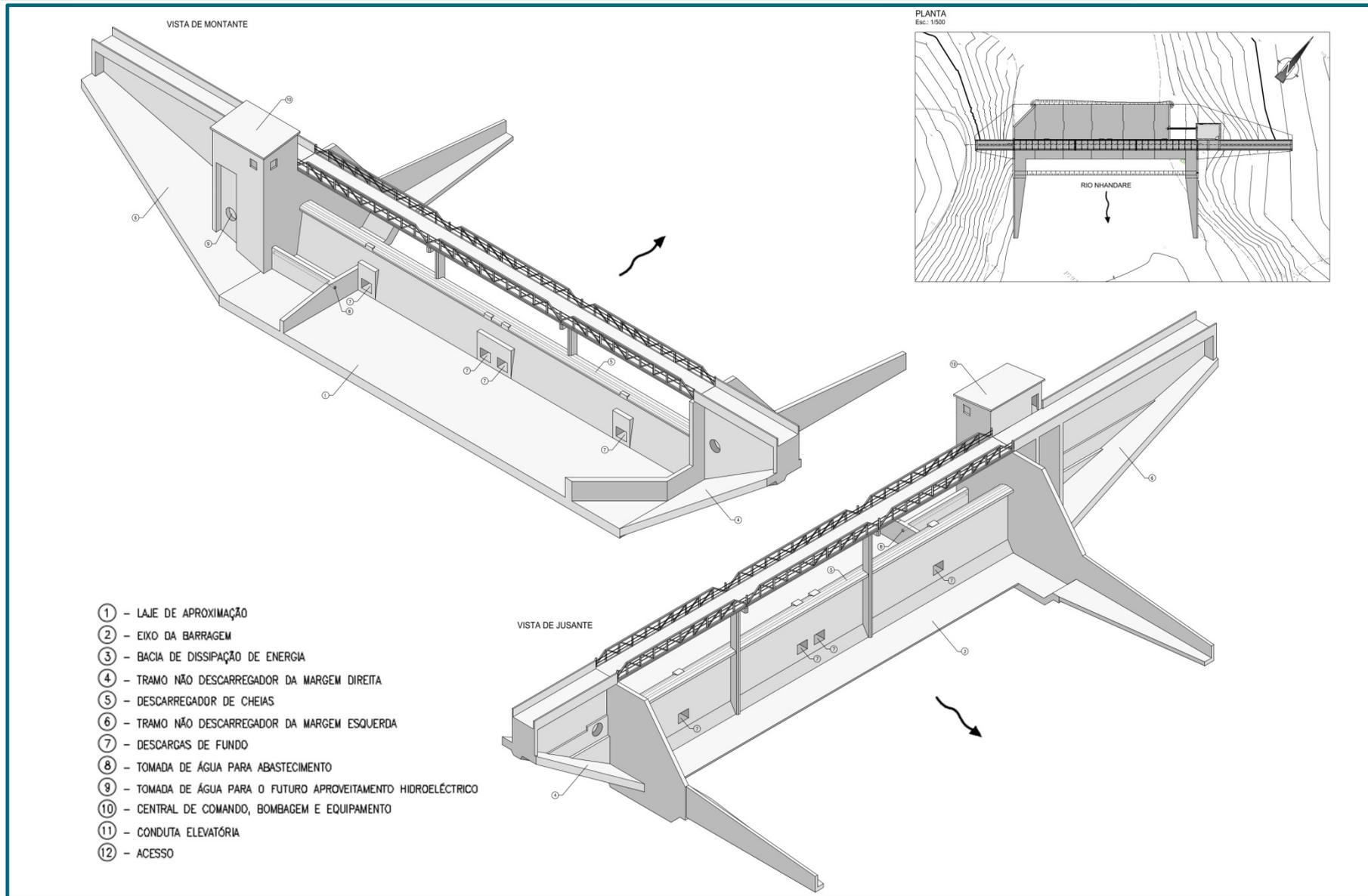
DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGEM DA GORONGOSA. MOÇAMBIQUE

- Finalidade - abastecimento de água à vila da Gorongosa
- De betão tipo gravidade
- Altura máxima - 11 m
- Desenvolvimento do coroamento - 107 m
- Caudal do descarregador de cheias - 553 m³/s

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGEM DA GORONGOSA. MOÇAMBIQUE



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGEM DA GORONGOSA. MOÇAMBIQUE

ESTUDO PRÉVIO (SMEC, 2011)

- Mapeamento geológico e execução de poços e trados
- Recomendação da realização de 8 sondagens até 10-15 m de profundidade com ensaios Lugeon

PROJECTO DE EXECUÇÃO (GEG, 2014) (reconhecimento geotécnico incluído na fase de obra)

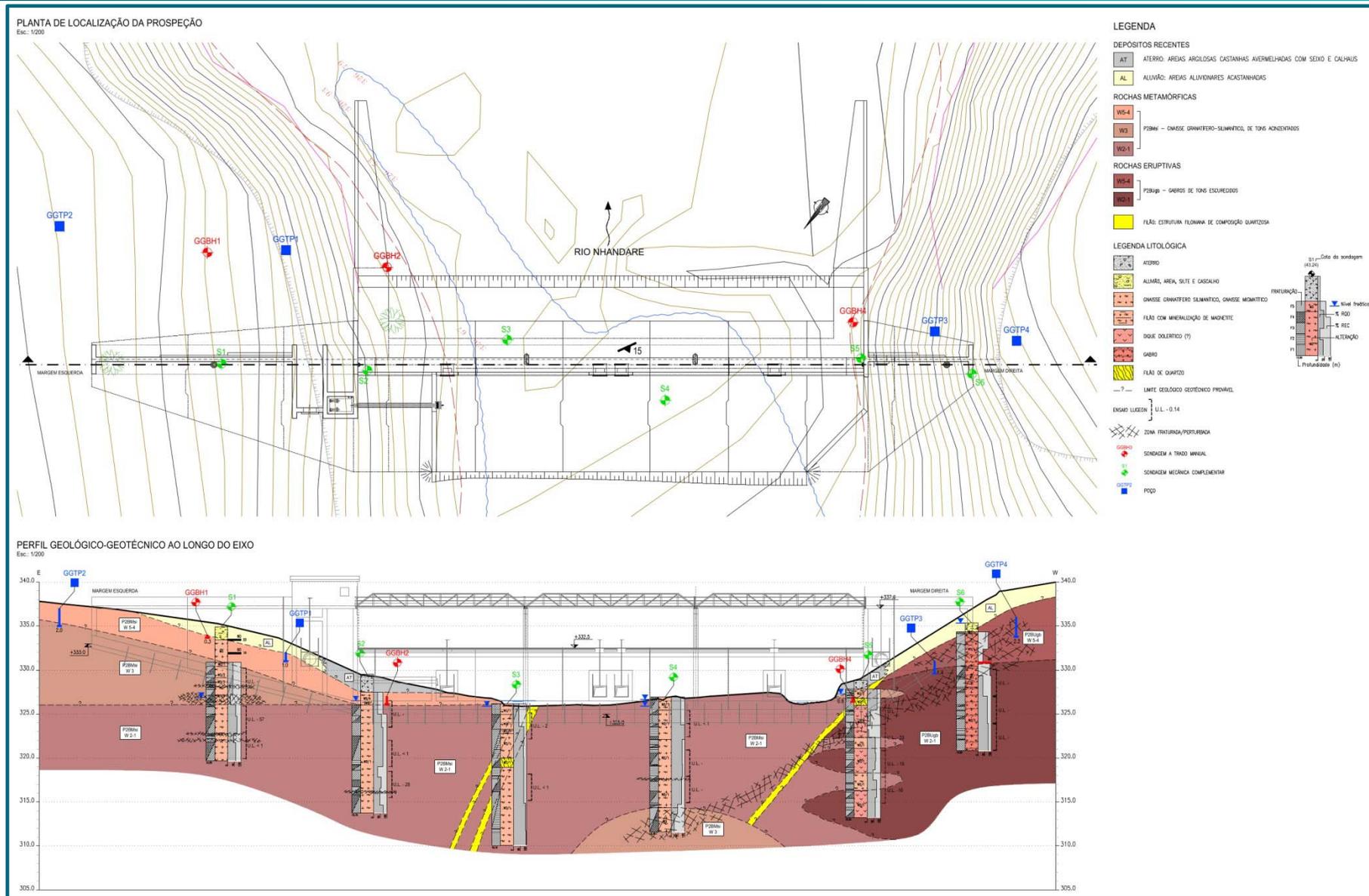
- 6 sondagens (profundidades compreendidas entre 14,5 e 16,1 m)
- 18 ensaios Lugeon
- 47 ensaios de compressão uniaxial

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGEM DA GORONGOSA. MOÇAMBIQUE

CONDIÇÕES GEOLÓGICAS

- Substrato constituído por gnaisses metamórficos de grão médio a grosseiro, com bandas escuras (biotite) e claras (quartzo e feldspato), bem expostos no leito do rio
- Esta rocha é ligeiramente alterada a sã com resistência alta a muito alta e fracturas com afastamento médio a grande
- Os gnaisses são cortados por vários diques doleríticos subverticais
- Nas margens ocorrem depósitos de terraço (no topo) e solos residuais

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGEM DA GORONGOSA. MOÇAMBIQUE



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

ADEQUABILIDADE DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS BARRAGEM DA GORONGOSA. MOÇAMBIQUE



ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO

ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO

- A reabilitação das obras públicas é um tema cada vez mais actual, quer por razões de envelhecimento, quer por razões de conflito e de guerra e conseqüente abandono parcial ou total, quer por deficiente manutenção ou mesmo falta desta
- Verifica-se, também, com maior frequência o interesse da ampliação de algumas obras, resultante da respectiva optimização ou dos aproveitamentos em que se inserem

BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA

ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA

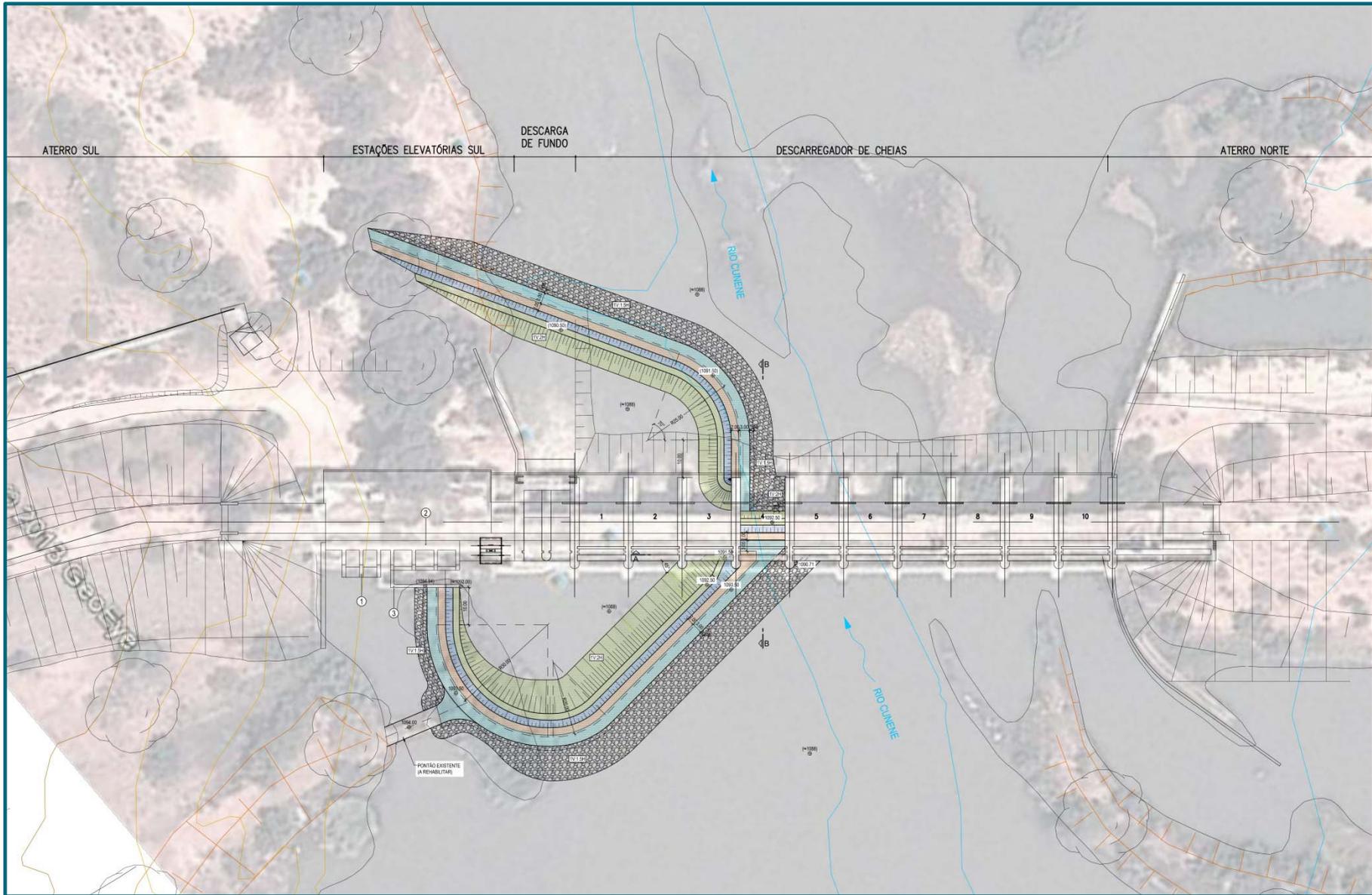
ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DOS ÓRGÃOS HIDRÁULICOS

- Análise dos elementos existentes
- Reconhecimento geológico de superfície
- 18 sondagens à rotação com ensaios SPT e Lugeon
- 42 poços com recolha de amostras para identificação e compactação

CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO

- Substrato constituído por grés quartzíticos W2-3 e F4-5
- Depósitos aluvio-proluvionares (areias finas siltsosas com intercalações argilosas) que chegam a ultrapassar 10 m de espessura
- Depósitos aluvionares (leito menor do rio Cunene)

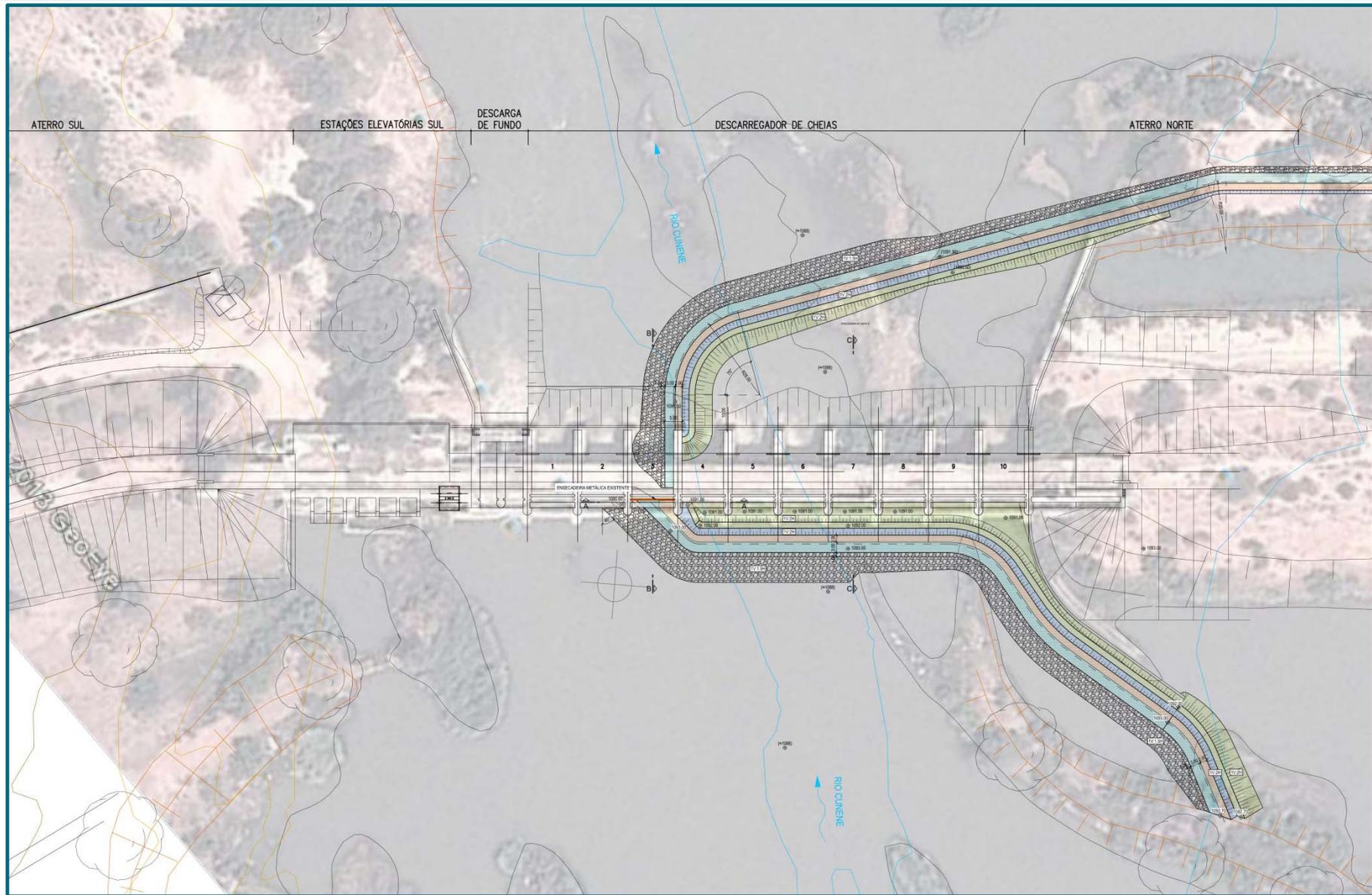
ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

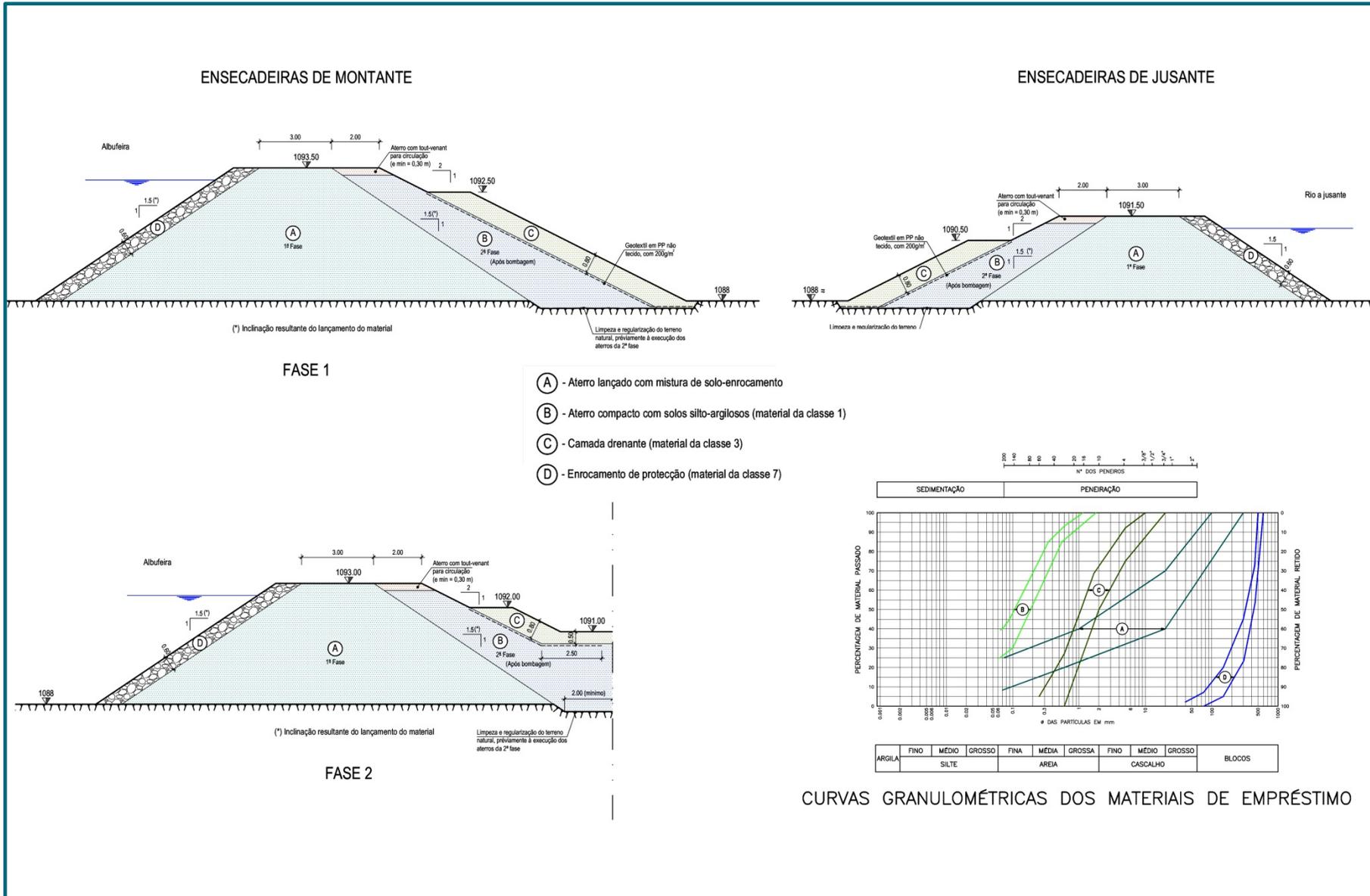
ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA

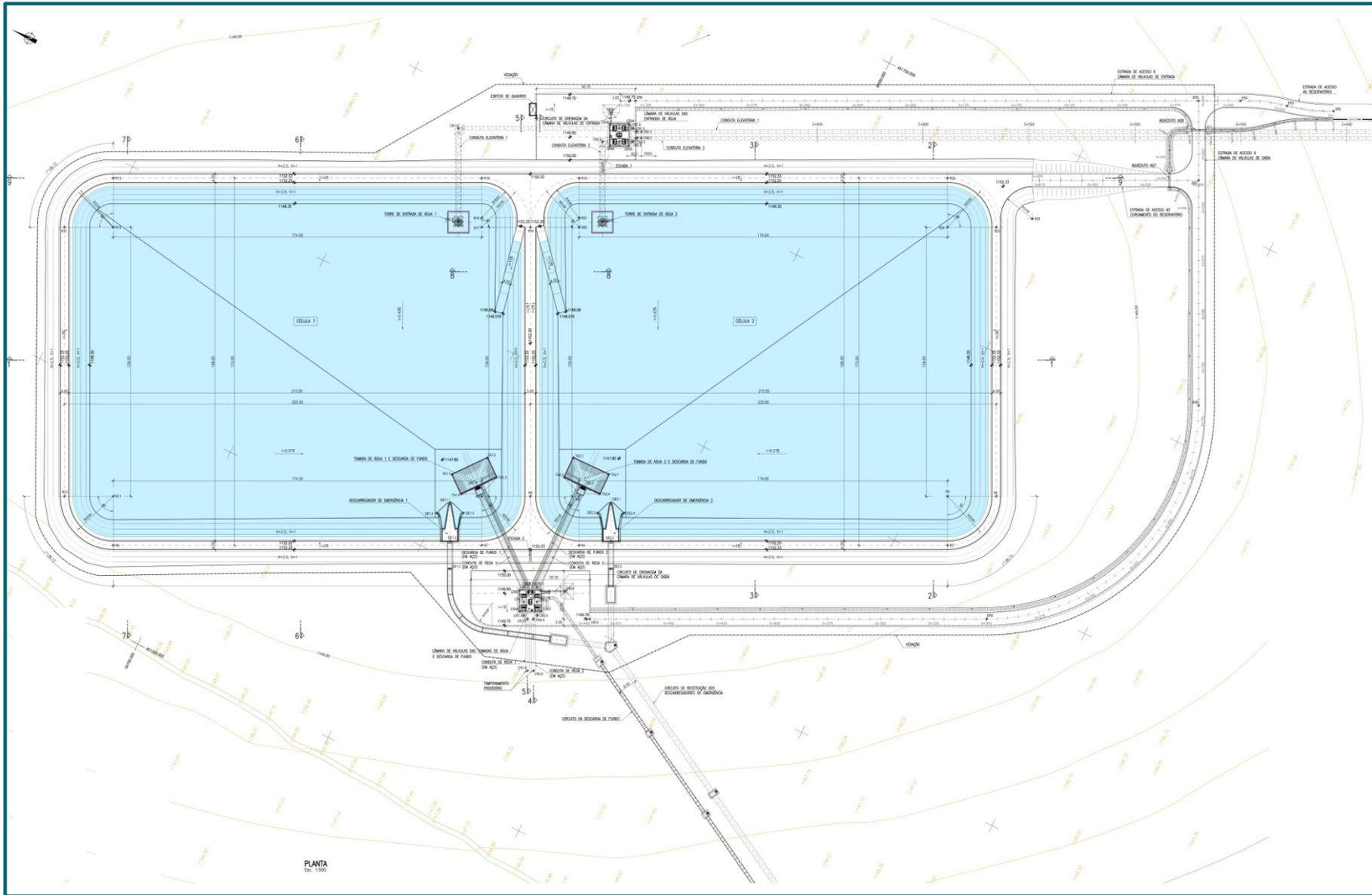


ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS
SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

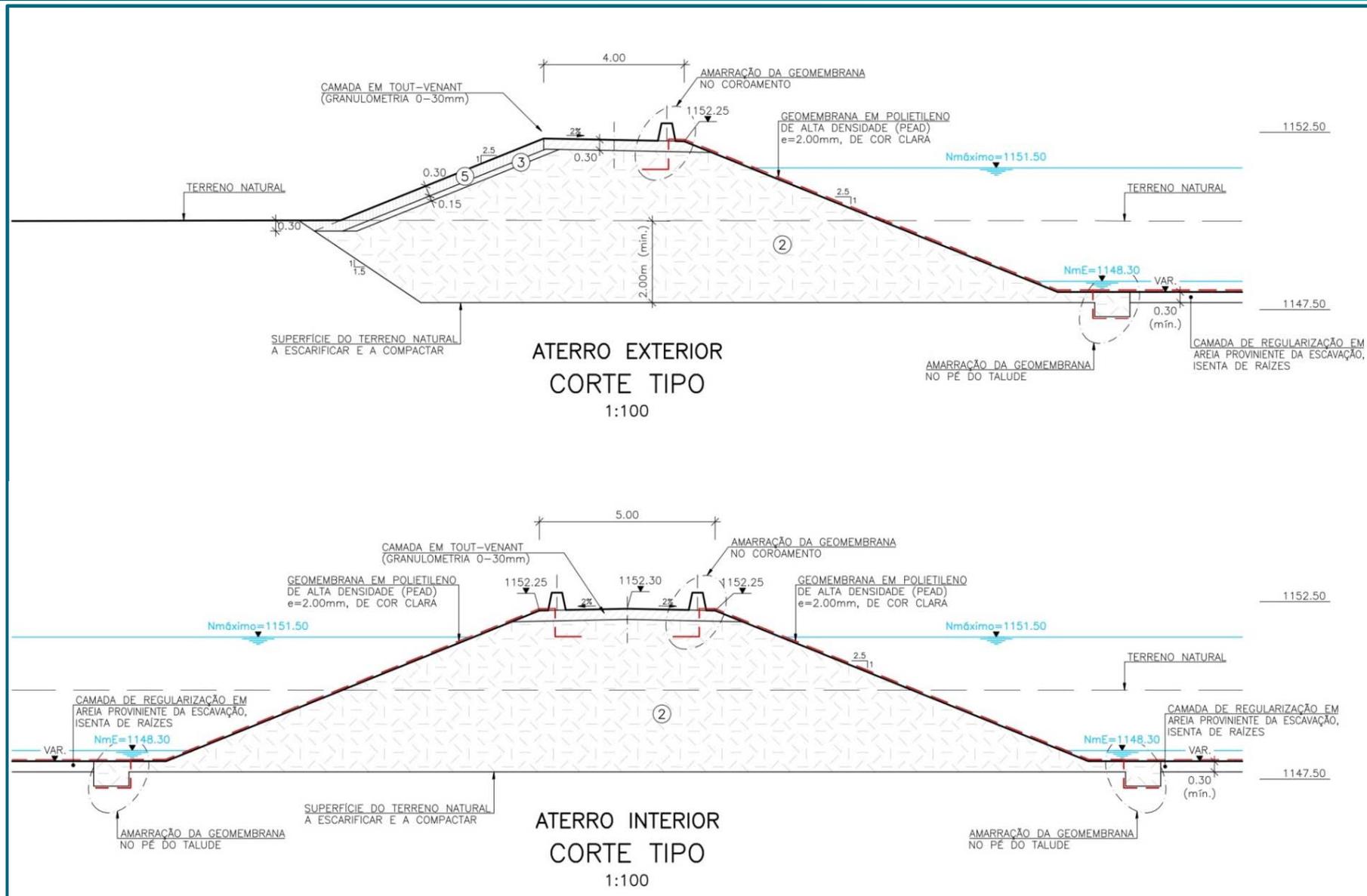
ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

ACTUALIDADE DA REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO BARRAGEM DO CALUEQUE. ANGOLA



PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES

PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES

- Como os geotécnicos bem sabem, o diagnóstico de incidentes e de acidentes, quer naturais, quer provocados pelo Homem, põem bem em evidência a importância das condições geológicas e geotécnicas e dos princípios da Mecânica dos Solos e das Rochas, e são, por isso, uma boa fonte de conhecimento
- Em geral, não é possível atribuir os acidentes de barragens a causas simples
- De acordo com a experiência e reflexão de muitos anos, poderá talvez concluir-se que a rotura de barragens é devida a falhas do sistema pelo qual a barragem é regulada, autorizada, projectada, construída, operada e observada

PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES

REDUÇÃO DO RISCO DE ACIDENTES DE BARRAGENS

- Ter e aplicar boas leis e regulamentos
- Investir nos estudos e projectos
- Contratar boas equipas multidisciplinares de projectistas
- Fazer a revisão de projecto consistente e sistemática
- Acompanhar a execução por geotécnicos experientes

PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES

AUSÊNCIA DE BOAS LEIS E REGULAMENTAÇÃO CLARA

- O projectista está desapoiado, sujeito às vontades dos Donos de Obra que querem reduzir custos e fazer menos do que o necessário
- Se o regulador (Autoridade) é inexperiente, não preparado, desatento ou tem fortes limitações de verbas, poderá aceitar projectos de barragens ultrapassados ou maus que lhe sejam apresentados e, com o tempo, perderá a sua idoneidade e confiança pública
- As recomendações e regras podem ser uma boa orientação para ultrapassar algumas dificuldades associadas à geotecnia

PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES

ESTUDOS E PROJECTOS

- Como em todas as profissões há bons consultores e maus consultores
- Não há muitos bons consultores, multidisciplinares, que cubram todas as especialidades e que desenvolvam um trabalho em equipa
- As barragens projectadas por maus consultores sofrem incidentes e acidentes com frequência (este facto não vem na lista das anomalias de comportamento das barragens)

PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES

REVISÃO DE PROJECTO

- Há muitas falhas no que se refere à revisão de projecto
- Quando se reúne uma equipa de engenheiros projectistas e de revisores experientes e honestos não se pode ter senão sucesso
- O Dono de Obra terá a certeza que os estudos serão feitos adequadamente, o projectista sabe que terá que estar ao nível do revisor e o cidadão comum terá a certeza de estar seguro

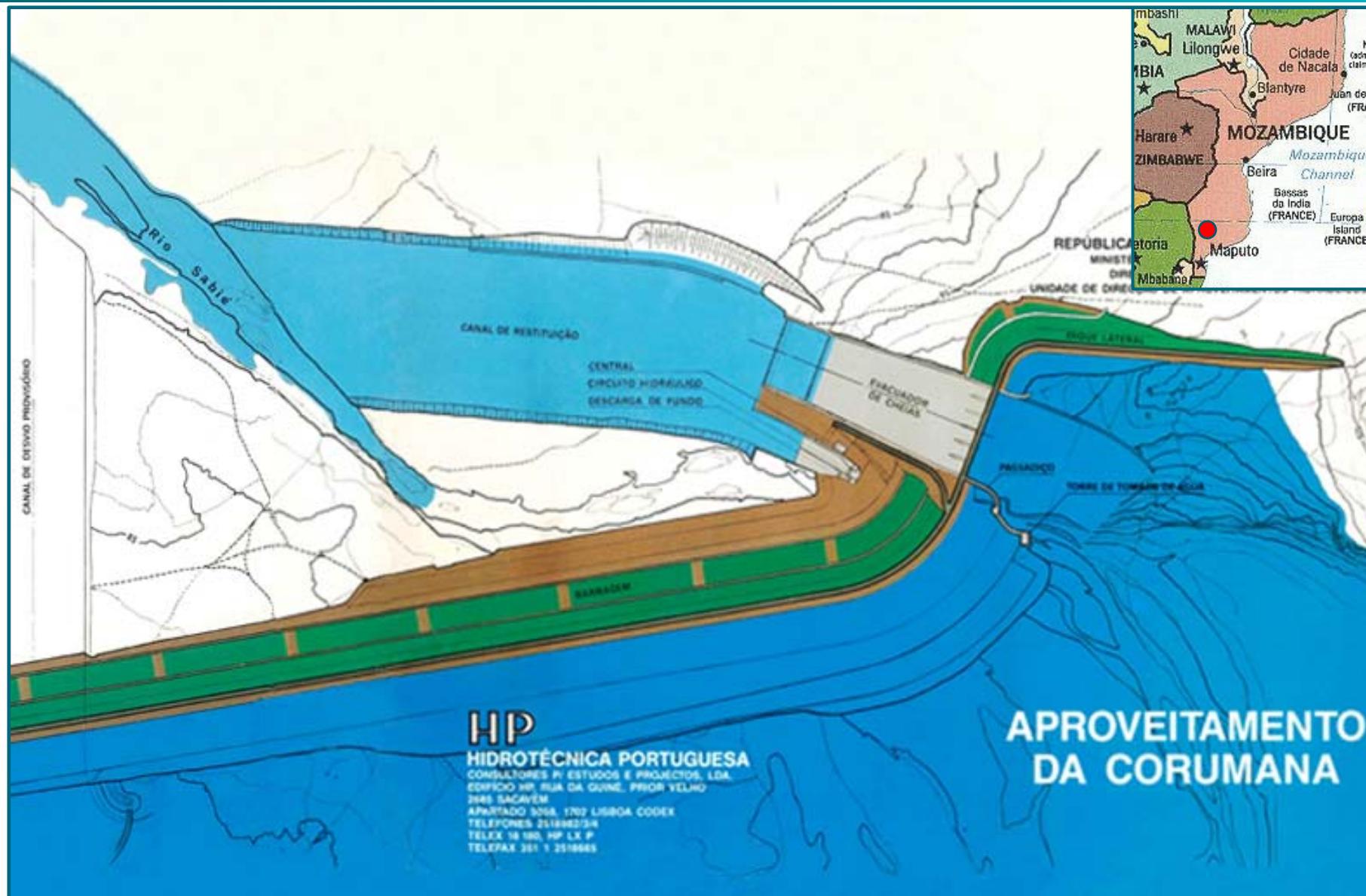
PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES

CONDIÇÕES MÍNIMAS A RESPEITAR PARA UMA BARRAGEM SEGURA

- Leis e regulamentos apropriados
- Reguladores e emissores de aprovações, licenças, etc. treinados e conscientes
- Equipa de projectistas com experiência comprovada
- Especial foco na escolha do local, caracterização do local, reconhecimento geológico-geotécnico, análise (mais análise) e profundo julgamento de engenharia
- Revisão de todas as fases do empreendimento, especialmente concepção, projecto, construção, operação
- Donos de obra interessados e informados
- Existência de um programa de observação que é compreendido e implementado e transmitido às entidades responsáveis

BARRAGEM DA CORUMANA. MOÇAMBIQUE

PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES BARRAGEM DA CORUMANA. MOÇAMBIQUE



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

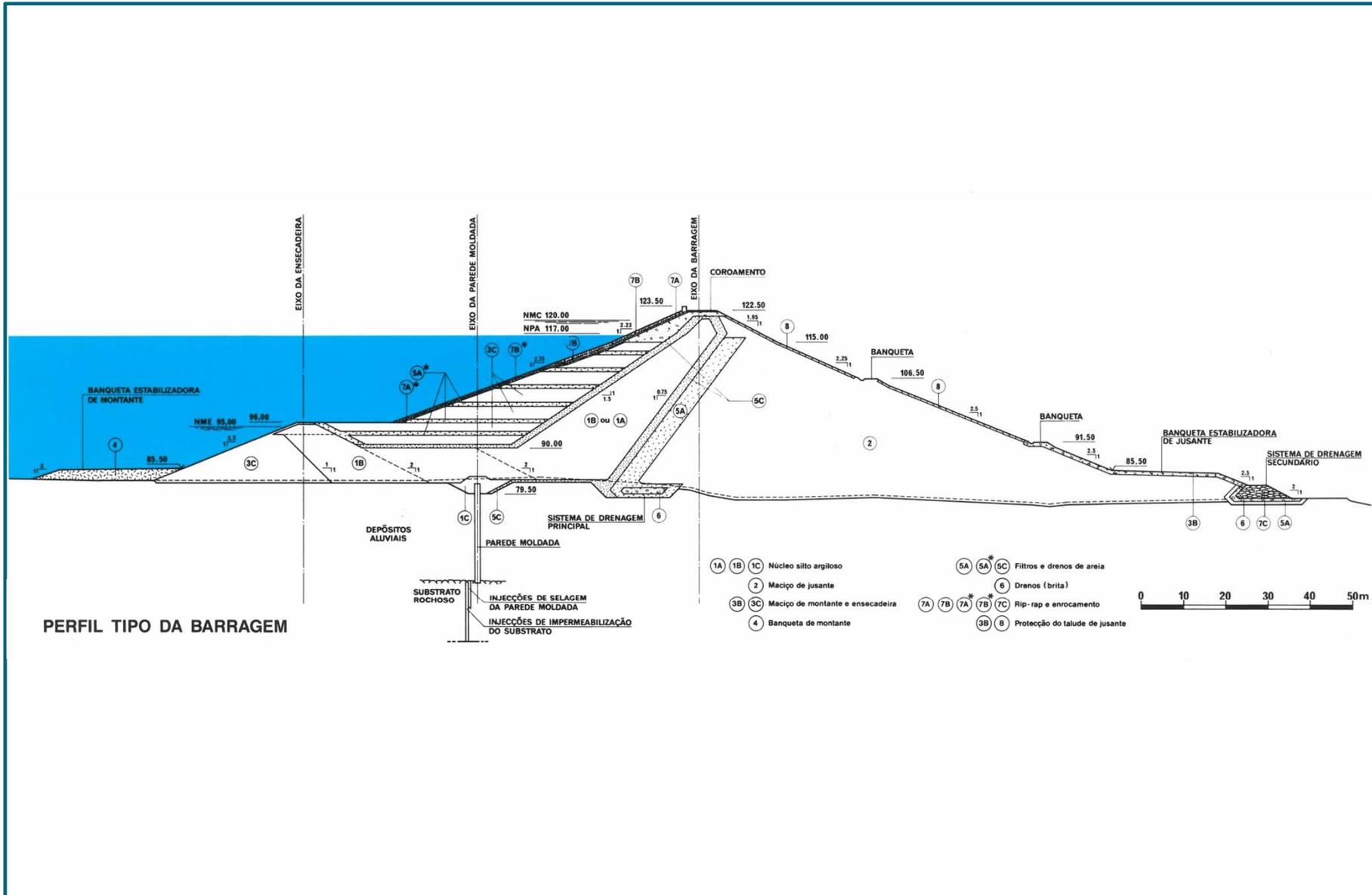
PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES BARRAGEM DA CORUMANA. MOÇAMBIQUE



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

PREVENÇÃO DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES BARRAGEM DA CORUMANA. MOÇAMBIQUE



DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

SEMINÁRIO_BARRAGENS NO ESPAÇO DA CPLP - MAPUTO. MOÇAMBIQUE - 17 E 18 NOVEMBRO 2014

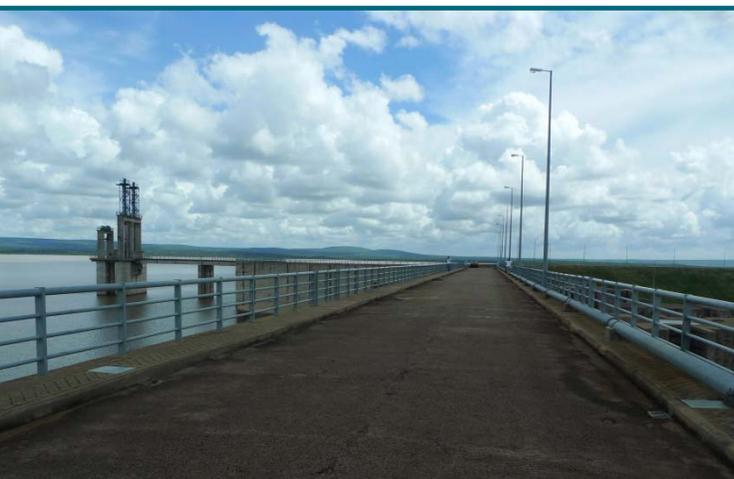
**ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES
EM OPERAÇÃO DA CORUMANA. MOÇAMBIQUE**



ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES NA BARRAGEM DA CORUMANA. MOÇAMBIQUE



ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS, INCIDENTES E ACIDENTES NA BARRAGEM DA CORUMANA. MOÇAMBIQUE





SEMINÁRIO

Barragens no espaço da CPLP

Maputo, Auditório da Direcção Nacional de Águas

17 e 18 de Novembro de 2014

DESAFIOS GEOTÉCNICOS DA PRÁTICA DE ENGENHARIA DE BARRAGENS

José Mateus de Brito
jose.brito@cenor.pt