

MARTIM PORTUGAL V. FERREIRA  
Coordenação

# A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos

VOL. 1 • GEOLOGIA DE ENGENHARIA



Coimbra • Imprensa da Universidade

## RECONHECIMENTO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO DO CANAL HIDROELÉCTRICO DO CONTADOR (REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DE SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE)

PAULO H. ALVES<sup>1</sup>

**PALAVRAS CHAVE:** deslizamento, escorregamento, São Tomé, geologia, geotecnia, riscos naturais.

**KEY WORDS:** Landslide, mudflow, rockfall, São Tomé, natural hazards, geotechnics.

### RESUMO

O Aproveitamento Hidroeléctrico do Contador está em operação desde 1967 mas, funcionando de forma deficiente, foi atribuído em 1988 à EDP o projecto da sua reabilitação. Descreve-se o reconhecimento geológico e geotécnico do canal de adução, destacando-se as características locais, bem como os métodos de trabalho seguidos.

Esse reconhecimento incidiu sobretudo sobre três troços do canal que apresentavam risco de rotura, onde a reparação do canal interfere francamente com o maciço rochoso: 1. A ponte-canal do Rebordelo, construída para substituir um troço responsável por um deslizamento que, em 1974, não só o destruiu mas soterrou uma aldeia. 2. A zona da Oca, em que o canal está assente num cone sedimentar recente, em fase de subsidência e que já protagonizou diversas roturas. 3. A captação Cascata, situada na base de uma queda de água que escavou um poço cilíndrico no seio da encosta de forte pendente e destruiu a captação. Dado o bom estado de conservação dos túneis existentes, a solução proposta para cada troço passa pela construção de um novo túnel. São referidas diversas características locais que afectam reconhecimentos e empreitadas, e salienta-se o contraste entre a dimensão

---

<sup>1</sup> Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT), Centro de Geologia, Alameda Dom Afonso Henriques, 41-4ºD, 1000-123 Lisboa, Portugal phalves@iict.pt, Geólogo da Electricidade de Portugal (EDP), em 1988.

da EDP, empresa vocacionada para grandes empreendimentos, entregue com sucesso ao projecto de reabilitação deste pequeno canal.

**ABSTRACT: Geological and geotechnical surveying along the hydraulic channel of the Contador river (R.P.S. Tomé e Príncipe)**

The headrace channel of the Contador hydroelectric scheme (2.4 MW; 1500 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>) presented several malfunctions generally related to natural hazards or due to inefficient maintenance. The 7.4 km long channel follows the 600m contour line on a remote mountain slope of the São Tomé island (oceanic sector, Cameroon Volcanic Line, Gulf of Guinea) where the pattern of precipitation registers an annual value of ~2500 mmy<sup>-1</sup>.

The geotechnical assessment was conducted in 1988 to deliver the necessary data for the rehabilitation project, referring particularly to three sites of the channel where destruction seemed imminent (Rebordelo, Oca, Cascata). This danger was justified as disaster had already struck one of these sites, the village of Rebordelo and the nearby channel, both destroyed by a landslide with an official death toll of 33 victims. The cause of the mass movement was mainly external, related to polyphased and successive land-use interventions including the construction of the headrace channel that was related to the trigger mechanism, together with heavy rain causing preliminary fracturation.

As fieldwork was often carried out during heavy rain, several small slides, rockfalls and debris flow were observed first-hand; mass movement is a major component of this humid tropical morphogenetic system. To assess the situation on the main three areas at a site scale, colour prints made as stereo-pairs as seen from the opposite hillside were used, as well as preliminary mapping. The underground part of the channel totals 1.8 km, with 8 tunnels that are stable and generally well preserved. The assessment concluded that three new small tunnels are the best solution for the problems encountered.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O Aproveitamento Hidroeléctrico do Contador está em operação desde 1967, constituindo desde então a principal central eléctrica da ilha de São Tomé (2,4 MW). O canal de adução de água tem uma secção quadrada de 0,7 m, uma extensão de 7,4 km e 6 captações. Está implantado na encosta da margem esquerda do rio Contador, à cota 600 m e drena uma das regiões de maior precipitação na ilha. Cerca de 2000 m do canal estão distribuídos por 18 pontes e 8 túneis, o maior destes com 550 m de extensão.

Este Aproveitamento funcionava desde 1974 com interrupções e avarias, frequentemente atribuídas ao canal de adução de água. A Electricidade de Portugal (EDP) foi encarregada da reabilitação da obra, no âmbito da cooperação entre os dois países. O canal foi assim objecto, em 1988, de uma peritagem com reconhecimento geológico e geotécnico, sendo as situações apresentadas neste texto referidas a esse ano. A sua apresentação é aqui feita, não numa perspectiva histórica, mas antes como relato de um reconhecimento *sui generis*, adoptando metodologias de trabalho básicas e simples, mas produtivas para a avaliação pretendida. Tratou-se de um trabalho de geotecnia curioso e muito distinto do praticado nas obras da EDP então em curso.

A afectação desta obra à EDP constituiu também um facto interessante, pelo contraste de dimensão entre esta grande empresa, representando uma capacidade técnica moderna e dinâmica vocacionada para grandes empreendimentos térmicos ou hidroeléctricos e, por outro lado, o seu envolvimento na reabilitação de uma simples levada, em zona de clima e ambiente agrestes nas montanhas de São Tomé, país sem infra-estruturas adequadas e onde o modo de estar e actuar apenas seria produtivo se adaptado aos condicionalismos locais.

A especificidade própria do reconhecimento que se descreve é assaz curiosa, decorrendo de uma realidade africana própria e que ainda hoje se mantém semelhante, passados 15 anos, sendo francamente distinta daquela em que decorreram quer a construção da obra, na década de 60, quer os levantamentos geológicos do Professor Coteló Neiva<sup>1</sup>, empreendidos nos anos 50. A recolha de informação sobre a geologia local contou com o seu apoio, já que efectuara, então como investigador, estudos e cartografia geológica em São Tomé e Príncipe, tendo publicado diversos trabalhos sobre a geologia do Arquipélago.

## 2. ENQUADRAMENTO GERAL

A ilha de São Tomé situa-se no Golfo da Guiné e tem uma superfície de 857 km<sup>2</sup>. Corresponde a um relevo que se ergue abruptamente, desde o fundo oceânico, a cerca de 3000 m de profundidade, até à cota máxima de 2024 m, situada apenas a 7 km da costa oceânica e a 8 km do Canal do Contador.

O Arquipélago está inserido no sector oceânico do alinhamento vulcânico dos Camarões (*Cameroon Volcanic Line*) e os dados geocronológicos existentes indicam uma idade de formação de *c.* 13 Ma (FITTON & DUNLOP 1985). A litologia predominante em S. Tomé é de composição basáltica a fonolítica, constituída por lavas e piroclastos, observando-se na área do Canal do Contador, situado no NW montanhoso

---

<sup>1</sup> Colaborador da EDP. Geólogo responsável pelo estudo geotécnico e apoio às fases de projecto e obra da maioria dos aproveitamentos hidroeléctricos explorados pela EDP.

da ilha, afloramentos de basaltos, traquifonólitos e fonólitos (Complexo Vulcânico de S. Tomé, < 1 Ma, CALDEIRA *et al.* 2003), brechas vulcânicas e outros depósitos brechóides, ocorrendo ainda solos espessos e depósitos de vertente mais ou menos consolidados ou tipo *lahar*.

O padrão de precipitação é caracterizado, consoante o local da ilha, por uma precipitação média anual que varia entre valores máximos e mínimos de 5200 e 700 mm y<sup>-1</sup>, enquanto a precipitação diária máxima varia entre 322 e 140 mm. A zona abordada neste estudo regista um valor da ordem de 2500 mm y<sup>-1</sup>, sendo caracterizada por floresta e vegetação densa, incluindo ainda zonas agrícolas, activas ou não, sobretudo de produção de cacau.

### 3. RECONHECIMENTO. OBSERVAÇÕES GERAIS

O acesso ao canal é feito a pé, situação esta que dificulta o transporte de equipamentos, sobretudo em troços com túneis ou pontes. Esta situação será de rever antes do início da obra de reabilitação, pois em 1988 e com jipe, apenas se atingia a própria câmara de carga, ou então um ponto localizado 5 km a montante, a uma distância de 800 m da ponte-canal do Rebordelo. Esta situação devia-se não só a aluimentos, mas também ao desenvolvimento da vegetação.

Os movimentos de massa nas encostas da região são frequentes. Tendo o trabalho de campo sido conduzido frequentemente durante chuvadas intensas, foi observada a ocorrência na região de pequenos *slides* e de quedas de pedras nas encostas, bem como de excesso de caudal no canal, com inundações da sua plataforma lateral e solos envolventes, facto este que está relacionado com a reduzida eficácia demonstrada pela equipa local de manutenção do canal.

Na observação de obras na região, constatou-se que é vulgar recorrer a taludes altos, verticais e sem contenção, sendo assumidos riscos impensáveis na Europa. Transitando na estrada marginal junto a Neves, após 6 horas de chuva foram observados, ao longo de cerca de 3 km, dez locais com quedas de blocos que chegavam a atingir 80cm de diâmetro. O caso oposto também se verifica, com taludes verticais e estáveis, de altura até 12 m, abertos em brechas vulcânicas, depósitos de vertente consolidados e conglomerados.

#### 3.1. SITUAÇÃO GERAL DO CANAL DO CONTADOR

A avaliação geral de todo o traçado do canal permitiu tecer as seguintes observações, em que apenas o último ponto, referente à situação dos túneis, não penaliza a exploração do aproveitamento. As situações mais delicadas registam-se em três troços particulares que são apresentados mais adiante (3.2).



Foto 1 – Exemplo de um troço do Canal do Contador (a tracejado) coberto por depósitos de vertente. A zona encontra-se em desobstrução, vendo-se ao fundo a entrada de um dos túneis.

**Depósitos de vertente e queda de pedras sobre o canal.** Devido às características das encostas da região, verifica-se a formação de depósitos de vertente sobre o canal, os quais atingem, localmente, 6 m de espessura (foto 1). Estes materiais provocam a sobrecarga e eventual instabilização em zonas de aterro, impossibilitando, por vezes, a percepção do trajecto seguido pelo canal e assim a sua visualização e limpeza. Observam-se diversos blocos caídos sobre o canal, por vezes causando fracturação nas lajetas ou nas paredes do canal. Um bloco de 2 m<sup>3</sup> caído sobre o canal, exactamente a jusante de uma chaminé fonolítica que aflora no topo da encosta do Rebordelo, atesta o risco a que o canal está sujeito, comprovado também pela designação de Curva do Soldado, dada a outro local em que uma queda de pedras matou um trabalhador.

**Preenchimento do canal com raízes.** O desenvolvimento rápido da vegetação não ocorre apenas nas encostas, verificando-se a penetração de raízes no canal, irrompendo pelas juntas existentes ou fracturando mesmo o betão. O desenvolvimento de raízes vegetais dentro de água é frequente, observando-se raízes e caules que atingem 40 cm de diâmetro (foto 2).



Foto 2 – Raiz retirada do interior do canal. (foto Soares Júnior)

**Captações.** Correspondem em geral a um dique-d Descarregador, com descarga de fundo e tomada de água. Como as descargas de fundo não eram abertas periodicamente, o assoreamento atingiu a crista dos descarregadores, com blocos que destruíram alguns órgãos de manobra das comportas, pelo que as captações estão subaproveitadas ou em ruína.

**Túneis.** Os túneis estão em geral bem conservados, constituindo os troços mais estáveis do canal, embora frequentemente inundados devido a drenagem insuficiente. Este facto dificulta a marcha na soleira lateral, raramente nivelada, onde a água atinge, por vezes, 50 cm de altura. Foram observadas algumas situações raras de fissuração ou de infiltração de água no betão do revestimento. A secção dos túneis é da ordem de 3,5 m<sup>2</sup>, sendo revestidos apenas em cerca de 30% da sua extensão. A litologia observada na maioria dos túneis corresponde a rochas piroclásticas e a brechas vulcânicas, incluindo blocos que atingem 40 cm; esta última característica está relacionada com a sobrecavação notável que se observa e que atinge pontualmente um metro em relação à secção teórica.

### 3.2. AVALIAÇÃO DAS ZONAS CRÍTICAS: REBORDELO, CASCATA E OCÁ

Estes três troços do canal constituem os locais que apresentam maior risco de rotura, onde a reparação interfere com um maciço rochoso por caracterizar.

**Métodos de trabalho.** Para este reconhecimento não estava previsto o recurso aos métodos de prospecção geotécnica usuais (tais como sondagens e prospecção geofísica) devido, quer à urgência de completar o projecto e iniciar a obra, quer à dificuldade de transporte de equipamentos. O método de trabalho seguido no reconhecimento destes troços incluiu o levantamento topográfico expedito (feito na escala 1:250, com bússola, nível e fita), necessário para implantar e comparar em tempo útil diversas soluções, uma vez que a poligonal entretanto iniciada pela equipa de topografia só estaria disponível mais tarde. Também foram fotografadas diversas zonas do canal, a partir da encosta oposta, de forma a permitir estudos geomorfológicos por observação estereoscópica.

#### 3.2.1. REBORDELO

Trata-se de uma zona com historial de movimentos de massa significativos, onde o Canal do Contador inclui actualmente uma caleira metálica em ponte, de aparência frágil, a exigir peritagem prioritária.

Em 1974 ocorreu aqui um deslizamento particularmente destrutivo (ALVES 2001, 2003), que teve como consequências o corte do canal e o desaparecimento da pequena aldeia de Rebordele, registando-se pelo menos 33 vítimas. O topo da área afectada foi a plataforma com o canal, ao longo de 60 m, a qual incluía ainda uma linha de vagonetas e o acesso ao túnel que se seguia a jusante; essa área apresentava um pendor suave, bem como os terrenos a jusante que incluíam o Rebordele, ao contrário da encosta a montante, de inclinação superior a 60°.

O troço destruído foi substituído em 1975 por uma ponte-canal, com fundação no basamento rochoso correspondente à cicatriz do deslizamento (foto 3; fig. 1). Esta ponte apresenta irregularidades várias, como é o caso do mau estado da caleira metálica e do seu passadiço, mas não há evidência de assentamentos.

**Foto-interpretação.** A avaliação da estabilidade histórica da zona recorreu a estudos de foto-interpretação. No levantamento aero-fotográfico existente, datado dos anos 50, são identificados nas proximidades dois escorregamentos, bem como cicatrizes de pequenos *slides*, alinhamentos de queda de pedras e ainda, na margem do rio Contador, ravinamentos e deslizamentos menores.

A geomorfologia e a estabilidade da encosta foram ainda estudadas recorrendo a fotografias em estereoscopia, obtidas em 1988 a partir da encosta oposta, o que permitiu evidenciar sobretudo os seguintes aspectos:

- a cicatriz de deslizamento, em forma de concha, é bem visível ao nível da ponte-canal, mas o relevo não denuncia devidamente, por si só, a área abrangida pelo movimento, bem marcada apenas pelo diferente estado de crescimento da vegetação, com árvores de grande porte apenas sobre a área não afectada;
- a ponte-canal está situada na concavidade morfológica correspondente ao topo da massa movimentada.

**Características do deslizamento do Rebordelo.** O deslizamento terá mobilizado a encosta numa área de 4 a 5 ha, constituída sobretudo por depósitos de vertente e rególitos, incluindo ainda o entulho proveniente da escavação do túnel. O volume transportado foi da ordem de  $1,5 a 3 \times 10^5 \text{ m}^3$ , numa distância e desnível máximos de, respectivamente 600 m e 200 m.

O escorregamento pode ser classificado como translacional e complexo (VARNES 1978), sendo devido a causas sobretudo externas, relacionadas com fases sucessivas de intervenção humana, que consistiram no abate da floresta, nos trabalhos agrícolas, na construção da plataforma e das infra-estruturas nela apoiadas. A causa imediata, também externa, foi a precipitação anormalmente elevada que se registou durante dois dias, induzindo assentamentos na plataforma e assim fracturação no canal, com inundação gradual e saturação do maciço subjacente pelo caudal transportado ( $1500 a 1800 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ), seguindo-se a erosão e posterior rotura da encosta. Os dois únicos sobreviventes da aldeia referiram a ocorrência de *mudflows* pelo meio das casas durante cerca de um dia, o que sugere um intervalo de tempo dilatado entre a fractura do canal — com inundação da encosta — e a rotura da mesma.



Foto 3 – Ponte-canal com 47 m de extensão, vendo-se ao fundo a entrada do túnel já existente a jusante.

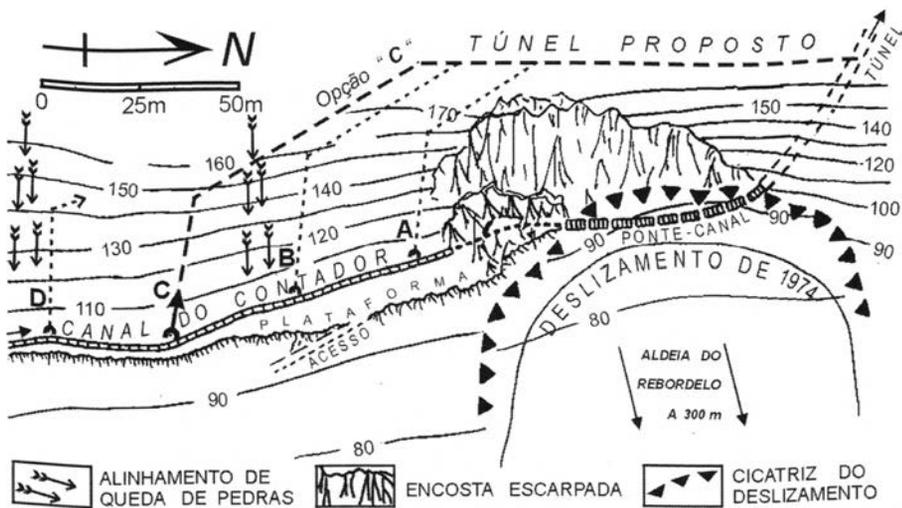


Fig. 1 - Canal do Contador no Rebordelo, com a cicatriz e topo da área abrangida pelo deslizamento de 1974, a ponte-canal construída em 1975, a plataforma não afectada pelo acidente, e o traçado recomendado para abertura de um novo túnel. Esboço extraído do levantamento topográfico expedito efectuado em 1988. Cotas não ligadas à rede geodésica nacional, atribuindo 100m à altitude do canal.

**Recomendações.** Propõe-se a abertura de um novo túnel, de forma a desactivar não só a ponte-canal, mas também o troço de canal em plataforma situado a montante desta; este troço tem 80 m de extensão e assemelha-se ao que foi destruído em 1974, pelo que pode estar sujeito a um acidente idêntico.

Na figura 1 estão representados vários traçados de túnel, sendo sugerida, como opção mais segura e económica, a hipótese C. Esta opção implica uma extensão de 212 m e está implantada num local em que a plataforma apresenta largura adequada para um estaleiro, situado fora de alinhamentos de queda de pedras.

Caso se opte por manter a obra como está, a sua segurança só ficará minimamente garantida verificando as fundações dos pilares da ponte-canal existente e fazendo uma revisão ao troço de canal em plataforma já referido. Neste troço será imperativo destapar o canal, para observar o estado das juntas e do betão, procurando também evidências de eventual assentamento do maciço.

### 3.2.2. CURVA DA OCA

Trata-se de um troço de 105 m, em que o canal descreve um semi-círculo com raio de 30 m (fig. 2), estando implantado numa formação branda, constituída por depósitos de vertente e, possivelmente, por materiais devidos a outros movimentos de massa. O traçado do canal a montante e a jusante desta curva é retilíneo, assente em rególito e rocha basáltica.

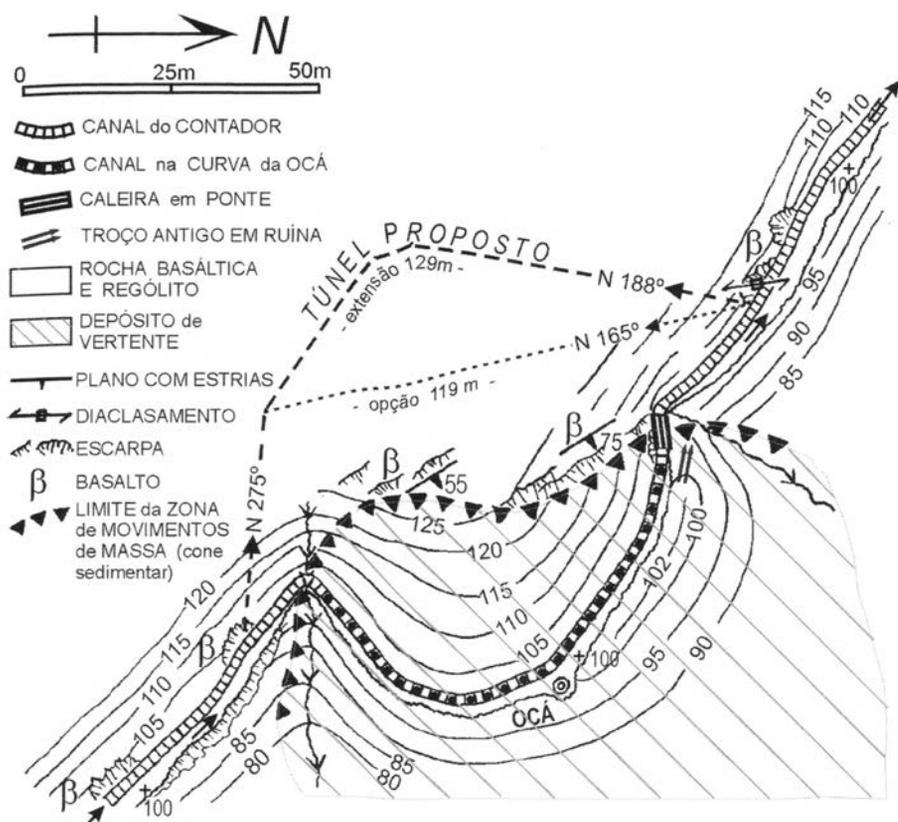


Fig. 2 – Canal do Contador na Curva da Ocá. No troço em curva o canal contorna um cone sedimentar formado por depósitos de vertente, enquanto no troço rectilíneo a montante e a jusante ocorrem rochas basálticas e rególito. Está indicado o traçado proposto para novo túnel. Esboço extraído do levantamento topográfico expedito efectuado em 1988; cotas não ligadas à rede geodésica nacional, atribuindo 100m à altitude do canal.

A meio da curva encontra-se uma imponente árvore – uma ocá com 2m de diâmetro – a qual está inclinada para o vale, o que denuncia *creeping* das camadas superficiais da encosta. Têm-se produzido assentamentos ao longo da curva, o que provocou fissuração no canal. Para evitar perdas de caudal foi inserido no canal um revestimento contínuo, constituído por caleira metálica.

Observam-se diversos aspectos que comprovam tratar-se de uma zona que pode sofrer assentamentos importantes ou rotura. O topo das paredes de betão do canal foi sucessivamente elevado, de forma a manter a cota do topo constante, sendo a altura destes “remendos” maior para jusante, atingindo 50 cm no fim da curva. Neste local encontram-se vestígios de dois antigos traçados que ruíram sucessivamente, estando parte do canal assente num muro de suporte que também

ruiu parcialmente em 1986; outra secção deste muro sofreu assentamentos graduais, pelo que tem sido aumentada no topo com pedra arrumada. O canal é aqui constituído apenas por uma caleira metálica em ponte, fissurada, com um vão de 4 m, onde se observam perdas de água.

A montante desta ponte observam-se afloramentos basálticos com estrias de movimento, desenhando, no seu conjunto, uma superfície ondulada secante aos dois extremos da Curva da Oca. Esta superfície corresponderá a uma cicatriz de movimentos antigos e separa as duas unidades presentes: – o maciço basáltico da encosta, e o cone sedimentar formado por movimentos de massa sucessivos.

Este cone sofreu um assentamento da ordem de 50 cm em 20 anos, bem como roturas periódicas e assentamentos maiores junto à ponte; os movimentos neste último local estarão relacionados com perdas de água que se têm aqui registado.

**Recomendações.** A substituição do traçado em curva por um túnel constituirá a solução mais segura, por evitar totalmente o cone sedimentar referido.

Na figura 2 estão representadas duas opções de traçado em túnel, vendo-se as direcções de emboquilhamento recomendadas, implantadas em rocha basáltica. Junto à boca de jusante observa-se, na falésia basáltica (foto 4), disjunção subvertical em placas e diaclasamento muito aberto. Embora se trate de túnel de secção reduzida, o traçado mais longo evitará que a obra seja paralela a essas descontinuidades.



Foto 4 – Canal do Contador, visto de jusante para montante. Falésia basáltica no local da saída do túnel proposto.

Foram apresentadas duas outras soluções para reabilitar a Curva da Océ: – entubar o traçado actual, substituindo-o por uma conduta flexível; ou apenas nivelar e impermeabilizar a soleira do canal, colocando ainda no topo jusante da curva uma nova ponte-canal metálica. A impermeabilização do canal nesta zona é fundamental, pois a infiltração constante de caudais provenientes de fissuras no canal poderá inverter rapidamente o processo de consolidação do maciço.

### 3.2.3. CASCATA DO RIO DE ÁGUA ANGULAR

Constitui uma das principais captações do canal, incluída num maciço instável e sujeito a movimentos de massa, formado por rochas basálticas, piroclastos e brechas vulcânicas, estas últimas com blocos que atingem 60 cm.

Este afluente do rio Contador escavou, neste local da encosta, um troço em *canyon*, constituído por um “poço” com 25 m de altura e 20 m de diâmetro, onde o Rio de Água Angular forma uma cascata (fig. 3). Este “poço” prolonga-se até ao canal por um desfiladeiro, com 10 m de extensão, ao longo do qual foi construída uma derivação para transportar a água do dique, situado na base da cascata, até ao Canal do Contador; este canal atravessa o desfiladeiro por uma ponte, situada entre túneis. A cascata escavou o “poço” em depósitos de vertente, piroclastos e brechas, até atingindo basaltos, visíveis junto ao dique.

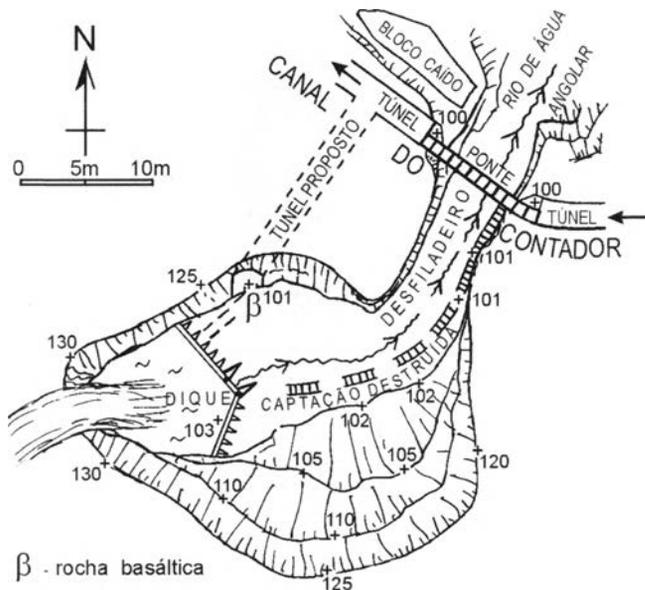


Fig. 3 – Canal do Contador na Cascata de Água Angular. Está representado o “poço” em que cai a cascata, bem como a localização dos túneis já existentes a montante e a jusante do desfiladeiro, e ainda o traçado aproximado do túnel proposto para ligar o dique ao túnel de jusante. Esboço topográfico expedito (cotas aproximadas, atribuindo 100m à altitude do Canal do Contador).

A fragilidade do troço deve-se, quer às paredes do desfiladeiro, uma das quais está profundamente erodida na base e apresenta uma fissura vertical que indicia a queda futura de um bloco, quer à derivação proveniente do dique, já destruída por deslizamentos e quedas de pedras, quer ainda ao assoreamento, com blocos que cobrem a crista do dique. A escarpa junto ao túnel de jusante está fissurada e também ameaça ruir, observando-se já um bloco caído com cerca de 250 m<sup>3</sup>.

**Recomendações.** Foi proposta a construção de um túnel com cerca de 15 m, com início em rocha basáltica, perto da base da cascata, terminando no túnel situado a jusante do desfiladeiro (fig. 3). A reabilitação deverá incluir uma nova descarga de fundo no dique, para substituir a que está destruída.

Como alternativa à construção do túnel, foi considerada a hipótese de refazer a obra à semelhança da destruída, mas substituindo a derivação em ruína por um canal ou conduta, enterrada na zona sujeita a queda de pedras. Outra alternativa considerada foi a construção de um açude no desfiladeiro, perto da ponte-canal, sendo a adução de água feita por um tramo de 2 m unindo as duas obras.

A obra de reabilitação deste troço será condicionada pela inexistência de acesso rodoviário próximo e pelo caudal, por vezes avassalador, da cascata.

#### 4. NOTAS FINAIS

Dadas as características da zona em que está implantado, o Canal do Contador não ficará isento de problemas uma vez terminada a sua reabilitação. As actuais zonas críticas serão substituídas por outras, dado que se trata de uma obra que não ficará imune aos agentes externos.

O perigo de deslizamentos é uma constante, pois constituem uma componente importante do sistema morfogenético local, sendo frequentemente desencadeados por períodos de chuva intensa e prolongada. O caso trágico apresentado em 3.2.1., soterrando a única aldeia existente sob o canal e situada na zona mais modificada pelo homem ao longo de toda a margem esquerda do rio Contador, não foi mera coincidência, apontando ainda para deficiente monitorização da obra. Segundo THOMAS (1994), a ocorrência de movimentos significativos é praticamente certa com precipitação diária superior a 270 mm, sobretudo se associada a intensidades temporárias atingindo 70 mm h<sup>-1</sup>.

As obras no canal apresentam perigos que não se verificam em obras clássicas da EDP e a escolha da melhor solução para cada zona deverá ter isso em conta, da mesma forma que a planificação dos trabalhos deverá atender às condições climáticas locais. Como exemplo, recomenda-se particular atenção nas seguintes situações: seleccionar bons condutores para viaturas que transitem em caminhos estreitos com ravinas, sobretudo em dias de chuva; evitar permanecer em zonas

de queda de pedras; exigir prudência ao desmatar locais de vegetação densa com cobras, evitando o uso apenas de simples catanas; promover a revisão do passadiço das pontes, sempre estreitas e sem condições para montar corrimão.

A manutenção e reparação constante do canal seria eficiente dispondo de pessoal motivado, apoiado por uma oficina eficiente e dotada de equipamento desmontável e fácil de transportar, única forma de eventualmente evitar, de forma sensata, as soluções aqui propostas. Mas a responsabilização das equipas locais de manutenção apenas poderia ser garantida praticando uma política de motivação adequada, viabilizadora dum nível de exigência superior. A realidade africana constatada em S.Tomé não indicia sucesso a esse nível.

A solução atrás proposta para cada caso, recorrendo basicamente à abertura de novos túneis, representa assim a opção mais segura e estável para a reabilitação do Canal do Contador, embora a mais dispendiosa a curto prazo.

#### AGRADECIMENTOS

À EDP, responsável pela missão de avaliação geotécnica realizada em 1988. Ao Professor Cotelo Neiva, não só pelas suas sugestões e pela cedência de dados geológicos inéditos, mas ainda pelo privilégio da sua companhia e orientação em projectos da EDP. Ao Eng. Soares Júnior, pela excelência da direcção dos trabalhos em São Tomé. Aos colegas do IICT, que actualmente finalizam a edição da Carta Geológica de São Tomé.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALVES, P.H. (1988) – Avaliação da situação no canal do aproveitamento hidroeléctrico do rio Contador. Reconhecimento geológico. EDP, Porto, 28p. (rel.interno).
- ALVES, P.H. (2001) – Notes on a landslide event in São Tomé island (Dem. Rep. of São Tomé and Príncipe, Gulf of Guinea). 12<sup>th</sup> Conference, Geological Society of Africa, Yaoundé, Cameroun. *Journal Société Géosciences du Cameroun*, 1, 1A, 26-27.
- ALVES, P.H (2003) – Notas sobre um deslizamento histórico ocorrido em São Tomé (Rep.Dem.S.Tomé e Príncipe). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, nºesp.V, G5-G7.
- FITTON, J.G. & DUNLOP, H.M. (1985) – The Cameroon line and its bearing on the origin of oceanic and continental alkali basalt. *Earth Planet.Sci.Lett.* 72, 23-38.
- CALDEIRA, R.; MADEIRA, J.; MUNHÁ, J.M.; AFONSO, R.S.; MATA, J.; TASSINARI, C.C. & NASCIMENTO, E. (2003) – Caracterização das principais unidades vulcano-estratigráficas da Ilha de S.Tomé. Golfo da Guiné. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, nºesp.V, A15-A18.
- NEIVA, C. (1956) – Contribuição para o estudo geológico e geomorfológico da ilha de S.Tomé e dos ilhéus da Rolas e das Cabras. 6<sup>o</sup>Sess.Conf.Int.Afric.Ocid., 2, 147-153.

- VARNES, D.J. (1978) – Slope movement and types and processes. In: Schuster, R.L. and Krizek, R.J. (Ed.). Landslides: analysis and control. Transportation research board, Nat. Acad. Science, Washington, Special Report 176, pp.11-33.
- THOMAS, M.F. (1994) – *Geomorphology in the tropics*. John Wiley & Sons, 460p.