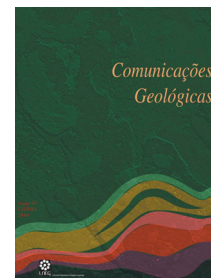


## Avaliação da taxa de sedimentação na Barragem do Poilão (Ilha de Santiago, Cabo Verde)

### Estimating sedimentation rate on Poilão Dam (Santiago Island, Cape Verde)

A. Araújo<sup>1\*</sup>, R. Hernandez<sup>2</sup>, R. Fonseca<sup>1</sup>, J. Matos<sup>3</sup>



Artigo Curto  
Short Article

© 2014 LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP

**Resumo:** A Ilha de Santiago, situada no Arquipélago de Cabo Verde, é dominada por um clima seco e árido, interrompido por curtos períodos de chuvas torrenciais, com grande capacidade de transporte de sedimentos ao longo de vales profundos e encaixados, tributários da Ribeira Seca, onde se situa a Barragem do Poilão, construída em 2006. Os resultados de um levantamento batimétrico da albufeira da barragem realizado em Março de 2013, apontam para uma taxa de sedimentação anual próxima de 90 000 m<sup>3</sup>/ano, fazendo com que, em apenas 7, anos a capacidade de armazenamento da albufeira tenha diminuído quase para metade. Os valores determinados neste estudo recomendam a tomada de medidas urgentes por parte do governo de Cabo Verde, no sentido da dragagem e desassoreamento da albufeira do Poilão.

**Palavras-chave:** Taxa de sedimentação, Barragem, Cabo Verde.

**Abstract:** Santiago Island, located in the archipelago of Cape Verde, is dominated by a dry and arid climate, interrupted by short periods of torrential rain. Such events have great erosive and transport capacity along the deeply incised valleys, tributaries of the Ribeira Seca, where Poilão Dam was built in 2006. The results of a bathymetric survey of the reservoir, performed in March 2013, indicate a sedimentary rate close to 90 000 m<sup>3</sup>/year, causing in a short period (seven years) the decrease by almost a half of the storage capacity of the reservoir. The values determined in this study recommend the urgent measures of remediation to be taken by the government of Cape Verde, in the sense of dredging the Poilão reservoir.

**Keywords:** Sedimentation rate, Dam, Cape Verde.

<sup>1</sup>Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário da República de Cabo Verde.

<sup>3</sup>Centro de Geofísica de Évora.

\*Autor correspondente/Corresponding author: [araujo@uevora.pt](mailto:araujo@uevora.pt)

## 1. Introdução

O presente trabalho resulta de uma parceria estabelecida entre o Centro de Geofísica de Évora e o Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário da República de Cabo Verde (INIDA) e tem por objectivo a monitorização dos sedimentos acumulados na albufeira da Barragem do Poilão (Ilha de Santiago), no que se refere a taxas de sedimentação e ao volume de sedimentos

depositados desde a sua construção. Uma outra componente desta parceria, não abordada neste trabalho, consiste no estudo geoquímico destes sedimentos, tendo em vista à sua possível utilização como solos ou aditivos agrícolas.

A Ilha de Santiago, com uma área de 991 km<sup>2</sup>, é a maior do arquipélago de Cabo Verde (Fig. 1), o qual é considerado um *hotspot* associado a uma pluma mantélica (White & McKenzie, 1989) que intruiu a litosfera oceânica da placa africana (de idade jurássica) a partir do Miocénico (Duncan & Jackson, 1977). Serralheiro (1976) individualiza nove unidades cartográficas principais, com idades situadas entre o Miocénico Inferior e o Holocénico, da mais antiga para a mais recente: Complexo Eruptivo Interno Antigo; Conglomerados ante-formação dos Flamengos; Formação dos Flamengos; Formação dos Órgãos; Formação Lávica pós Formação dos Órgãos; Complexo Eruptivo do Pico da Antónia; Formação da Assomada; Formação do Monte das Vacas; Formações sedimentares recentes de idade quaternária. Embora com pequenas diferenças em termos de idade, a Carta Geológica de Cabo Verde à escala 1:25 000 (folhas 54 – Santa Catarina e 55 – S. Domingos, 1975) apresenta a mesma sequência de formações. Esta estratigrafia indica a existência de períodos de intensa actividade vulcânica, responsáveis pelo crescimento da ilha, separados por períodos de erosão e sedimentação, materializados por formações sedimentares intercaladas entre os principais episódios vulcânicos. A Barragem do Poilão situa-se na região central da Ilha, na Ribeira Seca e a respectiva bacia hidrográfica encontra-se encaixada em três unidades desta sequência estratigráfica (Fig. 1). Neste sector, as formações sedimentares de idade quaternária estão representadas por depósitos aluvionares constituídos quase exclusivamente por cascalheiras. O Complexo Eruptivo do Pico da Antónia está fundamentalmente representado por escoadas basálticas e a Formação dos Órgãos por depósitos conglomerático-brechóides. A zona de cabeceira da bacia hidrográfica corresponde à Serra do Pico da Antónia, onde se situa o ponto mais alto da ilha, a uma altitude de 1394 m.

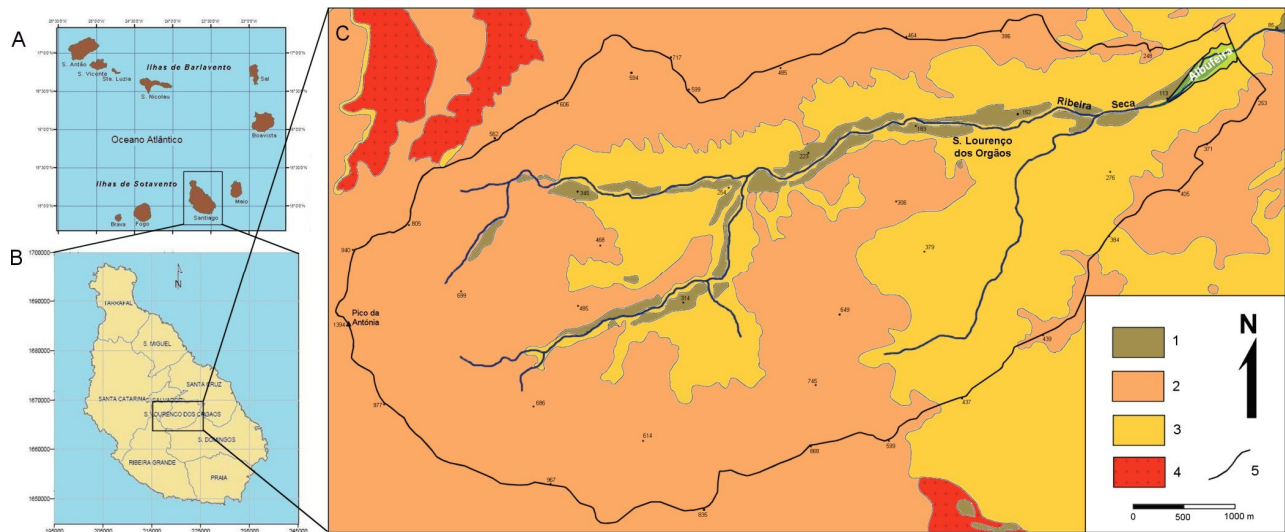


Fig. 1. Enquadramento da área estudada: A – Localização da Ilha de Santiago no Arquipélago de Cabo Verde; B – Localização da área estudada na Ilha de Santiago; C – Mapa geológico simplificado, adaptado de Serralheiro *et al.* (1975a, 1975b); 1 – Cascalheiras; 2 – Complexo Eruptivo do Pico da Antónia; 3 – Formação dos Órgãos; 4 - Complexo Eruptivo Interno Antigo. 5 – Limite da Bacia de drenagem da Barragem do Poilão.

Fig. 1. Framework of the study area: A - Location of Santiago Island in Cape Verde Archipelago, B - Location of the study area on Santiago Island, C - Simplified geological map, adapted from Serralheiro *et al.* (1975a, 1975b); 1 - gravel, 2 - Eruptive Complex of Pico da Antónia; 3 – Órgãos Formation; 4 - Internal Ancient Eruptive Complex. 5 - Limit of the drainage basin of Poilão Dam.

## 2. Características gerais da Barragem do Poilão e da respectiva bacia de drenagem

A Barragem do Poilão, inaugurada em Julho de 2006, é uma pequena barragem de gravidade, em alvenaria destinada à armazenagem de água para irrigação. De acordo com a informação disponibilizada pelo Ministério do Desenvolvimento Rural (<http://www.mdr.gov.cv/>), a albufeira tem 17 hectares de superfície e um comprimento de 1235 metros, medido a partir do eixo da Barragem. O nível pleno de armazenamento situa-se a 118 metros, o nível de máxima cheia a 120,90 metros. O volume útil da albufeira é de 1 200 000 m<sup>3</sup> (altura útil de 18 metros junto ao paredão) e o volume máximo de armazenamento de 1700 000 m<sup>3</sup>.

A bacia de drenagem da Ribeira Seca situada a montante desta infraestrutura tem uma área de 28 km<sup>2</sup>. Trata-se de uma região extremamente acidentada, havendo um desnível de quase 1300m desde a base da barragem até ao ponto mais alto (Pico da Antónia). O clima seco e árido, interrompido por curtos períodos de chuvas torrenciais, associado a uma forte erosão diferencial, particularmente entre os conglomerados da Formação dos Órgãos mais brandos e, os mantos lávicos do Complexo Eruptivo do Pico da Antónia, muito mais resistentes à erosão, são factores determinantes na génese de vales profundos e encaixados e das características geomorfológicas particulares desta bacia de drenagem (Fig. 2).

## 3. Campanha de batimetria

Em Março de 2013, durante uma campanha de amostragem de sedimentos para estudos geoquímicos, foi

realizado um levantamento batimétrico da albufeira da Barragem do Poilão, com recurso a uma sonda sonar de varrimento lateral marca Humminbird, modelo 798 ci HD, equipada com GPS interno. Foram levantados 913 pontos, representados na figura 3A. A partir desta informação foi possível desenhar o mapa batimétrico representado na figura 3B recorrendo-se ao *software* ArcGis 9.3. Apesar do equipamento permitir um rigor da ordem da dezena de centímetros, a equidistância entre as curvas representadas na figura 3B é de apenas dois metros para não sobrecarregar a imagem. Com base neste mesmo *software* calculou-se o volume de água acumulada na albufeira, o qual deverá corresponder a 753 822 m<sup>3</sup>.

## 4. Cálculo da taxa de sedimentação

Os valores que se apresentam nas linhas seguintes baseiam-se em informações colhidas a diferentes escalas o que implica erros eventualmente grosseiros nos cálculos que apresentamos (carta batimétrica com equidistâncias entre curvas de dois metros e carta topográfica, com equidistância de 10 metros). De qualquer forma, não sendo possível fazer uma abordagem mais rigorosa por falta de informação detalhada da superfície topográfica anterior à construção da barragem, consideramos que os números apresentados em seguida para o volume de sedimentos acumulados na Barragem do Poilão e para a taxa média de sedimentação entre 2006 e 2013, são uma aproximação válida e têm significado, à escala da sua ordem de grandeza.

A figura 3B, construída com base no levantamento batimétrico realizado em Março de 2013, mostra uma superfície de fundo muito aplanada, a uma profundidade de cerca de 10 metros, na área mais próxima do paredão

da barragem. Na altura da campanha, o nível da albufeira (medido *in situ*) estava cerca de 2 metros abaixo da cota dos descarregadores de cheia (120,9 metros), o que significa que a superfície do lago estaria a uma altitude próxima de 119 m e que o fundo, nas proximidades do paredão estaria aproximadamente à cota de 109 metros. A figura 4 corresponde a um perfil topográfico construído sobre a carta militar à escala 1:25 000 (1974), perpendicular ao vale da Ribeira Seca. O perfil localiza-se a cerca de 100 m a montante do paredão da barragem, passando pelo segmento X-Y, representado na figura 3B. Sobre este perfil marcou-se o nível da albufeira (119 m) e o fundo aplanado, 10

metros abaixo. Independentemente dos erros inerentes ao facto de se tratar de um levantamento à escala 1:25000, com equidistância das curvas de nível de 10 m, a figura mostra uma importante espessura de sedimentos acumulada na albufeira, o canal original da Ribeira Seca encontra-se completamente apagado (Fig. 3B), sendo evidente que num intervalo de 7 anos terá havido um intenso assoreamento da albufeira. De acordo com a cartografia antiga, de 1974, junto ao paredão da Barragem a Ribeira Seca corria a uma cota ligeiramente inferior a 100 m o que significa que neste local, no intervalo de sete anos, se acumulou uma coluna de sedimentos com mais de 9 m de espessura.

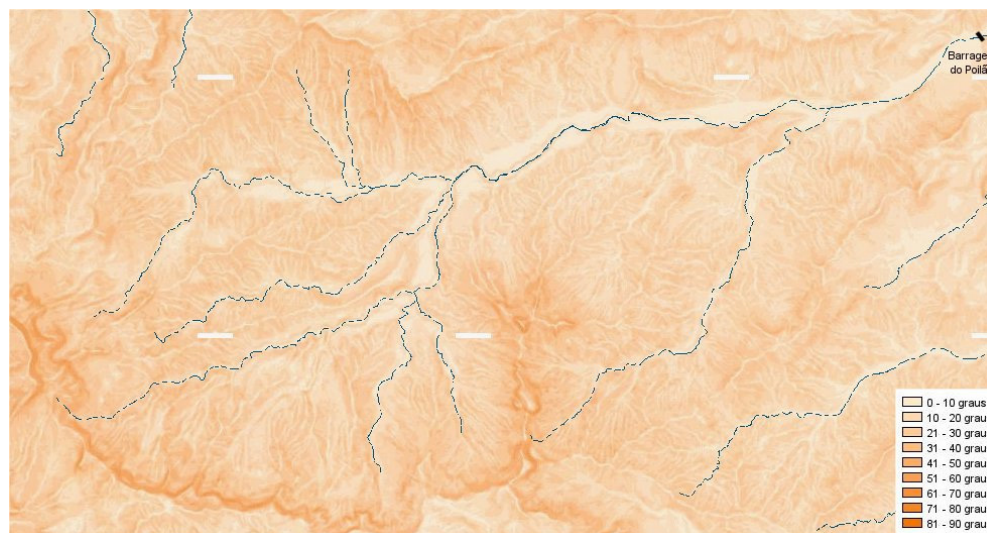


Fig. 2. Mapa de declives da região representada na figura 1C (adaptado de <http://visor.sit.gov.cv/>).

Fig. 2. Map of slopes in the region shown in figure 1C (adapted from <http://visor.sit.gov.cv/>).

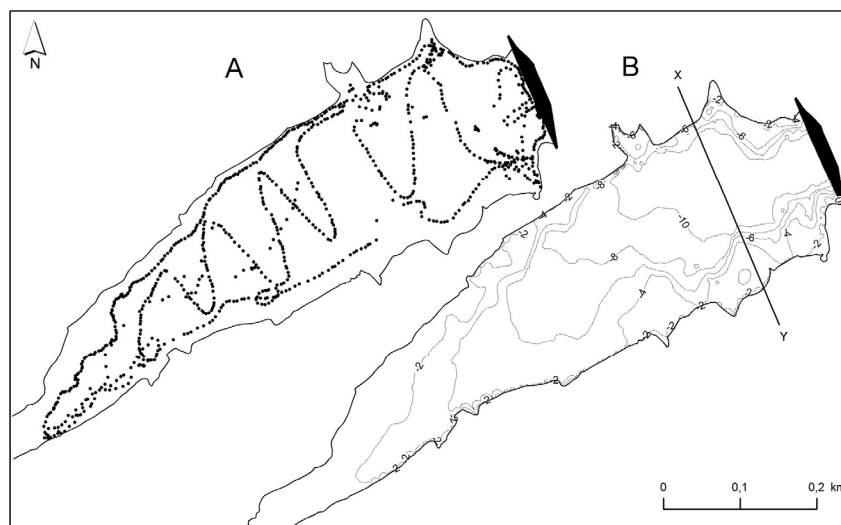


Fig. 3. Batimetria da albufeira da Barragem do Poilão: A – Localização dos pontos registados pelo sonar; B – Modelo da batimetria da albufeira, determinado com recurso ao software ArcGis 9.3. O segmento X-Y corresponde ao traço do perfil topográfico representado na figura 4.

Fig. 3. Bathymetry of the Poilão reservoir: A - Location of the points recorded by the sonar, B - Bathymetric model of the reservoir determined using the ArcGIS 9.3 software. The X-Y trace segment corresponds to the topographic profile shown in figure 4.

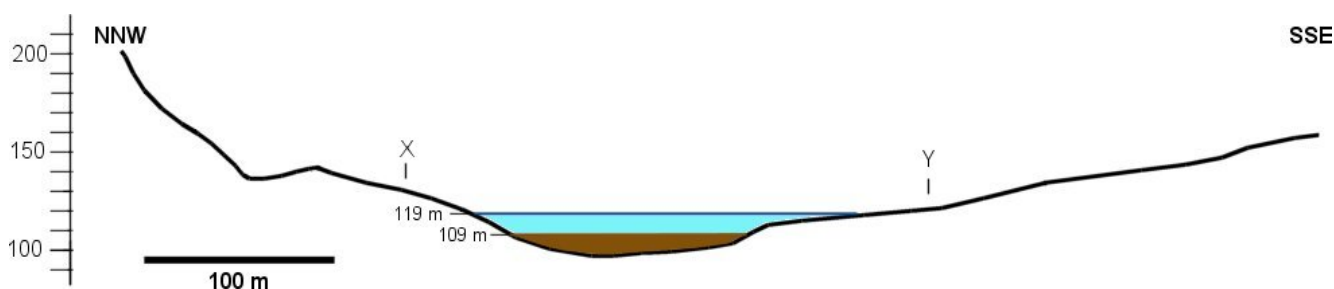


Fig. 4. Perfil topográfico construído a partir da Carta Militar de Portugal à escala 1:25.000, Província de Cabo Verde, Serviço Cartográfico do Exército, Folha 55 (1974). O nível dos 119 m representa a superfície da albufeira em Março de 2013 e o nível de 109 m representa o topo dos sedimentos de acordo com a informação recolhida a partir do levantamento batimétrico (X-Y – segmento marcado na figura 3B).

Fig. 4. Topographic profile constructed from the Military Map of Portugal scale 1:25.000, Province of Cape Verde, Cartographic Service of the Army, Sheet 55 (1974). The level of 119 m is the surface of the reservoir in March 2013 and the 109 m level represents the top of the sediments, according to information gathered from the bathymetric survey (X-Y – line printed in figure 3B).

A forma que propomos para quantificar com um pouco mais de rigor o volume de sedimentos acumulados na albufeira baseia-se no volume de água estimado para o armazenamento da barragem, à data da sua construção. De acordo com os valores referidos no ponto 2, em 2006 o volume útil previsto para a albufeira era de 1 200 000 m<sup>3</sup> (cota de 118 m) e o volume máximo de 1 700 000 m<sup>3</sup> (cota 120,9 m). Estes números não têm em conta a perda de capacidade de armazenamento ocorrida até ao presente, por assoreamento. Considerando que na altura em que se fez a campanha de batimetria (Março de 2013) a superfície da albufeira estava à cota 119, considerando que o declive das vertentes é perfeitamente regular entre a cota 118 e a 120,9, o volume de água da albufeira deveria ser de 1375000 m<sup>3</sup>. Na realidade, de acordo com o valor calculado no ponto 3, o volume de água em Março de 2013 era apenas de 753 822 m<sup>3</sup>, o que significa que em 7 anos a Barragem do Poilão foi assoreada com cerca de 620 000 m<sup>3</sup> de sedimentos, reduzindo para quase metade a sua capacidade de armazenamento. Considerando que a taxa de sedimentação foi regular ao longo deste período, chegamos a um valor de quase 90 000 m<sup>3</sup>/ano para a acumulação de sedimentos na albufeira da barragem.

### 5. Considerações finais

De acordo com estes valores o período de vida útil da Barragem do Poilão será muito reduzido se a curto prazo não forem tomadas medidas no sentido do desassoreamento da albufeira. Os materiais acumulados em grande quantidade durante os períodos de chuvas torrenciais poderão eventualmente ser utilizados como fertilizantes minerais ou directamente como solos agrícolas, em áreas preferencialmente situadas a jusante da barragem. Assim, com base nestes resultados, os autores recomendam a tomada de medidas urgentes por parte do governo de Cabo Verde, no sentido da dragagem e desassoreamento da albufeira da Barragem do Poilão a par de uma prevenção da sobre-erosão das vertentes da bacia de drenagem.

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos Ministérios do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Rural de Cabo Verde o financiamento e o apoio do projecto “Reutilização de produtos de erosão depositados na Barragem de Poilão para Agricultura”. A equipa portuguesa agradece ainda ao INIDA todo o apoio logístico no que se refere a alojamento, veículos de transporte e barco, durante a campanha de campo realizada em Cabo Verde. Os autores agradecem ainda as sugestões do revisor anónimo que contribuíram para o melhoramento do trabalho.

### Referências

- Duncan, R.A., Jackson, E.D., 1977. Geochronology of basaltic rocks recovered by DSDP Leg 41, Eastern Atlantic Ocean. [http://deepseadrilling.org/41/volume/dsdp41\\_46.pdf](http://deepseadrilling.org/41/volume/dsdp41_46.pdf) (consultado em 14/03/2014).
- Ministério do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território de Cabo Verde, Sistema de Informação Territorial. <http://visor.sit.gov.cv/> (consultado em 18/03/2014).
- Ministério do Desenvolvimento Rural de Cabo Verde: Barragem de Poilão. <http://www.mdr.gov.cv/index.php/component/content/article/11-artigosestaticos/100-barragem-de-poilao> (consultado em 18/03/2014).
- Serralheiro, A., 1976. A Geologia da ilha de Santiago (Cabo Verde). *Boletim Museu Laboratório Mineralógico Geológico Faculdade de Ciências de Lisboa*, **14** (2). Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa, 218 p.
- Serralheiro, A. (coord.), Rocha de Macedo, J., Celestino Silva, L., Ferreira, J., Garradas Mendes, J., Cramez, D., Sousa, A., Augusto de Morais, M., 1975a. *Carta Geológica de Cabo Verde à escala 1/25.000, Ilha de Santiago, Folha 54, Santa Catarina*.
- Serralheiro, A. (coord.), Rocha de Macedo, J., Ferreira, J., Garradas Mendes, J., Sousa, A., Cramez, D., 1975b. *Carta Geológica de Cabo Verde à escala 1/25.000, Ilha de Santiago, Folha 55, S. Domingos*.
- Serviço Cartográfico do Exército, 1974. *Carta Militar de Portugal à escala 1/25.000, Província de Cabo Verde, Folha 55*.
- White, R., McKenzie, D., 1989. Magmatism at rift zones: the generation of volcanic continental margins and flood basalts. *Journal of Geophysical Research*, **94**, 7685-7729.