

An aerial photograph showing a large-scale landslide on the left side of a densely forested hillside. The landslide has created a wide, muddy path that descends towards a residential settlement. The settlement consists of numerous small, closely packed houses with dark roofs. The surrounding area is covered in lush green trees, and the overall scene suggests a high-risk environment for natural disasters.

territorium • 24

MULTIDISCIPLINARIDADE NA ANÁLISE  
DAS MANIFESTAÇÕES DE RISCO

Imprensa da Universidade de Coimbra  
Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

2017



FATORES CONDICIONANTES DOS PROCESSOS EROSIVOS NA  
SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DE ÁGUA DE GATO - CABO VERDE\*

CONDITIONING FACTORS OF EROSION PROCESSES IN THE SUB-BASIN OF  
ÁGUA DE GATO - CAPE VERDE - SÃO DOMINGOS MUNICIPALITY, CAPE VERDE

Filipe Gomes Sanches

Licenciado em Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Cabo Verde  
[filipegsanches@gmail.com](mailto:filipegsanches@gmail.com)

Ineida Romi Tavares Varela de Carvalho

Bolseira da FCG, Doutoranda em Geografia, Universidade de Cabo Verde  
[ineidac@yahoo.com.br](mailto:ineidac@yahoo.com.br)

António Vieira

Departamento de Geografia, CEGOT e RISCOS, Universidade do Minho  
[vieira@geografia.uminho.pt](mailto:vieira@geografia.uminho.pt)

RESUMO

O presente trabalho, realizado na Sub-Bacia Hidrográfica de Água de Gato-Concelho de São Domingos, teve como objetivo fundamental o diagnóstico e a aferição dos processos erosivos aí presentes. Os resultados do estudo indiciam que a ocorrência dos processos erosivos na área de estudo não é devida exclusivamente aos processos naturais, sendo que as práticas tradicionais de uso e gestão do solo praticadas nessa área, são significativamente influentes, especialmente por ocorrerem em encostas com declives acentuados e onde estão ausentes práticas adequadas de conservação de solo.

**Palavras-chave:** Sub-bacia hidrográfica de Água de Gato, diagnóstico, processos erosivos, solo, encostas.

ABSTRACT

This study, conducted in the sub-basin of Água de Gato - São Domingos municipality, was aimed to diagnose the erosion present in that location. The study results showed that the occurrence of erosion in the study area is not only due to natural processes, or geological/natural erosion, but also to traditional practices of land use and management that is made in this area, in many cases taking place on the hillsides of steep slopes, with absence of soil conservation practices.

**Keywords:** Sub-basin of Água de Gato, diagnosis, erosion processes, soil, slopes.

RESUMEN

*Factores condicionantes de los procesos erosivos en la sub-cuenca del río Água de Gato - Cabo Verde* - El objetivo de este trabajo hecho en la sub-cuenca del río Água de Gato-Concelho de São Domingos, fue hacer el diagnóstico de los procesos erosivos allí presentes. Los resultados de este estudio han informado que la ocurrencia de los procesos erosivos en el área de estudio no se debe únicamente a los procesos naturales, sino que también a las prácticas tradicionales de uso y gestión del suelo que es practicado en ese área, donde en muchos casos se da sobre laderas con declives acentuados, con ausencia de prácticas de conservación del suelo.

**Palabras clave:** Sub-cuenca del río Água de Gato, diagnóstico, procesos erosivos, suelo, laderas.

RESUMÉ

*Les facteurs qui conditionnent les processus d'érosion dans le sous-bassin de la rivière "Água de Gato", Cap-Vert* - L'objectif de cette étude, menée dans le sous-bassin de la rivière "Água de Gato", comté de "Saint-Domingue" (Cap-Vert), est de diagnostiquer les processus d'érosions. Les résultats de l'étude ont montré que ces processus ne sont pas seulement dus à un facteur naturel (érosion géologique/naturelle) mais découlent aussi de pratiques traditionnelles d'utilisation et de gestion des terres sans mode de conservation des sols.

**Mots-clé:** Sous-bassin de la rivière Água de Gato, diagnostic, processus d'érosion, sol, versant.

\* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no III Congresso Internacional, I Simpósio Ibero-Americano e VIII Encontro Nacional de Riscos, tendo sido submetido em 13-06-2015, sujeito a revisão por pares a 18-06-2015 e aceite para publicação em 01-03-2016.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 24, 2017, © Riscos, ISSN: 0872-8941.



## Introdução

O desenvolvimento de fenómenos erosivos decorre da ação de um conjunto de processos dependentes das condições naturais existentes num determinado território. No entanto, a progressiva apropriação dos territórios por parte do Homem, tem contribuído para uma maior influência antrópica naqueles processos, acentuando-os frequentemente.

Com efeito, o clima (especialmente as características da chuva), as características das vertentes, a cobertura vegetal e a natureza do solo são fatores importantes (Araújo *et al.*, 2005). A estes fatores, e particularmente no caso de Cabo Verde, associam-se a fraca cobertura vegetal, o remeximento do solo para fins agrícolas e as referidas condições de clima semiárido saheliano, com chuvas concentradas e intensas, que acentuam ainda mais aquela dinâmica (Costa e Nunes, 2008). Como apontam alguns estudos já efetuados (Costa, 2004; Leal, 2008; Tavares, 2010), a problemática da erosão em Cabo Verde é preocupante. De acordo com o Ministério do Ambiente Agricultura e Pescas (2004), em Cabo Verde a perda de solo devido à erosão hídrica e eólica são considerados os problemas agrícolas e ambientais mais críticos. Estima-se em 7,8 ton/ha a perda anual de solo, em regime de agricultura tradicional (milho e feijões). Ainda estudos mais recentes feitos por Tavares e Amiotte-Suchet (2012) apontam que na ilha Santiago (onde se encontra a área de estudo) mais de 90% dos solos estão sob risco de erosão grave. A área objeto deste estudo, uma sub-bacia hidrográfica, possui características que possivelmente favorecem a manifestação dos processos erosivos. A sua morfologia, caracterizada por encostas com declive acentuado, encontra-se sujeita a problemas de erosão. Relacionado com a diversidade do uso e gestão

do solo nesta sub-bacia, observa-se que a intervenção do Homem contribui, em muitos casos, para a aceleração dos processos erosivos, através da sobre-exploração do solo e remoção da sua cobertura protetora natural, bem patente na área de estudo em análise, onde a sua presença é intensa não só por nela estarem implantados alguns aglomerados populacionais, mas também pela sua ocupação intensiva por atividades agro-silvo-pastoris.

Neste sentido, pretende-se através deste trabalho identificar processos erosivos ocorridos na sub-bacia hidrográfica de Água de Gato e a influência das atividades antrópicas no seu desenvolvimento.

## Caracterização da área de estudo

A sub-bacia hidrográfica de Água de Gato (SBHAG), com uma superfície de drenagem de 3,54 km<sup>2</sup> e 9,07 km de perímetro, localiza-se na região noroeste do Concelho de São Domingos, um dos concelhos da Ilha de Santiago - Cabo Verde (fig. 1), mais concretamente nas cabeceiras da bacia hidrográfica de São Domingos (Sanches, 2012). No que diz respeito à geomorfologia, a SBHAG apresenta uma diversidade de formas de relevo, desde os mais expressivos, constituídos por picos, na parte sul e noroeste da mesma, às encostas onduladas um pouco por toda a sub-bacia, até aos níveis planos na zona central e foz da sub-bacia (Faria, 1970).

Quanto a geologia, de acordo com a carta Geológica da Ilha de Santiago (Serralheiro *et al.*, 1976), afloram na área de estudo as seguintes formações: o Complexo Filoniano de Base (CA), que se encontra enquadrado no complexo eruptivo interno, antigo, de natureza essencialmente basáltica, corresponde às formações mais antigas da parte emersa da ilha (Serralheiro *et*

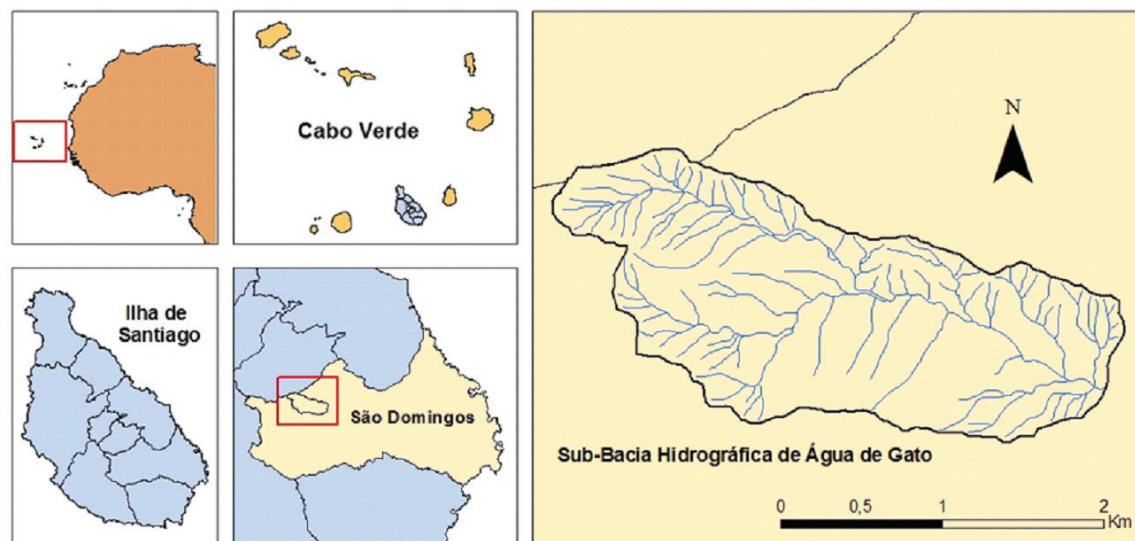


Fig. 1 - Localização geográfica da SBHAG no contexto da Ilha de Santiago e Concelho de São Domingos (Fonte: DGHOT).

Fig. 1 - Geographical location of the SBHAG in the context of Santiago Island and the municipality of Santo Domingo (Source: DGHOT).

al., 1976). Estas formações, em geral muito alteradas, são as predominantes no Complexo eruptivo Interno antigo. A Formação dos Órgãos (CB) corresponde a formações do Miocénico (Serralheiro *et al.*, 1976), que se encontram numa fase de intensa alteração. Esta formação é constituída por unidades muito espessas, de elementos angulosos, subangulosos e arredondados, por vezes com superfícies bem polidas. A Formação dos Órgãos é complexa e heterogénea, inclui intercalações arenosas e puramente conglomeráticas e, embora escassamente, são conhecidos episódios lávicos na sua sequência (Hernández, 2008, p.40). O Complexo eruptivo de Pico da Antónia (PA) abrange a maior parte da área aflorante da ilha (Serralheiro *et al.*, 1976), e integra essencialmente mantos basálticos. As rochas do Complexo eruptivo do Pico da Antónia (PA) são responsáveis pelas maiores altitudes do relevo e, também, pelos planaltos estruturais do sector oriental e meridional (Hernández, 2008, p.43). Ocorrem ainda, na ilha de Santiago, formações de idade quaternária, de génese terrestre e marinha, correspondentes a aluviões antigas e modernas. Constituem essencialmente terraços, depósitos de vertente, de enxurrada, areias de duna e praias marinhas em vários níveis até 100 m de altitude (Serralheiro *et al.*, 1976, citado por Hernández, 2008, p.48).

### Metodologia

Este trabalho de pesquisa foi desenvolvido em diversas fases. Numa primeira fase realizou-se um aturado trabalho de pesquisa bibliográfica, que se focalizou na recolha de documentos que abordam a problemática de erosão dos solos, por forma a oferecer uma adequada

base conceptual, bem como o levantamento de dados relativos aos elementos físicos e humanos presentes na área de estudo, com vista à sua caracterização e enquadramento. A segunda fase correspondeu ao trabalho de campo, que decorreu na SBHAG, e privilegiou a observação direta do território, de modo a fazer o reconhecimento da área de estudo, e o levantamento de dados ambientais (relativos aos solos, vegetação, entre outros), tendo-se também procedido à identificação de diversos tipos de formas e processos de erosão na área de estudo e observação de alguns fatores atuantes nos processos erosivos. No decurso do trabalho de campo procedeu-se, também, à amostragem de solos. Para este efeito foram feitas recolhas a uma profundidade média de 20cm, tendo no total sido recolhidas 46 amostras de solos (fig. 2). Nos pontos alvo de amostragem foram levantados diversos parâmetros, como as coordenadas geográficas, a orientação das encostas, o perfil de encosta, as espécies e tipos de arborização, o declive, a percentagem do coberto vegetal, entre outros parâmetros necessários para a rigorosa caracterização dos pontos de amostragem. Após a recolha, as amostras de solo foram encaminhadas para o laboratório e feita a secagem dos mesmos, para posterior análise. A terceira fase consistiu na realização de análises laboratoriais das amostras de solo recolhidas e produção e análise cartográfica da área de estudo. As análises dos solos foram realizadas no Laboratório de análise de solos, água e plantas (LASAP) do Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA), em São Jorge dos Órgãos, Ilha de Santiago, e compreenderam a análise da Matéria Orgânica e Textura. Para as análises da textura utilizou-se o método gravimétrico. Na determinação da matéria orgânica utilizou-se o método Walkley-Black.

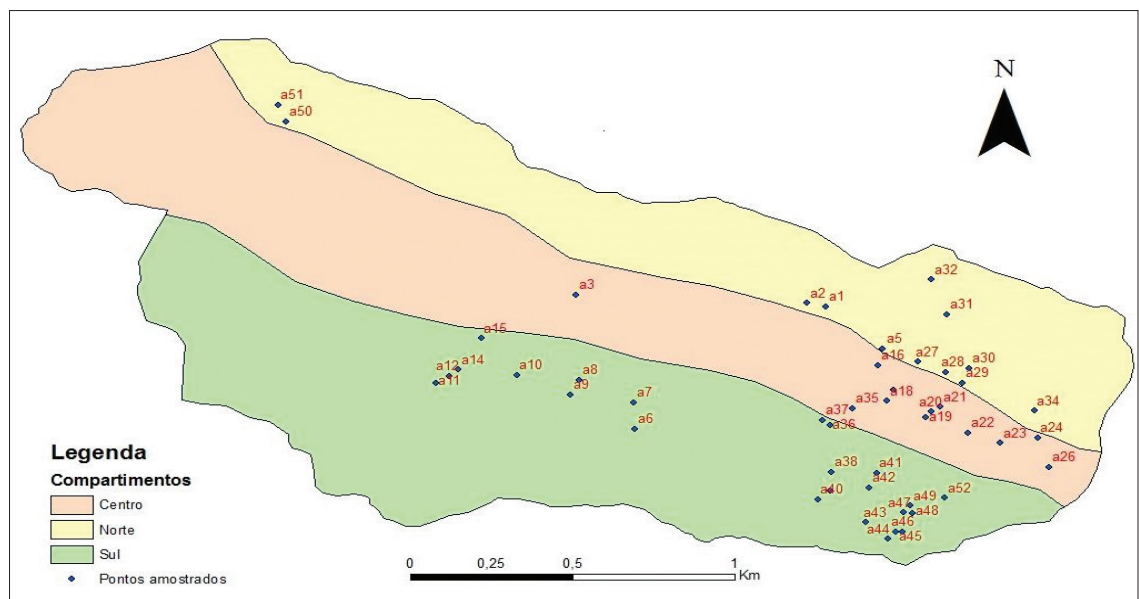


Fig. 2 - Distribuição dos locais de recolha das amostras de solos nos três compartimentos da área de estudo.

Fig. 2 - Distribution of soil sample points in the three compartments of the study area.

## Resultados e discussão

A análise desenvolvida ao longo deste trabalho pretendeu evidenciar alguns dos fatores envolvidos na ocorrência de processos erosivos ao longo das vertentes da SBHAG. Para atingirmos este objetivo, procedemos à caracterização da precipitação na área de estudo, procurando avaliar a sua capacidade erosiva, à análise da distribuição dos declives e da vegetação, bem como das formas de uso do solo e técnicas de conservação implementadas. Procedeu-se, também, à caracterização de alguns parâmetros do solo, nomeadamente a sua textura e a matéria orgânica, através da análise de amostras de solo recolhidas na área de estudo.

### Precipitação

Á semelhança das outras ilhas do arquipélago caboverdiano, em Santiago a precipitação concentra-se nos meses de Julho a Outubro, assistindo-se a uma elevada variabilidade anual. A precipitação ocorre normalmente de modo intenso e concentrado, num curto período de tempo, provocando grande escorrência (Amaral, 1964; Ferreira, 1986; Correia, 1998; Costa, 2004).

Analisando os dados pluviométricos do posto de Lém Pereira (localizado na área de estudo), verifica-se que na SBHAG o seu comportamento é similar, ou seja, a precipitação concentra-se em poucos meses do ano (fig. 3), com carácter intenso, traduzindo-se num fator atuante no processo de erosão dos solos.

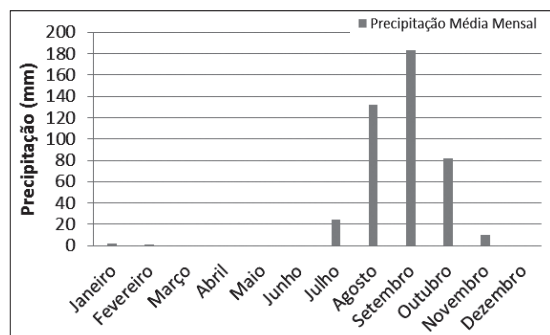


Fig. 3 - Variação da média mensal no período de 2001 a 2010. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, posto Lém Pereira.

Fig. 3 - Variation of the monthly average, from 2001 to 2010. Source: National Institute of Meteorology and Geophysics.

Para análise da intensidade da erosividade de precipitação dos meses mais pluviosos (Agosto, Setembro e Outubro) no período de 2008 a 2010, aplicou-se o Índice de Fournier modificado (de acordo com a metodologia utilizada no projeto DESIRE, 2008, citado por Tavares, 2010), aos dados de precipitação (mm) correspondentes ao posto de Lém Pereira, São Domingos. A equação utilizada no projeto DESIRE (2008, citado por Tavares,

2010) que nos permite determinar a erosividade mensal é seguinte:

$$Fi_{DESIRE} = \sum_{i=1}^{12} P_i^2 / p$$

Em que:

Fi= Índice de Fournier modificado

Pi= acumulação mensal (mm)

p = acumulação anual.

Conforme classificação feita por DESIRE (2008) a agressividade da chuva é expressa nas seguintes classes (TABELA I):

TABELA I - Classificação de intensidade de erosividade.

TABLE I - Erosion intensity classification.

Descrição	Classes
Muito Fraco	<60
Fraco	60-90
Moderada	91-120
Forte	121-160
Muito Forte	>160

Fonte: DESIRE (2008). Source: DESIRE (2008).

Com base nesta classificação, e tendo em conta os resultados obtidos com a aplicação da equação acima referida aos dados correspondentes à precipitação ocorrida nos meses mais pluviosos entre os anos 2008 e 2010, verificamos que os valores que expressam maior erosividade correspondem aos relativos aos meses de Setembro de 2009 e Setembro de 2010 (TABELA II), ou seja, para esses meses os valores de erosividade enquadram-se na classe de forte erosividade.

Com efeito, com base no trabalho de Ferreira (1987), relativo à precipitação registada na estação de S. Jorge dos Órgãos, para o período de 1963 a 1978, constata-se que foi o mês de setembro o que registou maior número de dias com ocorrência de precipitação superior a 50 mm e 100 mm.

*Declives como um dos fatores potenciadores dos processos erosivos na área de estudo*

No âmbito deste trabalho procedemos, também, à análise dos declives, seguindo a proposta de Lepsch *et al.* (1991, citado por Costa *et al.*, 2009), definindo 6 classes de declive, e procurando identificar a correlação das diferentes classes de declive com o processo da erosão dos solos.

TABELA II - Erosividade dos três meses mais chuvoso do ano (Agosto, Setembro e Outubro), na SBHAG, segundo o índice de Fournier modificado (DESIRE, 2008).

TABLE II - Erosion of the three rainiest months of the year (August, September and October), in the SBHAG, following the modified Fournier Index (DESIRE, 2008).

Anos	Meses	Sub-Bacia de Água de Gato		
		Acumulação Mensal (mm)	Acumulação Anual (mm)	Erosividade (Fi)
2008	Agosto	155,5	440,2	55
	Setembro	116		31
	Outubro	82,2		15
2009	Agosto	153,4	609,4	37
	Setembro	297,7		145
	Outubro	158,3		41
2010	Agosto	124	577,8	27
	Setembro	270,5		127
	Outubro	183,3		58

As áreas planas, com declividade de 0 a 3% e de 3 a 6% (fot. 1), representam uma pequena percentagem da área da sub-bacia estudada, totalizando 0,18 km<sup>2</sup> (5,1%) da área total. Para Lepsch *et al.* (1991, citado por Costa *et al.*, 2009), essas áreas são indicadas para a plantação de culturas anuais, com o uso de práticas simples de conservação do solo.

As áreas com relevo ondulado, com declives entre 6 e 12%, abrangem 0,59 Km<sup>2</sup> (16,76%) da área total, e são indicadas para a plantação de culturas anuais, sendo recomendadas práticas de conservação do solo (Lepsch *et al.*, 1991 citado por Costa *et al.*, 2009).

Os declives entre os 12 e 20%, relativos a um relevo forte ondulado (fot. 2), estendem-se por grande parte da SBHAG, representando 38,35% (1,35 Km<sup>2</sup>) da área total. São áreas onde se verifica uma ocorrência significativa de problemas relacionados com erosão, consequentemente, impróprias para culturas anuais e indicadas para culturas perenes, por forma a proporcionar uma proteção mais eficaz do solo (Lepsch *et al.*, 1991 citado por Costa *et*

*al.*, 2009). Na área de estudo essas áreas são utilizadas, na sua maioria, na agricultura de sequeiro, ou seja, são ocupadas com cultivos anuais.

Para a classe de declives de 20 a 45%, classificada como relevo montanhoso, identificamos também uma grande parte da área estudada, constituindo 36,93% (1,3 Km<sup>2</sup>) da área total, e verificamos como se encontram sujeitas a erosão, multiplicando-se os exemplos da atuação de processos erosivos e movimentos de vertente associados (escoadas e desabamentos).

Para a classe de declives superiores a 45%, classificada como relevo escarpado, conforme os já referidos autores, apenas identificamos uma área de 0,1 Km<sup>2</sup> (2,84%) da área total, que se encontra localizada sobretudo na parte centro oeste e sul da sub-bacia em estudo (fig. 4).



Fot. 1 - Planície aluvional próxima da foz (este) da Sub-Bacia. (Fonte: F. Sanches, 2012).

Photo 1 - Alluvial plain near the mouth of the sub-basin (Source: F. Sanches, 2012),



Fot. 2 - Paisagem Ilustrativa de relevo ondulado na parte norte de SBHAG (Pinha) (Fonte: F. Sanches, 2012).

Photo 2 - Illustrative landscape of the undulating relief in the northern part of SBHAG (Pinha) (Source: F. Sanches, 2012).



## Vegetação

Entre os principais efeitos da cobertura vegetal, Bertoni e Lombardi Neto (1985, citado por Salomão, 2007, p.232) destacam os seguintes: a) proteção contra o impacto das gotas de chuva; b) dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial; c) aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica.

Em relação à presença de vegetação arbórea na área de estudo, em muitos casos ela encontra-se bastante rarefeita e em alguns casos a inexistência da vegetação deixa os solos expostos aos processos erosivos (fot. 3).

No caso da área em estudo, o material vegetal restante das culturas é aproveitado pelos agricultores como forragem para os animais. Segundo Tavares *et al.* (2012), o solo fica duplamente empobrecido: por um lado, porque as culturas absorvem uma quantidade importante dos nutrientes do solo para o seu crescimento, desenvolvimento e produção de grãos e, por outro lado, o solo não recebe nenhuma forma de compensação de fertilizantes nem de restituição de material vegetativo por parte dos usuários da terra. Portanto, a conjugação destes factos conduz a uma progressiva degradação do solo, com uma conseqüente redução do grau de fertilidade e fazendo com que fique sujeito à agressividade das chuvas e à erosão, que remove, a cada ano, uma parte muito significativa do material do solo, em particular o material mais leve e fino, tornando, desta forma, o teor em matéria orgânica e argila fraca.



Fot. 3 - Solo exposto aos processos erosivos na zona de Lém Pereira (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 3 - Soil exposed to erosion in Lem Ferreira's area (Source: F. Sanches, 2012).*

## Uso, gestão e ocupação do Solo na sub-bacia de Água de Gato

Nas regiões semiáridas do mundo, é comum o emprego da agricultura de sequeiro em áreas de relevo movimentado, principalmente nas encostas, durante o período chuvoso, e da pequena agricultura irrigada de base familiar, nos vales aluviais (como se verifica na área de estudo) (Sousa, Oliveira e Oliveira, 2012).

Constatou-se que a aceleração dos processos erosivos na área em estudo, em muitos casos, está associada aos usos inadequados dos solos que se faz em zonas declivosas.

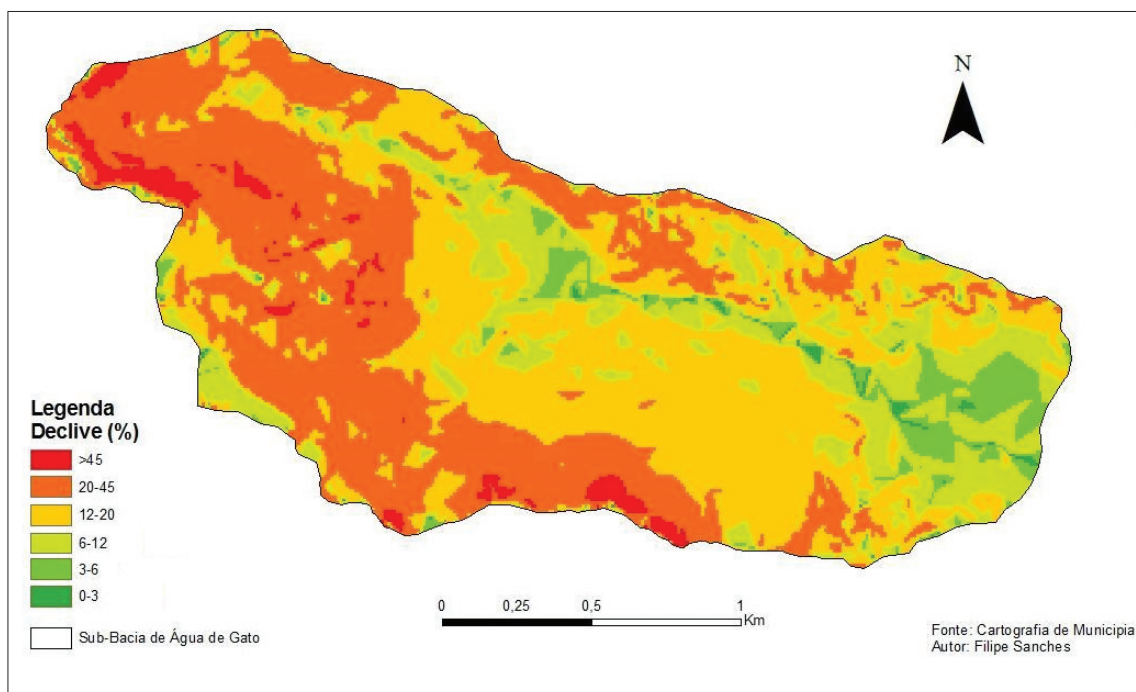


Fig. 4 - Carta de declives da SBHAG - Concelho de São Domingos.

*Fig. 4 - Map of slopes of the SBHAG - São Domingos municipality.*

A morfologia dessas encostas não é adequada a determinados tipos de uso do solo que aí ocorrem, como por exemplo cultura em camalhões e “monda” (capina), que é feita com intuito de eliminar manualmente as ervas daninhas que se desenvolvem à volta das culturas de milho e feijão (fot. 4). Conforme referem Tavares et al. (2012), as práticas de capina com enxada, como as que observamos na área de estudo, podem mobilizar o solo até 7,0 cm de profundidade (a mais rica em matéria orgânica), de cima para baixo nas encostas, reduzindo a estabilidade do solo, especialmente na primeira capina, que é a mais degradante para o solo



Fot. 4 - Prática de monda numa encosta declivosa na zona de Réma-Réma (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 4 - Weeding practice in a steep slope at Réma-Réma's zone (Source: F. Sanches, 2012).*

O cultivo em forma de camalhões é bastante comum nas encostas da sub-bacia de Água de Gato. Os solos que se encontram sob essa forma de cultivo sofrem alterações significativas (fot. 5) e perante uma forte precipitação geram-se com muita facilidade fluxos de lama e detritos. Carvalho (2009) chama a atenção para o facto de que “[...] a cultura em camalhões traz impactos graves para o ambiente, isso porque depois da colheita do amendoim o solo permanece desprotegido. Quando chove, dá-se o impacto direto das gotas de água sobre o solo, levando à desagregação e movimentação de partículas do solo, sobretudo para o fundo dos vales, que por sua vez, são arrastados pelas cheias e transportados para lugares distantes, provocando o assoreamento dessas zonas [...]”.

O uso antrópico na sub-bacia em estudo é significativo, com especial destaque para a ocupação de zonas declivosas (fot. 6 e 7). De acordo com Carvalho (2009), é comum que ocorram movimentos de vertente nessas áreas, potencializados pela ação antrópica, muitas vezes mobilizando materiais produzidos pela própria ocupação (depósitos de entulho, resíduos sólidos, entre outros).



Fot. 5 - Cultura em forma de camalhões nas encostas de Pinha (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 5 - Agriculture in ridges on Pinha's slopes (Source: F. Sanches, 2012).*



Fot. 6 - Ocupação antrópica generalizada das encostas na zona de Réma-Réma (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 6 - Widespread anthropic occupation of slopes at Réma-Réma's zone (Source: F. Sanches, 2012).*



Fot. 7 - Ocupação antrópica generalizada nas encostas da zona de Caiada (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 7 - Widespread anthropic occupation of slopes at Caiada's zone (Source: F. Sanches, 2012).*

#### *Técnicas de conservação do solo existentes na sub-bacia de Água de Gato*

A implementação de técnicas de conservação dos solos é fundamental para evitar o desencadeamento de processos erosivos nas vertentes. Na área estudada observa-se a implementação de algumas obras de



conservação do solo, como seja a construção de muros de proteção, diques (fot. 8) e arretos (fot. 9) que, no entanto, revelaram ser ineficazes no que diz respeito à conservação do solo. Isto porque, com o passar do tempo, este tipo de infraestrutura de conservação se desmantela com relativa facilidade, deixando de ser uma barreira de impedimento ao transporte do solo. Portanto, para além de serem limitadas, precisam de manutenções frequentes para poderem continuar a desempenhar as funções para as quais foram implementadas.

#### *Propriedades dos solos amostrados*

Os solos possuem propriedades físicas e químicas que interagem e podem proporcionar maior ou menor resistência aos processos erosivos (Guerra e Botelho, 1996). Neste estudo foram analisadas propriedades como



**Fot. 8** - Pequeno dique de contenção da erosão na zona de Pinha (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 8 - Small erosion containment dike at Pinha's zone (Source: F. Sanches, 2012).*



**Fot. 9** - Arretos de contenção da erosão pouco eficaz na zona Lém Pereira (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 9 - Ineffective small erosion containment walls at Lém Pereira's zone (Source: F. Sanches, 2012).*

a textura e a matéria orgânica dos solos, tendo em conta 46 pontos de recolha de amostras distribuídos pela área da sub-bacia em análise (fig. 2).

No que diz respeito à textura, das 46 amostras de solo analisadas, segundo a classificação feita pelo Laboratório de Análise de Solos Água e Planta do Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA), 22 apresentaram textura limosa, 21 franco limosa e 3 apresentaram textura franco-argila-limosa (TABELA III).

Segundo Guerra (2007) os solos com maior erodibilidade são aqueles com maior teor de limo, à semelhança do que encontramos na área de estudo. São frações granulométricas que apresentam maior facilidade de serem erodidas, pois não possuem muita coesão, nem peso suficiente que dificulte a ação da água, tanto no processo de splash, como no escoamento superficial (Farmer, 1973; De Ploey, 1985, citado por Guerra *et al.*, 1996).

Tendo em conta o conteúdo de matéria orgânica, De Ploey e Poesen (1985, citado por Guerra, 2007) referem que solos com menos de 2% de matéria orgânica possuem baixa estabilidade de agregados, enquanto Greenland *et al.* (1975, citado por Guerra, 2007) afirmam que solos com menos 3,5% de matéria orgânica são instáveis, e que valores entre os percentuais apontados são preocupantes, no que diz respeito à capacidade dos solos de resistirem ao impacto das gotas de chuva. No caso de SBHAG, o teor de matéria orgânica dos solos na sua maioria é inferior a 2 e 3%, uma vez que apenas uma amostra de solo teve matéria orgânica igual a 3% (fig. 5 e 6 e TABELA III). Registaram-se ainda casos preocupantes de solos com matéria orgânica igual a 0,4%, apresentando-se como solos suscetíveis à erosão.

#### *Identificação dos processos erosivos na sub-bacia Hidrográfica de Água de Gato*

A partir do trabalho de campo realizado procurou-se identificar os diferentes tipos de formas de erosão presentes na SBHAG e analisar os fatores atuantes que desencadearam os processos erosivos ocorridos. Alguns desses processos erosivos foram identificados numa segunda etapa de trabalho de campo, ou seja, com ocorrência das precipitações.

Segundo Salomão (2007), havendo condições favoráveis ao escoamento superficial das águas, observa-se o transporte das partículas libertadas do solo por escoamento laminar ou difuso e concentrado, ou através de pequenos filetes, que, num estágio seguinte, por concentração de linhas de fluxo de água superfície do terreno, dá origem a sulcos (fot. 10).

É importante realçar que os processos erosivos desencadeados ocorrem com mais frequência no período húmido (Agosto a Outubro) por ação do escoamento

TABELA III - Resultados das análises de textura e matéria orgânica dos solos amostrados na SBHAG.

TABLE III - Results of texture analysis and organic matter in the soil sampled in the SBHAG.

Cod-mone	Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)	Classificação Textural	M. O. (%)
a1	41	57	1	Limoso	1,3
a2	23	75	0	Limoso	1,3
a3	36	61	1	Limoso	1,3
a5	28	58	15	Franco Limoso	1,5
a6	20	50	28	Franco Argilo Limoso	2,1
a7	21	76	1	Limoso	1,8
a8	21	77	1	Limoso	1,4
a9	28	50	19	Franco Limoso	2
a10	13	87	1	Limoso	1,5
a11	48	45	5	Franco Limoso	2,5
a12	63	26	10	Franco Limoso	1,8
a14	61	37	1	Franco Limoso	0,9
a15	26	65	11	Limoso	1,8
a16	23	65	14	Franco Limoso	2,9
a17	21	78	1	Limoso	1,7
a18	20	78	1	Limoso	1,7
a19	20	53	27	Franco Argilo Limoso	1,5
a20	47	53	1	Limoso	2,8
a21	61	40	1	Limoso	1
a22	36	64	0	Limoso	1,6
a23	52	48	0	Limoso	2
a24	33	69	1	Limoso	1,6
a26	48	53	0	Limoso	1,1
a28	26	57	19	Franco Limoso	1,3
a29	24	55	19	Franco Limoso	1,3
a30	34	58	11	Limoso	1,1
a31	44	49	8	Limoso	0,9
a34	32	58	11	Limoso	1,9
a35	66	32	0	Franco Limoso	2,6
a36	23	51	28	Franco Limoso	1,7
a37	35	54	11	Limoso	3
a38	14	53	37	Franco Argilo Limoso	2,9
a39	22	78	2	Limoso	2,4
a40	16	81	3	Limoso	2,4
a41	37	48	14	Franco Limoso	1,6
a42	54	43	2	Franco Limoso	1,5
a43	41	59	0	Limoso	1,2
a44	28	54	15	Franco Limoso	1,5
a45	35	51	11	Franco Limoso	1,2
a46	64	32	4	Franco Limoso	0,4
a47	70	31	0	Franco Limoso	1
a48	30	55	11	Franco Limoso	1,7
a49	30	59	9	Limoso	1,4
a50	40	47	10	Franco Limoso	2,3
a51	57	44	2	Franco Limoso	0,7
a52	19	68	17	Franco Limoso	1,5

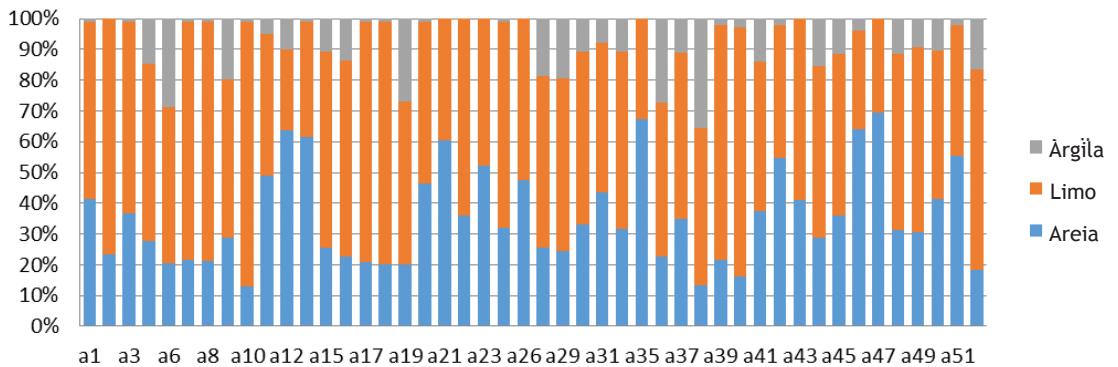
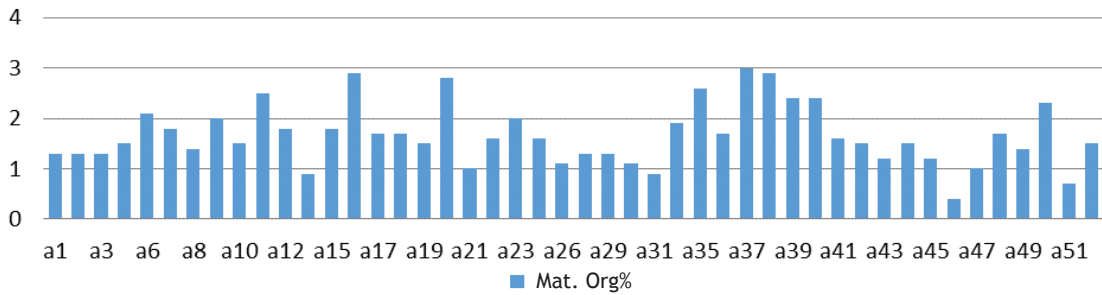


Fig. 5 - Variação percentual de Areia, limo e argila nos diferentes pontos amostrados na SBHAG. Fonte: LASAP, 2012.

Fig. 5 - Percentage variation of sand, silt and clay in the different sampling points in the SBHAG. Source: LASAP 2012.





**Fig. 6 -** Variação percentual de matéria orgânica nos diferentes pontos amostrados na SBHAG.

*Fig. 6 - Percentage variation of organic matter in the different sampling points in the SBHAG.*



**Fot. 10 -** Erosão laminar seguida de erosão em sulcos, causada por concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial na zona de Pinha (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 10 - Sheet wash followed by rill erosion caused by runoff concentration at Pinha's zone (Source: F. Sanches, 2012).*

superficial, especialmente nos locais onde se verifica uma intensa atividade agrícola, deixando os solos mais suscetíveis a esses processos (fot. 11 e 12).

Numa primeira fase da erosão, regista-se o aumento do escoamento superficial decorrente de escoamento em lençol ou laminar, promovendo o transporte de sedimentos, e posteriormente passagem para erosão linear, nomeadamente em sulco, ravina e “barranco” (fot. 13, 14 e 15), que são estágios mais avançados da



**Fot. 11 -** Erosão em sulcos associada a cultura em camalhões na zona de Figueira Branca (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 11 - Rill erosion in a field with ridges at Figueira Branca's zone (Source: F. Sanches, 2012).*



**Fot. 12 -** Erosão em sulcos associada a cultura em camalhões na zona de Pinha. Fonte: Autor, 2012.

*Photo 12 - Rill erosion in a field with ridges at Pinha's zone (Source: F. Sanches, 2012).*



**Fot. 13 -** Erosão por ravinação na zona de Covão de Engenho (Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 13 - Gully erosion at Covão de Engenho's zone (Source: F. Sanches, 2012).*

erosão. No caso da ravina ilustrada na fotografia 14, ela está associada a corte de estrada, e formou-se na sequência de apenas um evento chuvoso.





Fot. 14 - Erosão por ravinação na zona de Pinha  
(Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 14 - Gully erosion at Pinha's zone*  
(Source: F. Sanches, 2012).



Fot. 15 - Desenvolvimento de "barrancos" na zona de Pinha  
(Fonte: F. Sanches, 2012).

*Photo 15 - Gully erosion at Pinha's zone*  
(Source: F. Sanches, 2012).

### Considerações finais

O trabalho desenvolvido na SBHAG permitiu-nos inferir sobre os fatores envolvidos nos processos de erosão que ocorrem nas vertentes. Da análise feita na área de estudo foi possível chegar a algumas conclusões sobre os processos erosivos aí identificados.

Os solos amostrados indicaram ser vulneráveis aos processos erosivos atuantes, por terem, na sua maioria, elevada percentagem de limo. Os solos com estas características são mais suscetíveis à erosão. A análise efetuada aos solos amostrados revelou também baixo teor de matéria orgânica, ou seja, abaixo de recomendada por diversos pesquisadores. Este aspeto torna-se mais dramático, porque na área em estudo se verifica sobretudo nas encostas onde se faz cultivo de sequeiro, reduzindo a incorporação de nutrientes necessários.

A declividade assume na SBHAG, também um papel importante, isto porque em função dela, uma percentagem bastante significativa da área se apresenta propensa à ocorrência de processos erosivos, identificando-se cerca de 40% da área com declives superiores a 20% e mais de 38% com declives entre os 12 e os 20%, criando, assim, condições para uma atuação mais acentuada da erosão hídrica por ação da escorrência superficial.

A precipitação é um dos elementos fundamentais no estudo dos processos erosivos na área de estudo, uma vez que a combinação deste fator com os fatores relacionados com o uso e gestão, as propriedades do solo, a vegetação e o declive, acaba por transformá-la num dos elementos mais importantes no desencadeamento dos processos erosivos.

No entanto, percebe-se que a ocorrência dos processos erosivos na área de estudo não é resultante apenas de fatores naturais (precipitação, declive, vegetação, etc.), mas também das atividades humanas desenvolvidas sobretudo nas encostas declivosas. Os resultados mostram que os processos erosivos afetam com uma certa severidade a área onde se pratica a agricultura de sequeiro, tendo sido encontrados vários indícios de degradação de solo, como transporte de sedimentos pela encosta abaixo, associadas à prática de capina ("monda"). Ainda associada à atividade humana, identificamos na área de estudo solos expostos a processos erosivos, fruto de remoção de coberto vegetal para alimentar o gado e preparação das parcelas para receber a nova sementeira, deixando assim os solos mais suscetíveis ao impacto das gotas da chuva. O fator antrópico assume, assim, um lugar de destaque, para não dizer de principal desencadeador dos processos erosivos nesta área.

Através do trabalho de campo foi possível identificar uma série de formas de erosão, como sulcos, sobretudo na época húmida, ravinas e, numa fase mais evoluída, os barrancos, que se encontram com alguma frequência na área.

Fazendo uma análise dos dados geoambientais, conclui-se existir uma significativa ocorrência de processos erosivos nas encostas da SBHAG, francamente suscetíveis a este tipo de fenómenos, em função dos diversos fatores enunciados ao longo do trabalho, quer decorrentes da dinâmica natural e das características físicas da área, quer de natureza antrópica. Neste sentido, os resultados demonstram a necessidade de conhecer a dinâmica destas encostas face aos processos erosivos, de modo a prevenir impactes ambientais decorrentes da ação conjunta dos fenómenos naturais e antrópicos.

### Bibliografia

Amaral, I. (1964). *Santiago de Cabo Verde. A Terra e os Homens*. Memórias de Junta de Investigações do Ultramar. N.º 48. 2ª Série, Lisboa.

- Araújo, G. H., Almeida, J. R., & Guerra, A. J. (2005). *Gestão Ambiental de Áreas Degradadas*. Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil LTDA.
- Carvalho, I. R. (2009). *Monitoramento Ambiental da Estrada São Domingos-Assomada, Ilha de Santiago, Cabo Verde, Com Ênfase na Compartimentação Geomorfológica* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Costa, C. D., Temóteo, A. D. e Zimback, R. C. (25-30 de Abril de 2009). Caracterização de uma bacia hidrográfica quanto a suscetibilidade a erosão, utilizando técnicas de geoprocessamento. *Anais XIV de Simpósio Brasileiro de Senso-riamento Remoto*, p. 3689-3695.
- Costa, F. L. (2004). Contribuições para o conhecimento dos processos erosivos em Cabo Verde. *Geoinova*, 9, p. 195-221.
- Costa, F. L. e Nunes, M. C. (2008). Susceptibilidade à erosão hídrica na Bacia de Ribeira Seca (Santiago, Cabo Verde). *XI Colóquio Ibérico de Geografia*, Alcalá de Henares.
- Hernández, R., Semedo, J. M., Almeida, A. (2010). *Manual de extensão rural e melhoria da produção agrícola*. (F. V., Ed.) JICA/ DGASP - Componente Extensão Rural, Praia, Cabo Verde.
- DGOTDU - DIRECÇÃO GERAL DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DESENVOLVIMENTO URBANO (2003). *Dados Cartográficos da Municípa*. Praia, Cabo Verde.
- Diniz, A. C. e Matos, G. C. (1986). *Carta de Zonagem Agro-Ecológica e da Vegetação de Cabo Verde I-Ilha de Santiago*. Lisboa, Instituto de Investigação Científica tropical.
- COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2002). *Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social das Regiões-Para uma estratégia Temática de Protecção do Solo*, (p. 179). Bruxelas.
- Faria, F. X. (1970). Os solos da ilha de Santiago. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa. Estudos, ensaios e documentos, 124, p. 157.
- Ferreira, Denise de Brum (1987). La crise climatique actuelle dans l'archipel du Cap Vert. Quelques aspects du problème dans l'île de Santiago. *Finisterra*, 22 (43), Lisboa, p. 113-152.
- Guerra, A. J. T. (s.d.). A erosão do solo no contexto social.
- Guerra, A. J. T. (2007). O Início do Processo erosivo. In A. J. Guerra, A. S. Silva, & R. G. Botelho, *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações* (3ª ed., p. 340). Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil Ltda.
- Guerra, A. J. T. (1990). O Papel da Matéria Orgânica e dos Agregados na Erodibilidade dos Solos, *Anuário do Instituto de Geociências*, XIII, p. 43-52.
- Guerra, A. J., e Botelho, R. G. (1996). Características e Propriedades dos Solos Relevantes Para os Estudos Pedológicos e Análise dos Processos Erosivos. *Anuário de Instituto de Geociências*, 19, p. 93-114.
- Hernández, R. V. (2008). *Caracterização dos solos da ilha de Santiago (Cabo Verde) numa perspectiva de sustentabilidade ambiental* (Dissertação de Mestrado). Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências, Aveiro.
- INMG - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA. Dados pluviométricos de período de 2001 a 2010, posto de Lém Pereira - Concelho São Domingos.
- Leal, A. B. (2008). Estudo da abordagem utilizada pelo DESIRE na problemática de degradação e desertificação das terras na bacia hidrográfica da Ribeira Seca. INIDA, Cabo Verde, p. 49.
- MINISTÉRIO DO AMBIENTE AGRICULTURA E PESCAS (Dezembro de 2004). Livro Branco sobre o Estado do Ambiente em Cabo Verde.
- Salomão, F. T. (2007). Controle e Preservação dos Processos Erosivos. In A. J. Guerra, A. S. Silva, e R. G. Botelho, *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações* (3ª ed., p. 340). Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil Ltda.
- Sanches, F. G. (2012). *Avaliação e Diagnósticos dos Processos Erosivos na Sub-Bacia Hidrográfica de Água Gato - Concelho de São Domingos*. Monografia, Universidade de Cabo Verde, Ciências e Tecnologia, Praia.
- Serralheiro, A., Macedo, J. R. e Silva, L. C. (1976). *Carta Geológica de Cabo Verde-Ilha de Santiago*. Junta de Investigações Científicas do Ultramar, Instituto Geográfico e Cadastral.
- Sousa, S. C., Oliveira, V. P. e Oliveira, M. R. (2012). Solos, Uso de Terra e Sistema de Produção da Ilha de Santiago do Arquipélago de Cabo Verde. In V. P. Oliveira, I. G. Gomes, I. Baptista, L. S. Rabelo, e A. Guimarães (Ed.), *Cabo Verde: Análise Socioambiental e Perspectivas para o Desenvolvimento Sustentável em Áreas Semiáridas* (p. 91-103). Fortaleza, Brasil: UFC.
- Tavares, J. P. (2010). *Érosion des Sols au Cap Vert: Étude des Processus et Quantification à L'échelle de Trois Bassins Versants de L'île de Santiago* (Tese de Doutoramento). Universidade de Bourgogne.
- Tavares, J. P. e Amiotte-Suchet, P. (2012). Erosão Hídrica e Degradação de Terras em Cabo Verde. In V. P. Oliveira, I. G. Gomes, I. Baptista, e L. S. Rabelo, *Cabo Verde: Análise Socioambiental e Perspectivas para o Desenvolvimento Sustentável em Áreas Semiáridas* (p. 373). Fortaleza, Brasil.