

1ª CONFERÊNCIA LUSÓFONA SOBRE O SISTEMA TERRA

Lisboa, 22 – 24 de Março de 2006



Impactes do uso do solo nos processos erosivos e nas formas de vertente em Cabo Verde

Fernando Lagos Costa

*Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) – Cartografia
Travessa Conde da Ribeira, 9-B, 1º, 1300-142 Lisboa, Tel/Fax: 351 213640046, e-mail: flagoscosta@netcabo.pt*

GLOBAL
I G B P
CHANGE

Comité Nacional para o IGBP – Portugal

ITN - Instituto de Tecnologia Nuclear
Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém
Tel.: (351)2129946065 Fax: (351) 219941525

Impactes do uso do solo nos processos erosivos e nas formas de vertente em Cabo Verde

Fernando Lagos Costa

Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) – Cartografia, Travessa Conde da Ribeira, 9-B, 1º, 1300-142 Lisboa

RESUMO

O objectivo deste trabalho é definir a natureza e a intensidade das alterações morfológicas ocorridas em vertentes como consequência da retenção sedimentar e da acção do escoamento, induzidas pelas formas de relevo antrópicas criadas por medidas de conservação dos solos em Cabo Verde.

A crescente intervenção do Homem no território tem impactes cada vez mais marcados na dinâmica do relevo e nos processos de erosão do solo. Em Cabo Verde, à acelerada pressão humana associa-se um quadro natural de ecossistema frágil em meio semiárido saheliano, que contribuem para acentuar os processos erosivos, limitantes para a implementação de acções de desenvolvimento rural.

Com base em trabalhos de campo, define-se uma tipologia de processos erosivos para Cabo Verde, avalia-se a sua distribuição espacial e algumas das suas condicionantes (formas de relevo naturais e antrópicas e litologia). Constata-se que os processos de erosão hídrica, pela sua actividade e pelas extensas áreas que afectam, são os de maior impacto na dinâmica das vertentes, apesar das condições de aridez do país.

As práticas agrícolas e as diversas medidas de engenharia rural de conservação dos solos utilizadas transformam a topografia das vertentes onde foram aplicadas, pelas alterações das condições de desenvolvimento das formas de erosão e acumulação que provocam.

Medições e prospecções efectuadas em diversas unidades de amostragem na bacia da Ribeira Seca (Santiago oriental), permitiram registar o grau de eficácia relativa de algumas medidas de conservação dos solos. As características da microtopografia resultante indicam que as sebes de babosa (*Aloe barbadensis*), pelo seu carácter dinâmico, têm maior capacidade de retenção do solo, de regularização dos perfis das vertentes e de suavização das formas de erosão hídrica, independentemente das condições geomorfológicas dos locais da sua implantação.

Palavras-chave: impactes humanos, processos erosivos, dinâmica de vertentes, conservação dos solos e da água, arquipélago de Cabo Verde.

As condições naturais de Cabo Verde, de ambiente semi-árido saheliano, são particularmente frágeis, dada a acentuada variabilidade inter-anual e espacial das precipitações, a concentração temporal, intensidade e erosividade elevada das chuvadas, bem como a grande diversidade das formas de relevo, o declive acentuado das vertentes e a fraca cobertura vegetal do solo. Esta fragilidade é ainda agravada pela forte ocupação agrícola, responsável pela diminuição da estabilidade estrutural e o desnudamento do solo, o que aumenta a sua erodibilidade.

A dinâmica actual do relevo resulta da actuação de processos erosivos sob as acções da gravidade, do escoamento ou mistos. Os primeiros, típicos da longa estação seca, incluem os desabamentos e as escoadas (Costa, 1996, 2002 e 2004) e afectam sectores pontuais das vertentes, em função das características lito-estruturais locais das rochas do substracto (quadro 1). Os desabamentos, como a queda de blocos ou a formação de escombrelas, predominam em vertentes talhadas em basaltos fragmentados e/ou com cornijas e rebordos rochosos também de basalto, caso do sector terminal dos vales que entalham lavas em almofada nas achadas orientais de Santiago. As escoadas, como os fluxos a seco e a reptação, são frequentes em áreas onde os níveis superficiais do solo são granulares e pouco coesos, como em vertentes talhadas em conglomerados e brechas sedimentares, casos dos vales das ribeiras de Godim, Mendes Faleiro e Grande dos Órgãos em Santiago.

Os processos sob a acção do escoamento desencadeiam-se no período húmido e ocorrem de forma muito generalizada, embora com maior densidade e intensidade em áreas de solos granulares e pouco coesos. Estes processos resultam do escoamento elementar em toalha, como a lavagem superficial de elementos finos, e elementar linear, como a sulcagem e o ravinamento, e do escoamento organizado, como o entalhe activo de valeiros (quadro 1). Nas vertentes com uma cobertura de cascalheiras o processo de sulcagem é pouco evidente e são comuns o ravinamento e as escoadas de detritos em valeiros (Costa, 2002). O ravinamento é mais acentuado nalguns vales de

vertentes talhadas em rochas muito alteradas do Complexo Eruptivo Antigo, como no caso da Ribeira de Engenheiros em Santiago.

Quadro I: Tipologia dos movimentos de terreno e dos processos de erosão hídrica em vertentes em Cabo Verde.

Processos erosivos		Condições morfológicas e geológicas de ocorrência		Formas de relevo resultantes
ACÇÃO DA GRAVIDADE	Desabamento (fall)	Desabamento propriamente dito	Margens dos vales por sapamento lateral, por abertura de taludes de estradas e caminhos	
		Queda de blocos	Relevos do tipo achada. Cornijas de basaltos do Complexo Eruptivo Principal	
MISTOS	Escoadas (flow)	Queda de calhaus em grupo	Relevos do tipo achada. Cornijas de basalto de mantos subaéreos e assentadas de lavas em almofada do Complexo Eruptivo Principal	Cones de escobreiras
		Fluxo a seco (dry flow)	Relevos do tipo cutelo. Conglomerados e brechas sedimentares Piroclastos	
		Raptação (creep)	Relevos do tipo cutelo. Conglomerados e brechas sedimentares Piroclastos	
MISTOS	Deslizamento	Escoada de detritos (debris flow)	Cascalheiras de vertente	Leques aluviais elementares
		Deslizamento translacional	Piroclastos (zonas húmidas, R > 600 mm)	
ACÇÃO DO ESCOAMENTO	Em toalha (Escoamento elementar)	Lavagem superficial de elementos finos	Relevos do tipo cutelo. Conglomerados e brechas sedimentares Piroclastos	Rebaixamento topográfico
	Linear (Escoamento elementar)	Sulcagem	Relevos do tipo cutelo. Declives > 20%. Conglomerados e brechas sedimentares. Piroclastos	Sulcos
		Revinamento	Relevos dos tipos achada e cutelos. Declives > 20%. Conglomerados e brechas sedimentares. Lavas em almofada fragmentadas e piroclastos do Complexo Eruptivo Principal	Ravinas
		Escoada de detritos (debris flow)	Relevos do tipo achada. Cascalheiras de vertente	Leques aluviais elementares
	Linear (Escoamento organizado)	Entalhe activo de vales	Relevos do tipo cutelo e ma çipos montanhosos. Conglomerados e brechas sedimentares e piroclastos do Complexo Eruptivo Principal	
Sub-superficial	Tubulação	Piroclastos da Formação do Monte de Vacas	Ravinas	

O processo de tubulação (piping), resultante do escoamento sub-superficial, encontra-se relacionado com cones de escórias e piroclastos em assentadas alternadas de dimensões diferentes, da designada Formação do Monte das Vacas, em cones vulcânicos que dominam as achadas meridionais em Santiago, na região de Monte Vermelho em S. Nicolau, ou na região de Chão de Morossos, no Planalto Leste em Santo Antão (Costa, 2004). Deste processo resultam múltiplas cavidades na superfície do topo dos cones, que se desenvolvem em profundidade, preferencialmente ao longo de assentadas mais impermeáveis. Podem surgir à superfície, a meia vertente daqueles cones, e a partir daí desenvolver uma rede densa de ravinas, profundas e longas, no enfiamento de cada tubo e provocar erosão hídrica nas vertentes.

Os processos mistos decorrem na estação húmida e resultam da acção da gravidade sobre materiais que perderam a sua estabilidade por aumento do teor em água, casos das escoadas de detritos e dos deslizamentos. As primeiras estão associados a valeiros de declive acentuado e onde há um fornecimento elevado de detritos que, em condições torrenciais, contribuem para a formação de cones de dejecção no sector terminal. Os deslizamentos translacionais afectam espessuras métricas de vertentes com declives acentuados, talhadas em assentadas espessas de piroclastos alterados, e ocorrem em condições muito circunscritas nas áreas mais elevadas e húmidas, com precipitações médias anuais acima de 600 mm, como nas regiões de Atalaia e de S. Jorge, na Ilha do Fogo.

De entre os processos, os de erosão hídrica são os mais activos e os que afectam áreas mais extensas, na dependência de condicionantes de vulnerabilidade do meio e de acções antrópicas. As áreas de maior susceptibilidade são as litologicamente mais granulares, menos coesas e sem materiais grosseiros de cobertura, morfológicamente com declives acentuados, com sectores das vertentes de perfis rectilíneos ou convexos e traçados côncavos. Ocorrem na sequência de chuvadas intensas, comuns na estação húmida, período que coincide, em grande parte, com a altura de maior actividade agrícola e de conseqüente mais acentuado remeximento e desnudamento do solo.

As condicionantes humanas mais importantes são os sistemas de utilização e tecnologia do solo e as resultantes da implantação de medidas de conservação dos solos e da água. Concretamente, estas práticas agrícolas e medidas de conservação transformam a morfologia e conseqüentemente as condições de sedimentação de materiais ao longo das vertentes e de desencadeamento de processos de erosão hídrica (quadro II).

Quadro II: Práticas agrícolas e medidas de conservação dos solos e da água e seus impactos na morfologia e dinâmica das vertentes em Cabo Verde

Tipos		Localização	Processos e formas de relevo resultantes			
			Formas de sedimentação		Processos e formas de erosão	
			Altura	Largura	Tipo	Localização
Práticas agrícolas	Covachos (cultura mista de milho-feijões)	Vertentes	0		Sulcos predominantes	
	Camalhões	Vertentes	0		Sulcos profundos e ravinas	Toda a extensão do campo
	(cultura de amendoim ou mandioca)				Fluxos a seco	
Estruturas de tratamento mecânico	Muretes	Vertentes	Nível do murete (0,5-0,7 m)	1 m	Ravinas estáveis e sulcos	Abaixo de murete
	Banquetas	Vertentes	0,2-0,3 m	0,5 m	Ravinas e sulcos	Abaixo de cada banqueta
	Caldeiras	Vertentes	0		Ravinas	Abaixo de cada caldeira
	Diques	Fundos de vales	Até ao nível do dique			
Técnicas biológicas	Sebes de <i>Aloe barbadensis</i> (babosa)	Vertentes	0,6-0,9 m	0,5-2 m	Sulcos	Abaixo da sebe
	<i>Agave sisalana</i> (sisal)		0		Ravinas e sulcos	Entre plantas e todo o campo
	<i>Furcraea gigantea</i> (carrapato)		0		Ravinas e sulcos	Entre plantas
Técnicas mistas	Muretes reforçados com <i>Aloe barbadensis</i> (babosa)	Vertentes				
	Banquetas vegetalizadas com <i>Leucaena leucocephala</i> (linhacho)	Vertentes	0,2-0,3 m	0,5 m	Ravinas e sulcos	Abaixo de cada banqueta condicionado pelas plantas

Os covachos para a cultura mista de milho-feijões e os camalhões para as culturas de amendoim, batata ou batata-doce são os sistemas de utilização e tecnologia do solo mais comuns em vertentes. Os covachos criam irregularidades morfológicas que provocam uma marcada variabilidade na intensidade do processo de sulcagem, o mais frequente nas vertentes com este tipo de prática agrícola. Os sulcos acentuam-se a partir de cada covacho, devido à concentração da drenagem que ele induz, e atenuam-se nos espaços intermédios e nos sectores de declives suaves, ou nos de maior cobertura por cascalheiras. Para a base de vertentes, o escoamento concentra-se e formam-se, sobretudo, ravinas que se reactivam em cada chuvada e em anos sucessivos (Costa 2004).

A prática de abertura de camalhões é, comumente, aplicada em vertentes com declive acentuado, mais próximo dos topos, em solos mais arenosos, com fraca densidade de calhaus e com grande susceptibilidade à erosão hídrica. Os canais abertos permitem a concentração da drenagem e a consequente formação de sulcos profundos, alongados por todo o campo de cultivo, e vários intercalares de menor dimensão, que afectam alguns camalhões em toda a sua largura e espessura. O arranque das infestantes e o desenraizamento da planta para colheita, provocam vários remeximentos da camada superficial de solo, o que a torna pouco coesa e lhe confere maior erodibilidade e, assim, aumenta a vulnerabilidade de ocorrência de sulcagem nos meses húmidos e de fluxos a seco nos meses mais secos do ano.

A prática cultural de camalhões, relacionada com a cultura de amendoim, tem impactos mais gravosos em termos de intensidade dos processos de erosão que a de covachos. Concretamente em áreas ocupadas com camalhões, a extensão, a forma e a densidade de sulcos acentua-se e generaliza-se a todo o campo e são ainda as mais afectadas por fluxos a seco amplos.

As medidas de desenvolvimento rural, como a construção de obras mecânicas de correcção torrencial e de retenção de sedimentos, em vertentes e em fundos de vales, a implantação de sebes de natureza biológica e a arborização, criaram novas formas de relevo de origem antrópica (quadro II). Estas acções têm diferentes efeitos ao nível da retenção sedimentar e da eficácia no desencadeamento/retracção dos processos erosivos e consequentemente na evolução do relevo e conservação do solo.

Os muretes constituem as medidas mais comuns no arquipélago de Cabo Verde, representando cerca de 25 % das áreas ordenadas. A sua eficácia manifesta-se antes do enchimento, atenuando a velocidade de escoamento das águas pluviais, o que permite uma diminuição da extensão, densidade, largura e profundidade de sulcos e ravinas, a jusante. Após a sua colmatação o declive entre muretes suaviza-se, em resultado da retenção de sedimentos, numa largura média de 1 m acima de cada um, o que permite uma redução da densidade de sulcos em todo o espaço ordenado. Em contrapartida cada um constitui uma rotura de declive abaixo da qual, a partir de sectores mais rebaixados do murete, se desenvolvem ravinas que se reactivam, alongam, aprofundam e alargam após cada chuvada (Costa, 2002).

As banquetas funcionam como canais de retenção de água de escorrência, abertos em série, segundo as curvas de nível. Em áreas agrícolas, ocupadas com a cultura tradicional de milho-feijões,

foram implantadas banquetas vegetalizadas com *Leucaena leucocephala*, que, dez anos após, tinha criado sectores planos de 0,5 m de largura, resultantes da acumulação de materiais, numa espessura de 0,2 a 0,3 m. Esta forma encontra-se muito destruída por sulcos que se desenvolvem em praticamente todas as estações chuvosas, quer a partir do pé de cada planta, quer no intervalo entre plantas, afectando várias banquetas e o seu espaço intercalar (Costa, 2002). Na realidade a sua implantação provoca um verdadeiro desequilíbrio morfodinâmico, por alteração do perfil das vertentes, com declives que se acentuam ou reduzem bruscamente e com canais onde se concentra o escoamento.

As caldeiras em forma de meia-lua sofrem destruição sistemática, inclusivamente em anos pouco chuvosos, com a formação de uma ravina profunda e larga, que se alonga por todo o espaço a jusante.

As sebes de *Aloe barbadensis* (babosa) formam uma barreira contínua e em permanente crescimento que permite a constante sedimentação e conseqüente aplanação acima, com uma largura que aumenta com a diminuição do declive, entre 0,5 e 2 m e com uma espessura entre 60 e 90 cm, dez anos depois da sua instalação. Abaixo observa-se um sector plano e inclinado com cerca de 0,2 m de largura, resultante do escoamento em toalha, abaixo do qual se passam a formar sulcos (Costa, 2002). Admite-se, assim, que diminuem a concentração da drenagem e a velocidade de escoamento pelo que se tornam na medida que melhor atenua os processos de sulcagem e ravinamento e que mais facilita a retenção de sedimentos. Em vertentes onde estas sebes foram implantadas, os solos apresentaram maiores teores em carbono orgânico e em argila que em sectores ordenados com muretes (Raposo e outros, 2006).

As estruturas, como muretes, banquetas ou caldeiras, alteram a forma e o perfil de equilíbrio de vertentes e as condições de drenagem. Permitem a diminuição da densidade dos sulcos, no entanto, sempre que é ultrapassada a sua capacidade de retenção, agravam-se as condições de escoamento o que facilita a formação de ravinas, de grande dimensão e extensão (Costa, 2004). As sebes de *Aloe barbadensis* (babosa) são as medidas com maior capacidade de reter sedimentos, de regularizar as vertentes, de atenuar os processos de erosão hídrica e de melhorar a qualidade dos solos, logo seguidas pelos muretes e em último lugar pelas banquetas vegetalizadas. Consideram-se igualmente mais eficazes em áreas de erosão hídrica, em particular em sectores afectados por sulcagem e ravinamento, onde os muretes, as banquetas e as caldeiras são facilmente destruídos.

BIBLIOGRAFIA

- Costa, F.L. (1996) Processos erosivos actuais na bacia da Ribeira Seca (Santiago oriental – Cabo Verde). *Garcia de Orta, Série Geografia*, 15 (1): 29-34.
- Costa, F.L. (2002) Evolução geomorfológica quaternária e dinâmica actual na bacia da Ribeira Seca (Santiago oriental – Cabo Verde). Lisboa, Dissert. Acesso à Categoria de Investigador Auxiliar apresentada ao Instituto de Investigação Científica Tropical, 270 pp..
- Costa, F.L. (2004) Contribuições para o conhecimento dos processos erosivos em Cabo Verde. *GeoInova. Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional*, 9: 215-244.
- Costa, F.L. & Raposo, J.A. (2005) Alterações geomorfológicas em vertentes com medidas de conservação do solo na bacia da Ribeira Seca (Santiago, Cabo Verde). *Revista de Ciências Agrárias*, 28 (1): 99-108.
- Raposo, J.A.; Costa, F.L. & Conceição, F.M. (2006) Efeitos das medidas de conservação de solo na evolução das características geomorfológicas e pedológicas em vertentes da bacia da Ribeira Seca (Santiago, Cabo Verde). *Revista de Ciências Agrárias*, 12 pp.. (aceite para publicação).

* autor para quem a correspondência deve ser enviada:
e-mail: flagoscosta@netcabo.pt