



VIII Congreso Ibérico de las **Ciencias del Suelo**

VIII Congresso Ibérico de **Ciências do Solo**

DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN
20 - 22 JUNIO 2018



CICS2018

VIII Congreso Ibérico de las Ciencias del Suelo

VIII Congresso Ibérico de Ciências do Solo

DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN

20 - 22 JUNIO 2018

ISBN 978-84-09-02936-5

Aplicação de análise espacial para a interpretação do relevo como fator de erosão dos solos da Ilha-do-Fogo, Cabo Verde

Application of spatial analysis tools for interpreting relief as soil erosion factor in Fogo-Island, Cape-Verde

Maria Clotilde Carré Chagas Neta^{1*}; Tomás de Figueiredo²; Zulimar Hernandez³; Felícia Fonseca⁴

¹ Universidade Federal de Pelotas. *netamariacc@gmail.com

² Instituto Politécnico de Bragança, Centro de Investigação de Montanha (CIMO). Bragança, Portugal, tomasfig@ipb.pt

³ Universidade Autónoma de Madrid, zulimar.hernandez@uam.es

⁴ Instituto Politécnico de Bragança, Centro de Investigação de Montanha (CIMO). Bragança, Portugal, ffonseca@ipb.pt

Resumo

A definição de zonas geomorfológicamente semelhantes permite inferências sobre processos de erosão sendo também uma ferramenta de ordenamento territorial, especialmente útil em locais com pouca disponibilidade de informação. Deste modo, o trabalho teve como objetivo realizar uma aproximação a zonagem geomorfológica da Ilha-do-Fogo (Cabo Verde, África), usando análise espacial. Utilizou-se como informação de base a carta topográfica desta ilha com equidistância natural de 5 metros disponibilizada pelo INGT Cabo Verde e a carta de zonagem agroecológica e da vegetação da Ilha-do-Fogo, publicada pelo IICT Portugal, digitalizada para efeitos deste trabalho. Para a análise cluster foram definidas como variáveis a altitude, o declive, a curvatura longitudinal e as formas de relevo, resultado de mapas com resolução espacial de 50 metros. As 10 classes da carta de zonagem agroecológica foram tomadas como referência para a avaliação dos resultados da análise cluster aplicada com mesmo número de grupos e com a combinação sucessiva de 2, 3 e 4 variáveis. A distribuição relativa da área dos grupos formados pela análise cluster em cada classe da carta agroecológica permitiu avaliar o desempenho da metodologia aplicada. Obtendo em média 60% de área coincidente entre grupos e zonas agroecológicas, sendo em casos 98%.

Palavras-chave: geomorfologia; clusters; carta agroecológica; Ilha vulcânica.

Abstract

Defining geomorphological units is necessary to deduce erosion processes, so as being a planning territorial tool especially for countries with low availability of information. The aim consists to make an approach into geomorphologic units in the Fogo Island (Cape Verde, Africa) using spatial analysis tools. The base information used was a topographic map with a natural equidistance of 5 meters and elevation points, available in shapefile by INGT Cape Verde and the agroecological and vegetation map from Fogo Island, published by IICT Portugal, which were digitalized for this study. Some variables used for the cluster analysis were defined as elevation, slope, longitudinal curvature and landforms, corresponding to maps with 50 meters of spatial resolution. The cluster analysis was carried out with the same category's number that the agroecological map (10 classes of vegetation-types) and with successive combinations of 2, 3 and 4 variables. The relative distribution of areas for each cluster was done in each class from the agroecological map, allowing the applied methodology evaluation. Achieving an average of 60% in coincident area between groups and agroecological zones, in some cases the percentage can be 98%.

Keywords: geomorphology; cluster; agroecological map; volcanic Island.

Introdução

A Ilha do Fogo faz parte do conjunto de ilhas do arquipélago de Cabo Verde. Com aproximadamente 470 km² e altitude máxima de 2785 m, sendo uma ilha de atividade vulcânica recente.

Além das erupções vulcânicas ainda ocorrentes (última erupção em 2014), o território sofre processos de forte erosão devidos à irregularidade das chuvadas (altas precipitações num curto período de tempo) e o alto declive. As informações a respeito do solos e cartografia da região são limitadas. Dessa forma, este estudo considera como referência a carta de zonagem agroecológica e vegetação realizada por Diniz & Matos (1986) [1].

Segundo Madeira & Rui (2013) [2], as cartas de zonagens agroecológicas produzidas para Cabo Verde [1], são as primeiras referências generalizadas e qualitativas em relação ao recurso solo. Estas cartas tornaram mais relevantes os aspectos bioclimáticos e vegetativos na formação o classificação dos solos, dada sua metodologia de criação.

Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo elaborar uma carta das principais unidades geomorfológica, da Ilha do Fogo, utilizando ferramentas de análise espacial e estatísticas (a análise cluster) empregando como variáveis as características morfológicas do terreno.

Materiais e métodos

Tomou-se como informação de base a carta topográfica com equidistância de 5m disponibilizada no Sistema de projeção Cônica Secante de Lambert WGS84 pelo Instituto Nacional de Gestão do Território de Cabo Verde [3]. A partir desses dados foi criado um modelo digital de terreno (MDT) com intuito de determinar um tamanho de pixel adequado considerando as curvas de níveis empregadas. Adotou-se 10 m como tamanho de pixel. Com base no MDT gerado, foi realizado mapas de variáveis morfológicas como altitude, declive, curvatura longitudinal e formas de relevo, auxiliado pelo programa SagaGis.

No contexto da análise estatística empregou-se o método de agrupamento cluster não-hierárquico *K-mens* utilizando o algoritmo de decisão de *Hill-Climbing*. Introduzindo como variáveis de entrada a altitude, declive, curvatura longitudinal e formas de relevo. Testou-se diferentes números de agrupamentos (*k*), 8, 10, 15, 18, 20 e 25, em busca de maior grau de coincidência entre grupos de cluster e zonas agroecológicas. Determinou-se o número otimizado de grupos a ser formado pelo cluster através do método de Shillouette, com auxílio do software R. De forma que os grupos mais semelhantes puderam ser reagrupados nas mesmas classes.

Também gerou-se uma matriz de coincidência entre os grupos formados com diferentes *k* e as classes da carta de zonagem agroecológica e da vegetação [1]. Esta carta, cedida pelo Instituto de Investigação Científica Tropical de Portugal foi georeferenciada e digitalizada previamente para os objetivos deste trabalho.

Resultados e discussão

Foram consideradas 10 classes da carta de zonagem agroecológica: zona árida (A), semiárida (S.A), subhúmida (SbH), húmida (H), subhúmida/húmida (SH/H), arribas costeiras (A.C), plataformas litorâneas, praias, lavas recentes (L.R) e cones vulcânicos (C.V) (Fig. 1).

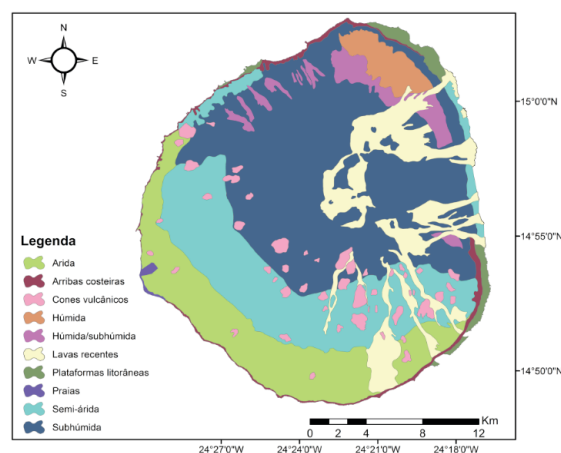


Figure 1. Carta de zonagem agroecológica e da vegetação digitalizada para este trabalho, em base a carta de Diniz & Matos (1986).

As variáveis morfológicas, representadas como cartas na Fig. 2, demonstram as características extraídas do MDT. Não somente a altitude apresenta valores elevados ate 2785 m snm (Fig. 2a), mas o declive pode chegar a 1,91 rad (aprox. 109°) junto a bordeira (Fig.2b). A curvatura longitudinal e as formas de relevo são variáveis que se correlacionam fortemente o que se faz necessário considera-las para o modelo (Figs. 2c-2d).

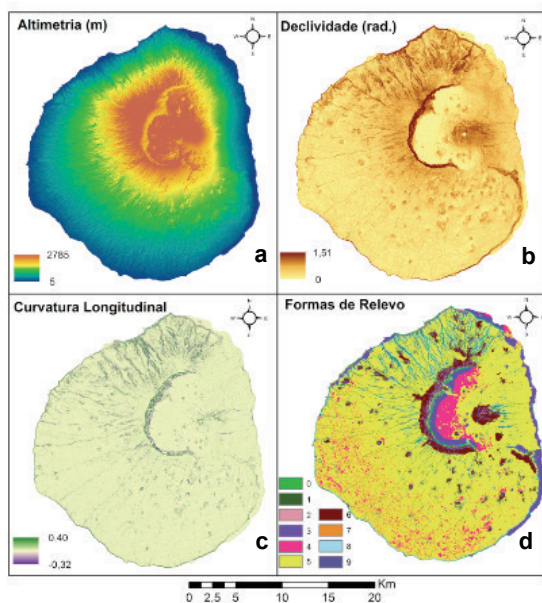


Figure 2. Cartas das variáveis morfológicas: (a) Altimetria, (b) Declividade, (c) Curvatura Longitudinal¹ e (d) Formas de relevo².

Além das peculiaridades de cada uma dessas variáveis é preciso ressaltar a importância dessas na intensificação dos processos erosivos do solo, o que pode ser relacionado na presença de vegetação. Estudos referentes a estimativa da erosividade das precipitações de Figueiredo et al (2015) [4] considera o índice de aridez nas zonas climáticas no NE de Portugal; ha alguns exemplos do uso desses indicadores [5].

A combinação sucessiva de variáveis morfológicas para a análise cluster teve como objetivo determinar quais variáveis

¹ Unidades 1/100 metros

² Legenda: 0. Drenagem em terras altas; 1. Corrégos; 2. Cumes locais; 3. Vales; 4. Plano; 5. Encostas abertas; 6. Encostas superiores; 7. Cumes de inclinação média; 8. Drenagem em inclinação média; 9. Declives fortes.

eram mais relevantes, considerando o número de agrupamentos de 10 classes, sendo este o mesmo número de zonas da carta agroecológica. O resultado para combinações de 4 variáveis, permitiu formar um grau de coincidência médio com as áreas de cada uma das zonas agroecológicas superior a 50,9%.

No presente estudo, apesar de tratar dos dados de forma estandardizada, a variabilidade dentro de cada variável é muito grande, logo o número de grupos adequado pelo método de Silhouette é $k=4$.

Em comparação a Fig.1 pode-se identificar duas grandes zonas: subhúmida e árida e semi-árida. Nesse contexto, optou-se por testar números de agrupamentos superior a $k=4$ por serem mais semelhantes a carta agroecológica, e assim comparar o grau médio de coincidência entre as zonas agroecológicas e os grupos formados. O resultado demonstra que após $k=18$ o grau médio de coincidência torna-se constante. Gerou-se uma carta de cluster com 18 grupos. A Fig. 3 apresenta o agrupamento final dos 18 grupos em 9 classes, visto que as lavas recentes não podem ser previstas pelo modelo.

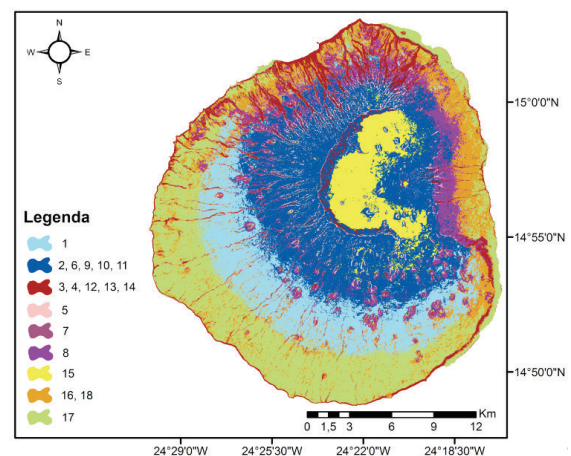


Figure 3. Carta geomorfológica da Ilha do Fogo, Cabo Verde, tras agrupamento final con $K= 18$ clusters.

O aferimento desses resultados foi feito através da distribuição relativa da área dos grupos formados em cada classe da carta agroecológica (Quadro 1). Apesar de alguns grupos apresentarem valores baixos, a média de todos os grupos é

aproximadamente 60%, sendo que existem grupos com mais de 90% de área coincidente.

Quadro 1 – Porcentagem de similitude de cada grupo com as zonas agroecológicas.

Grupos	K=18		Grupos	K=18	
	%	Zonas ¹		%	Zonas
1	75	S.A	10	98	SbH
2	92	SbH	11	73	SbH
3	32	A.C	12	54	A.C
4	27	A.C	13	35	A.C
5	77	SbH	14	72	SbH
6	58	SbH	15	60	L.R
7	35	C.V.	16	34	H
8	41	SH/H	17	62	A
9	88	SbH	18	33	H

No Quadro 2 há um exemplo entre as variáveis extraídas da carta de zonagem e do cluster. A zona árida e o grupo 17 obtiveram cerca de 75% de grau de coincidência, sendo também possível comparar a proximidade entre os valores máximos, mínimos e médios da altitude e declive.

Quadro 2 – Medidas de altitude e declive para algumas zonas agroecológicas e grupos correspondentes.

Medida	Zonas		Grupos	
	Árida		17	
	Alt. (m)	Dec. (rad)	Alt. (m)	Dec. (rad)
Mín.	5	0	5	0
Média	237	0,17	238	0,12
Máx.	597	1,38	630	0
	Subhúmida		2	
Mín.	58	0	332	0
Média	1289	0,39	1495	0,39
Máx.	2785	1,5	2784	2

A zona Subhúmida e o grupo 2, apesar de ter 98% de áreas interseccionadas, apresentaram valores distintos principalmente para a altitude. Este fato, está atrelado particularmente pelo algoritmo utilizado K-means, em que se faz uma relação linear entre as médias para formar os grupos. No terreno, não é observado um comportamento linear podendo a zona subhúmida atingir altitudes menores que as esperadas pelo modelo.

Conclusões

A metodologia utilizada permitiu uma aproximação de unidades agroecológicas para agrupamentos exclusivamente geomorfológicos. Atingindo graus de coincidências entre os grupos formados em média 60%, sendo que em alguns casos esse valor pode atingir 98% de correspondência.

A importância da carta agroecologia está na dificuldade de obter informação climática nas regiões semiáridas semelhantes a Ilha do Fogo. Em trabalhos futuros essa metodologia poderá ser aplicada em regiões semelhantes, como puderam ser outras ilhas de Cabo Verde.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Politécnico de Bragança e a Universidade Federal de Pelotas pelo convênio que possibilitou este estudo. Ao Centro de Investigação de Montanha (CIMO/ESA/IPB) e ao Instituto Nacional de Meteorologia de Cabo Verde (INMG).

Referências bibliográficas

- [1] DINIZ, Castanheira & MATOS, Cardoso (1986). Carta de zonagem agro-ecológica e da vegetação – Ilha do Fogo: 1/50000 [Mapa]. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical.
- [2] MADEIRA, Manuel & RICARDO, Rui P. (2013). Os solos de Cabo Verde. Seu enquadramento no sistema de referência mundial de solos. Revista de Ciências Agrárias, 36(4), 377-392.
- [3] Instituto Nacional de Gestão do Território de Cabo Verde (Cartografia). Curvas de nível e pontos cotados da Ilha do Fogo. Disponível a partir de <http://idecv-ingt.opendata.arcgis.com/>
- [4] FIGUEIREDO, T. de, FONSECA, F., & NUNES, L. (2015b). Os solos a suscetibilidade à desertificação no NE de Portugal. In T. de Figueiredo, F. Fonseca & L. Nunes (Eds.), Proteção do solo e Combate a desertificação (pp. 87–100). Bragança - PT: Instituto Politécnico de Bragança - IPB.
- [5] CAVALLI, Aline. Áreas áridas e risco de erosão potencial em zonas de montanha do NE de Portugal. Bragança, Portugal.