



XIV Colóquio Ibérico  
de Geografia

**XIV COLÓQUIO IBÉRICO DE GEOGRAFIA**

'A JANGADA DE PEDRA' - Geografias ibero-afro-americanas



**ACTAS DO**  
**XIV COLÓQUIO IBÉRICO DE GEOGRAFIA**

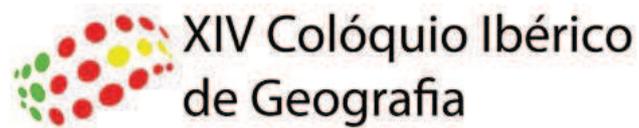
11 a 14 de Novembro

Departamento de Geografia, Universidade do Minho

Campus de Azurém

Guimarães, Portugal

Guimarães, 2014



‘A JANGADA DE PEDRA’  
– Geografias Ibero-Afro-Americanas

Atas do Colóquio Ibérico de Geografia

11 a 14 de Novembro  
Departamento de Geografia, Universidade do Minho  
Campus de Azurém  
Guimarães, Portugal

Guimarães, 2014



## Avaliação das dinâmicas do crescimento urbano na cidade da Praia, Cabo Verde, de 1969 a 2010

P. Silva<sup>(a)</sup>, T. Marques<sup>(b)</sup>, C. Delgado<sup>(d)</sup>, A. Gomes<sup>(c)</sup>,

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia/Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Email: patrisilva19@hotmail.com

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia/Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Email: teresasamarques@gmail.com

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia/Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Email: cfsdelgado@gmail.com

<sup>(d)</sup> Departamento de Geografia/Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Email: albgomes@gmail.com

### Resumo

Apresenta-se um ensaio metodológico aplicado à cidade da Praia, Cabo Verde, baseado na aplicação de três métricas espaciais (densidade do mancha (PLAND), compacidade (CI) e complexidade (MPFD) que expressam três dimensões da morfologia urbana. Estas métricas espaciais permitem classificar os padrões urbanos existentes numa perspetiva evolutiva entre 1969 e 2010, baseando-se nos dados da planimetria digital vectorial (edificado) e recorrendo a técnicas e ferramentas dos SIG.

Pelos resultados obtidos conclui-se que, ocorreu uma rápida expansão urbana, em que a área edificada em 2010 é sete vezes superior à de 1969. A expansão horizontal foi centrífuga e caracteriza-se inicialmente pela fraca densidade, por construções dispersas e formas complexas que, com o tempo se vão densificando, compactando e ganhando simplicidade nas formas. As formas dispersas estão presentes sobretudo nas periferias urbanas, em cada momento de análise.

**Palavras chave/ Palabras clave:** Crescimento urbano, formas urbanas, métricas espaciais, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), cidade da Praia.

### 1. Introdução

A Agência Europeia do Ambiente e outros autores (AEA, 2006; Bhatta, 2010) afirmam que a pressão demográfica intensa promove uma rápida expansão urbana e acarreta implicações irreversíveis e visíveis sobre as formas de ocupação do solo, contribuindo significativamente para a modificação dos padrões de ocupação urbana.

A cidade da Praia, capital de Cabo Verde, é a cidade mais problemática do país em termos de ordenamento do território (Tavares, 2013). Em 2010, contava com um terço da população de Cabo Verde e cerca de 42,1% da população urbana. Apenas 20% dos edifícios da cidade estão na malha formal (pois domina a construção espontânea e informal), e metade dos alojamentos têm apenas um piso (PDM, 2013). É neste contexto que surge esta investigação, procurando dar um contributo para reforçar o conhecimento das dinâmicas urbanas em países em desenvolvimento. Esta pesquisa visa cartografar a expansão urbana e sobretudo identificar e classificar a evolução dos padrões urbanos da cidade da Praia, entre 1969 e 2010. Este ensaio metodológico consiste na aplicação de três métricas espaciais desenvolvidas por McGarigal & Marks (1994) e Huang *et al.* (2007): densidade da mancha (*Percentage of landscape*), compacidade

(*Compactness Index*) e complexidade (*Mean Patch Fractal Dimension*). Estas métricas permitem-nos perceber quando, onde e de que forma se deu a expansão urbana na cidade da Praia entre 1969 e 2010.

Embora grande parte das investigações enquadradas nesta temática, recorram a imagens de satélite (McGarigal & Marks, 1994, Herold, *et al.*, 2005, Huang, *et al.*, 2007 e Angel, *et al.*, 2012), esta investigação utilizou os dados da planimetria em formato vetorial, tal como foi utilizado em estudos sobre Portugal (Marques, *et al.*, 2009; Carvalho & Pais, 2011). Esta técnica consiste na agregação de polígonos através de uma distância de proximidade pré-determinada entre os edifícios, através de um algoritmo implementado em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Marques, *et al.*, 2009).

## 2. Materiais e Métodos

Este ensaio metodológico baseia-se nos dados da planimetria digital disponível para a extração do edificado, concretamente para quatro datas: 1969, 1993, 2003 e 2010. No entanto, o edificado de 1969 não estava disponível em formato vetorial, pelo que foi preciso extraí-la da carta militar na escala 1:25 000, conforme Marques, *et al.* (2009), a partir da sobreposição do edificado de 1993 (1/2000) fez-se remoção e redesenho do edificado (Figura1). Nos outros levantamentos, os elementos estavam numa escala urbana de grande detalhe (1:2000) com exceção do ano de 2003 (1:10 000). Todos esses dados foram recortados pelo limite da área de estudo que corresponde ao perímetro urbano da cidade da Praia, excluindo os edifícios relativos aos equipamentos, praças, entre outros, os quais assumem um tamanho muito diferente na malha urbana padrão, já que o objetivo é perceber a dinâmica construtiva residencial.

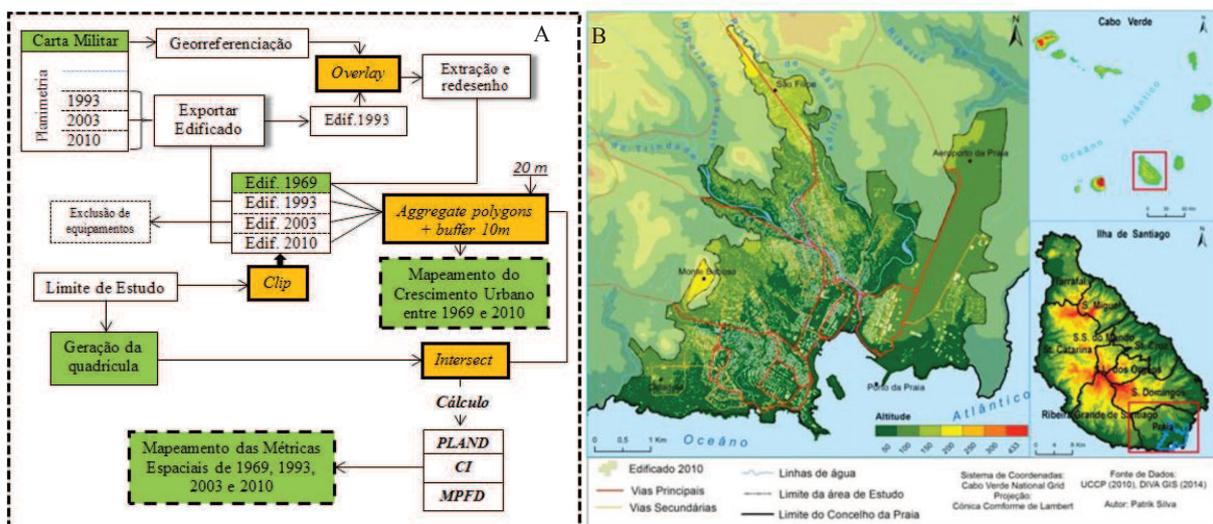


Figura 20 – A) esquema metodológico usado neste trabalho, B) área de estudo (cidade da Praia).

A agregação do edificado em cada época baseou-se numa distância de agregação de 20 metros, tendo em consideração o Decreto-lei português nº400/84 depois de uma análise exploratória das distâncias entre os

edifícios. Como forma de corrigir/compensar os troços viários fez-se também uma análise exploratória da largura média de vias e foi adicionado um *buffer* de 10 metros, conforme Carvalho & Pais (2011).

Para a aplicação das métricas definimos como unidade de análise uma quadrícula de 1ha de área gerada para toda a área de estudo, onde se armazenou toda a informação relativa aos índices das métricas espaciais, para cada um dos momentos de análise (1969, 1993, 2003 e 2010). Recomenda-se, não utilizar para escalas urbanas (1:2000) quadrículas maiores de 1ha, já que prejudica na leitura e visualização dos dados. Os três índices/métricas espaciais usadas, isto é, a densidade da mancha (PLAND), o índice de compacidade (CI) e a dimensão fractal média da mancha (MPFD), serviram para apreender três dimensões que caracterizam os aspetos importantes da forma urbana, a *densidade*, a *compacidade* e a *complexidade*, conforme a tabela 1. Contudo nesta última métrica, temos consciência de que ao cortar as manchas pela quadrícula está-se a alterar a forma das manchas maiores do que a quadrícula, paralelamente acreditamos que esse corte das manchas terá pouca influência no real significado da métrica, já que se a mancha for muito próxima de um quadrado ou círculo é considerada como forma simples, mas também aqui estaremos a representar o padrão tendo em conta a unidade de 1 ha. De seguida aplicou-se uma análise multivariada de *cluster* às três métricas espaciais e obteve-se três grandes grupos (*clusters*) que foram mapeados, construindo um mapa final para cada momento de análise (figura 3 representa 2010).

Tabela 2 - Métricas espaciais (McGarigal & Marks, 1994; Huang, *et al.* 2007).

Indicadores	Abreviatura	Fórmulas	Descrição
Densidade da mancha	PLAND	$DP = \frac{\text{área do patch}}{\text{área da quadrícula}}$	O valor da densidade do <i>patch</i> (PLAND) varia entre 0 e 100%, mais denso quanto maior o valor.
Índice de compacidade	CI	$CI = \frac{\sum_i P_i/p_i}{N^2}$ $= \frac{\sum_i 2\pi \sqrt{S_i/\pi}/p_i}{N^2}$	$S_i$ e $p_i$ área e perímetro de cada mancha ( <i>patch</i> ); $P_i$ , perímetro de uma circunferência com área igual a mancha; $N$ , número de manchas em cada quadrícula.
Dimensão fractal média da mancha	MPFD	$MPFD = \frac{\sum_{j=1}^n \left( \frac{2 \ln p_i}{\ln S_{ij}} \right)}{N}$	$S_{ij}$ e $p_i$ – perímetro e área da mancha em cada quadrícula; $N$ – número de manchas em cada quadrícula.

### 3. Resultados e Discussão

A figura 2 apresenta as manchas de expansão urbana (horizontal) da cidade da Praia de 1969-1993, 1993-2003 e 2003-2010. A cidade expandiu-se genericamente do centro para a periferia, mas com contornos geográficos perfeitamente identificáveis ao longo dos períodos em análise (Figura 2 A). Se levarmos em consideração a amplitude dos períodos em análise, constatamos que a taxa de crescimento médio anual da mancha edificada (tabela da figura 2, B e C) é mais elevada entre 1993 e 2003 (35,8%) e entre 2003 e 2010 (36,7%). Entre 1969 e 1993 a variação anual foi de 14,4%. Em 1969 a mancha edificada tinha 11,8%

da área atual e em 1993 tinha 43,5%, o que significa que nos últimos 17 anos (entre 1993 e 2010) foi construída 56,5% da área edificada atual, demonstrando a amplitude territorial do processo de urbanização em curso. Os valores também demonstram que o processo de urbanização ainda não dá sinais de estabilização, dado que as taxas mais altas verificam-se no período mais recente.

A síntese das dinâmicas de crescimento urbano da cidade da Praia e as suas principais estatísticas são apresentadas na figura 2 (A, B, C e D), o que nos permite um rápido entendimento deste processo complexo.

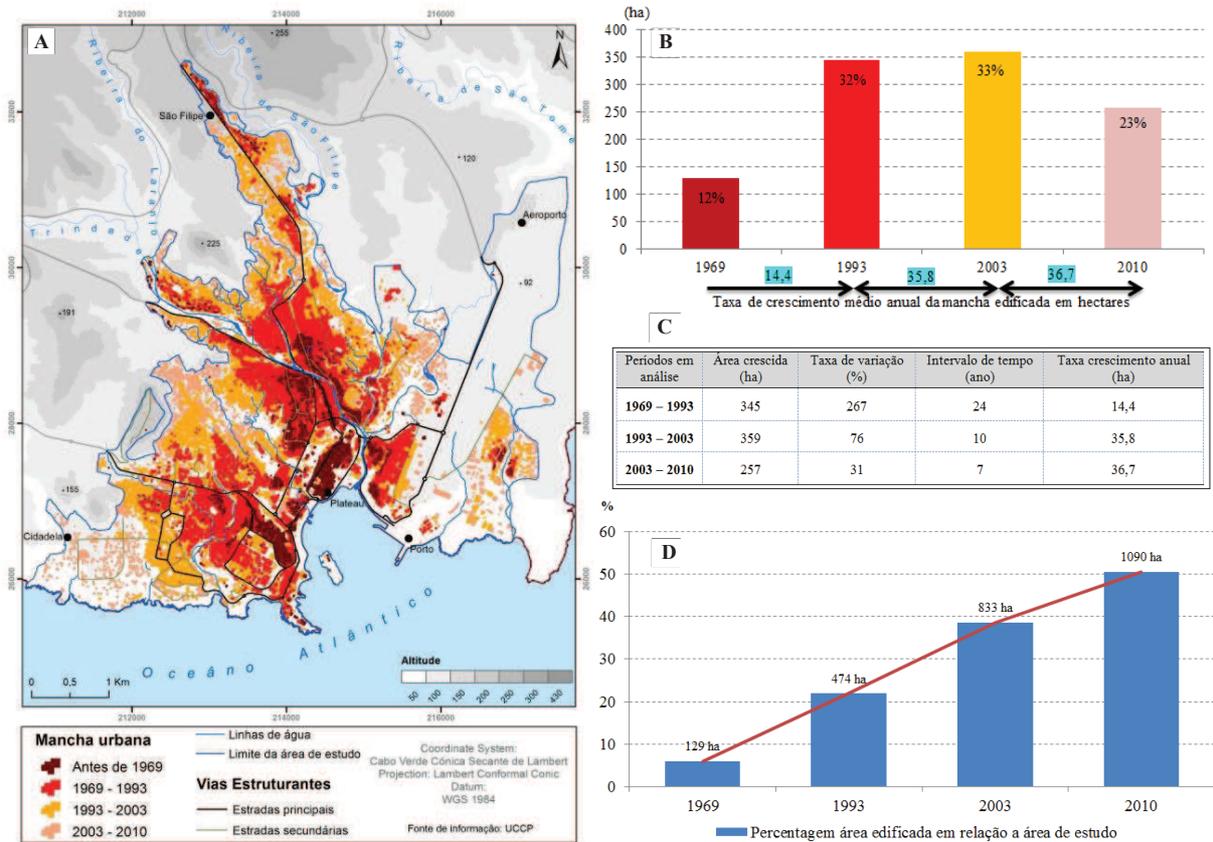


Figura 21 – A) Expansão da mancha edificada da cidade da Praia entre 1969 e 2010; B) Área de expansão horizontal do edificado, por época de análise, em relação ao total acumulado de 2010 (%) e taxa de crescimento médio anual, da área edificada, por período de análise; C) Dinâmicas do crescimento urbano na área de estudo – mancha edificada da cidade da Praia, por período de análise; D) Área edificada na cidade da Praia (por ha e %), por período de análise.

Em relação aos padrões urbanos mapearam-se os *clusters* com limiares relativos aos três índices em análise, para cada momento temporal. Os resultados mostram um aumento progressivo da compactação e densificação da cidade desde 1969 até 2010. Em 1969, 68% da cidade caracteriza-se predominantemente por padrões urbanos com índices intermédios (densidade 61%, compactidade 0,48 e complexidade 1,40). Na verdade, só a partir de 2003 é que podemos observar o aparecimento de um *cluster* caracterizado por

valores que apontam para uma alta densidade (73%), relativamente compacta (0,78) e com formas urbanas simples (1,35), em 44,7% da área da cidade. A figura 3 apresenta os resultados relativos ao ano 2010, constituindo um exemplo do que foi produzido para todos os outros momentos temporais.

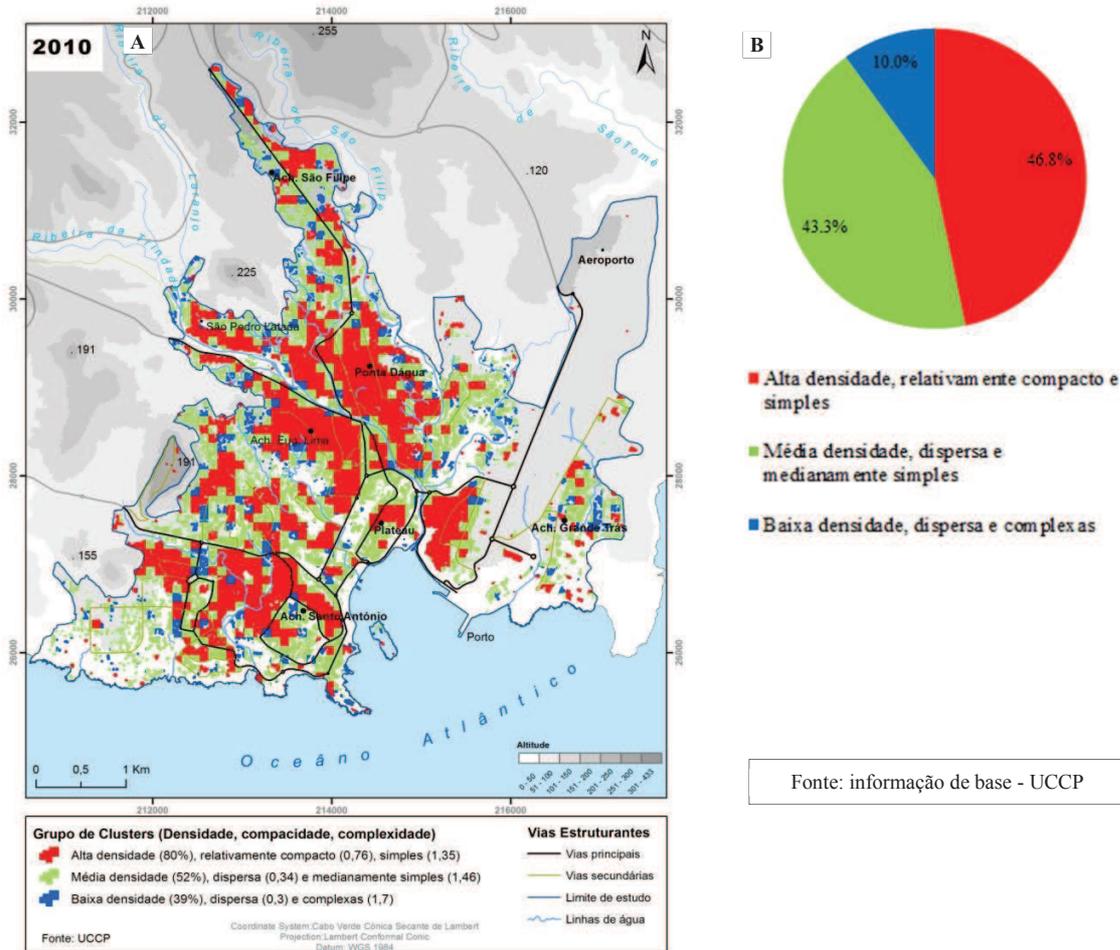


Figura 22 - A) Agrupamento espacial das métricas espaciais (densidade, compacidade e complexidade) na cidade da Praia – 2010; B) Proporção da área de cada cluster em função do mapa.

A aplicação de métricas espaciais utilizando dados planimétricos vetoriais a uma escala municipal, requer muito rigor na definição das distâncias de agregação no processo de geração de manchas, uma vez que se a distância for muito grande tende a generalizar os índices; se a distância for muito pequena traduz-se em resultados enganadores nos edifícios situados nas margens da rede viária. Da mesma forma, na definição do *buffer* para corrigir os troços viários é preciso analisar a largura média das ruas, tornando-o mais real. Os critérios de definição do tamanho da quadrícula, ficam sujeitos às escalas geográficas de análise.

#### 4. Conclusão

A cidade da Praia cresceu de forma rápida de 1969 a 2010. Os 129 ha de terras ocupadas pela edificação em 1969 passaram para 474, 833, 1090 ha, em 1993, 2003 e 2010, respectivamente. Cerca de 56% da mancha urbana da cidade surgiu a partir de 1993, demonstrando a intensidade de urbanização sentida nos dois últimos decénios.

Este estudo vem reforçar tanto a utilização dos dados planimétricos vetoriais como as métricas espaciais no processo de investigação sobre o crescimento urbano e a quantificação e caracterização dos padrões urbanos, o que pode ser um instrumento de auxílio à tomada de decisões no processo de planeamento municipal e urbano. Os resultados obtidos dão pistas importantes sobre a necessidade de promover a contenção da expansão urbana e a necessidade de refletir o processo de construção das cidades cabo-verdianas e da cidade da Praia em particular.

#### 4. Bibliografia

- AEA (2006). *Expansão urbana na Europa*. [Online] Disponível em: <http://bookshop.europa.eu> [Acedido em 08 de Junho de 2014].
- Angel, S., Parent, J. & Civco, D. . L. (2012). The fragmentation of urban landscapes: global evidence of a key attribute of the spatial structure of cities, 1990–2000. *Environment and Urbanization*, volume 24 (1), pp. 249-283.
- Bhatta, B. (2010). Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data. *Springer*.
- Carvalho, J. & Pais, C. (2011). *A ocupação dispersa, à escala local, nas cidades de Aveiro-Ílhavo e Évora: identificação e caracterização*. Lisboa, Universidade de Aveiro.
- Herold, M., Couclelis, H. & Clarke, K. C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, Environment and Urban Systems*, 3 Dec, Volume 29 (2005), pp. 369 - 399.
- Huang, J., Lu, X. & Sellers, J. M. (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial. *Landscape and Urban Planning*, pp. 186-188.
- INE, (2010). *Evolução do população residente urbana por ilha e concelho, segundo os censos de 1990 - 2010*. [Online] Disponível em: <http://www.ine.cv> [Acedido em 8 de Junho de 2014].
- Marques, T. S., Silva, F. B. & Delgado, C. (2009). *A ocupação edificada: delimitação de áreas de densidade homogénea*. Comunicação ao Seminário A ocupação dispersa no quadro dos PROT e dos PDM 12, Évora.
- McGarigal, K. & Marks, B. J. (1994). *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*, USDA for. Serv. Gen. Techn. Rep. PNW-351.
- PDM, (2013). *Anteprojecto do PDM da Praia*. [Online] Disponível em: [https://sites.google.com/site/p\\_raiapdm/](https://sites.google.com/site/p_raiapdm/) [Acedido em 10 de Junho de 2014].
- Tavares, C. (2013). *Ordenamento do território nos pequenos estados insulares: o caso de Cabo Verde*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Universidade de Lisboa.