

Processos de expansão urbana e mudanças na paisagem: ensaio metodológico (1950-2000)

Filipe Batista e Silva¹

Teresa Sá Marques²

Carlos Delgado³

RESUMO

A segunda metade do século XX conheceu um fenómeno de expansão das áreas edificadas por quase todo o Mundo. Em Portugal, este fenómeno observou-se com particular incidência na faixa litoral e em torno das duas principais cidades portuguesas, Lisboa e Porto. O crescimento económico e demográfico conduziu à expansão da mancha edificada, e esta potenciou o desenvolvimento de extensos contínuos urbanizados que contribuíram para a consolidação das áreas metropolitanas, e determinou fortes mudanças na paisagem. Aprofundar o conhecimento sobre os processos de urbanização recentes é de interesse para as ciências geográficas, mas também para disciplinas aplicadas como o planeamento territorial.

Desde o seu surgimento, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e as ferramentas de cartografia automática têm aberto novos horizontes para a Cartografia, com potencialidades que devem ser aproveitadas também no estudo das paisagens e, em particular, do crescimento urbano. Do ponto de vista morfológico, o estudo da expansão urbana não pode deixar de se apoiar em cartografia multi-temporal. Mais do que sucessivos retratos estáticos, a cartografia multi-temporal permite construir uma imagem dinâmica do processo, apoiando subseqüentes estudos explicativos.

Em Portugal, o que se tem produzido sobre expansão urbana ou

¹ Joint Research Centre. filipebs14@gmail.com

² Professora Associada do Departamento de Geografia da FLUP, teresasamarques@gmail.com

³ Professor Assistente Convidado do Departamento de Geografia da FLUP, cfsdelgado@gmail.com

está limitado pela reduzida escala ou pela reduzida extensão (estudo de áreas restritas ou de cidades isoladamente). Cada vez mais adoptadas, as técnicas baseadas em classificação e/ou interpretação de imagens de satélite permitem produzir cartografia multi-temporal de escala e extensão bastante maiores. Todavia, estas técnicas estão limitadas pelo seu recente surgimento: cartografar o espaço edificado em períodos anteriores à década de 1980 não é possível.

As limitações conhecidas para a produção de cartografia urbana multi-temporal para escalas regionais e sub-regionais podem ser diminuídas através de uma abordagem que recorra à integração em SIG de informação contida em edições antigas de cartografia topográfica, permitindo cartografar o processo de crescimento urbano para um determinado intervalo de tempo. Neste trabalho, esta abordagem foi seguida para preparar uma base cartográfica multi-temporal do edificado, com três momentos que cobrem a segunda metade do século XX. Estas bases permitiram ainda a produção de um conjunto de indicadores “morfo-densimétricos” relativos às áreas edificadas, para os três momentos temporais, possibilitando análises sobre os ritmos e as formas de urbanização recente na área de estudo (metrópole do Porto).

Crê-se que a abordagem proposta permite abrir novas perspectivas para a produção cartográfica, o estudo e a compreensão dos processos recentes de urbanização e das suas implicações nas dinâmicas da paisagem.

Palavras-chave

Paisagem, crescimento urbano, cartografia, análise espacial, SIG.

ABSTRACT

The second half of the 20th century witnessed the rapid expansion of built-up areas practically all over the world. In Portugal, this phenomenon took place particularly along the coastal strip and around its two main cities, Lisbon and Porto. Economic and demographic growth led to processes of urban expansion, which in turn bolstered the development of extensive urbanized continuums, contributing to the consolidation of the metropolitan areas and transformation of landscapes. Greater knowledge of the recent processes of urbanization is of interest to the geographical sciences, as well as to applied fields such as spatial planning.

Since their initial development, Geographical Information Systems (GIS) and automatic mapping tools have opened new horizons in Cartography, with a potential which should be taken advantage also in the study of landscapes and, particularly, of urban growth. From a morphological point of view, a study of urban expansion necessarily has to be based on multitemporal mapping. More than successive static pictures, multitemporal mapping produces a dynamic image of the process, providing support to ensuing

explanatory studies. In Portugal, the studies on urban expansion are limited either by the reduced scale employed or by their reduced focus (studies of small areas or single cities). Increasingly in use, techniques based on the classification and/or interpretation of satellite images produce multitemporal cartography at much larger scale and coverage. However, these techniques have limitations, given their recent development: it is not possible to map built-up areas prior to 1980.

The limitations in producing multitemporal urban cartography at regional and sub-regional scales could be mitigated by an approach integrating information from old editions of topographic mapping in a GIS, which could thus track the process of urban growth for a certain time frame. In this paper, this approach was employed to prepare a multitemporal cartographic database of built areas, with three moments comprising the second half of the 20th century. These databases also served to produce a set of “morpho-densimetric” indicators related to built-up areas, for the three temporal moments, leading to analyses on the pace and forms of recent urbanization in the area under study (the Porto metropolis). We believe that the approach proposed can open new perspectives for cartographic production, as well as for the study and understanding of recent urbanization processes and its implications on the landscape dynamics.

Keywords

Landscape, urban growth, cartography, spatial analysis, GIS

1. Introdução

Na Europa observou-se um crescimento e densificação dos centros das cidades (até aos anos 50 ou 60), seguido de um duplo movimento de *desdensificação-desconcentração* dos centros e extensão e urbanização das periferias, que fez as cidades estenderem-se geograficamente. Este movimento propagou-se das cidades do norte da Europa para as do sul, e das grandes cidades para as pequenas. Entretanto, surgiu na Europa um segundo fenómeno nos últimos vinte/trinta anos. Apareceu um novo modelo de organização espacial em torno das implantações sobretudo residenciais, observável principalmente nas grandes cidades. Houve um desenvolvimento da urbanização que aparenta um carácter difuso, descontínuo (do ponto de vista da contiguidade do construído) e de baixa densidade, ainda que organizado à volta de algumas macro-estruturas. *Exurbia* (Vernon 1962), *Edge City* (Garreau 1992), *Outer City* (Herrington 1984), *Troisième Ville* (Mongin 1995), *Ville Archipel* (Viard 1994), *Metropolis* (Vance 1964), *Métapolis* (Ascher 1995), *Ville Éclatée* (Haumont e Lévy 1998), *Ville Émergente* (Dubois-Taine, G. e Chalas, Y. 1997) e *Pulp Urbanscape* (Gaspar 1999) são uma demonstração do vocabulário utilizado para sintetizar os resultados dos processos de urbanização contemporâneos e, conseqüentemente, de mudança na paisagem.

De entre as várias “forças motrizes” que mais têm influenciado e determinado o dinamismo intrínseco das paisagens, destacam-se as mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo, em particular as impostas pelos intensos processos de expansão urbana ocorridos a partir da segunda metade do século XX (Antrop 2004; Bürgi *et al.* 2004; Klijn 2004).

Na criação de grandes áreas metropolitanas ou regiões urbanas (ou espaços metropolitanos) podem identificar-se diferentes morfologias: concentrada; difusa ou dispersa mas com um pólo central; difusa com incorporação de uma rede policêntrica sem um pólo central. Simultaneamente, as áreas litorais sofrem intensos processos de urbanização de carácter linear, dada a forte atractividade residencial destas áreas.

Os processos de urbanização e de mudança da paisagem apresentam dimensões e modos diferentes de país para país, e de região para região. O Reino Unido, a Alemanha e os Países Baixos são países densos e com uma urbanização muito antiga. A França, a Itália do Norte, a Áustria e a Espanha juntaram-se mais tarde ao grupo anterior, e sentiram recentemente um processo intenso de urbanização e de formação de grandes regiões urbanas. Em Portugal, tal como no sul da Itália, na Irlanda, na Grécia e na Suécia, uma parte do território esteve e ainda está a atravessar um intenso processo de *suburbanização*.

Nas últimas décadas, em Portugal, desenvolveram-se diversos trabalhos de investigação sob diferentes enfoques disciplinares, que têm procurado compreender as dimensões, as características e os desafios das urbanidades contemporâneas. Jorge Gaspar, Teresa Barata Salgueiro, João Ferrão, Álvaro Domingues, Teresa Sá Marques, José Alberto Rio Fernandes e Mário Fernandes são algumas das referências geográficas sobre estas matérias. Apesar disso, são ainda escassos os estudos que visam entender as rupturas morfológicas em relação aos atributos de contiguidade, compacidade e limites do modelo histórico. Ou seja, analisar as descontinuidades e a fragmentação das partes, que por razões várias (nomeadamente as funcionais), compõem a actual aglomeração ou região urbana, e que mantêm relações internas suficientemente fortes para se perceber como entidade urbana.

Cidade em mosaicos, dispersa, fragmentada, extensiva são alguns dos conceitos – muitos dos quais aplicados também na Ecologia da Paisagem⁴ – que procuram rotular diferentes características das realidades observadas e identificar os diferentes tipos de deslocalização e relocalização de funções e pessoas em espaços cada vez mais dilatados e, conseqüentemente, sem limites consistentes e estáveis entre solo urbano e solo rural.

A cidade tradicional densa, de contornos nítidos e com um centro de gravidade bem definido subsiste, mas agora em articulação com novos espaços urbanizados, de maior ou menor extensão, polarizados ou não por outros pequenos centros. Neste contexto, os processos de metropolização, facilitados e intensificados pela crescente mobilidade, integram ou assimilam cada vez mais as paisagens tradicionais de povoamento difuso. Por outro lado, a oferta de comércio e serviços vai diversificando

⁴ Como, por exemplo: “padrão vs. processo”, “composição / estrutura / função”, “mosaico”, “mancha” (*patch*), “corredor”, “conectividade”, “fragmentação”, entre outros.

as funções urbanas e criando novas centralidades, estabelecendo uma rede de relações cada vez mais articulada e extensa, e construindo novas configurações territoriais.

O estudo das dinâmicas de alteração dos usos do solo, da expansão urbana e da transformação da paisagem não pode deixar de se apoiar em cartografia multi-temporal. Mais do que sucessivos retratos estáticos, esta cartografia permite construir uma imagem dinâmica dos processos, apoiando subsequentes estudos explicativos. À medida que as tecnologias de informação geográfica, com todas as suas potencialidades, têm sido desenvolvidas desde as décadas de 50/60 do séc. XX, também um número crescente de trabalhos nacionais e internacionais têm potenciado a abordagem cartográfica ao estudo dos processos de urbanização através do recurso aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

O estudo destas dinâmicas, em extensões territoriais de maior dimensão, tem sido também auxiliado pelo desenvolvimento de técnicas baseadas em classificação e/ou interpretação de imagens de satélite, que permitem produzir cartografia de grande frequência temporal.

As limitações conhecidas para a produção de cartografia urbana multi-temporal para escalas regionais e sub-regionais podem ser minimizadas através da integração, em ambiente SIG, de informação produzida para edições antigas de cartografia topográfica oficial. O inventário de todas as edições de uma série cartográfica para uma dada área de estudo pode permitir identificar dois ou mais momentos de produção cartográfica, isto é, períodos de tempo relativamente concentrados de execução de trabalhos de campo. Nestas condições, a integração em SIG de objectos cartográficos (como os edifícios ou a mancha edificada) para vários momentos no tempo, permite representar o processo de crescimento urbano para um determinado intervalo de tempo.

Partindo desta hipótese de trabalho, procurou-se a sua implementação e teste em territórios de fortes dinâmicas urbanas em Portugal Continental, como as aglomerações do Porto e de Lisboa. O trabalho aqui apresentado reflecte os resultados já obtidos para a área em torno do Porto, sendo que a replicação deste trabalho para Lisboa está em fase de desenvolvimento.

Relativamente à janela temporal, assumiu-se que os processos de urbanização conducentes à cidade emergente⁵ se concentram na segunda metade do século XX.

Procurou-se, neste estudo, uma análise a escala intermédia, procurando compreender o fenómeno urbano até desagregações intra-concelhias, e privilegiando as manchas urbanas, sem contudo atingir o detalhe de unidades urbanas mais elementares (como o edifício) ou os espaços de utilização colectiva (como a rua, a praça). O objectivo central focou a produção de macro-estruturas territoriais, a partir de uma cartografia capaz de exprimir, para a escala, níveis de detalhe e janela temporal

⁵ Processos de urbanização associados ao urbanismo Fordo-Keynesiano-Corbusiano (fruto de uma racionalidade materializada no planeamento urbano, no zonamento monofuncional, nas armaduras urbanas hierarquizadas, nos centros comerciais e nas zonas industriais adaptadas à produção, e no investimento estatal nos serviços públicos e na habitação social) e à fase pós-keynesiana, pós-industrial ou pós-moderna, que ainda perdura (em que a cidade apresenta uma dispersão acentuada, e cujos subúrbios aumentam em detrimento dos centros antigos, que entram em degradação e abandono).

definidos, imagens sequenciais que traduzissem a evolução da mancha edificada. O objectivo não é fazer a história urbana, mas sim tentar apreender o mosaico territorial construído ao longo do final do século XX.

A cartografia produzida foi, por fim, utilizada para calcular um conjunto de métricas espaciais relevantes para melhor compreender a expansão urbana no período considerado. Em linhas muito gerais, este artigo é um pequeno contributo para um projecto mais vasto de reflexão da cidade contemporânea.

2.1 Delimitação da área de estudo

Ao contrário do que sucede na maior parte dos estudos em Geografia, a delimitação da área de estudo deste trabalho esteve sujeita a uma análise prévia da informação cartográfica disponível. Esta análise permitiu reunir, para a área em torno da cidade do Porto, 19 folhas da cartografia militar 1:25.000, seleccionadas com base em critérios de contiguidade territorial e temporal. Para estas folhas foram identificados três momentos cartográficos distintos: 1950, 1975 e 2000.

A delimitação da área de estudo foi feita pelo somatório dos concelhos totalmente circunscritos à extensão das 19 folhas seleccionadas, o que correspondeu a: 18 concelhos, uma área com mais de 1900 km², uma população residente de 1,9 milhões de habitantes em 2001⁶ e uma densidade populacional média de 1000 hab/km² (ver figura 1). De mencionar ainda que, em 1950, a população residente rondava 1,1 milhão de habitantes e, em 1970, 1,4 milhões de habitantes⁷. O crescimento populacional entre 1950 e 2001 foi de 77%.

O edificado de “1950” foi reunido pela conjugação de informação constante em 19 folhas da cartografia mencionada, sendo que 4 dessas folhas correspondem a trabalhos de campo decorridos no ano de 1945, 1 de 1947, 13 de 1948 e 1 de 1950⁸. O edificado de “1975” foi obtido com 3 folhas de 1971, 4 de 1972, 5 de 1973, 2 de 1974 e 5 de 1975⁹. O edificado de “2000” reúne 18 folhas com trabalhos de campo realizados em 1996 e 1 folha de 1997. É de realçar o facto de se ter conseguido amplitudes temporais razoavelmente curtas para representar cada um dos três momentos cartográficos, sem o que as análises subsequentes resultariam mais frágeis.

⁶ Dado do Recenseamento Geral da População de 2001, INE.

⁷ Dados dos Recenseamentos Gerais da População de 1950 e 1970, INE.

⁸ Amplitude temporal de 4 anos, e maioria das cartas relativas ao ano de 1948.

⁹ Amplitude temporal de 5 anos.

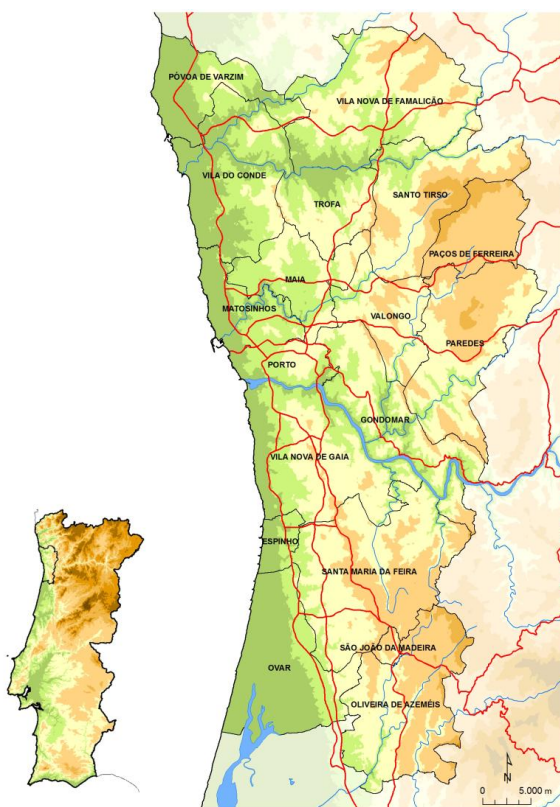


Figura 1 - Enquadramento geográfico da área de estudo.

2.2 Construção da base cartográfica digital

Após a definição da área de estudo, passou-se à fase de aquisição da informação. Relativamente ao momento “2000” foi adquirida informação do edificado em formato vectorial poligonal¹⁰. Para os momentos “1950” e “1975”, foram adquiridas as 19 folhas, em formato digital matricial, ao Instituto Geográfico do Exército (IGEOE).

A seguinte fase de trabalho consistiu na vectorização, em ambiente SIG, do edificado para os momentos 1950 e 1975. A informação vectorial relativa ao edificado de 2000 foi editada de modo a obter a situação do edificado em 1975 e, a partir deste, para 1950. Este procedimento implicou operações de remoção e redesenho dos edifícios através da identificação das diferenças entre os edifícios vectoriais de 2000 e os edifícios de 1975 representados na carta matricial. O processo de obtenção do edificado

¹⁰ Informação adquirida pela Comissão de Coordenação Regional da região Norte e cedida ao DG-FLUP no âmbito da elaboração dos Planos Regionais de Ordenamento do Território.

de 1950 segue o mesmo procedimento, mas pela comparação entre os edifícios vectoriais de 1975, previamente obtidos, e os edifícios representados na carta matricial de 1950¹¹.

Em síntese, o esquema de trabalho adoptado permitiu reconstruir, com base numa fonte vectorial de referência (edificado de 2000), o edificado para os momentos de 1975 e 1950, por esta ordem¹².

A qualidade do produto final está em boa parte condicionada por alguns problemas relativos às edições antigas da cartografia militar, de que se destacam dois: a georreferenciação das cartas não era perfeita, de que resultou algum erro de posicionamento¹³; as opções de generalização e de simbolização cartográficas adoptadas pelo IGEOE foram mudando com o tempo, tornando imperfeitas as comparações entre a base vectorial mais recente e as cartas mais antigas em formato matricial.

Destes problemas resultaram algumas fragilidades e limitações do produto cartográfico final que, em abono da honestidade científica, consideramos importante mencionar. As comparações à escala do edifício entre diferentes períodos não podem ser feitas sem erros importantes. Contudo, o produto cartográfico torna-se aceitável para comparações temporais ao nível das manchas edificadas.

Mencione-se que a componente analítica que se seguiu à construção da base cartográfica não se baseou nos objectos “edifícios”, que apenas serviram de base à construção de uma unidade espacial derivada, a mancha edificada. Foi com base nesta que foram efectuadas todas as análises subsequentes.

Para a geração da mancha, fomos buscar inspiração ao conceito de *patch*, tal como definido na Ecologia da Paisagem¹⁴.

Neste contexto, os *patches* foram definidos como manchas poligonais onde ocorrem edifícios com um critério de contiguidade máxima: a mancha é delimitada em toda a extensão onde ocorrem edifícios a uma distância máxima de 50 metros entre si. Foram ainda consideradas duas regras suplementares para a sua delimitação: as manchas edificadas incluem vazios edificados internos até um máximo de 2 ha, assim como uma margem extra de 10 metros face aos limites externos (figura 2). Estas regras de delimitação das manchas edificadas foram implementadas com recurso a ferramentas

¹¹ Esta sequência de trabalho foi também adoptada no trabalho de Pinho e Oliveira (2008) para o estudo da evolução urbana da cidade do Porto.

¹² Este trabalho foi implementado com a mobilização de recursos dignos de menção. A digitalização envolveu a participação de quatro pessoas durante 2 meses, com um total acumulado superior a 1000 horas de trabalho.

¹³ Os erros não são constantes na área de estudo, pelo que não foi estimado um erro médio.

¹⁴ *Patch* (pl. *Patches*) é um conceito estruturante e amplamente utilizado pela Ecologia da Paisagem, e que se pode traduzir como “mancha” ou “fragmento”. Em termos conceptuais desta área, um *patch* é a unidade básica e individual de uma paisagem, definida pela sua localização, forma, dimensão e natureza. São áreas discretas e homogêneas, de limites bem definidos, e que se distinguem das características das áreas adjacentes. Os *patches* são dinâmicos (no tempo e no espaço), e ocorrem a múltiplas escalas de análise. Qualquer que seja a sua definição, uma paisagem não contém apenas um único mosaico de *patches*, mas sim uma hierarquia de mosaicos de *patches*, ao longo de uma variedade de escalas (McGarigal e Marks 1995: 5). Os critérios para a sua definição devem ser escolhidos em conformidade com o fenómeno a investigar. As paisagens são, deste modo, vistas pela Ecologia da Paisagem, como um “mosaico” (conjunto) de *patches*.

de SIG, para os três momentos em análise. O resultado final apresenta-se nos mapas da figura 3.

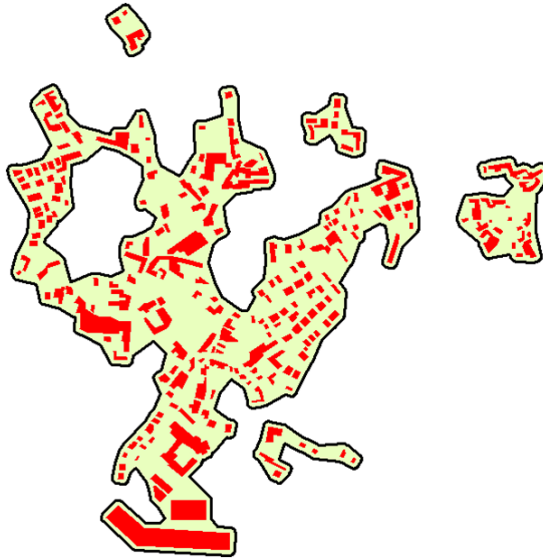


Figura 2 - Exemplo da delimitação de *patches* tendo por base a geometria e distribuição do edificado.

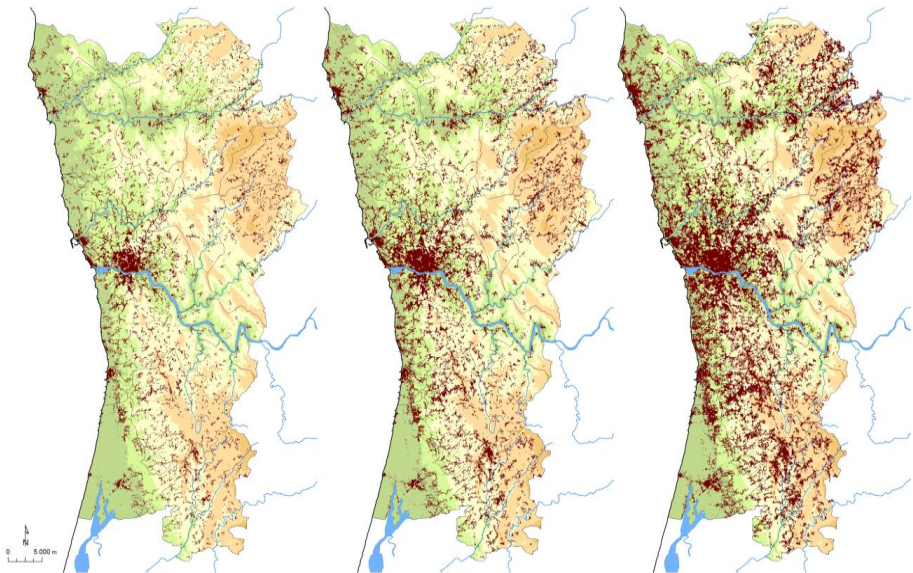


Figura - 3. Evolução das manchas edificadas. Da esquerda para a direita: 1950, 1975 e 2000.

3. ANÁLISE DO CRESCIMENTO URBANO, 1950-2000

Com a informação produzida para os três momentos¹⁵, torna-se possível visualizar (figura 3) e quantificar (figura 4) a expansão urbana na área de estudo.

Entre 1950 e 2000, o crescimento das áreas edificadas, para a globalidade da área em estudo, foi de 160%. Contudo, como veremos de seguida, o crescimento não foi feito sempre ao mesmo ritmo nesta janela temporal. Embora fosse conveniente desagregar este período em vários intervalos mais curtos, para uma análise mais fina (ex. intervalos decenais), as bases produzidas permitem apenas a desagregação temporal em dois períodos: 1950-1975 e 1975-2000.

O gráfico da figura 4 sintetiza as principais estatísticas de expansão urbana. Em 1950, a área em estudo era ocupada por cerca de 167 km² de mancha edificada, o que representava menos de 9% da área total. Ao longo do período entre 1950-1975, as manchas edificadas cresceram quase 47%, atingindo os 248 km², ou seja, 13% de área ocupada.

No segundo período em análise, 1975-2000, o ritmo de crescimento global foi consideravelmente superior. De facto, o período pós-1975 foi mais dinâmico, tanto em termos de ganhos absolutos das áreas edificadas como na taxa de crescimento, que rondou os 75%. A área estudada passou a ter, no último momento de análise (2000), 22% da área total coberta por áreas edificadas (434km²).

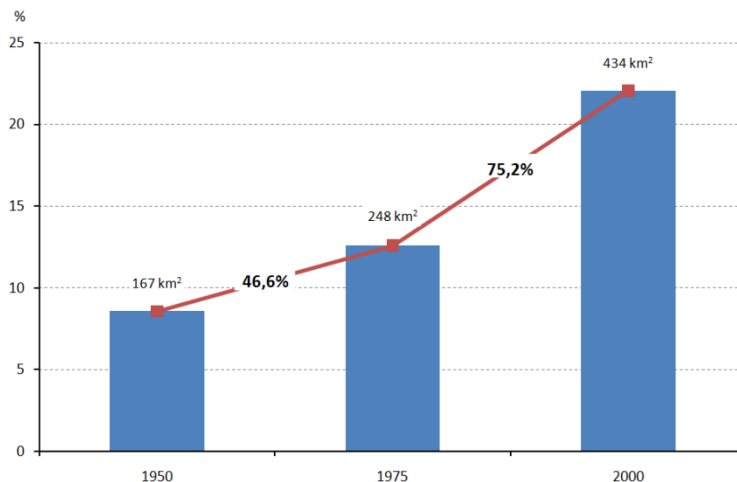


Figura 4. Ritmos de crescimento das áreas edificadas na área em estudo, 1950-2000.

¹⁵ Os valores estimados foram derivados das áreas ocupadas pelas manchas edificadas, cuja delimitação foi atrás descrita

Além de diferenciados temporalmente, os ritmos de crescimento das áreas edificadas também foram diferenciados espacialmente (figuras 5 e 6). Os concelhos do Porto e São João da Madeira foram marcadamente mais dinâmicos entre 1950 e 1975. Matosinhos, Gondomar e Valongo apresentaram ritmos de crescimento relativamente constantes nos dois períodos. Todos os restantes concelhos foram mais dinâmicos entre 1975 e 2000.

Destacam-se ainda os concelhos que, em cada período, cresceram significativamente acima da média: São João da Madeira, Matosinhos, Gondomar e Valongo (para o primeiro período) e Paços de Ferreira, Feira, Famalicão, Trofa e Maia (para o segundo). Há ainda um grupo de concelhos que cresceu sempre abaixo da média: Oliveira de Azeméis, Póvoa de Varzim, Vila do Conde e Espinho. O concelho do Porto representa um caso muito particular: cresceu sempre significativamente abaixo da média, entre 1950 e 2000.

A figura 6 permite complementar esta análise com uma visão geográfica dos diferentes ritmos de crescimento. Os mapas ilustram e confirmam o conhecido fenómeno de *alastramento sucessivo* da expansão urbana, no seio de uma aglomeração urbana. De início, são os concelhos mais contíguos ao Porto que apresentam o “contágio” da expansão urbana; depois, enquanto o núcleo central da Área Metropolitana vai abrandando os ritmos de crescimento, os maiores crescimentos vão migrando para áreas mais periféricas.

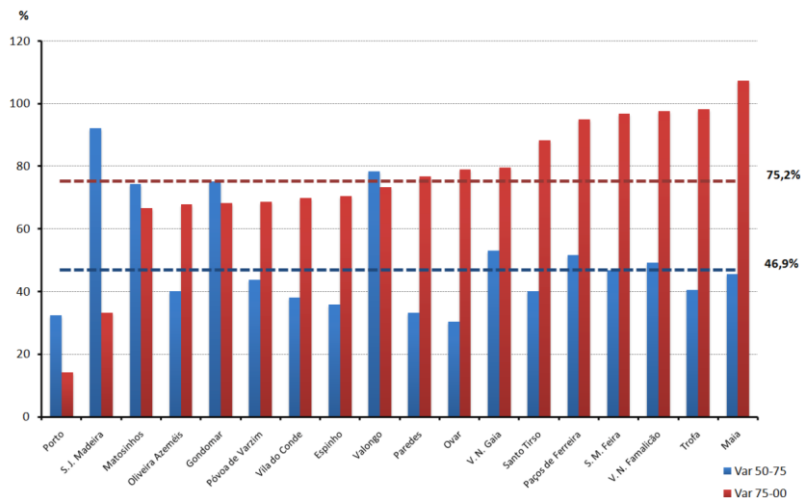


Figura 5. Ritmos de crescimento das áreas edificadas por concelho, 1950-2000.

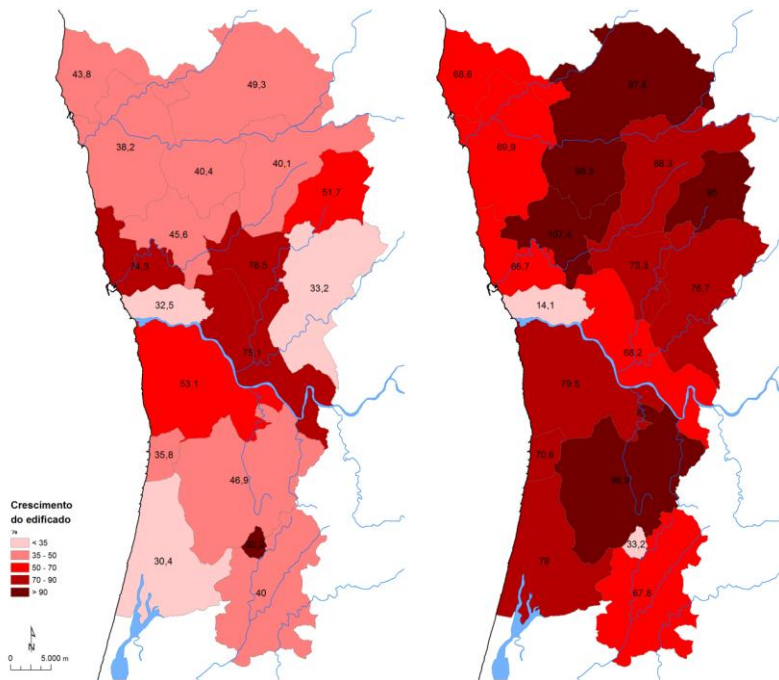


Figura 6. Ritmos de crescimento das áreas edificadas por concelho. À esquerda: 1950-1975. À direita: 1975-2000.

A base cartográfica permitiu ainda quantificar com rigor as áreas ocupadas por manchas edificadas por concelho (figuras 7 e 8), de onde se conclui facilmente que há concelhos com uma grande área relativa ocupada por manchas edificadas (Porto, São João da Madeira, Espinho, Matosinhos e V. N. Gaia), em contraponto com concelhos onde as áreas edificadas sempre representaram uma pequena porção do seu território total (Vila do Conde, Ovar, Paredes, entre outros). A espacialização deste indicador, nos mapas da figura 8, e a sua leitura espaço-temporal, permitem reforçar as ideias já assinaladas anteriormente sobre o alastramento urbano progressivo.

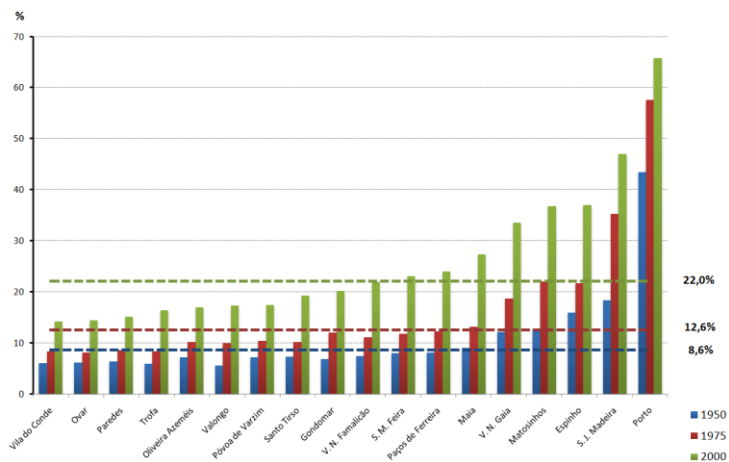


Figura 7 - Evolução da taxa de cobertura das áreas edificadas, por concelho, 1950-2000.

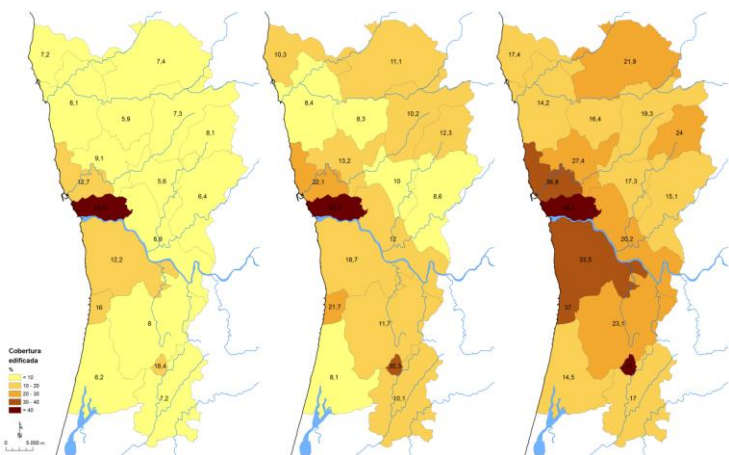


Figura 8 - Evolução da taxa de cobertura das áreas edificadas, por concelho. À esquerda: 1950. No centro: 1975. À direita: 2000.

4. CONSTRUÇÃO DE UMA BASE DE INDICADORES

Ainda que sendo um bom ponto de partida, a quantificação da expansão edificada que acabamos de apresentar tem um potencial analítico limitado. Uma maior desagregação temporal dos dados apresentados permitiria, por exemplo, análises temporais mais finas, cruzadas com o conhecimento histórico das dinâmicas sociais, económicas, políticas e tecnológicas. Não obstante, em virtude da sua estrutura SIG em formato vectorial, as bases cartográficas produzidas permitem inferir um conjunto de outras informações de relevância para o estudo do fenómeno da expansão urbana e da evolução das suas formas.

Para além do conceito de forma urbana ser complexo e multidimensional, o termo é também polissémico. Sendo certo que pode incluir aspectos tão diversos como o desenho – do todo ou das partes –, o perímetro, a dimensão, as densidades, as redes, as conectividades e os fluxos, o seu contexto histórico, social e geográfico, é igualmente de convir que a definição de forma urbana deverá adaptar-se à escala, objecto e propósitos de cada estudo.

No presente trabalho, pretendeu-se iniciar a compilação de uma bateria de indicadores sobre a forma e as densidades das áreas edificadas, a que viemos a chamar *de indicadores morfo-densimétricos*. Embora muito haja ainda a fazer para uma completa catalogação de indicadores, a consulta bibliográfica já empreendida apontou caminhos e permitiu o teste e a selecção de um número mínimo de indicadores relevantes, senão mesmo determinantes, no âmbito do estudo da expansão urbana:

1. Número de *patches* edificadas;
2. Área média dos *patches*;
3. Percentagem de área coberta por áreas edificadas (*patches*);
4. Proporção de limites contrastantes;
5. Distância média entre edifícios próximos;
6. Percentagem de áreas dispersas em relação ao total de áreas edificadas.

A construção da base de indicadores está a ser feita através do seu cálculo e referenciação ao nível de unidades espaciais regulares, e de dimensão suficientemente fina (1km²) para que permita análises espaço-temporais à escala regional.

A maior parte dos indicadores são de grande simplicidade conceptual, e surgem recorrentemente na literatura. O primeiro indicador remete para a medição da dispersão e disseminação das manchas edificadas; o segundo e terceiro indicadores remetem para a dimensão das manchas e proporção de área coberta, respectivamente; o quarto indicador remete para a complexidade dos perímetros das manchas; o quinto e sexto indicadores remetem para a medição das densidades internas das manchas edificadas.

Muito embora se pretenda, em desenvolvimentos subsequentes, completar a base de indicadores e analisar o seu comportamento no espaço e no tempo, recorrendo a desagregações intra-municipais, o alcance do trabalho agora apresentado tem um carácter mais limitado e preliminar. Pretende-se, nesta fase, analisar o comportamento dos indicadores ao longo do tempo para a globalidade da região, sem outras

desagregações espaciais. Neste âmbito, foi dado principal destaque aos indicadores 4, 5 e 6.

Caberá fazer, no entanto, uma breve menção sobre a evolução dos primeiros três indicadores para a globalidade da região. O número de manchas edificadas (indicador 1) aumentou entre 1950 e 1975 (de 19350 para 22500 *patches*), mas reduziu em 2000 para um valor próximo do ano de 1950 (19740). No que respeita aos indicadores 2 e 3, é de directa dedução que, num contexto de expansão urbana, o tamanho médio e a percentagem de área edificada cresçam de um modo global para toda a região. Para 1950, 1975 e 2000, a dimensão média dos *patches* era de 1 ha, 1,3 ha e 2,5 ha, respectivamente. Quanto à percentagem de área ocupada, já foi objecto de análise detalhada no capítulo anterior (figura 4).

A proporção de limites contrastantes (indicador 4) foi usada no trabalho de Irwin e Bockstael (2007) e é uma métrica que mede o grau de imissão¹⁶ entre dois tipos de usos de solo. O cálculo consiste em determinar o rácio entre o comprimento total de limites contrastantes (perímetro partilhado entre dois cobertos de solo diferentes, edificado e não edificado) e o comprimento total de limites não contrastantes (limites partilhados pelo mesmo tipo de coberto do solo) (figura 9).

Testes exploratórios aplicados a diversos *patches* da área em estudo comprovaram a validade conceptual da métrica e a sua utilidade na medição da complexidade dos perímetros urbanos. A figura 10 ilustra o teste empírico levado a cabo para aferir a validade e a interpretação do indicador. Quanto menor o valor desta métrica, mais regular e compacta será a forma do perímetro da mancha edificada. O valor 1 significa que a proporção entre limites contrastantes e não contrastantes é equivalente.

O gráfico da figura 11 apresenta a evolução deste indicador quando aplicado para a generalidade das manchas edificadas da área em estudo (proporção entre o somatório de todos os limites contrastantes e o somatório de todos os limites não contrastantes). Como se pode observar, a proporção de limites contrastantes diminuiu com o tempo. Para o ano de 1950, o valor da métrica situa-se em 1,93, para 1975, 1,68 e, para o ano de 2000 o valor desce para 1,24. De uma forma média para a região, o comportamento do indicador ao longo do tempo parece sugerir que o perímetro das manchas urbanas se foi tornando menos complexo e que a imissão entre áreas edificadas e não edificadas perdeu peso.

¹⁶ O termo usado originalmente, em inglês, *interspersion*.

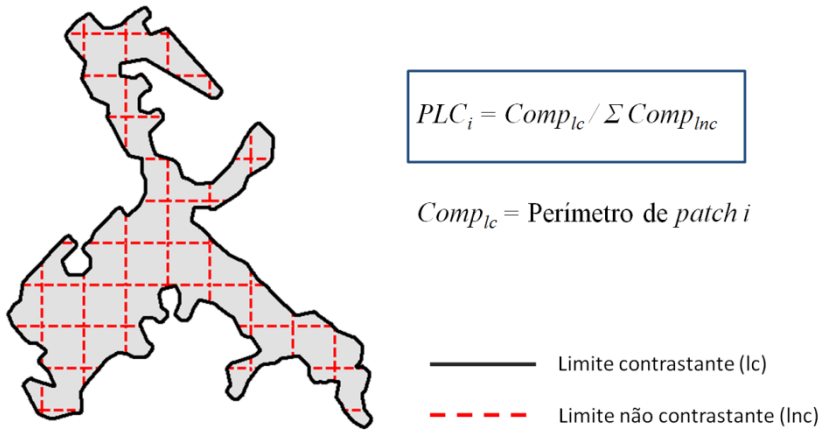


Figura 9 - Forma de cálculo da proporção de limites contrastantes ao nível de uma mancha urbana.

Forma				
Área	16,0 ha	18,9 ha	18,6 ha	18,8 ha
Proporção de limites contrastantes	0,8	0,9	1,4	1,9

Figura 10 - Proporção de limites contrastantes para quatro diferentes *patches* de dimensão semelhante.

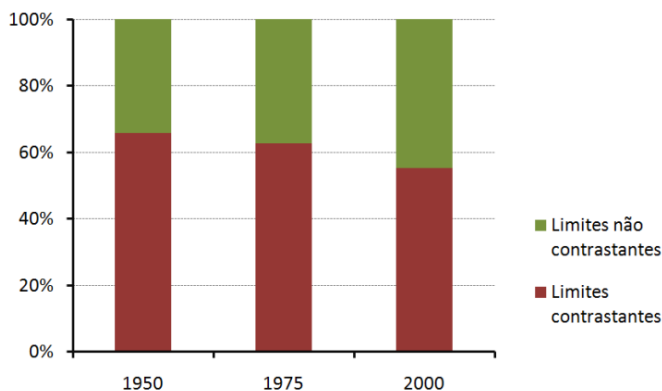


Figura 11 - Evolução do peso relativo de limites contrastantes e limites não contrastantes na área em estudo, 1950-2000.

A distância média entre edifícios próximos (indicador 5) é uma métrica raramente encontrada em estudos urbanos, talvez pela sua exigência em termos de processamento computacional. Quando usadas, as métricas de distância são calculadas geralmente entre *patches* ou entre *patches* e outras localizações relevantes (ex. CBD, sedes de concelho), o que permite interpretações sobre o grau de dispersão e/ou afastamento entre unidades urbanas. A distância entre edifícios permite uma leitura inerentemente densimétrica¹⁷ e poderia, talvez, ser substituída ou complementada pela densidade de edifícios/alojamentos por unidade de área (um dos indicadores mais recorrentes na literatura).

Para os efeitos do presente estudo, o cálculo desta métrica foi efectuado de acordo com o ilustrado na figura 12. Para cada edifício, foi calculada a distância aos três edifícios mais próximos e, depois, obtido o valor médio.

Porque não usar apenas a distância ao edifício mais próximo? Testes exploratórios e o conhecimento da realidade mostraram que a aplicação de tal estatística resultaria numa quase inexistente diferenciação espacial, já que, mesmo em áreas de baixa densidade e grande dispersão edificada, é muito frequente que cada edifício se encontre muito próximo de pelo menos outro edifício. Assim, o uso dos três edifícios mais próximos destinou-se a atenuar o enviesamento produzido pela distância ao edifício mais próximo.

Quando obtidos os resultados médios para toda a região (figura 13), verifica-se que a distância média entre os 3 edifícios mais próximos reduziu mais de 10 metros entre 1950 e 2000. Um estudo de maior desagregação espacial poderá levar a compreender melhor se a diminuição da distância entre edifícios está relacionada com fenómenos de densificação de áreas já edificadas ou com a construção de novos

¹⁷ Quanto mais próximos estão os edifícios mais densa é a ocupação horizontal do território.

espaços edificados mais densos do que anteriormente ou se ambos os fenómenos contribuíram para o mesmo resultado.

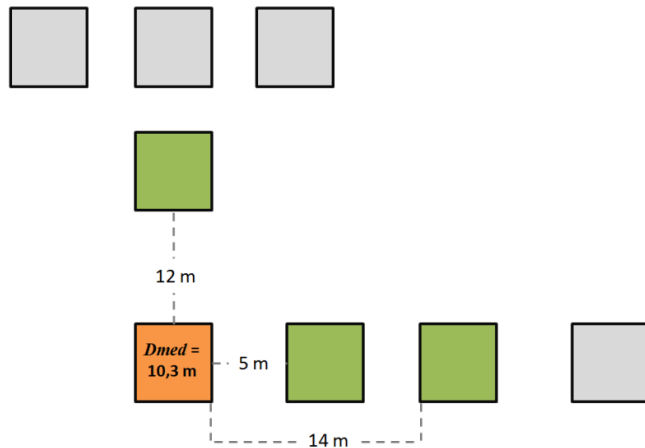


Figura 12 - Forma de cálculo da distância média entre edifícios próximos.

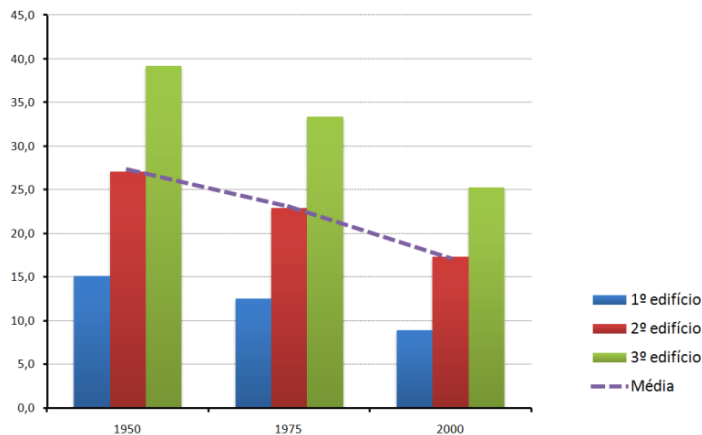


Figura 13 - Evolução da distância média entre edifícios próximos para a área em estudo, 1950-2000.

Por último, o indicador 6 destinou-se a averiguar qual a evolução do peso das áreas de edificação dispersa no total de áreas edificadas. O cálculo desta métrica implicou uma prévia delimitação das áreas de edificação dispersa, tendo sido adoptado a metodologia de Marques *et al.* (2009), denominada “delimitação de áreas de densidade homogénea”, e cuja base assenta na geração de um mapa de “densidade de implantação edificada”, no qual se estima, “para cada elemento da tesselação do espaço (célula ou pixel), a percentagem de ocupação horizontal edificada face a uma área total de referência”. As áreas com uma densidade de implantação edificada igual ou inferior a 7% foram consideradas como sendo de edificação dispersa. Pela intersecção geométrica entre as manchas edificadas (*patches*) e as densidades de implantação edificada, obteve-

se, por fim, a delimitação das áreas de edificação dispersa ($\leq 7\%$) e das restantes áreas de maior densidade ($\geq 7\%$).

Ainda que as métricas já abordadas tenham dado indicações no sentido da densificação das áreas edificadas, não foi sem alguma surpresa que verificamos uma abrupta diminuição da percentagem das áreas de baixa densidade edificada face às de maior densidade, em particular após 1975 (figura 14). As áreas de edificação dispersa que, em 1950 representavam 34% do total de áreas edificadas, passaram, em 2000, a representar apenas 15%. Em termos absolutos, as áreas de edificação dispersa registavam a menor área ocupada em 1950, com 58km². Em 1975 registou-se o valor mais elevado, na ordem dos 76km². Contudo, entre 1975 e 2000, verificou-se uma redução para 65km²¹⁸.

Esta dinâmica explica-se porque estamos a analisar os processos de urbanização na primeira e segunda coroa metropolitanas, áreas que atraíram fortemente os processos de deslocalização e realocização de funções e pessoas, e que por isso densificaram. A aglomeração estendeu-se e a dispersão alastrou para novos territórios (também para fora da área em estudo).

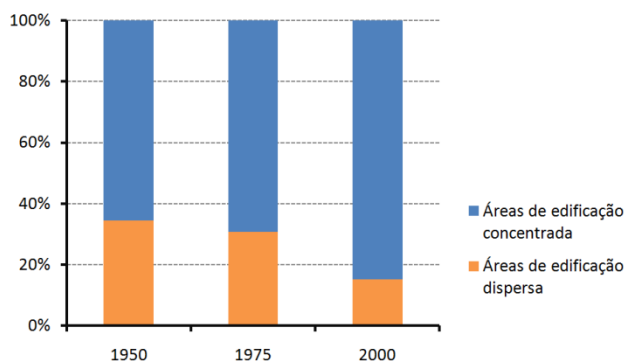


Figura 14 - Evolução da percentagem de áreas de edificação dispersa para a área em estudo, 1950-2000.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram aqui apresentados os resultados preliminares de um trabalho que se insere num projecto mais vasto de estudo dos processos de evolução da paisagem e de urbanização recente em Portugal Continental.

Para além dos principais resultados quantitativos, a seguir sumariados e discutidos, é importante começar por destacar que a hipótese de trabalho inicial foi aqui ensaiada

¹⁸ É importante sublinhar que os valores obtidos estão dependentes do método e dos critérios de delimitação das áreas de edificação dispersa.

com resultados bastante promissores. O estudo das paisagens, das mudanças nos usos do solo e do fenómeno urbano, baseado em cartografia digital multi-temporal, permite, como foi amplamente demonstrado, obter estatísticas e indicadores de elevado interesse analítico.

Quanto à proposta de produzir a base cartográfica multi-temporal a partir de edições antigas de cartografia topográfica, o método comprovou algumas das vantagens previstas, de que se destacam a elevada escala (1:25.000) e a grande extensão territorial. Como aspectos menos positivos, há a referir o facto deste modelo de trabalho estar bastante dependente da disponibilidade de edições antigas, e de nem todas as áreas do território terem sido cobertas por semelhante frequência de actualizações cartográficas. A mudança de critérios de generalização e simbolização cartográficas que se verificou ao longo do tempo mostrou ter algumas implicações na qualidade da cartografia final. Por fim, o processo de digitalização, embora expedito, revelou exigir recursos não olvidáveis.

Interessa, por fim, sublinhar os principais resultados obtidos com base na cartografia produzida. O período em análise assistiu a um crescimento muito significativo das áreas edificadas (crescimento global de 160%), que passaram a ocupar 22% da área total em estudo em 2000, quando, em 1950, estas áreas representavam apenas 8% do território. No entanto, os ritmos de crescimento foram diferenciados no tempo: mais moderados no período 1950-1975 (47%) e mais acentuados no período 1975-2000 (75%).

Os ritmos de crescimento foram diferenciados no espaço: o Porto, centro da aglomeração, cresceu sobretudo no período 1950-1975. Matosinhos, Gondomar, Valongo (concelhos da primeira coroa metropolitana) cresceram de modo idêntico em ambos os períodos e os restantes concelhos cresceram sobretudo no período 1975-2000.

A análise de alguns indicadores de forma urbana sugere que a forte expansão das áreas edificadas não foi acompanhada por um aumento proporcional dos padrões de povoamento disperso: verificou-se uma diminuição da proporção de interfaces urbano-rurais, face aos interfaces urbano-urbano; a distância entre edifícios diminuiu, tornando os espaços construídos mais compactos; a proporção de áreas de muito baixa densidade edificada (áreas edificação dispersa) também diminuiu face às restantes áreas de edificação mais densa.

Na área em estudo, todos os indicadores analisados levam a crer que o crescimento das áreas edificadas parece ter sido feito sobretudo pela extensão, colmatação e densificação de áreas edificadas já existentes, contrariando a ideia de disseminação caótica e generalizada de áreas de edificação dispersa¹⁹. Reconhecemos que a natureza dos indicadores, calculados de uma forma global para a área em estudo, mascaram as variabilidades internas, mas estas não negam a tendência dominante.

¹⁹ De frisar que estas conclusões se aplicam exclusivamente à área em estudo. Tais conclusões não são extensíveis ao povoamento isolado, fenómeno que merece estudo próprio.

No sentido de aprofundar o estudo dos processos recentes de urbanização em Portugal Continental (enquanto fenómeno indutor de mudanças na paisagem) e dissecar melhor as hipóteses conclusivas aqui traçadas, estão a ser desenvolvidas novas linhas de trabalho que incluem:

- Reforço da bateria de indicadores e das metodologias de análise;
- Alargamento da área já cartografada e estudada do Noroeste e repetição do mesmo exercício para a metrópole de Lisboa;
- Estudar o comportamento das variáveis com maiores desagregações espaciais, com vista à captação das variabilidades internas dos aglomerados urbanos;
- Comparação dos modelos de expansão urbana nas duas principais metrópoles;
- Definição de áreas de amostragem e tipificação de processos e morfologias urbanas a escalas de maior desagregação espacial.

Referências Bibliográficas

ANTROP, M. (2004) – *Landscape change and the urbanization process in Europe*. Landscape and Urban Planning, 67 : 9-26.

ASCHER, F. (1995) - *Metapolis ou l'avenir des villes*. Edition Odile Jacob. Paris. 345p.

BÜRGI, M., HERSPERGER, A. M., SCHNEEBERGER, N. (2004) – Driving forces of landscape change – current and new directions. *Landscape Ecology*, 19: 857-868.

CAMPOLI, J., MACLEAN, A. (2007) – *Visualizing Density*. Lincoln Institute of Land Policy. 152 p.

COSTA, E.M., ROCHA, J., RODRIGUES, M. (2009) – Urban form analysis employing land cover and spatial metrics: the case of the Lisbon Metropolitan Area. Comunicação apresentada ao *V Congresso Internacional Cidade e Território Virtual*, 2 a 4 de Junho de 2009, Barcelona.

DUBOIS-TAINE, G., CHALAS, Y. (1997) - *La Ville émergente*. Editions de l'Aube. 285 p.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2006) – *Urban Sprawl in Europe – The Ignored Challenge*. EEA Report no. 10/2006. European Commission, Joint Research Centre; European Environmental Agency. Copenhagen 56 p.

GALSTER, G., HANSON, R., RATCLIFFE, M., WOLMAN, H., COLEMAN, S., FREIHAGE, J. (2001) – Wrestling Sprawl to the ground: Defining and Measuring an Elusive Concept. *Housing Policy Debate*. 12(4): 681-717.

- GARREAU, J. (1992) - *Edge City: Life on the new frontier*. Anchor Books. 576 p.
- GASPAR, J. (1999) – Economic Restructuring and New Urban Form. *Fimisterra*. XXXIV(67-68): 131-152.
- HAUMONT, N. E LEVY, J. (1998) - *La ville éclatée. Quartiers et peuplement*. L'Harmattan. 261 p.
- HERRINGTON, J. (1984) – *The Outer City*. Butler & Tanner. Londres.
- IRWIN, E.G. E BOCKSTAEL, N.E. (2007) – The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation. *Proceedings of National Academy of Sciences of United States of America*. 104(52): 20672-20677.
- KASANKO, M., BARREDO, J., LAVALLE, C., MCCORMICK, N., DEMICHELI, L., SAGRIS, V., BREZGER, A. (2006) – Are European cities becoming dispersed? A comparative analysis of 15 European urban areas. *Landscape and Urban Planning*. 77(1/2): 111-130.
- KLIJN, J. A. (2004) – Driving forces behind landscape transformation in Europe, from a conceptual approach to policy options. In Jongman, R. H. G. – *The New Dimension of the European Landscapes*. Wageningen UR: 201-218.
- LO, C.P. (2007) – The application of geospatial technology to urban morphological research. *Urban Morphology*. 11(2): 81-90.
- MARQUES, T., SILVA, F., DELGADO, C. (2009) – A ocupação edificada: delimitação de áreas de densidade homogênea. Comunicação ao Seminário *A ocupação dispersa no quadro dos PROT e dos PDM*, 12 de Novembro de 2009, Évora.
- MCGARIGAL, K. E MARKS, B. (1995) – *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*. General Technical Report PNW-GTR-351. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122 p.
- MONGIN, O. (1995) – *Vers la Troisième Ville?* Hachette. 141 p.
- PINHO, P. E OLIVEIRA, V. (2008) – Cartographic analysis in urban morphology. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 36(1): 107:127.
- SONG, Y. E KNAAP, G.-J. (2004) – Measuring Urban Form: Is Portland Winning the War on Sprawl?. *Journal of the American Planning Association*. 70(2): 210-225.
- TELESCA, L., COLUZZI, R., LASAPONARA, R. (2009) – Urban Pattern Morphology Time Variation in Southern Italy by using Landsat imagery. *Geocomputation and Urban Planning*. Springer Berlin / Heidelberg. 176: 209:222.
- TSAI, Y.-H. (2005) – Quantifying urban form: compactness versus 'sprawl'. *Urban Studies*. 42(1): 141-161.
- VANCE, J. (1964) – *Geography and Urban Evolution in the San Francisco Bay Area*. Institute of Governmental Studies, University of California, Berkeley.
- VERNON, R. (1962) – *Metropolis 1985*. Harvard University Press. Cambridge.

Viard, J. (1994) – *La Société d'Archipel ou les Territoires du Village Global*. Éditions de l'Aube. 126 p.

