

# Aferição do crescimento urbano aplicada a estudos de caso no Grande Porto.

Júlia Maria Lourenço<sup>1</sup>

*Depto. Engenharia Civil, Univ. Minho, Guimarães, Portugal*

## RESUMO

Este artigo propõe uma metodologia de aferição quantitativa do crescimento urbano, a qual é testada em quatro estudos de caso no Grande Porto, desde 1945 até 1990. Tendo em vista a avaliação da influência dos planos territoriais no crescimento urbano, seleccionou-se a *sub-região do Porto*, a primeira área do País em que se pode considerar a existência de um plano-processo. São apresentados e equacionados os critérios de delimitação de fronteiras bem como de homogeneidade e polarização de áreas, selecção de fontes, arquivos e ambiente de trabalho. Aplicam-se extrapolações lineares, curvas de crescimento exponencial e de logística aos dados obtidos mediante interpretação de fotografias aéreas. Procedede-se, ainda, a uma discussão dos resultados obtidos, sendo possível concluir da validade da abordagem metodológica seleccionada no contexto presente.

## 1- INTRODUÇÃO

A aferição quantitativa do crescimento urbano é uma temática que tem sido objecto de um número ainda reduzido de análises em suporte informático a nível micro, isto é, para territórios de dimensão reduzida. Este artigo apresenta o estudo realizado para quatro áreas no Grande Porto, onde se procurou aferir o crescimento de área urbana face aos planos territoriais elaborados para essas mesmas áreas.

Foi utilizada uma conjugação de tecnologia de ponta e fontes documentais tradicionais (planos, plantas topográficas e fotografias aéreas). Neste contexto, foi seguida a abordagem exemplificada no fluxograma patente na figura 1, a qual estipula a selecção de fontes de informação em face dos objectivos a alcançar e das possibilidades de uso computacional. Pode-se considerar que a abordagem proposta está dividida, genericamente, em três fases, onde a 1ª consiste na selecção de fontes e instrumentos de trabalho, a 2ª na delimitação de fronteiras, preparação e tratamento das fontes e a 3ª na efectivação de análises e de medições.

---

<sup>1</sup> Doutora Eng<sup>a</sup>, Técnica Superior Principal da CCRN, Assistente convidada.

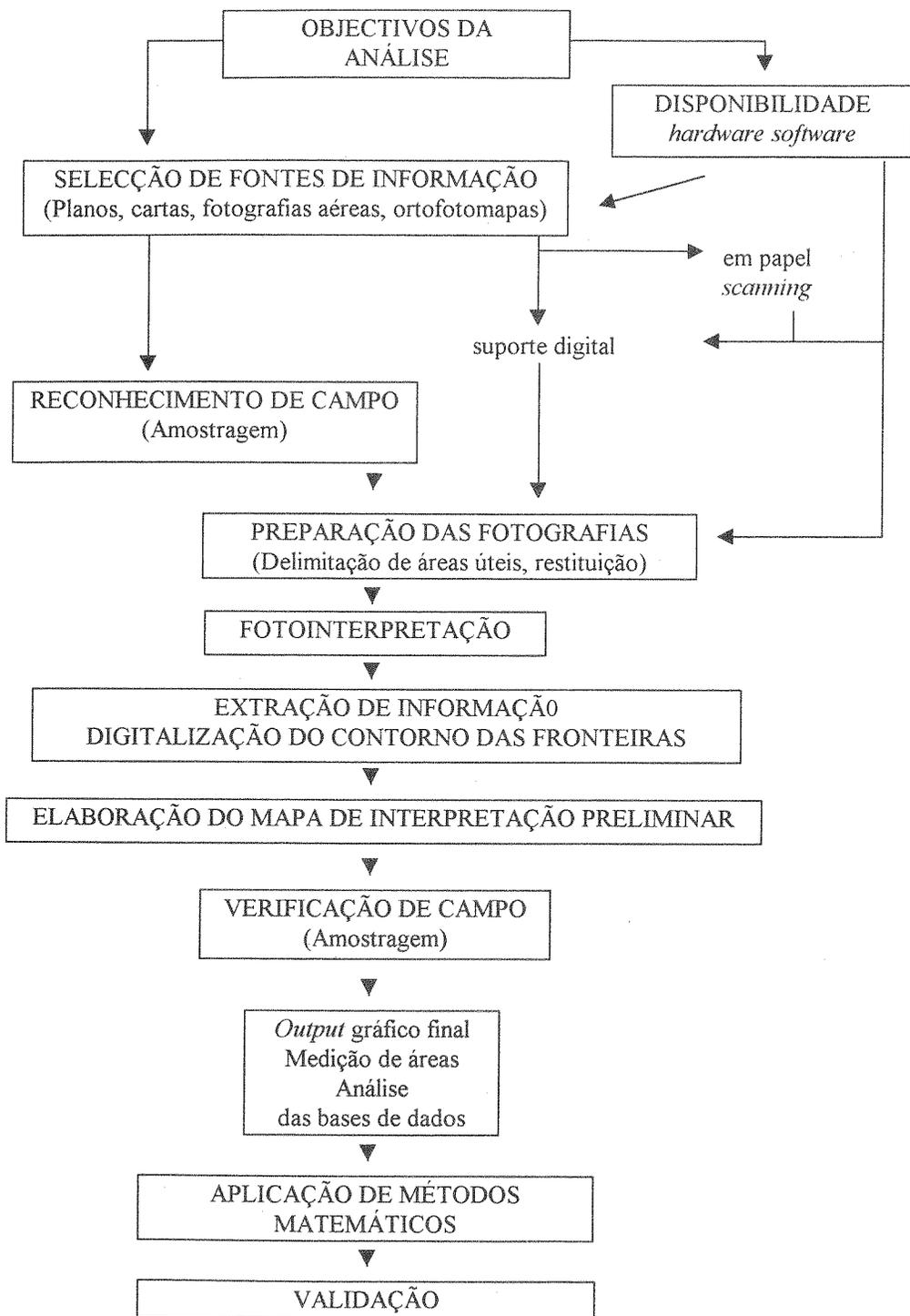


Figura 1 - Fluxograma da metodologia proposta.

## 2 - SELECÇÃO DAS ÁREAS A ANALISAR

Todas as áreas seleccionadas para estudos de caso (ver Figura 2) detêm carácter de singularidade e importância pelas suas características intrínsecas ou pelas propostas de planos. Estas têm vindo a ser seguidas com graus de fiabilidade diferente, num contexto de sucesso relativo das propostas de planos que se vão ajustando ao longo do tempo. Procurou fazer-se a avaliação de planos, aplicada às áreas de expansão urbana, analisando essencialmente duas categorias de uso proposto: os espaços verdes e as zonas industriais.

Com efeito, é do conhecimento comum que estas áreas correspondem a zonamentos críticos que são tendencialmente sujeitos a fenómenos distintos: no primeiro caso, a pressões para alteração dos usos constantes nos planos; no segundo caso, ao "entesouramento" dos terrenos pelos proprietários.

A análise foi direccionada para a *sub-região do Porto*, a primeira área do País em que se pode considerar a existência de um plano-processo desde os anos 30 até ao presente (Lourenço, 1997) e, em especial, as zonas ocidental e oriental da cidade do Porto que apresentam maior potencial de desenvolvimento urbanístico.

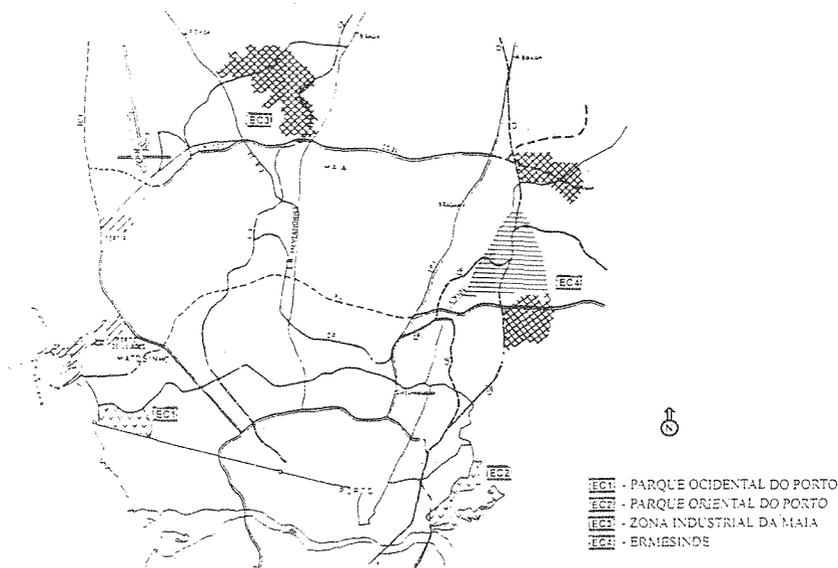


Figura 2 - Localização das áreas dos estudos de caso.

A análise centra-se nas zonas verdes propostas nos planos que foram sendo elaborados para a cidade do Porto, uma vez que as áreas industriais não têm grande significado dada a perda de relevância destas funções dentro do perímetro da cidade. Pode ser constatado que a única zona industrial, planeada e projectada como tal nos anos quarenta, se transformou maioritariamente numa zona de armazenagem (Lourenço, 1997).

Neste contexto, avançou-se para a análise das áreas industriais nos concelhos vizinhos, tendo-se optado por uma análise mais aprofundada na Maia e em Valongo (ver Figura 2). As razões desta escolha prendem-se com a existência de sucessivas propostas de planos territoriais, sendo possível detectar a existência de planos-processo mais incipientes e recentes do que os da cidade do Porto, mas que se evidenciam como paradigmáticos na sub-região do Grande Porto. Esta caracterização é devida à possibilidade de aferição consequente de factores

como o empenhamento político e o nível de desenvolvimento das acessibilidades, temática que sai fora do âmbito do presente artigo.

A delimitação das fronteiras para cada estudo de caso foi estabelecida em função das áreas de influência directa das zonas específicas estudadas. As quatro áreas delimitadas correspondem, em termos quantitativos, a um aglomerado urbano de dimensão intermédia com potencialidades de expansão mas não atingindo o estatuto de cidade média. Naturalmente, em termos reais, consistem em espaços de uma área metropolitana em que não faz sentido a definição de cidade. Salienta-se, a título comparativo, que o limiar da área de um aglomerado está estimado em  $10 \text{ km}^2$  (Costa Lobo, 1995:7) valor este 50% inferior às áreas consideradas para os estudos de caso seleccionados. No entanto, está-se ainda longe da área de  $40 \text{ km}^2$  associada a uma cidade média.

Nesta linha de raciocínio, a delimitação estabelecida pode ser contestada, mas importa realçar, novamente, que resultou de estimativas de áreas de influência, inicialmente para o Parque da Cidade do Porto, que depois se pretenderam homogeneizar para ser possível estabelecer uma base comparativa. Houve, no entanto, o cuidado de englobar, em todos os casos, áreas já urbanizadas na envolvente, ajustando os limites e não os restringindo a uma área quantitativa pré-definida.

Neste contexto, para um valor médio de 1700 hectares (ha), foi permitida uma variação entre os 1500 ha na Zona Ocidental do Porto (já deduzida da área da mancha de mar) e um valor superior de cerca de 1900 ha em Ermezinde, dado ter-se englobado zonas industriais adjacentes que se considerou estarem dentro da área de influência do aglomerado de Ermezinde.

Em suma, as quatro áreas delimitadas obedecem aos seguintes critérios: *i)* localização dentro de um círculo com raio de 7 km; *ii)* cerca de 1700 ha de superfície total para cada uma das áreas de estudo, estabelecida em função de zonamentos críticos para um determinado uso (zonas verdes e zonas industriais); *iii)* sujeição a planos-processo desde pelo menos o início dos anos 70; *iv)* algum grau de variação no âmbito da condução das políticas: de crescimento e uso segregado como na Zona Industrial da Maia e nas restantes três áreas do Grande Porto deixadas, dentro de certos limites, à iniciativa privada pois não se registaram políticas selectivas de urbanização, para além da promoção específica do Parque da Cidade pela Câmara Municipal (C.M.) do Porto e mais recentemente de outras áreas como o Parque Ludo-Tecnológico.

### 3 - SELECÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE TRABALHO

Foi efectuada uma aferição da evolução quantitativa da área urbanizada para os quatro estudos de caso do Grande Porto, mediante leitura das fotografias aéreas de três datas diferentes. Os anos de 1945 e 1970 já tinham sido trabalhados no âmbito do Plano da Região do Porto, tendo sido as áreas urbanizadas cartografadas na escala 1/25000.

As delimitações apresentadas foram confirmadas com as plantas topográficas dos Serviços Cartográficos do Exército; procedeu-se ao varrimento por *scanner* destas cartas bem como das fotografias aéreas (em média, seis por cada área de estudo). Foi aplicado um modelo digital (em função do relevo das zonas seleccionadas) para correcção das fotografias aéreas, tendo-se então procedido à interpretação e delimitação das áreas urbanizadas. Dada a qualidade das fotografias aéreas utilizadas (esc. 1/15000, policromadas, voo da ACEL de 1990) pensa-se ter obtido uma delimitação com significativo rigor das áreas urbanizadas entre

1970 e 1990. Em casos de dúvida, de que são exemplo significativo, os movimentos de terra no Parque da Cidade do Porto, fez-se visita de campo, para aferir dos mesmos.

Assim, a delimitação da área urbana para este estudo incluiu toda a área contínua coberta com cimento ou com estruturas de outro material, englobando zonas industriais, vias, logradouros, pequenos jardins e todas as áreas dispersas construídas no território delimitado.

Excluiu-se a utilização de imagens de satélite, disponíveis a partir da década de 70, pois não permitiriam uma boa aferição das áreas urbanizadas mesmo utilizando a mais recente, a SPOT 3, com níveis de resolução elevados de 10 m\*10 m. Como tal, seriam inevitáveis, as necessidades de cruzamento com as fotografias aéreas, como o provam os trabalhos conhecidos sobre estes temas (CCRN, 1993; PROZED, 1991; Veiga, 1989), pelo que se optou então por utilizar apenas estas últimas.

No futuro, com um decréscimo significativo do custo das imagens satélite e dadas as vantagens oferecidas pela detecção remota em termos de disponibilização imediata das respectivas imagens, cobertura regular de áreas extensas, classificação automática a partir do momento em que esta esteja aferida segundo critérios fidedignos (sobre esta problemática ver Caetano et al., 1997), poderá vir a ser possível efectuar a monitorização de áreas urbanas por esta via.

Actualmente, os ortofotomapas afiguram-se como a alternativa credível para uma boa aferição de áreas urbanas e urbanizáveis. Têm a vantagem de já estarem corrigidos planimetricamente, não obrigando a um trabalho muito moroso e poderão conduzir a bons resultados no caso de se dispor da altimetria digitalizada. Como óbices a esta solução, estão em primeira linha um custo financeiro significativamente acrescido e um volume de informação muito maior (dada a escala 1/10000, a que são produzidos), o que traz algumas dificuldades no transporte e manuseamento da informação. Constata-se ainda que a cobertura fotográfica pode não ser recente.

Uma última solução poderá consistir na análise e posterior mapificação das licenças de construção e habitabilidade concedidas, mas trata-se de um trabalho moroso e sujeito a alguns erros de interpretação da localização, necessitando de aferição em campo dada a discrepância (tendencialmente em decréscimo) entre a emissão de licenças de construção e de habitabilidade.

Salienta-se que o licenciamento municipal é um dos sectores que, uma vez informatizado, poderá fornecer, em tempo real, a informação mais valiosa à monitorização de um PDM - os fenómenos de transformação do território (Antunes Ferreira, Baptista e Silva, 1994:14). Mas repare-se que embora a CM Porto tenha sido pioneira ao nível do País, na criação de uma base de dados urbanos (Viegas, 1992:70) e possua, inclusivamente, estes levantamentos já aferidos em campo por equipas, os mesmos continuam por validar e sem associação da base de dados alfa-numérica à parte gráfica. Aliás, desde os anos 60, a Secretaria dos Serviços de Licenciamento de Obras da CM Porto, efectua apanhados estatísticos anuais sobre as áreas licenciadas e as construídas, designadamente por tipo de uso e por número de pavimentos, agregadas por freguesias da cidade, mas estas estatísticas dos processos de transformação do território não tem tido aplicação directa para fins de planeamento urbano.

Numa abordagem realista, afigura-se que a actualização periódica da cartografia relativa à extensão das áreas urbanizadas, que deveria ser adoptada por todas as CM, para um controlo da evolução do seu território, poderá estar ainda distante. Resta, neste contexto, o recurso a métodos rápidos e exteriores aos próprios serviços que detêm essa informação, uma vez que esta não está trabalhada e como tal não responde às necessidades do planeamento.

#### 4- RESULTADOS OBTIDOS

Tendo sido justificada a utilização das fotografias aéreas como solução de recurso perfeitamente credível, fica-se então limitado às datas dos voos: refira-se que apenas algumas localidades do País têm fotografias aéreas tiradas na década de 20 e que só brevemente estará disponível o voo de 1995 para todo o País. Não seria pois possível retroceder no tempo ou conseguir informação mais actualizada, tendo-se optado por considerar três fases de crescimento: 1ª - até aos anos quarenta, 2ª - período 45/70, 3ª - período 70/90.

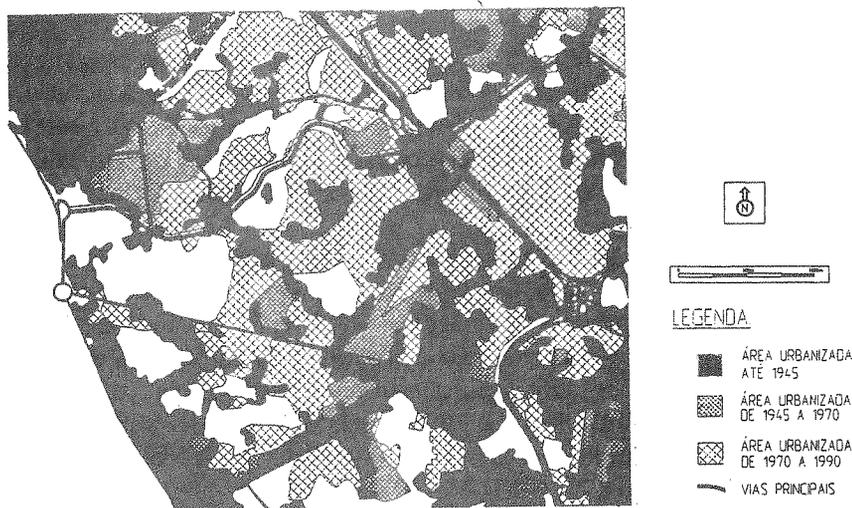


Figura 3 - Evolução da Área Urbanizada na Zona Ocidental do Porto (1945 -1990).



Figura 4 - Evolução da Área Urbanizada na Zona Oriental do Porto (1945 -1990).



Figura 5 - Evolução da Área Urbanizada na Zona da Maia (1945 -1990).



Figura 6 - Evolução da Área Urbanizada na Zona de Ermezinde (1945 -1990).

Assim, foram estabelecidas as seguintes áreas cujo crescimento urbanístico pode ser traduzido em curvas de tipo exponencial (1) e logística (2) às quais correspondem índices que se apresentam no Quadro 1:

$$S(t) = a + b * e^{c*t} \quad (1)$$

$$S_1(t) = k / (1 + e^{a_1 - b_1 t}) \quad (2)$$

Quadro 1 - Coeficientes das curvas de evolução da área urbanizada.

Áreas de Estudo	a	b	c	k	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>
Maia	266,25	0,00431	0,1288	1640,6	86,45	0,0433
Ermezinde	371,57	0,00190	0,1351	1920,0	62,25	0,0312
Z. Ocidental Porto	599,20	0,1439	0,0928	1454,3	102,73	0,0524
Z. Oriental Porto	696,80	0,1629	0,0809	1666,8	32,10	0,0163

Fonte: Cálculos próprios.

Um primeiro ajustamento a uma curva exponencial aplicando o método dos mínimos quadrados para cada zona permite constatar coeficientes semelhantes para cada par de zonas, consoante pertençam à cidade do Porto ou aos dois concelhos vizinhos (ver Figura 7). Isto parece traduzir uma maior dependência em valores absolutos das áreas a urbanizar relativamente ao total da área já urbanizada à partida, o que poderá não ser verdade a partir de certo limiar de crescimento. Efectivamente, não se dispõe de elementos com representatividade estatística que permitam generalizar as conclusões obtidas, extrapolando para fora da área considerada e para além dos períodos de tempo analisados.

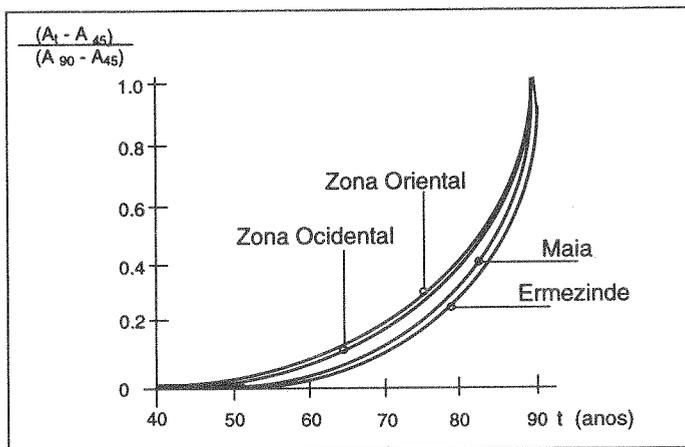


Figura 7 - Curvas de crescimento da área urbanizada no Grande Porto.

Com efeito, estes valores apenas representam os acréscimos de área verificados nestes 50 anos e não podem ser extrapolados fora deste período. Repare-se que as curvas de tipo exponencial representadas na Figura 7, não podem continuar a aumentar indefinidamente e irão tender para limites de cerca de 1700 hectares. Embora as duas zonas da cidade do Porto já se encontrem em crescimento de razão decrescente, tendo ultrapassado o ponto de inflexão, podem vir a demorar igual período de tempo para os mesmos acréscimos de área urbanizada como se comprova pela aplicação das curvas de logística.

Foi possível estimar o crescimento de área urbanizada no Grande Porto, destacando-se o crescimento de 500 ha na Zona Ocidental do Porto, no período de 1970 a 1990, como se pode observar da leitura do Quadro 2. Tratou-se do maior crescimento quantitativo de área urbanizada (média anual de 25 ha) no conjunto das áreas estudadas mas é importante referir que ocorreu num período em que estavam já construídos o sistema viário estruturante, equipamentos determinantes e lançado um fenómeno de zona da cidade "na moda". Aliás, este valor é comparativamente superior aos verificados para o mesmo período temporal em áreas planeadas da Grande Lisboa como Chelas, Restelo ou a área do Plano Integrado de Almada.

Quadro 2 - Estimativas do Crescimento de Área Urbanizada (ha).

Período	Maia	Ermezinde	Zona Ocidental do Porto	Zona Oriental do Porto
(...) -1945	248,75	393,67	618,22	720,70
1946-1969	46,70	88,04	98,69	50,68
1970-1990	476,66	420,17	504,22	212,35

Fonte: Cálculos próprios

## 5 - CONCLUSÕES

Da análise efectuada para as quatro áreas de estudo abrangendo em média cerca de 1700 ha, obteve-se que o crescimento em área urbanizada absoluta variou mais em função:

- do período atravessado pela sociedade em geral (compare-se a situação vivida nas quatro áreas, de crescimento diminuto nos anos de 1945 a 1970, com o disparo da urbanização nos vinte anos seguintes) do que da existência de planos, já elaborados a partir dos anos 40, para as duas áreas da cidade do Porto e para Ermezinde;

- de níveis de acessibilidades externas (zona Ocidental do Porto e Maia, mais favorecidas) e fenómenos de "moda" (zona Ocidental do Porto), do que de um nível de urbanização anterior (Zona Oriental do Porto detendo a maior quantidade de área urbanizada em 1945, cresce até 1970 metade da Zona Ocidental ou de Ermezinde e até 1990 metade das restantes três áreas; a Maia, partindo da menor área urbanizada em 1945, tem tendência a inverter esta situação relativamente a Ermezinde, revelando já maior crescimento de área urbanizada no período 70/90);

- de variáveis não controladas pelos modelos matemáticos tradicionalmente utilizados, desde os mais simples como uma extrapolação linear de tendências de crescimento passado aos mais complexos e mais adequados à realidade como uma curva de logística associada ao crescimento da população.

No entanto, foi possível confirmar para os quatro casos analisados a utilização do número empírico recomendado para o cálculo de uma área de expansão urbana, com o objectivo de contrariar a especulação fundiária devida a escassez de oferta de solo para urbanizar (Normas Urbanísticas, 1993). Efectivamente, nos dois períodos estudados para as quatro áreas a variação entre os extremos dos coeficientes da extrapolação linear foi sensivelmente tripla, resultado este que corrobora a recomendação de se multiplicar por três as necessidades estimadas com base no crescimento verificado nos últimos dez anos (recomendação circunscrita na prática, geralmente, aos últimos três anos) abarcando, assim, quer as áreas de menor crescimento quer as que tiveram maior crescimento de superfície urbanizada.

Por último, confirma-se que as vantagens da abordagem mista utilizada (fontes documentais tradicionais trabalhadas em meio computacional) residem na celeridade da obtenção de resultados, autonomia face a arquivos desactualizados ou omissos, produção automática de cartografia temática credível e ainda armazenamento em base de dados, permitindo um tratamento e modelação numérica com potencialidades.

## REFERÊNCIAS

- Antunes Ferreira, J.; Baptista e Silva, J. (1994). A monitorização de Planos Directores Municipais. *A Gestão Pós-PDM, VII Jornadas da S.P.U.*, Évora, Lisboa: Sociedade Portuguesa de Urbanistas.
- Caetano, M.; Santos, J.P.; Navarro, A. (1997) Uma metodologia integrada para produção de cartas de uso do solo utilizando imagens de satélite e informação geo-referenciada não espectral. *Cartografia e Cadastro*, nº 6, pp.71-78, Lisboa: Instituto Português de Cartografia e Cadastro.
- CCRN – Comissão de Coordenação da Região do Norte (1993). *Estratégia Supra-Municipal de Ordenamento do Território da Fachada Fluvio-Marítima do rio Douro: do Inha ao Atlântico*, Porto: CCRN.
- CCRN – Comissão de Coordenação da Região do Norte (1991). *Plano Regional de Ordenamento da Zona Envolvente do Douro*, Relatório 5, Porto: CCRN.
- Costa Lobo, M. C. (1995). Planeamento Urbano em Portugal. *Sociedade e Território*, nº 21 [Dossier: (sub)urbanismos e modos de vida], pp. 8-17, Porto: Afrontamento.
- Costa Lobo, M. C.; Pardal, S.; Sousa Lobo, M.; Correia, P.V.D. (1993). *Normas Urbanísticas*, Lisboa: Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano.
- Lourenço, J. M. (1997). *Instrumentalização do Plano-Processo. Uma aplicação às áreas a urbanizar*, Dissertação de doutoramento em Eng. Civil, Lisboa: Instituto Superior Técnico/Universidade Técnica de Lisboa.
- Pacheco Marques, C.(1991). *A fotografia como meio de detecção remota em levantamentos urbanísticos*, Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes.
- Veiga, T. C. (1989). *Remote Sensing Techniques and Computer Assisted Methods: a contribution towards planning and monitoring the development of the city. Case Study*

*Bento Gonçalves - R.S, Brasil. Tese de Mestrado, Enschede: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC).*

Viegas, J. M. (1992). A Base de Dados Urbanos do Porto: Aplicação Pioneira de Novas Tecnologias no Planeamento Urbanístico. *Sociedade e Território*, nº 16 [Dossier: Informação Geográfica e Informatização dos Municípios], Porto: Afrontamento.