



Volume 2

Um futuro sustentável  
Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento

18 a 20 de Abril de 2007, Universidade de Aveiro

# Ficha Técnica

9ª Conferência Nacional do Ambiente

ISBN: 978-972-789-230-3

## Nota explicativa

Esta publicação contém as comunicações apresentadas na 9ª Conferência Nacional do Ambiente, realizada na Universidade de Aveiro, de 18 a 20 de Abril de 2007.

## Editores

Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Elisabete Figueiredo,  
Filomena Martins, Luís Arroja, Teresa Fidélis

## Desenho da capa

Luís Pinto

## Impressão

Grafigamelas  
Abril de 2007

## Edição

Departamento do Ambiente  
Universidade de Aveiro

## Tiragem

350 exemplares

(Impressos em papel reciclado)

# Indicadores de avaliação na estrutura verde da cidade de Bragança

*Gonçalves\*, A., Carvalho, A., Veloso, M., Miranda, C., Rodrigues, O.,*

*Nunes, L., Castro, J.P. e Feliciano, M.*

*Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança*

*Campus de Santa Apolónia - Apartado 1172 - 5301-854 BRAGANÇA*

## SUMÁRIO

No âmbito do Projecto de Plano Verde da Cidade de Bragança e do Projecto POCI/AMB/59174/2004, a Escola Superior Agrária desenvolve um estudo que tem como elemento central de análise os espaços verdes urbanos. A relevância destes espaços reside na grande diversidade de funções de carácter ambiental, social/psicológico, urbanístico e económico que desempenham.

O presente estudo teve por objectivo o desenvolvimento de um conjunto de indicadores que servem de base à análise de estrutura verde urbana da cidade de Bragança, considerando as componentes: vegetação, superfície, captação, forma e distância.

No seu conjunto, os indicadores desenvolvidos fornecem informações quantitativas sobre o estado dos espaços integrantes da estrutura verde urbana, podendo ser usados em apoio ao seu planeamento e gestão, e integrados na definição de cenários, que poderão ser desenvolvidos tendo em conta valores de referência e a comparação com os valores registados em outras realidades urbanas.

## INTRODUÇÃO

Os espaços verdes surgem como elementos centrais na formulação das cidades, desempenhando importantes funções de melhoria da qualidade do ambiente urbano (Givoni, 1991; Hough, 1998; DGOT, 1992). Entre os seus múltiplos benefícios podemos contar: benefícios ambientais, relacionados com a forma como estes influenciam a qualidade do ambiente térmico, acústico e atmosférico; benefícios sociais, motivados pelo reforço dos mecanismos de interacção social e de qualidade de vida no espaço urbano; benefícios urbanísticos, pela forma como os espaços verdes contribuem para o correcto enquadramento dos elementos urbanísticos e arquitectónicos, e pela forma como podem ser utilizados para proteger elementos de especial valor biofísico, integrando uma estrutura ecológica urbana; e benefícios económicos, que, indirectamente, resultam da formulação de uma cidade atractiva e com uma melhor qualidade de vida.

A utilidade dos espaços verdes em meio urbano depende, no entanto, das suas características e da forma como estes se distribuem de forma equilibrada no seio do tecido urbano, para que tal aconteça, a formulação de uma estrutura verde urbana deve ser devidamente apoiada por iniciativas integradas de planeamento e gestão.

Nos Instrumentos de Gestão Territorial portugueses encontramos elementos que potenciam a formulação de propostas integradas, que passam pela definição de estruturas ecológicas concelhias e urbanas, presentes nos Planos Municipais de Ordenamento do Território, no

entanto, esta formulação carece de um enquadramento específico, capaz de avaliar, de modo integrado, os elementos desta importante componente, com grande influência sobre a qualidade de vida da população.

Em resposta a este desafio, vêm-se desenvolvendo um conjunto de planos específicos, denominados Planos Verdes, que visam enquadrar e formular estratégias de planeamento e gestão dos espaços verdes, são disso exemplo as iniciativas desenvolvidas em Lisboa (Telles, 1997) e Loures (Magalhães et al., 2003)

As múltiplas funções dos espaços verdes, integrados numa complexa realidade urbana, fazem com que os indicadores sejam elementos indispensáveis à sua interpretação. Para além dos elementos de caracterização espacial e dos elementos que podem ser encontrados nestes espaços (flora, fauna, mobiliário, forma, etc.), cabe igualmente avalia-los, no seu conjunto, com elementos de interacção com a população e o edificado, permitindo múltiplas leituras complementares, assim como estabelecer uma base quantitativa de análise, a partir da qual formular cenários coerentes com os objectivos propostos.

O Plano Verde da Cidade de Bragança, iniciado em 2006, surge como um instrumento de apoio à autarquia local, pela definição de um modelo de estrutura verde urbana, secundado por um conjunto de elementos técnicos de apoio à sua correcta implementação e gestão. No âmbito deste projecto, a presente comunicação descreve e avalia a aplicação os indicadores de estrutura verde da cidade de Bragança. Elementos constantes deste estudo são igualmente utilizados no Projecto POCI/AMB/59174/2004 – Impacto do Espaços Verdes na Qualidade do Ambiente Urbano.

## ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

O ponto de partida da análise da estrutura verde consistiu na classificação, numa perspectiva funcional, dos espaços verdes e livres urbanos, para o efeito usou-se como referência o modelo proposto pela Associação Espanhola de Parques e Jardins Públicos (cit. in Palomo, 2003), adaptado para melhor responder às características funcionais dos espaços presentes na cidade de Bragança. Como resultado desta classificação, obtiveram-se 11 classes funcionais: Espaços Verdes (formais), Espaços Expectantes, Espaços de Interligação, Espaços Ligados ao Tráfico, Espaços Singulares, Espaços Ligados a Equipamentos, Espaços em Solo Residencial, Espaços em solo industrial, Espaços Agrícolas, Bosques e Viveiros. Para desenvolver este levantamento utilizou-se o software ArcGis 9.1.

A análise subsequente passou pela caracterização dos diferentes espaços, definindo-se duas abordagens complementares: a primeira, mais detalhada, aplicada aos espaços verdes camarário; a segunda, mais genérica, desenvolvida para os espaços livres urbanos, não asfaltados e sem construções. Adicionalmente, outros elementos necessários à definição dos indicadores foram preparados a partir de informação disponível, entre estes encontram-se: os dados de caracterização sócio-demográfica por subsecção (dados obtidos junto do Instituto Nacional de Estatística e relativos ao ano de 2001), e dados de caracterização física do espaço urbano, incluindo o edificado, o sistema viário, equipamentos, entre outros. A informação compilada e georeferenciada, serviu de base à elaboração dos indicadores.

A aplicação dos indicadores foi acompanhada pela definição de padrões pelos quais avaliar os resultados obtidos, consistindo na comparação com:

- Valores de Referência – Correspondendo a valores guia, apresentados por instituições ou autores de referência, que constituem um padrão de qualidade, podendo ser utilizados na definição de metas a atingir em acções de planeamento; e

- Comparação com casos outras cidades – permitindo comparar com diferentes realidades urbanas, podendo estes elementos ser interpretados numa lógica de evolução temporal.

## **PROPOSTA DE INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA VERDE URBANA**

### **Indicadores de Vegetação**

Os indicadores de vegetação avaliam a condição da flora presente nos espaços verdes, tendo-se considerado os seguintes elementos:

Grau de diversidade que descreve (i) a variedade de famílias botânicas e espécies; (ii) os tipos de porte (proporção de espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas) e de folhagem (perene, marcescente ou caduca); (iii) a respectiva distribuição equilibrada, tendo em conta os objectivos e a funcionalidade do espaço verde.

Composição que analisa por estrato (árvores, arbustos, herbáceas): (i) a origem da espécie (exótica, invasora, autóctone, local, outra); (ii) os aspectos morfológicos e fisionómicos relevantes (porte, forma da copa, disposição dos ramos, duração, forma, textura e cor da folhagem, floração e frutificação); (iii) a adaptação e resistência (condições de solo e clima, agentes patogénicos, más práticas); (iv) o interesse da sua utilização (aroma, cor, porte, época de floração e frutificação, ambiental); (v) parte com maior destaque (copa, silhueta, casca, ramagem, folhas, flores, frutos).

Instalação, manutenção e conservação que avalia, tendo em atenção os objectivos e a funcionalidade dos espaços verdes, (i) a adequação da espécie (adaptada ao tipo de solo e clima, ao espaço disponível, instalação em relação aos equipamentos presentes e ao edificado, à funcionalidade); (ii) a correcta manutenção (poda, rega, protecção, estado sanitário); (iii) a estrutura da vegetação (árvores isoladas, dispersas, alinhadas, bosquetes, canteiros, parcelas, outra); (iv) o grau de cobertura do espaço (no caso dos arbustos e herbáceas); (v) a conservação e estado geral (podas adequadas, ausência de feridas, falhas de plantação, espécies mortas ou decrépitas, vandalismo).

A avaliação foi qualitativa (descrição dos parâmetros considerados) e quantitativa nos casos aplicáveis (total de 12 parâmetros). A avaliação quantitativa da diversidade e da composição corresponde à proporção de famílias e/ou espécies e de portes e dentro de cada grupo à percentagem de espécies caducas e perenes. No caso da instalação, manutenção e conservação foi utilizada para o efeito uma escala numérica, atribuindo valores inteiros de 1 (mau/ausente/destruído) a 5 (muito bom/presente/conservado). A classificação final depende do somatório dos valores individuais atribuídos a cada parâmetro (ver Quadro 1). A partir da avaliação no terreno, os elementos analisados foram georeferenciados e integrados num SIG. O número de parâmetros poderá ser ampliado para integrar outros aspectos relevantes.

Quadro 1- Classificação final e categorias de avaliação

Categoria/Estado	Valor	Intervalos	Classificação Final
Muito Bom / Conservado	5	>48 – 60	Muito Bom
Bom / Afectando pouco	4	>36 – 48	Bom
Aceitável / Afectando	3	>24 – 36	Aceitável
Medíocre / Afectando muito	2	>12 – 24	Medíocre
Mau / Destruído	1	12	Mau

Esta análise, que incide sobre os espaços camarários, será completada por uma avaliação do coberto vegetal presente nos espaços livres, cujo desenvolvimento e aplicação ainda se encontra em fase de desenvolvimento.

## Indicadores de superfície

A análise dos espaços verdes iniciou-se com a quantificação da área de superfície afecta aos espaços verdes camarários, às diferentes tipologias dos espaços livres e, por estimativa, aos espaços pavimentados e construídos. Para o efeito utilizou-se o software Arcview 3.1, com a extensão Patch Analyst, tendo sido possível calcular os seguintes indicadores:

- Percentagem de Superfície Urbana - Reflecte a dimensão relativa dos diferentes tipos de ocupação, usando-se como referência a área do perímetro urbano da cidade de Bragança.
- Dimensão Média (Mean Patch Size) – Reflecte a dimensão média das diferentes tipologias de espaços, sendo acompanhado pelo desvio padrão e a moda, fornecendo elementos que permitem comparar as diferentes tipologias.

A área de superfície dos espaços verdes constitui um parâmetro central na construção de outros indicadores. A grande diversidade de valores de área traduz um valor funcional diferenciado, razão pela qual, utilizando para o efeito patamares dimensionais de referência, se estabeleceram três níveis de análise: espaços com qualquer valor de área (todos), espaços com uma dimensão superior a 1000 m<sup>2</sup> e espaços com uma dimensão superior a 5000 m<sup>2</sup>. Os limiares quantitativos expressos nos dois últimos patamares expressam a selecção de áreas com crescente valor funcional, sendo posteriormente integrados na construção de outros indicadores.

## Capitação

A capitação expressa a relação entre a superfície de espaços verdes e a população servida por estes elementos. Este rácio é um indicador da disponibilidade de espaços por população servida, podendo igualmente ser relativo ao edificado. A capitação foi aplicada à totalidade dos espaços verdes, bem como às diferentes tipologias e patamares dimensionais. O cálculo da capitação incidiu separadamente sobre:

- Os espaços públicos camarários - expressando a disponibilidade de espaços formais com uso directo pela população.
- Os espaços livres urbanos – expressando a disponibilidade de espaços com vegetação e desempenhando funções complementares e contribuindo significativamente para a melhoria das condições ambientais locais.

## Indicadores de forma

Tendo por base os polígonos que descrevem a forma dos espaços verdes urbanos, utilizou-se a extensão Patch Analyst para ArcView 3.2 para determinar elementos que caracterizam a forma dos espaços verdes, recorrendo-se, em particular, a dois indicadores:

- Índice de Forma (Mean Shape Index) – Representa o valor médio do perímetro das parcelas (m) dividido pela raiz quadrada da área (m<sup>2</sup>) ajustada por uma constante. Quantifica a complexidade da forma das parcelas numa paisagem. Valores próximos da unidade reflectem formas simples, circulares, enquanto valores altos representam formas alongadas.

- Dimensão fractal (Fractal Dimension) – A dimensão fractal é o resultado de duas vezes o logaritmo do perímetro (m) dividido pelo logaritmo da área das parcelas (m<sup>2</sup>). Valores próximos de um representam perímetros simples, variando até dois com perímetros complexos.

Tradicionalmente relacionados com a ecologia, estes indicadores vêm sendo incorporados na avaliação dos espaços urbanos, esperando-se que, juntamente com outros indicadores, se possa estabelecer relações de causalidade com a viabilidade funcional dos espaços.

## Indicadores de Distância

A distância a percorrer constitui uma importante condicionante ao uso dos espaços verdes urbanos, variando os requisitos de proximidade em função das características dos diferentes espaços e do modelo de utilização pretendido, este último relacionado com os utentes e com a frequência do uso.

No cálculo dos indicadores de distância utilizaram-se funções da extensão Spatial Analyst do Software ArcGis 9.1, obtendo-se diversos indicadores:

Distância média entre parcelas – avalia o isolamento entre parcelas no espaço urbano;

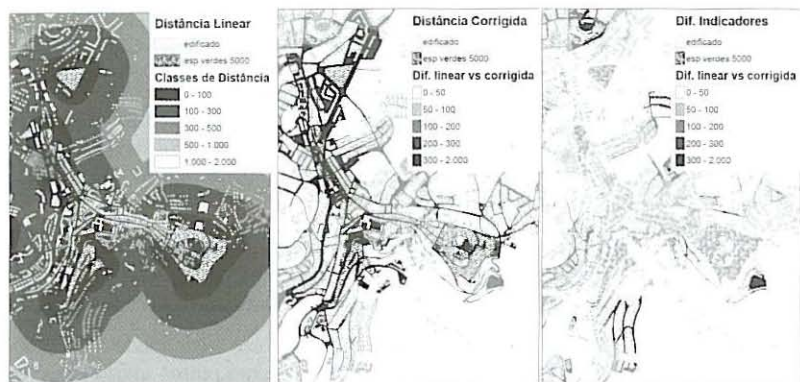
Distância geográfica linear – resulta da representação espacial, na forma de auréolas, das classes de distância linear aos espaços verdes (Figura 1);

Distância geográfica corrigida – obtido por recurso a uma matriz de permeabilidade onde se delimitam os espaços acessíveis da malha urbana, sobre a qual se desenha a matriz de distância corrigida (Figura 2). Este indicador apresenta diferenças significativas quando comparado com o modelo linear, como fica patente na Figura 3, no caso do estudo dos espaços verdes camarários com mais de 5000 m<sup>2</sup>;

Relação distância/população – usando valores de referência quanto à distância a percorrer, traduzidos em auréolas espaciais em torno dos espaços verdes, estima-se, tendo por base dados estatísticos espaciais, qual a fracção da população situada a distâncias iguais ou inferiores ao alcance definido. A distribuição da população é estabelecida tendo por base os dados fornecidos por subsecções, considerando-se, para efeitos de aproximação à realidade, uma distribuição uniforme da população em função do edificado;

Relação distância/edificado – Semelhante ao indicador anterior, avalia a fracção de edifícios no seio da auréola definida.

Os diversos indicadores foram inicialmente calculados para a globalidade dos espaços verdes, efectuando-se, posteriormente, uma leitura por tipologias de espaços verdes.



Figuras 1 a 3 (Da esquerda para a Direita): 1 - Distância linear aos espaços verdes camarários com mais de 5000 m<sup>2</sup>; 2 - Distância corrigida à matriz de permeabilidade para os espaços verdes camarários com mais de 5000 m<sup>2</sup>; 3 - Diferença entre distância corrigida e a distância linear) para espaços para os espaços verdes camarários com mais de 5000 m<sup>2</sup>.

## CONCLUSÃO

O Quadro 2 resume as características do conjunto de indicadores de avaliação da estrutura verde da cidade de Bragança.

Quadro 2 - Resuma as características do conjunto de indicadores de avaliação da estrutura verde da cidade de Bragança.

1 - Indicadores de Vegetação	Descrição	Unidades Admissíveis	Valor Actual	Alguns Valores de Referência
2 - Indicadores de Distribuição	2.1 - Percentagem de Distribuição 2.2 - Dimensão Média	Percentagem (%) Área (m <sup>2</sup> )	Espaços Verdes Cam. - 1,60% Espaços Livres - 55,93 Area Utilizáveis - 30 Tudo os EV - 140,83 EV maiores 1000 m <sup>2</sup> - 1.216,06 EV maiores 1000 m <sup>2</sup> - 1.850,69 Espaços Verdes - 3,32 Espaços Livres - 309,65	- Espaços verdes - 10% da superfície urbana (Pavina, 2003) - Dados de: Ficheiro Verde (GEA, 2002) - 5000 m <sup>2</sup> - Valor de referência para os espaços verdes municipais (GEA, 2002)
3 - Cobertura	Estima a existência de espaços por cobrir com a ajuda da permeabilidade	Área (m <sup>2</sup> ) Áreas (m <sup>2</sup> )		30 m <sup>2</sup> / Área do Verde Placard e 10 m <sup>2</sup> / Área (Estrutura Verde Occidental, ODDT, 1992); 20 m <sup>2</sup> / Área (Ocidental) e 20 m <sup>2</sup> / 120 m <sup>2</sup> área de cobertura para habitação (Ordem n.º 1136/2001); 25 m <sup>2</sup> / Área (Ordem n.º 2003) e 10 m <sup>2</sup> / Área (Ordem n.º 1992).
4 - Indicadores de Forma	4.1 - Índice de Forma 4.2 - Dimensão Fractal	Admissíveis Admissíveis	1º Patamar - 1,00 2º Patamar - 1,30 3º Patamar - 1,54 2º Patamar - 1,11 3º Patamar - 1,54	Limite entre 1 e 1,50 m <sup>2</sup> (Kitchin, 1998). Limite entre 1 e 1,50 m <sup>2</sup> (Kitchin, 1998).
5 - Indicadores de Qualidade	5.1.1 - Distância Linear 5.1.2 - Distância Corrigida 5.2 - Distância média entre parcelas 5.3 - Distância Permeabilidade	Distância (m) Distância (m) Distância (m) Percentagem (%)	Repercussão Cartográfica Repercussão Cartográfica 1º Patamar - 61,32 2º Patamar - 10,01 3º Patamar - 19,01 1º Patamar - 328 2º Patamar - 11,9 3º Patamar - 51,88 %	Distância máxima em função da taxa de espaço verde (ODDT, 1992) Distância máxima em função da taxa de espaço verde (ODDT, 1992) Limite máximo de 500 (Ordem 2003) Dados de: Ficheiro Verde (GEA, 2003)

Nota - Patamares de análise: 1º Patamar - Espaços Verdes Camarários; 2º Patamar - Espaços Verdes com dimensões iguais ou superiores a 1000 m<sup>2</sup>; 3º Patamar - Espaços Verdes com dimensões iguais ou superiores a 5000 m<sup>2</sup>.

No seu conjunto, os indicadores de avaliação da estrutura verde, como um instrumento de gestão, poderão ser utilizados para:

Descrever, por intermédio de valores ou escalas quantitativas, um retrato fiel da estrutura verde e das suas características, avaliando-os os elementos singulares ou no seu conjunto e como elementos singulares;

Avaliar a progressão da estrutura verde na perspectiva temporal e espacial, como forma de compreender os mecanismos de mudança e evolução do sistema urbano;

Servir de base à identificação de objectivos e metas de planeamento, passíveis de serem monitorizados e avaliados ao longo do tempo;

Orientar a gestão do espaços verdes tendo por referencia patamares de qualidade e a comparação com outras cidades.

No caso particular dos indicadores de vegetação, estes podem ser usados para estabelecer princípios que permitam orientar a gestão adequada destes espaços.

O desenvolvimento e aplicação de indicadores como instrumentos de apoio ao planeamento e gestão dos espaços verdes constitui uma tarefa ainda incompleta, procurar-se-á desenvolver e aplicar indicadores complementares que permitam reforçar a análise, em especial, por recurso a elementos complementares de avaliação, casos da fauna e das percepções da população face aos espaços verdes urbanos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambiente Italia. 2003. European common indicators: towards a local sustainability profile. Ambiente Italia, Milão
- DGOT (1992). Espaços Verdes Urbanos, Direcção Geral do Ordenamento do Território, Lisboa.
- EEA (2002). European Environment Agency. 2002. Towards an urban atlas: assessment of spatial data on 25 European cities and urban areas. areas.. Environmental issue report no. 30. European Environment Agency. Office for the Official Publications of the European Communities. Luxemburgo.
- Givoni, B. (1991). Impact of Planted Areas on Urban Environmental Quality: A review. Atmos. Environ. Part B. Urban Atmosphere, 5(3): 289-299.
- Hough, M. (1998). Naturaleza y Ciudad. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- Magalhães, M.R. (coord) (2003). Plano Verde do Concelho de Loures, Instituto Superior de Agronomia, Secção Autónoma de Arquitectura Paisagista. Julho, Lisboa.
- Ribeiro Telles, G.(coord.) (1997). Plano verde de Lisboa. Edições Colibri.
- Rutledge D. (2003). Landscape Indices as Measures of the Effects of Fragmentation: Can Pattern Process?. DOC. Science Internacional Séries 98. Departement of Conservation Wellington.