

## Geografia, Ecologia da Paisagem e Teledetecção Enquadramento – Contextualização

Pedro Cortesão Casimiro<sup>1</sup>

It is the theory that decides what we can observe  
Albert Einstein

### 1. Introdução

Em três artigos anteriores<sup>2</sup>, foram apresentados: “os princípios básicos e métodos propostos pela Ecologia da Paisagem, sobretudo na sua vertente de análise quantitativa da paisagem (mosaico)”, foi “exemplificada a análise de padrões espaciais de uso do solo – coberto vegetal através da quantificação da estrutura da paisagem, método utilizado em Ecologia da Paisagem, utilizando para esse efeito três áreas do Concelho de Mértola com uma estrutura espacial e mosaico de uso do solo – coberto vegetal distintos” e procedeu-se “a uma análise mais aprofundada, para uma unidade espacial determinada [Concelho de Mértola] e em termos de evolução temporal, do mosaico”.

Este trabalho, e linha de investigação, vêm no seguimento da temática desenvolvida na tese de Doutoramento do autor<sup>3</sup>. No entanto, na sequência de apresentações em seminários e congressos, várias questões oportunas foram sendo postas e levantadas, quanto à contextualização dos métodos de análise da Ecologia da Paisagem no contexto da geografia, bem como da validade da Teledetecção no contexto da Ecologia da Paisagem. Parece portanto oportuno, neste ponto e no seguimento da divulgação dos métodos e princípios da Ecologia da Paisagem, para efeitos de análise quantitativa da Paisagem, enquadrar e contextualizar Geografia e Ecologia da Paisagem, Teledetecção e Ecologia da Paisagem, fazendo também uma abordagem crítica ao uso de *Landscape Metrics*.

---

<sup>1</sup> Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, e-mail: pjcc.casimiro@sapo.pt, HP – <http://www.fch.unl.pt/docentes/pcasimiro/index.htm>

<sup>2</sup> Casimiro, P. Cortesão (2000), (2002) e (2003)

<sup>3</sup> “Uso do Solo, Teledetecção e Estrutura da Paisagem – Ensaio Metodológico, Concelho de Mértola!”

## 2. Geografia – Ecologia da Paisagem

O objecto de estudo e técnicas da Geografia são, segundo NRC (1997, p. 3), os seguintes:

- Os geógrafos estudam tanto a integração “vertical” de características que definem um lugar como as conexões “horizontais” entre lugares [...] concentram-se também na importância da escala (no espaço e no tempo) nestas relações;
- As perspectivas da Geografia são suportadas por um corpo de técnicas de observação, como o trabalho de campo, Teledetecção e amostragem espacial, e de técnicas de análise e visualização de informação geográfica, como a cartografia, estatística espacial e SIG's.

Dum ponto de vista da Ecologia da Paisagem, tanto as relações verticais como horizontais das unidades espaciais são dois elementos estruturantes da Paisagem, bem como as noções de escala e tempo. Assim sendo, o objecto da Geografia confunde-se profundamente com o estudo das características fundamentais da Paisagem, estrutura – forma e mudança, mas quase nada com a função – processo a nível das manchas da Paisagem, visto que essa relação vertical é sobretudo de índole Biológica e Ecológica, embora o meio físico também constitua parte desses elementos “verticais” de uma mesma unidade espacial: geomorfologia, solos, clima.

Também as técnicas de observação, análise e visualização utilizadas pela Geografia são particularmente adequadas e, até, coincidentes com as da Ecologia da Paisagem (ou deveriam ser). Portanto, o objecto de estudo e as técnicas são coincidentes e convergentes, particularmente no âmbito da relação horizontal entre unidades espaciais. Além deste facto, a Geografia também “estuda” a Paisagem e possui uma acuidade própria para as questões relacionadas com o conceito de escala, a nível de análise, observação e escala inerente a fenómenos e processos vários: “... Os Geógrafos reconhecem que as respostas a questões de investigação são frequentemente dependentes da escala. No entanto, este princípio e as suas ramificações, para compreender fenómenos e processos num contínuo geográfico de escala, não são bem reconhecidos nas comunidades das ciências sociais e naturais, sendo a Ecologia a notável excepção” (NRC (1997, p. 143)).

Existem também geógrafos que trabalham no domínio da Bio-Geografia, “... investigando os padrões espaciais e a dinâmica de espécies e comunidades de animais e plantas, bem como os ecossistemas em que ocorrem, em relação tanto aos processos naturais como antropogénicos. Esta pesquisa é levada a cabo a escalas locais a regionais, concentrando-se nas características espaciais das espécies e comunidades, como reveladas por trabalho de campo e/ou análise de imagens da Teledetecção” (NRC (1997, p. 35)).

Uma das definições de Paisagem mais aceites, no contexto da Geografia, é a seguinte: “A Paisagem é, numa porção de espaço, o resultado da combinação dinâmica, logo instável, de elementos físicos, biológicos e antropogénicos que, reagindo dialecticamente entre si, tornam a Paisagem num conjunto único e indissociável” (Bertrand, G. (1968)). Esta definição, bem como outras do mesmo tipo, caracterizam bem a abordagem da Geografia à Paisagem, que também possui muitos elementos comuns às definições no âmbito da Ecologia da Paisagem. Contudo: “...no mundo ocidental, a Paisagem dos Geógrafos é um termo e uma noção de uso essencialmente pedagógico, é uma forma cómoda – e quase ritual – de apresentar as coisas, mas que alia duas das principais críticas feitas à Geografia: uma disciplina literária e uma abordagem descritiva” (Rougerie, G; Beroutchachvili, N. (1991, p. 55)).

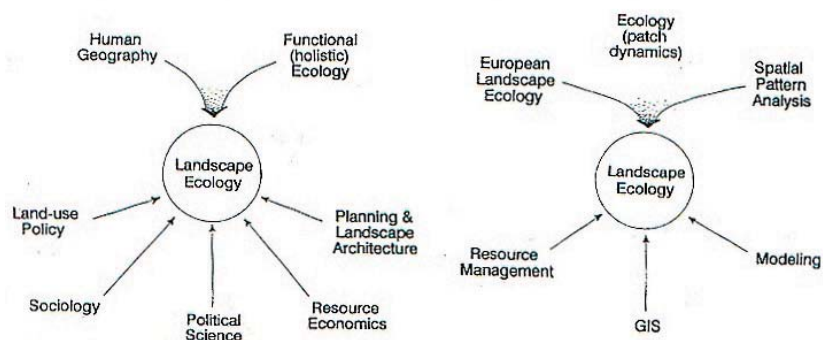
Sem se pretender aprofundar ou debater em demasia esta opinião, é contudo importante referir a posição defendida no contexto deste artigo: em termos estritos de

estudos do uso do solo e sua evolução, não poucas vezes a abordagem é muito descritiva, pouco interpretativa e pouco ou nada quantitativa, logo subjectiva. O objectivo do uso e recurso aos paradigmas e, sobretudo, métodos quantitativos da Ecologia da Paisagem, permite uma análise francamente mais rica, profunda e frutífera do que uma simples análise das proporções de espaço afecto a cada coberto vegetal – uso do solo.

É, por assim dizer, uma entrada no domínio da análise da estrutura da Paisagem e análise dos padrões espaciais dessa mesma Paisagem, de uma forma eminentemente quantitativa e devidamente alicerçada em paradigmas validados no seio do corpo científico da Ecologia da Paisagem. “Quando o conceito de heterogeneidade da Paisagem é estendido para lá da Geografia, Geomorfologia e comunidades vegetais, para níveis em que o que constitui uma «mancha» se torna visualmente menos óbvio, os métodos quantitativos assumem enorme importância” (TURNER, M.G.; GARDNER, R.H. (1991, p. 18)).

Como se pode observar na Figura 1, ambas as escolas da Ecologia da Paisagem “beberam” de várias fontes, estando enquadradas por várias disciplinas e temáticas. As que constituem os vectores fundamentais, dos pressupostos defendidos nos vários artigos, prendem-se com a Geografia (globalmente e como substrato intrínseco), o estudo da Paisagem e do coberto vegetal – uso do solo através da Teledeteccção, utilizando métodos de análise de padrões espaciais e estrutura da Paisagem.

Figura 1 – Exemplificação do desenvolvimento histórico da Ecologia da Paisagem na Europa (esquerda) e América do Norte (direita) (FARINA, A. (2000, p. 10)).



Este enquadramento e contexto excluem os aspectos ligados à relação vertical nos ecossistemas, eminentemente ligados a aspectos físicos da Paisagem, Biologia e Ecologia, bem como questões de gestão ambiental, planeamento e ordenamento do território. Os métodos e técnicas da Ecologia da Paisagem para avaliação da Paisagem são instrumentos válidos para uma abordagem diferente do estudo da Paisagem em Geografia. A convergência entre Geografia e Ecologia da Paisagem valida este objectivo, porque a Paisagem é o objecto de estudo de ambas, porque ambas possuem um carácter francamente inter-disciplinar, porque partilham métodos e técnicas e porque prestam particular atenção a questões de escala.

### 3. Ecologia da Paisagem – Teledeteccção

O seu uso, como técnica de observação e análise em Geografia, está largamente justificado e validado. A questão que agora e aqui se põe prende-se com a adequabilidade da Teledeteccção, enquanto técnica, para efeitos de avaliação da Paisagem no âmbito da Ecologia da Paisagem, bem como com as limitações e “cautelas” a ter nessa mesma

utilização. Claro está que a Teledeteção, seja aérea ou de satélite, constitui uma técnica essencial para estudos da Paisagem, coberto vegetal e uso do solo por parte da Geografia, como tal esse facto valida parcialmente a sua utilização no contexto aqui defendido.

Por um lado, a própria Geografia pode permitir “melhoramentos” no uso da Teledeteção, “A contribuição dos cientistas sociais poderá permitir [até] aos especialistas da Teledeteção «ver» padrões da Paisagem nos dados da Teledeteção não aparentes previamente” (RINDFUSS, R.R.; STERN, P.C. (1998, p. 3)).

“A Teledeteção é há muito utilizada para providenciar dados para estudos ambientais. Contudo, até à data o uso da Teledeteção para caracterizar padrões da Paisagem e relacioná-los com processos ecológicos não foi rigorosamente ou profundamente abordada” (FROHN, R.C. (1998, p. 4)). Ou seja, a Teledeteção tem sobretudo desempenhado um papel na análise de padrões espaciais, relação horizontal entre unidades espaciais, cara à Geografia e absolutamente enquadrada em estudos do coberto vegetal e uso do solo. Assim, esse uso da Teledeteção é não só válido como comum. Pouco trabalho tem sido realizado e/ou aprofundado em termos da relação vertical, eminentemente ecológica, biológica e funcional: “Mudanças em padrões de escala apreciável podem ser medidos com tecnologia de Teledeteção, sendo que a compreensão das relações padrões – processos permitirá que as mudanças funcionais sejam inferidas” (TURNER, M.G.; GARDNER, R.H. (1991, p. 5)).

No entanto, em termos de análise da Paisagem, há cuidados a ter dum ponto de vista da Geografia, pois “...outras ferramentas fantásticas e quase mágicas são os documentos da Teledeteção, aérea ou de satélite. São por vezes consideradas como Paisagens. Mas não é nada assim, são somente imagens, documentos de aproximação que contêm uma informação que se tem que interpretar de forma a saber de que é feita a Paisagem” (Rougerie, G; Beroutchachvili, N. (1991, p. 126)). Utilizar imagens sem uma correcta e aprofundada interpretação é, portanto, delicado e desaconselhável, devendo-se ter inúmeros e sérios cuidados até produzir as classificações do coberto vegetal – uso do solo que constituem o *input* para a avaliação da Paisagem.

É um facto insofismável que “O mundo real é tão complexo e variável que a cartografia de padrões ambientais a partir de dados da Teledeteção está sempre sujeita a alguma dúvida e erro” (Barret, E.C.; Curtis, L.F. (1999, p. 52)). Mas as imagens da Teledeteção fornecem da Paisagem “uma visão exterior, de conjunto, global mesmo, mas simultaneamente redutora, mesmo se podem fornecer as chaves de acesso ao coração da Paisagem” (Rougerie, G; Beroutchachvili, N. (1991, p. 246)).

Um facto essencial é que “A Teledeteção existe como forma de integrar respostas especialmente heterogéneas num formato mais facilmente mensurável, ao quantificar respostas espectrais a uma determinada escala [o pixel]. Logo, o domínio multi-espectral existe como factor de integração de fenómenos relacionados com escala” (QUATTROCHI, D.A.; PELLETIER, R.E. (1991, p. 57)). Desta forma, o grão da Paisagem, quando observado pela Teledeteção enquanto técnica, tem uma escala intrinsecamente definida pela resolução espacial do sensor, que passa a ser a escala de análise para toda a imagem. Esta “simplificação” é absolutamente objectiva e homogénea, baseando-se em aspectos físicos e propriedades de reflectância dos objectos no terreno, sendo não uma limitação da Teledeteção mas sim uma grande vantagem. “...o valor do pixel é o valor médio que existe naquela unidade [espacial] para determinado quadro temporal [...] O problema da extensão espacial está resolvido, permitindo a identificação e caracterização da variabilidade e heterogeneidade de uma imagem, para determinada resolução” (SEIXAS, J.F. (1998, p. 43)).

Não obstante, quando se passa à avaliação da Paisagem, a escala do sensor, que passa a ser a escala de análise da Paisagem, tem que estar presente na interpretação e análise dos resultados, pois "...quando encontramos uma mancha representada pelo mesmo tipo de pixels designamos essa mancha como homogénea, mas a homogeneidade é uma questão de escala e não existe na natureza como um padrão estrutural" (FARINA, A. (2000, p. 99)).

Em termos da eventual existência de uma dicotomia entre Paisagens naturais e humanas, a Teledeteção "resolve" também esse problema, de uma forma mais uma vez objectiva, homogeneizante e regular. "Portanto, a Teledeteção constitui uma espécie de memória em que são registadas diferentes camadas de informação, «somando» a história de ciclos sucessivos de comportamento humano à superfície da Terra. O estrato mais recente não apaga a evidência de fases prévias de actividade" (Comissão Europeia (2000)). Pois, "Virtualmente todas as Paisagens são, de facto, Paisagens culturais que mantêm vestígios de práticas de gestão antigas, assim como práticas actuais. Portanto, a questão do impacto humano nas Paisagens é uma questão de grau, não de tipo" (DUNN, C.; SHARPE, D.; GUNTENSPERGEN, G; STERANS, F.; YANG, Z. (1991, p. 175)).

A validade da Teledeteção é, portanto, absoluta para efeitos de avaliação da Paisagem segundo os métodos e técnicas da Ecologia da Paisagem. Há que interiorizar ideias e conceitos da Geografia, proceder a uma interpretação cuidada das imagens, resistindo ao uso das imagens de satélite como Paisagens, interiorizar claramente que a resolução das imagens é a escala intrínseca de análise. Embora a validade seja um dado adquirido, existem segundo (QUATTROCHI, D.A.; PELLETIER, R.E. (1991, p. 55)) várias respostas que a Teledeteção pode dar em termos de Ecologia da Paisagem, mas o seu uso levanta também várias questões:

#### Questões de Espaço

O que é que existe ?

Uso do solo, coberto vegetal, elementos de Paisagem...

Qual é o arranjo, distribuição e padrão dos elementos da Paisagem?

Heterogéneo, contínuo, disperso, linear...

Qual é a escala espacial adequada à análise ?

#### Questões de Tempo

Qual é a dinâmica temporal da Paisagem ?

Discreta, contínua, aleatória, caótica...

Qual é o intervalo temporal necessário para análise ?

Curto, médio, longo, multi-temporal...

#### Questões de Dinâmica

Que tipo de processos dão forma à Paisagem ?

Explícitos, implícitos, naturais, antrópicos...

Qual é a natureza destes processos ?

Estática, constante, consistente, perturbada...

Em termos das questões de espaço a Teledeteção responde claramente às duas primeiras, se utilizada como meio de uma forma adequada e com uma enorme proximidade, em termos de conhecimento do terreno, à Paisagem a analisar. Já a questão da escala mais adequada deve ser posta antes da escolha do sensor a utilizar. Contudo, em termos Ecológicos a escala pode não ser a mais adequada, o que não invalida obrigatoriamente a escolha do sensor, pois se o óptimo é inimigo do bom, há claramente uma escolha finita e limitada quanto aos sensores a escolher.

Quanto às questões de tempo, a escolha do sensor e das datas deve ser, claramente, efectuada após uma análise profunda do tipo de ecossistema e dos processos dominantes, tanto no presente como num passado suficientemente amplo para proporcionar uma clara imagem evolutiva do tipo de Paisagem em análise. A escolha dos períodos do ano mais propícios para aquisição das imagens, bem como o período temporal pressupõe um conhecimento do terreno, do ecossistema, da sua dinâmica temporal e tendências recentes. Somente depois de se encontrarem respostas para estas questões se pode, seguindo esta linha de abordagem, escolher e utilizar adequada e proveitosamente a Teledeteção como técnica de observação válida para uma avaliação da Paisagem pelos métodos da Ecologia da Paisagem.

Resulta claro que a Teledeteção responde, de facto, a uma série de questões mas que, sem se saber a resposta para uma série de outras questões em termos de tempo e dinâmica, antes de escolher sensor, datas e período multi-temporal de análise, a própria utilização da Teledeteção fica um pouco comprometida como técnica válida para utilização no contexto da Ecologia da Paisagem. Mas, efectivamente, também a própria utilização da Teledeteção *per se* fica comprometida até certo ponto se, igualmente, não se responder a uma série de questões antes de analisar, interpretar e classificar as imagens. Se essas questões forem equacionadas, aprofundadas e esclarecidas para o uso “puro” da Teledeteção, então, inerentemente, a sua utilização é absolutamente válida para avaliação da Paisagem com os métodos e técnicas da Ecologia da Paisagem.

Concluindo, em termos da aplicabilidade da Teledeteção e segundo SEIXAS, J.F. (1998 pp. 67-68): “O modelo de dados da Teledeteção, ou modelo raster, diz respeito a gradientes ambientais. O arranjo espacial e distribuição dos dados espectrais está relacionado com algumas variáveis ambientais, como a vegetação ou características do solo, revelando o contínuo que ocorre na natureza. Os dados da Teledeteção estão numa grelha regular e resultam numa população subjacente contínua. [...] Dum ponto de vista analítico, o modelo de dados raster acomoda correctamente a variabilidade espacial que ocorre naturalmente nas Paisagens. [...] Dum ponto de vista funcional, a noção de vizinhança ecológica é conseguida no âmbito do modelo de dados raster [...] devido à sua amostragem espacial exaustiva. [...] Se a ecologia do pixel está a mudar, as suas propriedades espectrais também mudam e a trajectória pode ser avaliada ao longo do tempo”. A validade e ressalvas no uso da Teledeteção no contexto dos métodos de quantificação da Paisagem da Ecologia da Paisagem ficam, assim, sinteticamente validados, embora a discussão se mantenha, naturalmente, em aberto .

#### 4. Uso de *Landscape Metrics* – Enquadramento – Crítica

O uso de *Landscape Metrics* para quantificação da estrutura e composição da Paisagem está, afortunadamente, a ser utilizado por cada vez mais investigadores, no entanto existem numerosos aspectos que devem ser devidamente acautelados, sob pena de porem em causa o uso desses métodos e técnicas.

“Existem várias ferramentas para efectuar procedimentos de avaliação numa Paisagem a uma determinada escala, da «métrica da Paisagem» à Teledetecção e SIG, com o auxílio de estatística espacial” (FARINA, A. (2000, p. 112)). No entanto, existem várias limitações quanto à aplicação da métrica da Paisagem: segundo HERZOG, F.; LAUSCH, A (1999) a aplicação está muito limitada pelo modelo de dados utilizados (raster – vector), mas utilizando imagens da Teledetecção (intrinsecamente raster) há menos generalização que no modelo vector, conservando-se a informação espacial. Layers raster ou vectoriais dão resultados muito diferentes em termos de *Landscape Metrics*, pois criam formas diferentes de mancha, em virtude dos métodos intrínsecos de representação.

Como já foi debatido, a utilização de imagens uniformiza a escala de “generalização” da Paisagem, permitindo medir propriedades espaciais, “...informação sobre a geometria e posição (e.g. dimensão, forma, arranjo e textura) [...] informação pontual (por pixel) e espacial (integração das propriedades espaciais) [...] e capacidade de análise multi-temporal” (QUATTROCHI, D.A.; PELLETIER, R.E. (1991, p. 60)).

O que se torna relevante é a relativa impossibilidade de comparar as medidas efectuadas sobre imagens de diferentes resoluções, pois sendo distintos, os graus de generalização intrínsecos vão modificar a Paisagem mensurável, originando variações significativas nalguns índices (BLASCHKE, T.; PETCH, J. (1999), sobretudo a nível da configuração, pois há uma efectiva mudança de escala de análise. Como afirma FROHN, R.C. (1998), se os índices de Paisagem são imprevisíveis como consequência da resolução espacial, então as mudanças nos valores dos índices podem ser uma função da resolução espacial em adição a mudanças efectivas da estrutura da Paisagem, o que torna os valores imprevisíveis e o seu significado pouco claro. Mantendo-se a escala mantém-se a coerência e compatibilidade da métrica da Paisagem. Concluindo, é virtualmente impossível comparar e quantificar com os *Landscape Metrics* “imagens” de diferentes resoluções espaciais.

No entanto, a maior limitação é o número de classes, mais dependente dos objectivos do estudo que dos dados efectivamente disponíveis, por isso se deve construir uma legenda tão coerente, sólida e ecologicamente relevante. Portanto, para efeitos de comparação de áreas a legenda deve ser comum, pois a agregação de classes ou simplificação da legenda (tal como o inverso) modificaria completamente a composição e configuração da Paisagem. Desta forma torna-se difícil comparar índices calculados sobre Paisagens classificadas tematicamente de forma diversa (HARDIS, C.D. ; BISSONETTE, J.A. ; DAVID, J.L. (1998).

Outro aspecto prende-se com os filtros de baixa frequência aplicados às classificações de imagens de satélite: o objectivo comum e primeiro é a remoção do “sal e pimenta” e o aumento da coerência espacial das manchas. No entanto, a aplicação destes filtros modifica dramaticamente os valores dos índices, segundo GILLESPIE, M.K.; BARR, C.J.; HOWARD, D.C.; BUNCE; R.G.H (1999, p. 68) as variações chegam a aumentos ou diminuições da ordem dos 100 por cento. Deve portanto evitar-se, a todo o custo, a aplicação de filtros à classificação, mantendo assim a composição e configuração da Paisagem tão próxima da classificação das imagens de satélite quanto possível.

Em jeito de conclusão pode-se afirmar que “... O valor interpretativo de uma medida da Paisagem tem pouco valor interpretativo: ao invés ele deve ser usado como um valor comparativo” (BLASCHKE, T.; PETCH, J. (1999, p. 83)). Ou ainda, “ Acreditamos que os índices da Paisagem, enquanto descritores espaciais, oferecem uma valiosa visão das similaridades e diferenças entre mosaico de coberto vegetal em diferentes Paisagens, merecendo assim o interesse e entusiasmo que têm atraído. Embora a ligação entre o padrão espacial e a biodiversidade seja, ainda, pouco claro, os índices da Paisagem parecem capazes de quantificar muitos atributos da Paisagem. [...]

O perigo reside na sua interpretação e aplicação [sobretudo a nível da integração vertical, mais ecológica e no âmbito de cada mancha]. Favorecemos a utilização continuada de índices da Paisagem para descrever e comparar padrões espaciais complexos, mas a nossa experiência indica que quando vários índices são utilizados em conjunto podem revelar muito melhor informação sobre uma Paisagem” (FJELLSTAD, W.J.; DRAMSTAD, W.E.; FRY, G.L.A (1998, p. 67)). A comparação de baterias de valores de *Landscape Metrics* entre áreas distintas ou datas distintas, tem muito mais consistência e coerência do que utilizar um ou dois índices e valorizar somente os seus valores absolutos,

Concluindo, para se poder proceder a comparações deve-se, imperativamente, manter a resolução espacial das imagens (e classificações resultantes), no fundo o grão da Paisagem, manter o número e tipo de classes (legenda) e não proceder a qualquer filtragem de baixa frequência dos resultados (classificações). O contexto espacial da Paisagem também é importante, pois existem contextos regionais de enquadramento. A utilização de cartografia de uso do solo pré-existente deve ser criteriosa, muito crítica e respeitando os princípios referidos antes. Quanto à aplicação de *Landscape Metrics*, em termos do material de *input*, mantém-se uma máxima da informática: *garbage in, garbage out*.

## Bibliografia

BARRET, E.C.; CURTIS, L.F. (1999)

*Introduction to Environmental Remote Sensing*, 4ª Ed., Cheltenham, Stanley Thornes Ltd, 457 p.

BERTRAND, G. (1968)

“Paysage et Géographie Physique Globale. Esquisse Méthodologique”,

*Rev. Géograph. Pyrénées et SO*, 39(3), pp. 249-272

BLASCHKE, T.; LANG, S.; LORUP, E. et al (2000) “Object-Oriented Image Processing in an Integrated GIS/Remote Sensing Environment and Perspectives for Environmental Applications”, *Environmental Information for Planning, Politics and the Public*, Verlag, pp. 555-570,

CASIMIRO, Pedro Cortesão (1993)

*Concelho de Mértola – Geo-Biografia das Mudanças de Uso do Solo*, Lisboa,

DGPR – FCSH – UNL, Provas de Capacidade Científica, 220 p.

CASIMIRO, Pedro Cortesão (2000)

“Uso do Solo – Ecologia da Paisagem, Perspectivas de uma Nova Abordagem do Estudo da Paisagem em Geografia”, *Geolnova* Nº 2, DGPR-FCSH-UNL, Lisboa, pp. 45-65

CASIMIRO, Pedro Cortesão (2001)

“Uso do Solo – Ecologia da Paisagem, Quantificação da Estrutura da Paisagem para Análise de Padrões Espaciais – Concelho de Mértola”, *Geolnova* Nº 4, DGPR-FCSH-UNL, Lisboa, pp. 125-157

CASIMIRO, Pedro Cortesão (2002)

*Uso do Solo, Teledetecção e Ecologia da Paisagem – Ensaio Metodológico, Concelho de Mértola*,

Tese de Doutoramento, FCSH – UNL, 572 p.

CASIMIRO, Pedro Cortesão (2003)



- “Análise Quantitativa da Paisagem, Evolução Temporal de Padrões Espaciais – Concelho de Mértola”,  
Revista *Geolnova* – Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Nº 6 - 2003,  
F.C.S.H. – U.N.L., pp. 59-84
- Comissão Europeia (2000), “Mediterranean Desertification – Research Results and Policy Implications”, Proceedings of the International Conference, 29 th. October to 1 st. November 1996, Crete, Greece, Volume 2, “Summary of Project Results”, Buxelas, DG Research, EUR 19303, 615 p.
- DUNN, C.; SHARPE, D.; GUNTENSPERGEN, G; STERANS, E; YANG, Z. (1991) “Methods for Analyzing Temporal Changes in Landscape Pattern”, in TURNER, M.G., GARDNER, R.H. (1991) *Quantitative Methods in Landscape Ecology*, Ecological Studies Vol. 82, Springer-Verlag, Berlin, pp. 173-198
- FARINA, A. (2000) *Landscape Ecology in Action*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 317 p.
- FJELLSTAD, W.J.; DRAMSTAD, W.E.; FRY, G.L.A (1998) “Landscape Indices – Useful Tolls or Misleading Numbers ?”, in DOVER, JW; BUNCE, R.G.H. eds. (1998) *Key Concepts in Landscape Ecology*, Proceedings of the 1998 European Congress of the I.A.L.E., Uk – I.A.L.E., pp. 63-68
- FROHN, R.C. (1998) *Remote Sensing for Landscape Ecology*, Nova Iorque, Lewis Publishers, 99 p.
- GILLESPIE, M.K.; BARR, C.J.; HOWARD, D.C.; BUNCE; R.G.H (1999) “Describing Variation in the Spatial Pattern of British Landscapes Using Data From Countryside Surveys”, in MAUDSLEY, M.; MARSHALL, J. eds. (1999) *Heterogeneity in Landscape Ecology – Pattern and Scale*, Proceedings of the 1999 Annual I.A.L.E. (UK) Conference, IACR – Long Ashton Research Station, Bristol, UK I.A.L.E, pp. 65-73
- HARDIS, C.D. ; BISSONETTE, J.A. ; DAVID, J.L. (1998) “The Behavior of Landscape Metrics Commonly Used in the Study of Habitat Fragmentation”, *Landscape Ecology*, Vol. 13(3), pp. 167-186
- HERZOG, F; LAUSCH, A (1999) “Prospects and Limitations of the Application of Landscape Metrics for Landscape Monitoring”, in MAUDSLEY, M.; MARSHALL, J. eds. (1999) *Heterogeneity in Landscape Ecology – Pattern and Scale*, Proceedings of the 1999 Annual I.A.L.E. (UK) Conference, IACR – Long Ashton Research Station, Bristol, UK I.A.L.E, pp. 41-50
- NRC - National Research Council (1997)  
*Rediscovering Geography – New Relevance for Science and Society*, Washington D.C., National Academy Press, p. 234
- QUATTROCHI, D.A.; PELLETIER, R.E. (1991) “Remote Sensing for Analysis of Landscapes: An Introduction”, in TURNER, M.G., GARDNER, R.H. (1991) “Quantitative Methods in Landscape Ecology”, *Ecological Studies* Vol. 82, Springer-Verlag, Berlin, pp. 51-76
- RINDFUSS, R.R.; STERN, P.C. (1998) “Linking Remote Sensing and Social Science: The Need and the Challenges”, in NRC - National Research Council (1998) “People and Pixels – Linking Remote Sensing and Social Science”, Washington D.C., National Academy Press, pp. 1-27
- Rougerie, G; Beroutchachvili, N. (1991)  
*Géosystèmes et Paysages – Bilan et Méthodes*, Armand Colin, Paris, 302 p.

SEIXAS, J.F. (1998) *Patterns of Heterogeneity Derived from Remote Sensing Images: Implications for the Environmental Assessment of Desertification in Southern Portugal*, Lisboa, FCT – UNL, Tese de Doutoramento, 292 p.

TURNER, M.G., GARDNER, R.H. (1991)

“Quantitative Methods in Landscape Ecology”, *Ecological Studies* Vol. 82, Springer-Verlag, Berlin, 536 p.