

## Um modelo de caracterização e avaliação ecológica para o Planeamento e Gestão

J. P. Fernandes<sup>1</sup>; P. J. Baptista<sup>2</sup>; L. C. Quinta-Nova<sup>3</sup>; J. M. Mascarenhas<sup>4</sup>

### Resumo:

**Palavras Chave:** Avaliação Ecológica, Planeamento, Estrutura Ecológica, Ecologia da Paisagem, Rede de Conectividade Ecológica

### 1. Introdução

Decorrem actualmente na Universidade de Évora diversos projectos de investigação visando o desenvolvimento de metodologias de caracterização e avaliação ecológica com vista ao planeamento e gestão do território. Tais projectos, desenvolvidos a escalas complementares (1:10 000; 1:25 000 e 1:100 000), pretendem via a constituir um quadro metodológico inovador integrando num único plano de caracterização e avaliação, o plano dos sistemas de uso e o plano dos sistemas ecológicos espaciais.

A necessidade de um tal sistema integrado justifica-se pela carência de um referencial de caracterização e avaliação do território com vista à articulação dos processos de gestão e à promoção dos objectivos de Conservação da Natureza. Com efeito, a necessidade de assegurar a preservação da biodiversidade da globalidade do território impõe uma abordagem à gestão do uso deste que assegure que o nível de fragmentação, de conectividade residual, e de complementaridade funcional asseguram as condições para a sustentação viável de meta-populações das espécie-objectivo.

Para atingir tal objectivo importa conhecer e conseguir articular nos processos de simulação e gestão, as necessidades, processos e funções dos diferentes usos antrópicos de uma dada região e as necessidades, processos, funções e condicionantes espaciais dos diferentes sistemas ecológicos susceptíveis de ocorrerem nessa região ou locais. Interessa igualmente identificar a forma como essa articulação se processa e a sua hierarquização escalar e funcional.

### 2 - Estrutura da Investigação

No Quadro 1 apresentam-se os três projectos actualmente em curso, indicando os seus principais objectivos e escala de trabalho. Todos os projectos baseiam-se no pressuposto de que o valor e funcionalidade ecológica de um lugar ou região dependem, em exclusivo da viabilidade dos

<sup>1</sup>Prof. Auxiliar, Departamento de Planeamento Biofísico e Paisagístico, Universidade de Évora

<sup>2</sup>Engº Biofísico, Doutorando na Universidade de Évora (Bolseiro PRAXIS XXI)

<sup>3</sup>Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental, Doutorando na Universidade de Évora

<sup>4</sup>Prof. Auxiliar, Departamento de Ecologia, Universidade de Évora

ecossistemas<sup>5</sup> nele ocorrentes. Esta viabilidade é função das características próprias desse ecossistema (dimensão, relação interior/orla, trocas com ecossistemas similares, diversidade, naturalidade, grau de perturbação externa e interna) e do equilíbrio funcional decorrente da estabilidade da sua natureza (o grau de perturbação da natureza do local que determina a natureza do ecossistema).

Quadro 1 - Objectos dos Projectos de Investigação em curso

Projecto	Objectos da investigação
SE Alentejo (1:100 000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterização do valor de conservação da região (desenvolvimento e validação de metodologias), determinando, para cada elemento do território o seu carácter e funcionalidade ecológicos (como conectividade, complementaridade, resiliência ou produtividade).</li> <li>• Identificação dos elementos e factores físicos (ou associações) com interesse particular na determinação da viabilidade dos diferentes ecótopos ocorrentes.</li> <li>• Definição de redes de conectividade ecológica ou de “biótopos-pedras-de-apoio” capazes de assegurar uma articulação natural equilibrada entre os biótopos mais próximos do natural e os biótopos mais intensamente utilizados pelas actividades económicas.</li> <li>• Avaliação de práticas de utilização do território capazes de aumentar ou consolidar o potencial de conservação de cada local e conjunto os sistema de elementos naturais.</li> </ul>
Évora (1: 25 000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação dos principais processos e funções ecológicas numa região globalmente transformada e intensamente utilizada.</li> <li>• Identificação das estruturas e funções ecológicas responsáveis por um aumento da biodiversidade e viabilidade ecológica dos ecossistemas ocorrentes ou susceptíveis de ocorrerem.</li> <li>• Definição de procedimentos de caracterização e avaliação adaptáveis ao planeamento e gestão da paisagem, equilibrando e potenciando em simultâneo os seus valores de uso e de conservação.</li> </ul>
Apostiga (1: 10 000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise da realidade e representatividade de índices de caracterização ecológica de estruturas espaciais.</li> <li>• Avaliação a escalas detalhadas da funcionalidade biológica de estruturas de uso e da sua resposta a processos conhecidos de perturbação.</li> <li>• Avaliação da evolução da biodiversidade de uma zona demarcada, na sequência de processos bem historiadados de alteração do quadro de uso envolvente.</li> <li>• Desenvolvimento de índices estruturais de caracterização ecológico das estruturas de uso do território.</li> </ul>

A consideração deste pressuposto básico constitui, desta forma, o cerne conceptual das metodologias de caracterização e avaliação desenvolvidas, em que é dada uma atenção equivalente às variáveis e funções estáveis do território e às estruturas e processos circunstanciais ocorrentes na organização ecológica actual desse território. Nesse sentido optou-se pelo recurso à classificação estrutural proposta por Forman e Godron, 1985 (Quadro 2) adaptada à caracterização quer das estruturas estáveis, quer das estruturas circunstanciais do território. Essa classificação possibilita uma descrição funcional de ambos os planos de consideração do território (o plano estável e o quadro circunstancial de uso) e a pretendida identificação

<sup>5</sup>Por ecossistema entende-se todo o sistema ecológico/de uso, independentemente da sua “naturalidade”, já que qualquer que seja a natureza do uso do território este corresponde sempre a um conjunto de funções ecológicas sustentando uma comunidade adaptada e constituindo, portanto o objecto focal dos processos de gestão.

das áreas de correspondência (logo de equilíbrio) entre os dois planos e de contradição (logo de perturbação intrínseca).

Quadro 2 - Sistema de classificação estrutural/funcional (adaptado de Forman e Godron, 1985 (o asterisco indica as naturezas que apresentam um carácter circunstancial))

Elementos da Paisagem	Natureza	Funcionalidade
Matriz	Recursos Perturbação (*)	Permeabilidade Conectividade
Mancha	Recursos Perturbação (*) Perturbação crónica Remanescente (*) Regenerada (*)	Dimensão Forma Razão interior/orla Complementaridade Polaridade Interdependência
Corredores	Recursos Perturbação (*) Perturbação crónica Remanescente (*) Regenerada (*)	Continuidade Carácter linear/de faixa Hidroscopia Complementaridade

A combinação dos planos organizativos estável e circunstancial é determinada pela consideração do diferente tipo de influência de cada factor ambiental na natureza do espaço, de acordo com a metodologia desenvolvida em Fernandes, 1994. Considerando estes distintos padrões de influência, a caracterização ambiental é realizada a dois níveis:

1. Unidades de território - com base na identificação de descontinuidades (fronteiras) dos diferentes factores ambientais (Geologia, Clima, Solos, Morfologia e Hidrologia)
2. Unidades de Uso

determinando dois conjuntos de dados espacialmente referenciados, que são correlacionados com os resultados das investigações temáticas realizadas no terreno.

### 3 - Informação produzida

Fundamentados em dados de base e estudos temáticos anteriormente desenvolvidos, os quais se encontram organizados num Sistema de Informação Geográfica procedeu-se à caracterização muito detalhada das áreas de estudo, em termos dos dois sistemas de referência espacial em que a metodologia se baseia: unidades de uso do território e unidades homogêneas de território.

Cada um destes referenciais encontra-se devidamente organizado não só em termos da sua distribuição e atributos espaciais como particularmente da sua natureza funcional em termos ecológicos. Associadamente, realizou-se uma caracterização exaustiva das características zoológicas e botânicas das

regiões que permitem a calibração das inferências consideradas durante o processo de desenvolvimento das metodologias. Do mesmo modo foram realizados inquéritos detalhados à propriedade e sistemas de exploração permitindo uma caracterização detalhada dos sistemas de uso ocorrentes.

As metodologias integradas de caracterização e avaliação desenvolvidas referem-se, naturalmente, a ambos os referenciais, combinados num único referencial funcional, em que as funções ecológicas do território e a respectiva estabilidade estejam claramente descritas. Um tal referencial, combinando elementos ecológicos estáveis (referidos às Unidades Territoriais) e meta-estáveis ou instáveis (referencial de uso) permitirá, logo à partida, uma diferenciação clara do papel relativo de cada elemento do território, identificando a sua resiliência e as diferentes exigências para a sua gestão.

Combinando o referencial funcional com critérios detalhados de avaliação de descritores ecológicos referidos aos diversos tipos de biocenoses susceptíveis de ocorrerem no local, tem tornado possível a definição de um quadro avaliativo integrado susceptível de indicar, não apenas o valor de um local ou formação, mas particularmente, de relativizar esse valor ao contexto ecológico regional e de, simultaneamente, retratar os elementos críticos na malha funcional de uma zona em análise, permitindo orientar as medidas de protecção ou gestão e prever os investimentos energéticos necessários a esses esforços de gestão e conservação (Fig. 1).

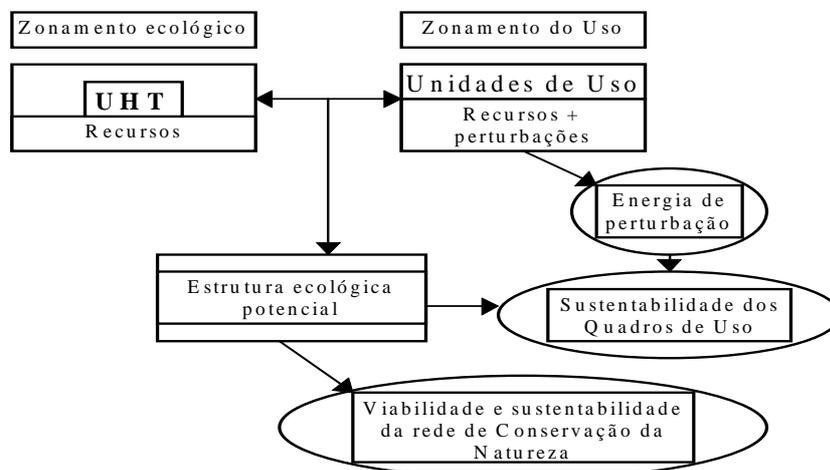


Fig. 1 - Procedimentos de caracterização e avaliação

Este quadro avaliativo procura primariamente proceder à estimativa do significado ecológico real dos métodos de caracterização do território (definição das unidades territoriais) e na calibração de procedimentos de avaliação capazes de representar simultaneamente, o valor de cada unidade por si e o seu valor contextual no quadro da organização actual do uso, de

modo a poder dispôr de um quadro de instrumentos capazes de realizar uma análise integrada dos quadros de uso e da sua evolução.

- I. Unidades territoriais
  - A. Estrutura e características
  - B. Hierarquia
  - C. Funcionalidade
- II. Land Use
  - A. Carácter e estrutura
  - B. Complementaridade / Permeabilidade
  - C. Funcionalidade
- III. Potentialidade and Productividade
  - A. Fauna
  - B. Vegetação
  - C. Pedologia
- IV. Estruturas e elementos particulares (características, valores e potencialidades)

O processo de avaliação considera então as seguintes variáveis:

<b>qualidade:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidade estrutural - diversidade dos estratos de habitat e das estruturas ocorrentes capazes de constituir factores potenciais da funcionalidade ecológica do território.</li> <li>• Diversidade florística - valor médio da diversidade específica das formações vegetais características desse tipo de coberto.</li> <li>• Raridade - existência de formações vegetais raras.</li> <li>• Significância - valor como habitat para espécies de cada domínio fitogeográfico.</li> <li>• Existencia de espécies raras ou ameaçadas</li> <li>• Naturalidade</li> <li>• Maturidade</li> <li>• Resiliência</li> </ul>
<b>capacidade:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productividade</li> <li>• Área - valor relativo da superfície da formação de acordo com a sua natureza</li> <li>• Natureza - carácter de matriz (aspecto dominante do território), mancha ou corredor (desconsinuidade local ou linear da matriz devido a recursos ou perturbações)</li> </ul>
<b>função:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilidade - correspondência entre a natureza e o estado actual do local</li> <li>• Permeabilidade - semelhança de formações adjacentes (Quadro 3)</li> <li>• Conectividade - capacidade da formação de assegurar o movimento de espécies através do espaço</li> <li>• Complementaridade - capacidade de a formação assegurar funções ecológicas (como local de alimentação repouso, refúgio ou reprodução) a formações adjacentes</li> </ul>

de forma a estimar os seguintes valores ecológicos:

- **Valor de Formação de Ecótopos** - capacidade de um local de formar e sustentar comunidades biológicas viáveis.
- **Valor Patrimonial** - avalia valor do ecótopo em termos de produtividade e património genético.

- **Valor de Conservação** - viabilidade do ecótopo e sustentabilidade da sua contribuição para o valor e funcionalidade ecológica regional.

Quadro 3 - Matriz de semelhança das formações ocorrentes na área de estudo SE Alentejo (5 - Max.; 1 - min.)

Q - Montado de sobreiro ou azinheira; OI - Olival; R - Galeria ripícola; Pp - *Pinus pinea*; Pn -

Biotopo	3 estratos								2 estratos				1 estrato	
	Q.d.S	Q.e.S	OI.S	R	Pp	Pn	E	Q.d.G	Q.e.G	OI.G	S	V	G	I
Q.d.S	5													
Q.e.S	4	5												
OI.S	4	3	5											
R	4	3	4	5										
Pp	4	3	4	4	5									
Pn	3	2	3	3	3	5								
E	3	2	3	3	3	4	5							
Q.d.G	3	2	3	3	3	3	3	5						
Q.e.G	2	3	2	2	2	2	2	3	5					
OI.G	3	2	3	3	3	3	3	4	3	5				
S	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	5			
V	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	5		
G	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2	2	5	
I	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2	2	4	5

*Pinus pinaster*; E - Eucalipto; S - Matos; V - Vinha; G - Gramíneas; I - Regadios  
d - denso; e - pouco denso

Associadamente, no quadro do desenvolvimento de metodologias de planeamento e gestão com vista à Conservação da Natureza, houve que determinar quais as espécies objectivo associadas aos habitats ocorrentes e avaliar os custos de conservação desse tipo de plantas e/ou formações (Quadros 4 a 6).

Quadro 4 - Custos de conservação das espécies-objectivo (vegetação) na zona de estudo SE Alentejo

MAIORES CUSTOS	CUSTOS MEDIANOS	MENORES CUSTOS
<i>Linaria ricardoi</i> <i>Allium schmitzii</i>	<i>Juncus valvatus</i> <i>Narcissus fernandesii</i>	<i>Armeria neglecta</i> <i>Rhynchosinapis hispida ssp. transtagana</i>
<i>Marsilea batardae</i> <i>Hypericum pubescens</i> <i>Eryngium galioides</i> <i>Anchusa granatensis</i> <i>Linaria hirta</i> <i>Juncus rugosus</i> <i>Spiranthes aestivalis</i>	<i>Sanguisorba hybrida</i> <i>Securinega tinctoria</i> <i>Luzula forsteri ssp. baetica</i> <i>Salix salvifolia ssp. australis</i> <i>Narcissus bulbocodium</i>	<i>Campanula transtagana</i> <i>Picris spinifera</i> <i>Bellevalia hackelli</i> <i>Paeonia broteroi</i> <i>Ulex eriocladius</i> <i>Genista polyanthos ssp. polyanthos</i> <i>Picris algarbiensis</i> <i>Cynara algarbiensis</i> <i>Cynara tournefortii</i> <i>Onopordum nervosum</i> <i>Centaurea ornata ssp. ornata</i> <i>Centaurea ornata ssp. interrupta</i>

1. Maiores custos - espécies dependentes do uso tradicional da terra (não toleram o set-aside")
2. Custos medianos - espécies independentes do uso tradicional da terra (características mesófilas e hidrófilas)
3. Menores custos - espécies independentes do uso tradicional da terra (características xerófilas)

Quadro 5 - Espécies-objectivo exigindo vastas superfícies naturais ou próximo do natural na zona do SE Alentejo

Mammals	Birds
<i>Lynx pardina</i> (Iberian Lynx) <i>Canis lupus</i> (Grey Wolf) <i>Felis Silvestris</i> (Wild Cat)	<i>Ciconia nigra</i> (Black Stork) <i>Aquila chrysaetos</i> (Golden Eagle) <i>Aegypius monachus</i> (Cinereous Vulture) <i>Aquila adalberti</i> (Adalbert's Eagle) <i>Neophron percnopterus</i> (Egyptian Vulture) <i>Gyps fulvus</i> (Griffon Vulture) <i>Grus grus</i> (Crane) <i>Otis tarda</i> (Great Bustard)

Quadro 6 - Espécies-objectivo exigindo a preservação do modo tradicional de uso da terra, o pastoreio extensivo ou a preservação da vegetação natural ou semi-natural na área do SE Alentejo

Uso tradicional da terra/Sequeiro extensivo	Pastoreio extensivo	Vegetação natural ou próximo do natural
<i>Grus grus</i> <i>Otis tarda</i>	<i>Aquila adalberti</i> <i>Aquila chrysaetos</i> <i>Neophron percnopterus</i> <i>Aegypius monachus</i> <i>Gyps fulvus</i> <i>Canis lupus</i>	<i>Ciconia nigra</i> <i>Aquila adalberti</i> <i>Aquila chrysaetos</i> <i>Canis lupus</i> <i>Lynx pardina</i> <i>Felis Silvestris</i>

#### 4 - Comentário aos resultados

Os resultados obtidos até ao momento provam o interesse das metodologias escolhidas e a sua aplicabilidade ao processo de planeamento e gestão do território. Particularmente interessante provou-se a combinação dos dois planos de caracterização que permitiu chegar às seguintes conclusões:

- A estrutura do presente quadro de uso é condicionada pela estrutura dos factores estáveis. Este condicionamento não é determinístico, consistindo antes num equilíbrio entre as necessidades ambientais de cada tipo de uso e os limiares de utilização de cada local: por exemplo a regularidade das formas e a vizinhança de recursos hídricos é mais determinante do que a fertilidade dos solos na distribuição dos usos agrícolas.
- O carácter da organização estável e a sua organização espacial em matrizes, manchas e corredores não costuma ser, no essencial, contraditada pela organização do plano circunstancial.
- O nível hierárquico de determinação da estrutura circunstancial pela estrutura estável é superior ao nível de diferenciação dos usos do solo/biótopos: o condicionamento apresenta um carácter mais geral do que a diversidade de caracteres e ocorrências locais (considere-se, por exemplo, os factores supraregionais de condicionamento de uma rede ecológica (Fig. 2).

A consideração, em cada plano de caracterização da natureza e do carácter das interações entre cada unidade, permitiu não só a identificação do grau

de estabilidade dessa unidade, como a identificação da sua complementaridade relativa. Esta última informação provou-se particularmente importante na justificação dos resultados da avaliação no terreno da produtividade ecológica dos principais grupos faunísticos nas diferentes formações cartografadas (Quadro 7), assim como na estimativa do valor genético dessas formações. Esta caracterização é crucial na calibração dos métodos de identificação das estruturas e escalas determinantes para a funcionalidade e viabilidade de cada grupo biológico no quadro dos processos de gestão.

Quadro 7 - Resumo dos resultados de avaliação da produtividade faunística na área de estudo Évora

<b>Grupo faunístico</b>	<b>Elevada produtividade</b>	<b>Productividade média</b>	<b>Baixa Productividade</b>
Mamíferos	Montado bem estratificado	Montado sobre sequeiro	Sequeiro, pomares e áreas urbanas
Aves	Montado bem estratificado e formações de gramíneas pouco perturbadas	Montado sobre sequeiro e sequeiro	Áreas urbanas e periurbanas
Répteis e Anfíbeos	Montado bem estratificado e vizinhança de cursos de água bem preservados	Cursos de água degradados e montados em zonas de afloramentos rochosos	Áreas urbanas, pomares, sequeiro e montados degradados

A comparação destes resultados com os valores da complementaridade relativa e da conectividade absoluta mostraram que uma elevada complementaridade num quadro de uma matriz pouco perturbada e com uma elevada conectividade são as zonas de mais elevado valor faunístico. A importância da conectividade e de um valor reduzido da fragmentação ficou claramente demonstrada na análise do valor faunístico e florístico das áreas urbanas e periurbanas onde uma elevada complementaridade num quadro de elevada perturbação determina um valor ecológico reduzido. O testes destas relações de interdependência estrutural e funcional prossegue às diferentes escalas de modo a determinar padrões generalizáveis.

Os resultados obtidos nos diferentes estudos mostram igualmente, que, apesar de o uso do solo determinar primariamente o carácter, extensão, interrelacionamento e grau de perturbação dos biótopos actualmente ocorrentes e determinar, portanto, de modo marcante a qualidade biológica de cada lugar, a existência de elementos particulares (como charcas ou planos de água ou outros habitats particulares) é o factor determinante final na determinação do valor global dessa qualidade.

## 5 - Conclusões

As principais conclusões que podem já ser extraídas no presente estado de desenvolvimento dos estudos são:

- O conceito de Unidade Territorial (Land Unit - Zooneveld, 1989) constitui um instrumento particularmente útil na caracterização e

avaliação do território. Contudo, o seu valor real só é plenamente realizado se se utilizarem métodos reprodutíveis na sua identificação e quando a sua articulação com a estrutura de uso actual fôr realizada de modo operacional.

- A avaliação da estabilidade de uma paisagem através da comparação do grau de correspondência entre a natureza dos dois planos de caracterização é da maior utilidade na determinação do grau de “naturalidade” da fragmentação dessa paisagem e do grau de perturbação associado a qualquer quadro de uso do território. É também da maior utilidade na determinação dos factores de perturbação responsáveis pelo actual grau de fragmentação.
- A consideração da complementaridade de uma matriz e da presença de elementos particulares é da maior importância, conjuntamente com a conectividade e a produtividade na definição do significado biológico dessa matriz.
- O facto de a significância dos diferentes elementos da paisagem para cada grupo faunístico ser muito variada impõe que a definição dos objectivos de gestão dessa paisagem tenham de atender à aparente contradição entre a funcionalidade de cada local ou tipo de uso, definindo complexos adequados de objectivos em função da natureza estável dessa paisagem.

Estes resultados realçam claramente a importância de aproximações hierárquicas ao processo de planeamento e gestão, integrando sucessivamente os objectivos e condicionantes suprarregionais, os factores estruturais regionais e as exigências locais decorrentes das particularidades de cada uso e de cada local.

## **6 - Agradecimentos**

Os projectos atrás referidos só puderam ser desenvolvidos graças ao seu financiamento no quadro do Programa STRIDE - Projecto Évora, do Programa Estímulo à Investigação no Domínio do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (Protocolo JNICT/DGOT) - Projectos Évora e Apostiça e Bolsas de Doutoramento do Programa Ciência e PRAXIS XXI - Projecto SE Alentejo.

## **7 - Bibliografia**

- Allen, T.F.H.; Hoekstra, T.W. 1992. *Toward a Unified Ecology* - Columbia University Press, New York. 384 pp.
- CEEM - Centro de Estudo de Ecossistemas Mediterrânicos, 1995 - *A região de Évora numa perspectiva de Ecologia da Paisagem* - Relatório Final do Programa STRIDE-Amb. 12
- Fernandes, J.P.; 1994 - *Análise Estrutural do Espaço de Uso: um Instrumento para o Planeamento e a Decisão Ambiental* - comunicação

apresentada à 4ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente, Lisboa 6 a 8 de Abril

- Fernandes, J.P.; Mascarenhas, J.M., 1995. The SE Alentejo and Évora Projects: building a framework for the ecological Planning and Management of the Landscape - comunicação apresentada ao *Workshop "Eeconet and the Wildlands Project"*, Fundação Luso Americana para o Desenvolvimento, Lisboa 6 e 7 de Julho

- Forman, R.T.T.; Godron, M. 1986. *Landscape Ecology* - J. Wiley and Sons. New York. 619 pp.

- Meentemeyer, V.; Box, E.; 1987 - Scale effects in Landscape Studies - in Turner. M.G. (ed.) *Landscape Heterogeneity and Disturbance*, Springer Verlag, New York, pp 15 - 34

- Turner, M.G.; 1989 - Landscape Ecology: The effect of Pattern and Process - *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20, pp 171 - 197

- Zooneveld, I.S. 1989. The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications - *Landscape Ecology* vol. 3 no. 2 pp 67-83.