

Reserva Agrícola Nacional, expansão urbana e fragmentação da paisagem na “bacia leiteira primária” de Entre-Douro-e-Minho¹

Carlos Delgado²

RESUMO

O crescimento urbano insuficientemente ordenado gera um grande consumo, degradação e fragmentação de solo agrícola, causa inúmeras pressões na gestão de recursos naturais e no ordenamento do território, e pode conduzir à inviabilização económica das explorações e à perda de uma importante base económica das regiões agrícolas.

Em torno da Área Metropolitana do Porto e na região de Entre-Douro-e-Minho, o incremento das áreas edificadas e a densificação da rede viária tem tido fortes impactes sobre o solo rural. Aqui, localiza-se a maior “bacia leiteira” do país, onde existe uma forte concentração de explorações agrícolas, e caracterizada por uma agricultura intensiva, mecanizada e especializada na produção de leite, dinamizada por uma competitiva indústria agro-alimentar.

O objectivo principal do presente estudo consistiu na quantificação e análise do processo de fragmentação das áreas de Reserva Agrícola Nacional (RAN), resultante da pressão causada pela expansão do edificado. Esta análise fez-se a dois níveis: o primeiro, ao nível das manchas individuais, visou a obtenção de valores globais para a totalidade da bacia leiteira; o segundo, ao nível da classe, incidiu sobre unidades espaciais homogéneas que cobrem toda a área de estudo, permitindo identificar mais detalhadamente, após análise estatística multivariada, diferentes intensidades de fragmentação da paisagem.

Com este estudo, Destaca-se o papel fundamental dos indicadores desenvolvidos pela Ecologia da Paisagem, dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e das metodologias de análise estatística, na monitorização e avaliação dos processos de edificação em áreas de forte aptidão agrícola, bem como no apoio à gestão e ordenamento do território e das paisagens.

Palavras-chave

Reserva Agrícola Nacional; Expansão urbana; Fragmentação da paisagem; Ecologia da Paisagem

¹ Resumo e adaptação do Capítulo 5 da Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto (Delgado, 2010) e do artigo apresentado no *IX Colóquio Ibérico de Estudos Rurais* (Delgado e Marques, 2012).

² Professor Assistente Convidado do Departamento de Geografia da FLUP, cfsdelgado@gmail.com

ABSTRACT

Insufficient planned urban growth generates a large consumption, degradation and fragmentation of agricultural land, causes numerous pressures on management and planning of natural resources, and can lead to economic unfeasibility of farms and to the loss of an important economic base in agricultural regions.

Around the Porto Metropolitan Area and in the Entre-Douro-e-Minho region, increasing built-up areas and densification of road network had strong impacts on rural land. Here is located Portugal's biggest "dairy region", with a high concentration of farms, and characterized by its intensive and mechanized farming, specialized in the dairy sector boosted by a competitive agri-food industry.

The main purpose of this study was to quantify and analyse the fragmentation process of the National Agricultural Land Reserve zoning areas, resulting from the pressure caused by the built-up expansion. This analysis was done at two levels: the first, the patch level, aimed at achieving global values for the entire dairy region; and the second, the class level, focused on homogeneous spatial units that cover the entire area of study, allowing us to identify in more detail, after a multivariate statistical analysis, different intensities of landscape fragmentation.

This study highlights the fundamental role of the metrics developed by Landscape Ecology, of Geographic Information Systems (GIS) and also of statistical methodologies, in the monitoring and assessment of development processes in prime farmland, as well as in landscape management and planning.

Keywords

National Agricultural Land Reserve; Urban expansion; Landscape fragmentation; Landscape Ecology.

1. Introdução

O forte crescimento urbano constitui, inegavelmente, um dos fenómenos mais marcantes e caracterizadores da época contemporânea, tendo-se intensificado particularmente nas últimas décadas.

A urbanização dispersa, forma particular de expansão urbana, representa o avanço do edificado a um ritmo crescente em áreas periurbanas ou rurais, de forma bastante disseminada e fragmentada, e nem sempre proporcional ao crescimento populacional. Tal disseminação ou fragmentação reflecte-se em descontinuidades morfológicas caracterizadas por uma ausência de contiguidade, e na segregação espacial dos usos do solo (residencial, comercial, industrial, etc.), fruto de um ordenamento territorial muito débil, face a um mercado fundiário e imobiliário muito agressivo.

Esta modalidade de crescimento urbano pode assumir vários padrões espaciais ou morfológicas, desde a sua forma mais compacta, passando por núcleos mais pequenos, separados entre si (desenvolvimento polinucleado), por uma organização ora mais

linear/em filamento (urbanização linear, geralmente ao longo da rede viária), ora mais intercalado/descontínuo (em que se misturam pequenos núcleos com edificações isoladas, deixando muitos vazios nos seus interstícios), ou mesmo por ocupações pontuais, dispersas/disseminadas um pouco por toda a paisagem³.

O debate em torno das consequências da expansão e dispersão urbana está longe de ser sólido e consensual, sendo os seus efeitos/impactes/custos – negativos ou positivos – agrupados em diversas categorias. Estas consequências nem sempre são fáceis de observar, e ainda menos de medir ou quantificar, algo que é fundamental e indispensável para o processo de gestão, análise, monitorização e avaliação das dinâmicas territoriais e das políticas que incidem sobre o urbanismo e o ordenamento do território.

Dos inúmeros impactes negativos, alguns são constantes na generalidade da bibliografia (a título de exemplo: Barnes *et al.*, 2001; Heimlich e Anderson, 2001; Johnson, 2001; Chin, 2002; Gibelli, 2003; EEA, 2006; Muñoz *et al.*, 2007): consumo excessivo de solo (enquanto espaço e enquanto recurso); criação de “vazios” por colmatar; maiores custos de infra-estruturação do território; maior consumo e ineficiência energética; maior dependência do transporte privado; aumento das distâncias, tempos e custos de deslocação; maior competição e segregação dos usos do solo; impermeabilização excessiva dos solos; diminuição ou mesmo perda de áreas ambientalmente sensíveis, de habitats e de ecossistemas; redução de espaços abertos; perda de biodiversidade; degradação (estética) e fragmentação da paisagem; aumento do risco de incêndios florestais; afectação de solos com elevada aptidão agrícola, excessivo parcelamento fundiário, declínio da produtividade, dos rendimentos e das actividades agrícolas, entre tantos outros. Todavia, este modelo de ocupação do território poderá, pelo contrário, apresentar alguns aspectos positivos, nomeadamente ao nível das aspirações e escolhas individuais e dos padrões de qualidade de vida.

A agricultura tem sido uma das actividades humanas que mais tem sofrido as consequências, predominantemente negativas, do crescente processo de urbanização. Neste âmbito, refira-se a intervenção de factores eminentemente urbanos (as áreas urbanas oferecem amplas oportunidades de trabalho, constituem vastos mercados, e aumentam a procura de solo disponível) que, por sua vez, acabam por impor determinados “estímulos” ou “pressões” aos meios rurais adjacentes às cidades (Figura 1).

A expansão urbana (em particular na sua morfologia mais dispersa), é extremamente consumidora de solo, e não tem apenas repercussões em termos estritamente ecológicos ou ambientais. Para além da perda ou degradação de solos com elevada aptidão agrícola, a fragmentação e o isolamento das parcelas, que geralmente ocorre nas franjas urbanas, conduz a um maior parcelamento e à “pulverização” das

³ Galster *et al.* (2001) sintetizam oito dimensões que permitem conceptualizar e quantificar o crescimento urbano (*urban sprawl*): densidade, continuidade, concentração, aglomeração, centralidade, nuclearidade, mistura de usos e proximidade. A caracterização e tipificação de algumas dessas *morfologias urbanas* podem ser feitas mediante a aplicação das metodologias entretanto desenvolvidas e apresentadas no artigo anterior (Marques *et al.*)

propriedades, e a uma perda da base económica tradicional de uma dada região (Bryant *et al.*, 1982: 107). A diminuição da base de sustentação da agricultura leva, por sua vez, a maiores custos de produção e à diminuição dos rendimentos agrícolas. Daí que uma excessiva fragmentação possa tornar inviável qualquer exploração, pela perda da rentabilidade económica, levando à entrada dos terrenos rústicos no “jogo” da especulação fundiária e imobiliária (Brabec e Smith, 2002: 255-256).

No sentido de proteger os solos de forte aptidão agrícola, foi criada em Portugal, em 1982⁴, a figura da Reserva Agrícola Nacional (RAN), com a actual redacção do Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de Março. Esta legislação engloba três perspectivas: a sustentabilidade ambiental e ecológica, assim como a manutenção da biodiversidade⁵ (o solo enquanto suporte do desenvolvimento da actividade agrícola e recurso natural); o desenvolvimento económico e social (o solo como factor essencial para a “competitividade dos territórios rurais” e suporte de actividades agrícolas sustentáveis); e o ordenamento do território.

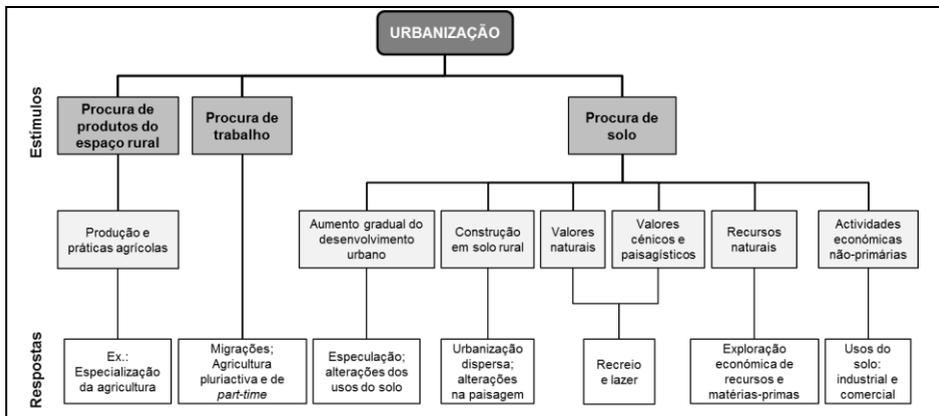


Figura 1 – Forças motrizes da urbanização nos meios rurais (adaptado de Bryant *et al.*, 1982: 7).

⁴ Decreto-Lei n.º 451/82, de 16 de Novembro.

⁵ A RAN, juntamente com a REN, o Domínio Público Hídrico, a Rede Nacional de Áreas Protegidas e a Rede Natura 2000, integra a Rede Fundamental de Conservação da Natureza (PNPOT, 2007: 32).

1.1. O papel da Ecologia da Paisagem na análise quantitativa de padrões e processos espaciais

O conceito de “paisagem” é polissémico, com um amplo espectro de definições e interpretações, que derivam de diferentes sensibilidades e pontos de vista, e de múltiplas áreas de estudo que sobre ela se debruçam. Esse conceito terá surgido na Holanda, no século XVI, mas deriva etimologicamente do francês *paysage* (de *pays* – país; pátria; região) e *payisan* (camponês; campónio; aldeão; rústico)⁶, que por sua vez radica na palavra latina *pagus* (território rural; campo; aldeia). Em suma: a ideia de paisagem está intimamente ligada às áreas rurais e às práticas agrícolas. Carminda Cavaco (2005: 74), especifica que

“o conceito de paisagem envolve pelo menos três significados; o dos artistas [...]; o dos geógrafos – a geografia como o estudo das paisagens terrestres; o dos planeadores, em que a paisagem tende a ser considerada como um bem cultural difuso, um recurso, um património herdado do passado, a transmitir às gerações futuras, e que combina valores estéticos dos artistas, valores morfológicos dos geógrafos e valores ecológicos e culturais [...]”.

Assim, para a Geografia, “a paisagem desempenha um importante papel e pode ser considerada uma unidade central (...) [focada] essencialmente nas relações entre o meio físico e os grupos humanos” (Casimiro, 2002: 391). “Mais do que um simples conceito, o estudo da paisagem (e, por associação, a região geográfica) identificava-se com o próprio objecto de estudo da geografia e o elemento distintivo de um posicionamento disciplinar claro entre as ciências naturais e as ciências humanas” (Domingues, 2001: 56).

Uma das definições mais aceites de paisagem é a sugerida por G. Bertrand, que a apresenta como “o resultado [numa porção de espaço] da combinação dinâmica, logo instável, de elementos físicos, biológicos, antropogénicos que, reagindo dialecticamente entre si, tornam a paisagem num conjunto único e indissociável” (*apud* Casimiro, 2002: 396).

Já a Convenção Europeia da Paisagem apresenta uma definição mais simplista: “«Paisagem» designa uma parte do território, tal como é apreendida pelas populações, cujo carácter resulta da acção e da interacção de factores naturais e ou humanos” (Decreto n.º 4/2005, de 14 de Fevereiro – Art.º 1.º, al. a)). Ainda assim, estas definições permitem-nos concluir que, independentemente da sua realidade geográfica (o “território” ou a “porção de espaço”), a paisagem é consequência “da acção do homem e da reacção da natureza”, e “só existe, como tal, quando há alguém para a ver e interpretar”. Trata-se de “um elemento cultural que resulta da contemplação que se exerce sobre a realidade física e geográfica e não essa realidade em si mesmo”. Tal só

⁶ Carvalho, Olívio da Costa (1996) – Dicionário de Francês-Português. Dicionários Editora. Porto: Porto Editora, p. 534.

vem reafirmar a “importância da acção humana na definição das paisagens como unidades que dão expressão ao território, no seu todo” (Fadigas, 2007: 124).

As paisagens, sendo fruto de uma interpretação humana e pessoal, ou de uma construção histórica e cultural – ao invés do espaço e do território, que constituem realidades objectivas e suporte material das paisagens –, “pecam” por ser demasiado dadas à subjectividade⁷. Tal facto pode colocar sérios obstáculos à gestão sustentável dos recursos naturais, à localização das actividades e presenças humanas, e à “capacidade de carga” dos territórios, enfim, a todos os processos de ordenamento do território, de planeamento e de tomada de decisão.

Daí que tenha crescido a necessidade de complementar o carácter qualitativo e descritivo da Geografia, com métodos e mecanismos de quantificação das externalidades e valores das paisagens. Além disso, sendo “o uso do solo [...] o ponto de intersecção mais importante entre as actividades humanas e o meio, nomeadamente ao nível dos sistemas biogeoquímicos [...], o seu estudo – análise – compreensão é premente a uma escala global (regional e local), importando desenvolver novos métodos e técnicas, tendencialmente mais integrados inter-disciplinarmente e suficientemente quantitativos, por forma a permitir classificações, comparações e generalização a escala espacialmente mais amplas.” (Casimiro, 2000: 3) Esta tarefa coube a uma nova área do saber – a Ecologia da Paisagem – cujas bases foram lançadas na transição para a segunda metade do século XX.

A grande inovação da Ecologia da Paisagem, sobretudo por intermédio da ‘escola norte-americana’, a partir de meados da década de 1980, foi precisamente a sua feição mais quantitativa: procurava “medir” os padrões e os processos da paisagem no espaço (a diversas escalas) e no tempo, recorrendo, para esse efeito, às novas tecnologias de informação geográfica (detecção remota/imagens de satélite, Sistemas de Informação Geográfica, modelação, etc.).

A Ecologia da Paisagem enfatiza, assim, a interacção entre os padrões espaciais e os processos ecológicos, isto é, as causas e consequências da heterogeneidade espacial ao longo das diversas escalas. Em suma, combina a abordagem espacial da Geografia com a abordagem funcional da Ecologia (Figura 2), e assenta em duas premissas fundamentais: a configuração espacial é essencial para a compreensão dos processos ecológicos; e a extensão espacial de estudo é, geralmente, mais alargada que aquela que é tradicionalmente estudada pela Ecologia (Turner *et al.* 2001: 2-4).

⁷ Assim se compreende que haja tantas e tão diversas definições de “paisagem”, tantas quantas as formas de a ver, as abordagens, as sensibilidades e as interpretações.

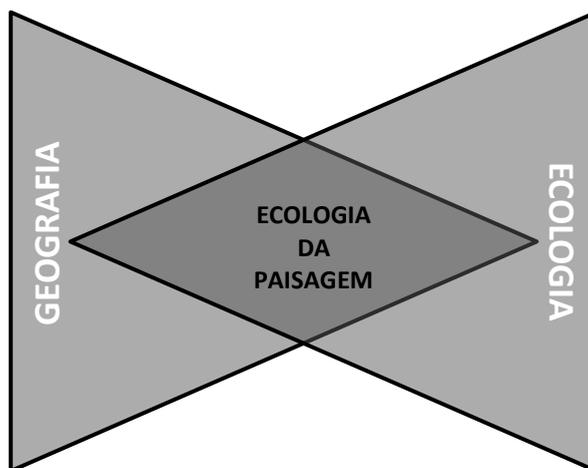


Figura 2 – A Ecologia da Paisagem, enquanto combinação entre a Geografia e a Ecologia.

2. Metodologia adoptada e resultados obtidos

2.1. Justificação da área de estudo e objectivos

Em Portugal, o processo de urbanização sentiu-se sobretudo a partir de meados da década de 1970, assumindo diferentes ritmos e intensidades, particularmente em torno das duas principais cidades, Lisboa e Porto, e ao longo de algumas áreas do litoral. No Noroeste, esse processo foi difuso e fragmentado, aproveitando a existência de uma rede de cidades médias e de formas de povoamento historicamente dispersas.

A nossa área de estudo (Figura 3) situa-se no Noroeste de Portugal, e enquadra-se nos moldes que caracterizam uma “bacia de produção”⁸. Trata-se da maior “bacia leiteira” do país (“principal” ou “primária”, pela sua relevância), caracterizada por uma agricultura intensiva, mecanizada e especializada na produção de leite e cereais forrageiros, e por uma forte concentração de explorações agrícolas, e onde se instalou uma competitiva indústria agro-alimentar especializada na fileira do leite e lacticínios, assente num forte sector cooperativo (Marques, 2000: 256-258)⁹. Beneficiando de uma

⁸ Uma “bacia de produção” caracteriza-se por ter: a) uma concentração de explorações agrícolas tendencialmente especializadas; b) uma área com fronteiras “abertas”, mas onde também existem “factores limitativos” (geralmente físicos, mas também humanos), que representam um obstáculo para a sua produção; c) uma única produção, ou algumas produções relacionadas entre si (ex. leite e cereais forrageiros – milho de silagem). Frequentemente as explorações assentam em orientações mais variadas, criando uma sobreposição de múltiplas bacias de produção; d) características homogêneas em função das estruturas agrárias, das tecnologias agrícolas, do escoamento e consumo dos produtos, etc. (Diry, 1999: 39-40; 43).

⁹ Inicialmente liderado pela AGROS (Associação das Cooperativas dos Produtores de Leite de Entre-Douro-e-Minho e Trás-os-Montes), este processo seguiu posteriormente uma lógica de concentração

densa e moderna rede viária, assim como de um aeroporto internacional (*Francisco Sá Carneiro*, em Pedras Rubras) e de um grande porto marítimo (Leixões, Matosinhos), esta indústria agro-alimentar desenvolveu-se nos principais nós de acesso a esta rede de acessibilidade, na proximidade ao “núcleo central” da bacia leiteira, ou mesmo estabelecendo a sua sede no Porto.

A região agrária do Entre-Douro-e-Minho (EDM) é a principal produtora de leite do continente português, representando, em 2004/2005, 37,8% do total de explorações leiteiras, 47,8% do volume de leite recolhido¹⁰ (DRAEDM, 2006: 1-2). Os últimos Recenseamentos Agrícolas (1999-2009) mostram que, nesta região, o número de explorações tem vindo a diminuir (-31%), o mesmo sucedendo com a Superfície Agrícola Utilizada, SAU (-7,7%). Pelo contrário, verifica-se um aumento da SAU média/exploração (+26,8%) e do encabeçamento de bovinos leiteiros (+90,8%). Barcelos e Vila do Conde são os concelhos que mais se evidenciam nesta região. Apesar do decréscimo de -15,2% em Barcelos, estes concelhos possuem quase 60% do total de vacas leiteiras; quanto à produção de leite, em 2000/2001, Barcelos teve um volume de quase 26% do total de EDM, e Vila de Conde 18,1%. Também se destacam os concelhos da Póvoa do Varzim, Esposende e Vila Nova de Famalicão (INE, 1999-2009)¹¹.

O peso desta fileira não se faz sentir somente na produção. Em termos de rentabilidade e importância económica, a região do EDM destaca-se, a nível nacional, pelo forte contributo do sector leiteiro para as *Margens Brutas Padrão/Standard* das explorações.

Todos estes elementos fazem com que esta região, situada na esfera de influência da Área Metropolitana do Porto, seja caracterizada como sendo uma área rural dinâmica, com algumas bolsas substanciais de agricultura competitiva (GPPAA, 2003: 14). No entanto, os rápidos e “intensos processos de suburbanização sentidos nos últimos cinquenta anos” nas “coroas” da metápolis do Porto (Marques, 2003: 508), veiculados pelo aumento da população residente, do edificado habitacional e de equipamentos (sobretudo grandes superfícies comerciais), e pelo adensamento e complexificação da rede viária, têm aumentado a pressão sobre os territórios rurais, entre os quais os de forte aptidão agrícola localizados nesta região.

empresarial, através da fusão (em 1996) das cooperativas *AGROS*, *LACTICOOP* e *PROLEITE/MIMOSA*, num mesmo grupo – a *LACTOGAL, S.A.*

¹⁰ Cerca de 35% em relação a todo o território português, incluindo a Região Autónoma dos Açores.

¹¹ INE (1999). *Recenseamento Geral da Agricultura – 1999*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística. INE (2009). *Recenseamento Agrícola - 2009*, Lisboa, Instituto Nacional de Estatística. Disponíveis em <<http://www.ine.pt>>.

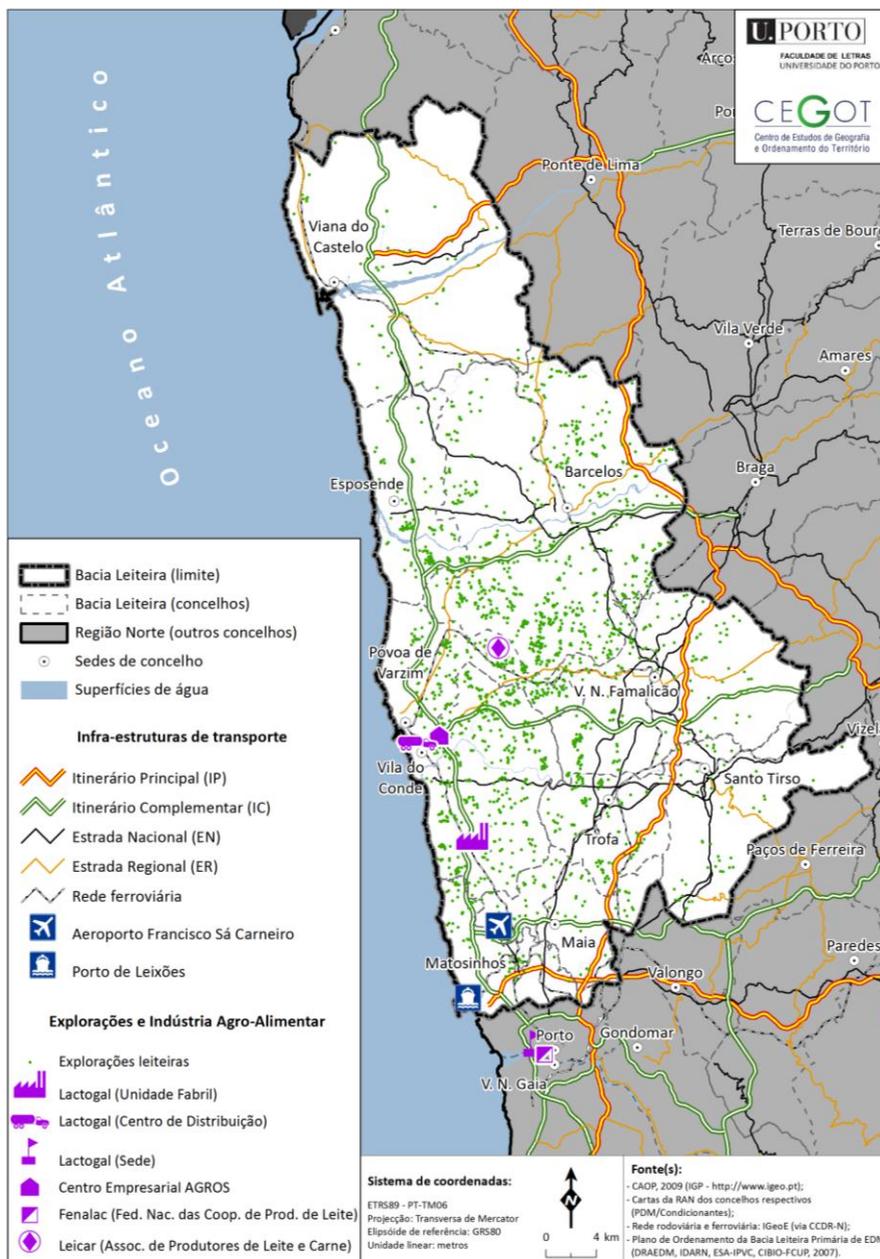


Figura 3 – “Bacia leiteira primária” de Entre-Douro-e-Minho: acessibilidades principais e organização da fileira do leite e laticínios (2010)

A pesquisa organizou-se em torno de um objectivo central: a quantificação e análise do processo de fragmentação das áreas de Reserva Agrícola Nacional (RAN), mediante a aplicação de vários indicadores espaciais¹² comumente aplicados nos estudos de Ecologia da Paisagem.

2.2. Fragmentação da paisagem nas áreas de RAN

As paisagens, como se sabe, não são estáticas, são dinâmicas, e evoluem permanentemente no tempo e no espaço, em virtude de diversos factores. Um deles é a fragmentação que, *strictu sensu*, é a quebra de um todo em partes mais pequenas. Em termos de uso e ocupação do solo, a fragmentação é apenas mais um de entre muitos processos espaciais de transformação que envolvem a perda e isolamento de habitats, originando um maior número de manchas (*patches*¹³), muito mais pequenas e isoladas entre si (Collinge, 1996: 61). Deste modo, medir o grau de fragmentação (enquanto *processo*) requer, necessariamente, que se meça também o *padrão* do habitat numa paisagem (Wilcove *et. al.*, 1986 *apud* Fahrig, 2003: 491).

A fragmentação implica, assim, a ocorrência de quatro grandes efeitos sobre o padrão da paisagem: (1) a redução da quantidade total de habitat; (2) o aumento do número de manchas do habitat; (3) a diminuição das áreas nas manchas, e (4) aumento do isolamento das manchas, i.e., perda de conectividade¹⁴. Todavia, essas medidas variam fortemente, podendo a fragmentação incluir somente um ou vários efeitos, e nunca necessariamente os quatro cumulativamente (*idem, ibidem*: 491).

A quantificação da estrutura e complexidade da paisagem assenta numa vasta gama de métricas, índices ou indicadores, que pretendem medir a distribuição, forma e arranjo espacial das manchas (Casimiro, 2002: 429). Essa quantificação pode ser feita a três níveis distintos:

Ao nível da mancha (*patch level*), analisando a totalidade dos *patches* que compõem o “mosaico” da paisagem, mas considerados individualmente. Este nível poderá servir, primeiramente, como base computacional para outras métricas (McGarigal e Marks, 1995: 19);

Ao nível da classe (*class level*), considerando tantas classes quantas as definidas e utilizadas como material de base (Casimiro, 2002: 429), e aglutinando os *patches* de um dado tipo. Estas métricas servem, sobretudo, para examinar a quantidade e distribuição de uma classe em particular (no caso presente, a RAN), e “podem ser obtidas por média simples ou média pesada que tenha em conta a área da mancha” (Couto, 2004: 115).

¹² Indicadores ou métricas de paisagem (*landscape metrics*).

¹³ Para uma definição pormenorizada de *patch*, consultar o artigo anterior (Marques *et al.*), nota de rodapé # 13.

¹⁴ “Conectividade” é a continuidade/contiguidade espacial de um habitat ou de um determinado uso/ocupação de solo numa dada paisagem (Turner *et al.*, 2001: 3). O seu oposto é o “isolamento”.

Ao nível da paisagem (*landscape level*), quando interagem diferentes tipos de manchas ou classes numa paisagem inteira (ex. diferentes usos do solo). Estas métricas são frequentemente utilizadas para medir, por exemplo, o grau de “diversidade” ou “mistura” de uma paisagem, podendo também “ser obtidas por simples média ou média pesada ou podem reflectir propriedades do padrão” (Couto, 2004: 115).

Uma vez que se pretende observar a estrutura e os padrões espaciais de um único tipo específico de uso do solo (solo agrícola), definido por zonamento e constituindo uma condicionante (RAN), a nossa escolha recaiu nas métricas ao nível dos *patches* e ao nível da classe. Este último nível revela-se melhor para representar a distribuição e padrão espacial de uma única classe/tipo de manchas numa dada paisagem.

A primeira abordagem (ao nível dos *patches*) consistiu na aplicação das várias métricas à totalidade das manchas da RAN existentes nos concelhos que compõem a Bacia Leiteira, sem qualquer distinção administrativa (freguesias ou concelhos)¹⁵. Na análise ao nível da classe, optou-se pela análise da RAN em unidades espacialmente homogéneas, através da utilização de uma malha regular de hexágonos com área de 1 km², com a qual se intersectaram os *patches* da RAN¹⁶.

Previamente à análise dos diversos indicadores de paisagem, procedeu-se ao tratamento cartográfico das áreas de RAN. Existem dois aspectos relevantes quando se pretende analisar o processo e a dinâmica de fragmentação: a evolução da paisagem ao longo do tempo, e a inserção do elemento humano nessa mesma paisagem.

Quanto ao primeiro aspecto, tal evolução temporal não pôde ser desenvolvida no presente trabalho, uma vez que a RAN formalmente definida para os concelhos em estudo tem, de um modo geral, apenas um marco temporal, que é o da aprovação dos primeiros PDM¹⁷.

Relativamente ao elemento humano, este foi inserido mediante a sobreposição dos polígonos das edificações existentes na Carta Militar de Portugal (1:25.000)¹⁸, aplicando-se a metodologia desenvolvida por Marques *et al.* (2009; 2012) para a

¹⁵ Para este nível, as métricas foram calculadas em dois tipos de formato de informação: matricial (*raster*) e vectorial. No primeiro caso, foi utilizado o programa *FRAGSTATS 3.3*; ao nível da classe, as métricas foram calculadas no programa *Patch Analyst 4* (executável no *ArGIS*) ou na tabela de atributos das respectivas *shapefiles*.

¹⁶ Tendo em conta que as unidades administrativas mais pequenas (freguesias) e estatísticas (secções ou subsecções) não só não têm dimensões uniformes, como não são estáveis ao longo do tempo, Tornou-se, consequentemente, necessário “comparar o que é comparável”, adoptando unidades de análise não só mais pequenas mas, sobretudo, regulares e estáveis ao longo do tempo. Este pormenor revela-se crucial, porque “no processo de monitorização e avaliação, é fundamental que se definam unidades de análise homogéneas (na sua área) e inalteráveis (ao longo do tempo), uma vez que os limites administrativos são, de todo, desadequados para uma análise rigorosa das dinâmicas territoriais” (Marques *et al.*, 2010: 13)

¹⁷ À data de aquisição da informação cartográfica utilizada neste trabalho, apenas Viana do Castelo tinha o seu PDM revisto (2008). Todos os restantes concelhos tinham (ou ainda têm) o seu primeiro PDM em vigor: Matosinhos (1992), Esposende (1994), Maia (1994, mas entretanto revisto em 2009), Santo Tirso/Trofa (1994), Vila Nova de Famalicão (1994), Barcelos (1995), Póvoa de Varzim (1995) e Vila do Conde (1995).

¹⁸ Cartografia topográfica em formato vectorial, datada de 1997 (IGeoE).

definição de áreas de contiguidade de edificado (50 metros)¹⁹. Eliminaram-se, das manchas originais da RAN, as áreas edificadas que nelas se sobrepusessem, gerando assim um novo tema cartográfico mais próximo da realidade – a “RAN Perfurada” (Figura 4).

Se uma análise ao nível de cada mancha individual pode ser considerada uma boa abordagem no sentido de se quantificar o padrão e a estrutura da paisagem, já a análise ao nível da classe permite-nos ir directamente à quantificação da fragmentação enquanto processo.

Convém realçar a ideia de que, tal como não existe um consenso generalizado na comunidade científica sobre a “fragmentação”, também não existe um indicador único que sintetize todos os aspectos relacionados com esse processo. Por isso, é recomendável que se siga uma de duas abordagens: (1) seleccionar apenas um aspecto da fragmentação que queiramos investigar (ex. a perfuração causada pela edificação no interior da RAN); ou (2) a utilização de vários indicadores que tentem abranger toda a complexidade desse processo. Esta última abordagem pareceu-nos ser a mais apropriada, sobretudo quando se pretende avaliar a integridade de uma paisagem ou ecossistema por inteiro (Bogaert, 2003).

¹⁹ Metodologia explicada detalhadamente no artigo anterior (Marques *et al.*).



Figura 4 – Sequência do processo de criação dos patches da “RAN Perfurada”, tendo em conta as áreas edificadas:

- a) *patch* da “RAN Original”;
- b) sobreposição dos polígonos do edificado;
- c) criação das agregações de edificado;
- d) eliminação, nos *patches* da ‘RAN Original’, das agregações de edificado.

2.2.1. Resultados ao nível das manchas

Dos inúmeros indicadores frequentemente utilizados para quantificar e caracterizar uma paisagem, na sua estrutura, composição²⁰ ou configuração espacial²¹,

²⁰ A composição da paisagem é facilmente quantificável, e respeita à presença, abundância e variedade dos tipos de *patch* nessa paisagem, sem considerar os seus atributos espaciais, a localização ou disposição dentro do “mosaico”. Destacam-se como principais indicadores de composição: a proporção da abundância de cada classe; a riqueza (número de diferentes tipos de manchas); a uniformidade e abundância relativa dos

três deles sintetizam, ao nível dos *patches*, o processo de fragmentação: o número de manchas (*NP*), a dimensão média das manchas (*AREA*) e o seu grau de isolamento ($DistMed4Viz_{i,j}^{22}$).

Um outro indicador relevante para a análise da paisagem é a proporção de “núcleos” (*core area index – CAI*) existente em cada mancha, que é determinada por uma distância calculada a partir dos limites exteriores e que, no presente estudo, foi de 50 m, comumente definida e aceite em termos de conservação de habitats e de criação de reservas naturais²³. De acordo com o *Programa do Homem e da Biosfera*, da UNESCO (Bennett e Mulongoy, 2006: 7), estas áreas de protecção devem ser, idealmente, divididas em três partes distintas: o núcleo (*core area*), a zona de protecção/tampão (*buffer zone*) e uma área de transição (*transition area*) – Figura 5.

diferentes tipos de mancha; a diversidade (que combina a riqueza e a uniformidade); ou a dominância (complemento da uniformidade; indica em que medida uma paisagem é dominada por uma ou várias classes).

²¹ A configuração espacial é mais difícil de quantificar, referindo-se à distribuição, arranjo, posicionamento e orientação espacial dos *patches* na paisagem. Pode ser quantificada ao nível da unidade básica (mancha), sendo que o carácter espacial dos *patches* representa o padrão espacial dessa mesma paisagem. Estes indicadores destacam os seguintes aspectos: a dimensão, distribuição e densidade das manchas (atributos fundamentais); a diversidade (relacionada com o número de manchas e a sua distribuição na paisagem); a complexidade das formas das manchas (simples, compactas, irregulares, convolutas); a dimensão e representatividade das áreas nucleares das manchas (*core areas*); o grau de isolamento/proximidade de uma mancha face às outras manchas da mesma classe (vizinhança); a conectividade; o contraste (diferença relativa entre tipos de manchas); o contágio (tendência dos tipos de manchas estarem espacialmente agregadas) e a difusão (mistura de manchas de diferentes tipos).

²² *Distância média aos 4 vizinhos mais próximos* (calculada no *ArGIS*). Indicador baseado na métrica *Euclidean Nearest Neighbor* (ENN), presente no FRAGSTATS, e também adaptada da “distância média entre edifícios próximos”, referida no artigo anterior (Marques *et al.*).

²³ A “zona de protecção” deverá restringir-se a um uso do solo e a actividades compatíveis com o estatuto de protecção da “área nuclear”, enquanto a “área de transição” será apropriada a actividades e práticas de gestão sustentável dos recursos. Estas zonas podem separar os usos agrícolas e residenciais, minimizando não só os impactos do crescimento urbano nas áreas produtivas, mas também, inversamente, diminuindo os efeitos perniciosos da aplicação de pesticidas e químicos ou os odores, poeiras e ruídos decorrentes das práticas agrícolas (*Planning Guidelines. Separating Agricultural and Residential Land Uses*, 1997). Não sendo um limiar obrigatório, a distância de 50 metros é considerada como o mínimo admissível para desempenhar as funções de preservação de um habitat, da qualidade da água ou da vida selvagem. É neste intervalo de espaço que, em relação às linhas de água, ocorre a maior filtragem de sedimentos e de remoção de fósforo, nitrogénio e outros poluentes (*Planner’s Guide to Wetland Buffers for Local Governments*, 2008: 8-10). Estes aspectos tornam-se ainda mais relevantes quando se trata de áreas de grande aptidão agrícola, como é o caso da RAN.

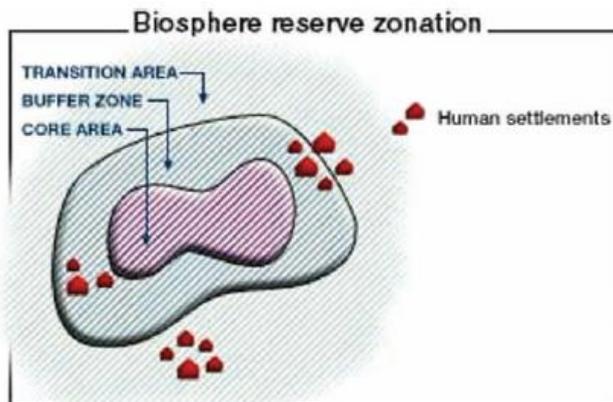


Figura 5 – Divisão dos habitats e reservas naturais, para sua conservação (extraído de Bennett e Mulongoy, 2006: 7).

Definidos estes indicadores principais, e calculados tanto para as manchas da “RAN Original” como para os da “RAN Perfurada”, verifica-se que ocorreram, genericamente, os seguintes efeitos na paisagem (Tabela 1): aumento do número de *patches* (+34,8%), diminuição da área média dos *patches* (-29,2%), diminuição da proporção de áreas nucleares (-37,1%) e pequena diminuição do isolamento (-2,7%)²⁴.

²⁴ A justificação para tal acontecer é a de que um *patch* original (ainda que inicialmente bastante isolado), ao fragmentar-se e ao gerar um ou vários novos *patches*, origina também novos “vizinhos” que lhe estão próximos.

Tabela 1 – Valores médios e variação dos indicadores ao nível do *patch*, na totalidade da Bacia Leiteira.

	RAN Original	RAN Perfurada	Variação (%)
NP	888	1197	+34,80
AREA	52,94	37,44	-29,28
CAI	27,75	17,45	-37,13
DistMed4Viz	251,36	244,69	-2,65

Podemos então concluir que, globalmente, ao nível da “bacia leiteira”, ocorre um processo de fragmentação que se encaixa na modalidade B, dentre as várias modalidades descritas por Fahrig (2003) –Figura 6.

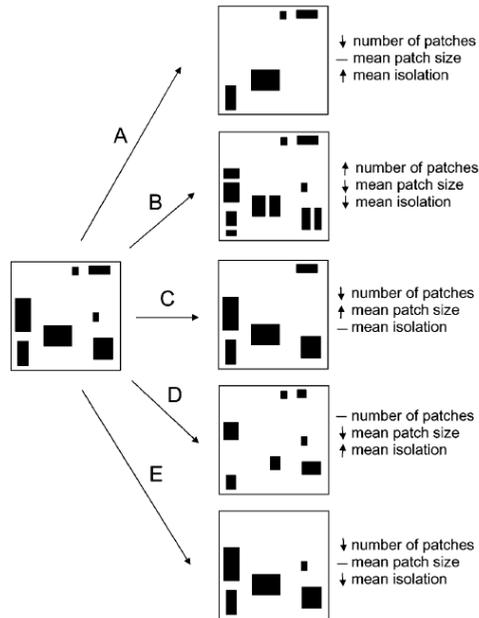


Figura 6 – Algumas modalidades de fragmentação, resultantes da alteração de determinadas características dos padrões de paisagem: número, dimensão e grau de isolamento dos *patches* (extraído de Fahrig, 2003: 493) – **Nota:** a opção B é a modalidade que ocorre na nossa área de estudo.

2.2.2. Resultados ao nível da classe

No sentido de melhor quantificar a fragmentação das manchas de RAN enquanto *processo*, adoptámos a sistematização das fases sugeridas por Jaeger (2000), que por sua vez foram adaptadas do conceito inicialmente proposto por Richard T. T. Forman (1995) – Figura 7.

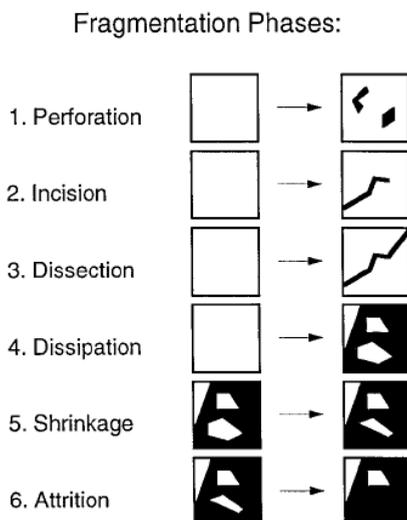


Figura 7 – Fases da fragmentação, adaptadas de Forman, 1995 (extraído de Jaeger, 2000: 116).

Estas fases podem ser, então, sumariamente definidas como:

Perfuração – Abertura de “buracos” no interior de um *patch* (p. ex. construção de edificações, abertura de clareiras, etc.); “é o processo mais comum de iniciar a modificação do território” (Casimiro, 2002: 428);

Incisão – Abertura nas margens/limites exteriores do *patch*; início do “rompimento” (pode dever-se a novas edificações, abertura de estradas, etc.);

Dissecação – Prolongamento das incisões num *patch*; corte/subdivisão (rompimento total) de um *patch* por elementos exteriores, geralmente linhas regulares (ex. rede viária, linhas de alta tensão, etc.);

Dissipação – Surgimento de novos *patches*, mais pequenos e mais irregulares, pela quebra de *patches* originais, podendo ser encarada como a combinação da dissecação e do encolhimento;

Encolhimento/Contracção – Diminuição da área dos *patches*;

Atrito/Desgaste – Desaparecimento dos *patches* (geralmente, os primeiros a ser afectados são os de menor dimensão).

Para cada uma das fases, foi escolhido o índice mais apropriado²⁵, que tivesse uma interpretação visual intuitiva e inequívoca. Assim:

Perfuração: Índice de Perfuração (*PERFUR*);

Incisão: Índice de Incisão (*INCIS*);

Dissecação: Índice de Dissecação da Paisagem (*LDI – Landscape Dissection Index*);

Dissipação: Grau de Divisão da Paisagem (*D – Degree of Landscape Division*);

Encolhimento: *Effective Mesh Size*²⁶ (*MSIZ*);

Atrito: Densidade de Manchas (*PD – Patch Density*).

Uma primeira visão global (média) para toda a área de estudo, permite-nos constatar que todos os indicadores tiveram o comportamento previsto, com a remoção das áreas de agregação do edificado inserido na RAN: aumentou a perfuração (*PERFUR*), a incisão (*INCIS*)²⁷, a dissecação (*LDI*), a dissipação (*D*), ao mesmo tempo que diminuiu a área de RAN (*MSIZ*). Apenas a densidade de manchas (*PD*) teve um resultado um pouco diferente do esperado: seria espectável que, ao haver quebra dos *patches*, resultasse num maior número de *patches* por área de análise (km²). Tal não sucede (-0,26%), o que leva a crer que ocorreu, simultaneamente, um outro sintoma de fragmentação: o atrito, ou seja, o desaparecimento integral de *patches* (Tabela 2).

²⁵ *Índice de Perfuração e Índice de Incisão*: baseados no “rácio de espaço aberto”, apresentado por Huang *et al.* (2007: 187), para medir o grau de “porosidade” existente no interior de áreas urbanas. O *Índice de Dissecação da Paisagem*: segundo Bowen e Burgess, 1981 (*apud* Jaeger, 2000); *Grau de Divisão da Paisagem e Effective Mesh Size*: Jaeger, 2000; *Densidade de Manchas*: McGarigal e Marks, 1995.

²⁶ Numa tradução literal: “dimensão real/efectiva da malha”. Esta medida reflecte a probabilidade de dois pontos aleatórios numa dada região estarem conectados entre si. Quanto mais barreiras/obstáculos existirem numa paisagem (ex. estradas), menor a probabilidade desses dois pontos estarem conectados, logo, mais baixo o valor de *Effective Mesh Size*. Essa probabilidade é convertida na área de cada *patch*, multiplicando-a pela área total da paisagem ou área de análise. O valor de *MSIZ* varia entre 0 (área totalmente fragmentada) até 100 (área total da paisagem) (Jaeger, 2000: 118).

²⁷ O índice de incisão apenas foi calculado para a “RAN Perfurada”, uma vez que este é calculado a partir das diferenças existentes entre os limites exteriores nos dois momentos. Tal não pôde ser feito para a “RAN Original”, dada a inexistência de um termo de comparação, com uma delimitação anterior a esta. Assim, foi atribuído o valor de 0 para todos os *patches* da “RAN Original”.

Tabela 2 – Valores médios e variação dos indicadores ao nível da classe, na totalidade da Bacia Leiteira.

	RAN Original	RAN Perfurada	Varição (%)
PERFUR	1,72	1,88	+9,5
INCIS	0	1,45	+144,73
LDI	23,22	26,27	+13,11
D	0,85	0,86	+1,43
MSIZ	14,55	13,38	-8,05
PD	2,72	2,72	-0,26

No sentido de constituir perfis homogéneos de fragmentação, aplicou-se a todas as unidades espaciais (hexágonos) uma análise de *clusters* dos 6 indicadores²⁸. Após ter-se aplicado o método aglomerativo hierárquico, optou-se por reforçar a análise de *clusters* com o método *k-means*²⁹, transpondo para este o “número óptimo” de *clusters* definido pelo método inicial, que foi de 6. Os resultados finais destes procedimentos podem sintetizar-se na Tabela 3.

²⁸ A Análise de *Clusters* (AC) é uma técnica exploratória de análise multivariada que visa o agrupamento de sujeitos ou variáveis em grupos homogéneos (*clusters*), relativamente a uma ou várias características comuns, mas que sejam diferentes em relação a características de outros sujeitos. Existem varias maneiras de se formar tais grupos, sendo os métodos hierárquicos os mais recorrentes.

²⁹ Este método baseia-se na escolha antecipada do número de *clusters* (k) que conterão todos os indivíduos. A sua grande vantagem consiste na facilidade com que são aplicados a matrizes de dados muito grandes, e na menor probabilidade de classificação errada (uma vez que, contrariamente ao que sucede nos métodos hierárquicos, este é capaz de reagrupar os sujeitos num *cluster* diferente daquele em que inicialmente foram incluídos. O *k-means* serve para complementar e refinar a análise iniciada pelo método aglomerativo hierárquico, utilizando o número de *clusters* aqui definido (Maroco, 2007: 445), tanto pelo critério do R quadrado (R2), (Maroco, 2007: 439-442), como pelo “critério do cotovelo” (*Elbow criterion* ou *Elbow rule*).

Tabela 3 – Caracterização dos 6 *clusters* para a análise dos indicadores ao nível da classe (por hexágono).

<i>Cluster</i>	Intensidade de fragmentação	Caracterização
A	Nula, residual ou fraca	Áreas com <u>patches de grande dimensão</u> (um pouco acima da média), mais <u>sujeitas às fases de perfuração</u> e, com menor intensidade, <u>de incisão</u> .
B		Áreas com <u>patches de grande dimensão</u> (muito acima da média), mas <u>fortemente atingidos pela perfuração</u> e por <u>alguma dissecação</u> .
C	Moderada	Áreas onde apenas existe um <u>grau de divisão superior à média</u> ; os <u>patches</u> são de <u>dimensões reduzidas</u> e menos sujeitos às outras fases de fragmentação.
D		Áreas com um <u>grau de divisão ligeiramente acima da média</u> , provocado pela <u>incisão</u> , que aqui tem valores muito acima da média; os <u>patches</u> são de <u>dimensões abaixo da média</u> , mas <u>pouco dissecados</u> e <u>pouco sujeitos à perfuração</u> .
E	Intensa ou severa	Áreas <u>bastante dissecadas e divididas</u> , com bastantes <u>patches de reduzidas dimensões</u> ; estas áreas não estão muito sujeitas à perfuração e à incisão.
F		Áreas com <u>patches de reduzida dimensão</u> , atingidas por <u>quase todas as fases de fragmentação</u> , com exceção da perfuração, que aqui se encontra abaixo da média.

Se analisarmos as dinâmicas de paisagem por grupos homogéneos (Figura 8), vemos que as áreas de fragmentação nula, fraca ou residual (*clusters* A e B) se concentram essencialmente no sul de Barcelos, no sul de Vila do Conde e Esposende (Apúlia, principalmente a sul do Cávado); Viana do Castelo (seja no litoral, seja ao longo das margens do rio Lima); algumas freguesias do concelho de Vila Nova de Famalicão (ao longo de um eixo central que se estende desde Nine, a norte, até São Paio de Seide, a sul), de Santo Tirso (principalmente a sul); e norte de Matosinhos (Lavra e Perafita).

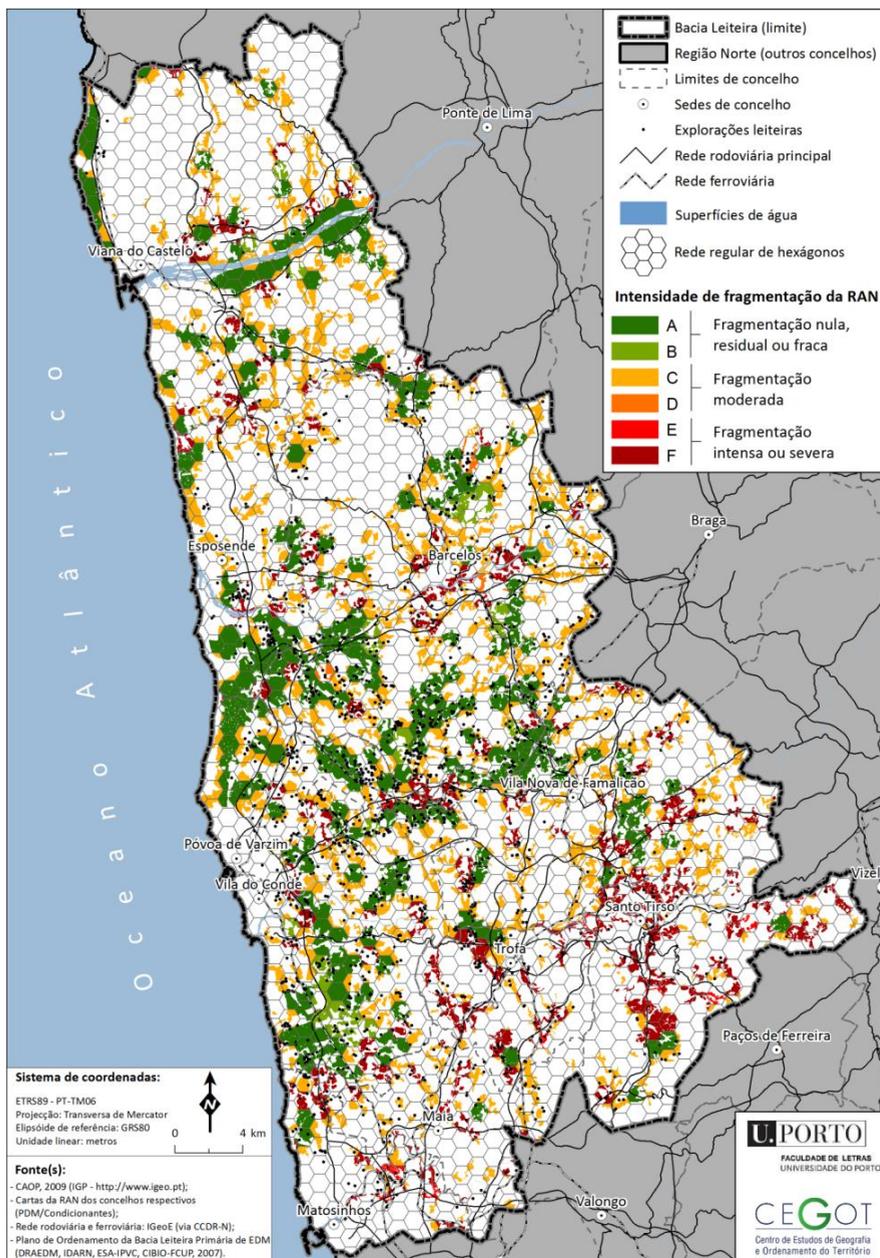


Figura 8 – Intensidade do processo de fragmentação da RAN (*clusters*) na Bacia Leiteira, por hexágono.

Um grau de fragmentação moderada (*clusters* C e D) é visível um pouco por toda a bacia, mas os valores mais altos podem ser encontrados na periferia imediata das áreas urbanas das sedes de concelho, como sucede em Vila do Conde/Póvoa de Varzim, Matosinhos, Maia, Vila Nova de Famalicão, Esposende, Barcelos e Viana do Castelo.

Finalmente, os graus mais intensos de fragmentação (*clusters* E e F) ocorrem sobretudo ao longo do eixo Matosinhos – Maia – Trofa – Santo Tirso, mas também em torno das sedes dos concelhos de Barcelos, Matosinhos e Maia, e em muitas freguesias de Vila Nova de Famalicão ou Viana do Castelo.

Vemos assim que a estrutura da paisagem da RAN, na Bacia Leiteira é algo desequilibrada, sobressaindo uma vasta área de *continuum* agrícola e natural, ecologicamente mais estável e, por isso, mais sensível, que se desenvolve desde o sul de Vila do Conde, ao litoral da Póvoa de Varzim e Esposende, por uma grande extensão de Barcelos (sobretudo a sul do Cávado, com um “corredor” a norte deste rio) e na margem esquerda do rio Lima, em Viana do Castelo.

No outro extremo, estão áreas muito influenciadas pelas dinâmicas urbanas da Área Metropolitana do Porto (maiores densidades populacionais, maior percentagem de área edificada, maior densidade e complexidade de rede viária), e bastante comprometidas em termos ecológicos, com grande potencial de inviabilização do seu aproveitamento e rentabilidade em termos agrícolas.

Entre estas duas categorias extremas, existem outras áreas de fragmentação intermédia, ora mais próximas de um *optimum* ecológico (geralmente na periferia dos territórios mais estáveis), ora mais susceptíveis aos processos de alteração da paisagem.

Parece, assim, confirmar-se uma relação evidente entre algumas manifestações de urbanização e os valores mais elevados de fragmentação da Reserva Agrícola Nacional, embora possa haver outros factores e agentes de transformação do território não identificados no nosso estudo, e que mereçam, futuramente, ser alvo de uma análise mais pormenorizada.

3. Conclusões

Neste artigo, pretendeu-se evidenciar os impactes da expansão urbana, em especial a modalidade mais dispersa, nos territórios rurais e na actividade agrícola. Utilizámos, para esse fim, um caso de estudo centrado numa importante e competitiva bacia de produção leiteira localizada no Noroeste de Portugal (região agrária de Entre-Douro-e-Minho), na esfera de influência Área Metropolitana do Porto.

Realçou-se a importância de indicadores quantitativos (indicadores ou métricas de paisagem), e da sua análise estatística, no fornecimento de informações exactas, pormenorizadas e credíveis sobre os fenómenos a estudar. Assim, um dos primeiros indicadores a ter em conta na monitorização da RAN é a sua representatividade, em percentagem, na área total de cada região ou sub-região.

Todavia, se a área relativa deste uso é importante, torna-se também relevante medir o seu grau de fragmentação. Este processo não tem apenas repercussões em termos meramente ecológicos ou ambientais; para além da redução ou degradação de solos com forte aptidão agrícola, a fragmentação e o isolamento das parcelas que geralmente ocorre nas franjas urbanas pode conduzir à “pulverização” e inviabilização económica das explorações, bem como à perda da base económica tradicional de uma dada região.

Estes indicadores quantitativos, uma vez avaliados, possibilitam aos planeadores e decisores o estabelecimento de prioridades e uma melhor definição de áreas de actuação. Permitem ainda, ciclicamente, monitorizar e avaliar as políticas, planos, programas, instrumentos de gestão territorial para a resolução dos problemas identificados. Nesse processo de monitorização e avaliação, é também fundamental que se definam unidades de análise homogéneas e inalteráveis, espacial e temporalmente, e que não se baseiem nos limites administrativos, por serem desadequados a uma análise rigorosa das dinâmicas territoriais.

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica, e necessariamente a existência de uma correcta e actualizada cartografia da delimitação da RAN (em formato vectorial), assim como a aplicação de diversos indicadores de ordem espacial (indicadores ou métricas desenvolvidas pela Ecologia da Paisagem), revelam-se cada vez mais fundamentais no apoio ao processo de monitorização, avaliação, fiscalização e decisão em matéria de Ordenamento do Território e, no caso particular, na gestão das paisagens

Referências bibliográficas

Barnes, K. B.; Morgan III, J. M.; Roberge, M. C.; Loew, S. (2001). *Sprawl Development: Its Patterns, Consequences, and Measurement, Chesapeake Bay and Mid-Atlantic from Space – White Paper (“Urban Sprawl”)*. Towson (USA), Towson University – Department of Geography and Environmental Planning/CGIS – Center for Geographic Information Sciences, 24 p. Disponível em <http://chesapeake.towson.edu/landscape/urbansprawl/download/Sprawl_white_paper.pdf>.

Bennett, G.; Mulongoy, K. J. (2006). “Review of Experience With Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones”. *CBD Technical Series*, 23. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 97 p. Disponível em <www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-23.pdf>.

Bogaert, J. (2003). “Lack of agreement on fragmentation metrics blurs correspondence between fragmentation experiments and predicted effects”, *Conservation Ecology*, 7(1), r6. Disponível em <<http://www.ecologyandsociety.org/vol7/iss1/resp6/>>.

Brabec, E. e Smith, C. (2002). “Agricultural land fragmentation: the spatial effects of three land protection strategies in the eastern United States”. *Landscape and Urban Planning*, 58(2-4), pp. 255-268. Disponível em <doi:10.1016/S0169-2046(01)00225-0>.

Bryant, C. R.; Russwurm, L. H. e McLellan, A. G. (1982). *The City's Countryside. Land and Its Management in the Rural-Urban Fringe*, 1.ª edição, New York, Longman Group Limited, 249 p.

Casimiro, P. C. (2000). “Uso do solo – Ecologia da Paisagem: perspectivas de uma nova abordagem do estudo da Paisagem em Geografia”. *Geoinova – Revista do Departamento de Geografia e Planeamento Regional*, 2. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, pp. 45-66. Disponível em <http://www.fcsh.unl.pt/docentes/pcasimiro/PDF/Revista_DGPR_N2.pdf>.

Casimiro, P. C. (2002). *Uso do Solo, Teledetecção e Estrutura da Paisagem. Ensaio Metodológico – Concelho de Mértola*. Tese de Doutoramento no ramo de Geografia e Planeamento Regional, especialidade de Novas Tecnologias em Geografia, Lisboa, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, 585 p. Disponível em <<http://www.fcsh.unl.pt/docentes/pcasimiro/PDF/Tese.pdf>>.

Cavaco, C. (2005). “As paisagens rurais: do ‘determinismo natural’ ao ‘determinismo político’?”. *Finisterra*, Vol. XL, n.º 79. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos – Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, pp. 73-101. Disponível em <http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2005-79/79_08.pdf>.

Chin, N. (2002). “Unearthing the Roots of Sprawl: a Critical Analysis of Form, Function and Methodology”. *Working Papers Series*, Paper 47 (Mar. 02), Londres, CASA – Centre for Advanced Spatial Analysis / UCL – University College London, 23 p. Disponível em <<http://www.casa.ucl.ac.uk/publications/workingPaperDetail.asp?ID=47>>.

Couto, P. (2004). “Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS”, *Investigação Operacional*, 24, Lisboa, Associação Portuguesa de Investigação Operacional, pp. 109-137. Disponível em <<http://www.apdio.pt/singleEditions.do?id=202>>.

Decreto n.º 4/2005. *Diário da República – I Série - A*, n.º 31 (14 de Fevereiro de 2005): 2318-2327 [Aprova a Convenção Europeia da Paisagem].

Decreto-Lei n.º 73/2009. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. *Diário da República – I Série*, n.º 63 (31 de Março de 2009): 1988-2000 [aprova o regime jurídico da Reserva Agrícola Nacional – revoga o DL 196/89].

Delgado, C. (2010). *Expansão Urbana e Fragmentação de Áreas com Forte Aptidão Agrícola. O caso de estudo da “bacia leiteira primária” de Entre-Douro-e-*

Minho. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território. Porto: Faculdade de Letras – Universidade do Porto, 188 p. [policopiado].

Delgado, C. e Marques, T. S. (2012). “Reserva Agrícola Nacional e expansão urbana na ‘bacia leiteira primária’ de Entre-Douro-e-Minho: fragmentação da paisagem e tipologia de pressão urbanística”. *Actas do IX Colóquio Ibérico de Estudos Rurais* (IGOT/CEG, Lisboa, 27 e 28 de Julho de 2012).

Diry, J.-P. (1999). *Les Espaces Ruraux*, “Campus”, Paris, Armand Colin, 192 p.

Domingues, A. (2001). “A paisagem revisitada”. *Finisterra*, Vol. XXXVI, n.º 72. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos – Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, pp. 55-66. Disponível em <http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2001-72/72_05.pdf>.

DRAEDM (2006). *Leite de Vaca e Lacticínios*, Braga: Direcção Regional de Agricultura de Entre-Douro-e-Minho, 16 p. Disponível em <http://www.drapn.min-agricultura.pt/draedm/fileiras/fileiras_leite_vacas_lacticinios.htm>.

EEA (2006). “Urban Sprawl in Europe – The Ignored Challenge”. *EEA Report – no. 10/2006*, Copenhagen, European Commission/JRC – Joint Research Centre; EEA – European Environmental Agency. 56 p. Disponível em <http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10/eea_report_10_2006.pdf>.

Fadigas, L. (2007). *Fundamentos Ambientais do Ordenamento do Território e da Paisagem*. 1.ª edição. Lisboa: Edições Sílabo, 201 p.

Fahrig, L. (2003). “Effects of habitat fragmentation on biodiversity”, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, pp. 487-515. Disponível em <<http://arjournals.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>>.

Gibelli, M. C. (2007). “Los costes económicos y sociales de la ciudad de baja densidade”. In Indovina, F. (Coord.). *La Ciudad de Baja Densidad. Lógicas, Gestión y Contención*, “Estudios”, Série “Territorio”, 1, Barcelona, Diputació de Barcelona, pp. 277-306. Disponível em <http://www.diba.es/territori/es/index_llibre_06_es.asp>.

Galster, G.; Hanson, R.; Ratcliffe, M. R.; Wolman, H.; Coleman, S. e Freihage, J. (2001). “Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept”. *Housing Policy Debate*, 12(4), Alexandria (Virginia, USA), Metropolitan Institute at Virginia Tech, pp. 681-717. Disponível em <[http://www.mi.vt.edu/data/files/hpd%2012\(4\)/hpd%2012\(4\)_galster.pdf](http://www.mi.vt.edu/data/files/hpd%2012(4)/hpd%2012(4)_galster.pdf)>.

GPPAA (2003). *Portugal Rural: Territórios e Dinâmicas*. Lisboa: Gabinete de Planeamento e Política Agro-Alimentar / Ministério da Agricultura, do

Desenvolvimento Rural e das Pescas, 39 p. Disponível em <http://www.gppaa.min-agricultura.pt/rica/Portugal_Rural_Apresentao.pdf>.

Heimlich, R. E.; Anderson, W. D. (2001). “Development at the Urban Fringe and Beyond: Impacts on Agriculture and Rural Land”. *Agricultural Economic Report*, 803 (Jun. / 2001), Washington DC, USDA – United States Department of Agriculture; Economic Research Service; The Economics of Food, Farming, Natural Resources, and Rural America, 80 p. Disponível em <<http://www.ers.usda.gov/Publications/AER803>>.

Huang, J.; Lu, X. X. e Sellers, J. M. (2007). “A global comparative analysis of urban form: applying spatial metrics and remote sensing”, *Landscape and Urban Planning*, 82(4), pp. 184-197. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.010>>.

Jaeger, J. A. G. (2000). “Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation”, *Landscape Ecology*, 15(2), pp. 115-130. Disponível em <http://landscape-fragmentation.org/English/Publications/publications-Dateien/documents/Jaeger_2000_Landscape_Ecology.pdf>.

Johnson, M. P. (2001). “Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda”, *Environment and Planning A*, 33(4), pp. 717-735. Disponível em <<http://www.envplan.com/epa/fulltext/a33/a3327.pdf>>.

McGarigal, K. e Marks, B. J. (1995). *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure, General Technical Report PNW-GTR-351*. Portland (OR, EUA), US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 122 p. Disponível em <http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr_351.pdf>.

Maroco, J. (2007). *Análise Estatística com Utilização do SPSS*. 3.ª edição (revista e aumentada), Lisboa, Edições Sílabo, 822 p.

Marques, H. (2000). *Modernidade e Inovação na Ruralidade do Noroeste de Portugal*. Dissertação apresentada à FLUP para obtenção do grau de Doutor em Geografia. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto – Departamento de Geografia, 419 p. [Policopiado]

Marques, T. S. (2003). “Dinâmicas territoriais e as relações urbano-rurais”. *Revista da Faculdade de Letras – Geografia*, I série, vol. XIX, Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, pp. 507-521. Disponível em <http://aleph.letras.up.pt/exlibris/aleph/a18_1/apache_media/SJ5PIHNK8DLYD6VJCGF2V28Q1LFX7F.pdf>.

Marques, T. S. (2004). *Portugal na Transição do Século: Retratos e Dinâmicas Territoriais*. Porto, Edições Afrontamento. 466 p.

Marques, T. S.; Silva, F. B. e Delgado, C. (2009). “A ocupação edificada: delimitação de área de densidade homogénea”. *A Ocupação Dispersa no Quadro dos PROT e dos PDM* (Évora, 12 de Novembro de 2009), 20 p.

Marques, T. S.; Silva, F. B. e Delgado, C. (2010). “Uma abordagem multi-escalar da monitorização do ordenamento do território e do desenvolvimento urbano”. *Avaliação das Políticas de Ordenamento do Território* (Encontro anual da Ad Urbem – 26 e 27 de Novembro de 2010). 18 p.

Muñiz, I.; Calatayud, D.; Ángel Garcia, M. (2007). “SPRAWL. Causas y efectos de la dispersión urbana”, Indovina, F. (Coord.). *La Ciudad de Baja Densidad. Lógicas, Gestión y Contención*, “Estudios”, Série “Territorio”, 1, Barcelona, Diputació de Barcelona, pp. 307-347. Disponível em <http://www.diba.es/territori/es/index_llibre_06_es.asp>.

Planner’s Guide to Wetland Buffers for Local Governments (2008). Washington DC: Environmental Law Institute. 25 p. Disponível em <http://www.elistore.org/reports_detail.asp?ID=11272>.

Planning Guidelines. Separating Agricultural and Residential Land Uses (1997). Brisbane: Department of Natural Resources. 42 p. Disponível em <http://www.dip.qld.gov.au/docs/ipa/plng_guide_sep_ag.pdf>.

PNPOT (2007). *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território – Relatório*, 149 p. Disponível em <<http://www.territorioportugal.pt/pnpot/>>.

Turner, M. G.; Gardner, R. H. e O’Neill, R. V. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice*. New York, Springer-Verlag, 401 p.