

## Alterações dos usos do solo: o caso do Vale do Douro

Júlia M. Lourenço<sup>1,†</sup>, Cristina C. Danko<sup>2</sup>

*Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil  
Azurém, P – 4800-058 Guimarães, Portugal*

Delfim Fernandes<sup>3</sup>

*Estrutura de Missão Douro, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional – Norte  
Rua Rainha D. Estefânia, 251, 4169-010 Porto*

Luís Ramos<sup>4</sup>

*Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Engenharias  
Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal*

### RESUMO

Tendo em vista a análise dos usos do solo no Vale do Douro e a quantificação das alterações dos mesmos, recorreu-se a imagens de satélite e cartografia convencional das quais se extraiu informação que foi incorporada numa base de dados, processada, validada e utilizada para a produção de cartografia temática de acordo com tipos de usos de solo previamente definidos. Estes foram identificados e a área por eles ocupada foi quantificada para dois momentos distintos (1990 e 2000), tendo-se procedido a uma comparação das alterações de usos verificadas para o período em análise. Os resultados mostram que o uso urbano, apesar de mais significativo, ocorre numa percentagem relativamente pequena da área total sob estudo. Relativamente aos usos agrícolas, regista-se uma dominância evidente da cultura da vinha, com tendência a aumentar nalguns concelhos. Apontam-se os incêndios florestais e a topografia complexa da região como os factores principais para o incremento de grandes áreas de incultos, que implicam uma maior susceptibilidade à erosão e à desertificação.

---

<sup>1</sup> Professora Auxiliar

<sup>†</sup> Autor para quem a correspondência deverá ser enviada (jloure@civil.uminho.pt)

<sup>2</sup> Assistente Convidada

<sup>3</sup> Investigador

<sup>4</sup> Professor Associado

## INTRODUÇÃO

Como se tem vindo a constatar nas últimas décadas, a desertificação populacional do Vale do Douro e as suas consequências problemáticas têm vindo a ocorrer sem que exista informação concreta sobre os processos em curso, qual a dimensão dos mesmos e em que localizações. Embora algumas áreas registem desenvolvimento, este nem sempre passa pela intensificação ou especialização da agricultura, podendo estar relacionado com a crescente procura destes espaços com qualidade ambiental associados a uma agricultura de “tempos livres”, sem verdadeiras preocupações de rentabilidade económica. Outras áreas são afectadas por diversos processos de marginalização, relacionados com estagnação socio-económica. A estes processos podem estar associados fenómenos como o abandono de terras, perda ou alteração de paisagens culturais e redução da sua multi-funcionalidade, diminuição de biodiversidade, desertificação física, despovoamento e/ou envelhecimento da população, etc. É de referir que nem sempre os processos são coincidentes, podendo os últimos ocorrer sem os primeiros, ou vice-versa.

A dinâmica do sector agrícola continua ligada ao espaço rural no seu conjunto. No entanto, face aos processos actuais de globalização e de decréscimo acentuado da importância económica e social da agricultura, esta já não unifica a sociedade rural com a totalidade do espaço não-urbano (Oliveira Baptista, 2001).

### 1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no interior da Região Norte de Portugal, num espaço de transição entre o litoral e o interior (ver Figura 1).

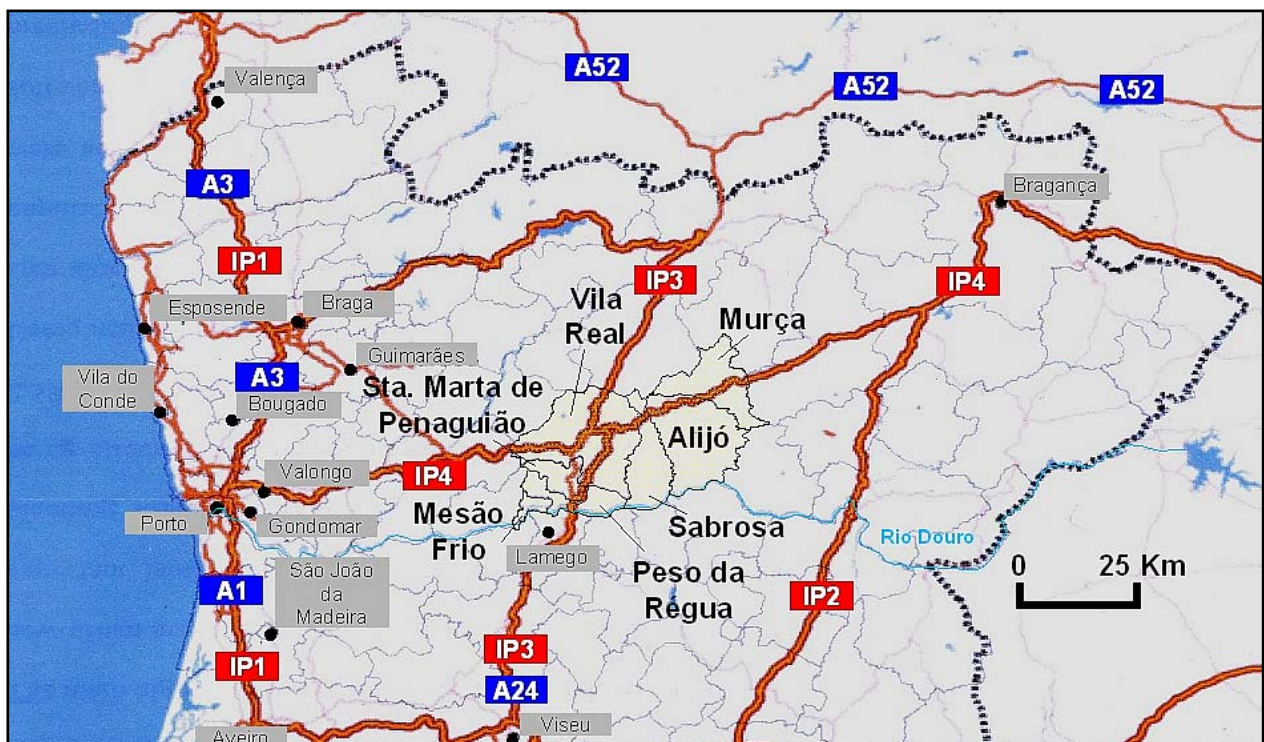


Figura 1 – Localização da área de estudo

Procurando uma interpretação dos dados mais detalhada, foi seleccionado o Agrupamento de Municípios do Vale do Douro Norte que engloba os concelhos de Alijó,

Mesão Frio, Murça, Peso da Régua, Sabrosa, Santa Marta de Penaguião e Vila Real, os quais representam diferentes transformações e realidades. Releva-se que o município de Vila Real lidera, quer em termos de área quer em termos de dimensão populacional, comparativamente com os restantes municípios envolvidos (ver Tabela 1).

Tabela 1 – Algumas características dos municípios da área de estudo

Município	Área (km <sup>2</sup> )	% Área	Pop. Total <sup>1</sup>	Pop. Urbana <sup>1</sup>
Alijó	297.6	24.5	14320	2806
Mesão Frio	26.7	2.2	4926	1257
Murça	189.4	15.6	6752	2184
Peso da Régua	94.9	7.8	18832	5080
Sabrosa	156.9	12.9	7032	1189
Sta. Marta de Penaguião	69.3	5.7	8569	2776
Vila Real	378.8	31.2	49957	17117
Total	1213.6	100.0	110388	32409

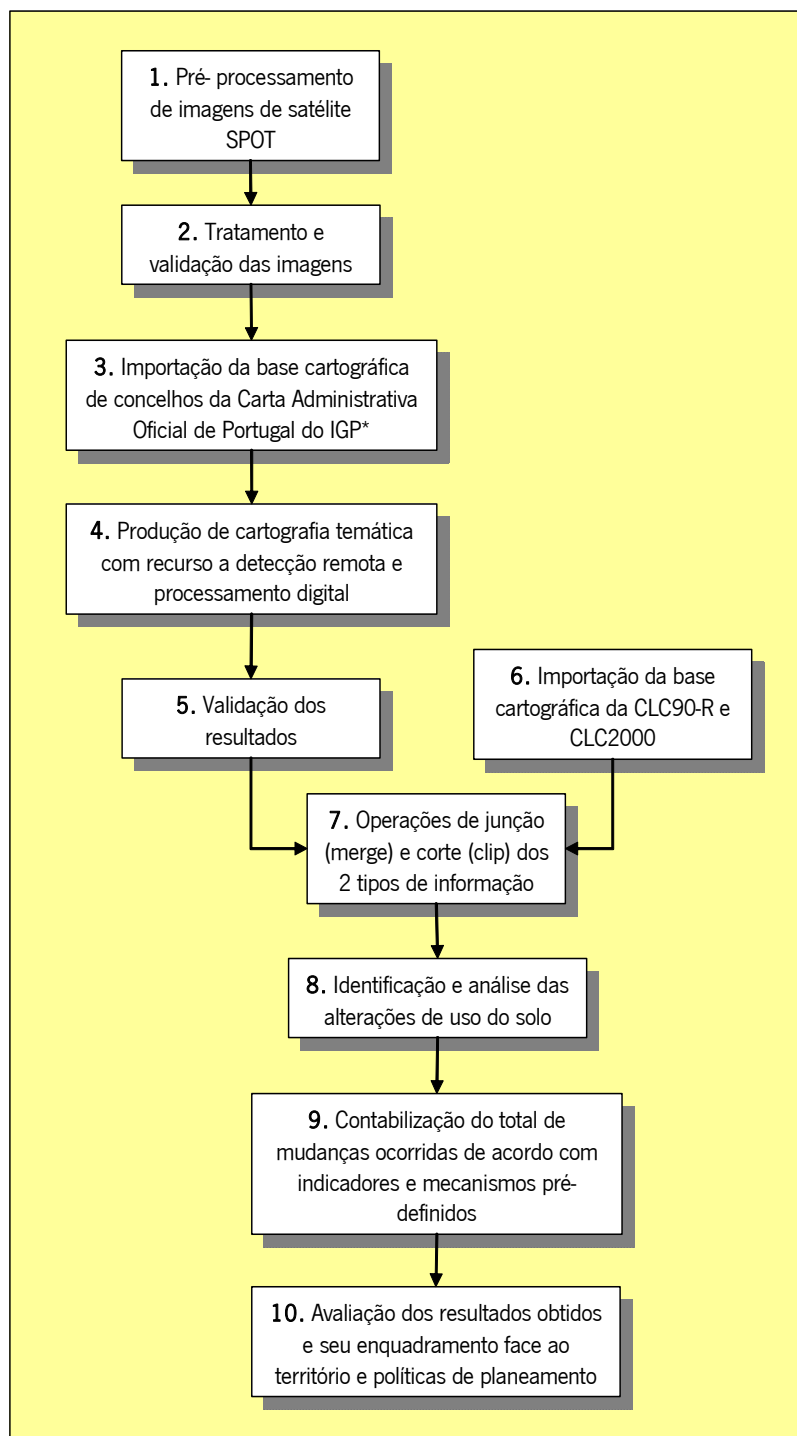
1: INE, Censo 2001.

Quanto ao desenvolvimento urbano, este segue preferencialmente estratégias de melhoria nas acessibilidades e não políticas de planeamento territorial, podendo-se estabelecer um paralelismo com outras regiões europeias tais como na Holanda (Priemus, 2004). Esta constatação é flagrante no caso da cidade de Vila Real, onde ocorreu um nível de desenvolvimento urbano significativo para a consolidação do espaço urbano, devido sobretudo às melhorias da infra-estrutura viária implementadas durante os anos noventa. O caso de Vila Real apresenta-se como a exceção dentro do agrupamento de municípios estudado, para o qual se verificou um crescimento anual de área urbana de 2 a 3%, sendo o único município a apresentar tal tendência. Os nós do IP4 levaram à emergência de novas frentes urbanas e à criação de novas áreas urbanas, que culminaram com a conversão rápida de áreas rurais em áreas urbanas ou expectantes. Estas transformações asseguraram, apesar da localização, o reforço da importância do eixo Vila Real-Régua-Lamego. Note-se que este tipo de desenvolvimento é também típico de áreas urbanas de maior dimensão, pelo que não são esperados aumentos relativos à ocupação urbana para aglomerados urbanos de pequena dimensão. Repete-se, a propósito, a referência à Tabela 1, na qual se pode observar o desfasamento entre os municípios analisados, quer em termos de área ocupada, quer em termos populacionais.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Descrição teórica

A metodologia que se apresenta esquematicamente na Figura 2 corresponde ao estudo desenvolvido, contemplando a análise das dinâmicas que se verificaram no território dos Municípios do Vale do Douro Norte em relação à ocupação do solo no período em estudo, entre 1990 e 2000.



\*Instituto Geográfico Português

Figura 2 – Metodologia para avaliação de alterações do uso do solo

Os passos metodológicos apresentados são baseados no método analítico descrito por Pontius Jr. *et al.* (2004) para alterações dos usos do solo, que recomenda a obtenção de mapas correspondentes a dois momentos distintos no tempo, seguida da contabilização e registo das mudanças em matrizes de transição para a identificação das alterações mais significativas e, posteriormente, a pesquisa dos processos que estiveram na origem dessas variações. O método de cruzamento de matrizes é descrito também em Pontius (2000). O modelo seguido está representado na Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz geral para a comparação de dois mapas em dois momentos distintos no tempo

		Momento 2				Total momento 1	Perdas
		Classe 1 (j)	Classe 2 (j+1)	Classe 3 (j+2)	Classe 4 (j+3)		
Momento 1	Classe 1 (i)	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$\sum_{j=1}^n A_{1j}$	$\sum_{j=1}^n A_{1j} - A_{11}$
	Classe 2 (i+1)	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_{24}$	$\sum_{j=1}^n A_{2j}$	$\sum_{j=1}^n A_{2j} - A_{22}$
	Classe 3 (i+2)	$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$	$A_{34}$	$\sum_{j=1}^n A_{3j}$	$\sum_{j=1}^n A_{3j} - A_{33}$
	Classe 4 (i+3)	$A_{41}$	$A_{42}$	$A_{43}$	$A_{44}$	$\sum_{j=1}^n A_{4j}$	$\sum_{j=1}^n A_{4j} - A_{44}$
Total momento 2		$\sum_{i=1}^n A_{i1}$	$\sum_{i=1}^n A_{i2}$	$\sum_{i=1}^n A_{i3}$	$\sum_{i=1}^n A_{i4}$	$\sum_{i=1}^n A_{ij} = \sum_{j=1}^n A_{ij}$ $A_{ij} = A_T$	
Ganhos		$\sum_{i=1}^n A_{i1} - A_{11}$	$\sum_{i=1}^n A_{i2} - A_{22}$	$\sum_{i=1}^n A_{i3} - A_{33}$	$\sum_{i=1}^n A_{i4} - A_{44}$		

Adaptado de Pontius Jr. *et al.* (2004).

A notação  $A_{ij}$  representa a alteração do uso do solo, em hectares, da Classe  $i$  para a Classe  $j$ , sendo que as classes  $i$  - nas linhas - correspondem ao momento 1 e as classes  $j$  - nas colunas - ao momento 2. Os valores  $A_{jj}$  correspondem à persistência da classe e estão registados na diagonal descendente da matriz. A notação  $\sum_{j=1}^n A_{1j}$  na coluna ‘Total momento 1’ corresponde ao total da Classe 1 no momento 1, ou seja, à soma de todos valores  $A_{ij}$  ao longo de  $i$ . De uma forma análoga, a linha ‘Total momento 2’ corresponde ao total da Classe 1 no momento 2,  $\sum_{i=1}^n A_{i1}$ , isto é, à soma de todos os valores  $A_{ij}$  ao longo da Classe  $j$ . A coluna ‘Perdas’ apresenta o total das perdas relativas a uma dada classe de uso do solo  $i$  entre os momentos 1 e 2. O valor da perda para uma dada classe é calculado através da diferença entre o total da linha e a persistência para classe correspondente. A linha ‘Ganhos’ corresponde ao total de ganhos relativos a uma dada classe  $j$  entre os momentos 1 e 2. O valor do ganho é calculado efectuando a diferença entre o total da coluna e a persistência para o uso do solo correspondente.

A análise estatística convencional deste tipo de matrizes - com recurso a um teste do tipo  $\chi^2$ , por exemplo - possibilita a confirmação da persistência dos usos. Porém, este é um dado que pode ser facilmente obtido através da observação e contabilização dos mapas e tabelas obtidos, não requerendo, por isso, uma abordagem mais complexa. Portanto, a dificuldade da análise não reside na identificação e quantificação do grau de persistência, mas sim na detecção correcta das alterações dos usos do solo. São, aliás, vários os autores que apontam e confirmam a dificuldade na obtenção de dados fiáveis e correctos quanto à

contabilização de mudanças de classes de uso entre dois momentos temporais distintos (Wear e Bolstad, 1998; Mertens e Lambin, 2000; Geoghegan *et al.*, 2001; Schneider e Pontius, 2001; Brown *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2002; Lo e Yang, 2002; Manson, 2002; *in* Pontius Jr. *et al.*, 2004).

O método apresentado permite uma análise mais aprofundada da informação registrada na matriz, através da qual se pode inferir quanto ao tipo e à “quantidade” de alteração do uso, pela manipulação algébrica dos valores registrados em combinação com dados adicionais, tais como, por exemplo, o conhecimento da superfície total sob análise e quais as dinâmicas de desenvolvimento que têm vindo a ser observadas ao longo do tempo. Estas considerações são de importância extrema, já que a análise reside na contabilização de alterações entre apenas dois momentos, isto é, apenas entre dois pontos no tempo, produzindo-se resultados que, *per se*, não permitem a conjectura quanto a tendências de evolução. Estas são alvo de um estudo mais aprofundado que vai além, mas não sem o suporte, da análise proposta. Por conseguinte, o cruzamento da informação contida nas matrizes de usos do solo revela-se um ponto de partida fundamental na análise das alterações referentes a cada classe.

Deste modo, Pontius Jr. *et al.* (2004) definiram dois parâmetros adicionais capazes de descrever o estado diferencial para cada classe entre os dois momentos em análise que permitem também inferir, ainda que de uma forma simplista, os processos de alteração em curso e possíveis tendências futuras. Esses dois parâmetros ou diferenciais de estado são calculados com base nos dados matriciais obtidos na fase anterior.

O parâmetro *net change* é utilizado para medir o nível de alteração do uso correspondente a uma dada classe no seu total. É calculado com base num outro parâmetro, designado por ‘percentagem de classe’ (%C). Este calcula-se pela divisão do valor correspondente à superfície total ocupada por cada classe pela superfície total alvo do estudo, para cada momento, e é dado em termos percentuais, reflectindo a importância do conjunto de manchas de cada classe de ocupação do solo em relação à superfície total em análise (ver eq. 1).

$$\%C_{i,t} = \frac{\sum_{j=1}^n A_{ij}}{A_T} \times 100 \quad (1)$$

Para a qual,

$\%C_{i,t}$ : percentagem de classe *i* no momento *t*;

$\sum_{j=1}^n A_{ij}$ : tal como definido anteriormente;

$A_T$ : área total de classe em análise.

Este cálculo percentual em relação à superfície total da área em estudo é importante porque permite a comparação subsequente com outras áreas sujeitas ao um exercício semelhante.

Uma vez obtidas as percentagens de classe para todas as classes em ambos os momentos, obtêm-se os valores absolutos de *net change*, através do cálculo da diferença entre as percentagens de classe obtidas para cada momento em análise. De acordo com o exemplo dado na Tabela 2, o *net change* corresponde à formulação matemática apresentada na eq. 2.

$$Net\ Change = |\%C_{j,t} - \%C_{j,t+1}|, \text{ quando } i = j \quad (2)$$

A Figura 3 ilustra um exemplo de cálculo do *net change*.

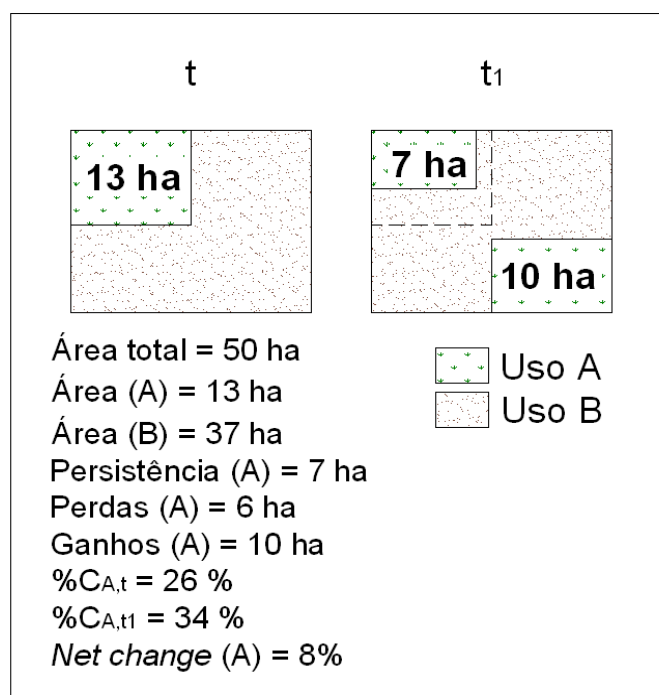


Figura 3 – *Net change* da ocupação do solo

A persistência representa a porção de área da classe onde a ocupação do solo se manteve entre os dois momentos em análise, quer do ponto de vista geográfico, quer do ponto de vista espacial. As perdas são traduzidas na diminuição da área correspondente a uma determinada classe de ocupação existente no momento inicial que dá lugar a outro tipo de uso no fim do período em análise. Da mancha inicial de 13 ha do uso A, perderam-se 6 ha e 7 ha mantiveram-se no mesmo local. Diz-se, portanto, que houve uma persistência de 7 ha. Os ganhos são representados pelo aumento da área correspondente a determinado tipo de classe de uso que ocorreu por perda noutra classe de ocupação do solo no período de tempo em análise. No exemplo ilustrado, a classe de uso A ganhou 10 ha.

Note-se que uma ausência de *net change* não indica necessariamente uma ausência de alteração do uso do solo. Significa simplesmente que os ganhos e perdas de uma classe para outra são equivalentes, pelo que a diferença entre elas é nula. Numa situação destas, é possível antever-se um potencial erro de subestimação quanto ao valor correspondente às alterações totais nos usos do solo. No entanto, esta dinâmica da alteração dos usos do solo, aparentemente não-existente à luz do *net change*, é captada pelo parâmetro *swap*. Este permite “corrigir” potenciais erros induzidos pela informação obtida aquando do cálculo do *net change*, complementando-a. Em termos espaciais, o *swap* ( $S_j$ ) é o total correspondente a uma determinada classe de ocupação do solo que se perdeu num local mas que foi compensado por um ganho equivalente desta mesma classe noutra local. Isto equivale a definir o *swap* como o dobro da percentagem mínima de ganho ou perda para uma dada classe de ocupação do solo, já que o *swap* se refere à “transferência” de percentagens de ocupação idênticas. A formulação matemática é apresentada na eq. 3.

$$S_j = 2 \times \min \left( \frac{\sum_{j=1}^n A_{ij} - A_{ij}}{A_T} \times 100, \frac{\sum_{j=1}^n A_j - A_{ij}}{A_T} \times 100 \right), \text{ quando } i = j \quad (3)$$

Para a qual,

$$\frac{\sum_{j=1}^n A_{ij} - A_{ij}}{A_T} \times 100 : \text{perdas, expressas em percentagem da área total;}$$

$$\frac{\sum_{j=1}^n A_j - A_{ij}}{A_T} \times 100 : \text{ganhos, expressos em percentagem da área total;}$$

$A_T$ : tal como definido anteriormente.

Notar que tal como no caso do *net change*, os valores são apresentados em termos percentuais de superfície ocupada por um determinado uso relativamente à área total em estudo. Assim, tanto os ganhos como as perdas verificadas entre os dois momentos devem ser dados em termos percentuais. A Figura 4 apresenta um exemplo de *swap*.

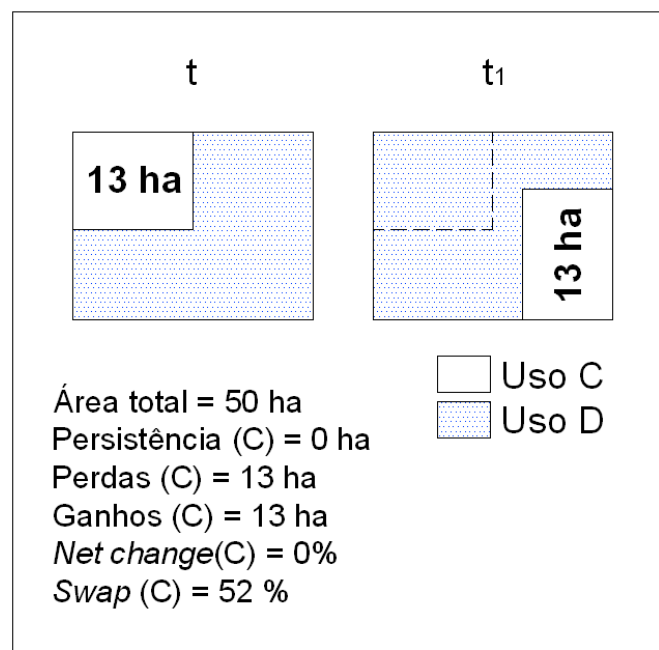


Figura 4 – *Swap* da ocupação do solo

Com base nos dois parâmetros adicionais assim definidos, pode-se então determinar o valor da alteração total para cada uso do solo entre os dois momentos. Este *total change* é calculado através do somatório do *net change* e do *swap*. Em termos práticos, este cálculo corresponde ao somatório das perdas e ganhos para a classe em questão. Ver eq. 4.

$$Total\ change = \frac{\sum_{j=1}^n A_{ij} - A_{ij}}{A_T} \times 100 + \frac{\sum_{j=1}^n A_j - A_{ij}}{A_T} \times 100, \text{ quando } i = j \quad (4)$$



## 2.2. Aplicação prática

Selecionou-se, para análise, o período de tempo compreendido entre os anos de 1990 (momento 1) e 2000 (momento 2). Para cada ano, foram identificadas as classes de uso presentes e as áreas respectivas foram quantificadas em hectares. Daqui resultaram os dados necessários para a construção de uma matriz tal como exemplificado anteriormente. Nessa matriz registaram-se as superfícies em hectares ocupadas por cada classe de uso do solo quanto às alterações observadas, bem como quanto à persistência dos mesmos. Os dados assim organizados possibilitaram o cálculo dos parâmetros de análise descritos na secção anterior.

A metodologia aplicada teve por base ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), nomeadamente o programa ArcGIS® 8.1 da ESRI e a distribuição da ocupação dos usos do solo verificada no CORINE Land Cover (CLC), no qual Portugal está desagregado em 3 níveis de classificação (CEC, 1995). Para os efeitos da análise levada a cabo neste estudo, foram percorridos todos os níveis de classificação, desde o primeiro nível, que inclui cinco classes principais e que se desdobram em 15 classes no segundo nível. O terceiro nível corresponde à desagregação máxima, compreendendo 42 classes. Dependendo do objectivo pretendido, os parâmetros de análise foram calculados para as classes listadas no Quadro 1. Com base nas alterações observadas e quantificadas dentro de e entre classes, o estudo centrou-se na análise das seguintes transformações:

- A dinâmica (ou persistência) das classes agregadas;
- A distribuição dos usos (grandes classes).

Numa primeira fase e tendo em conta a natureza da classificação CLC, agregaram-se todas as classes de modo a tratar o primeiro nível em conjunto, processo que foi realizado para os dois períodos em estudo, 1990 e 2000. *A posteriori*, calculou-se a variação do total das respectivas áreas em relação à superfície total do concelho. Com base nestes resultados, desenvolveu-se uma primeira série de dados que permitiu uma leitura das alterações em termos globais, deixando para a fase seguinte a avaliação das transformações dentro de cada concelho.

Num segundo momento da análise espacial, e para uma percepção mais específica das transformações quanto à ocupação do solo, analisaram-se os valores correspondentes às diferentes classes a nível de cada concelho pertencente ao agrupamento inicial. Teve-se em particular atenção não só a importância das referidas alterações mas também o peso de algumas classes relativamente a outras. Também se analisaram as substituições mais interessantes entre as diferentes classes, tendo-se elaborado gráficos com base nos ganhos, perdas e persistência das classes relativamente ao total da classe no concelho. Esta análise, pelo detalhe excessivo que lhe é inerente, não é apresentada neste artigo.

Quadro 1 – Classes de uso do solo de acordo com CLC95

Nível 1	Nível 2	Nível 3
1. Territórios artificializados	1.1 Tecido urbano	1.1.1 Tecido urbano contínuo 1.1.2 Tecido urbano descontínuo
	1.2 Indústria, comércio e transportes	1.2.1 Indústria, comércio e equipamentos gerais 1.2.2 Redes viárias e ferroviárias e espaços associados 1.2.3 Zonas portuárias 1.2.4 Aeroportos
	1.3 Áreas em construção, de extracção, e de deposição de resíduos	1.3.1 Áreas de extracção mineira 1.3.2 Áreas de deposição de resíduos 1.3.3 Áreas em construção
	1.4 Zonas verdes ordenadas	1.4.1 Espaços verdes urbanos 1.4.2 Equipamentos desportivos e de lazer
2. Áreas agrícolas	2.1 Culturas anuais	2.1.1 Culturas anuais de sequeiro 2.1.2 Culturas anuais de regadio 2.1.3 Arrozaís
	2.2 Culturas permanentes	2.2.1 Vinhas 2.2.2 Pomares 2.2.3 Olivais
	2.3 Pastagens	2.3.1 Pastagens
	2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1 Culturas anuais associadas às culturas permanentes 2.4.2 Sistemas culturais e parcelares complexos 2.4.3 Agricultura com espaços naturais 2.4.4 Sistemas agro-florestais
3. Florestas e meios semi-naturais	3.1 Florestas	3.1.1 Florestas de folhosas 3.1.2 Florestas de resinosas 3.1.3 Florestas mistas
	3.2 Vegetação arbustiva e herbácea	3.2.1 Pastagens naturais 3.2.2 Matos 3.2.3 Vegetação esclerofítica 3.2.4 Espaços florestais degradados, cortes e novas plantações
	3.3 Zonas descobertas e com pouca vegetação	3.3.1 Praias, dunas e areais 3.3.2 Rocha nua 3.3.3 Vegetação esparsa 3.3.4 Áreas ardidas 3.3.5 Neves eternas e glaciares
5. Massas de água	5.1 Águas interiores	5.1.1 Linhas de água 5.1.2 Planos de água
	5.2 Águas marinhas	5.2.1 Lagunas litorais 5.2.2 Estuários 5.2.3 Mar e oceano

Adaptado de CEC, 1995.

### 3. RESULTADOS

Os usos do solo no Agrupamento de Municípios do Vale do Douro Norte, influenciados pelas dinâmicas de ocupação do espaço durante o período entre 1990 e 2000, estão patentes nas Figuras 5 e 6.

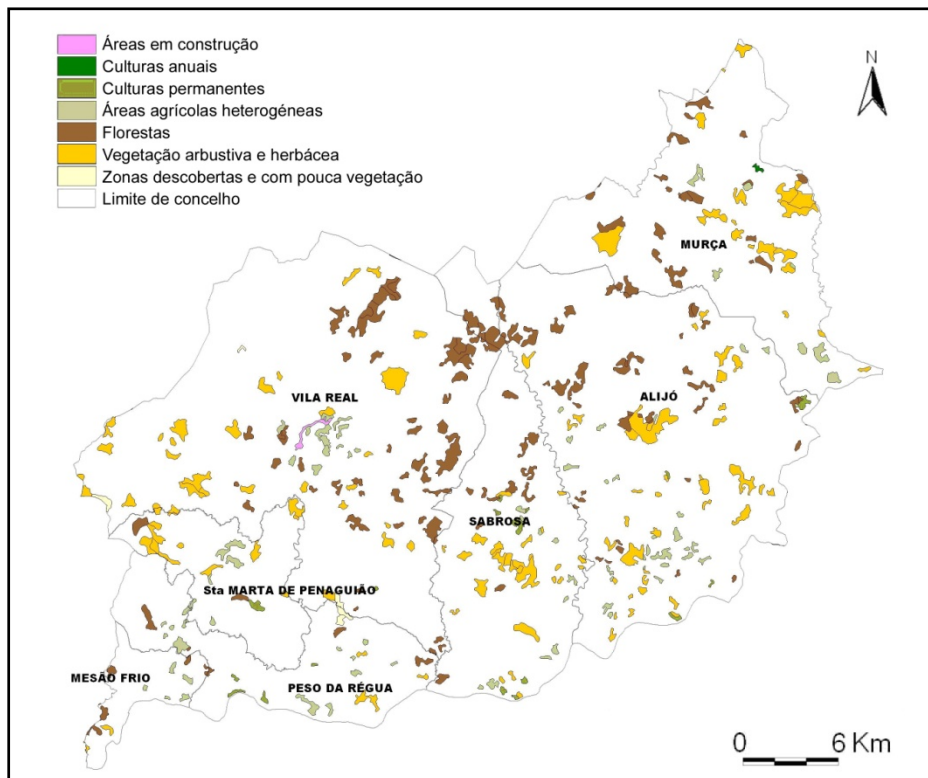


Figura 5 – CLC90-R

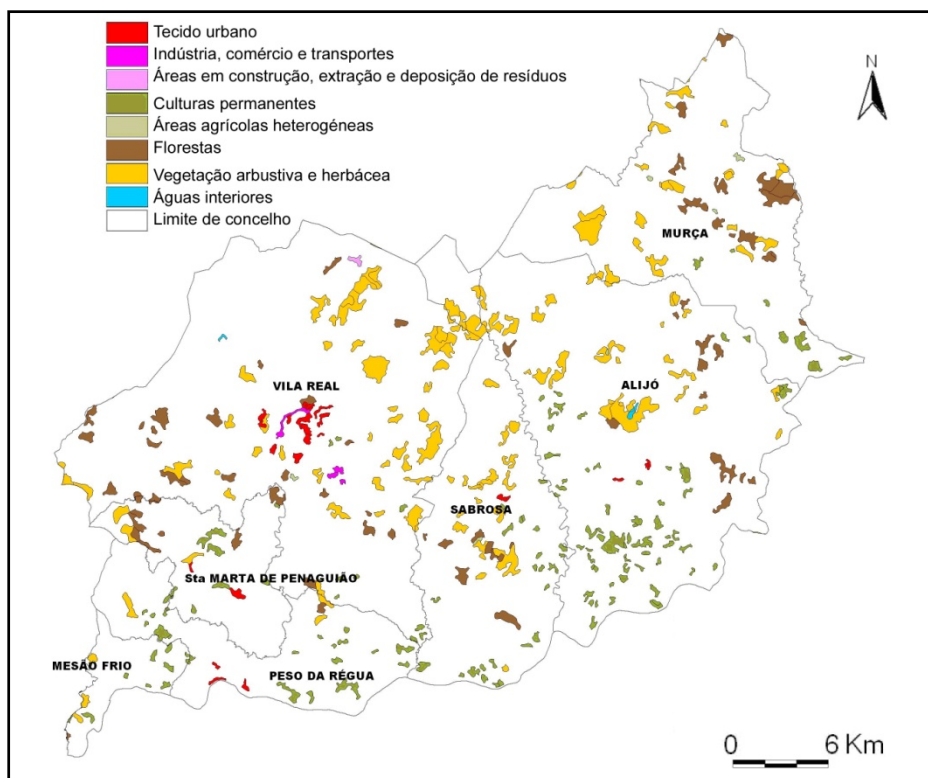


Figura 6 – CLC2000

Os resultados genéricos obtidos apontam para uma diminuição nas áreas naturais que é causada pelo aumento da urbanização de baixa densidade e das zonas mistas de agricultura

A Tabela 3 apresenta as alterações, em hectares, que ocorreram entre as diferentes classes de ocupação de solo registadas entre 1990 e 2000. A superfície que cada classe perdeu

nesse período está patente nas linhas. A área persistente está representada nas células sombreadas na diagonal descendente. As últimas duas colunas na tabela mostram o total de hectares ocupados por cada classe em 1990 e o total da área que cada classe perdeu no período entre 1990 e 2000, respectivamente. A leitura ao longo de cada coluna revela o número de hectares que cada classe ganhou entre 1990 e 2000 e quais as classes que contribuíram para estes aumentos. As duas últimas linhas na tabela contabilizam o total de hectares para cada classe em 2000 e o total de hectares ganho entre 1990 e 2000, respectivamente. Por exemplo, para a classe 211 (culturas anuais de sequeiro), 1717.2 ha não registaram alterações, 138.2 ha perderam-se para a classe 243 (agricultura com espaços naturais) e ganharam-se 8.0 ha oriundos da classe 223 (olivais).

De acordo com os dados obtidos e como esperado, constata-se a expressão mais significativa se deve à persistência dos usos, ou seja, à não-alteração dos mesmos. Em termos globais, a persistência dos usos corresponde a 82.8% do território, com perdas e ganhos equivalentes a 8.6% cada, totalizando 17.2% de usos que se alteraram ao longo do período em análise. Especificamente, 60.1% dos territórios artificializados não sofreram alteração, o mesmo acontecendo com 92.7% das áreas agrícolas, 74.9% das florestas e meios semi-naturais e 93.6% das áreas ocupadas por massas de águas interiores.

Quanto a perdas e ganhos, os resultados são mais ou menos significativos consoante a categoria de uso a que se referem. Assim, verificam-se ganhos de solo artificializado (solo urbano) da ordem dos 558.5 ha, enquanto as perdas se limitam a 61.1 ha. Relativamente à totalidade da área do Agrupamento, representam apenas e respectivamente, 0.46% e 0.05% do território.

As variações mais significativas dizem respeito às alterações correspondentes aos usos agrícolas e florestais. Embora sejam classes para as quais a persistência dominou (valores acima dos 50 mil hectares em ambos os casos), são também aquelas para as quais se observa o maior grau de modificação. Em termos percentuais, os usos agrícolas alteraram-se em 3.58% do território (1.60% de perdas e 1.98% de ganhos). Isto corresponde a um aumento global de 2408.1 ha, que incorporou um aumento de área de vinha (classe 221) de 2229.7 ha, o que evidencia os fortes investimentos realizados na Região Demarcada do Douro ao longo do período em análise. Os usos correspondentes às áreas de florestas e meios semi-naturais representam variações da ordem dos 14.58% (7.70% de perdas e 6.88% de ganhos). Em termos residuais absolutos, houve uma perda de 995.6 ha. Quanto à categoria correspondente a massas de água, registou-se um aumento da ordem dos 0.03% face ao território ocupado em 1990, podendo-se concluir que não se observam alterações significativas quanto a este tipo de uso do solo.

Tabela 3 (continua) – Persistência, perdas, ganhos e variações por classes entre 1990 e 2000

Classe	2000													
	111	112	121	122	124	131	133	211	212	221	222	223	231	241
111	89.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
112	0.0	727.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
121	0.0	0.0	66.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
122	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
124	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
131	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
133	0.0	6.7	0.0	54.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
211	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1717.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
212	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1459.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
221	0.0	129.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28175.9	0.0	0.0	0.0	0.0
222	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	52.4	0.0	0.0	0.0
223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	2276.0	0.0	0.0
231	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	321.4	0.0
241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	129.9
242	0.0	192.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0
243	0.0	67.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1186.0	0.0	0.0	0.0	0.0
244	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
311	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.8	0.0	0.0	0.0	0.0
312	0.0	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123.5	0.0	0.0	0.0	0.0
313	0.0	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	213.5	0.0	0.0	0.0	0.0
321	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
322	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3	0.0	0.0	0.0	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0
324	0.0	25.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	604.9	0.0	0.0	0.0	0.0
332	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
333	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
334	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
511	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
512	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total 2000	89.2	1172.1	96.2	54.4	26.1	54.3	0.0	1725.2	1459.8	30405.6	52.4	2276.0	321.4	129.9
Ganhos	0.0	445.0	29.8	54.4	0.0	29.3	0.0	8.0	0.0	2229.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabela 3 (continuação) – Persistência, perdas, ganhos e variações por classes entre 1990 e 2000

Classe	2000														Total 1990	Perdas
	242	243	244	311	312	313	321	322	324	332	333	334	511	512		
111	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	89.2	0.0
112	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	727.1	0.0
121	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.4	0.0
122	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
124	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	0.0
131	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0
133	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.1	61.1
211	0.0	138.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1855.4	138.2
212	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1459.8	0.0
221	0.0	0.0	0.0	0.0	120.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28426.4	250.5
222	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.3	5.9
223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2284.0	8.0
231	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	321.4	0.0
241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	129.9	0.0
242	5588.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5795.0	206.3
243	0.0	15481.1	0.0	0.0	48.6	0.0	0.0	0.0	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	16816.3	1335.2
244	0.0	0.0	121.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	121.8	0.0
311	0.0	0.0	0.0	263.7	0.0	0.0	0.0	0.0	111.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	436.5	172.8
312	5.5	9.2	0.0	0.0	10920.8	0.0	0.0	0.0	2955.2	0.0	62.3	0.0	0.0	3.3	14109.6	3188.8
313	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	5974.8	0.0	0.0	898.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7112.4	1137.6
321	0.0	0.0	0.0	105.2	0.0	98.1	5261.5	0.0	679.9	0.0	53.3	0.0	0.0	16.0	6229.0	967.5
322	0.0	0.0	0.0	108.7	126.9	141.1	0.0	8394.3	433.7	0.0	34.8	0.0	0.0	0.0	9283.9	889.6
324	0.0	5.6	0.0	113.4	920.4	1064.9	0.0	0.0	14482.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17217.0	2734.4
332	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1914.1	0.0	0.0	0.0	9.0	1923.1	9.0
333	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.7	0.0	5507.7	0.0	0.0	0.0	5552.4	44.7
334	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.1	0.0	0.0	130.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	195.4	195.4
511	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	497.8	0.0	497.8	0.0
512	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.0	0.0
Total 2000	5606.1	15634.1	121.8	591.0	12137.4	7344.0	5261.5	8394.3	19763.3	1914.1	5658.1	0.0	497.8	43.2	120829.3	11345.0
Ganhos	17.4	153.0	0.0	327.3	1216.6	1369.2	0.0	0.0	5280.7	0.0	150.4	0.0	0.0	34.2	11345.0	109484.3

Informação complementar é descrita na Tabela 4, apresentando-a também em termos de unidades percentuais relativamente à área total do agrupamento de municípios.

Tabela 4 – Persistência, perdas e ganhos por classe, em hectares e percentagem

Classe	Persistência (ha)	Perdas (ha)	Ganhos (ha)	Persistência (%)	Perdas (%)	Ganhos (%)
111	89.3	0.0	0.0	0.07	0.00	0.00
112	727.1	0.0	445.0	0.60	0.00	0.37
121	66.4	0.0	29.8	0.05	0.00	0.02
122	0.0	0.0	54.4	0.00	0.00	0.04
124	26.1	0.0	0.0	0.02	0.00	0.00
131	25.0	0.0	29.3	0.02	0.00	0.02
133	0.0	61.1	0.0	0.00	0.05	0.00
Urbano	933.9	61.1	558.5	0.77	0.05	0.46
211	1717.3	138.2	8.0	1.42	0.11	0.01
212	1459.8	0.0	0.0	1.20	0.00	0.00
221	28177.0	250.5	2229.7	23.22	0.21	1.84
222	52.4	5.9	0.0	0.04	0.00	0.00
223	2276.1	8.0	0.0	1.88	0.01	0.00
231	321.4	0.0	0.0	0.26	0.00	0.00
241	135.7	0.0	0.0	0.11	0.00	0.00
242	5589.1	206.3	17.4	4.61	0.17	0.01
243	15481.3	1335.2	153.0	12.76	1.10	0.13
244	121.8	0.0	0.0	0.10	0.00	0.00
Agrícola	55331.9	1944.1	2408.1	45.59	1.60	1.98
311	263.7	172.8	327.3	0.22	0.14	0.27
312	10920.4	3188.8	1216.6	9.00	2.63	1.00
313	5974.8	1137.6	1369.2	4.92	0.94	1.13
321	5261.4	967.5	0.0	4.34	0.80	0.00
322	8394.7	889.6	0.0	6.92	0.73	0.00
324	14482.7	2734.4	5280.7	11.93	2.25	4.35
332	1914.1	9.0	0.0	1.58	0.01	0.00
333	5507.7	44.7	150.4	4.54	0.04	0.12
334	0.0	195.4	0.0	0.00	0.16	0.00
Florestal	52719.5	9339.8	8344.2	43.44	7.70	6.88
511	472.6	0.0	0.0	0.39	0.00	0.00
512	25.1	0.0	34.2	0.02	0.00	0.03
Águas	497.7	0.0	34.2	0.41	0.00	0.03
Total	109483.0	11345.0	11345.0	90.21	9.35	9.35
A <sub>T</sub> = 121360 ha						

A Tabela 5 apresenta os dados relativos ao cálculo dos parâmetros complementares de alteração dos usos, *net change*, *swap* e *total change*, bem como aos parâmetros auxiliares, nomeadamente percentagem de classe para 1990 e 2000.

Tabela 5 – Ocupação e alterações do uso do solo para o período 1990 a 2000

Classe	Total 1990 (ha)	%C 1990	Total 2000 (ha)	%C 2000	Net Change (%)	Swap (%)	Total Change (%)
111	89.2	0.07	89.2	0.07	0.00	0.00	0.00
112	727.1	0.60	1172.1	0.97	0.37	0.00	0.37
121	66.4	0.05	96.2	0.08	0.02	0.00	0.02
122	0.0	0.00	54.4	0.04	0.04	0.00	0.04
124	26.1	0.02	26.1	0.02	0.00	0.00	0.00
131	25.0	0.02	54.3	0.04	0.02	0.00	0.02
133	61.1	0.05	0.0	0.00	0.05	0.00	0.05
Urbano	994.9	0.82	1492.3	1.23	0.51	0.00	0.51
211	1855.4	1.53	1725.2	1.42	0.11	0.01	0.12
212	1459.8	1.20	1459.8	1.20	0.00	0.00	0.00
221	28426.4	23.42	30405.6	25.05	1.63	0.41	2.04
222	58.3	0.05	52.4	0.04	0.00	0.00	0.00
223	2284.0	1.88	2276.0	1.88	0.01	0.00	0.01
231	321.4	0.26	321.4	0.26	0.00	0.00	0.00
241	129.9	0.11	129.9	0.11	0.00	0.00	0.00
242	5795.0	4.78	5606.1	4.62	0.16	0.03	0.18
243	16816.3	13.86	15634.1	12.88	0.97	0.25	1.23
244	121.8	0.10	121.8	0.10	0.00	0.00	0.00
Agrícola	57268.3	47.19	57732.3	47.57	2.88	0.71	3.59
311	436.5	0.36	591.0	0.49	0.13	0.28	0.41
312	14109.6	11.63	12137.4	10.00	1.63	2.00	3.63
313	7112.4	5.86	7344.0	6.05	0.19	1.87	2.07
321	6229.0	5.13	5261.5	4.34	0.80	0.00	0.80
322	9283.9	7.65	8394.3	6.92	0.73	0.00	0.73
324	17217.0	14.19	19763.3	16.28	2.10	4.51	6.60
332	1923.1	1.58	1914.1	1.58	0.01	0.00	0.01
333	5552.4	4.58	5658.1	4.66	0.09	0.07	0.16
334	195.4	0.16	0.0	0.00	0.16	0.00	0.16
Florestal	62059.3	51.14	61063.7	50.32	5.83	8.74	14.57
511	497.8	0.41	497.8	0.41	0.00	0.00	0.00
512	9.0	0.01	43.2	0.04	0.03	0.00	0.03
Águas	506.8	0.42	541.0	0.45	0.03	0.00	0.03
Total	120829.3	99.56	120829.3	99.56	9.25	9.45	18.70

Os resultados apresentados confirmam a discussão anterior quanto ao carácter dominante das variações quantitativas de natureza agrícola e florestal, apresentando valores de *total change* de 3.59% e 14.57%, respectivamente. Destacando o aumento da área da vinha (classe 221), notar que essa variação resulta de contribuições de ordem de grandeza muito semelhantes: 1260.3 ha de outros usos agrícolas e 1023.5 ha de classes de usos florestal. Por oposição, as variações totais para os restantes usos, são comparativamente insignificantes. Todavia, é curioso notar que numa óptica de perdas e ganhos, os usos urbanos e agrícolas



resultam em aumentos semelhantes (497.4 ha e 464.0 ha, respectivamente), sendo o aumento de solo urbano superior em 7.2 %.

A forma como se processaram esses aumentos é distinta, dependendo do uso original em questão. Para usos urbanos, o *swap* é nulo. Apesar do *net change* reduzido (0.51%), este é o mecanismo responsável pelo aumento de ocupação urbana, que resultou, principalmente, de perdas oriundas das classes agrícolas. A variação dos usos agrícolas deve-se sobretudo a processos de *net change* (2.88%), tendo o *swap* uma expressão muito reduzida (0.71%). Isto significa que o aumento do uso agrícola resulta das perdas de outras classes, o que é, aliás, confirmado na Tabela 3, sendo que as classes relativas ao uso florestal e meios semi-naturais são aquelas que contribuem para esse aumento. A Figura 7 ilustra a contribuição de cada mecanismo de transformação no total das alterações observadas e quantificadas.

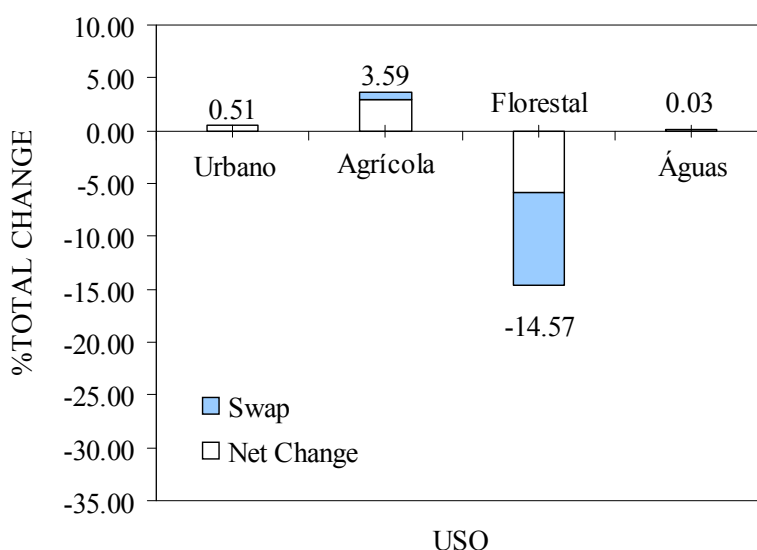


Figura 7 – Total change e contribuições relativas dos processos de *net change* e *swap*

Como se pode ver, as ocupações correspondentes a áreas florestadas resultaram num evolução negativa ao longo da década de 90. Estas perdas tiveram origem em processos de *net change* (5.83%) e de *swap* (8.74%) e deram-se sobretudo no sentido do aumento das áreas agrícolas, embora com alguma expressão quanto ao aumento das áreas urbanas (108.1 ha).

#### 4. CONCLUSÕES

O uso urbano, sendo um dos mais significativos em termos de vivência urbana, ocorre geralmente em percentagens reduzidas da área total concelhia. Esta constatação é flagrante na área do Douro em que as culturas agrícolas são dominantes, em especial a da vinha. A expansão urbana está associada à implantação de novas acessibilidades, designadamente o IP4, em detrimento de políticas de planeamento urbano e territorial. No entanto, destaca-se o aumento da mancha urbana nas sedes de municípios do eixo Vila Real/Régua/Lamego, tal como preconizado estrategicamente pelo Plano Regional de Ordenamento da Zona Envoltante do Douro (PROZED), em especial o crescimento urbano de Vila Real, com dinâmicas de crescimento de 2 a 3% ao ano, sem paralelo na região. Avançam-se possíveis razões para tal desfazamento, nomeadamente o facto do desenvolvimento urbano resultar de: i) uma evolução contínua e que depende sobretudo da inércia que lhe está associado, isto é, não surge de um momento para o outro; ii) uma combinação de factores à qual não são alheias a existência de políticas que o favoreçam e as condições socio-económicas dos locais.

Os dados recolhidos não permitem a aferição de tendências de desenvolvimento pois reportam-se apenas a dois pontos temporais, o que é claramente insuficiente para a discussão de projecções quanto a usos de solo num futuro mais ou menos próximo. No entanto, salienta-se que a diminuição de áreas florestadas - principalmente em zonas sensíveis e críticas como cabeceiras de linhas de água - pela invasão da cultura da vinha, é fenómeno já observável e que pode induzir, a prazo, problemas erosivos significativos. Concomitantemente, a ocorrência de incêndios e a escassa reflorestação não favorecem a regeneração rápida e duradoura dos arvoredos, provocando a manutenção e progressão da área de incultos na região. Estas ocorrências em zonas de solos delgados e de declives acentuados, podem acelerar os fenómenos de erosão hídrica e levar à desertificação dessas áreas, devido a inexistência de solo para a fixação da vegetação. A natureza da análise apresentada permite, então, uma visualização do tipo *snapshot*, isto é, uma “fotografia” das transformações verificadas para um determinado período de tempo, o que constitui ferramenta essencial de apoio à decisão nos processos referentes à concretização de políticas de desenvolvimento territorial

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o apoio disponibilizado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, no âmbito do Projecto POCTI/ECM/49495/2002.

## REFERÊNCIAS

Baptista, F.O., Agricultura y capitalismo en la Europa meridional, *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, **191**, 109-135 (2001).

CEC, Commission of the European Communities CORINE Land Cover, (1995) (disponível em: <http://reports.eea.europa.eu/COR0-landcover/en>, último acesso a 27 de Junho, 2007).

Pontius, R.G., Quantification error versus location error in comparison of categorical maps, *Photogrametric engineering & remote sensing*, **66(8)**, 1011-1016 (2000).

Pontius Jr., R.G., Shusas, E. and McEachern, M., Detecting important categorical land changes while accounting for persistence, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **101(203)**, 251-268 (2004).

Priemus, H., From a Layers Approach towards a Network Approach: A Dutch Contribution to Spatial Planning Methodology, *Planning, Practice & Research*, **19(3)**, 267-283 (2004).