

# **Estimativa do Fator C da USLE e efeito do Uso da Terra no Risco de Erosão em Áreas de Montanha do Nordeste de Portugal.**

**Fernanda Zanella Alves**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança  
para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental*

Orientado por

**Professor Doutor Tomás D'Aquino Rosa de Figueiredo (ESA-IPB)**

**Professora Doutora Felícia Maria da Silva Fonseca (ESA-IPB)**

**Professor Doutor José Hilário Delconte Ferreira (UTFPR-CM)**

**Bragança  
2018**



À minha família e amigos.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus antepassados aos que pude conhecer e aos que não por suas vidas e experiências que tiveram, pois graças a vocês sou o que sou. Agradeço também a minha família por todo amor, ensinamentos, experiências que tivemos, apoio, dedicação, incentivo, inspiração...

Agradeço aos meus amigos por todas os momentos que tivemos juntos, pelos ensinamentos, apoio, compreensão, amor, carinho. Vocês são uma família para mim.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor. Tomás D' Aquino Rosa de Figueiredo por todo conhecimento transmitido, apoio, dedicação, críticas construtivas, incentivo, por esclarecer as dúvidas que surgiram durante o trabalho, e também pelos conselhos e amizade. À Professora Doutora Felícia Maria da Silva Fonseca, pela orientação, ajuda e disponibilidade. Ao Professor Doutor Eudes José Arantes por toda ajuda, apoio e conhecimentos transmitidos durante a graduação.

Agradeço aos professores e funcionários das escolas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e do Instituto Politécnico de Bragança por todo trabalho e conhecimentos transmitidos.

Agradeço a coordenação da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança e as coordenações do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campo Mourão que possibilitaram a realização do mestrado que contribuiu para o enriquecimento da minha formação acadêmica e científica.

A todos o meu muito obrigada!



## RESUMO

A cobertura do solo pela vegetação e o manejo da terra são fatores que influenciam nos processos erosivos que são decorrentes de processos naturais, e que podem sofrer aumento ou redução por meio de ações antrópicas. Existem diferentes tipos de processos erosivos, porém a erosão hídrica é a que mais afeta o território da União Europeia, principalmente nas zonas de montanhas que são zonas mais sensíveis a ação da água, como é o caso do Nordeste de Portugal. A vegetação pode auxiliar na redução da perda de solo, já que absorve o impacto causado pela gota da chuva, reduz a velocidade de escoamento da água, etc. Por isso o objetivo deste estudo foi estimar o Fator C para os principais tipos de uso da terra no Nordeste de Portugal e analisar como o Fator C de cada cultura ou tipo de ocupação interfere na proteção do solo contra a erosão.

A *Universal Soil Loss Equation* (USLE) é uma equação que foi desenvolvida para ser utilizada em planos de conservação. Esta equação é composta por 5 fatores, onde foi utilizado apenas o fator C que abrange o grau de proteção do solo pelo coberto vegetal e é estimado com base nas características da vegetação (copa, altura, cobertura do solo, efeito da raiz).

Para isso foi utilizada cartografia prévia com classificação do uso do solo (COS2007), selecionando apenas as principais culturas do nordeste do país por meio de proporção de área ocupada pela classe de uso da terra, e após realizado a estimativa dos fatores C. No caso das culturas associadas a outros tipos de vegetação, utilizou-se um fator de ponderação nos fatores C já calculados anteriormente. Os valores de C médio e mediano foram estimados por Concelho e para o Distrito. Para a representação cartográfica de C, os valores obtidos para as classes da COS2007 foram divididos em classes que indicando o grau de proteção (muito alto, alto, médio ou baixo).

Foram obtidos valores do fator C para aproximadamente 73% das classes de ocupação do solo com vegetação no Distrito, o que representa quase 92% da área total. Para a maioria das classes foram encontrados valores de C na bibliografia com exceção de três classes (Novas plantações, Outras formações lenhosas, e Vegetação esparsa). Apenas três classes de ocupação do solo apresentaram valores superiores a bibliografia (Pomares de frutos secos, Pomares de amendoeiras, Culturas temporárias de sequeiro). O apresentou Distrito grau de proteção do solo contra a erosão satisfatório.

Quanto ao grau de proteção dos Concelhos (muito alto e alto), os que apresentaram um maior grau de proteção do solo foram Carrazeda de Ansiães (61%), Torre de Moncorvo (61%) e Vinhais (60%). Os Concelhos com grau de proteção baixa foram Miranda do Douro (35%), Mogadouro (42%), Mirandela (45%) e Vimioso (46%).

Ao somar os graus de proteção muito alto, alto e médio, a proteção do solo contra erosão é mais alta nos Concelhos de Torre de Moncorvo (84%), Alfândega da Fé (79%), Vila Flor (79%) e Freixo de Espada à Cinta (78%). Os que tiveram menores e inferiores ao Distrito (70%) foram Miranda do Douro (63%) e Bragança (66%), o que significa que são os que apresentam maior risco de erosão do solo.

**Palavras chaves:** Fator C, USLE, erosão, grau de proteção pela vegetação.



## ABSTRACT

Cover and management factor influences on the erosion processes that are resulted of natural processes, and that can be increased or reduced by anthropic actions. There are different types of erosion processes, but water erosion is the one that most affects the European Union territory, especially in mountain areas that are more sensitive to runoff, as is the case in the Northeast of Portugal. Vegetation can help to reduce soil loss, because absorbs the impact of waterdrop, reduces runoff velocity, etc. Therefore, the mean of this study was estimating the C factor for the main types of land use in the Northeast of Portugal and to analyze how the C Factor of each crop or soil uses step in in the soil protection against erosion.

Universal Soil Loss Equation (USLE) is an equation that has been developed for use in conservation plans. This equation is composed of 5 factors, and only factor C is used, which covers the degree of protection of the soil by the vegetation cover and is estimated based on vegetation characteristics (canopy, height, soil cover, root effect).

The methodology used previous cartography with land use classification (COS2007) and was selected only the main crops of the northeast of the country by proportion of area occupied by land use class, and after estimated C factor. In the case of the crops associated with other types of vegetation, was used a ponder factor in the previously calculated C factors. The mean and median C values were estimated by town hall and district. For the C factor cartographic representation, the values obtained for the classes of COS2007 were divided into classes that indicated the degree of protection (very high, high, medium or low).

C Factor values were obtained for approximately 73% of the soil occupation classes with vegetation in the District, which represents almost 92% of the total area. For most classes C values were found in the literature except for three classes (New plantations, Other woody formations, and Sparse vegetation). Only three classes of soil occupation presented values higher than the bibliography (orchards of nuts, orchards of almond trees, temporary crops of dry land). The District had the level of soil loss protection classification as satisfactory.

Municipalities degree of protection (very high and high), the highest degree of soil protection was Carrazeda de Ansiães (61%), followed by Torre de Moncorvo (61%) and Vinhais (60%). The Municipalities with low degree of protection were Miranda do Douro (35%), Mogadouro (42%), Mirandela (45%) and Vimioso (46%). If add the very high, high and mediumdegrees of protection, soil loss protection is highest in the Municipalities of Torre de Moncorvo (84%), Alfândega da Fé (79%), Vila Flor (79%) and Freixo de Sword to the Ribbon (78%). Those that had lower to the District (70%) were Miranda do Douro (63%) and Bragança (66%), which means that they are the ones with the highest risk of soil erosion.

**Keywords:** Factor C, USLE, erosion, degree of protection by vegetation.



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1	Solo e funções do solo.....	3
2.2	Erosão e Degradação do solo .....	4
2.3	Erosão hídrica do solo .....	7
2.4	Coberto vegetal e proteção do solo .....	8
2.5	Modelos de predição da erosão e a USLE.....	9
2.6	O fator C da USLE .....	13
2.7	O fator C da RUSLE .....	14
2.8	Avaliação e estimativa do fator C.....	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>18</b>
3.1	Grandes grupos de classes de uso .....	20
3.2	Identificação das principais classes de uso da terra .....	21
3.3	Aplicação do formulário.....	24
3.4	Restrições na aplicação do formulário.....	27
3.5	Crítérios para adoção do valor representativo da classe de uso da terra.	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
4.1	Uso e ocupação do solo no Distrito de Bragança (COS 2007, nível 2) .....	34
4.1.1	Principais classes representadas no Distrito de Bragança .....	34
4.1.2	Representação por Concelho .....	35
4.2	Uso e ocupação do solo no ano de 2007, nível 5 da COS .....	39
4.2.1	Principais classes de ocupação do solo no Distrito de Bragança .....	39
4.2.2	Representação por Concelho .....	40
4.3	Valores de C para as classes de ocupação do solo (COS 2007, nível 5).....	47
4.4	Interpretação da cartografia de C.....	55
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>62</b>
5.1	Sobre a metodologia e a comparabilidade dos resultados.....	62
5.2	Sobre a utilização da cartografia do fator C .....	65
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>69</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de erosão do solo. ....	6
Figura 2 - Mapa de localização do Distrito de Bragança, Portugal. ....	18
Figura 3 - Esquema apresentado para expressar o efeito da copa em diferentes tipos de vegetação. ....	24
Figura 4 - Fator C médio e mediano do Distrito de Bragança, Portugal. ....	33
Figura 5 - Classes de ocupação do solo no Distrito de Bragança (COS2007 nível 2). ..	34
Figura 6 - Uso e ocupação do solo em 2007, no Distrito de Bragança, Portugal. a) Culturas temporárias; b) Culturas permanentes.....	37
Figura 7 - Uso e ocupação do solo em 2007, no Distrito de Bragança, Portugal. a) Florestas; b) Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea. ....	38
Figura 8 - Classes de ocupação do solo no Distrito de Bragança (COS2007 nível .5). .	39
Figura 9 - Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança, Portugal (COS 2007, nível 5): a) Culturas temporárias de regadio e de sequeiro; b) Classes com castanheiros.....	43
Figura 10 - Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança, Portugal (COS 2007, nível 5): a) Vinhas; b) Olivais. ....	44
Figura 11 - Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança, Portugal (COS 2007, nível 5): a) Florestas; b) Florestas abertas e Novas plantações .....	45
Figura 12- Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança, Portugal (COS 2007, nível 5): Matos, Vegetação esclerófita, Vegetação esparsa e Vegetação herbácea natural .....	46
Figura 13- Fator C médio e mediano por Concelho do Distrito de Bragança, Portugal.	55
Figura 14 - Distribuição das classes de fator C para o Distrito de Bragança, Portugal (percentagem de área ocupada indicada nas barras; *NA significa não avaliadas). .....	56
Figura 15 – Cartas das Classes do Fator C por Concelho: a) Alfândega da Fé; b) Bragança; c) Carrazeda de Ansiães; d) Freixo de Espada à Cinta.....	58
Figura 16 - Cartas das Classes do Fator C por Concelho: a) Macedo de Cavaleiros; b) Miranda do Douro; c) Mirandela; d) Mogadouro.....	59
Figura 17 - Cartas das Classes do Fator C por Concelho: a) Torre de Moncorvo; b) Vila Flor; c) Vimioso; d) Vinhais.....	60
Figura 18 - Mapa do fator C (e correspondente grau de proteção do solo contra a erosão) do Distrito de Bragança, Portugal. ....	61

t

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - USLE: equações utilizadas para determinar os fatores RKLSC .....	12
Tabela 2 - Fator Prática conservacionista.....	13
Tabela 3. Características dos estratos da vegetação e respetivos parâmetros considerados na estimativa do fator C.....	23
Tabela 4 - Classes do grau de proteção pela vegetação no solo contra a erosão.....	33
Tabela 5 - Restrições de cálculo e valores de C calculados para as diferentes classes de uso do solo da COS 2007, nível 5, para o Distrito de Bragança, Portugal.....	50
Tabela 6 – Fatores C estimados para as classes de ocupação do solo do nível 5 da COS 2007 para o Distrito de Bragança, Portugal.....	52



## 1 INTRODUÇÃO

O processo de erosão e as mudanças no uso da terra são um importante objeto de estudo pois quando se conhece como estes processos funcionam, pode ser aplicada uma melhor gestão do solo e resolução de problemas relacionados com a sua conservação. O solo é um recurso fundamental na terra porque serve de suporte para os ecossistemas onde as interações entre os meios abiótico e biótico acontecem, e é também onde grande parte dos alimentos do mundo são obtidos (Pipkin *et al.*, 2008)

Os processos erosivos resultam do desprendimento de partículas individuais de uma massa de solo por ação dos agentes erosivos água e vento, pelos quais, são transportados para outro sítio e posteriormente, são depositados assim que a energia da água ou do vento, diminui (Morgan, 2005). Este processo está também associado a ações humanas, que podem ser positivas ou negativas, por exemplo, as que são causadas pelo tipo e mudanças de uso da terra. Em algumas áreas, estas podem ter impactos mais significativos do que em outras, pela sua maior sensibilidade, como é o caso das áreas de montanha.

As áreas de montanha precisam de mais atenção, principalmente porque as populações residentes nessas áreas são mais afetadas pela mudança do clima do que em outras áreas. Porém, os efeitos desta mudança podem também ser percebidos em outras áreas mais a jusante e por isso se faz necessário realizar mais estudos e planejar ações para mitigar esses efeitos (European Association of Mountain Areas, 2016).

Os fatores de agravamento do processo de erosão que podem ser observado em áreas de montanha são o abandono da agricultura, o despovoamento, a gestão deficiente dos recursos florestais, incêndios, entre outros (Carvalho, 2017).

Onde o solo é fértil, as comunidades vegetais e a gestão das culturas podem ter um efeito positivo ou negativo na erosão do solo, por causa das características dessas comunidades tais como os padrões de crescimento, a morfologia da parte aérea e subterrânea (raízes), e outros aspectos que influenciam a capacidade protetora da cobertura vegetal do solo, bem como o manejo do solo. Não apenas esses aspetos podem influenciar a perda de solo, mas também as mudanças súbitas e episódicas provocadas

pelos incêndios, que causam a eliminação parcial ou total do coberto vegetal, deixando o solo sem nenhuma proteção, conduzindo assim ao agravamento da erosão.

O fator C representa o efeito da cobertura vegetal do solo na Equação Universal de Perda de Solo (USLE – *Universal Soil Loss Equation*), modelo de erosão que foi desenvolvido para ser usado em planos de conservação do solo. Para ser aplicado é necessário o conhecimento sobre os fatores que influenciam a perda de solo por erosão hídrica (Wischmeier & Smith, 1978) .

O objetivo do presente estudo é estimar o Fator C para os principais tipos de uso da terra no Nordeste de Portugal e analisar como o Fator C de cada cultura ou tipo de uso interfere na proteção do solo contra a erosão.

Para atingir estes objetivos, foi utilizada informação cartográfica prévia com a classificação do uso do solo, tendo sido realizada uma seleção das principais culturas do Nordeste do País. Para estes, o fator C foi estimado usando informação já disponível e outra desenvolvida no decorrer deste trabalho sobre padrões de estrutura, distribuição espacial e evolução temporal do coberto vegetal.

Este trabalho comporta a presente introdução, uma revisão de literatura, uma descrição da metodologia aplicada, a análise e discussão dos resultados e a conclusão.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Solo e funções do solo

O solo possui várias definições dentro da literatura, onde segundo Food and Agriculture Organization (FAO) “é um meio natural para o desenvolvimento das plantas”. Pode também ser definido como um material constituído por camadas, ou seja, horizontes do solo, que é composto por materiais minerais intemperizados, matéria orgânica, água e ar. Outra definição de solo segundo o mesmo autor, o solo é o produto resultante da combinação de processos determinados por fatores tais como clima, topografia, organismos vivos e material originário atuando ao longo do tempo.

O solo faz parte do meio ambiente e dos ecossistemas (Alexandre, 2015). Uma definição de solo mais completa e que se relaciona bem com o presente trabalho é dada por Lal (2009), o solo é a essência de toda a vida terrestre e pode ser definido como uma matéria natural tridimensional na superfície da Terra sendo essencial para que os ecossistemas funcionem incluindo a produção de biomassa e a rede de produção primária, moderação do clima, purificação da água, biodegradação de poluentes, armazenamento de água e nutrientes para as plantas e reciclagem de nutrientes. O solo pode também prover outros serviços ecossistêmicos tais como produção agrícola e florestal, proteção contra a erosão e inundação, fixador de carbono e nitrogênio atmosférico (Ponge, 2015). Segundo este autor, considerar o solo como ecossistema, permite desenvolver estratégias de manejo do solo do ponto de vista ecológico.

Segundo Blum (2008), as funções principais do solo resumem-se a seis e estão ligadas ao desenvolvimento social e económico da humanidade. As três primeiras estão relacionadas com as funções ecossistêmicas, sendo a primeira a de produção de biomassa, a segunda função de filtro, tampão e capacidade de transformação, a terceira como habitat biológico e reserva genética. As outras três funções do solo estão ligadas ao uso técnico, industrial e socioeconómico, sendo neste grupo a primeira função o solo atuando como base de sustentação para essas infraestruturas, a segunda como matéria-prima para o desenvolvimento de dado uso, e a terceira função neste grupo é a de herança geogênica e cultural.

Os serviços dependentes dos ecossistemas são o provisionamento (relacionado com a produção de biomassa do sistema), o serviço de regulação e suporte (ligados ao controle, melhoria, capacidade de processos/serviços essenciais ao ecossistema), o de habitat (capacidade de proporcionar habitat) e o cultural (serviços não materiais dos ecossistemas, visando conservar a área por motivos estéticos, culturais, espirituais ou científicos) (Alexandre, 2015). Já os serviços não dependentes dos serviços ecossistêmicos, são o suporte de infraestruturas (estruturas urbanas), e o outro é o de matérias primas, que no caso é retirada do meio ambiente para que seja utilizada de forma natural (areia, cascalho, argila, etc.), ou transformada em produto antes de sua utilização.

Apesar de suas funções, serviços ou usos dados ao solo, este é um recurso limitado em relação a vida humana, por isso quando há uma competição entre os usos do solo ou há o uso indevido deste, pode haver um aumento no risco de degradação (Blum, 2008).

## **2.2 Erosão e Degradação do solo**

A degradação do solo é definida como a diminuição da qualidade e da capacidade do solo de realizar funções ecossistêmicas e podem ser causadas por fatores de perturbação natural ou antropogênica (Blum, 2008; Godfray *et al.*, 2010; Lal, 2009). Também segundo Blum (2008), a degradação do solo está associada a perda de solo, a qual pode ocorrer durante eventos naturais extremos, como chuvas torrenciais de longa duração. Todavia, a sua ocorrência é rara quando comparadas com a dos riscos decorrentes de interações humanas, como os diferentes usos intensivos da terra.

Os fatores de degradação do solo vão-se tornando uma preocupação mundial, já que o aumento das áreas degradadas, com perdas acrescidas de solo e de fertilidade, resulta na redução das áreas de produção de alimentos essenciais à saúde humana, e em problemas ambientais. Tal afeta a qualidade de vida e o desenvolvimento dos países, de modo que os investimentos em recuperação de áreas, estudos e programas sobre a erosão, vêm sendo incentivados (Godfray *et al.*, 2010; Lal, 2009; Morgan, 2005). Com efeito, “o conhecimento dos processos de degradação do solo e dos fatores contextuais que os

determinam é condição básica para o delineamento de estratégias, ações e práticas voltadas para a proteção dos recursos do solo” (Fonseca *et al.*, 2017).

O crescimento mundial da população é outro fator de preocupação quanto a produção de alimentos, que segundo o United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division (2017), a estimativa da população em 2050 é de aproximadamente 9772 milhões de pessoas. Por isso, serão necessárias estratégias para conseguir alimentar toda a população e minimizar o máximo possível, os impactos causados pelas práticas agrícolas ao meio ambiente pela produção de alimentos (Godfray *et al.*, 2010)

Nos tipos de degradação do solo incluem-se a degradação física, a degradação química e a degradação biológica, com subdivisões dentro de cada uma. Na primeira, por exemplo, pode-se ter declínio da estrutura do solo, crostas, compactação e erosão acelerada; já a segunda pode acarretar o esgotamento dos nutrientes do solo, acidificação e salinização; a última pode traduzir-se em redução da matéria orgânica, redução na atividade e da diversidade de espécies de microrganismos do solo (Lal, 2009).

Segundo Lal (2015), pode ser considerado mais um tipo de degradação – a degradação ecológica –, que é um reflexo da combinação dos outros três tipos, onde as funções do ecossistema são cessadas tais como os ciclos dos elementos químicos, a infiltração e purificação da água, etc., por isso, esses quatro tipos de degradação, podem causar problemas de causa antropogênica e/ou natural, variando a proporção de acordo com as características locais (Figura 1).

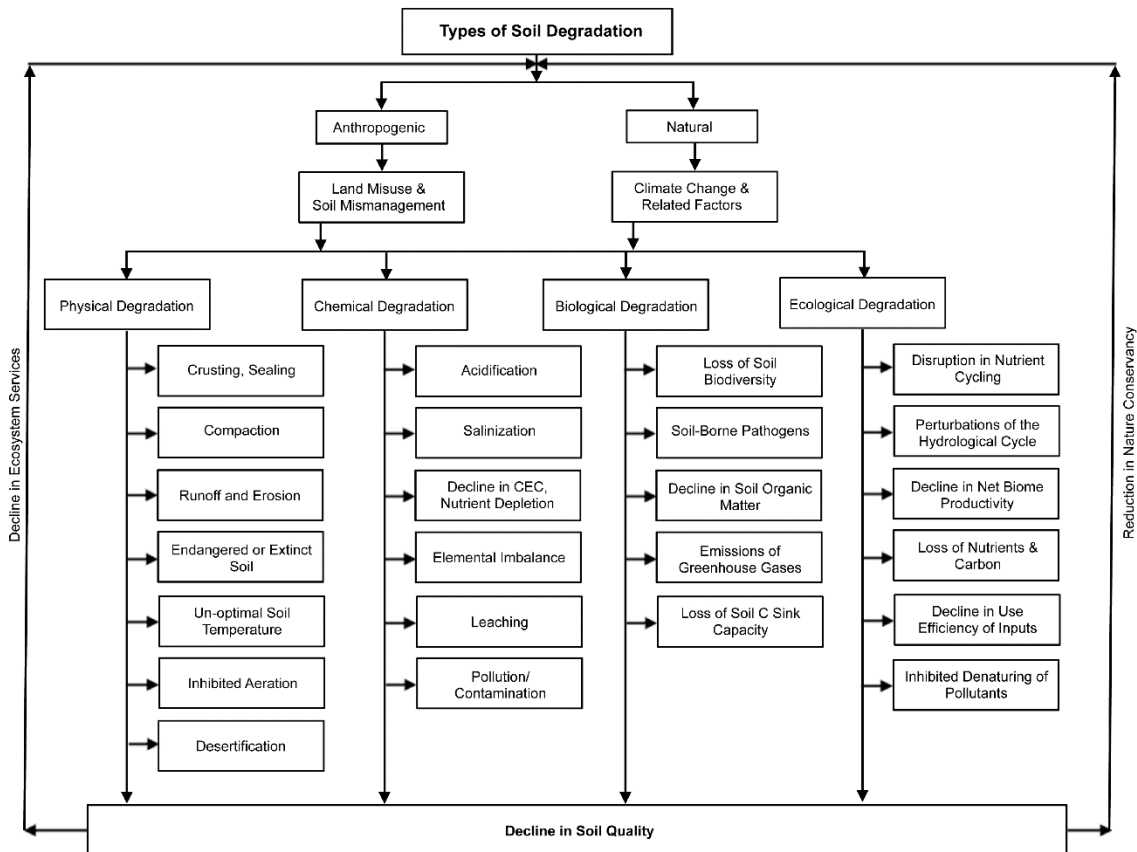


Figura 1 - Tipos de erosão do solo.

Fonte: (Lal, 2015).

Um dos tipos de degradação do solo, é a erosão, que é um processo de degradação física, no qual o material consolidado e não consolidado se desprende da massa de solo, sendo removido e transportado pelos agentes vento e água, e posteriormente depositado (Morgan, 2005). Erosão do solo pode ser definida também como sendo o destacamento, arrastamento e transporte (e deposição) de partículas de solo causado por uma ou mais forças erosivas (chuva, escoamento, vento, gravidade, operações de preparo do solo, nivelamento da terra e colheita de culturas), associadas a causas naturais ou antropogênicas (Boardman & Poesen, 2006).

A erosão do solo pode causar perdas de curto e longo prazo, apresentando danos no local e fora deste. No local de ocorrência, pode haver danos como inundação enlameada e estragos na propriedade. Já fora do local, pode ocorrer a sedimentação em reservatórios artificiais, eutrofização e danos aos peixes. (Boardman & Poesen, 2006).

Outro fator que pode agravar a perda de solo de um local, é o abandono de terras que acaba gerando além dos fatores listados acima, a perda de fertilidade, a desvalorização da terra e consequências na produção e segurança dos alimentos. (Morgan, 2005).

### 2.3 Erosão hídrica do solo

A erosão hídrica do solo é uma das grandes ameaças ao recurso solo e a maior causa de degradação do solo na União Europeia, quando se comparada com outros processos erosivos. Por isso tem sido motivo de preocupação dentro da Comissão Europeia, onde se desenham estratégias tendo em vista a redução das perdas de solo. A taxa média anual de perda de solo por erosão hídrica em áreas com cobertura florestal potencialmente propensas a erosão estima-se em  $2,46 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Panagos *et al.*, 2015), taxa que será superior em áreas com outros tipos de cobertura vegetal menos protetora, sem cobertura vegetal ou que já sofrem de degradação do solo,.

A erosão do solo pela água ocorre quando a água ganha velocidade e as partículas individuais do solo se desprendem da massa e através do escoamento, são transportadas e depositadas assim que a energia da água diminui (Morgan, 2005). Esse material de solo erodido pode ser fértil, podendo melhorar a qualidade do solo onde foi depositado de forma temporária ou permanente, o que vai depender da ocorrência dos próximos eventos. (Verheijen *et al.*, 2009). Porém, também pode haver efeitos negativos na área em que este material foi depositado, pois pode-se ter como resultado a degradação do próprio local, além do ambiente aquático, afetando assim o correto funcionamento.

A erosão hídrica compreende erosão laminar ou entressulcos, erosão em sulcos e em ravinas, e erosão em túnel ou “pipe erosion” (Boardman & Poesen, 2006). A ocorrência destes tipos de erosão pode resultar de chuvas intensas e do derretimento da neve. No primeiro caso, o que determina o tipo de erosão é a intensidade e o tipo de escoamento, o qual se pode classificar em difuso ou concentrado. No caso da erosão laminar, a camada da superfície do solo é uniformemente removida pelo escoamento, sendo este tipo de erosão quase imperceptível. Na erosão em sulcos, esta pode ser notada por causa do caminho escavado no solo pelo curso preferencial da água. Na erosão em

ravinas, para além de escoamento concentrado ocorre saturação de água numa espessura considerável de solo, causada por períodos prolongados de chuva ou pela fusão da neve, o que provoca o desprendimento em bloco da massa de solo (Pipkin *et al.*, 2008).

## 2.4 Coberto vegetal e proteção do solo

O tipo de cobertura vegetal, proporciona ao solo diferentes graus de proteção, a qual, todavia, depende ainda das características locais e das práticas de cultivo que possam contribuir para aumentar ou diminuir a proteção conferida ao solo pelas plantas.

As práticas de cultivo aplicadas ao solo podem auxiliar, ou prejudicar determinada área. As ações positivas as boas práticas de cultivo que podem ser listadas como forma de mitigação contra erosão do solo, são o terraceamento, culturas em faixas (*strip-cropping*), rotação de culturas, mobilização de conservação (*conservation-tillage*), não mobilização (*no-till*) e mobilização mínima (*minimum-till*) (Pipkin *et al.*, 2008). Já os efeitos negativos tais como desmatamento, atividades agrícolas, pastoreio intensivo, incêndios são algumas ações que aumentam a degradação do solo e erosão.

O terraceamento é a criação de terraços em áreas inclinadas, ou seja, com declive acentuado, e essa técnica ajuda a reduzir a velocidade da água, reduzindo a ação da água na erosão do solo (Pipkin *et al.*, 2008), sendo uma das melhores maneiras de prevenir a degradação em terrenos acidentados e áreas montanhosas (Brandolini *et al.*, 2018). As culturas em faixas (*strip-cropping*) envolve o plantio da cultura em linhas que constituem faixas alternadas de cada uma delas. A rotação de culturas implica mudar o tipo de cultura de período em período ou ano, utilizando plantas que enriquecem o solo, e se feita de maneira correta, com a espécie correta, a vulnerabilidade do solo ao escoamento e erosão decresce. A mobilização de conservação (*conservation-tillage*) é o tipo de manejo que permite deixar os resíduos de vegetação a superfície do solo, reduzindo o número de mobilizações, permitindo assim o aumento da infiltração da água e a redução no escoamento superficial. Na mobilização (*no-till*) e na mobilização mínima (*minimum-till*) a sementeira ou plantação é feita em linhas e no espaço entre linhas há resíduos da colheita anterior, onde o preparo do solo para a nova cultura é mínimo (Pipkin *et al.*, 2008).

O desmatamento refere-se a retirada da vegetação natural que é removida para dar espaço para propósitos da agricultura, onde tem-se a simplificação da biodiversidade para o uso da monocultura, a ruptura física do solo (Amundson *et al.*, 2015). Já o pastoreio intensivo está relacionado com a compactação do solo, degradação da vegetação pela atividade e erosão pela água e pelo vento, o que pode trazer um significativo impacto a erosão do solo, a conservação da água e ao risco de desertificação (Kairis *et al.*, 2015). As atividades agrícolas podem afetar a perda do solo, por exemplo pelo tipo de cobertura, pelo uso e tipo de manejo da terra, prática de preparo do solo, entre outros (Panagos *et al.*, 2015).

Outro fator que pode causar o aumento da erosão são os incêndios, onde a cobertura vegetal do solo é removida deixando a superfície do solo sem proteção e mais suscetível a erosão principalmente causada pelo escoamento superficial. O que em áreas Mediterrânicas tem-se mostrado uma preocupação crescente (Fonseca *et al.*, 2017; Shakesby, 2011; Shakesby & Doerr, 2006). Este é especialmente o caso das áreas de montanhas, onde este risco é maior devido à topografia, à extensão cada vez maior de áreas não manejadas, com aumento da acumulação de biomassa combustível e consequente aumento do risco de incêndio nas florestas vizinhas onde se aplica manejo adequado (Fonseca *et al.*, 2017).

## **2.5 Modelos de predição da erosão e a USLE**

A avaliação da perda de solo pela erosão, pode ser realizado por meio de trabalho de campo ou simulações em laboratório. A escolha do método a ser utilizado, depende do objetivo do estudo, o que vai determinar quais os dados de erosão do solo e os fatores de controle que serão utilizados (Morgan, 2005). São exemplos disso as observações de campo, as medições em campo, a avaliação experimental, cujas metodologias conduzem à obtenção de dados de diferentes tipos e permitem testar os efeitos de diferentes fatores de erosão.

Para as observações de campo, a informação sobre o estado de degradação do solo é coletada de forma visual e sistemática, avaliando assim a sua distribuição espacial

e buscando uma visão direta sobre a erosão atual numa determinada área, correspondendo a uma ocorrência específica ou não, podendo utilizar outras técnicas para além da observação, de acordo com o objetivo do estudo. Já para as medições da perda de solo no campo, de acordo com as situações e objetivos, utilizam-se dispositivos de medição de salpico e armadilhas de sedimentos nas rotas do escoamento, mas também se realizam medições das variações do nível do solo, ou a avaliação do volume de ravina (*gully*) ou outros traços da erosão (Figueiredo, 2013).

A avaliação experimental da perda de solo pela erosão está associada a simulações de eventos de erosão causada pela chuva, controlando as características da precipitação e do terreno ou condições do solo, de acordo com o estudo. Já as medições do escoamento superficial está relacionado com as propriedades do solo, busca-se por meio de modelos empíricos, avaliar as propriedades do solo e processos que afetam a hidrologia terrestre que causa a erosão pelo escoamento superficial (Figueiredo, 2013).

A preocupação do homem quanto aos processos erosivos e a necessidade de ações para combater a erosão, fez com que modelos matemáticos de predição da perda de solo surgissem. Os modelos mais utilizados para estimar a perda de solo são a *Universal Soil Loss Equation* – USLE (Wischmeier & Smith, 1978); *Revised Universal Soil Loss Equation* – RUSLE (Renard *et al.*, 1997); *The European Soil Erosion Model* -EUROSEM (Morgan *et al.*, 1998); *Water Erosion Prediction Project* – WEPP; *Modified Universal Soil Loss Equation* - MUSLE (Williams, 1975).

A equação Universal de Perda do Solo (Equação 1), é utilizada para estimar perdas médias de solo a longo prazo, com escoamentos em áreas de campo específicas e cultivos específicos e sistemas de manejo, também podendo ser utilizada em áreas onde não há agricultura, como em áreas de construção (Wischmeier & Smith, 1978).

$$A = R K L S C P \quad (1)$$

Onde A: Perda anual de solo; R: Fator de Erosividade; K: Fator de Erodibilidade; L: Fator comprimento de encosta S: Fator declive; C: Fator de cobertura e manejo; P: Fator de pratica conservacionista.

Cada fator da equação requer um conjunto de informações necessárias para a sua determinação, a qual pode ser feita através de equações, como os fatores R K L S C (Tabela 1) ou por meio de tabelas já determinadas pelos autores, fator P (Tabela 2).

O Fator Erosividade (R) está relacionado com a precipitação e com o escoamento. Este fator quantifica o impacto causado pelas gotas da chuva, além de proporcionar uma informação sobre a quantidade relativa e a taxa de escoamento que estão provavelmente associadas a chuva (ou também a neve derretida).

O Fator Erodibilidade (K), este fator está relacionado com as características de cada tipo de solo, onde de acordo com as suas propriedades (quantidade de matéria orgânica, estrutura, permeabilidade). A ação da chuva e do escoamento pode gerar perdas maiores ou menores de acordo com a erodibilidade, a qual reflete a suscetibilidade de um solo sem proteção ao efeito do agente erosivo.

O Fator comprimento da encosta (L) é definido como sendo a distância, ou seja extensão que a água de escoamento irá percorrer (Wischmeier & Smith, 1978).

O Fator declive (S) está relacionada declive do terreno, o que vai influenciar na velocidade da água de escoamento, que será tanto maior quanto maior for o declive.

O Fator cobertura e manejo (C) representa o grau de proteção dado pelo coberto vegetal ao solo, envolvendo também o tipo de manejo dado a cultura.

O Fator Prática Conservacionista (P), é o fator relacionado as práticas de suporte dadas as culturas para que reduzam os impactos da erosão, por exemplo culturas em curvas de nível, culturas em faixas e culturas em terraços.

Tabela 1 - USLE: equações utilizadas para determinar os fatores RKLSC

Factor	Equação	Observação
R	$EC = P(0,119 + 0,0873 \text{ LOG } I);$ <p>EC= Energia cinética (MJ/ha); P= Altura pluviométrica de um período de Intensidade constante (I, mm/h); LOG usado como decimal.</p> $EI30 = EC I30$ <p>EI30= índice de erosividade (MJ/há.mm/h); EC= Energia cinética (MJ/há); I30= Intensidade máxima da chuvada em 30 minutos</p>	Wischmeier & Smith, (1978)
K	$100K = [2,1M^{1,14}(10^{-4})(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3)]0,1316$ $M = (\%Limo + Areia Muito Fina)(100 - \%Argila)$ <p>a = % Matéria orgânica; b = Código da estrutura; c = Código de permeabilidade.</p> <p>Quando há elementos grosseiros:</p> $K_{eg} = K_{tf} e^{-0,035\%EG}$ <p>K<sub>tf</sub>= Fator K determinado para a terra fina do solo; K<sub>eg</sub>= Valor corrigido pela presença de elementos grosseiros; %EG= percentagem de cobertura superficial do solo por elementos grosseiros;</p> <p>Multiplica-se o resultado por 0,021 para obter resultados em unidades SI. No cálculo é aplicada a escala granulométrica USDA</p>	Wischmeier & Smith, (1978)
L	$L = 0,213 \lambda^{0,5}$ <p><math>\lambda</math> = Comprimento da encosta descrevendo o escoamento da água (m).</p>	Para declives superiores a 5%, Wischmeier & Smith (1978)
S	$S = 16,8 \text{ sen } \theta - 0,50$ <p><math>\theta</math> = Ângulo de inclinação da encosta.</p> <p>Aplicável a declives &gt; 5%</p>	McCool <i>et al.</i> (1987)
C	$C = CC SC = (1 - FC e^{-0,34H})e^{-3,5RC}$ <p>CC = Efeito da cultura; SC = Efeito da cobertura do solo; FC = Cobertura pela cultura do solo; H = Altura da cultura; RC = Cobertura por resíduos; e = Base do logaritmo neperiano.</p>	Wischmeier & Smith (1978)

Tabela 2 - Fator Prática conservacionista.

Inclinação da superfície [%]	Práticas de conservação de solo		
	Cultura em curvas de nível	Cultura em faixas	Cultura em terraços
2-7	0,50	0,25	0,10
8-12	0,60	0,30	0,12
13-18	0,80	0,40	0,16
19-24	0,90	0,45	0,18

Fonte: Wischmeier & Smith, (1978)

## 2.6 O fator C da USLE

O fator C da Equação Universal de Perda de Solo, de acordo com Wischmeier e Smith (1978) é a “razão entre a perda de solo da terra cultivada sob as condições especificadas e a perda correspondente sob pousio contínuo lavrado. Esse fator mede o efeito combinado das variáveis caracterizadoras da cobertura e as associadas ao uso da terra com elas relacionadas.”

As culturas anuais, ou seja, culturas agrícolas, o fator C é estimado utilizando para o cálculo o subfator de copa (copa e parte aérea da planta) e o subfator de cobertura do solo (resíduos e vegetação rasteira). Como as culturas são anuais, para o cálculo do primeiro subfator se faz necessário a utilização do estágio de crescimento da planta e a distribuição mensal das precipitações, a altura. Para o segundo subfator, é necessário a percentagem de cobertura por resíduos que esta cultura possui ao longo do ano.

O método de cálculo do fator C para áreas em que não possui manejo tais como *pasture land* (pastagens), *rangeland* (pasto natural, floresta aberta e mato pastoriado), *woodland* (floresta) e *idle land* (incultos, terras incultas), o fator C é estimado de forma diferenciada. Para este tipo de uso do solo, não se faz necessário a utilização do estágio de crescimento da planta e a distribuição mensal das precipitações, pois é a vegetação é perene que ocupa a área e, não há manejo do solo. São utilizados três fatores para o cálculo que são o fator de copa (copa e parte aérea da planta), o subfator de cobertura do solo, e o subfator de efeito das raízes.

Para áreas de florestas onde ocorrem erosões laminar e por sulcos, a metodologia para estimar o fator C segue a metodologia de Dissmeyer & Foster (1984), onde há uma complexidade maior para estimar o fator C. Por isto, este foi dividido em vários subfatores: 1- quantidade de solo nu; 2- Copa; 3- reconsolidação do solo; 4- alto teor orgânico; 5- raízes finas; 6- *residual binding effects* (coesão residual do solo); 7- armazenamento local (detenção superficial do escoamento); 8- *steps (armação do terreno)* e 9- *mobilização segundo a curva de nível*. Neste caso consideram-se como subfatores algumas situações que em solos cultivados são considerados no fator P da USLE.

Nas áreas sem vegetação em que não possui os efeitos de raízes por exemplo em áreas preparadas pela agricultura ou áreas em que há construção civil, recomenda-se adotar o valor de C igual a 1 (Wischmeier & Smith, 1978).

## 2.7 O fator C da RUSLE

A *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE) possui duas versões, a primeira versão de Renard *et al.* (1997) e a segunda versão de Foster (2013). Referindo-se ao fator C da USLE e da RUSLE primeira versão, Renard *et al.* (1997) sublinham que “ambas equações são reflexos da cultura e das práticas de manejo sobre as taxas de erosão, e este fator é usado na maioria das vezes para comparar os impactos relativo das opções de manejo sobre o plano de conservação”. Já a segunda versão da RUSLE, no guia de referência do utilizador, “refere-se a como a vegetação, a condição do solo e o material sobre e no solo afetam a erosão”(Foster, 2008)

Segundo (Renard *et al.*, 1997), na RUSLE “os parâmetros importantes são os impactos de culturas e manejos anteriores, a proteção oferecida à superfície do solo pelo dossel vegetativo (parte área, copado ou copas das plantas), a redução da erosão devido à cobertura da superfície e rugosidade da superfície e, em alguns casos, o impacto da baixa umidade do solo na redução do escoamento de chuvas de baixa intensidade. Para a determinação do fator C da RUSLE 1 (Equação 2), é necessário estimar o valor de SLR

que representa o índice de perda de solo, o qual é composto pelos subfatores citados acima e em seguida multiplicar pelo EI que representa a erosividade da chuvada.

$$C = (SLR_1 EI_1 + SLR_2 EI_2 + \dots SLR_n EI_n) EI_t \quad (2)$$

onde C é o valor médio anual ou da cultura,  $SLR_i$  é o valor para o período i,  $EI_i$  é a percentagem anual ou do EI da cultura que ocorre durante esse período, n é o número de períodos usados na soma e  $EI_t$  é a soma dos EI percentagens para todo o período.

Já para calcular o fator C pela RUSLE 2, esta versão calcula um valor para cada subfator para cada dia e através da Equação 3, se estima valores do fator C diário.

$$c = c_c g_c s_r r_h s_b s_c s_m \quad (3)$$

onde: c = fator cultural diário,  $c_c$  = subfator de dossel da vegetação,  $g_c$  = subfator de cobertura de solo diária (superfície), diariamente  $s_r$  = subfator de rugosidade da superfície do solo,  $r_h$  = subfator de altura de crista diário,  $s_b$  = subfator de biomassa do solo diário,  $s_c$  = subfator de consolidação do solo diário e  $s_m$  = subfator de umidade do solo com antecedente diário, usado quando RUSLE 2 é aplicada em zonas Req (zonas com características específicas localizadas nos Estados unidos da América).

## 2.8 Avaliação e estimativa do fator C

Na bibliografia consultada verificou-se a aplicação de diferentes tipos de abordagem ao cálculo do fator C. Por exemplo, no guia original de aplicação da USLE (Wischmeier & Smith, 1978), não se mostram as equações para o cálculo, mas sim valores

tabelados dos subfatores ou apresentados graficamente. Por outro lado, entre os estudos sobre o fator C pesquisados encontra-se com frequência alguns estudos que utilizam estimativas já feitas por outros autores e outros estudos que apresentam apenas os resultados obtidos deste fator, sem mostrar as equações utilizadas para a estimativa deste que é o caso por exemplo do estudo de Ochoa *et al.* (2016). Porém, em estudos tais como Cavalli (2017), Rendana *et al.* (2017), Lima (2016), Figueiredo (2015), Panagos *et al.* (2015), Karaburun (2010), mostra-se como o fator C foi obtido.

Para o caso da RUSLE 1 e RUSLE 2, os estudos pesquisados apresentam em regra as equações de base para o cálculo do fator C. Porém, a utilização destes métodos (e também em parte a USLE) implica informação local detalhada. Quando se trabalha com áreas extensas ou com cartografia, tal informação não pode ser obtida com grande detalhe.

O fator C pode ser obtido por meio de estimativas diretas e indiretas. As diretas realizam-se, por exemplo, quando se tem todos os dados de entrada dos subfatores e se podem aplicar os procedimentos originais da USLE (Wischmeier & Smith, 1978). Os dados referidos são obtidos por medição no campo dos parâmetros da cultura necessários ao cálculo.

No entanto, nem sempre é possível obter todas as informações necessárias para o cálculo do fator C, quando este é baseado em informação pré-existente. Neste caso, são feitas estimativas das componentes em falta mantendo todavia os procedimentos originais de cálculo. Por exemplo, em culturas arbóreas, a informação pré-existente pode incluir valores de altura das copas, do compasso de plantação, mas não incluir o diâmetro ou a percentagem de cobertura pela copa. Através de outras fontes ou de relações geométricas típicas da morfologia das plantas podem estimar-se os dados em falta.

Outra situação é a estimativa indireta, na qual não há todos os componentes necessários para o cálculo, as quais podem ser obtidas por outros meios de estimativa, como é o caso do *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), obtido a partir do tratamento de imagens espetais da superfície e que pode ser estimado e convertido depois em fator C mediante calibração com informação de terreno.

Outra possibilidade de estimativa indireta é uma aproximação comparativa, na qual é primeiramente obtido o fator para culturas conhecidas. Para as culturas em que não se têm todos os dados de entrada no cálculo, faz-se uma avaliação comparativa do seu

grau de proteção do solo, baseada na morfologia das plantas e dos padrões típicos de cobertura do solo o que é o caso de alguns estudos que apenas apresentam valores de C já definidos, não calculados.

### 3 METODOLOGIA

A área geográfica considerada para análise foi o Distrito de Bragança, Nordeste de Portugal, o qual divide-se em 12 Concelhos (Municípios). O estudo foi realizado para cada um destes Concelhos e para o Distrito no seu todo (Figura 2).

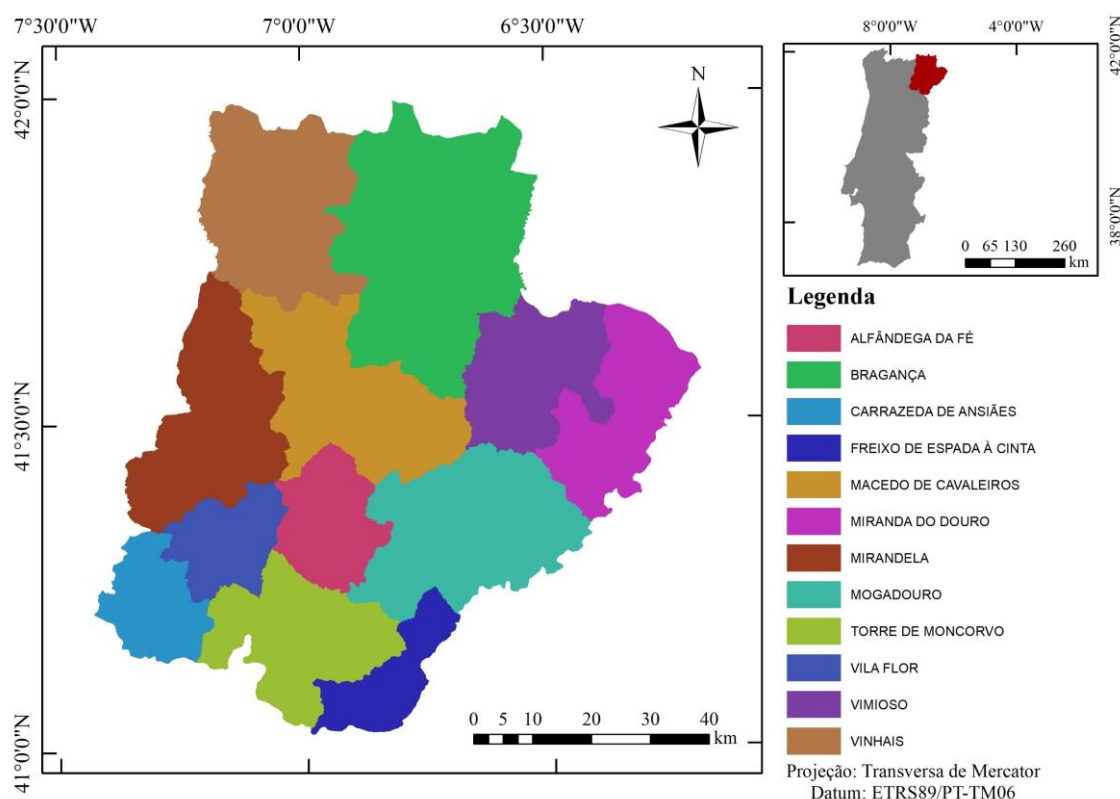


Figura 2 - Mapa de localização do Distrito de Bragança, Portugal.

A estimativa do fator C, foi realizada a partir de informação de base disponível, sendo utilizados os dados da Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para o ano de 2007 (COS 2007), a descrição da CORINE Land Cover (CLC), e bibliografia sobre o fator de cobertura do solo (Fator C).

A COS 2007, é a cartografia mais recente disponível em formato vetorial em Sistema de Informação Geográfica (SIG), publicada pela Direção-Geral do Território

(DGT), a qual tem cartografado de forma sistemática todo o território continental de Portugal. Nesta cartografia, a informação é apresentada em níveis de classificação, considerando 5 níveis na hierarquia de desagregação, o nível 1 possuindo o menor detalhe e o nível 5 a maior desagregação da informação. Por exemplo, para o nível 5, a classe 2.2.2.01.1 representa os pomares de frutos frescos, para o nível 4, a classe 2.2.2.01 representa os pomares, para o nível 3, a classe 2.2.2 representa os pomares, para o nível 2, a classe 2.2 representa as culturas permanentes, para o nível 1, a classe 2 representa as áreas agrícolas e agroflorestais (IGP, 2010).

Os níveis 1, 2 e 3 descritos na memória da COS 2007 são semelhantes às classes da CLC, que é uma classificação utilizada frequentemente na Europa. A CLC é baseada na interpretação e análise dos elementos das imagens de satélite, tendo criado um banco de dados próprio. A classificação está dividida em três níveis de hierarquia de desagregação das classes de uso do solo, sendo o primeiro nível de menor detalhe e o terceiro nível de maior detalhe (Büttner *et al.*, 2006).

Os níveis 4 e 5 da COS 2007 foram estabelecidos com base em análises de imagens aéreas e bibliografia, prosseguindo a desagregação dos níveis anteriores. Observa-se que cada nível seguinte possui as definições contidas nas hierarquias anteriores, ou seja, as definições do nível 5 estão contidas no nível 4, as do nível quatro no nível 3, e assim sucessivamente (IGP, 2010).

Para este estudo foi utilizada a bibliografia sobre o cálculo do fator C, aplicando-a na estimativa deste fator para as principais culturas da região Nordeste de Portugal (Dissmeyer & Foster, 1984; Foster, 2013; Renard *et al.*, 1997; Wischmeier, 1975; Wischmeier & Smith, 1978). Os resultados obtidos deste modo foram comparados com os valores do fator C encontrados na bibliografia existente (Anexo 1).

### 3.1 Grandes grupos de classes de uso

As classes de usos do solo mais representativas encontradas, foram divididas em grandes classes e estratos da vegetação para o cálculo do fator C, já que este, leva em consideração as características das culturas, como por exemplo a variação do coberto vegetal ao longo do ano, altura, cobertura pela copa, cobertura do solo, a densidade radicular (Tabela 3).

As grandes classes foram denominadas como culturas anuais (Culturas temporárias de sequeiro), culturas perenes (Olival, Vinha, Pomares de castanheiros), pastagens (Pastagens permanentes), florestas (Florestas de pinheiro bravo, Florestas abertas de pinheiro bravo, Florestas de Outros Carvalhos, Novas plantações, Outras formações lenhosas), e matos (Matos densos e pouco densos, Vegetação herbácea natural, Vegetação esclerófito, Vegetação esparsa).

As culturas anuais apresentam variações no coberto ao longo do ano, tanto da parte aérea quanto do estrato de vegetação infestante e de resíduos orgânicos depositados sobre a superfície. Para o cálculo do fator C, além destas variações, considera-se também a distribuição temporal da erosividade da precipitação. Já as culturas perenes, foram considerados apenas a cobertura pela copa, altura, cobertura do solo.

As pastagens, não apresentam variações no coberto ao longo do ano, por isso para o cálculo foram considerados a cobertura pela copa, a altura, a cobertura do solo.

Para as florestas, estas foram separadas em dois tipos, a floresta de folhosas e a floresta de resinosas. A floresta de folhosas é um tipo de coberto vegetal composto por espécies caducifólias, e por isso, para esta estimativa foram utilizados os dados de cobertura pela copa, altura, cobertura do solo, densidade radicular e a erosividade das precipitações já que o coberto varia ao longo do ano. Para as florestas de resinosas, já que são plantas de folhas persistentes, não apresentando variação do coberto vegetal ao longo do ano, foram calculadas utilizando a a copa, altura, cobertura do solo e a densidade radicular.

Os matos foram divididos em densos e pouco densos, foram calculados da mesma forma, utilizando a copa, altura, cobertura do solo e a densidade radicular.

Nota-se o ano descrito corresponde ao ano hidrológico, com início em 1 de Outubro de um ano civil e fim em 30 de Setembro do ano seguinte.

### **3.2 Identificação das principais classes de uso da terra**

A identificação das principais classes de uso da terra tomou como referência a COS 2007. A representação espacial das principais classes de ocupação do solo desta carta, para o Distrito de Bragança foi obtida através do *software* ArcGIS versão 10.3 utilizando o mesmo sistema de referência da COS 2007, ETRS89 (*European Terrestrial Reference System* 1989). Os arquivos *shapefile* COS 2007 dos níveis 2 e 5 buscou-se na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, sendo estes disponibilizados livremente às instituições de ensino pela Direção Geral do Território (DGT). Os arquivos *shapefile* das Cartas Administrativas foram obtidos livremente a partir da DGT. A cartografia dos níveis 2 e 5 da COS 2007 permitiu produzir as correspondentes tabelas de atributos, a partir das quais se realizou a identificação das principais classes de uso dos dois níveis. Tomou-se como critério a proporção de área ocupada pelas classes no Distrito, selecionando como principais apenas as classes com representação superior a 5% para o nível 2, e superior ou igual a 2% para o nível 5, as classes que possuíam áreas inferiores foram agregadas, criando a classe designada de Outros. Não existindo disponível, a cartografia ao nível 3 da COS 2007 foi realizada por agregação de classes do nível 5 na correspondente tabela de atributos, seguida do uso da ferramenta *dissolve* do ArcGIS. Esta cartografia teve unicamente o propósito de permitir comparação de resultados com os obtidos no trabalho de referência de (Panagos et al., 2015), onde esse nível de desagregação foi aplicado.

No estabelecimento das principais classes de uso do solo para a realização deste trabalho, apenas foram consideradas as classes de uso que apresentavam algum tipo de cobertura vegetal, nível 1 da COS 2007 (classes 2 e 3). As classes que não possuíam este tipo de uso, que foi o caso das classes 1, 4 e 5, correspondendo respectivamente a Territórios artificializados, Zonas húmidas e Corpos de água, foram agregadas em uma

classe através da ferramenta *merge* do editor do ArcGIS, e incluídas na classe Outros para todos os níveis da COS 2007 utilizados.

Tabela 3. Características dos estratos da vegetação e respectivos parâmetros considerados na estimativa do fator C.

Grandes classes	Estratos da vegetação ⇨ Usos do solo de referência (COSN5) ⇩	C1- Copado			C2- Cobertura do solo	C3- Efeito das raízes		
		Copa	Altura	Evolução temporal ao longo do ano	Resíduos sobre o solo	Evolução temporal	Efeito da densidade radicular	Evolução temporal
Culturas anuais	Culturas temporárias de sequeiro	x	x	x	x	x	-	-
Culturas perenes	Pomares de castanheiro	x	x	x	x	x	-	-
	Pomares (frutos frescos; amendoeira)	x	x	x	x	x	-	-
	Vinhas	x	x	x	x	x	-	-
	Olivais	x	x	-	x	-	-	-
Pastagens	Pastagens permanentes	x	x	-	x	-	-	-
Florestas	Florestas de pinheiro bravo (resinosa)	x	x	-	x	-	x	-
	Florestas de outros carvalhos (folhosa)	x	x	x	x	x	x	-
	Florestas abertas de pinheiro bravo (resinosa)	x	x	-	x	-	x	-
	Novas plantações (floretais)	x	x	-	x	-	-	-
	Outras formações lenhosas	x	x	-	x	-	x	-
Matos	Matos densos	x	x	-	x	-	x	-
	Matos pouco densos	x	x	-	x	-	x	-
	Vegetação herbácea natural	x	x	-	x	-	x	-
	vegetação esclerófito densa	x	x	-	x	-	x	-
	Vegetação esclerófito pouco densa	x	x	-	x	-	x	-
	Vegetação esparsa	x	x	-	x	-	x	-

### 3.3 Aplicação do formulário

Como já apresentado anteriormente (Revisão bibliográfica), a USLE apresenta 5 fatores, porém neste estudo será utilizado apenas o fator C. O formulário aplicado para o cálculo do fator C segue o estabelecido em Wischmeier (1975); Wischmeier & Smith (1978):  $C = C1 C2 C3$ .

C1 corresponde ao efeito das copas da proteção do solo, entendendo-se por copas também a parte aérea das plantas herbáceas (Figura 3). C2 corresponde ao efeito da cobertura do solo por resíduos vegetais, associados a restolhos de culturas, no caso das culturas agrícolas ou a manta morta “folhada” no coberto florestal. Este subfator C2 também inclui, no caso das culturas agrícolas (temporárias e permanentes a vegetação rasteira infestante). O subfator C3 corresponde ao efeito do sistema radicular que ocupa a camada mais superficial dos solos florestais ou de áreas naturais ou de vegetação silvestre, quando não perturbadas por operações de manejo do solo. Assim o subfator C3 foi apenas aplicado a este tipo de comunidades vegetais e não as culturas agrícolas. Não foi também aplicado no caso das áreas florestais recentemente plantadas ou em todas as classes do uso da terra em que é comum realizar tais operações.

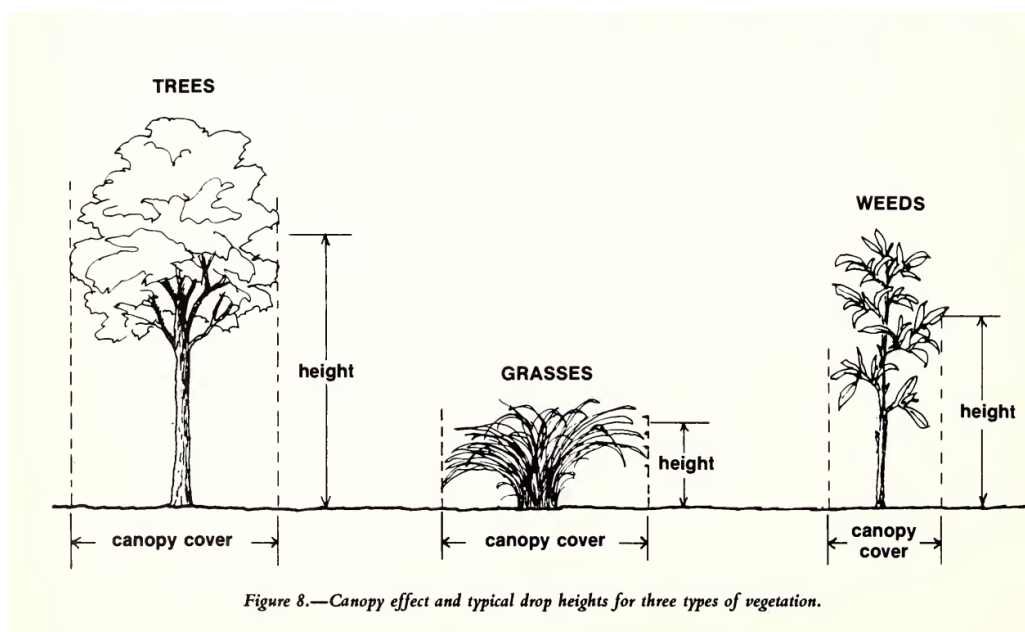


Figura 3 - Esquema apresentado para expressar o efeito da copa em diferentes tipos de vegetação.

Fonte: Dissmeyer & Foster (1984).

De acordo com Dissmeyer & Foster (1984), em solos florestais deverão ser considerados 9 subfatores para o cálculo do fator C. Os três primeiros correspondem aos indicados acima e os seis restantes correspondem a: proporção de solo nu; reconsolidação do solo; alto teor orgânico; *residual binding effects* (coesão do solo); armazenamento local de escoamento; *steps* (armação do terreno) e mobilização segundo a curva de nível. Estes seis subfatores não foram considerados neste estudo, face ao detalhe de informação requerida para os aplicar, o qual não é compatível com a escala regional adotada neste trabalho. Também não foi considerada a modulação do subfator C3 determinada pelo tempo desde a última mobilização do solo, com efeitos até 8 anos de acordo com gráfico apresentado por (Dissmeyer & Foster, 1984; Wischmeier, 1975). Apenas se distinguiram quanto a este subfator as situações de não perturbação e as situações de total perturbação do solo por operações de manejo.

O subfator C1 é também conhecido por CC e é calculado a partir da seguinte equação:

$$C1 = (1 - FC e^{-0,34H}) \quad (4)$$

Onde FC = Cobertura pela cultura (valores de 0 a 1), H = Altura da copa (m)

O subfator C2 é dado pela seguinte equação:

$$C2 = Exp(-2,5 * RC) \quad (5)$$

Onde RC = Cobertura por resíduos (valores de 0 a 1).

O coeficiente de -2,5 incluído na exponencial desta equação que multiplica a fração de cobertura do solo (RC, em %), não se encontra publicado nos trabalhos originais de Wischmeier (1975); Wischmeier & Smith (1978). Este valor foi adotado na sequência do seguinte procedimento. Do gráfico que descreve a relação entre perda de solo relativa e fração de cobertura do solo em Wischmeier & Smith (1978) foram extraídas as coordenadas de 11 pontos a partir dos quais se estabeleceu uma equação de regressão exponencial equivalente à curva do

gráfico. O coeficiente obtido para esta exponencial é de -2,5. Este mesmo valor é também encontrado na expressão equivalente da RUSLE 2 (Foster, 2008).

Nota-se que apesar de acima as equações (4) e (5) serem apresentadas separadamente, na prática, os dois fatores não aparecem de forma separada, como é o caso da equação abaixo:

$$C = (1 - FC e^{-0,34H})Exp(-2,5 * RC) \quad (6)$$

O cálculo do fator C3 é efetuado pela seguinte equação:

$$C3 = a * EXP(-b * \% raizame superficial) \quad (7)$$

Os coeficientes a e b (não apresentados na fonte) foram obtidos por regressão a partir de 11 pontos extraídos do gráfico correspondente publicado por Wischmeier (1975). Este gráfico apresenta duas curvas: uma para gramíneas/monocotiledôneas (*grass*) e outra para vegetação herbácea dominada por dicotiledôneas (*weed*). Os respectivos parâmetros da regressão são os seguintes:

<i>Grass:</i>	a = 0,45	b= -1,5664	R <sup>2</sup> = 0,99
<i>Weeds:</i>	a = 0,45	b= -0,2845	R <sup>2</sup> = 0,94

Tendo em conta que Dissmeyer & Foster (1984) para o cálculo do subfator C3 adotam apenas os valores correspondentes a *grass*, o mesmo critério foi adotado neste trabalho, pelo que a equação deduzida para *weeds* não foi aplicada.

### 3.4 Restrições na aplicação do formulário

Na aplicação do formulário de cálculo do Fator C seguiram-se prioritariamente as indicações constantes da memória descritiva da COS quanto ao intervalo de valores de cada um dos parâmetros de cálculo dos subfactores, intervalo que impôs, portanto, restrições de cálculo. Outras restrições aplicadas resultaram de pesquisa bibliográfica de suporte e da opinião de especialistas. Em alguns casos também foram selecionados por semelhanças entre tipos de coberto considerado em cada subfator do fator C com classes de uso do solo para as quais os parâmetros de cálculo já tinham sido atribuídos.

As Culturas temporárias de sequeiro (nível 4) seguiu a descrição da COS 2007, sendo consideradas como culturas anuais ou que não excedem 5 anos (morangos e espargos) e sem utilização de qualquer tipo de rega artificial. Não havia referência quanto ao grau de coberto nem à altura. Por isso, considerou-se o coberto até 100% e altura até 1,5 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 0% a 100% e altura de 0 a 1,5. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a variação de cobertura de 0 a 100%. O cálculo foi feito com base na Erosividade das precipitações.

Os Pomares de castanheiro (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 quanto ao fato de ser áreas plantadas com pomares de castanheiros (*Castanea sativa*) - sotos. Não havia referência quanto ao grau de coberto nem à altura. Por isso considerou-se o coberto superior ou igual a 10% e inferior a 50% e altura até 10 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 2,5 m, entre os 5 m e os 10 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 20%, entre 10% e 50%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a variação de cobertura de 20 a 80%.

As Vinhas (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 devido ao fato desta cultura não estar associada a outras culturas. Não havia referência quanto ao grau de coberto nem à altura. Assim, considerou-se um coberto superior ou igual a 50% e inferior a 70% e altura até 1,5 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 0,25 m, entre os 1 m e 1,5 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 50% e 70%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais

(C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a variação de cobertura de 30 a 80%.

Os Olivais (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 devido ao fato desta cultura não estar associada a outras culturas, e também pela formação ser do tipo pomar com oliveira (*Olea europea* var. *europea*). Não havia referência quanto ao grau de coberto nem à altura. Por isso considerou-se o coberto superior ou igual a 10% e inferior a 40% e altura até 4 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 0,5 m, entre 2,5 m e 4 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 10% e 40%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a variação de cobertura de 30 a 80%.

As Pastagens permanentes (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 quanto ao fato de serem áreas permanentes ocupadas por um tempo superior a 5 anos. Não havia referência quanto ao grau de coberto nem à altura. Por isso considerou-se o coberto superior ou igual a 70% e inferior a 90% e altura até 1 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 0,5 m, entre os 0,5 m e 1 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 20%, entre 70% e 90%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a variação de cobertura de 80 a 100%.

Para as Florestas e Florestas abertas, foi adotada a altura máxima das árvores de 20 metros pois o acréscimo de energia de impacto da gota da chuva para alturas superiores é praticamente nulo (Dissmeyer & Foster, 1984).

Nas Florestas seguiu-se a descrição da COS 2007 quanto a altura das árvores e grau de coberto pelas copas, ou seja, altura superior ou igual a 5 m e grau de coberto superior a 30%. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 5 m, entre os 5 m e os 20 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 80% e 100%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, seguiu-se o indicado no trabalho de Wischmeier (1975) para florestas (*woodland*) na condição *Well stocked* (forte produtividade), no qual para este subfator, a percentagem de área coberta varia de 80 a 100%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu-se a indicação da COS 2007 (o sobcoberto não é dedicado a agricultura) para justificar o mesmo intervalo de variação aplicado em C2. Para a classe Florestas de folhosas, o cálculo sucedeu-se utilizando os mesmos valores citados anteriormente, porém neste, foi utilizado a erosividade das precipitações.

Nas Florestas abertas de resinosas seguiu-se a descrição da COS 2007 quanto a altura das árvores e grau de coberto pelas copas, ou seja, altura superior ou igual a 5 m e grau de coberto superior ou igual a 10% e inferior a 30%. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 5 m, entre os 5 m e os 20 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 10% e 30%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, seguiu-se o indicado no trabalho de Wischmeier (1975) para florestas (*woodland*) na condição *Poorly stocked* (fraca produtividade), no qual para este subfator, a percentagem de área coberta varia de 40 a 70%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu-se a indicação da COS 2007 (o sobcoberto não é dedicado a agricultura) para justificar o mesmo intervalo de variação aplicado em C2. Para as Florestas abertas de folhosas, como há variação do coberto ao longo do ano, foi utilizado os menos dados das Florestas abertas de resinosas, porém, neste cálculo, foi utilizado a erosividade das precipitações.

Para as Novas plantações (nível 5) seguiu-se a descrição da COS 2007 quanto a altura das árvores, inferior a 5 m. Não havia referência quanto ao grau de coberto florestal, por isso considerou-se superior ou igual a 10% e inferior a 30%. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 1 m, entre os 1 m e os 5 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 10% e 30%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou a variação de cobertura de 30 a 80%.

Para as Outras formações lenhosas (nível 5) seguiu-se a descrição da COS 2007 quanto à altura das árvores e grau de coberto pelas copas, ou seja, altura inferior a 5 m e grau de coberto superior ou igual a 10%. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 1 m, entre 1 m e 5 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 10% e 50%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou a variação de cobertura- de 30 a 80%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu-se o mesmo intervalo de variação aplicado em C2.

A classe Matos densos (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 quanto ao grau de coberto pelas copas superior ou igual a 50% e inclui urzes, silvas, giestas, tojos, laburnos, etc. Não havia referência quanto à altura. Por isso, considerou-se o coberto superior ou igual a 50% e inferior ou igual a 90% e altura até 3 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 1 m, entre 1 m e 3 m. No caso do grau de

coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 20%, entre 50% e 90%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a variação de cobertura de 50 a 100%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu o mesmo intervalo de variação aplicado em C2.

A classe Matos pouco densos (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 quanto ao grau de coberto pelas copas superior ou igual a 25% e inferior a 50% e inclui urzes, silvas, giestas, tojos, laburnos, etc. Não havia referência quanto à altura. Por isso considerou o coberto superior ou igual a 25% e inferior ou igual a 45%, altura até 1,5 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 0,5 m, entre os 0,5 m e 1,5 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 25% e 45%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou a variação de cobertura de 30 a 70%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu o mesmo intervalo de variação aplicado em C2.

A Vegetação herbácea natural (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 quanto ao grau de coberto pelas copas superior ou igual a 25%. Não havia referência quanto à altura. Por isso considerou-se o coberto superior ou igual a 30% e inferior a 70% altura até 0,7 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 0,35 m, entre os 0,35 m e 0,7 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 20%, entre 30% e 70%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a variação de cobertura de 40 a 70%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu o mesmo intervalo de variação aplicado em C2.

A vegetação esclerófita densa (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 quanto ao grau de coberto pelas copas, ou seja, grau de coberto superior ou igual a 50%. Para a altura não havia referência, por isso foi considerada até os 4 metros. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 1 m, entre os 1 m e os 4 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 50% e 100%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a percentagem de área coberta com variações de 50 a 100%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu o mesmo intervalo de variação aplicado em C2.

A vegetação esclerófita pouco densa (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 quanto ao grau de coberto pelas copas, ou seja, grau de coberto superior ou igual a 25% e inferior a

50%. Para altura não havia descrição, por isso foi adotada até os 4 metros. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 1 m, entre os 1 m e os 4 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 10%, entre 25% e 45%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a percentagem de área coberta entre 30 e 70%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu o mesmo intervalo de variação aplicado em C2.

A Vegetação esparsa (nível 5) seguiu a descrição da COS 2007 quanto ao grau de coberto pelas copas superior ou igual a 10% e inferior a 25% e a superfície sem vegetação ocupa uma área superior ou igual a 75%. Não havia referência quanto à altura. Por isso considerou-se o coberto superior ou igual a 10% e inferior a 25% e altura até 1,5 m. Adotaram-se esses valores no cálculo de C1, o qual foi realizado em intervalos de variação da altura de 0,5 m, entre os 0,5 m e 1,5 m. No caso do grau de coberto, os intervalos de variação de cálculo foram de 7,5%, entre 10% e 25%. Para o grau de cobertura pelos resíduos vegetais (C2), na ausência de indicações na descrição da COS 2007, adotou-se a variação de cobertura de 10 a 25%. Ainda para esta classe de ocupação do solo, no cálculo do subfator C3 seguiu o mesmo intervalo de variação aplicado em C2.

As classes da COS na qual não havia vegetação, resultantes da remoção ou redução por ação do fogo no qual o solo ficou desprotegido, seguiu o determinado por Wischmeier & Smith (1978), adotando o valor de C igual a 1.

Na classe 2 Áreas agrícolas e agro-florestais e na classe 3 Florestas e meios naturais e semi-naturais da COS nível 1 incluem-se classes dos níveis 2 e do nível 5 para as quais não foram estimadas os respectivos fatores C, por falta de informação disponível; por isso, essas classes foram denominadas como Não Avaliada (NA classe 2 e 3 COSN1). Foi também denominada classe NA (classe 1, 4 e 5 COSN1), o conjunto de classes que representam: 1. Territórios artificializados, 4. Zonas húmidas, 5. Corpos de água, que são as classes que não apresentam coberto vegetal.

Na COS2007, nível 5, surgem classes que combinam duas classes de ocupação do solo, por exemplo Vinha com Olival, ou Floresta de pinheiro bravo com folhosas. A descrição da COS2007 apenas indica que a primeira está representada em mais de 50% da área e a segunda em menos de 50%. Nestes casos o fator C foi determinado como a média ponderada dos fatores C de cada uma das classes individuais, aplicando um fator de ponderação de 0,7 e 0,3 respectivamente para a primeira e para a segunda. A adoção destes fatores de ponderação parte do princípio que uma representação inferior a 10% da área não seria considerada na cartografia

da COS2007 pelo que o intervalo de variação da classe menos representada seria de 10 a 50%, cuja média é 30%.

### **3.5 Critérios para adoção do valor representativo da classe de uso da terra**

Após ser aplicado o formulário com as restrições de cálculo, foi obtido uma gama de valores de C que variam de acordo com as combinações entre altura, cobertura pela copa, cobertura do solo, a densidade das raízes, e os casos específicos descritos no tópico anterior.

Posteriormente, dentre a gama de valores obtidos, foram estimados os valores máximo, médio, mínimo, primeiro quartil, segundo quartil, terceiro quartil e a mediana. Dentre essas estimativas, foi adotada a mediana para os valores de C das diferentes classes de ocupação do solo pois era o valor que se aproximava mais dos dados do Distrito e da bibliografia (Anexo 1). A média, não foi escolhida, por conta que os valores extremos influenciavam nos resultados, deixando-a com valores mais elevados do que a maior proporção observada por Distrito e por Concelho.

Os valores de C determinados para as principais classes de uso do solo ao nível 5 da COS 2007, foram associados à tabela de atributos desta carta, produzindo assim cartas do fator C para cada Concelho e para o Distrito de Bragança. Em cada uma destas unidades administrativas foi determinada a área ocupada por cada valor de C representado e calculada a respetiva percentagem de área ocupada.

A título ilustrativo mostra-se o gráfico da distribuição das áreas acumuladas do fator C ordenadas de forma crescente para o Distrito de Bragança (Figura 4)). Este gráfico permitiu determinar o valor mediano do fator C no Distrito, correspondente a 50% ou mais da área coberta (0,051). O valor médio do fator C foi calculado ponderando os valores de C com as respetivas percentagens de área (0,181). Estes procedimentos foram repetidos para todos os Concelhos do Distrito.

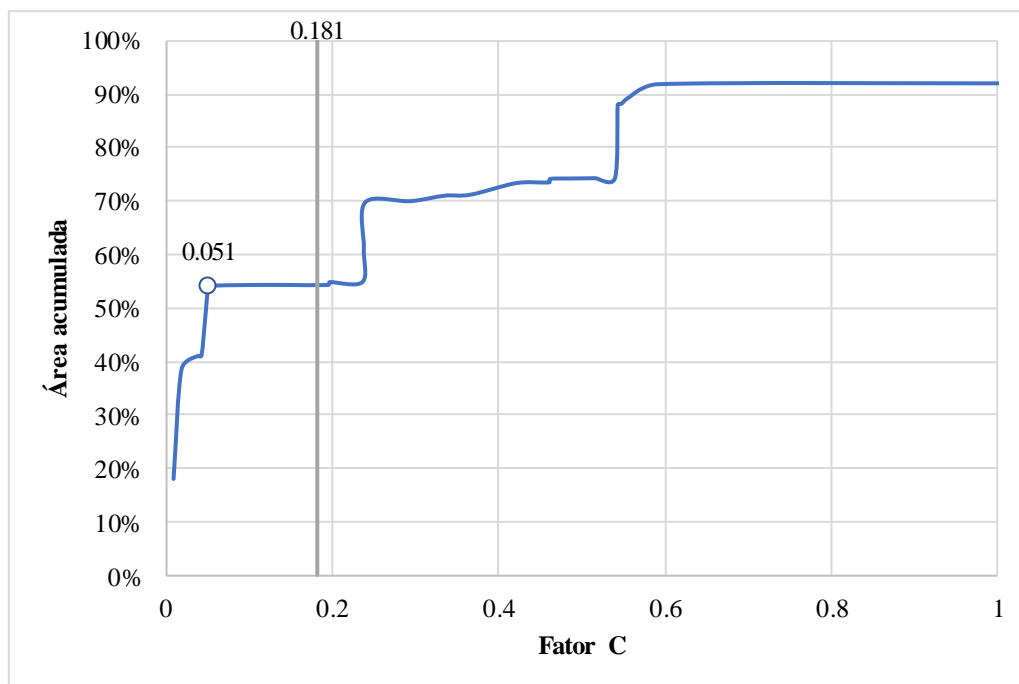


Figura 4 - Fator C médio e mediano do Distrito de Bragança, Portugal.

Para uma cartografia sintética do fator C, os valores de C foram convertidos em quatro classes que representam o grau da capacidade protetora da vegetação. O intervalo das classes foi determinado de acordo com o Fator C distribuído de forma crescente em relação à sua área acumulada, procurando obter um conjunto de classes com representação em termos de área no Distrito relativamente homogénea. Isto para além do significado dos intervalos de classe em termos de erosão. A primeira classe  $<0,01$ , representa uma capacidade protetora muito alta. A segunda classe  $0,01-0,05$ , representa uma capacidade protetora alta. A terceira classe,  $0,05-0,3$ , representa uma capacidade protetora média. A quarta classe,  $>0,3$  representa uma capacidade protetora baixa (Tabela 4).

Tabela 4 - Classes do grau de proteção pela vegetação no solo contra a erosão.

Classe (intervalo)	Grau de proteção
$<0,01$	Muito alta
$0,01-0,05$	Alta
$0,05-0,3$	Média
$>0,3$	Baixa

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Uso e ocupação do solo no Distrito de Bragança (COS 2007, nível 2)

#### 4.1.1 Principais classes representadas no Distrito de Bragança

No Distrito de Bragança foram 5 as principais classes de uso do solo identificadas para o nível 2 da COS 2007 (Figura 5), e representam aproximadamente 97,6% da área de estudo..

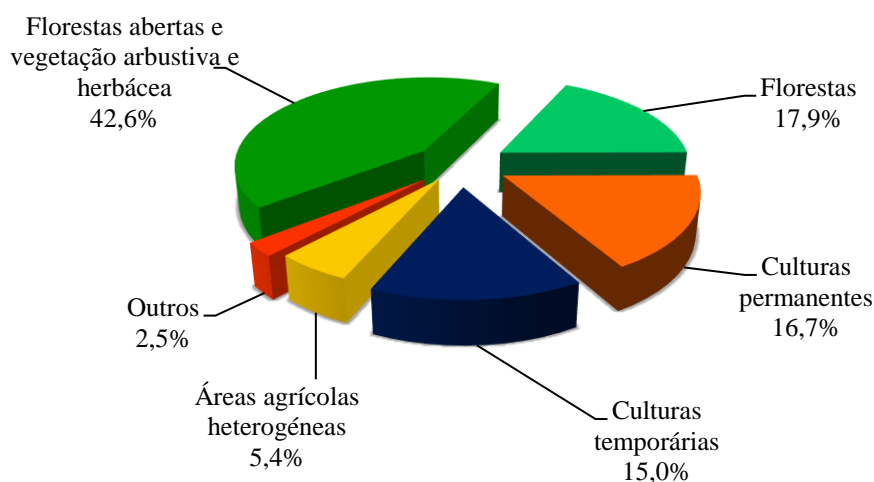


Figura 5 - Classes de ocupação do solo no Distrito de Bragança (COS2007 nível 2).

No nível 2 da COS 2007 nota-se que as duas classes mais representadas correspondem a florestas, sendo a primeira Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea (42,6%) e a segunda Florestas (17,9%), juntas somando aproximadamente 60% da área de estudo. Já a terceira classe mais representada inclui as culturas permanentes (16,7%). Na quarta classe estão as culturas temporárias (15%). A quinta classe corresponde às áreas agrícolas heterogêneas (5,4%) e o conjunto das classes com ocupação agrícola somam 37,1%. A última classe, Outros (2,5%), é a classe que agrupa todos os outros usos da terra identificados ao nível 2 da COS 2007.

#### 4.1.2 Representação por Concelho

Para representar a distribuição espacial da ocupação do solo no Distrito de Bragança no ano de 2007, para o nível 2 da COS 2007, foi realizado um mapa das principais classes deste nível com divisão por Concelho (Anexos 4, 5, 6, 7). A partir desta informação foram obtidas as áreas ocupadas pelas classes de uso representadas em cada Concelho. Para melhor leitura dos mapas, a distribuição das áreas de cada classe de uso no Distrito foi dividida em quatro classes de área permitindo identificar os Concelhos onde os diferentes usos da terra têm maior e menor importância.

Para a classe Culturas temporárias (Figura 6 a), os Concelhos de Miranda do Douro e Vila Flor apresentam áreas superiores a 25 %. Os Concelhos de Vinhais e Bragança possuem áreas entre 15 a 25%. Os Concelhos de Carrazeda de Ansiães, Freixo de Espada à Cinta, Mirandela e Mogadouro possuem entre 5 a 15% do Concelho, e os Concelhos de Alfândega da Fé, Macedo de Cavaleiros e Torre de Moncorvo e Vimioso, possuem áreas inferiores a 5%. Na classe Culturas permanentes (Figura 6 b), apenas o Concelho de Vila Flor apresenta área superior a 30%. Os Concelhos de Mirandela, Macedo de Cavaleiros, Alfândega da Fé, Torre de Moncorvo e Freixo de Espada à Cinta apresentam entre 20 e 30% da área. Os Concelhos de Carrazeda de Ansiães, Mogadouro, Vinhais e Bragança apresentam entre 10 a 20% de área. Os Concelhos com áreas inferiores a 10% de seu território ocupadas por este uso são Vimioso e Miranda do Douro.

A classe Floresta (Figura 7 a), apresenta apenas um Concelho com área superior a 25% de cobertura por florestas, que é o Concelho de Carrazeda de Ansiães. A segunda faixa varia entre 20 a 25%, e o Concelho que se situam nesta faixa é o Concelho de Vinhais. A faixa de valores seguinte varia de 15 a 20% e os Concelhos que apresentaram esta proporção são Bragança, Macedo de Cavaleiros, Mirandela, Miranda do Douro, Mogadouro e Vila Flor. Os Concelhos com áreas ocupadas por este uso que são inferiores a 15% da área são Alfândega da Fé, Freixo de Espada à Cinta, Torre de Moncorvo e Vimioso.

A classe Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea (Figura 7 b) apresenta uma maior representação nos Concelhos quando comparadas com as outras classes de uso. De facto, as classes de área estabelecidas variam de < 35% a >45%, sendo a classe de área máxima nas outras classes de uso >30% (Culturas permanentes e Floresta) ou >25% (Culturas temporárias).

Os Concelhos com áreas superiores a 45% de Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea são Alfândega da Fé, Freixo de Espada à Cinta, Vimioso e Torre de Moncorvo. A classe de área seguinte, de 40 a 45 %, abrange os Concelhos de Bragança, Mogadouro, Vila Flor e Vinhais. Os Concelhos com áreas desta classe de uso na faixa de 35 a 40% são dois: Macedo de Cavaleiros e Mirandela. Os Concelhos com áreas inferiores a 35%, são Carrazeda de Ansiães e Miranda do Douro.

Excluíram-se deste exercício os dois usos menos representados (Áreas agrícolas heterogéneas e Outros), no primeiro caso não apenas pela sua menor importância mas também pela sua localização geográfica tendencialmente concentrada junto aos núcleos populacionais, não corretamente representável deste modo.

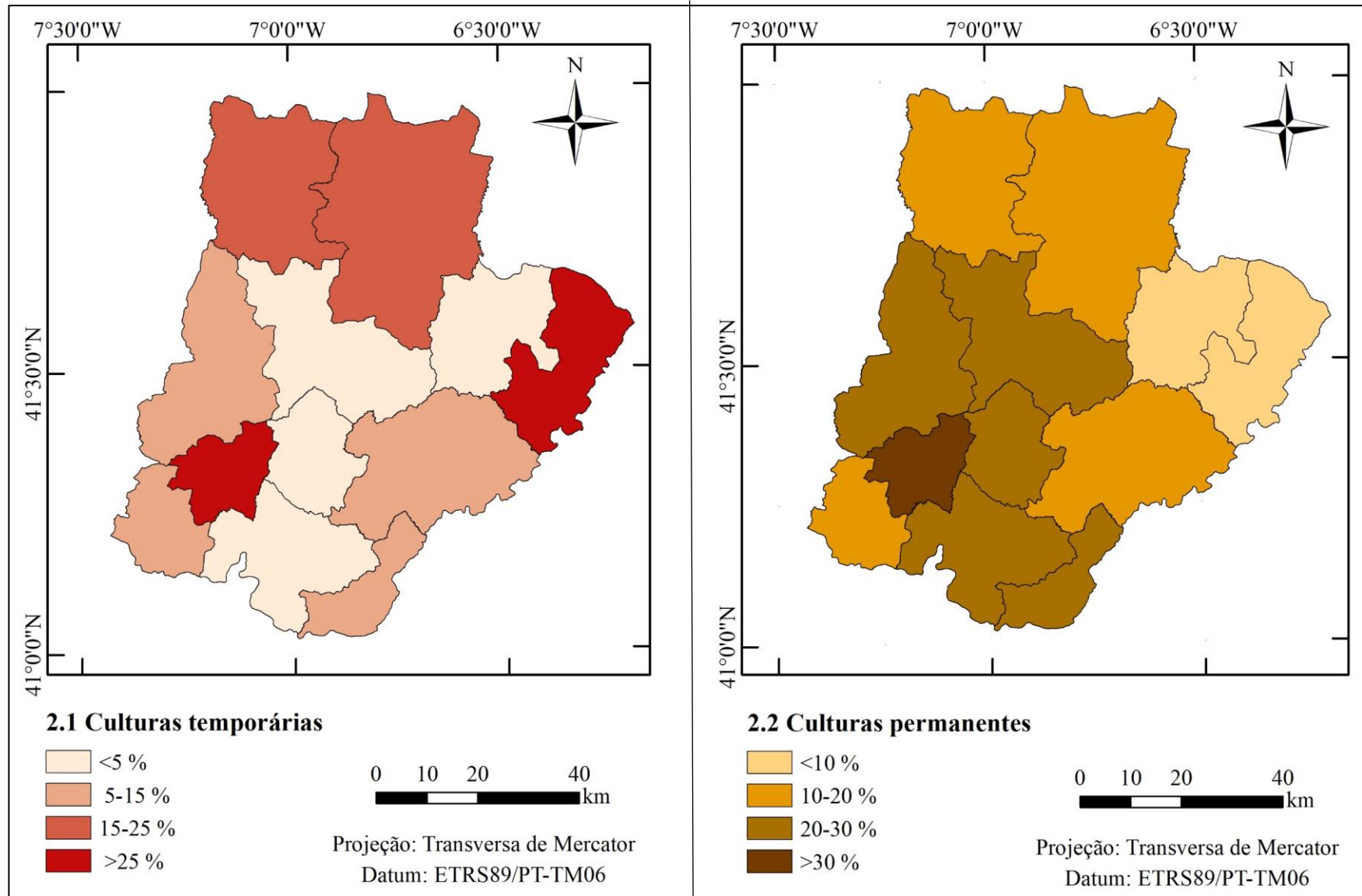


Figura 6 - Uso e ocupação do solo em 2007, no Distrito de Bragança, Portugal. a) Culturas temporárias; b) Culturas permanentes.

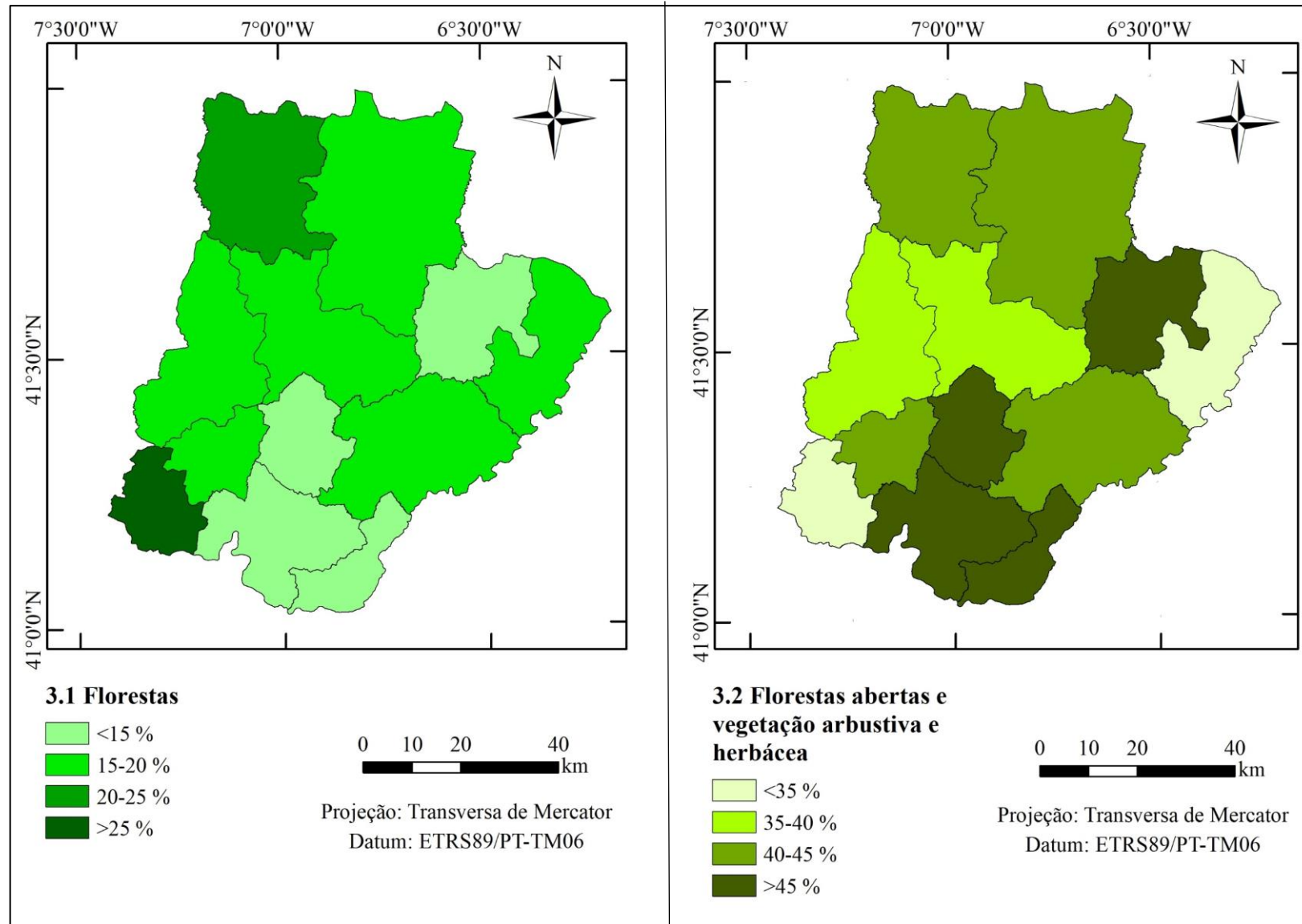


Figura 7 - Uso e ocupação do solo em 2007, no Distrito de Bragança, Portugal. a) Florestas; b) Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea.

## 4.2 Uso e ocupação do solo no ano de 2007, nível 5 da COS

### 4.2.1 Principais classes de ocupação do solo no Distrito de Bragança

Ao nível 5 da COS 2007, as classes de ocupação do solo encontradas para o Distrito de Bragança foram onze (Wischmeier, 1975), de acordo com critério de seleção, o que representa 69,7% da área de estudo.

A classe matos densos, representa a classe com maior cobertura dentro do Distrito (20,2%), seguida por culturas temporárias (13,7%), olivais (8,7%), novas plantações (6,3%), matos pouco densos (4,9%) florestas de pinheiro bravo (4,1%), florestas de outros carvalhos (2,6%), vegetação herbácea natural (2,5%), pomares de castanheiro (2,4%), vinhas (2,1%), florestas abertas de pinheiro bravo (2,1%).

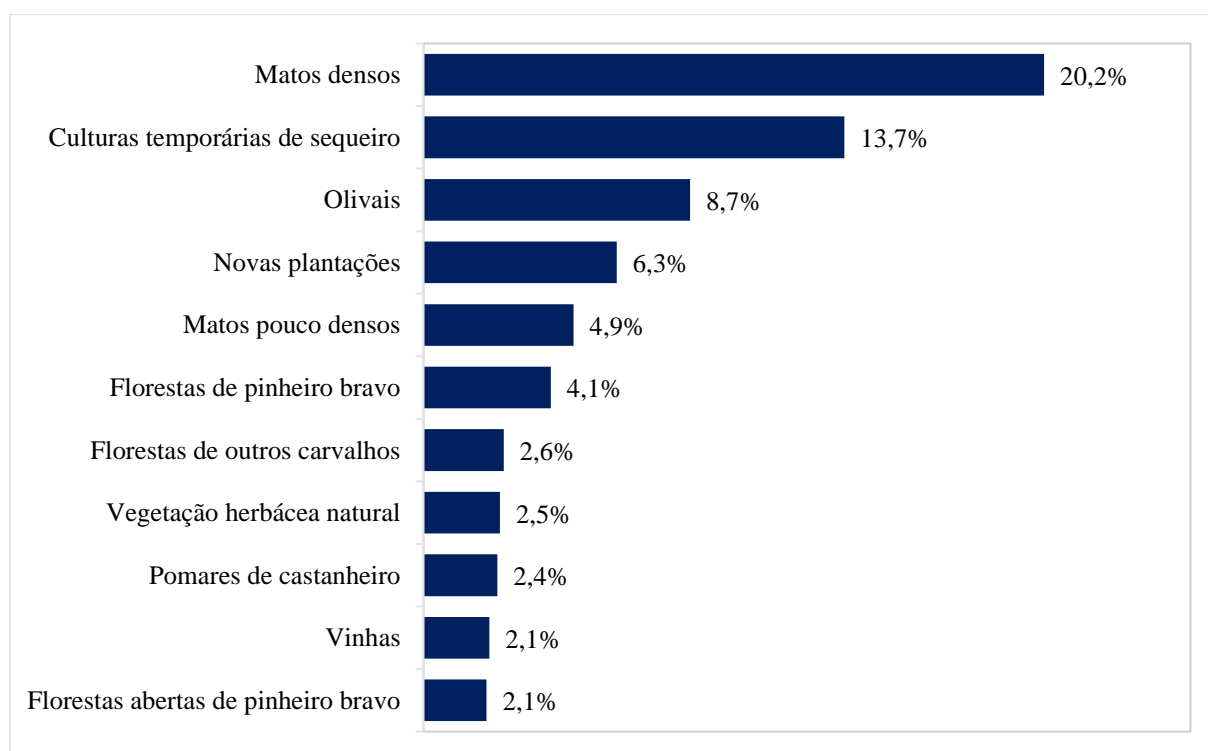


Figura 8 - Classes de ocupação do solo no Distrito de Bragança (COS2007 nível .5).

Os matos densos e pouco densos quando somados representam aproximadamente 25% da área e quando se acrescenta a vegetação herbácea natural, aproximadamente 27,6%. Quanto a classes de uso agrícola (culturas temporárias de sequeiro, olivais, vinhas, pomares de castanheiros), quando juntas, representam aproximadamente 27%. As classes de uso florestal (florestas de pinheiro bravo, florestas de outros carvalhos, novas plantações e florestas abertas de pinheiro bravo) representam 15,1% da área. Assim, pode-se verificar que o Distrito se divide em três grandes grupos de classes de uso (matos, áreas agrícolas, florestas) os dois primeiros com representação equivalente, cada um cobrindo pouco mais de 1/4 da área, o terceiro pouco menos de 1/6. O conjunto das outras classes representadas no Distrito ao nível 5 da COS 2007, e que não foram seleccionadas como principais de acordo com o critério assumido, soma cerca de 30% da área.

#### **4.2.2 Representação por Concelho**

As classes do nível 5 da COS 2007 escolhidas para representação foram 7, seleccionadas de acordo com a sua proporção dentro do Distrito (Culturas temporárias, Florestas, Florestas abertas, Matos) e por sua importância económica na região, como as vinhas e os olivais (Culturas permanentes).

As culturas temporárias (Figura 9 a) incluem, ao nível 5, as de sequeiro e as de regadio. A primeira é mais abundante e está distribuída por todo o Distrito, mas possui maior concentração na Terra Fria (Vinhais, Bragança) e no Planalto Mirandês (Vimioso, Miranda do Douro e Mogadouro). Já as culturas temporárias de regadio possuem apenas manchas residuais localizadas em maior concentração na Terra Fria, porém há manchas bem subtis no Planalto Mirandês e na Terra Quente (Alfândega da Fé, Mirandela, Macedo de Cavaleiros, Vila Flor).

Os castanheiros (Figura 9 b), correspondem a dois grandes grupos sendo o primeiro Pomares de castanheiros e o segundo Florestas de castanheiros. Os Pomares de Castanheiros encontram-se em maior concentração na Terra Fria, porém apresenta manchas residuais no Planalto Mirandês, na Terra Quente. As Florestas de castanheiros apresentam uma proporção inferior aos Pomares de castanheiros. Está distribuída na Terra Fria, na Terra Quente e em

pequenas manchas a oeste da região do Alto Douro (Carrazeda de Ansiães, Freixo de Espada à Cinta e Torre de Moncorvo),

Quanto à representação das Vinhas (Figura 10a), nota-se a dominância exatamente aonde se localiza a região demarcada do Douro, mundialmente conhecida pelas suas vinhas, vinhos e paisagens. Nota-se também que há uma pequena concentração de vinhas no extremo oeste da Terra Quente e no extremo leste do Planalto Mirandês. O mesmo se verifica para as Vinhas com culturas associadas.

Na área de ocupação por oliveiras (Figura 10b). Quanto à representação deste grupo de classes de uso no Distrito, é mais rara na Terra Fria e no Planalto Mirandês, possuindo maior concentração na Terra Quente e Alto Douro. Os oliveiras com associadas possuem menor concentração do que a outra, apresentando manchas residuais na Terra Quente, Alto Douro e ao extremo sul do Planalto Mirandês.

A floresta é de fato uma forma de ocupação do solo muito importante quando comparada com as classes de uso anteriores. As zonas de maior concentração florestal encontram-se predominantemente nas zonas mais frescas e mais húmidas em correspondência com as maiores altitudes do Distrito, o que é o caso de Vinhais e Bragança e também as zonas altas do limite dos Concelhos de Alfândega da Fé, Macedo de Cavaleiros, Mirandela e o Concelho de Carrazeda de Ansiães. As florestas de folhosas surgem por todo o Distrito (Figura 11a), embora haja zonas de maior concentração na Terra Fria, na Terra Quente, ao sul do Alto Douro e no limite oeste do Planalto Mirandês. Já as florestas de resinosas, possuem maior concentração no Alto Douro e na Terra Fria. As florestas mistas estão mais representadas na Terra Fria, no Alto Douro e no Planalto Mirandês.

A presença de florestas abertas (Figura 11b) está difundida em todo o território com uma expressão muito semelhante às florestas. Mostra maior concentração em áreas de maior altitude (Carrazeda de Ansiães, Torre de Moncorvo - Serra da Reboledo, Vinhais, e a norte do Concelho de Macedo de Cavaleiros), zonas altas da Terra Fria, Terra Quente e Alto Douro. A classe Novas plantações representa áreas consideráveis dentro do Distrito, a significar o progresso, a renovação ou a conversão em extensão muito considerável no Distrito (41566 ha). Concentra-se maioritariamente na Terra Fria, na Terra Quente e no Planalto Mirandês.

O mapa seguinte representa as classes Matos, Vegetação esclerófito, Vegetação esparsa e Vegetação herbácea natural (Figura 12). Enquanto a Floresta está associada às terras altas, os matos aparecem tanto nas terras altas quanto nas terras baixas, ao contrário da

vegetação esclerófito que tende a dominar nas regiões mais quentes e secas do Distrito. Os matos estão em toda a parte do Distrito e correspondem basicamente à expressão das áreas incultas, a significar que não têm nem agricultura, nem floresta. O mapa apresentado na Figura 12 mostra bem a grande importância dessas áreas, e explica grande parte do risco e da ocorrência de incêndios que persiste na região.

A Vegetação herbácea natural, aparece no Planalto Mirandês e nas Terras Altas (Serras) do sul do Distrito (Alto Douro), e na Terra Fria. Já a vegetação esparsa surge no norte, na Serra do Montesinho, aqui correspondendo a prados naturais de altitude (Terra Fria), Também aparecem manchas nas Serras da região do Alto Douro e a sul da Terra Quente. Ambas as classes, possuem representação baixa no Distrito e a primeira está localizada em zonas com condições climáticas, topográficas e de solo mais limitantes ao crescimento da vegetação. A vegetação herbácea natural está distribuída por todo o Distrito, porém como as manchas são de pequena dimensão acabam sendo pouco notórias no mapa.

As florestas e os matos são verdadeiramente mais abundantes no Distrito em comparação com a agricultura, em termos de ocupação do solo.

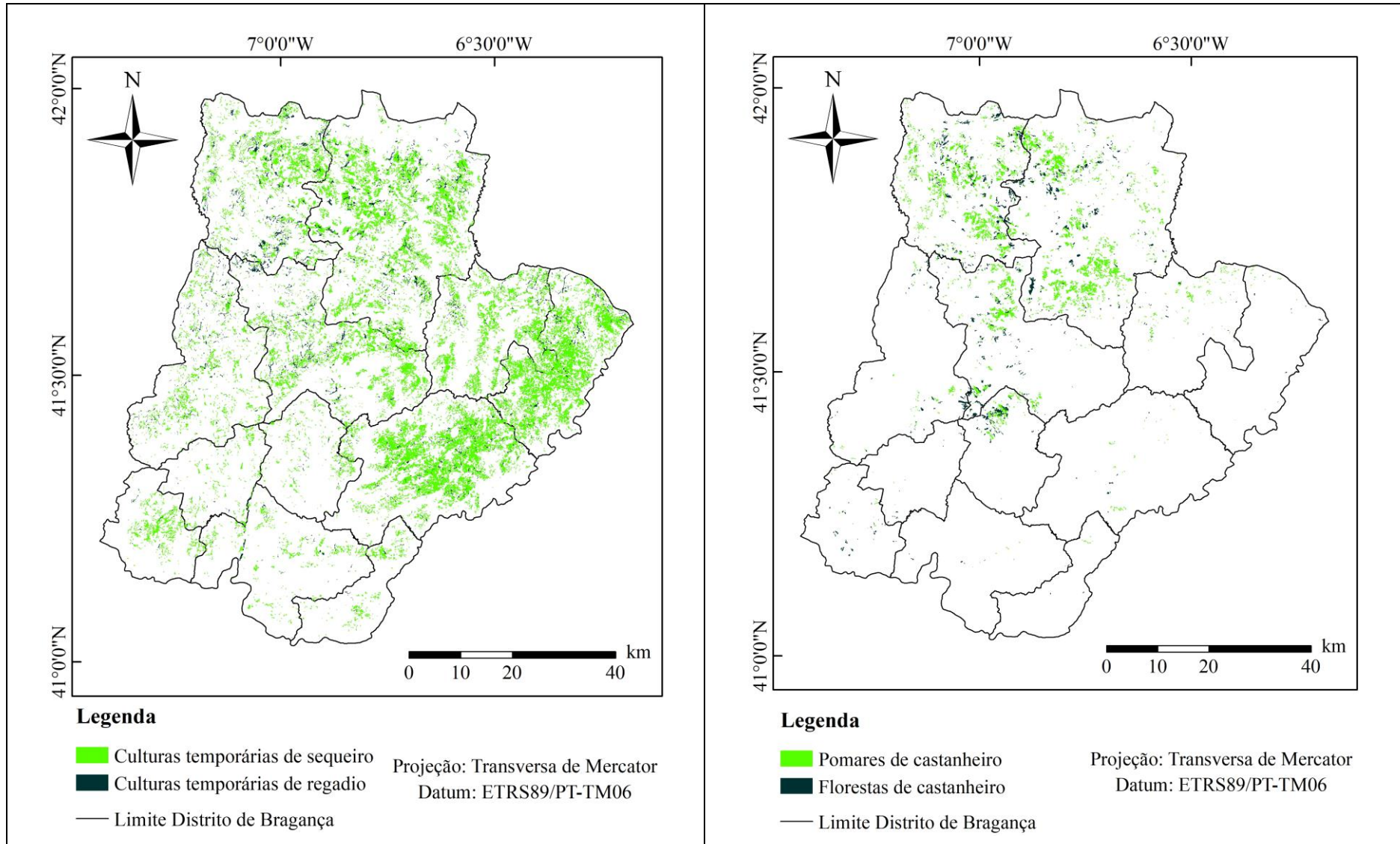


Figura 9 - Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança, Portugal (COS 2007, nível 5): a) Culturas temporárias de regadio e de sequeiro; b) Classes com castanheiros.

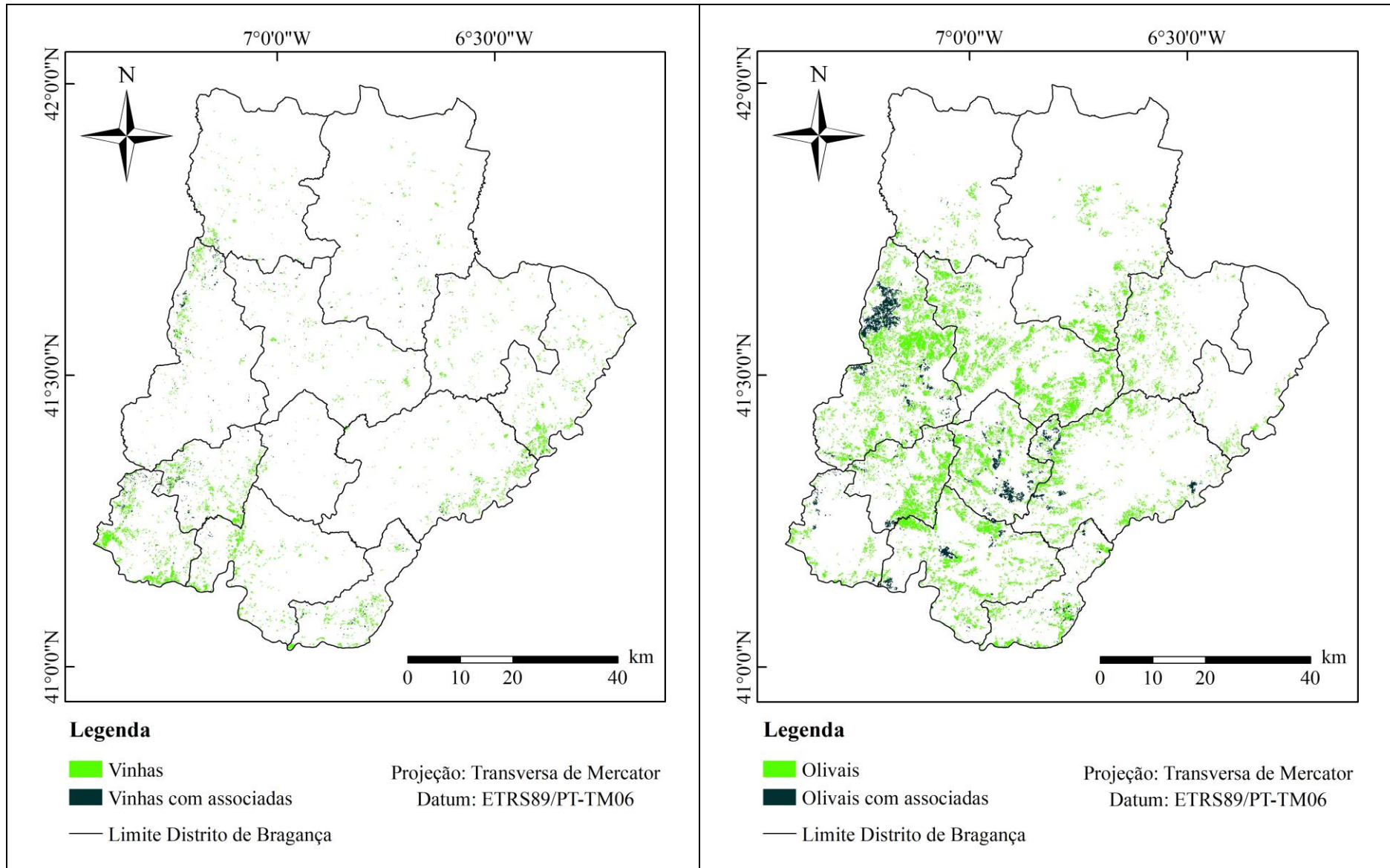


Figura 10 - Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança, Portugal (COS 2007, nível 5): a) Vinhas; b) Olivais.

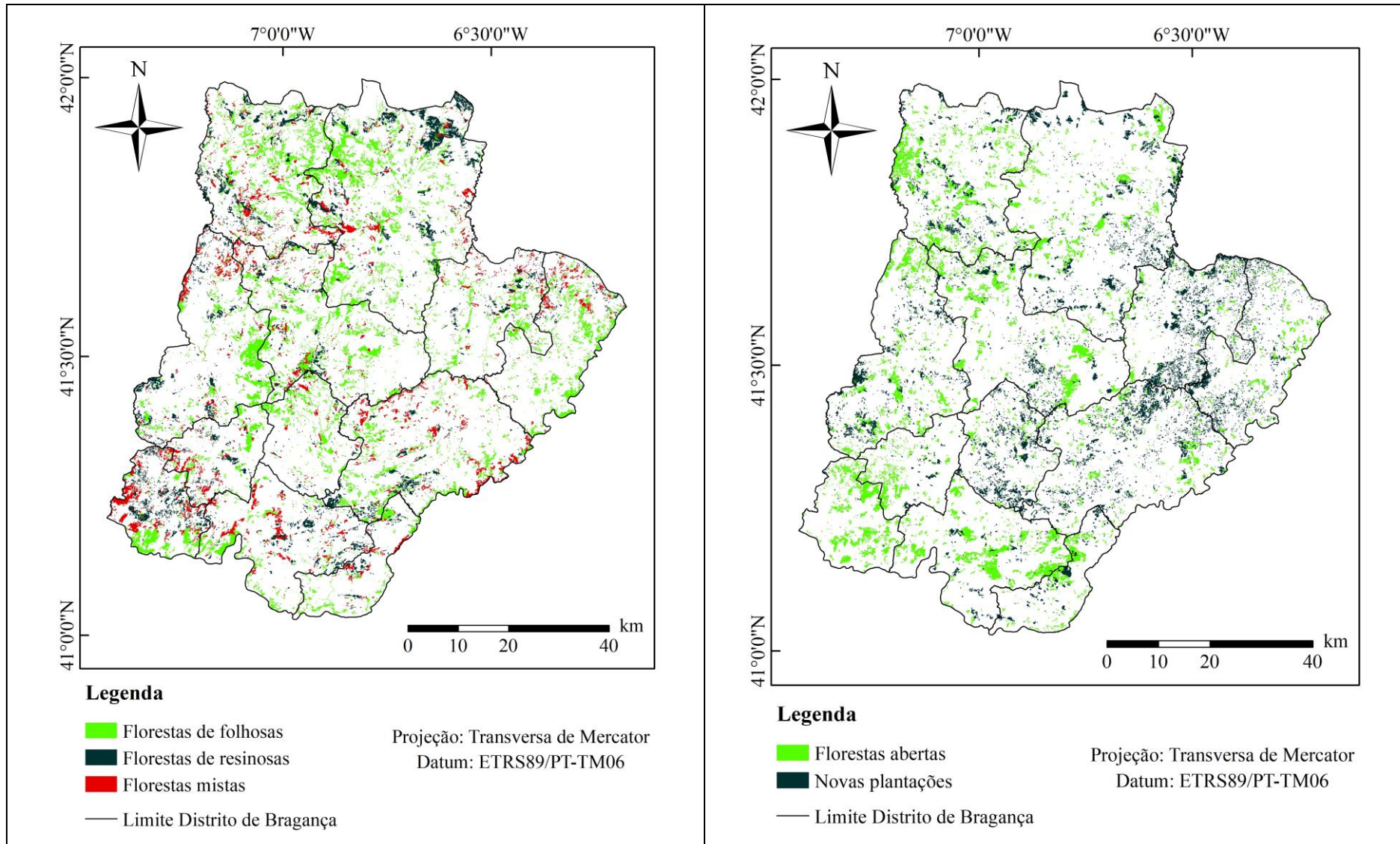


Figura 11 - Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança, Portugal (COS 2007, nível 5): a) Florestas; b) Florestas abertas e Novas plantações .

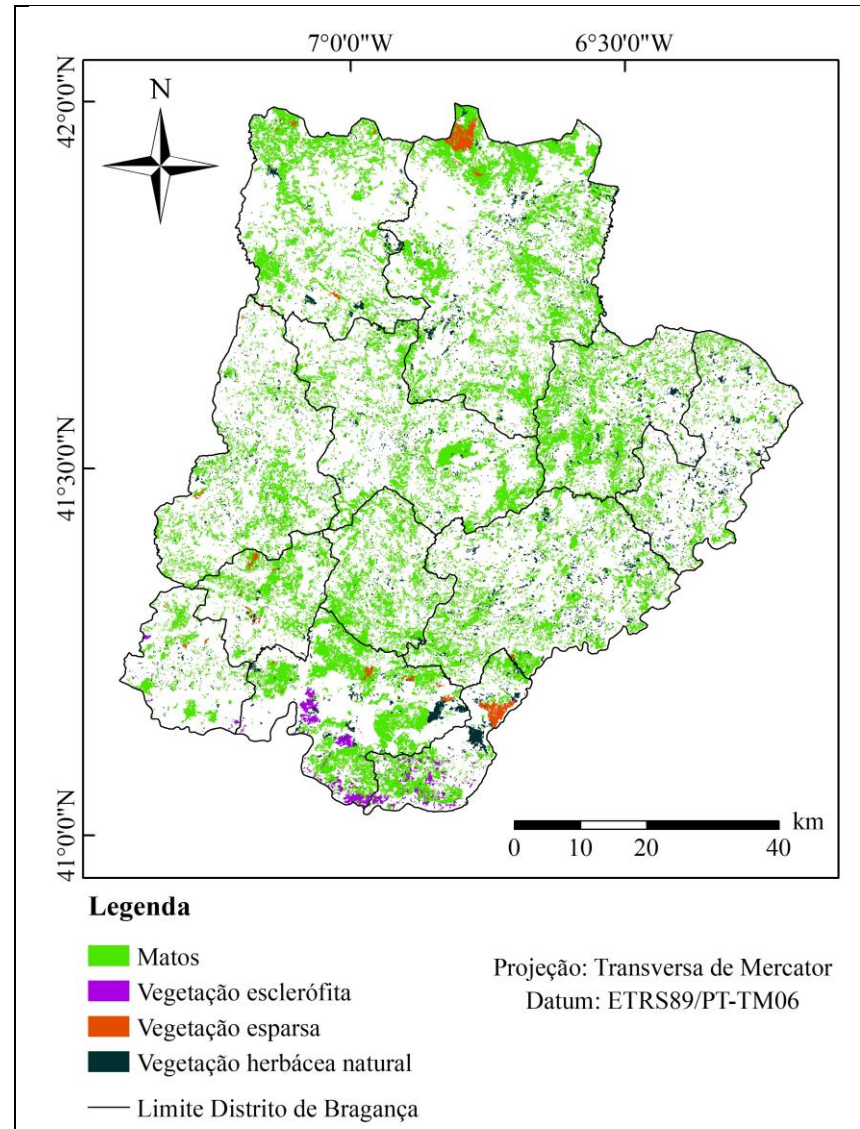


Figura 12- Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança, Portugal (COS 2007, nível 5): Matos, Vegetação esclerófito, Vegetação esparsa e Vegetação herbácea natural

### 4.3 Valores de C para as classes de ocupação do solo (COS 2007, nível 5)

Com a pesquisa bibliográfica (Anexo 1), encontraram-se trabalhos realizados na Europa e em outras partes do mundo. Contudo, escasseia a bibliografia relativa a Portugal, uma vez que não há muitos trabalhos sobre o fator C, e nos que há, tem-se dificuldade em saber como foi realizada a estimativa.

Os valores de C obtidos no presente trabalho foram calculados com base nos dois ou três subfatores do fator C da USLE, considerando as restrições dos parâmetros aplicados no cálculo dos fatores para cada cultura, estabelecidas a partir das descrições das classes de ocupação da COS 2007 e complementadas com dados das características de culturas encontradas na bibliografia. Para as classes de ocupação do solo “puras” os subfatores foram calculados no intervalo de variação daqueles parâmetros. A partir destes resultados foram obtidos os valores de C máximo, mínimo, médio e mediano para cada uma das referidas classes (Tabela 5).

Com base nos resultados encontrados para o nível 5 no Distrito (Tabela 6), foram definidas 130 classes de ocupação do solo com vegetação (Figura 12). Foi possível obter o fator C de 95 destas classes o que representa aproximadamente 73% do total.

Os valores encontrados para a maioria das classes estão de acordo com o publicado na bibliografia. Para algumas classes não foram encontrados valores de referência na bibliografia, o que foi o caso das classes Novas plantações (0,238), Outras formações lenhosas (0,043), e Vegetação esparsa (0,197).

Para a classe Culturas temporárias de sequeiro o valor de C encontrado foi igual a 0,543. Dentre das estimativas realizadas para culturas “puras”, este foi o terceiro maior valor de C obtido dentro do Distrito, o que representa menor grau de proteção do solo contra a erosão. Comparando o resultado encontrado com a bibliografia, este valor se aproxima do estudo de Kouli *et al.*, (2009), que faz a estimativa por meio do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e posterior conversão em C (0,496456). Há outro estudo, porém este apresenta um valor de C inferior (0,4), não sendo apresentada a estimativa do cálculo Tomás & Coutinho (1993).

Para a classe Vinhas o valor de C encontrado foi igual a 0,42. Comparando o resultado encontrado com a bibliografia, este valor é o mesmo encontrado no estudo de Figueiredo

(2015), e aproxima-se dos valores referidos em Panagos *et al.* (2015) e Jordan *et al.* (2005). Ao comparar com os estudos de NS Department of agriculture and Fisheries (2001 citado por Bakker *et al.* 2008), Jordan *et al.* (2005), Kouli *et al.*, (2009) e Tomás & Coutinho (1993) o valor encontrado é superior, o que pode ser devido à localização, com exceção do estudo de Tomás & Coutinho (1993) que também foi realizado em Portugal.

As classes Pomares de frutos frescos e Pomares de amendoeiras possuem o segundo maior valor de C (0,557) para culturas “puras”, o que representa um menor grau de proteção do solo à erosão. Os resultados encontrados na bibliografia não apresentam uma denominação de que tipo de pomar ou plantação de árvores frutíferas se trata, mas os valores variam de 0,05-0,3 (Bakker *et al.*, 2008; Jordan *et al.*, 2005; Panagos *et al.*, 2015; Tomás & Coutinho, 1993), sendo bastante inferiores ao aqui apresentado .

O valor de C para culturas “puras” mais elevado no Distrito está representado pela classe Pomar de castanheiros (0,591), o que representa o menor grau de proteção do solo à erosão. Foi encontrado apenas um resultado para esta classe no qual o valor é muito próximo (Gutiérrez-Montero *et al.*, 2018).

Para a classe Olivais o valor de C encontrado foi igual a 0,24. Comparando o resultado encontrado com a bibliografia, este valor é o mesmo encontrado no intervalo do estudo de Panagos *et al.* (2015) e se aproxima do estudo de Kouli *et al.* (2009). O valor é muito maior ao encontrado nos estudos de Bakker *et al.* (2008) e Tomás & Coutinho (1993).

Para Florestas dos tipos folhosas e resinosas, os valores de C obtidos foram iguais (0,0094). Contudo na bibliografia há estudos no qual são encontradas especificações do tipo de floresta (fator C variando de 0,0005-0,05) e há estudos que não, o que dificulta a comparação. O valor de C encontrado corresponde ao da bibliografia no qual não está especificado o tipo de floresta (Anexo 1). Para as florestas de folhosas e resinosas, os resultados se aproximam do estudo de Panagos *et al.* (2015) porém não do de Kouli *et al.* (2009) o que pode ser justificado pelo tipo de metodologia utilizada.

Os valores de C encontrados para a classe Vegetação esclerófito (densa e pouco densa) foram 0,019 (densa) e 0,054 (pouco densa). Ao comparar com os valores obtidos por Kouli *et al.* (2009) são considerados baixos, o que pode estar relacionado com diferenças do método de estimativa utilizado.

Para a vegetação herbácea natural, o valor de C foi igual a 0,038. Foram encontrados valores na bibliografia muito superiores a este (Kouli *et al.*, 2009; Kuo *et al.*, 2016), o que aqui pode ser por conta das diferentes características da área de estudo.

Para os Matos (densos e pouco densos) os valores de C encontrados (0,019 e 0,051, respectivamente) foram próximos ao da bibliografia (Panagos *et al.*, 2015; Ramos, 2008; Tomás & Coutinho, 1993). Contudo, a bibliografia não refere essa separação de densos e pouco densos, o que dificulta a comparação.

Tabela 5 - Restrições de cálculo e valores de C calculados para as diferentes classes de uso do solo da COS 2007, nível 5, para o Distrito de Bragança, Portugal.

Culturas	Restrições de cálculo				Factor C calculado				Factor C- Bibliografia (Anexo 1)
	C1		C2	C3	Min	Máx	Média	Mediana	
	% copa	H (m)							
Florestas de resinosas	75-95	5-20	90-100	90-100	0.008	0.012	0.010	0.0094	0.003-0.011
Florestas abertas de resinosas	10-30	5-20	40-70	40-70	0.026	0.088	0.053	0.048	0.01-0.07
Florestas de folhosas	75-95	5-20	90-100	90-100	0.0077	0.012	0.01	0.0094	0.003-0.011
Florestas abertas de folhosas	10-30	5-20	40-70	40-70	0.0259	0.089	0.054	0.048	0.01-0.07
Novas plantações	10-30	1- 5	30-80	-	0.129	0.465	0.264	0.238	-
Outras formações lenhosas	10-50	1-5	30-80	30-80	0.016	0.131	0.056	0.043	-
Vegetação esclerófita pouco densa	25-45	1-4	30-70	30-70	0.024	0.126	0.062	0.054	0.412805 (NDVI)
Vegetação esclerófita densa	50-90	1-4	50-100	50-100	0.008	0.055	0.024	0.019	0.412805 (NDVI)
Olival	10-40	2.5-4	30-80	-	0.130	0.463	0.263	0.240	0.1-0.3
Pomares de Castanheiros	10-50	5-10	20-80	-	0.465	0.781	0.616	0.591	0.61
Pomares (frutos frescos; amendoeira)	10-50	2.5-3.5	30-80	-	0.44	0.714	0.574	0.557	0.1-0.3
Vinha	50-70	1-1.5	30-80	-	0.308	0.578	0.437	0.420	0.05-0.42
Matos pouco densos	25-45	0.5-1.5	30-70	30-70	0.023	0.118	0.059	0.051	0,05
Matos densos	50-90	1-3	50-100	50-100	0.008	0.053	0.023	0.019	0,05
Pastagens permanentes	70-90	0.5-1	80-100	80-100	0.082	0.121	0.100	0.099	0.2
Vegetação herbácea natural	30-70	0.35-0.7	40-70	40-70	0.021	0.076	0.042	0.038	0.56 (NDVI)
Culturas temporárias de sequeiro	0-100	0-1.5	0-60	-	-	-	0.615	0.615	0.352
Vegetação esparsa	10-25	0.5-1.5	10-25%	10-25	0.137	0.283	0.203	0.197	-

Na Tabela 6 encontram-se todas as classes da COS2007 nível 5 do Distrito de Bragança com os respectivos valores de C associados. Os valores das classes que associam dois tipos de ocupação do solo (por exemplo: Vinha com olival) resultaram da ponderação dos valores de C correspondentes as essas classes de ocupação do solo (Vinha-70%; Olival- 30%), seguindo as indicações da COS 2007 quanto a este aspeto.

Tabela 6 – Fatores C estimados para as classes de ocupação do solo do nível 5 da COS 2007 para o Distrito de Bragança, Portugal.

Código	Nomenclatura	Factor C
0.0.0.00.0	Outros	*
2.1.1.01.1	Culturas temporárias de sequeiro	0,543
2.1.1.02.1	Estufas e Viveiros	**
2.1.2.01.1	Culturas temporárias de regadio	**
2.1.3.01.1	Arrozais	**
2.2.1.01.1	Vinhas	0,420
2.2.1.02.1	Vinhas com pomar	0,4611
2.2.1.03.1	Vinhas com olival	0,366
2.2.2.01.1	Pomares de frutos frescos	0,557
2.2.2.01.2	Pomares de amendoeira	0,557
2.2.2.01.3	Pomares de castanheiro	0,591
2.2.2.01.5	Pomares de citrinos	**
2.2.2.01.6	Outros pomares	0,557
2.2.2.02.1	Pomares de frutos frescos com vinha	0,5159
2.2.2.02.2	Pomares de amendoeira com vinha	0,5159
2.2.2.02.3	Pomares de castanheiro com vinha	0,5397
2.2.2.02.6	Outros pomares com vinha	0,5159
2.2.2.03.1	Pomares de frutos frescos com olival	0,4619
2.2.2.03.2	Pomares de amendoeira com olival	0,4619
2.2.2.03.3	Pomares de castanheiro com olival	0,4857
2.2.2.03.5	Pomares de citrinos com olival	**
2.2.2.03.6	Outros pomares com olival	0,4619
2.2.3.01.1	Olivais	0,24
2.2.3.02.1	Olivais com vinha	0,294
2.2.3.03.1	Olivais com pomar	0,3351
2.3.1.01.1	Pastagens permanentes	0,099
2.4.1.01.1	Culturas temporárias de sequeiro associadas a vinha	0,5061
2.4.1.01.2	Culturas temporárias de sequeiro associadas a pomar	0,5472
2.4.1.01.3	Culturas temporárias de sequeiro associadas a olival	0,4521
2.4.1.02.1	Culturas temporárias de regadio associadas a vinha	**
2.4.1.02.2	Culturas temporárias de regadio associadas a pomar	**
2.4.1.02.3	Culturas temporárias de regadio associadas a olival	**
2.4.1.03.1	Pastagens associadas a vinha	0,1953
2.4.1.03.2	Pastagens associadas a pomar	0,2364
2.4.1.03.3	Pastagens associadas a olival	0,1413
2.4.2.01.1	Sistemas culturais e parcelares complexos	**
2.4.3.01.1	Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	**
2.4.4.01.1	SAF de sobreiro com culturas temporárias de sequeiro	**
2.4.4.01.2	SAF de azinheira com culturas temporárias de sequeiro	**
2.4.4.01.3	SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de sequeiro	**
2.4.4.01.4	SAF de outras espécies com culturas temporárias de sequeiro	**
2.4.4.01.5	SAF de sobreiro com azinheira e com culturas temporárias de sequeiro	**
2.4.4.01.6	SAF de outras misturas com culturas temporárias de sequeiro	**
2.4.4.02.1	SAF de sobreiro com culturas temporárias de regadio	**
2.4.4.02.2	SAF de azinheira com culturas temporárias de regadio	**
2.4.4.02.3	SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de regadio	**
2.4.4.02.4	SAF de outras espécies com culturas temporárias de regadio	**
2.4.4.02.5	SAF de sobreiro com azinheira e com culturas temporárias de regadio	**

Tabela 5 – Fatores C estimados para o nível 5 da COS 2007 para o Distrito de Bragança, Portugal. Continuação

Código	Nomenclatura	Fator C
2.4.4.02.6	SAF de outras misturas com culturas temporárias de regadio	**
2.4.4.03.1	SAF de sobreiro com pastagens	**
2.4.4.03.2	SAF de azinheira com pastagens	**
2.4.4.03.3	SAF de outros carvalhos com pastagens	**
2.4.4.03.4	SAF de outras espécies com pastagens	**
2.4.4.03.6	SAF de outras misturas com pastagens	**
2.4.4.04.1	SAF de sobreiro com culturas permanentes	**
2.4.4.04.2	SAF de azinheira com culturas permanentes	**
2.4.4.04.3	SAF de outros carvalhos com culturas permanentes	**
2.4.4.04.4	SAF de outras espécies com culturas permanentes	**
2.4.4.04.5	SAF de sobreiro com azinheira com culturas permanentes	**
2.4.4.04.6	SAF de outras misturas com culturas permanentes	**
3.1.1.01.1	Florestas de sobreiro	0,0094
3.1.1.01.2	Florestas de azinheira	0,0094
3.1.1.01.3	Florestas de outros carvalhos	0,0094
3.1.1.01.4	Florestas de castanheiro	0,0094
3.1.1.01.5	Florestas de eucalipto	0,0094
3.1.1.01.6	Florestas de espécies invasoras	**
3.1.1.01.7	Florestas de outras folhosas	0,0094
3.1.1.02.1	Florestas de sobreiro com folhosas	0,0094
3.1.1.02.2	Florestas de azinheira com folhosas	0,0094
3.1.1.02.3	Florestas de outros carvalhos com folhosas	0,0094
3.1.1.02.4	Florestas de castanheiro com folhosas	0,0094
3.1.1.02.5	Florestas de eucalipto com folhosas	0,0094
3.1.1.02.7	Florestas de outra folhosa com folhosas	0,0094
3.1.2.01.1	Florestas de pinheiro bravo	0,0094
3.1.2.01.2	Florestas de pinheiro manso	0,0094
3.1.2.01.3	Florestas de outras resinosas	0,0094
3.1.2.02.1	Florestas de pinheiro bravo com resinosas	0,0094
3.1.2.02.2	Florestas de pinheiro manso com resinosas	0,0094
3.1.2.02.3	Florestas de outra resinosa com resinosas	0,0094
3.1.3.01.1	Florestas de sobreiro com resinosas	0,0094
3.1.3.01.2	Florestas de azinheira com resinosas	0,0094
3.1.3.01.3	Florestas de outros carvalhos com resinosas	0,0094
3.1.3.01.4	Florestas de castanheiro com resinosas	0,0094
3.1.3.01.5	Florestas de eucalipto com resinosas	0,0094
3.1.3.01.7	Florestas de outra folhosa com resinosas	0,0094
3.1.3.01.8	Florestas de misturas de folhosas com resinosas	0,0094
3.1.3.02.1	Florestas de pinheiro bravo com folhosas	0,0094
3.1.3.02.2	Florestas de pinheiro manso com folhosas	0,0094
3.1.3.02.3	Florestas de outra resinosa com folhosas	0,0094
3.1.3.02.4	Florestas de misturas de resinosas com folhosas	0,0094
3.2.1.01.1	Vegetação herbácea natural	0,038
3.2.2.01.1	Matos densos	0,019
3.2.2.02.1	Matos pouco densos	0,051
3.2.3.01.1	Vegetação esclerófita densa	0,019

Tabela 5 – Fatores C estimados para o nível 5 da COS 2007 para o Distrito de Bragança, Portugal. Continuação

Código	Nomeclatura	Fator C
3.2.3.02.1	Vegetação esclerófita pouco densa	0,054
3.2.4.01.1	Florestas abertas de sobreiro	0,048
3.2.4.01.2	Florestas abertas de azinheira	0,048
3.2.4.01.3	Florestas abertas de outros carvalhos	0,048
3.2.4.01.4	Florestas abertas de castanheiro	0,048
3.2.4.01.5	Florestas abertas de eucalipto	0,048
3.2.4.01.6	Florestas abertas de espécies invasoras	0,048
3.2.4.01.7	Florestas abertas de outras folhosas	0,048
3.2.4.02.1	Florestas abertas de sobreiro com folhosas	0,048
3.2.4.02.2	Florestas abertas de azinheira com folhosas	0,048
3.2.4.02.3	Florestas abertas de outros carvalhos com folhosas	0,048
3.2.4.02.4	Florestas abertas de castanheiro com folhosas	0,048
3.2.4.02.5	Florestas abertas de eucalipto com folhosas	0,048
3.2.4.02.7	Florestas abertas de outra folhosa com folhosas	0,048
3.2.4.03.1	Florestas abertas de pinheiro bravo	0,048
3.2.4.03.2	Florestas abertas de pinheiro manso	0,048
3.2.4.03.3	Florestas abertas de outras resinosas	0,048
3.2.4.04.1	Florestas abertas de pinheiro bravo com resinosas	0,048
3.2.4.04.2	Florestas abertas de pinheiro manso com resinosas	0,048
3.2.4.05.1	Florestas abertas de sobreiro com resinosas	0,048
3.2.4.05.3	Florestas abertas de outros carvalhos com resinosas	0,048
3.2.4.05.4	Florestas abertas de castanheiro com resinosas	0,048
3.2.4.05.7	Florestas abertas de outra folhosa com resinosas	0,048
3.2.4.05.8	Florestas abertas de misturas de folhosas com resinosas	0,048
3.2.4.06.1	Florestas abertas de pinheiro bravo com folhosas	0,048
3.2.4.06.2	Florestas abertas de pinheiro manso com folhosas	0,048
3.2.4.06.3	Florestas abertas de outras resinosas com folhosas	0,048
3.2.4.06.4	Florestas abertas de misturas de resinosas com folhosas	0,048
3.2.4.07.1	Outras formações lenhosas	0,043
3.2.4.08.1	Cortes rasos	1
3.2.4.08.2	Novas plantações	0,238
3.2.4.09.1	Viveiros florestais	1
3.2.4.10.1	Aceiros e/ou corta-fogos	1
3.3.1.01.1	Praias, dunas e areais interiores	**
3.3.2.01.1	Rocha nua	1
3.3.3.01.1	Vegetação esparsa	0,197
3.3.4.01.1	Áreas ardidas	1

Nota: representa a classe \* NA (classes 1,4,5 COS nível1) explicada na metodologia secção 3.4; \*\* NA (classes 2 e 3 COS nível 1) explicada na metodologia secção 3.4.

#### 4.4 Interpretação da cartografia de C

Na Figura 11 apresentam-se os valores médios e medianos de C calculados para os diversos Concelhos do Distrito de Bragança. A partir dos resultados obtidos verifica-se que 9 dos 12 Concelhos do Distrito tiveram a mediana com valor inferior à média, o que normalmente acontece, por causa da média ser afetada por valores extremos. Já os 3 Distritos que apresentaram resultados inversos (Miranda do Douro, Mirandela e Mogadouro), interpreta-se como sendo uma consequência da ausência de algumas classes do fator C dentro dos Concelhos ou com proporção de área quase nula.

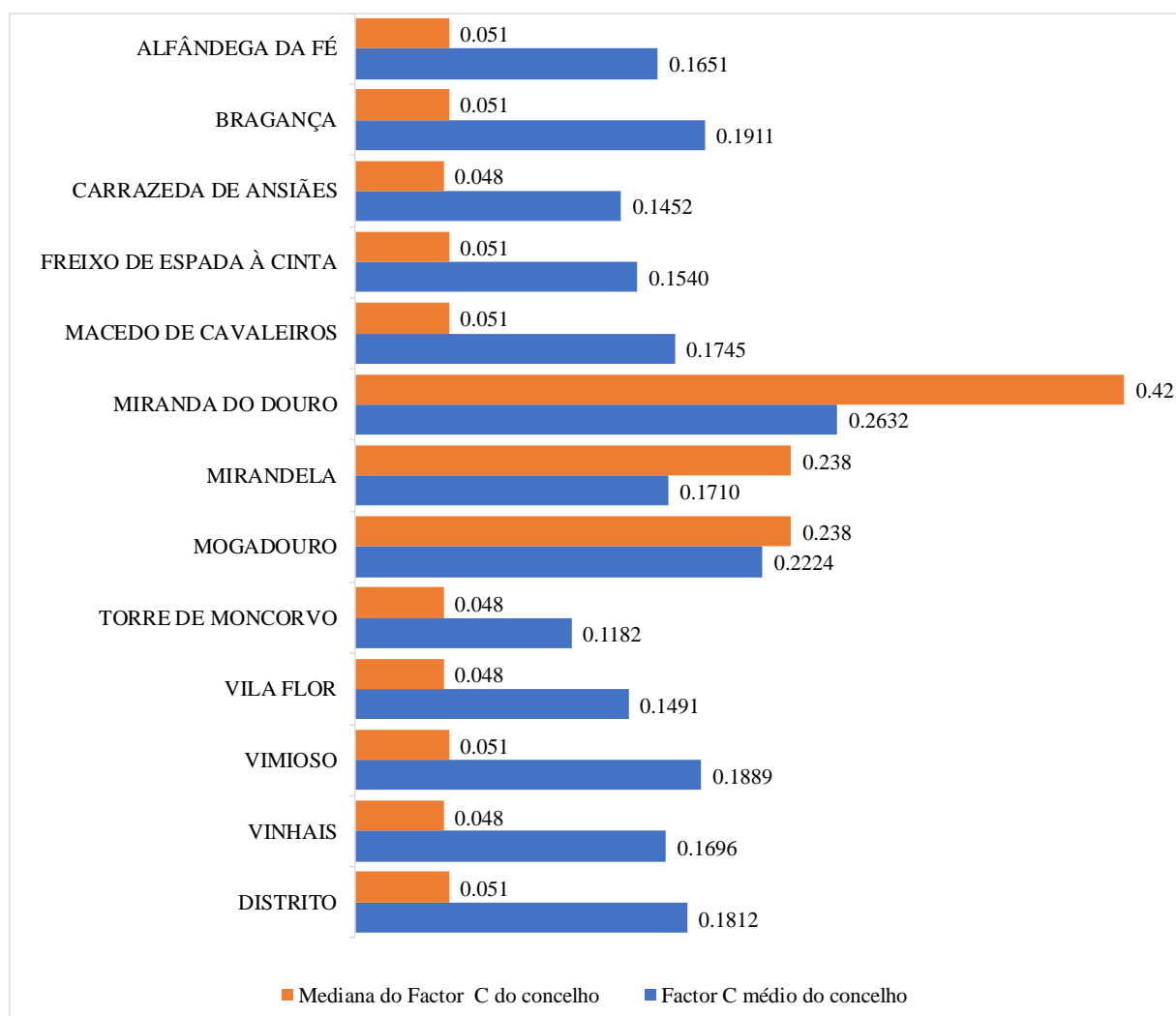


Figura 13- Fator C médio e mediano por Concelho do Distrito de Bragança, Portugal.

Os fatores C dentro dos Concelhos e do Distrito foram representados através da distribuição da importância, em termos de área ocupada, das classes do fator C estabelecidas para este efeito (Figura 14) e através da cartografia do fator C.

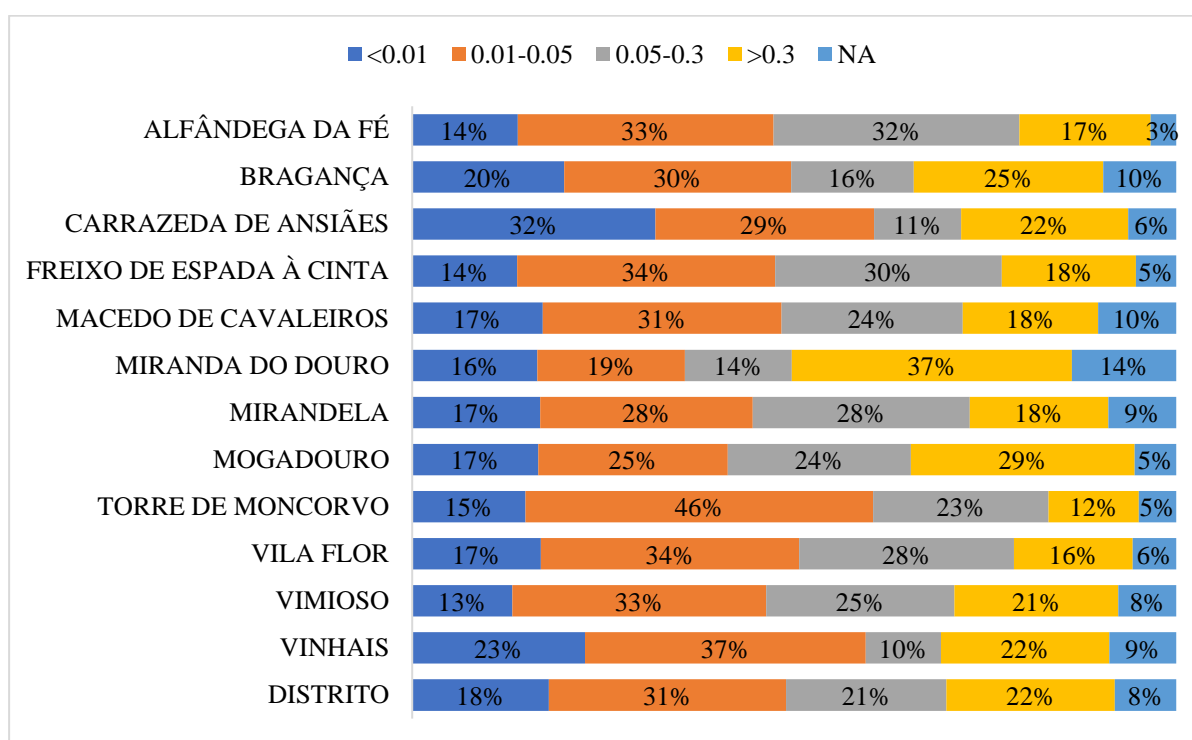


Figura 14 - Distribuição das classes de fator C para o Distrito de Bragança, Portugal (percentagem de área ocupada indicada nas barras; \*NA significa não avaliadas).

Quanto à primeira classe do fator C ( $<0,01$ ), que representa uma área média de 18% do Distrito, o Concelho que apresentou a maior proporção de área foi Carrazeda de Ansiães, com 32%, o que se comparado com o total do Distrito, representa sensivelmente o dobro. Vinhais ficou um pouco acima da média, com 23%. Os valores mais baixos do Distrito foram encontrados para Alfândega da Fé, Freixo de Espada à Cinta, Torre de Moncorvo e Vimioso, com valores iguais ou inferiores a 15%. Os outros Concelhos tiveram valores próximos da média.

Na segunda classe do fator C (0,01-0,05), a sua percentagem de área no Distrito é igual a 31%. Os Concelhos que mostram as maiores áreas foram Torre de Moncorvo (46%), Vinhais (37%), Vila flor (34%) e Freixo de Espada à Cinta (34%). A menor proporção de área dentro

do Distrito para esta classe de fator C encontra-se no Concelho de Miranda do Douro (19%), seguido pelos Concelhos de Mogadouro (25%), Mirandela (28%). Nota-se que esta classe é a mais representativa dentro do Distrito, com 31% área.

Para a terceira classe do fator C (0,05-0,3), o Distrito mostra uma proporção de área de 21%, e as menores áreas encontradas no Distrito são as dos Concelhos de Vinhais (10%), Carrazeda de Ansiães (11%), Miranda do Douro (14%) e Bragança (16%). As maiores áreas encontradas são as dos Concelhos de Alfândega da Fé (32%), Freixo de Espada à Cinta (30%), Mirandela e Vila flor (28%), Vimioso (25%), Mogadouro e Macedo de Cavaleiros (24%).

A quarta classe do fator C ( $>0,3$ ) representa no Distrito uma proporção de área igual a 22%. Os Concelhos com maiores valores dentro do Distrito são Miranda do Douro (37%), Mogadouro (29%) e Bragança (25%). Os que apresentam menores representação desta classe são Torre de Moncorvo (12%), Vila Flor (16%), Alfândega da Fé (17%), Freixo de Espada à Cinta, Macedo de Cavaleiros e Mirandela (18%).

A última classe reúne as classes de ocupação do solo para as quais não foi feita a avaliação do fator C e a sua proporção no Distrito é igual a 8%. Os Concelhos que tiveram os maiores valores de classes não identificadas foram Miranda do Douro (14%), Bragança e Macedo de Cavaleiros (10%). Os Concelhos que tiveram as menores áreas foram Alfândega da Fé (3%), Freixo de Espada à Cinta, Mogadouro e Torre de Moncorvo (5%), Carrazeda de Ansiães e Vila Flor (6%).

Os mapas a seguir representam a distribuição geográfica das classes do fator C em cada Concelho da área de estudo (Figura 15, Figura 16, Figura 17). A legenda de cores dos mapas está expressa apenas no mapa do fator C do Distrito (Figura 18).

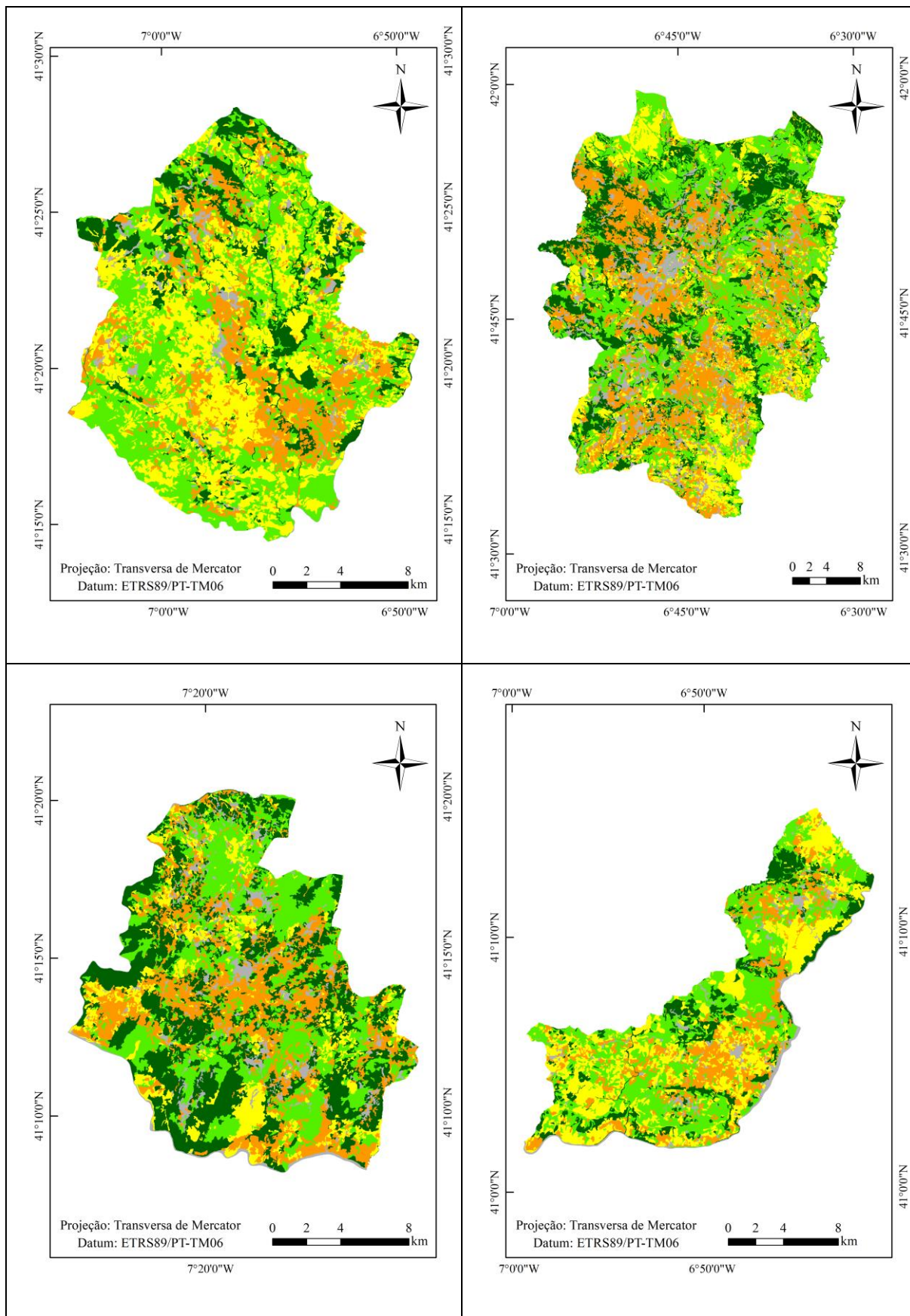


Figura 15 – Cartas das Classes do Fator C por Concelho: a) Alfândega da Fé; b) Bragança; c) Carrazeda de Ansiães; d) Freixo de Espada à Cinta.

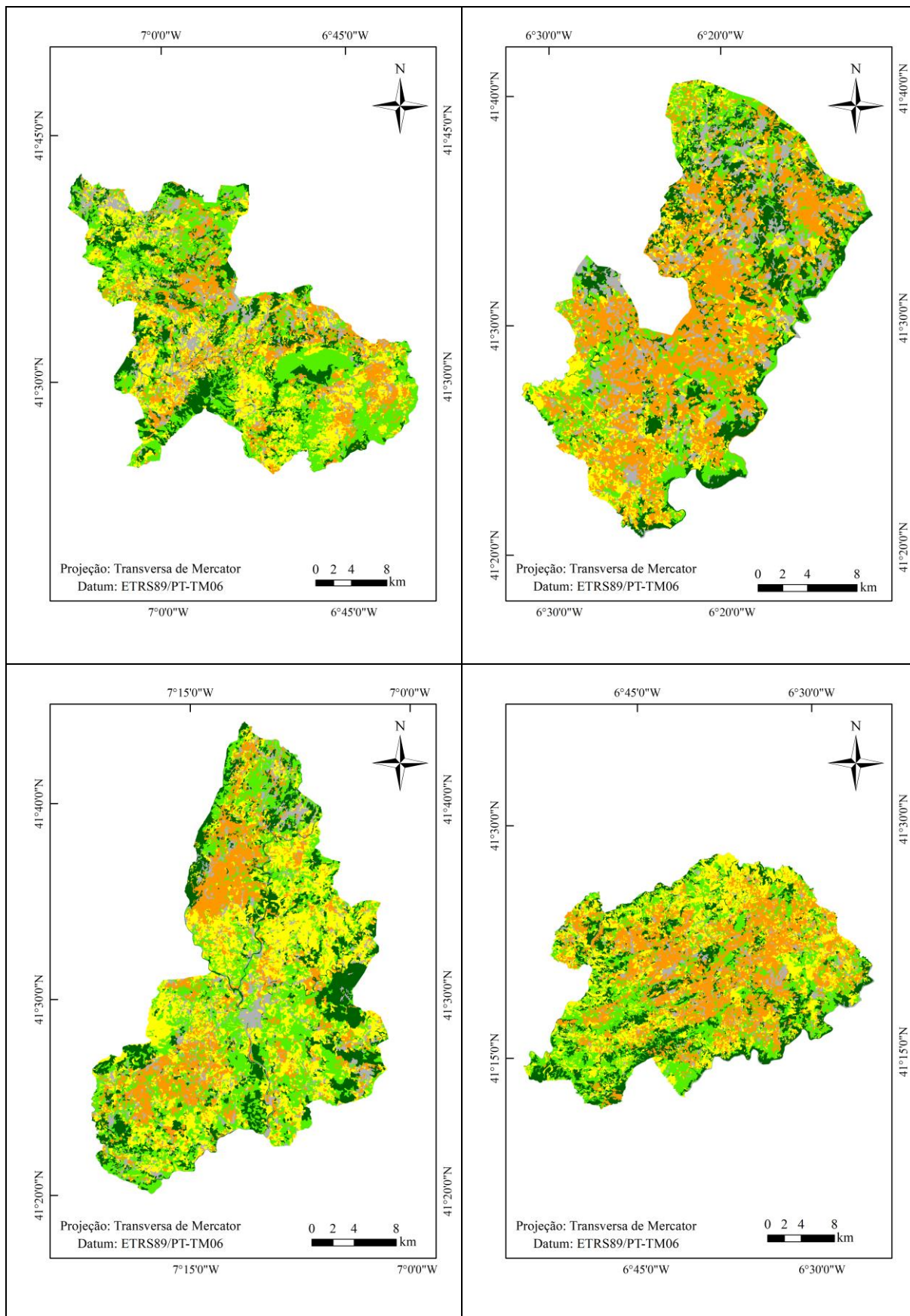


Figura 16 - Cartas das Classes do Fator C por Concelho: a) Macedo de Cavaleiros; b) Miranda do Douro; c) Mirandela; d) Mogadouro.

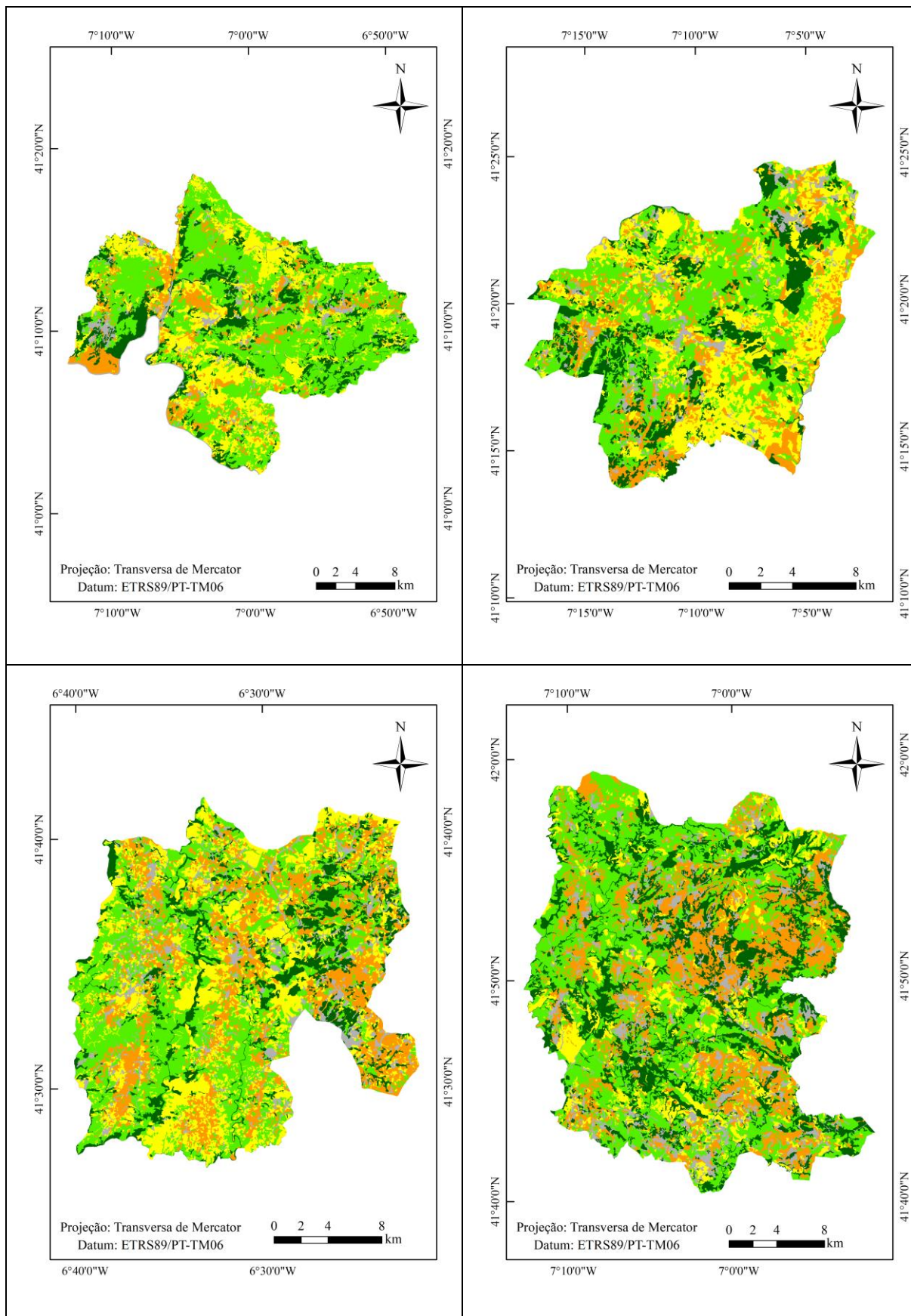


Figura 17 - Cartas das Classes do Fator C por Concelho: a) Torre de Moncorvo; b) Vila Flor; c) Vimioso; d) Vinhais.

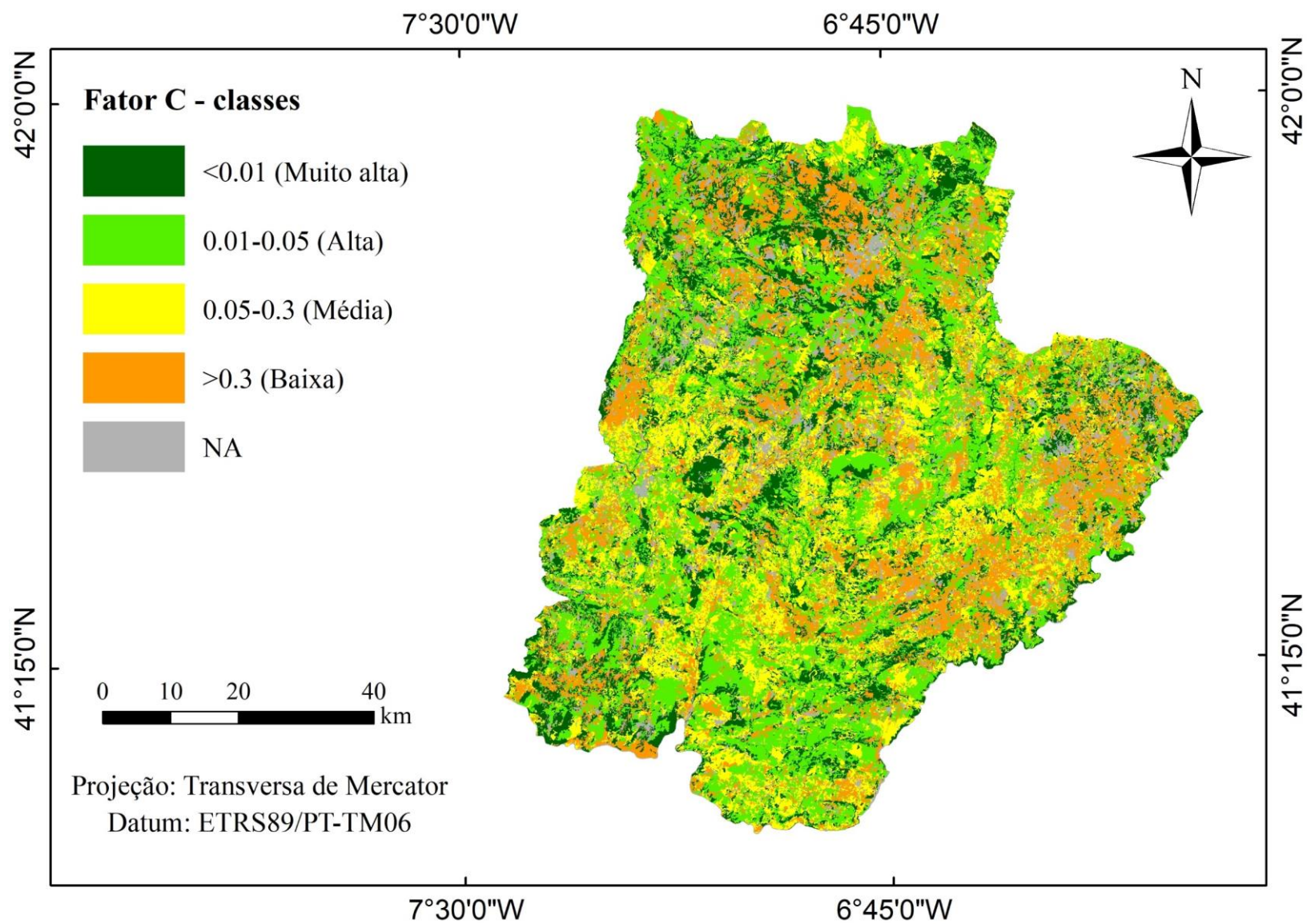


Figura 18 - Mapa do fator C (e correspondente grau de proteção do solo contra a erosão) do Distrito de Bragança, Portugal.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Sobre a metodologia e a comparabilidade dos resultados

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois dentre as 130 classes de ocupação do solo com vegetação existentes no Distrito, foi possível estimar os valores de C para 95 classes, o que representa aproximadamente 73% destas. As 95 classes, representam aproximadamente 92% (606953 ha) da área do Distrito, deixando para ser estimado em futuros estudos, apenas 8% das classes.

Dentre as classes estimadas, apenas para 3 (Novas plantações, Outras formações lenhosas e Vegetação esparsa) não foi possível comparar os resultados com valores referidos na bibliografia, por falta de estudos que estimassem o fator C para este tipo de ocupação do solo.

Das principais classes do nível 5 (Tabela 6), apenas as classes Pomares de frutos secos, Pomares de amendoeiras e Culturas temporárias de sequeiro não apresentaram valores do fator C que correspondesse ao encontrado na bibliografia. Estas exceções podem ser justificadas pela localização geográfica das áreas de estudo, diferindo por exemplo no que respeita ao clima (Bakker *et al.*, 2008; Jordan *et al.*, 2005), Também pela metodologia de estimativa do fator C, com utilização de escalas maiores, por exemplo avaliação de fatores C para a Europa (Panagos *et al.*, 2015), Outras possibilidades, são a falta das equações de cálculo utilizadas, já que houve trabalho onde os fatores C são apresentados para Portugal, mas escasseia informação sobre a metodologia utilizada na estimativa (Tomás & Coutinho, 1993), assim como a dificuldade de adaptação de linguagem utilizada.

Após a análise das áreas acumuladas do fator C, foi possível criar o mapa do fator C do Distrito de Bragança (Figura 18), o que facilita a leitura da distribuição das classes ao nível do Distrito. Cada classe representa uma determinada proporção do Distrito e dá indicação do grau de proteção que a vegetação confere ao solo contra a erosão. A primeira classe (<0,01) representa a classe de maior grau de proteção do solo contra a erosão, proteção muito alta (Tabela 4). As classes de ocupação do solo que estão representadas por esta classe no mapa são as florestas de folhosas e de resinosas e a combinação entre as duas, o que no nível 2 da COS representa as florestas.

A segunda classe (0,01-0,05) representa a classe que possui um grau de proteção do solo contra a erosão alto. As classes de ocupação do solo que estão representadas por esta classe no mapa são as Florestas abertas de folhosas, Florestas abertas de resinosas, Florestas abertas com associadas, a Vegetação esclerófita densa, os Matos, a Vegetação herbácea natural e as outras formações lenhosas. No nível 2 da COS, representa as Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea.

A terceira classe (0,05-0,3) representa a classe que possui um grau de proteção do solo contra a erosão médio. As classes de ocupação do solo que estão representadas por esta classe no mapa incluem os Olivais, os Olivais com vinha, as pastagens associadas a outra cultura, os Matos densos, a Vegetação esclerófita densa, as Novas plantações e a Vegetação esparsa.

A terceira classe ( $>0,3$ ) representa a classe que possui um grau de proteção do solo contra a erosão baixo. As classes de ocupação do solo que estão representadas por esta classe no mapa são as Culturas temporárias de sequeiro “puras” e também associadas, grande parte das culturas permanentes com excessão dos citados anteriormente, os Cortes rasos, os Aceiros e/ou corta-fogos e as Áreas ardidadas. No nível 2 da COS, representa as Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea.

Com base nos valores do fator C, nota-se que no geral, o Distrito possui um grau de proteção do solo contra a erosão satisfatório. As classes muito alta e alta, representam juntas, 49% da área. Quando se adiciona a essas a classe de grau de proteção media, tem-se 70% da área do Distrito.

Quanto aos Concelhos, se analisados um a um por meio das duas primeiras classes do mapa, os que apresentaram maior grau de proteção do solo contra a erosão, foram os de Carrazeda de Ansiães e Torre de Moncorvo (61%), e Vinhais (60%). Os que apresentaram grau de proteção mais baixo foram Miranda do Douro (35%), Mogadouro (42%), Mirandela (45%) e Vimioso (46%). Os restantes possuem variação entre 47 e 51%, o que se aproxima da média do Distrito (49%).

Nota-se que as classes utilizadas para representar o fator C no mapa representam o grau de proteção do solo contra a erosão, mas quando são introduzidos os outros fatores da USLE, esse grau pode sofrer uma alteração por conta da(s) característica(s) no qual a cultura está inserida. Um exemplo disso, é o fato de uma cultura que possui um alto grau de proteção do solo contra a erosão, por exemplo uma floresta, quando está situada numa área plana,

apresenta um potencial de erosão baixa, já quando a mesma cultura está inserida numa área com declive acentuado, já não apresenta o mesmo grau de proteção do solo contra a erosão.

A metodologia utilizada no presente estudo foi escolhida devido à facilidade de acesso à informação de base. Por outro lado, a USLE é um modelo mais fácil de aplicar quando se compara com as versões da RUSLE, devido à menor quantidade de subfatores que a equação possui, o que implica menor quantidade de informações a utilizar na estimativa do fator C.

Outro benefício encontrado nesta metodologia é a possibilidade de recorrer a bibliografia abundante, que dispõe de valores de C estimados para diferentes locais do mundo, com maior quantidade de informação nos Estados Unidos da América, aonde foram criados os modelos. Encontram-se também estudos do fator C para a União Europeia e para outras regiões do mundo, o que permite comparar e aferir resultados com os de outros trabalhos.

O estudo apresentou algumas limitações de aplicação da metodologia do fator C, devido à extensão da área de estudo que inviabilizou a coleta de dados dos diferentes tipos de culturas em campo. Por isso, buscou-se os dados em bibliografia disponível e também com especialistas. Contudo, nem sempre todos os dados necessários ao cálculo estavam disponíveis em bibliografia, como por exemplo, para os olivais, no qual foi encontrado dados de altura, compasso, diâmetro da copa, porém outros dados foram difíceis de acessar.

Acresce ainda que o cálculo do fator C para florestas requer um número maior de subfatores e uma maior quantidade de informações do que o realizado neste estudo. Esta última razão justificou que neste estudo apenas fossem utilizados 3 subfatores (copa, cobertura do solo e efeito das raízes), o que pode resultar em valores de C sobreestimados em relação aos encontrados na bibliografia de base e em outros trabalhos. Nota-se que a escala territorial em que este estudo se desenvolveu não é compatível com o detalhe de informação requerido pela USLE para áreas florestais, estabelecida para estimativas à escala da parcela.

A bibliografia disponível sobre o fator C, embora abundante, escasseia quanto a estudos em Portugal, encontrando-se um número restrito de trabalhos, o que torna difícil comparar os resultados obtidos com os de outros estudos. Outra limitação quanto à bibliografia pesquisada refere-se à descrição da metodologia de estimativa do fator C, que é muito frequentemente, pouco clara e insuficientemente detalhada.

Os resultados deste trabalho foram obtidos com base na COS 2007 nível 5. Isto acarreta algumas dificuldades na comparação dos resultados com o de outros autores, devido

às diferentes escalas utilizadas, e aos termos usados na descrição das classes de uso da terra. É frequente na Europa a utilização de outros sistemas de classificação, tal como a CORINE Land Cover, apenas comparável com o nível 3 da COS 2007.

## **5.2 Sobre a utilização da cartografia do fator C**

O mapa do fator C criado no presente estudo, possui algumas limitações que devem atentar-se quando da sua utilização. A primeira está relacionada com a escala utilizada nas cartas elaboradas para o fator C que foi a mesma da COS 2007 nível 5, que é o nível de maior detalhe. Todavia, a carta não tem nível de detalhe suficiente para permitir identificar, por exemplo, o valor de C para uma parcela agrícola específica, ou seja, trata-se de cartografia de escala compatível com o planeamento e gestão territorial, mas não permite maior precisão do que isto.

Para facilitar a representação do fator C em cartografia, este teve de ser dividido em intervalos de fator C (classes), porém deve-se atentar que as classes quanto a um estudo mais minucioso deve levar em consideração cada valor de fator C por classe de ocupação do solo tal como expresso na Tabela 6. Apesar das classes apresentadas no mapa (intervalos) apresentarem uma pequena limitação quanto a não representar cada classe de uso do solo, estes permitem de forma mais clara, representar os graus de proteção do solo à erosão como muito alto, alto, médio e baixo. Através da representação dos graus de proteção do solo, pode-se ver que a carta pode ser utilizada para a gestão territorial quanto a estratégias de redução de áreas menos protegidas contra a erosão, podendo assim os Concelhos e Distrito reduzirem através de estratégias, a erosão do solo melhorando assim a qualidade ambiental.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo cumpriu com os objetivos propostos, tendo sido obtidos valores do fator C da USLE para aproximadamente 73% das classes de ocupação do solo com vegetação no Distrito, o que representa quase 92% da área total.

Os valores de C encontrados para a maioria das classes estão de acordo com o publicado na bibliografia com exceção das Novas plantações, Outras formações lenhosas, e Vegetação esparsa, que não foram encontrados valores na bibliografia. As classes Pomares de frutos secos, Pomares de amendoeiras, Culturas temporárias de sequeiro apresentaram fator C superior ao valor máximo encontrado na bibliografia.

Para cada Concelho e também para o Distrito foram determinados a média e a mediana do fator C. Nove dos doze Concelhos apresentam valores da mediana inferiores aos da média, o que já era esperado, uma vez que a média sofre alteração com os valores extremos. Contudo, 3 Concelhos apresentaram resultados inversos (mediana maior do que a média) e ao analisar os dados, foi observado que haviam proporções de áreas entre as classes de fator C muito baixo ou nulo.

Quanto ao grau de proteção do solo contra a erosão, para a primeira classe do fator C ( $<0,01$ ) que representa um grau de proteção muito alta, o Concelho de Carrazeda de Ansiães foi o que apresentou a maior proporção de área (32%), sendo sensivelmente o dobro do valor encontrado para o Distrito (18%). Os Concelhos que apresentaram menor proporção de área foram Vimioso (13%) e Alfândega da Fé e Freixo de Espada à Cinta (14%).

A segunda classe do fator C (0,01-0,05) representa um grau de proteção do solo à erosão alto, e Torre de Moncorvo (46%) e Vinhais (37%) foram com as maiores áreas quando comparadas com o Distrito (31%) O Concelho com a menor área foi Miranda do Douro (19%).

A terceira classe do fator C (0,05-0,3), representa um grau de proteção do solo contra a erosão médio. Os Concelhos de Alfândega da Fé (32%), Freixo de Espada à Cinta (30%) e Mirandela e Vila flor (28%) são os que apresentam as maiores áreas quando comparadas com o Distrito (21%). As menores áreas encontradas no Distrito são as dos Concelhos de Vinhais (10%), Carrazeda de Ansiães (11%), Miranda do Douro (14%) e Bragança (16%).

A quarta classe do fator C ( $>0,3$ ) representa um grau de proteção do solo contra a erosão baixo. O Concelho com a maior área foi Miranda do Douro (37%). O Distrito apresentou área igual a 21%. Os Concelhos que apresentam menor proporção de área foram Torre de Moncorvo (12%), Vila Flor (16%) e Alfândega da Fé (17%).

Ao analisar as classes acima referidas, constata-se que o Distrito possui um grau de proteção do solo contra a erosão satisfatório, tendo por base o fator C. As classes muito alta e alta, representam juntas, 49% da área. Quando se adiciona a essas a classe de grau de proteção média, tem-se 70% da área do Distrito.

Quanto ao grau de proteção dos Concelhos, os que apresentaram um maior grau de proteção do solo foram Carraceda de Ansiães (61%), Torre de Moncorvo (61%) e Vinhais (60%). Os Concelhos com grau de proteção baixa foram Miranda do Douro (35%), Mogadouro (42%), Mirandela (45%) e Vimioso (46%).

Quando adicionado também os valores médios, os que apresentam maior grau de proteção do solo contra erosão são Torre de Moncorvo (84%), Alfândega da Fé (79%), Vila Flor (79%) e Freixo de Espada à Cinta (78%). Observa-se que quando se soma o grau de proteção médio ao muito alto e alto, apenas o Concelho de Torre Moncorvo continua entre as maiores áreas. Os que tiveram menores e inferiores ao Distrito (70%) foram Miranda do Douro (63%) e Bragança (66%), o que significa que são os que apresentam maior risco de erosão do solo.

A metodologia utilizada quando comparada com as outras metodologias para estimativa do fator C, foi vantajosa por possuir uma quantidade menor de dados de entrada, por ser adaptável a diferentes tipos de culturas e por possuir além da bibliografia de base, uma vasta gama de outros estudos com fatores C estimados em todo o mundo, o que facilita a comparação com os valores encontrados.

Foram encontradas limitações também dentro desta metodologia que dificultaram a sua aplicação em áreas de estudo de pequena escala, o que implicou estimar as características das culturas utilizadas no cálculo e por isso teve que recorrer-se à bibliografia, pois nem sempre existiam todos os dados necessários disponíveis.

Apesar de haver muitos estudos do fator C ao nível do globo, para Portugal são ainda muito escassos. Houve ainda dificuldade em encontrar na bibliografia disponível a metodologia

utilizada, dificultando a comparação dos dados com as diferentes nomenclaturas e escalas utilizadas.

O mapa elaborado é satisfatório quanto ao seu uso para o planejamento e gestão do território, porém o mesmo possui uma restrição quanto à escala de uso, pois não apresenta um grande nível de detalhe, o que dificulta a sua aplicação em pequena escala. Quanto à cartografia, esta é apresentada em classes e através disso obteve-se um mapa que permite uma melhor leitura, além de poder classificar as classes do fator C utilizadas na cartografia como graus de proteção do solo, também permite uma leitura rápida das áreas com maior ou com menor grau de proteção, facilitando a elaboração de estratégias ambientais.

Os resultados encontrados no presente trabalho foram satisfatórios e espera-se com este, adicionar e melhorar as estimativas do fator C para a região estudada e para o país, ajudando assim a contribuir para a gestão do território, principalmente para a região que é mais montanhosa o que acarreta uma fragilidade maior pelo uso e ocupação da área. Apesar da estimativa ter sido realizada para diferentes culturas, ainda não foram estimadas para todas as culturas, e com isso espera-se também que este trabalho sirva de base para novos estudos afim de melhorar as estimativas e vir a contribuir com o planejamento e gestão do território.

## REFERÊNCIAS

- Alexandre, C. (2015). Funções, uso e degradação do solo. In T. de Figueiredo, F. Fonseca, & L. Nunes (Orgs.), *Proteção do solo e Combate à Desertificação: oportunidade para as regiões transfronteiriças* (IPB, p. 100). Bragança. Recuperado de [https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/12212/3/Proteção do solo.pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/12212/3/Proteção%20do%20solo.pdf)
- Amundson, R., Berhe, A. A., Hopmans, J. W., Olson, C., Sztein, A. E., & Sparks, D. L. (2015). Soil and human security in the 21st century. *Science*, *348*(6235), 1261071–1261071. <https://doi.org/10.1126/science.1261071>
- Ayalew, G. (2015). A Geographic Information System Based Soil Loss and Sediment Estimation in Zingin Watershed for Conservation Planning, Highlands of Ethiopia. *International Journal of Science, Technology and Society*, *3*(1), 28. <https://doi.org/10.11648/j.ijsts.20150301.14>
- Bakker, M. M., Govers, G., van Doorn, A., Quetier, F., Chouvardas, D., & Rounsevell, M. (2008). The response of soil erosion and sediment export to land-use change in four areas of Europe: The importance of landscape pattern. *Geomorphology*, *98*(3–4), 213–226. <https://doi.org/10.1016/J.GEOMORPH.2006.12.027>
- Blum, W. E. . (2008). *Characterisation of soil degradation risk: an overview. Threats to Soil Quality in Europe*. <https://doi.org/10.2788/8647>
- Boardman, J., & Poesen, J. (2006). Soil Erosion in Europe: Major Processes, Causes and Consequences. In *Soil Erosion in Europe* (p. 477–487). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470859202.ch36>
- Brandolini, P., Cevasco, A., Capolongo, D., Pepe, G., Lovergine, F., & Del Monte, M. (2018). Response of Terraced Slopes to a Very Intense Rainfall Event and Relationships with Land Abandonment: A Case Study from Cinque Terre (Italy). *Land Degradation & Development*, *29*(3), 630–642. <https://doi.org/10.1002/ldr.2672>
- Büttner, G., Feranec, G., & Jaffrain, G. (2006). CORINE land cover nomenclature illustrated guide, 1–84. Recuperado de <http://www.eea.europa.eu/publications/CORO-landcover>
- Carvalho, P. (2017). Actas do I Congresso Internacional da Saúde.pdf, (January).
- Cox, C., & Madramootoo, C. (1998). Application of geographic information systems in watershed management planning in St. Lucia. *Computers and Electronics in Agriculture*, *20*(3), 229–250. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(98\)00021-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(98)00021-0)
- Dissmeyer, G. E., & Foster, G. R. (1984). A guide for predicting sheet and rill erosion on forest land. *Technical publication R8-TP6*, p. 40.
- Drzewiecki, W., Wężyk, P., Pierzchalski, M., & Szafrńska, B. (2014). Quantitative and Qualitative Assessment of Soil Erosion Risk in Małopolska (Poland), Supported by an Object-Based Analysis of High-Resolution Satellite Images. *Pure and Applied Geophysics*, *171*(6), 867–895. <https://doi.org/10.1007/s00024-013-0669-7>
- European association of mountain areas. (2016). Bragança Declaration: Face the challenge of climate change : adaptation for future generations. *X° European Mountain Convention*,

(October), 1–6.

- Fernández, C., & Vega, J. A. (2016). Evaluation of RUSLE and PESERA models for predicting soil erosion losses in the first year after wildfire in NW Spain. *Geoderma*, 273, 64–72. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2016.03.016>
- Figueiredo, T. de. (2013). Measuring present runoff erosion. *Runoff Erosion*, 72–118. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/11219>
- Figueiredo, T. de. (2015). *Proteção do solo em viticultura de montanha: manual técnico para a região do Douro*. Vila Real: ADVID – Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/14009>
- Fonseca, F., Figueiredo, T. de, Nogueira, C., & Queirós, A. (2017). Effect of prescribed fire on soil properties and soil erosion in a Mediterranean mountain area. *Geoderma*, 307, 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.06.018>
- Food and Agriculture Organization (FAO). ([s.d.]). All definitions | FAO SOILS PORTAL | Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado 25 de julho de 2018, de <http://www.fao.org/soils-portal/about/all-definitions/pt/>
- Foster, G. R. (2008). User's reference guide: Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (RUSLE2). *US Department of Agriculture, Agricultural Research Service*, 2, 42–43. Recuperado de [http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/64080510/RUSLE/RUSLE2\\_User\\_Ref\\_Guide.pdf](http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/64080510/RUSLE/RUSLE2_User_Ref_Guide.pdf).
- Foster, G. R. (2013). Science Documentation Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 ( for the model with release date of May 20 , 2008 ), 2(August).
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science (New York, N.Y.)*, 327(5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Gutiérrez Montero, M., Fonseca, F., Figueiredo, T. de, & Sánchez Bellón, Á. (2018). Spanish journal of soil science. *Spanish Journal of Soil Science, ISSN-e 2253-6574, Vol. 8, Nº. 1, 2018, págs. 24-41*, 8(1), 24–41. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6474613>
- IGP. (2010). *Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007 (COS2007): Memória descritiva*.
- Jordan, G., Rompaey, A. van, Szilassi, P., Csillag, G., Mannaerts, C., & Woldai, T. (2005). Historical land use changes and their impact on sediment fluxes in the Balaton basin (Hungary). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 108(2), 119–133. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2005.01.013>
- Kairis, O., Karavitis, C., & Salvati, L. (2015). Exploring the Impact of Overgrazing on Soil Erosion and Land Degradation in a Dry Mediterranean Agro-Forest Landscape Crete, Greece. *Aikaterini Kounalaki & Kostas Kosmas*, 29(3), 360–374. <https://doi.org/10.1080/15324982.2014.968691>
- Kouli, M., Soupios, P., & Vallianatos, F. (2009). Soil erosion prediction using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS framework, Chania, Northwestern Crete, Greece. *Environmental Geology*, 57(3), 483–497. <https://doi.org/10.1007/s00254-008-1318-9>

- Kuo, K. T., Sekiyama, A., & Mihara, M. (2016). Determining C Factor of Universal Soil Loss Equation (USLE) Based on Remote Sensing. *IJERD – International Journal of Environmental and Rural Development*, 7–2. Recuperado de <http://iserd.net/ijerd72/IJERD-vol7-2.pdf#page=158>
- Lal, R. (2009). Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition. *Food Security*, 1(1), 45–57. <https://doi.org/10.1007/s12571-009-0009-z>
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability (Switzerland)*, 7(5), 5875–5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Mancino, G., Nolè, A., Salvati, L., & Ferrara, A. (2016). In-between forest expansion and cropland decline: A revised USLE model for soil erosion risk under land-use change in a Mediterranean region. *Ecological Indicators*, 71, 544–550. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2016.07.040>
- Meusburger, K., Konz, N., Schaub, M., & Alewell, C. (2010). Soil erosion modelled with USLE and PESERA using QuickBird derived vegetation parameters in an alpine catchment. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12(3), 208–215. <https://doi.org/10.1016/J.JAG.2010.02.004>
- Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing (3<sup>o</sup>). Oxford: Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9781118351475.ch22>
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., & Montanarella, L. (2015). Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy*, 48, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.05.021>
- Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., ... Alewell, C. (2015). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy*, 54, 438–447. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2015.08.012>
- Pipkin, B. W., Trent, D. D., Hazlett, R., & Bierman, P. (2008). *Geology and the Environment*, 5th Edition.
- Ponge, J.-F. (2015). The soil as an ecosystem. *Biology and Fertility of Soils*, 51(6), 645–648. <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1016-1>
- Ramos, M. A. B. (2008). *Matos do Parque Natural de Montesinho: erosão hídrica e dinâmica do carbono: um estudo à micro-escala com simulação de chuva*. Universidade dos Açores, Instituto Politécnico de Bragança. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/1051>
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. C. (1997). Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). *U.S. Department of Agriculture Handbook No. 703*, 404.
- Shakesby, R. A. (2011). Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions. *Earth-Science Reviews*, 105(3–4), 71–100. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2011.01.001>
- Shakesby, R. A., & Doerr, S. H. (2006). Wildfire as a hydrological and geomorphological agent. *Earth-Science Reviews*, 74(3–4), 269–307. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2005.10.006>

- Tiruneh, G., & Ayalew, M. (2015). Soil Loss Estimation using Geographic Information System in Enfraz Watershed for Soil Conservation Planning , Highlands of. *International Society for Technology in Education*, 28(2), 21–30. Recuperado de <http://www.iiste.org/Journals/index.php/ALST/article/download/19038/19283>.
- Tomás, P. P., & Coutinho, M. A. (1993). *Erosão hídrica dos solos em pequenas bacias hidrográficas: Aplicação da Equação Universal de Degradação de Solos*. CEHIDRO (Vol. 7). Lisboa.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. (2017). *World Population Prospects The 2017 Revision Key Findings and Advance Tables*. <https://doi.org/Working Paper No. ESA/P/WP/248>.
- Verheijen, F. G. A., Jones, R. J. A., Rickson, R. J., & Smith, C. J. (2009, maio 1). Tolerable versus actual soil erosion rates in Europe. *Earth-Science Reviews*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.02.003>
- Wischmeier, W. H. (1975). Estimating the soil loss equation's cover and management factor for undisturbed areas. *Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources*. P, (282), 118–125.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. *U.S. Department of Agriculture Handbook No. 537*, 1–69. <https://doi.org/10.1029/TR039i002p00285>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 – Valores do Fator C encontrados na bibliografia.**

	Referência	Local	Uso da terra	Valor de C (faixa)	Metodologia
2.1 Culturas temporárias	Drzewiecki <i>et al.</i> (2014)	Polônia	Winter mixed cereal	0.15	USLE
	Drzewiecki <i>et al.</i> (2014)	Polônia	Spring mixed cereal	0.18	USLE
	Drzewiecki <i>et al.</i> (2014)	Polônia	Buckwheat, millet and other cereals	0.18	USLE
	Gutiérrez Montero <i>et al.</i> (2018)	Parque Natural do Montesinho-Portugal	Cereais (espécies não irrigadas, algumas vezes trigo e outras centeio)	0.34	USLE
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Áreas de lavoura não irrigadas/ Culturas temporárias de sequeiro	0.496456	NDVI
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Cultura arvense de sequeiro	0.4	USLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Culturas de regadio	0.2	USLE
	Jordan <i>et al.</i> (2005)	Balaton, Hungria	Terra arável	0.36	RUSLE
	Panagos <i>et al.</i> (2015)	Europa-Portugal	Terra arável	0.352	RUSLE
	Ayalew (2015)	Etiópia	Área cultivável	0.37	RUSLE
	Tiruneh & Ayalew (2015)	Etiópia	Área cultivável	0.2	RUSLE
2.2 Culturas permanentes	Panagos <i>et al.</i> , (2015)	Europa	Olivais	0.1-0.3	RUSLE
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Olivais	0.304188	NDVI
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal	Olives (Amendoeira)	0.05	USLE+observações em campo
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Olival	0.1	USLE
	NS Department of Agriculture and Fisheries (2001 as cited in Bakker <i>et al.</i> (2008)	-	Vinhas	0.05	Literatura
	Figueiredo (2015)	Região do Douro, Portugal	Vinhas	0.42	USLE
	Panagos <i>et al.</i> (2015)	Europa	Vinhas	0.15-0.45	RUSLE
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Vinhas	0.294141	NDVI
	Jordan <i>et al.</i> (2005)	Balaton, Hungria	Vinhas	0.5	RUSLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Vinha	0.1	USLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Vinha + pomar	0.05	USLE

## Continuação

	Referência	Local	Uso da terra	Valor de C (faixa)	Metodologia
2.2 Culturas permanentes	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal	Vinhas e pomares [Vineyards and orchards] (Amendoeira)	0.2	USLE+observações em campo
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Vinha + arvoredado frutífero misto	0.05	USLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Vinha + culturas arvenses de sequeiro	0.2	USLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Vinha + olival	0.1	USLE
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Hageland, Belgium	Pomares	0.05	USLE+observações em campo
	Jordan <i>et al.</i> (2005)	Balaton, Hungria	Pomares	0.2	RUSLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Pomar	0.05	USLE
	Panagos <i>et al.</i> (2015)	Europa	Árvores frutíferas e plantações de mirtilho	0.1-0.3	RUSLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Arvoredado frutífero misto	0.05	USLE
	Gutiérrez Montero <i>et al.</i> (2018)	Parque Natural do Montesinho-Portugal	Castanheiros ( <i>Castanea sativa</i> , ssp.). Não há irrigação	0.61	USLE
2.3 Pastagem	Gutiérrez Montero <i>et al.</i> (2018)	Parque Natural do Montesinho-Portugal	Pastagem	0.01	USLE
	Panagos <i>et al.</i> (2015)	Europa	Pastagem	0.05-0.15	RUSLE
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Pastagens	0.543197	NDVI
	Dymond (2010)	Nova Zelândia	Pastagens	0.01	-
	Morgan (2005)	Varios	Pastagens	0.1	-
	Jordan <i>et al.</i> (2005)	Balaton, Hungria	Pasture/medow/grassland	0.1	RUSLE
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Pastagens naturais	0.545464	NDVI
	Mancino <i>et al.</i> (2016)	Basilicata, sul Itália	Pastagens naturais	0.02	RUSLE
3.1 Florestas	Ayalew (2015)	Etiópia	Floresta	0.001	RUSLE
	Cox & Madramootoo (1998)	St. Lucia, Caribe	Floresta (húmida)	0.001	USLE
	Cox & Madramootoo (1998)	St. Lucia, Caribe	Floresta (Mangue)	0.001	USLE
	Cox & Madramootoo (1998)	St. Lucia, Caribe	Floresta (Plantação)	0.001	USLE

## Continuação

	Referência	Local	Uso da terra	Valor de C (faixa)	Metodologia
3.1 Florestas	Wischmeier & Smith (1978)	USA	Undisturbed forest land (100-90 percent of area covered)	0.0001-0.001	USLE
	Wischmeier & Smith (1978)	USA	Undisturbed forest land (85-75 percent of area covered)	0.002-0.004	USLE
	Wischmeier & Smith (1978)	USA	Undisturbed forest land (70-40 percent of area covered)	0.003-0.009	USLE
	Meusburger <i>et al.</i> (2010)	Urseren Valley (46.36°N, -8.32°E) Central Switzerland Alps.	Florestas	0.0005	USLE, QuickBird
	Borrelli <i>et al.</i> , (2016)	Portugal	Florestas	0.0015	USLE
	Borrelli <i>et al.</i> , (2016)	Espanha	Florestas	0.0015	USLE
	Borrelli <i>et al.</i> , (2016)	Grécia	Florestas	0.0014	USLE
	Borrelli <i>et al.</i> , (2016)	França	Florestas	0.0012	USLE
	Jordan <i>et al.</i> (2005)	Balaton, Hungria	Florestas	0.05	RUSLE
	Renard <i>et al.</i> (1997 as cited in Bakker <i>et al.</i> 2008)	Hageland, Lagadas, Amendoeira	Florestas	0.001	Literatura
	Dymond (2010)	Nova Zelândia	Florestas	0.005	-
	David (1989)	Filipinas	Florestas	0.001-0.006	-
	Morgan (2005)	Varios	Florestas	0.001	-
	Fernandez <i>et al.</i> (2003)	USA	Florestas	0.001	-
	Dumas & Fossey (2009)	Vanuato	Florestas	0.001	-
	Tiruneh & Ayalew (2015)	Etiópia	Wood land	0.01	RUSLE
	Panagos <i>et al.</i> , (2015)	Europa	Florestas de coníferas	0.0001-0.003	RUSLE
Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Florestas de coníferas	0.338087	NDVI	

## Continuação

	<b>Referência</b>	<b>Local</b>	<b>Uso da terra</b>	<b>Valor de C (faixa)</b>	<b>Metodologia</b>
<b>3.1 Florestas</b>	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal	Carvalho (Oak plantation (Amendoeira))	0.01	USLE+observações em campo
	Gutiérrez Montero <i>et al.</i> (2018)	Parque Natural do Montesinho-Portugal	Carvalhos	0.03	USLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Pinheiro Bravo + mato	0.02	USLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Resinosas	0.05	USLE
	Panagos <i>et al.</i> , (2015)	Europa	Florestas de folhas largas	0.0001-0.003	RUSLE
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Florestas de folhas largas	0.130266	NDVI
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Florestas mistas	0.182351	NDVI
<b>3.2 Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea</b>	Ayalew (2015)	Etiópia	Grass land	0.12	RUSLE
	Ayalew (2015)	Etiópia	Shur and Bush Land	0.72	RUSLE
	Kuo <i>et al.</i> (2016)	Distrito de Linkou, parte norte de Taiwan	Vegetação herbácea	0.56	Medida em campo
	Kuo <i>et al.</i> (2016)	Distrito de Linkou, parte norte de Taiwan	Vegetação herbácea	0.73	NDVI
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Vegetação esclerófila	0.412805	NDVI
	NS Department of Agriculture and Fisheries (2001 as cited in Bakker <i>et al.</i> 2008)	Lautaret, France; Hageland, Belgium.	Managed grassland (Lautaret and Hageland)	0.01	Literatura
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Lagadas, Greece	Grassland for extensive grazing (Lagadas)	0.2	USLE+observações em campo
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal	Grassland-Montado (Amendoeira)	0.01	USLE+observações em campo
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Lautaret, France	Unmanaged grassland (Lautaret)	0.05	USLE+observações em campo
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Montado de sobro/azinho	0.1	USLE
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal	Arable-Montado dense tree cover (Amendoeira)	0.2	USLE+observações em campo

## Continuação

	Referência	Local	Uso da terra	Valor de C (faixa)	Metodologia
3.2 Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal	Arable-Montado medium tree cover (Amendoeira)	0.25	USLE+observações em campo
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal	Arable-Montado sparse tree cover (Amendoeira)	0.3	USLE+observações em campo
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Lagadas, Greece	Florestas abertas	0.01	USLE+observações em campo
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal; Lagadas, Greece	Arbusto esparso (Sparse shrub)	0.1	USLE+observações em campo
	Bakker <i>et al.</i> (2008)	Amendoeira, Portugal; Lagadas, Greece	Arbustos densos (Dense shrub)	0.01	USLE+observações em campo
	Cox & Madramootoo (1998)	St. Lucia, Caribe	Floresta (Scrub)	0.01	USLE
	Cox & Madramootoo (1998)	St. Lucia, Caribe	Floresta ( Grass and open woodland)	0.01	USLE
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Áreas de vegetação escassas (Sparsely vegetated areas)	0.644916	NDVI
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Moors and heathland	0.500111	NDVI
	Kouli <i>et al.</i> (2009)	Chania, NW Creta, Grécia	Transitional woodland-shrub	0.375549	NDVI
	Mancino <i>et al.</i> (2016)	Basilicata, sul Itália	Floresta recolonizada	0.07	RUSLE
	Tiruneh & Ayalew (2015)	Etiópia	Floresta plantada	0.01	RUSLE
	Meusburger <i>et al.</i> (2010)	Urseren Valley (46.36°N, -8.32°E) Central Switzerland Alps.	Arbusto (Shrub)	0.003	USLE, QuickBird
	Meusburger <i>et al.</i> (2010)	Urseren Valley (46.36°N, -8.32°E) Central Switzerland Alps.	Arbusto baixos (Dwarf-shrub)	0.011	USLE, QuickBird
	Panagos <i>et al.</i> , (2015)	Europa	Natural grassland	0.01-0.08	RUSLE
	Panagos <i>et al.</i> , (2015)	Europa	Moor and heathland	0.01-0.1	RUSLE
	Panagos <i>et al.</i> , (2015)	Europa	Transitional woodland-shrub	0.003-0.05	RUSLE
Panagos <i>et al.</i> , (2015)	Europa-Portugal	Terra não arável	0.083	RUSLE	

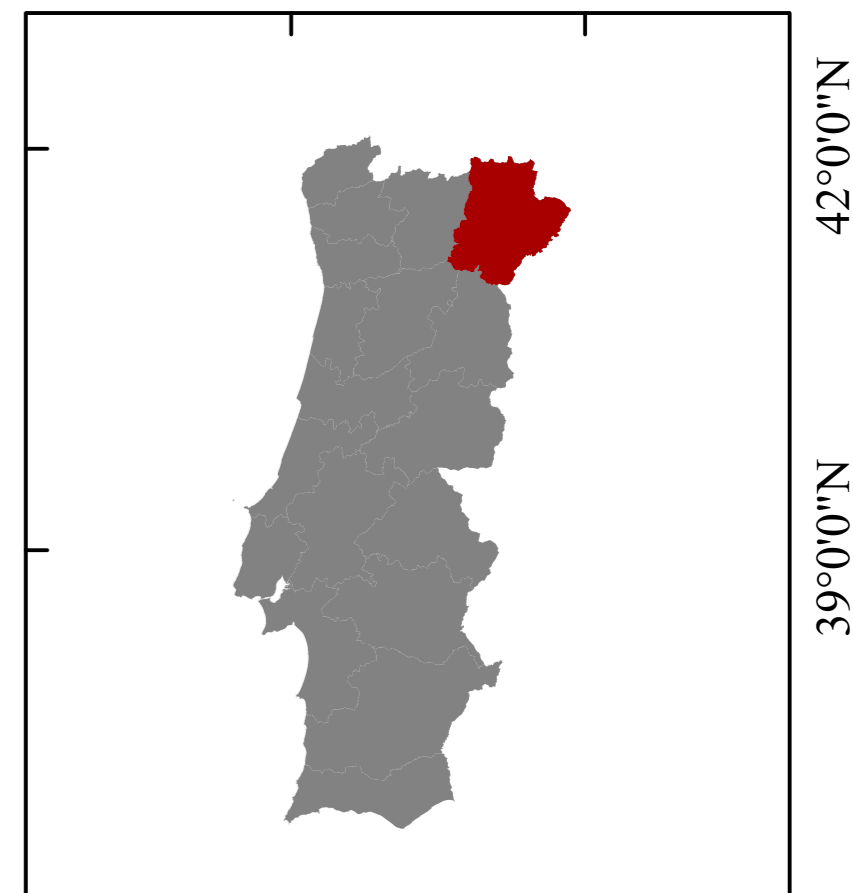
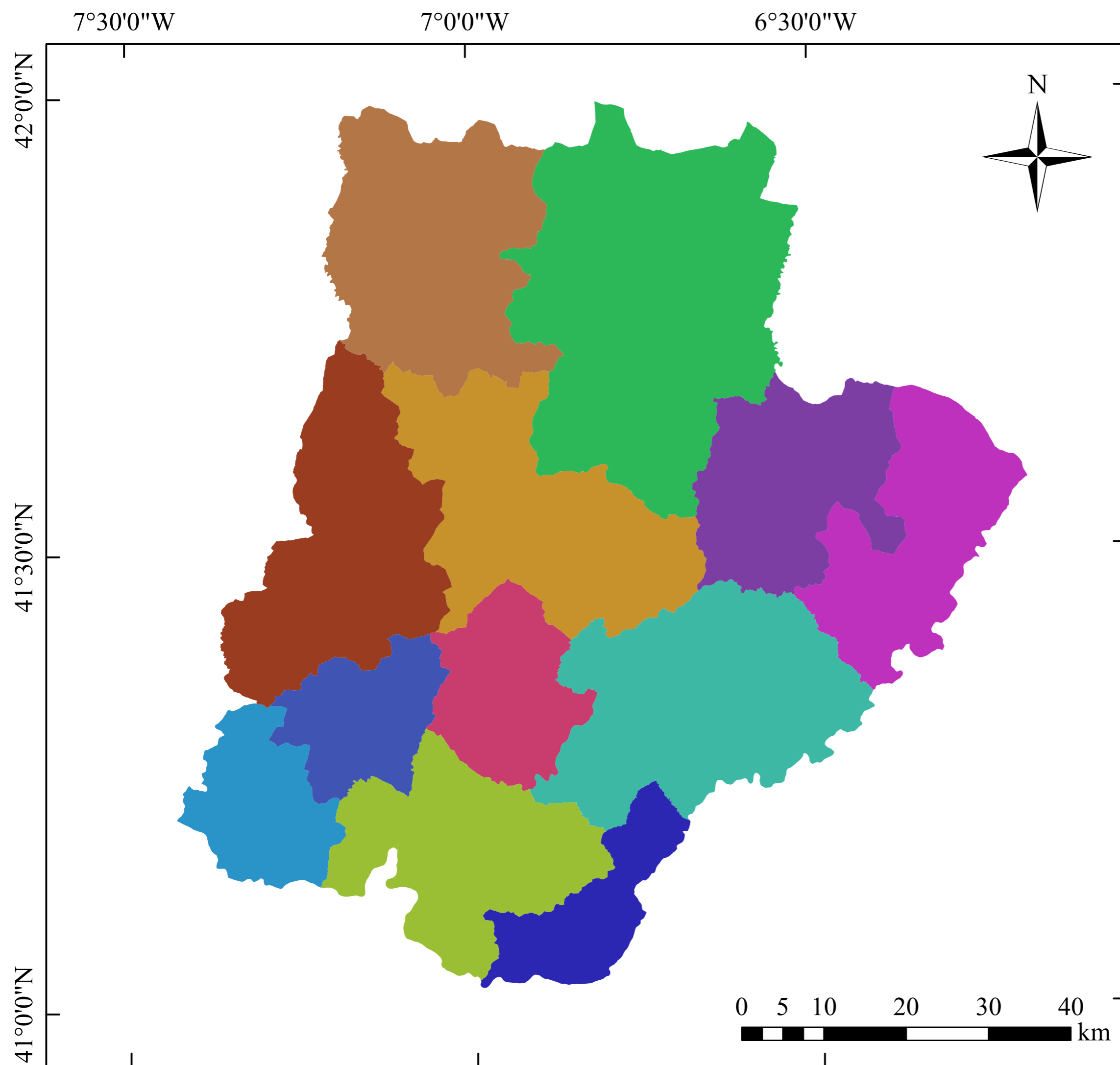
## Continuação

	Referência	Local	Uso da terra	Valor de C (faixa)	Metodologia
	Ramos (2008)	Parque Natural de Montesinho-Portugal	Matos	0.16-0.26; Média 0.2	USLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Matos	0.02	USLE
	Tomás & Coutinho (1993)	Portugal	Inculto	0.02	USLE
	Tiruneh & Ayalew (2015)	Etiópia	Arbustos	0.2	RUSLE
	Tiruneh & Ayalew (2015)	Etiópia	Grass	0.05	RUSLE
3.3 Zonas descobertas e com pouca vegetação	Fernández & Vega (2016)	Ponte-Caldelas, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.169 (0.203–0.011)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Oia-O Rosal, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.055 (0.139–0.002)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Pindo, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.123 (0.154–0.108)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Negreira, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.134 (0.164–0.105)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Ribasieira, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.129 (0.160–0.099)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Saviñao, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.007 (0.009–0.005)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Muros, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.005 (0.007–0.003)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Coirego, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.006 (0.006–0.005)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Sino, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.007 (0.008–0.005)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Verín, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.002 (0.003–0.002)	RUSLE
	Fernández & Vega (2016)	Fial das Corzas, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.058 (0.067–0.049)	RUSLE

## Continuação

Referência	Local	Uso da terra	Valor de C (faixa)	Metodologia
Fernández & Vega (2016)	A Estrada, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.005 (0.007–0.003)	RUSLE
Fernández & Vega (2016)	O Irixo, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.142 (0.155–0.114)	RUSLE
Fernández & Vega (2016)	Barbanza, NW Spain	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.164 (0.201–0.116)	RUSLE
Fernández & Vega (2016)	Soutelo de Montes	Áreas ardidadas (após 1 ano)	0.226 (0.236–0.221)	RUSLE
Lopes (2016)	Distrito de Bragança, Portugal	Sementeira (Semiárido)	0.87	USLE
Lopes (2016)	Distrito de Bragança, Portugal	Sementeira (Semiárido)	0.83	USLE
Lopes (2016)	Distrito de Bragança, Portugal	Sementeira (Subhúmido Chuvoso e Húmido)	0.78	USLE
Lopes (2016)	Distrito de Bragança, Portugal	Sementeira (Subhúmido Chuvoso e Húmido)	0.7	USLE
Lopes (2016)	Distrito de Bragança, Portugal	Sementeira (Subhúmido seco)	0.78	USLE
Lopes (2016)	Distrito de Bragança, Portugal	Sementeira (Subhúmido seco)	0.71	USLE
Panagos <i>et al.</i> , (2015)	Europa	Área ardidada	0.1-0.55	RUSLE
Dymond (2010)	Nova Zelândia	Solo nú	1	-
David (1989)	Filipinas	Solo nú	1	-
Morgan (2005)	Varios	Solo nú	1	-
Meusburger <i>et al.</i> (2010)	Urseren Valley (46.36°N, -8.32°E) Central Switzerland Alps.	Solo nú	0.45	USLE, QuickBird
Panagos <i>et al.</i> , (2015)	<b>Portugal (Europa)</b>	<b>Fator C Portugal</b>	<b>0.123</b>	<b>RUSLE</b>

**ANEXO 2 – Mapa de localização do distrito de Bragança, Portugal.**



### Legenda

- ALFÂNDEGA DA FÉ
- BRAGANÇA
- CARRAZEDA DE ANSIÃES
- FREIXO DE ESPADA À CINTA
- MACEDO DE CAVALEIROS
- MIRANDA DO DOURO
- MIRANDELA
- MOGADOURO
- TORRE DE MONCORVO
- VILA FLOR
- VIMIOSO
- VINHAIS

Projeção: Transversa de Mercator  
 Datum: ETRS89/PT-TM06

**ANEXO 3 – Carta de Uso e Ocupação do Solo do distrito de Bragança para 2007-  
Nível 2.**

# Carta de Uso e Ocupação do Solo 2007

## Distrito de Bragança - Nível 2

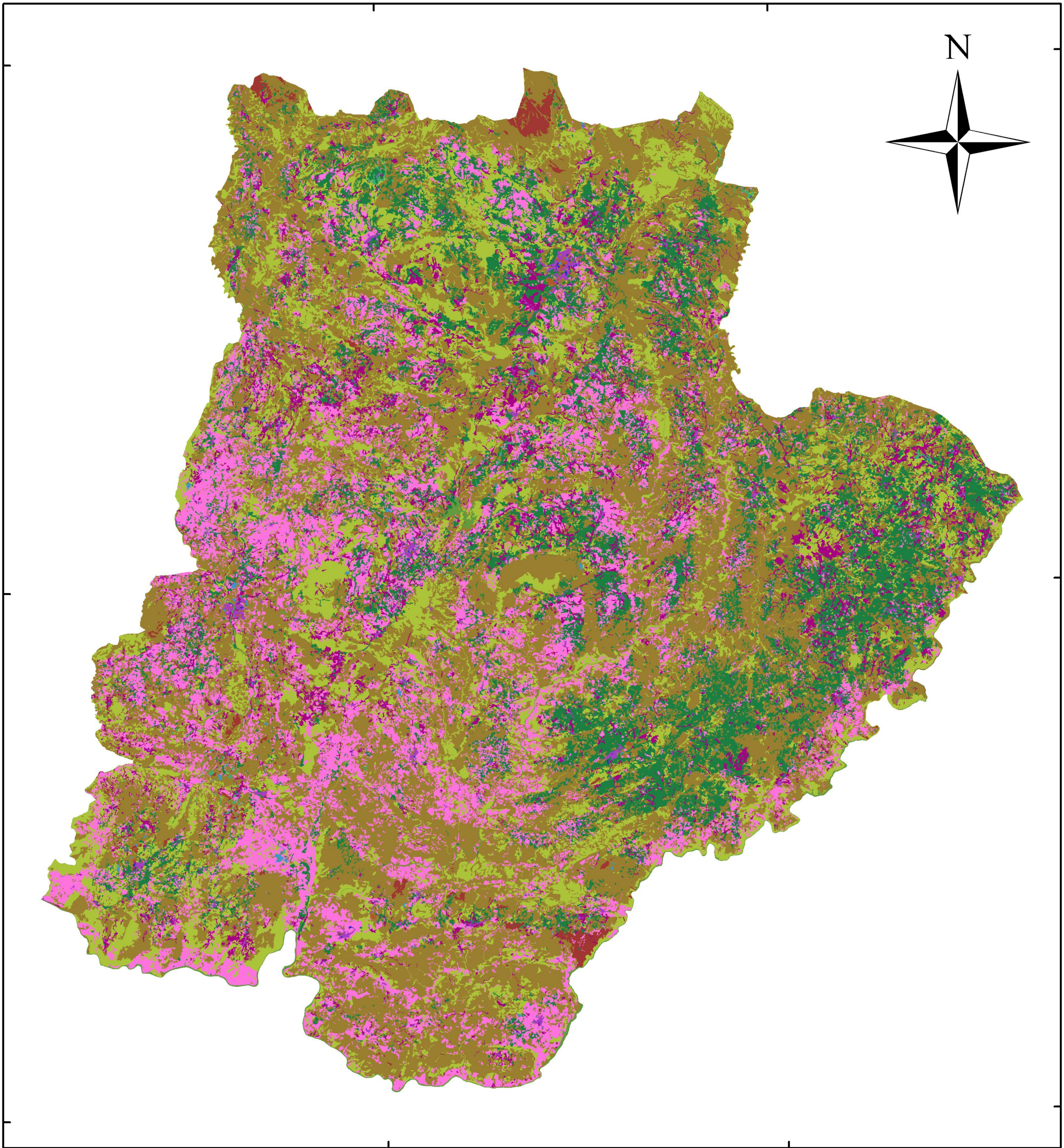
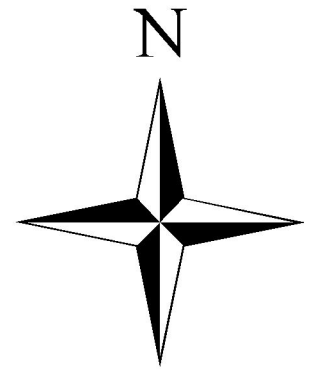
7°0'0"W

6°30'0"W

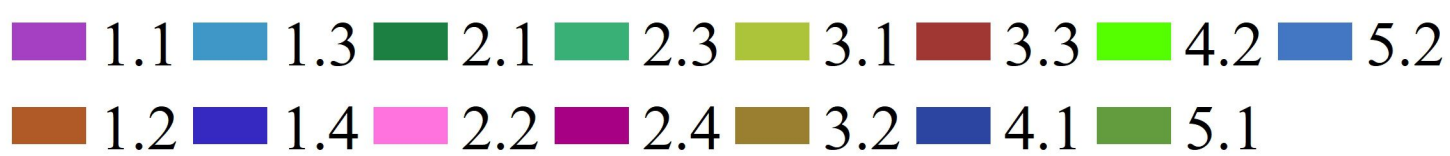
42°0'0"N

41°30'0"N

41°0'0"N

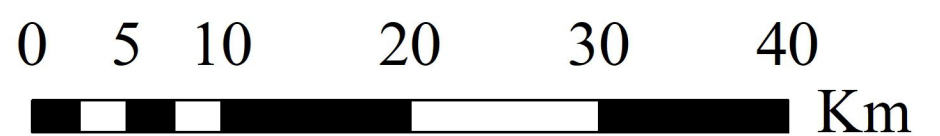


### Legenda

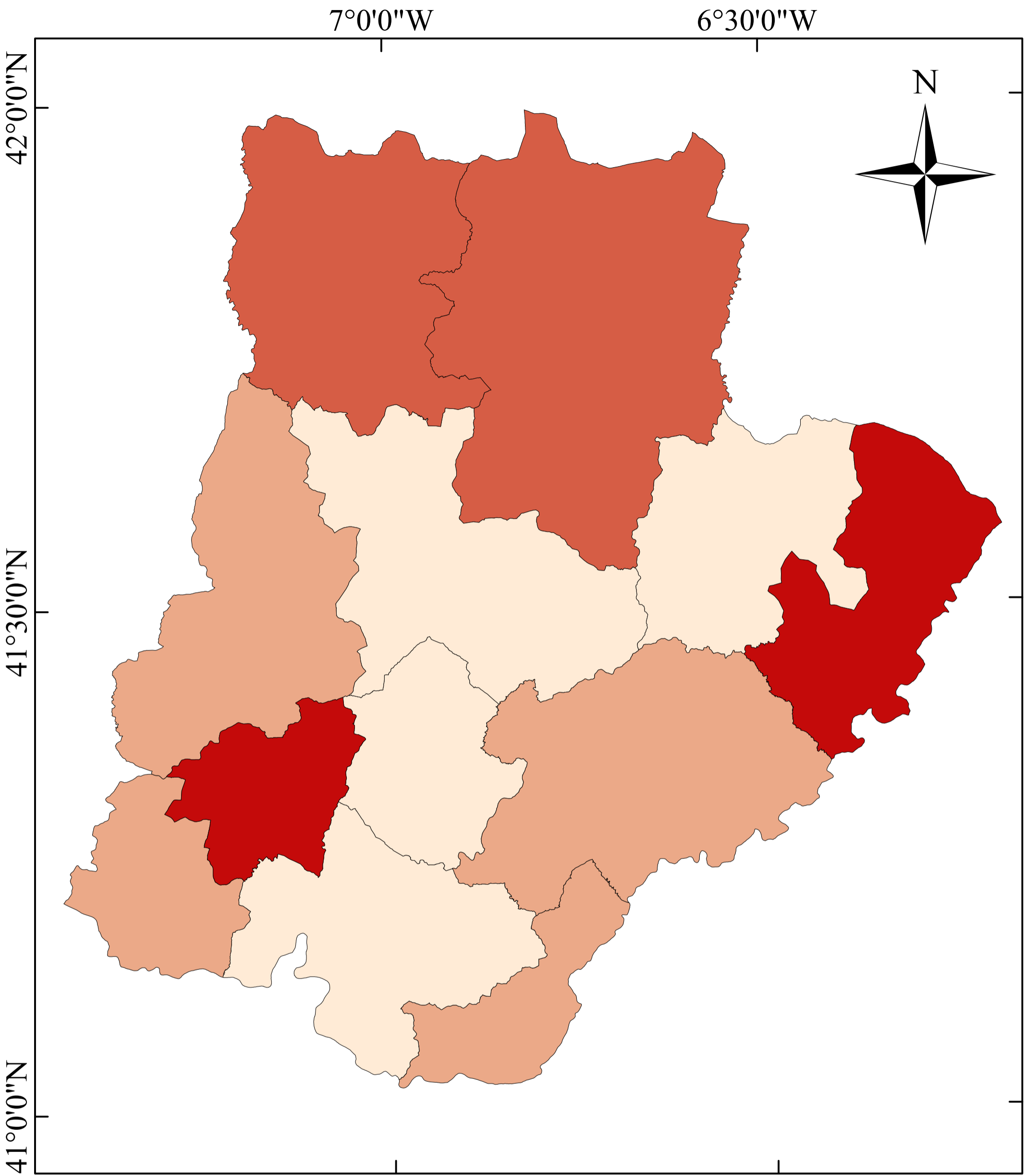


Projeção: Transversa de Mercator

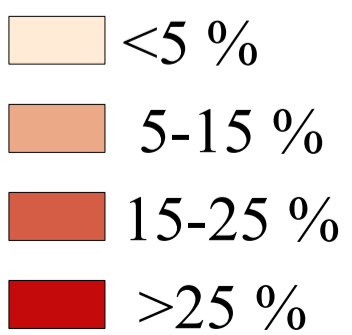
Datum: ETRS89/PT-TM06



**ANEXO 4 – Uso e ocupação do solo em 2007, no Distrito de Bragança, Portugal:  
Culturas temporárias.**

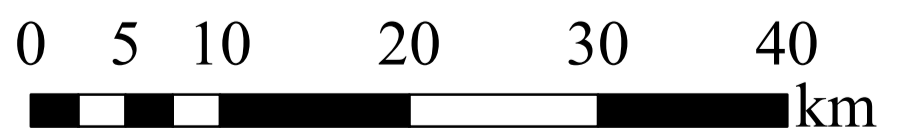


## 2.1 Culturas temporárias

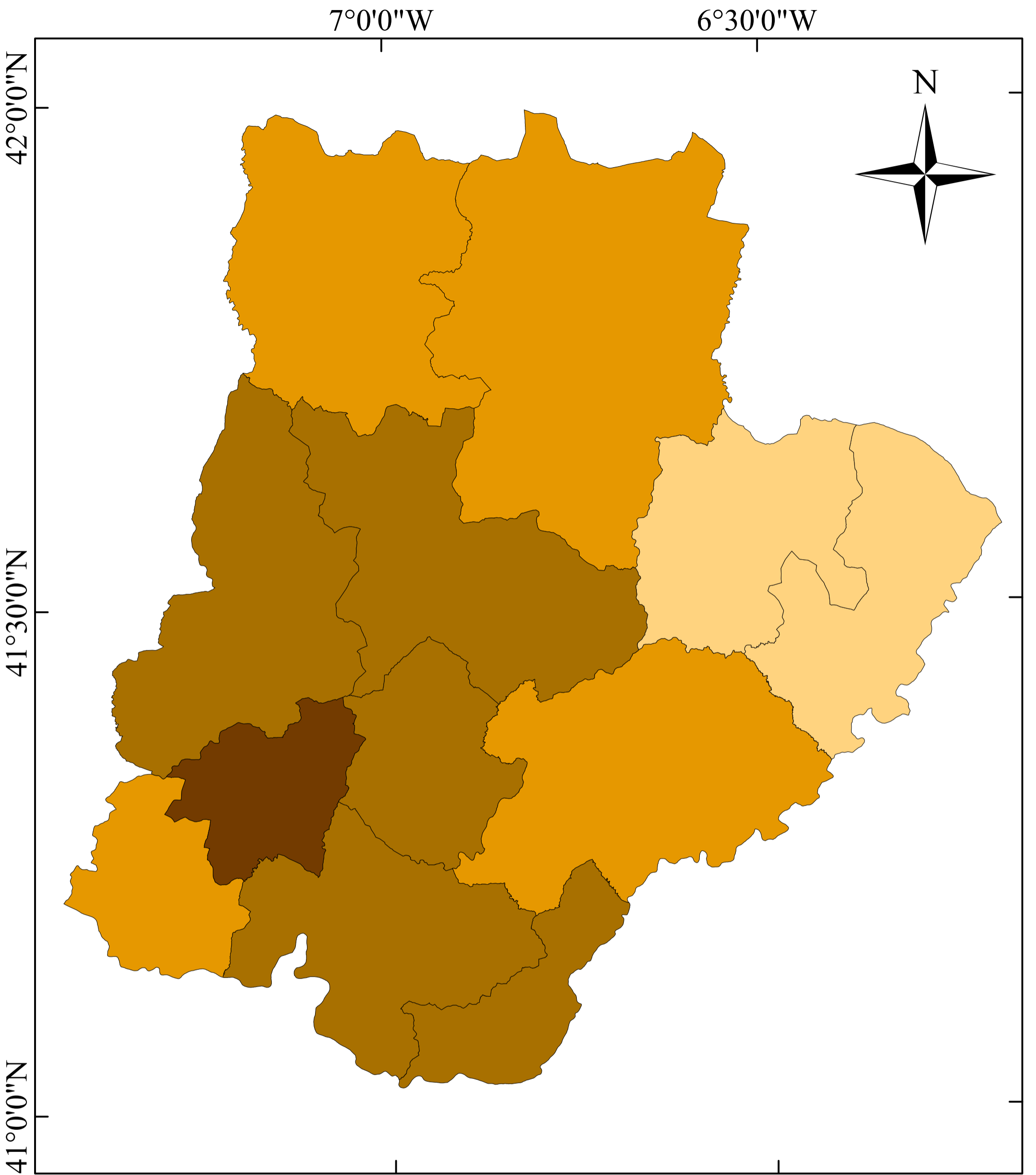


Projeção: Transversa de Mercator

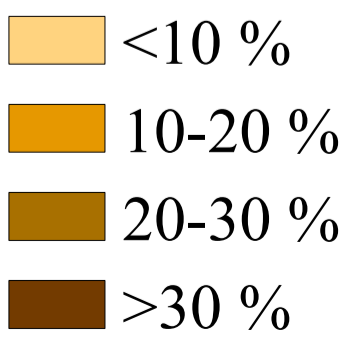
Datum: ETRS89/PT-TM06



**ANEXO 5 – Uso e ocupação do solo em 2007, no Distrito de Bragança, Portugal:  
Culturas permanentes.**

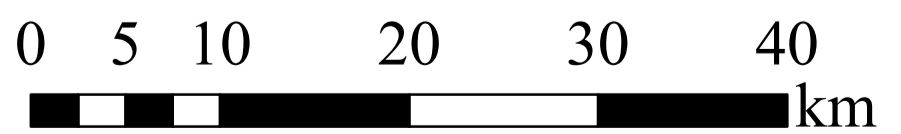


## 2.2 Culturas permanentes

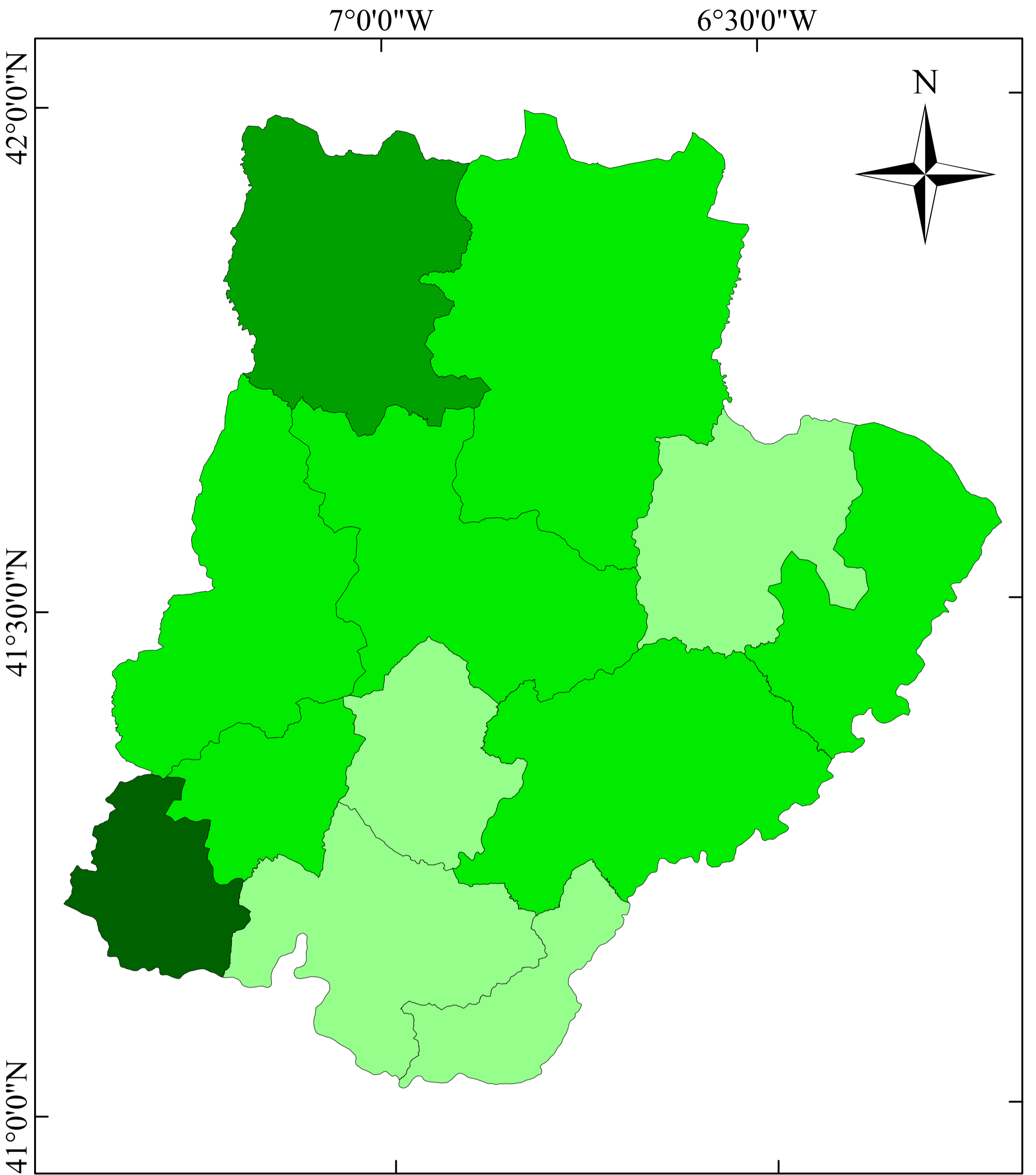


Projeção: Transversa de Mercator

Datum: ETRS89/PT-TM06



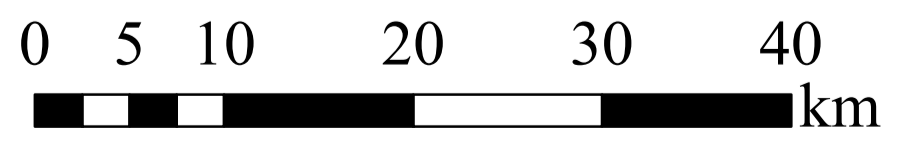
**ANEXO 6 - Uso e ocupação do solo em 2007, no Distrito de Bragança, Portugal:  
Florestas.**



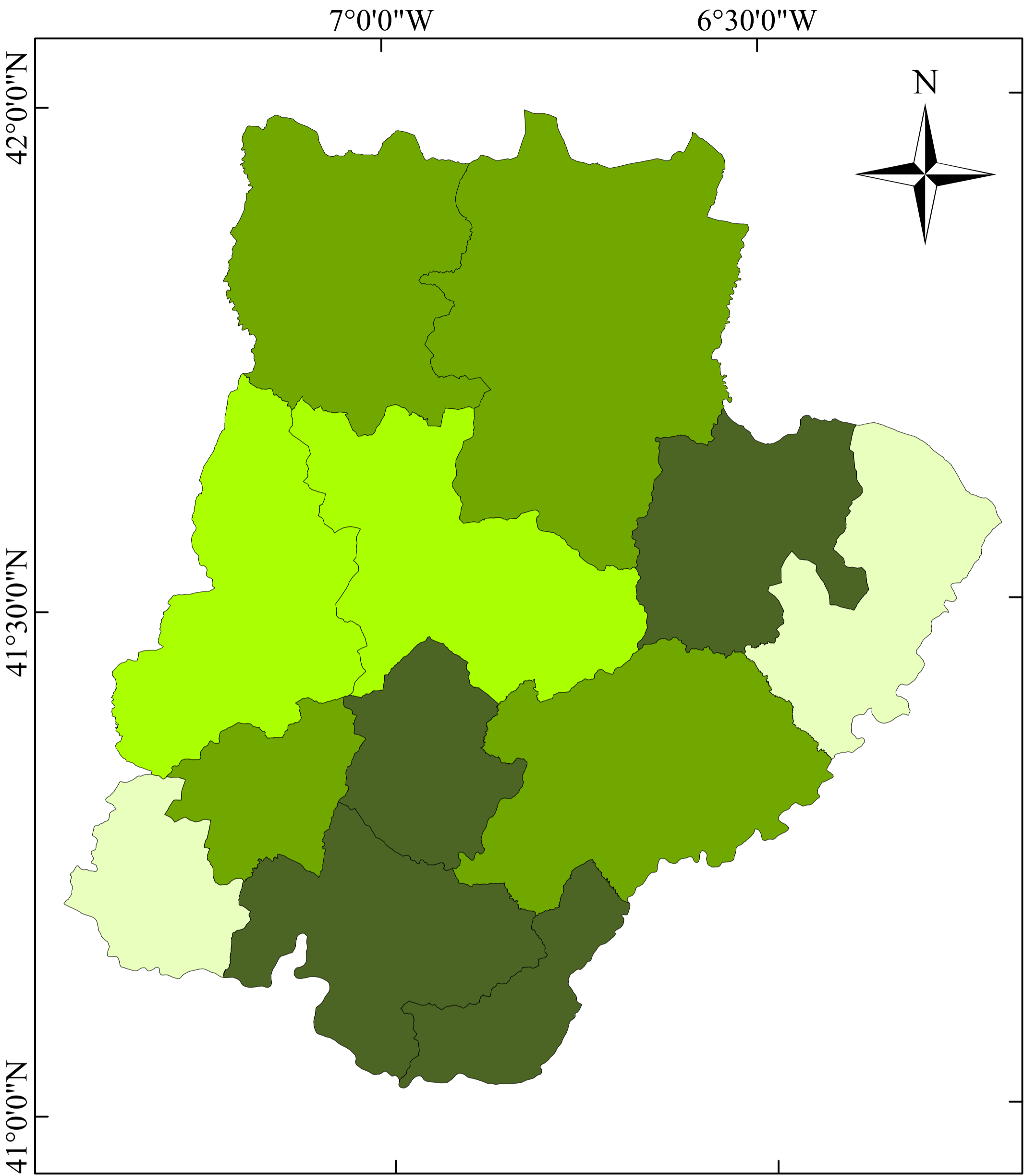
### 3.1 Florestas

- <15 %
- 15-20 %
- 20-25 %
- >25 %





Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06



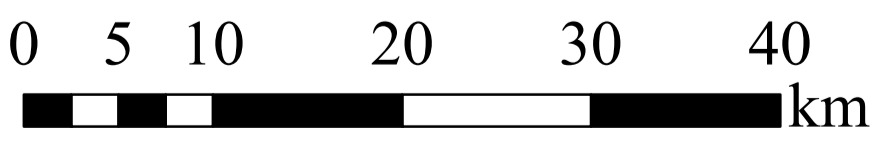
**ANEXO 7 – Uso e ocupação do solo em 2007, no Distrito de Bragança, Portugal:  
Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea.**



**3.2 Florestas abertas e  
vegetação arbustiva e  
herbácea**

-  <35 %
-  35-40 %
-  40-45 %
-  >45 %

Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06



**ANEXO 8 – Carta de Uso e Ocupação do Solo do distrito de Bragança para 2007-  
Nível 5.**

# Carta de Uso e Ocupação do Solo 2007

## Distrito de Bragança- Nível 5

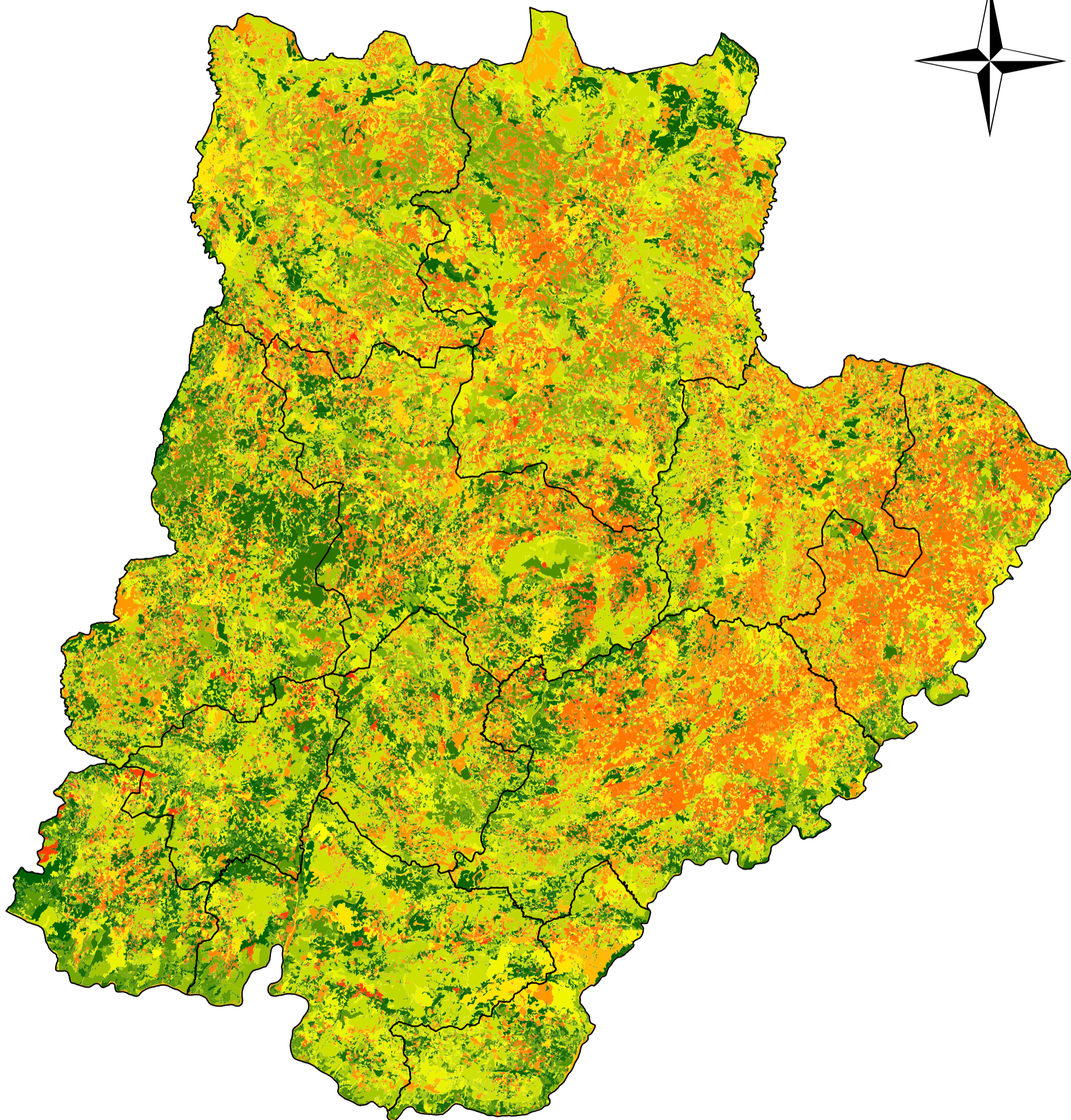
7°0'0"W

6°30'0"W

42°0'0"N

41°30'0"N

41°0'0"N








































































































































































Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

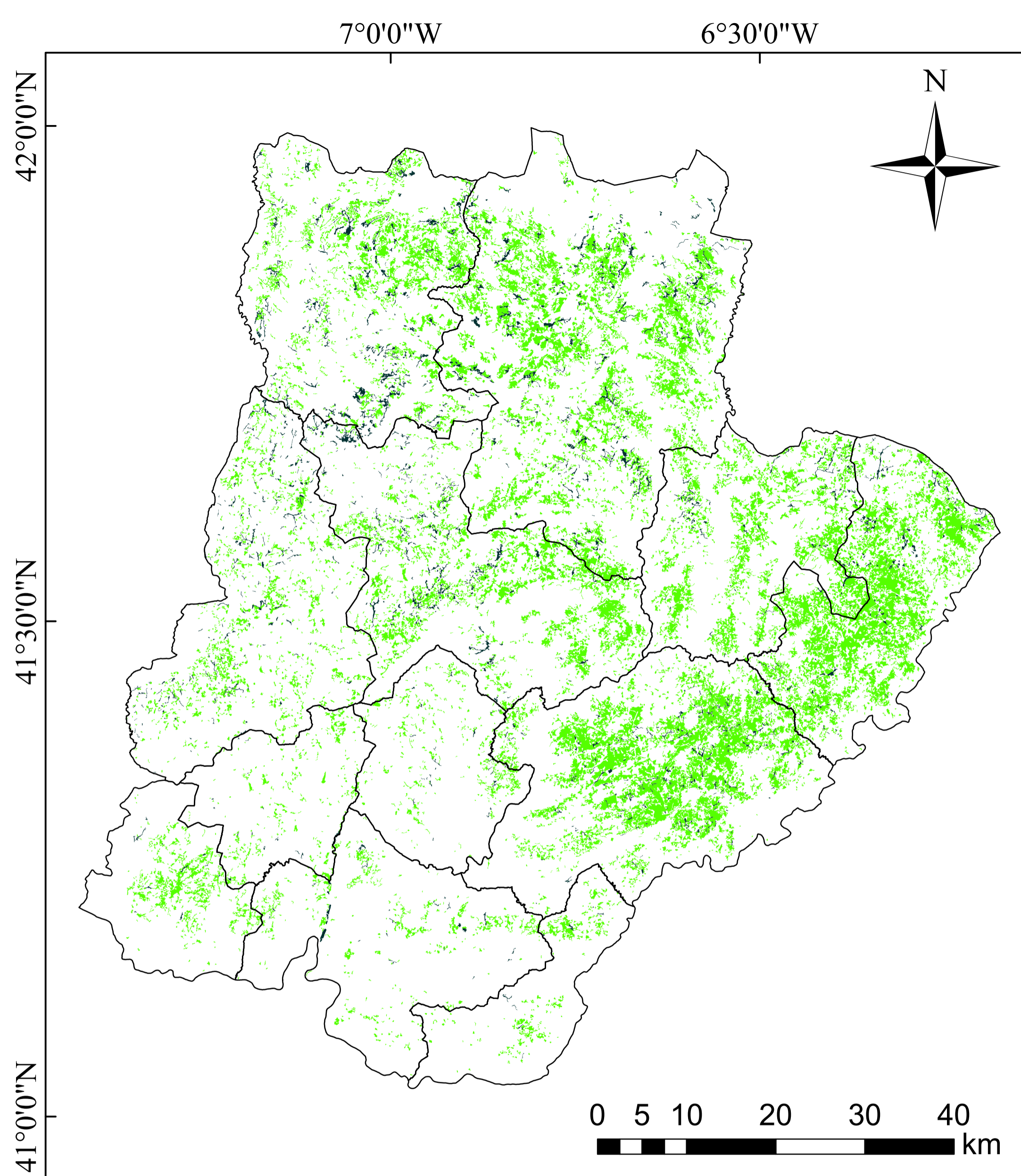
0 5 10 20 30 40  
km

A horizontal scale bar with alternating black and white segments, marked with the numbers 0, 5, 10, 20, 30, and 40, followed by the unit 'km'.

# Legenda

	1.1.1.01.1		2.2.2.01.1		2.4.4.01.5		3.1.2.01.2		3.2.4.02.7
	1.1.1.02.1		2.2.2.01.2		2.4.4.01.6		3.1.2.01.3		3.2.4.03.1
	1.1.1.03.1		2.2.2.01.3		2.4.4.02.1		3.1.2.02.1		3.2.4.03.2
	1.1.2.01.1		2.2.2.01.5		2.4.4.02.2		3.1.2.02.2		3.2.4.03.3
	1.1.2.02.1		2.2.2.01.6		2.4.4.02.3		3.1.2.02.3		3.2.4.04.1
	1.2.1.01.1		2.2.2.02.1		2.4.4.02.4		3.1.3.01.1		3.2.4.04.2
	1.2.1.02.1		2.2.2.02.2		2.4.4.02.5		3.1.3.01.2		3.2.4.05.1
	1.2.1.03.1		2.2.2.02.3		2.4.4.02.6		3.1.3.01.3		3.2.4.05.3
	1.2.1.04.1		2.2.2.02.6		2.4.4.03.1		3.1.3.01.4		3.2.4.05.4
	1.2.1.05.1		2.2.2.03.1		2.4.4.03.2		3.1.3.01.5		3.2.4.05.7
	1.2.1.05.2		2.2.2.03.2		2.4.4.03.3		3.1.3.01.7		3.2.4.05.8
	1.2.1.06.1		2.2.2.03.3		2.4.4.03.4		3.1.3.01.8		3.2.4.06.1
	1.2.1.07.1		2.2.2.03.5		2.4.4.03.6		3.1.3.02.1		3.2.4.06.2
	1.2.2.01.1		2.2.2.03.6		2.4.4.04.1		3.1.3.02.2		3.2.4.06.3
	1.2.4.02.1		2.2.3.01.1		2.4.4.04.2		3.1.3.02.3		3.2.4.06.4
	1.3.1.01.1		2.2.3.02.1		2.4.4.04.3		3.1.3.02.4		3.2.4.07.1
	1.3.1.02.1		2.2.3.03.1		2.4.4.04.4		3.2.1.01.1		3.2.4.08.1
	1.3.2.02.1		2.3.1.01.1		2.4.4.04.5		3.2.2.01.1		3.2.4.08.2
	1.3.3.01.1		2.4.1.01.1		2.4.4.04.6		3.2.2.02.1		3.2.4.09.1
	1.3.3.02.1		2.4.1.01.2		3.1.1.01.1		3.2.3.01.1		3.2.4.10.1
	1.4.1.01.1		2.4.1.01.3		3.1.1.01.2		3.2.3.02.1		3.3.1.01.1
	1.4.1.02.1		2.4.1.02.1		3.1.1.01.3		3.2.4.01.1		3.3.2.01.1
	1.4.2.01.2		2.4.1.02.2		3.1.1.01.4		3.2.4.01.2		3.3.3.01.1
	1.4.2.02.1		2.4.1.02.3		3.1.1.01.5		3.2.4.01.3		3.3.4.01.1
	1.4.2.02.2		2.4.1.03.1		3.1.1.01.6		3.2.4.01.4		4.1.1.01.1
	1.4.2.03.1		2.4.1.03.2		3.1.1.01.7		3.2.4.01.5		4.2.2.02.1
	2.1.1.01.1		2.4.1.03.3		3.1.1.02.1		3.2.4.01.6		5.1.1.01.1
	2.1.1.02.1		2.4.2.01.1		3.1.1.02.2		3.2.4.01.7		5.1.2.01.1
	2.1.2.01.1		2.4.3.01.1		3.1.1.02.3		3.2.4.02.1		5.1.2.01.2
	2.1.3.01.1		2.4.4.01.1		3.1.1.02.4		3.2.4.02.2		5.1.2.02.1
	2.2.1.01.1		2.4.4.01.2		3.1.1.02.5		3.2.4.02.3		5.1.2.03.1
	2.2.1.02.1		2.4.4.01.3		3.1.1.02.7		3.2.4.02.4		5.1.2.03.2
	2.2.1.03.1		2.4.4.01.4		3.1.2.01.1		3.2.4.02.5		5.2.2.01.1

**ANEXO 9 – Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança,  
Portugal (COS 2007, nível 5): Culturas temporárias de regadio e de sequeiro**

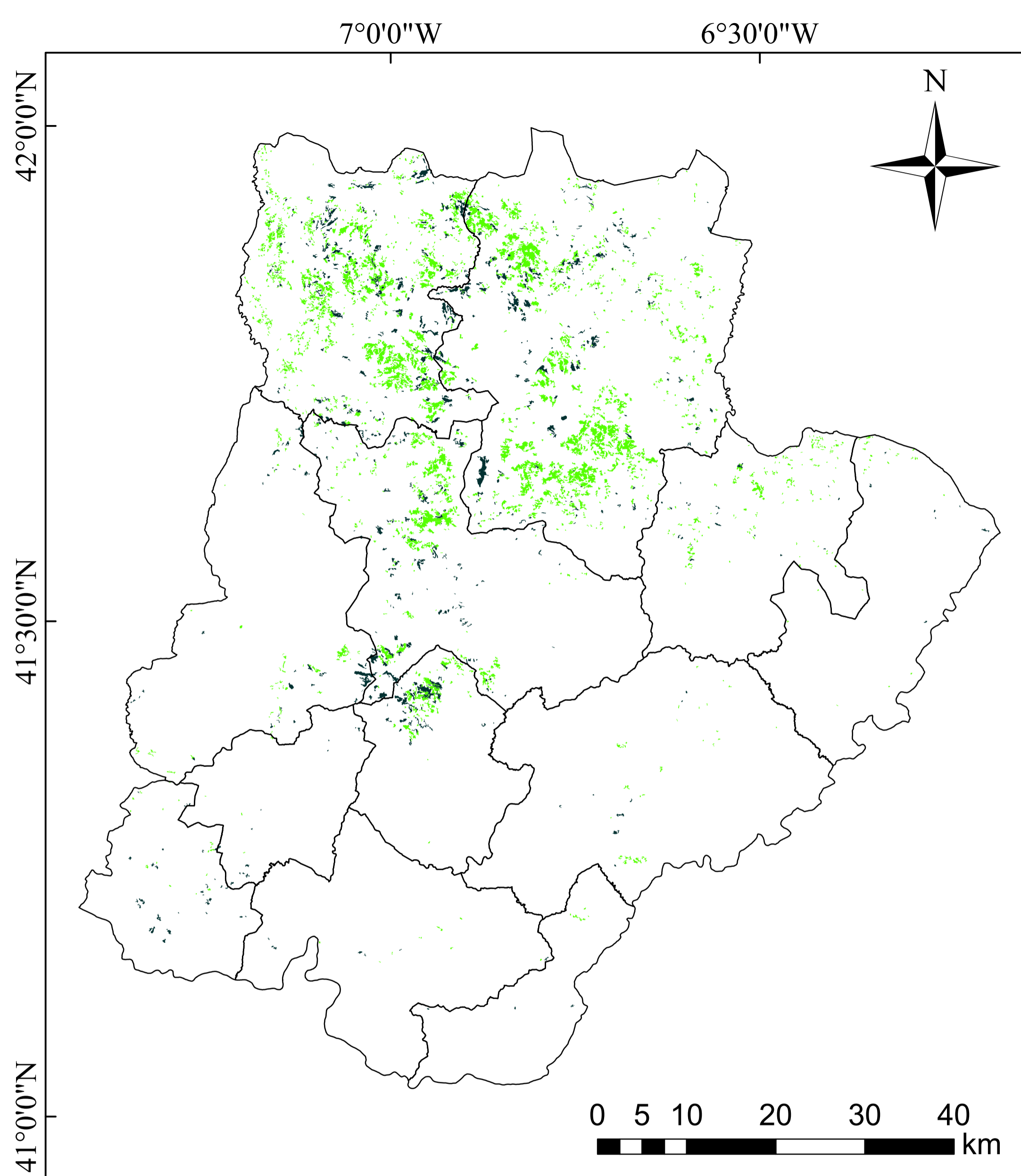


## Legenda

- Culturas temporárias de sequeiro
- Culturas temporárias de regadio
- Limite Distrito de Bragança

Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

**ANEXO 10 – Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança,  
Portugal (COS 2007, nível 5): Classes com castanheiros.**



### Legenda

- Pomares de castanheiro
- Florestas de castanheiro
- Limite Distrito de Bragança

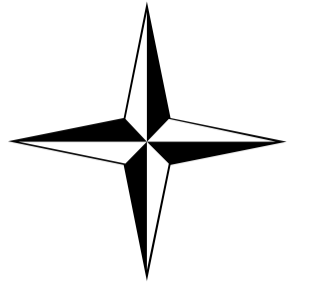
Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

**ANEXO 11 – Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança,  
Portugal (COS 2007, nível 5): Vinhas.**

7°0'0"W

6°30'0"W

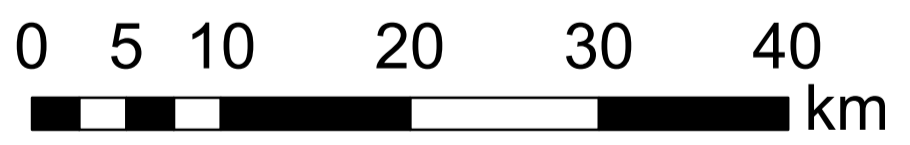
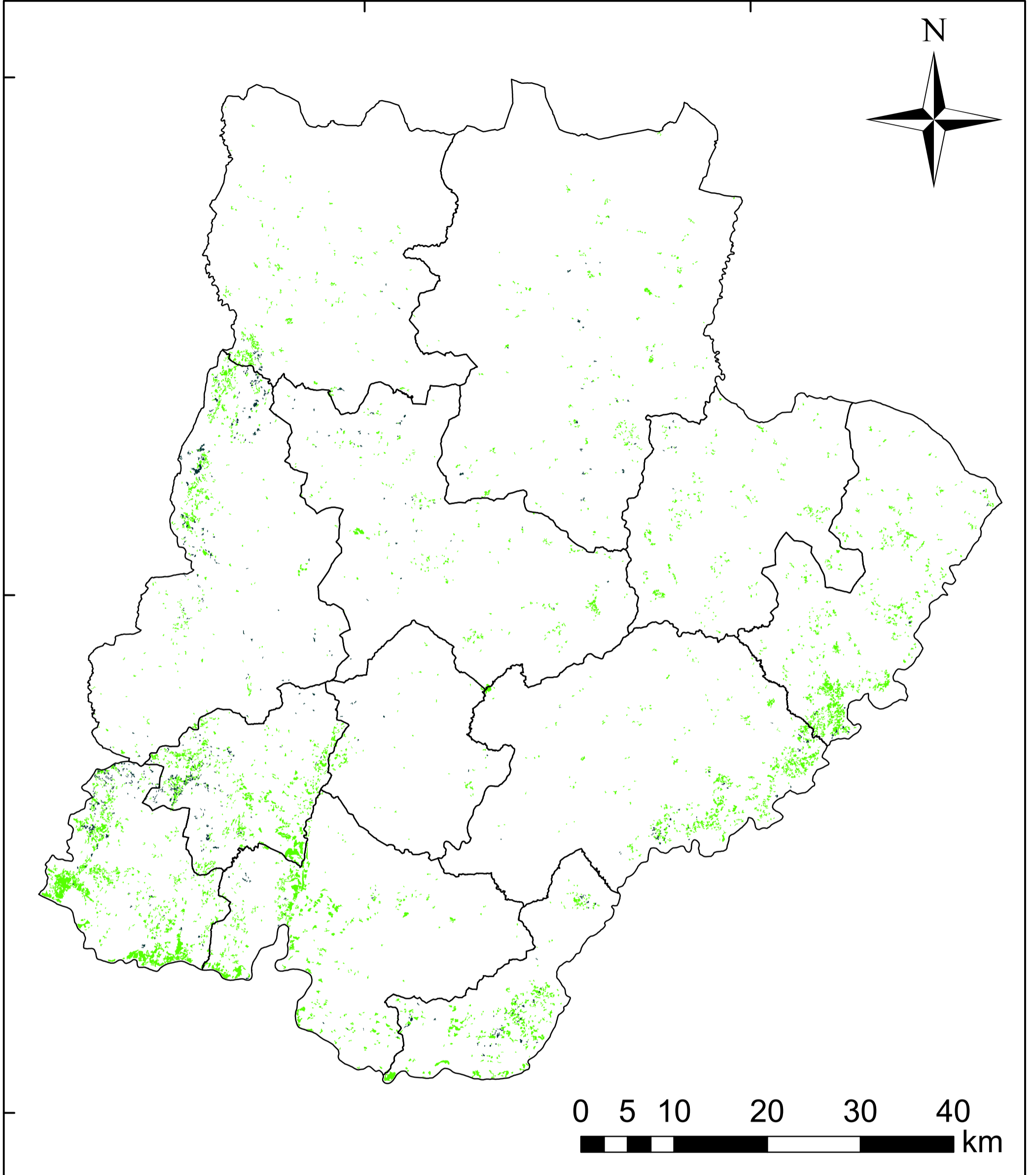
N






42°0'0"N

41°30'0"N

41°0'0"N



### Legenda

-  Vinhas
-  Vinhas com associadas
-  Limite Distrito de Bragança

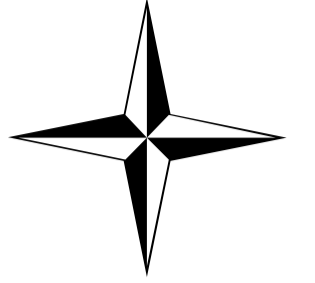
Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

**ANEXO 12 – Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança,  
Portugal (COS 2007, nível 5): Olivais.**

7°0'0"W

6°30'0"W

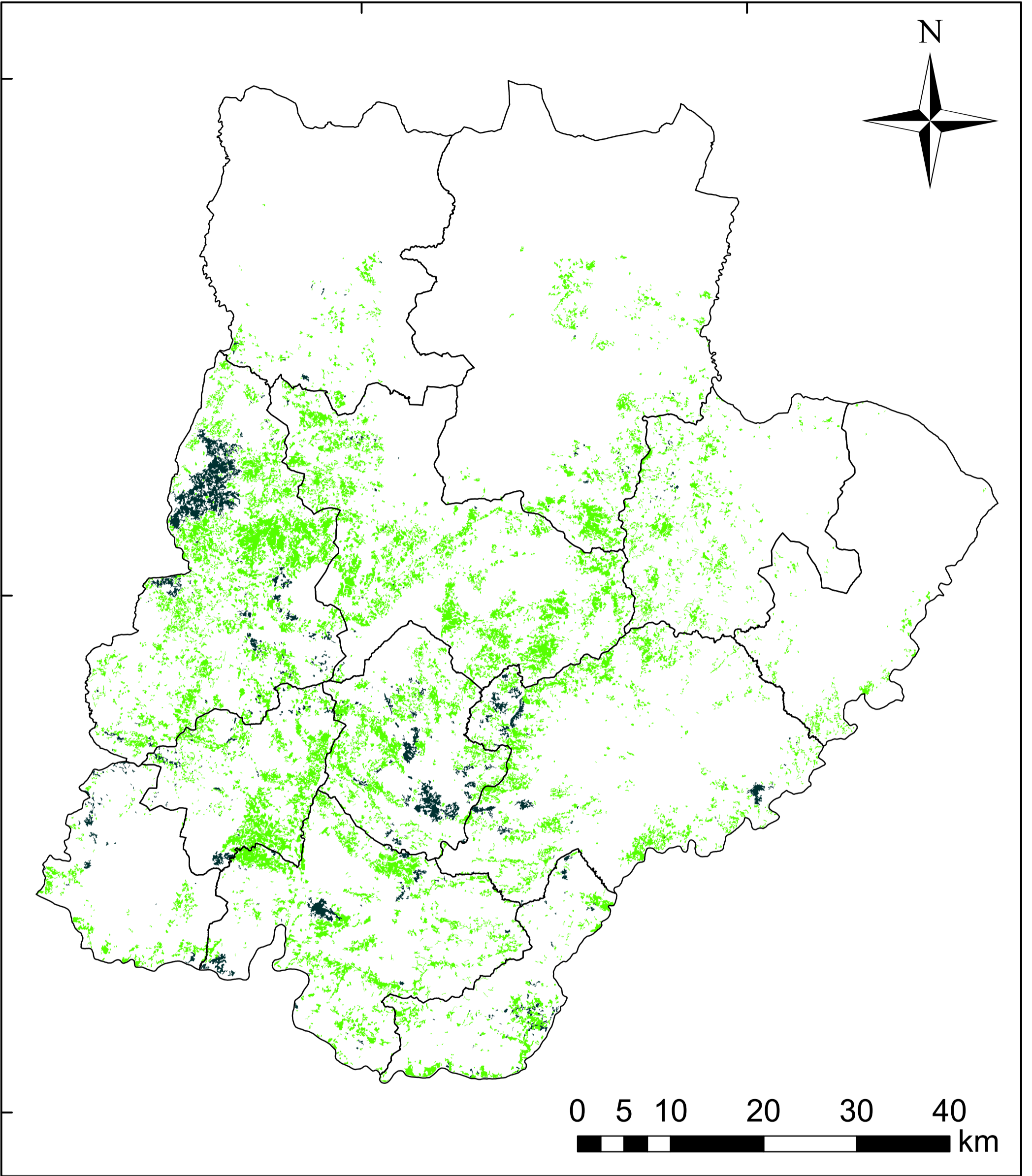
N



42°0'0"N




41°30'0"N

41°0'0"N



0 5 10 20 30 40 km

### Legenda

-  Olivais
-  Olivais com associadas
-  Limite Distrito de Bragança

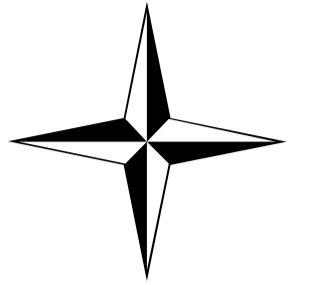
Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

**ANEXO 13 – Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança,  
Portugal (COS 2007, nível 5): Florestas.**

7°0'0"W

6°30'0"W

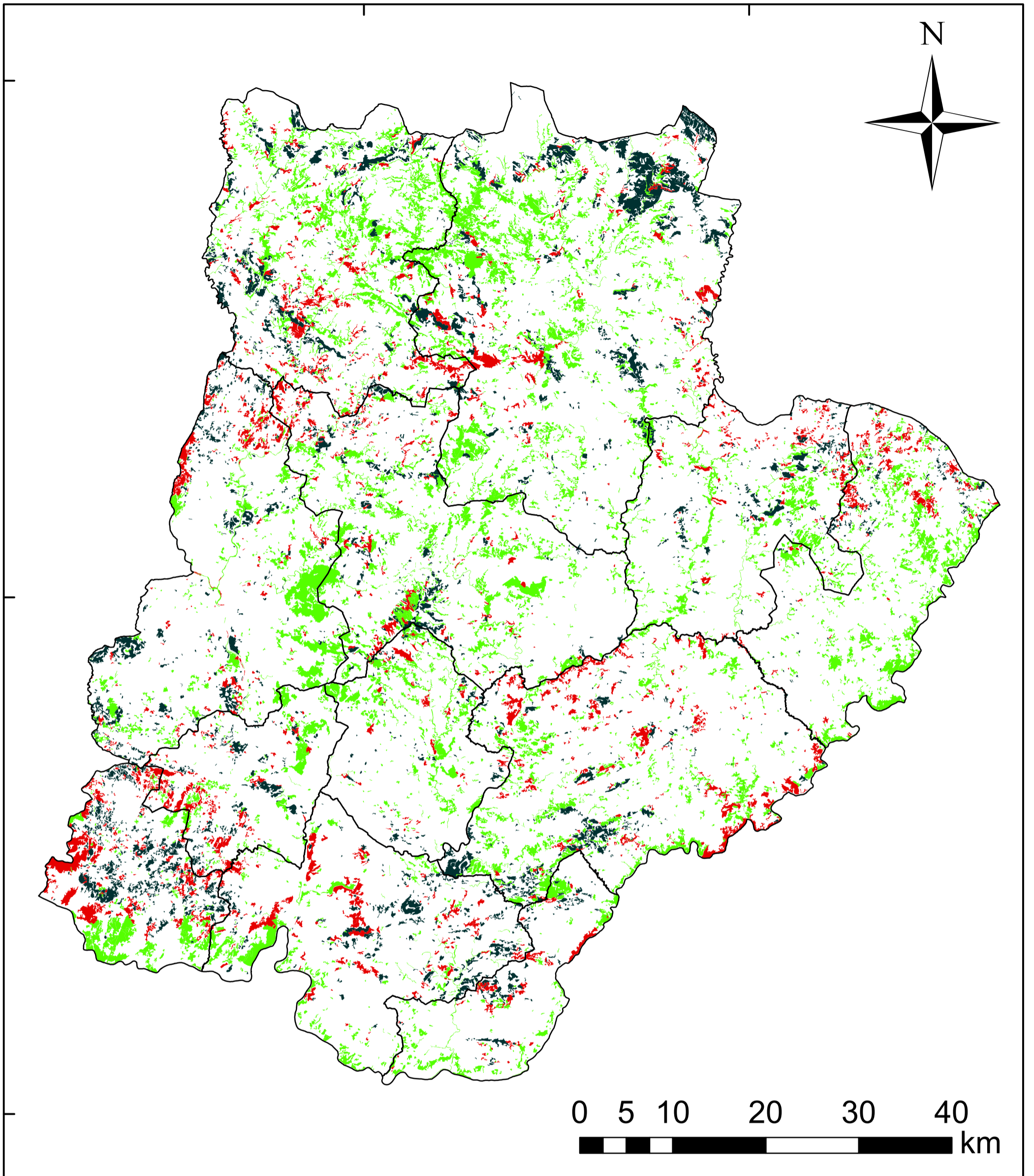
N



42°0'0"N





41°30'0"N

41°0'0"N



0 5 10 20 30 40 km

**Legenda**

-  Florestas de folhosas
-  Florestas de resinosas
-  Florestas mistas
-  Limite Distrito de Bragança

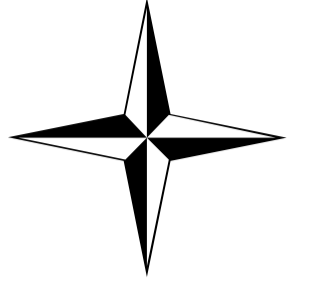
Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

**ANEXO 14 – Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança,  
Portugal (COS 2007, nível 5): Florestas abertas, Novas plantações.**

7°0'0"W

6°30'0"W

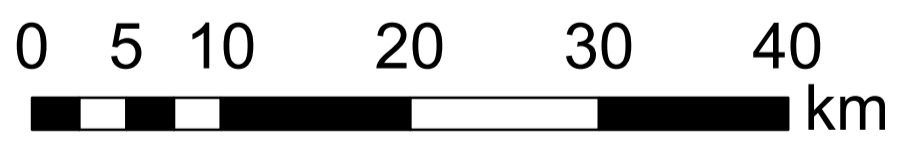
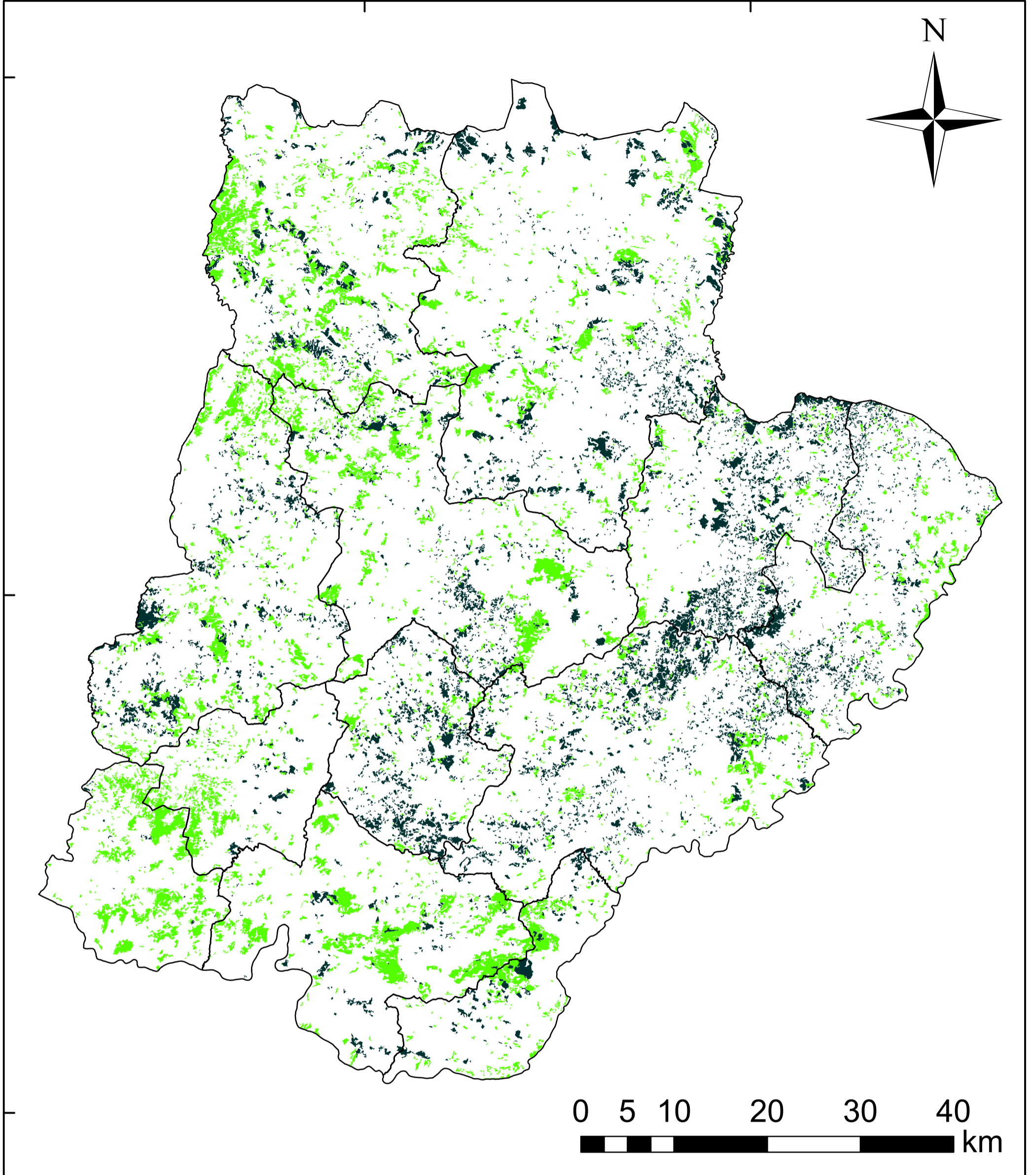
N






42°0'0"N

41°30'0"N

41°0'0"N



**Legenda**

-  Florestas abertas
-  Novas plantações
-  Limite Distrito de Bragança

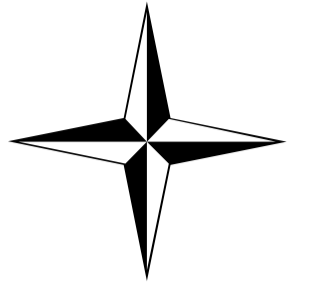
Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

**ANEXO 15 – Distribuição das classes de uso do solo no Distrito de Bragança,  
Portugal (COS 2007, nível 5): Matos, Vegetação esclerófita, Vegetação esparsa e  
Vegetação herbácea natural.**

7°0'0"W

6°30'0"W

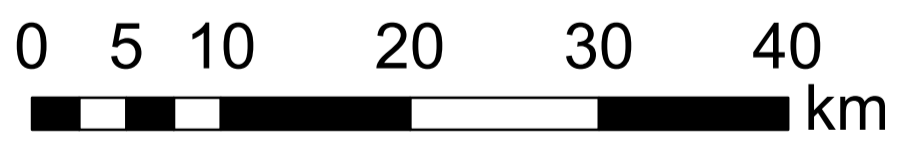
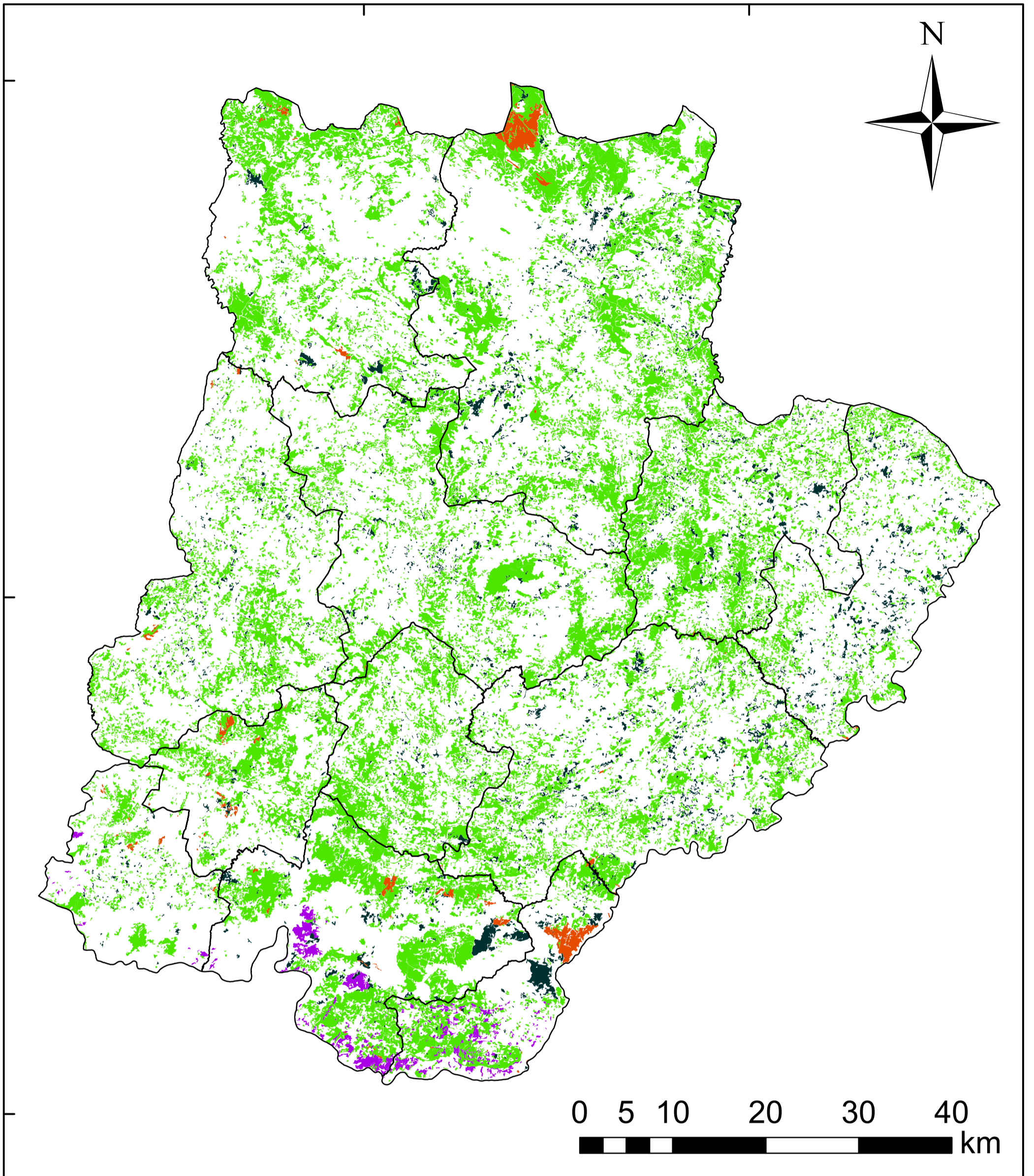
N








42°0'0"N

41°30'0"N

41°0'0"N

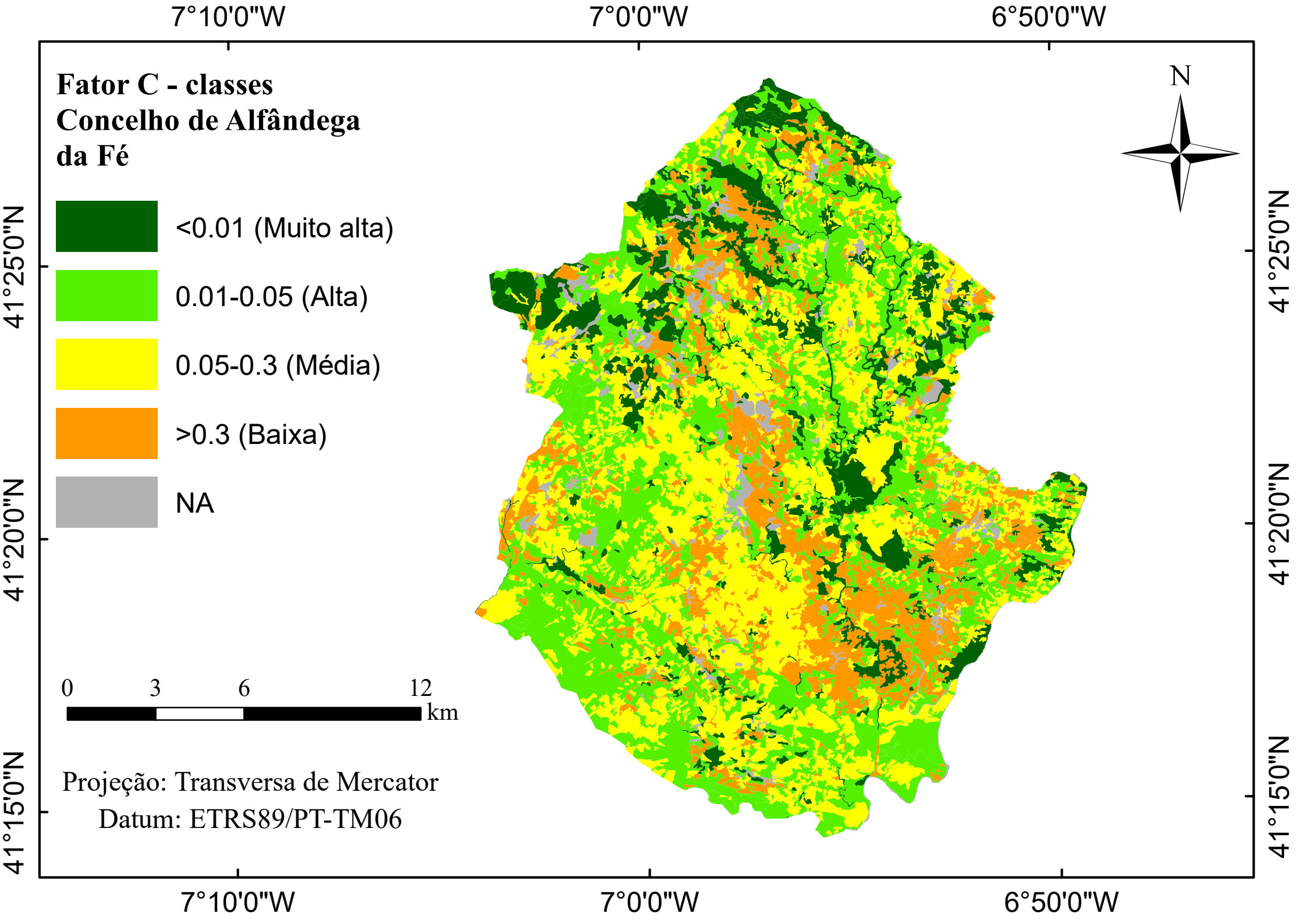


### Legenda

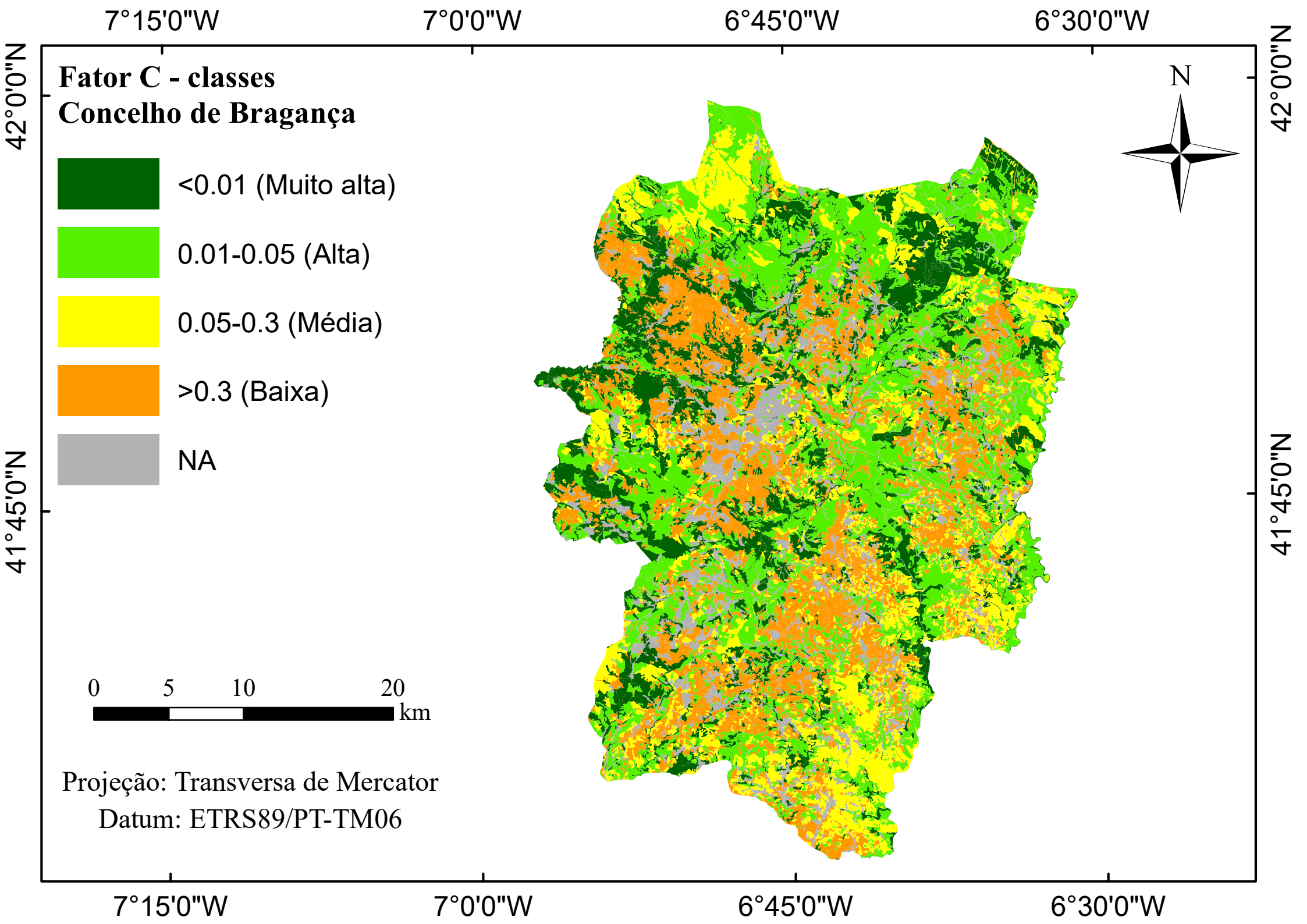
-  Matos
-  Vegetação esclerófita
-  Vegetação esparsa
-  Vegetação herbácea natural
-  Limite Distrito de Bragança

Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

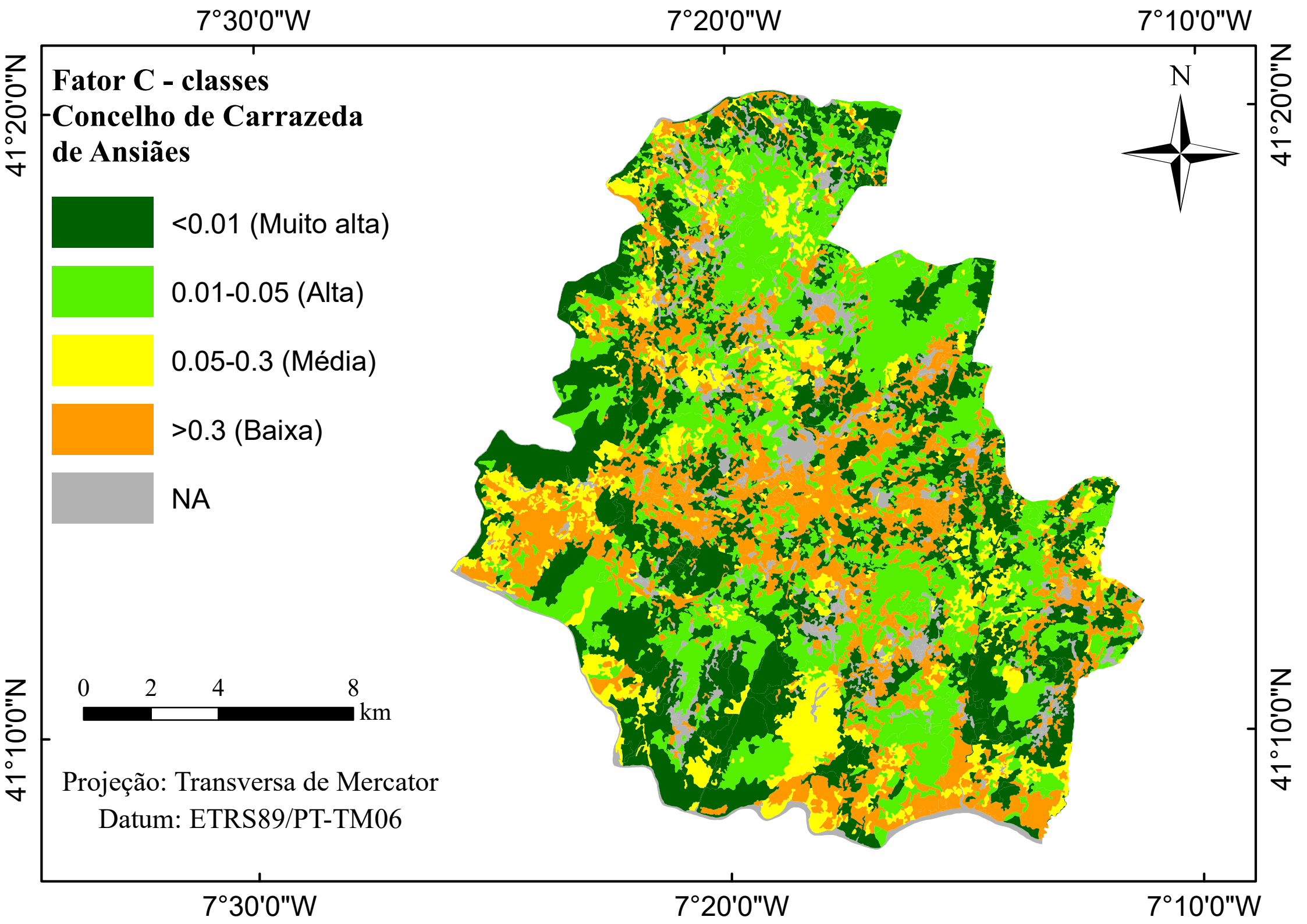
**ANEXO 16 – Carta das Classes do Fator C: Alfândega da Fé.**



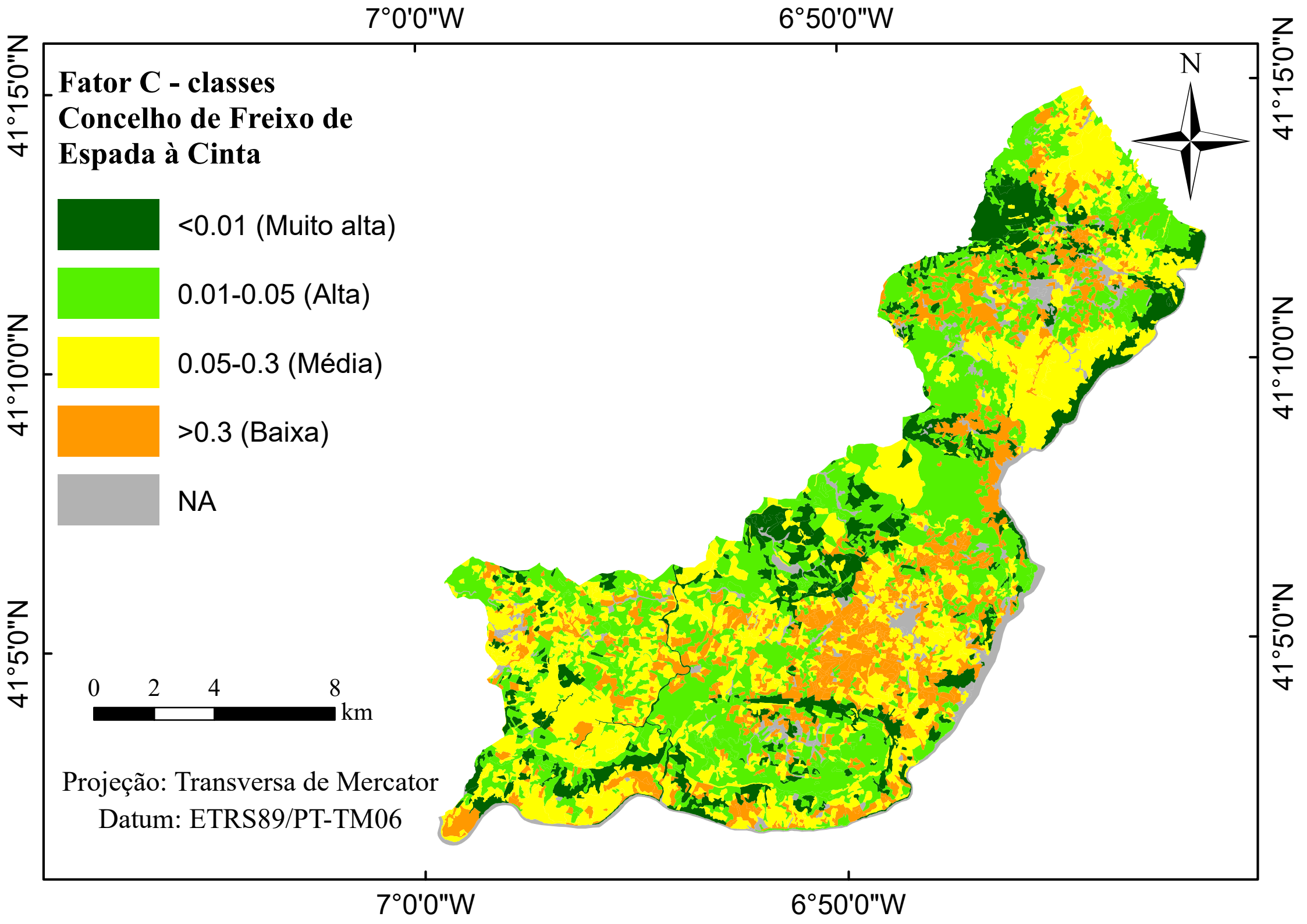
**ANEXO 17 – Carta das Classes do Fator C: Bragança.**



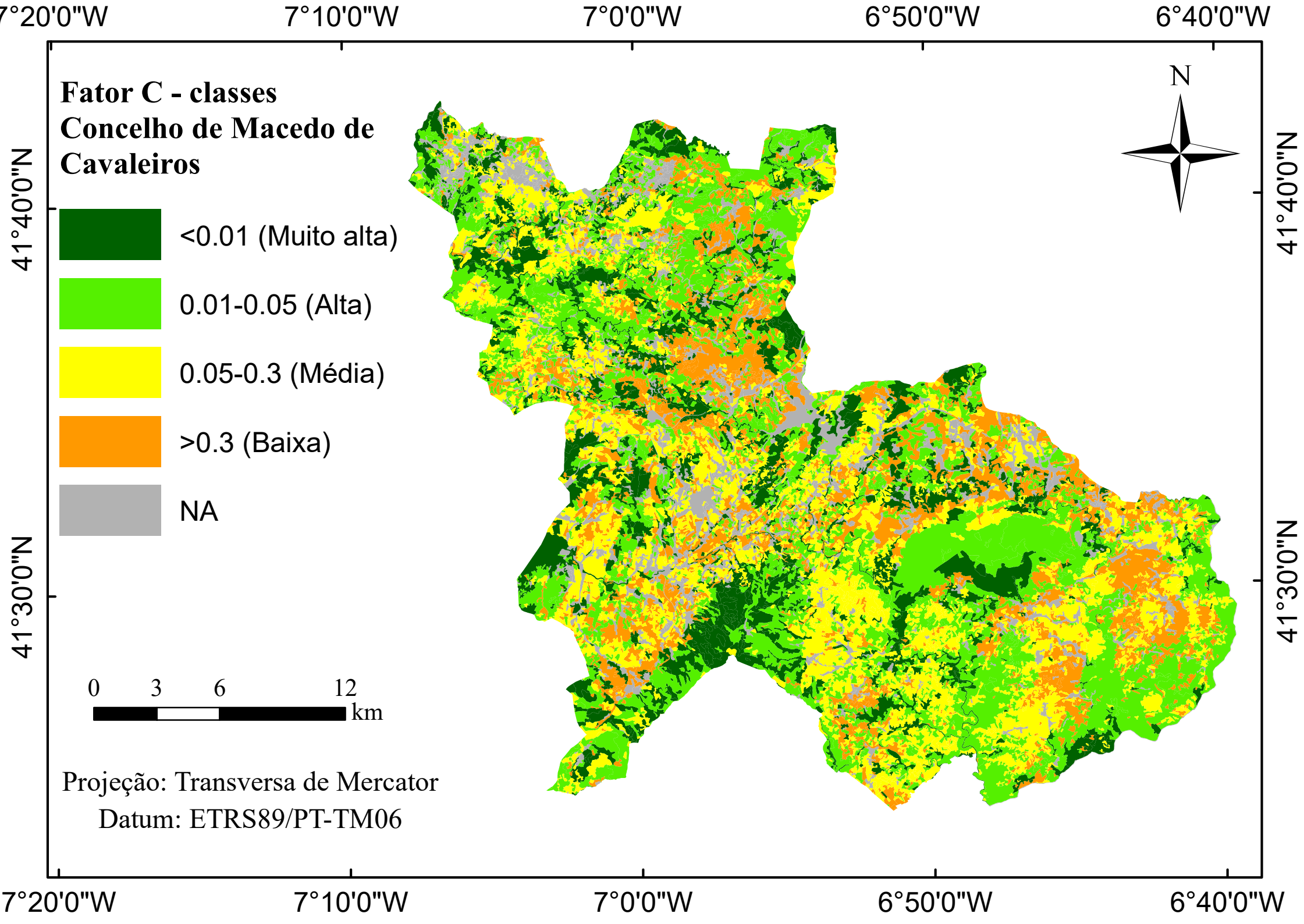
**ANEXO 18 – Carta das Classes do Fator C: Carrazeda de Ansiões.**



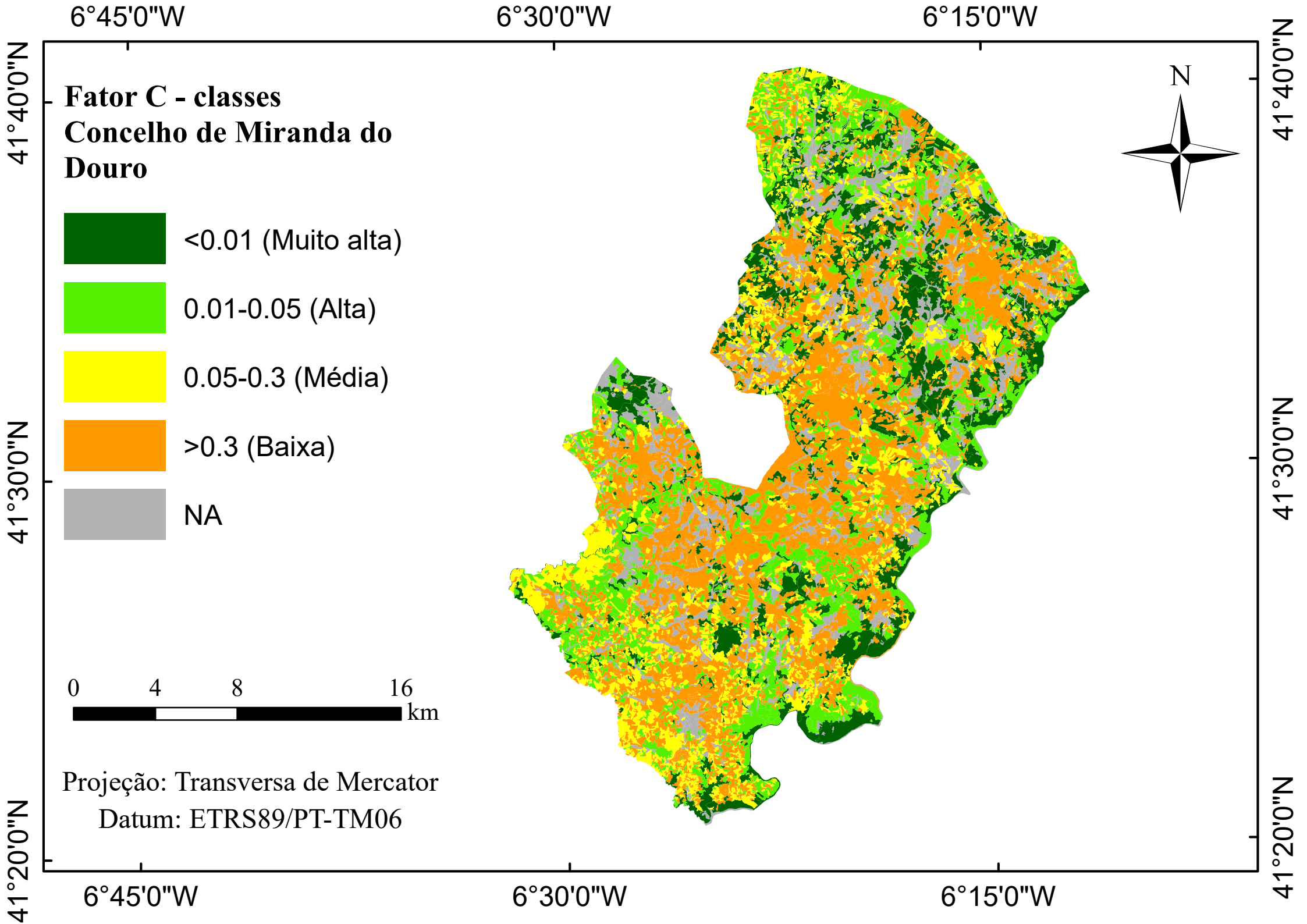
**ANEXO 19 – Carta das Classes do Fator C: Freixo de Espada à Cinta.**



**ANEXO 20 – Carta das Classes do Fator C: Macedo de Cavaleiros.**

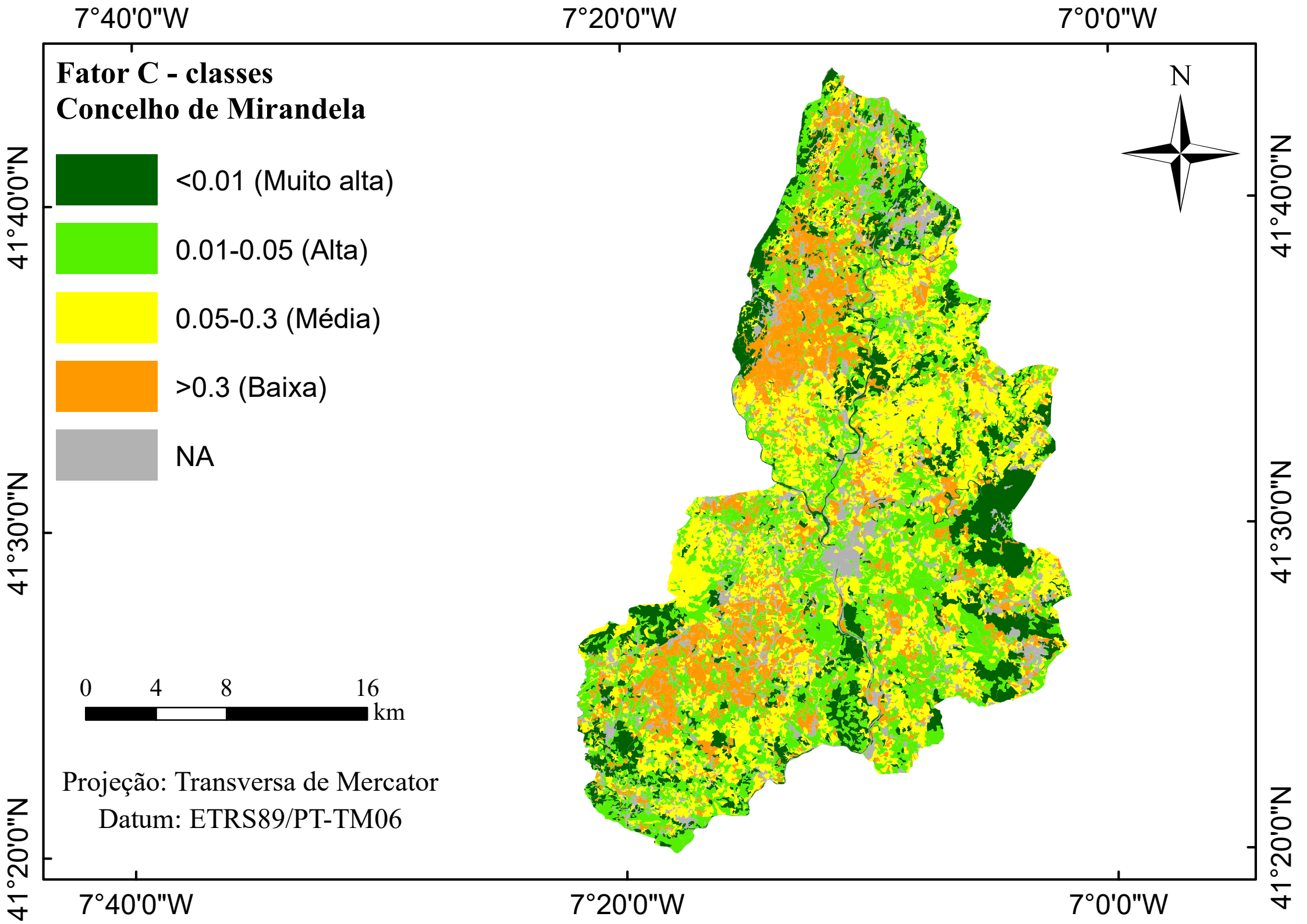


**ANEXO 21 – Carta das Classes do Fator C: Miranda do Douro.**

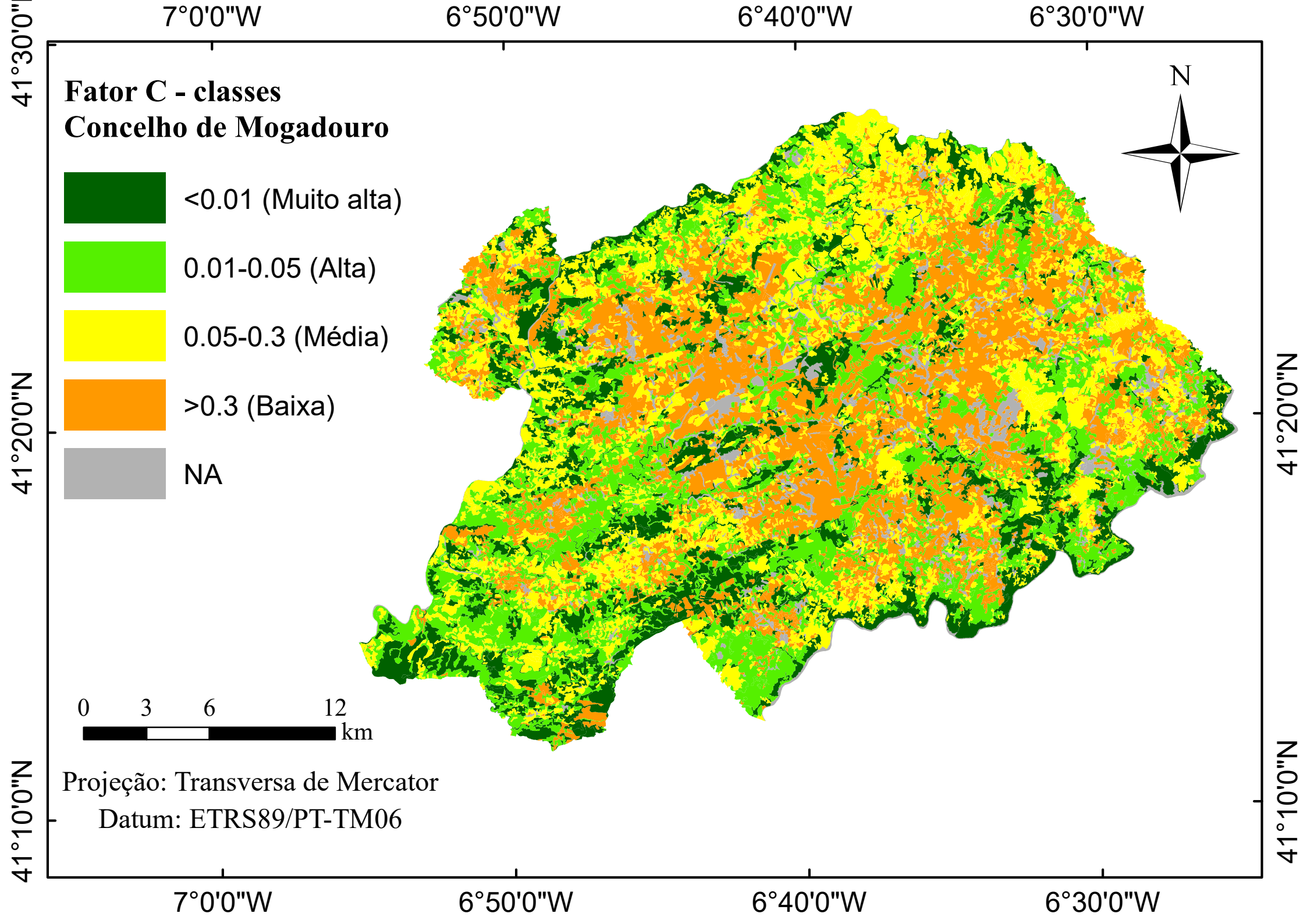


-

**ANEXO 22 – Carta das Classes do Fator C: Mirandela.**



**ANEXO 23 – Carta das Classes do Fator C: Mogadouro.**



**ANEXO 24 – Carta das Classes do Fator C: Torre de Moncorvo.**

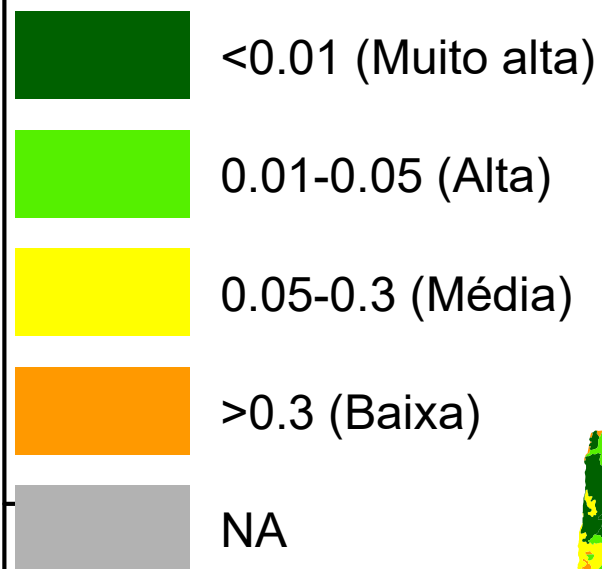
7°20'0"W

7°10'0"W

7°0'0"W

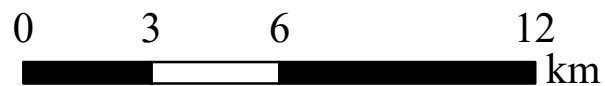
6°50'0"W

**Fator C - classes**  
**Concelho de Torre de**  
**Moncorvo**



41°10'0"N

41°10'0"N



Projeção: Transversa de Mercator

Datum: ETRS89/PT-TM06

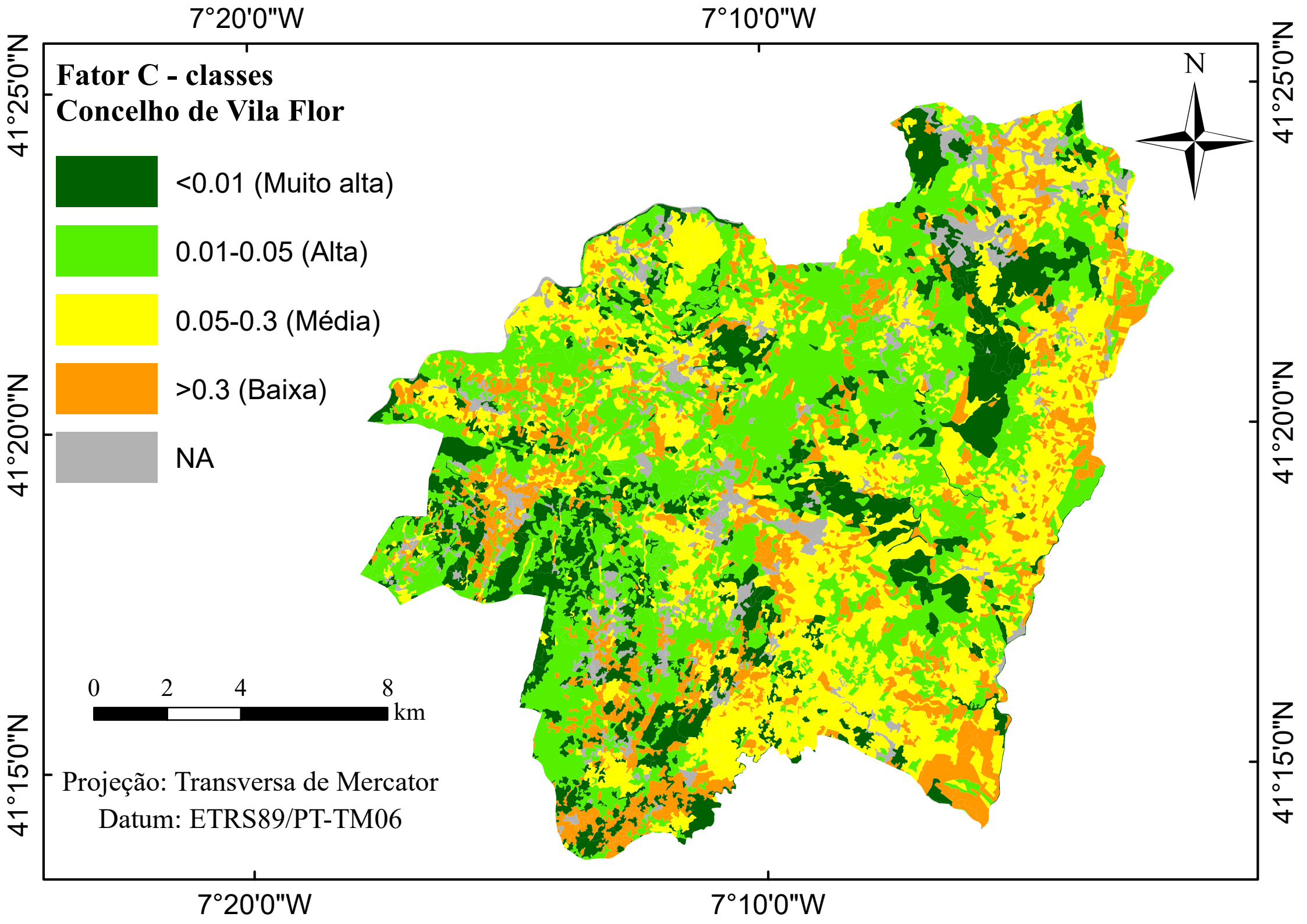
7°20'0"W

7°10'0"W

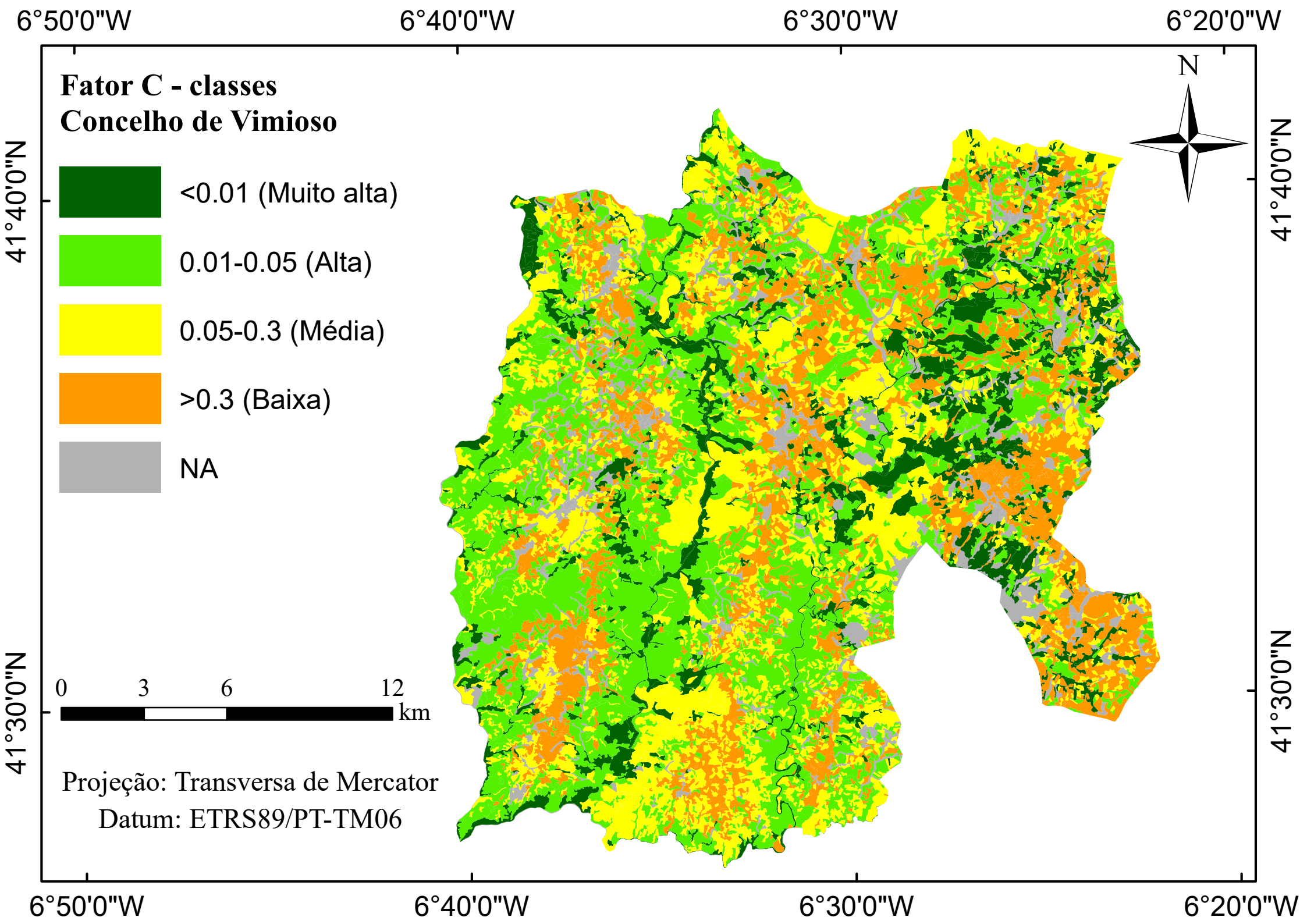
7°0'0"W

6°50'0"W

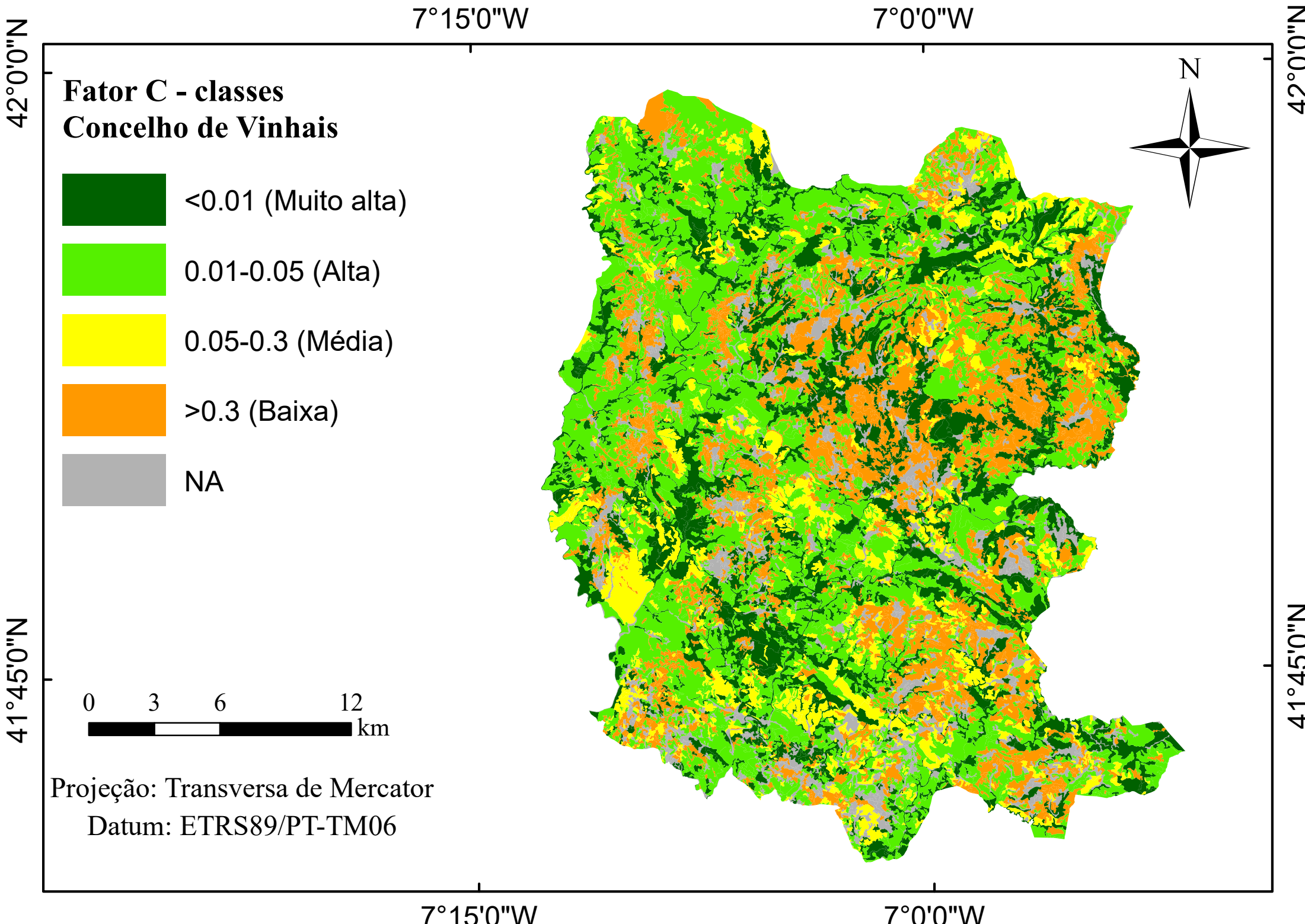
**ANEXO 25 – Carta das Classes do Fator C: Vila Flor.**



**ANEXO 26 – Carta das Classes do Fator C: Vimioso.**



**ANEXO 27 – Carta das Classes do Fator C: Vinhais.**



**ANEXO 28 – - Mapa do fator C (e correspondente grau de proteção do solo contra a erosão) do distrito de Bragança, Portugal.**

8°0'0"W






7°30'0"W

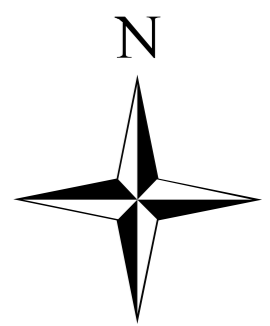
7°0'0"W

6°30'0"W

42°0'0"N

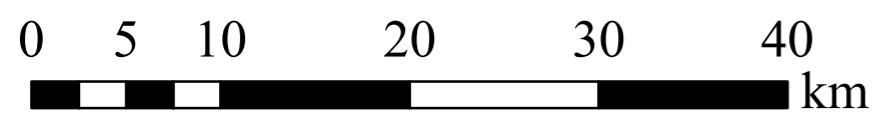
### Fator C - classes

-  <0.01 (Muito alta)
-  0.01-0.05 (Alta)
-  0.05-0.3 (Média)
-  >0.3 (Baixa)
-  NA



41°30'0"N

41°30'0"N



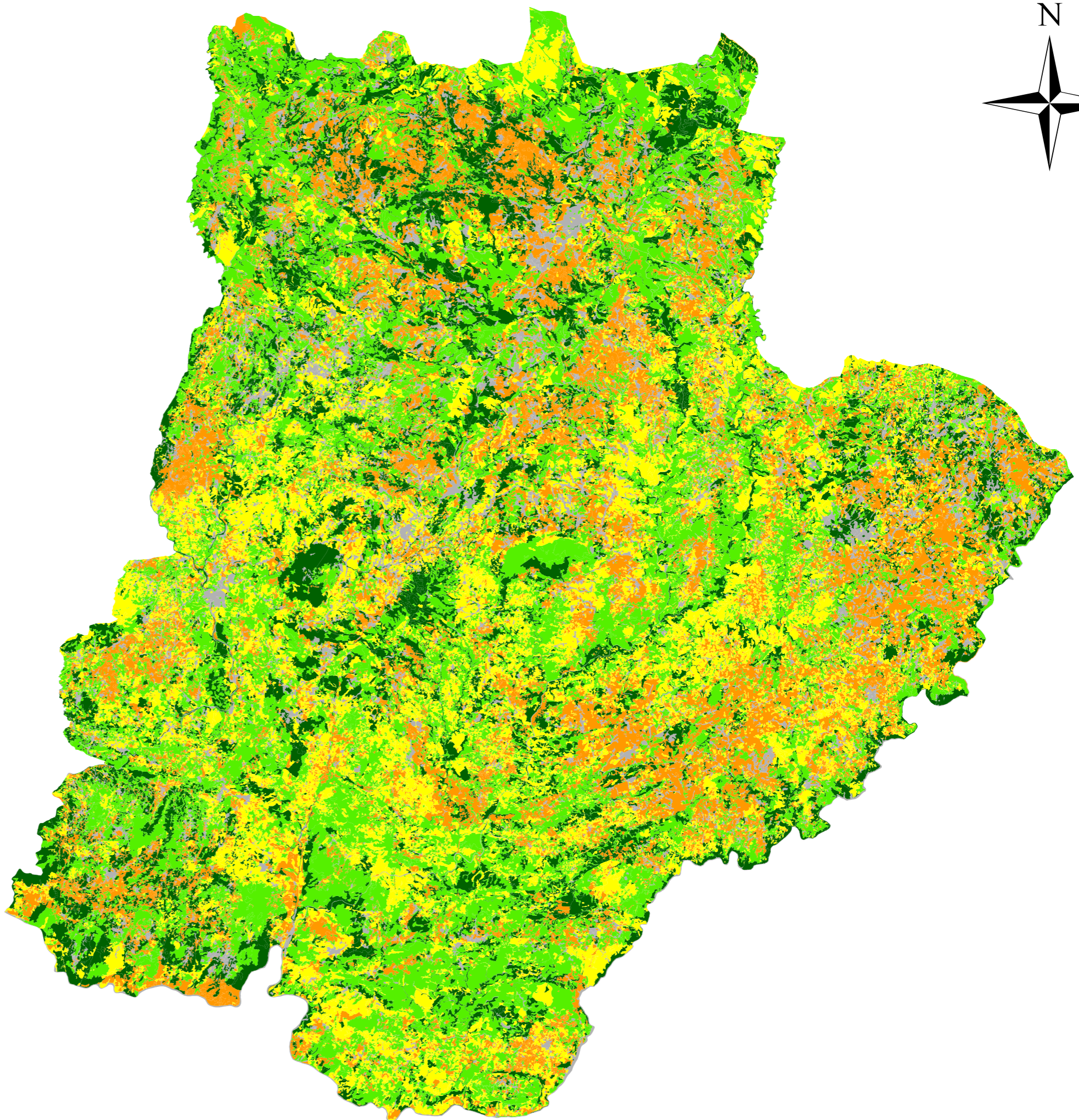
Projeção: Transversa de Mercator  
Datum: ETRS89/PT-TM06

8°0'0"W

7°30'0"W

7°0'0"W

6°30'0"W



**ANEXO 29 – Nomenclatura da Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal  
Continental para 2007 (COS2007)**



Nomenclatura da Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007 (COS2007)

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5		
1 Territórios artificializados	1.1 Tecido urbano	1.1.1 Tecido urbano contínuo	1.1.1.01 Tecido urbano contínuo predominantemente vertical 1.1.1.02 Tecido urbano contínuo predominantemente horizontal 1.1.1.03 Áreas de estacionamento e logradouros	1.1.1.01.1 Tecido urbano contínuo predominantemente vertical 1.1.1.02.1 Tecido urbano contínuo predominantemente horizontal 1.1.1.03.1 Áreas de estacionamento e logradouros		
		1.1.2 Tecido urbano descontínuo	1.1.2.01 Tecido urbano descontínuo 1.1.2.02 Tecido urbano descontínuo esparsa	1.1.2.01.1 Tecido urbano descontínuo 1.1.2.02.1 Tecido urbano descontínuo esparsa		
	1.2 Indústria, comércio e transportes	1.2.1 Indústria, comércio e equipamentos gerais	1.2.1.01 Indústria	1.2.1.01.1 Indústria	1.2.1.01.1.1 Indústria	
			1.2.1.02 Comércio	1.2.1.02.1 Comércio	1.2.1.02.1.1 Comércio	
			1.2.1.03 Instalações agrícolas	1.2.1.03.1 Instalações agrícolas	1.2.1.03.1.1 Instalações agrícolas	
			1.2.1.04 Equipamentos públicos e privados	1.2.1.04.1 Equipamentos públicos e privados	1.2.1.04.1.1 Equipamentos públicos e privados	
			1.2.1.05 Infra-estruturas de produção de energia	1.2.1.05.1 Infra-estruturas de produção de energia	1.2.1.05.1.1 Infra-estruturas de produção de energia renovável 1.2.1.05.2 Infra-estruturas de produção de energia não renovável	
		1.2.2 Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	1.2.2.01 Infra-estruturas de tratamento de resíduos e águas residuais	1.2.2.01.1 Infra-estruturas de tratamento de resíduos e águas residuais	1.2.2.01.1.1 Infra-estruturas de tratamento de resíduos e águas residuais	
			1.2.2.02 Rede viária e espaços associados	1.2.2.02.1 Rede viária e espaços associados	1.2.2.02.1.1 Rede viária e espaços associados	
			1.2.2.03 Rede ferroviária e espaços associados	1.2.2.03.1 Rede ferroviária e espaços associados	1.2.2.03.1.1 Rede ferroviária e espaços associados	
		1.2.3 Áreas portuárias	1.2.3.01 Terminais portuários de mar e de rio	1.2.3.01.1 Terminais portuários de mar e de rio	1.2.3.01.1.1 Terminais portuários de mar e de rio	
			1.2.3.02 Estaleiros navais e docas secas	1.2.3.02.1 Estaleiros navais e docas secas	1.2.3.02.1.1 Estaleiros navais e docas secas	
	1.2.3.03 Marinhas e docas pesca	1.2.3.03.1 Marinhas e docas pesca	1.2.3.03.1.1 Marinhas e docas pesca	1.2.3.03.1.1.1 Marinhas e docas pesca		
	1.2.4 Aeroportos e aeródromos	1.2.4.01 Aeroportos	1.2.4.01.1 Aeroportos	1.2.4.01.1.1 Aeroportos		
	1.2.4.02 Aeródromos	1.2.4.02.1 Aeródromos	1.2.4.02.1.1 Aeródromos	1.2.4.02.1.1.1 Aeródromos		
	1.3 Áreas de extração de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção	1.3.1 Áreas de extração de inertes	1.3.1.01 Minas a céu aberto	1.3.1.01.1 Minas a céu aberto	1.3.1.01.1.1 Minas a céu aberto	
			1.3.1.02 Pedreiras	1.3.1.02.1 Pedreiras	1.3.1.02.1.1 Pedreiras	
		1.3.2 Áreas de deposição de resíduos	1.3.2.01 Aterros	1.3.2.01.1 Aterros	1.3.2.01.1.1 Aterros	
			1.3.2.02 Lixeiros e Sucatas	1.3.2.02.1 Lixeiros e Sucatas	1.3.2.02.1.1 Lixeiros e Sucatas	
	1.3.3 Áreas em construção	1.3.3.01 Áreas em construção	1.3.3.01.1 Áreas em construção	1.3.3.01.1.1 Áreas em construção		
1.3.3.02 Áreas abandonadas em territórios artificializados	1.3.3.02.1 Áreas abandonadas em territórios artificializados	1.3.3.02.1.1 Áreas abandonadas em territórios artificializados	1.3.3.02.1.1.1 Áreas abandonadas em territórios artificializados			
1.4 Espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer, e zonas históricas	1.4.1 Espaços verdes urbanos	1.4.1.01 Parques e jardins	1.4.1.01.1 Parques e jardins	1.4.1.01.1.1 Parques e jardins		
		1.4.1.02 Cemitérios	1.4.1.02.1 Cemitérios	1.4.1.02.1.1 Cemitérios		
	1.4.2 Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas	1.4.2.01 Equipamentos desportivos	1.4.2.01.1 Campos de golfe 1.4.2.01.2 Outras instalações desportivas	1.4.2.01.1.1 Campos de golfe 1.4.2.01.1.2 Outras instalações desportivas		
1.4.2.02 Equipamentos de lazer	1.4.2.02.1 Parques de campismo 1.4.2.02.2 Outros equipamentos de lazer	1.4.2.02.1.1 Parques de campismo 1.4.2.02.2.1 Outros equipamentos de lazer	1.4.2.02.1.1.1 Parques de campismo 1.4.2.02.2.1.1 Outros equipamentos de lazer			
1.4.2.03 Equipamentos culturais e zonas históricas	1.4.2.03.1 Equipamentos culturais e zonas históricas	1.4.2.03.1.1 Equipamentos culturais e zonas históricas	1.4.2.03.1.1.1 Equipamentos culturais e zonas históricas			
2 Áreas agrícolas e agro-florestais	2.1 Culturas temporárias	2.1.1 Culturas temporárias de sequeiro	2.1.1.01 Estufas e Viveiros	2.1.1.01.1 Estufas e Viveiros		
		2.1.2 Culturas temporárias de regadio	2.1.2.01 Culturas temporárias de regadio	2.1.2.01.1 Culturas temporárias de regadio		
		2.1.3 Arrozais	2.1.3.01 Arrozais	2.1.3.01.1 Arrozais		
	2.2 Culturas permanentes	2.2.1 Vinhas	2.2.1.01 Vinhas	2.2.1.01.1 Vinhas	2.2.1.01.1.1 Vinhas	
			2.2.1.02 Vinhas com pomar	2.2.1.02.1 Vinhas com pomar	2.2.1.02.1.1 Vinhas com pomar	
			2.2.1.03 Vinhas com olival	2.2.1.03.1 Vinhas com olival	2.2.1.03.1.1 Vinhas com olival	
			2.2.2.01 Pomares	2.2.2.01.1 Pomares de frutos frescos	2.2.2.01.1.1 Pomares de frutos frescos	2.2.2.01.1.1.1 Pomares de frutos frescos
				2.2.2.01.2 Pomares de amendoeira	2.2.2.01.2.1 Pomares de amendoeira	2.2.2.01.2.1.1 Pomares de amendoeira
				2.2.2.01.3 Pomares de castanheira	2.2.2.01.3.1 Pomares de castanheira	2.2.2.01.3.1.1 Pomares de castanheira
		2.2.2.01.4 Pomares de alfarrobeira	2.2.2.01.4.1 Pomares de alfarrobeira	2.2.2.01.4.1.1 Pomares de alfarrobeira		
		2.2.2.01.5 Pomares de citrinos	2.2.2.01.5.1 Pomares de citrinos	2.2.2.01.5.1.1 Pomares de citrinos		
		2.2.2.01.6 Outros pomares	2.2.2.01.6.1 Outros pomares	2.2.2.01.6.1.1 Outros pomares		
		2.2.2.02 Pomares com vinha	2.2.2.02.1 Pomares de frutos frescos com vinha	2.2.2.02.1.1 Pomares de frutos frescos com vinha	2.2.2.02.1.1.1 Pomares de frutos frescos com vinha	
	2.2.2.02.2 Pomares de amendoeira com vinha		2.2.2.02.2.1 Pomares de amendoeira com vinha	2.2.2.02.2.1.1 Pomares de amendoeira com vinha		
	2.2.2.02.3 Pomares de castanheira com vinha	2.2.2.02.3.1 Pomares de castanheira com vinha	2.2.2.02.3.1.1 Pomares de castanheira com vinha			
	2.2.2.02.4 Pomares de alfarrobeira com vinha	2.2.2.02.4.1 Pomares de alfarrobeira com vinha	2.2.2.02.4.1.1 Pomares de alfarrobeira com vinha			
	2.2.2.02.5 Pomares de citrinos com vinha	2.2.2.02.5.1 Pomares de citrinos com vinha	2.2.2.02.5.1.1 Pomares de citrinos com vinha			
	2.2.2.02.6 Outros pomares com vinha	2.2.2.02.6.1 Outros pomares com vinha	2.2.2.02.6.1.1 Outros pomares com vinha			
	2.2.2.03 Pomares com olival	2.2.2.03.1 Pomares de frutos frescos com olival	2.2.2.03.1.1 Pomares de frutos frescos com olival	2.2.2.03.1.1.1 Pomares de frutos frescos com olival		
		2.2.2.03.2 Pomares de amendoeira com olival	2.2.2.03.2.1 Pomares de amendoeira com olival	2.2.2.03.2.1.1 Pomares de amendoeira com olival		
2.2.2.03.3 Pomares de castanheira com olival	2.2.2.03.3.1 Pomares de castanheira com olival	2.2.2.03.3.1.1 Pomares de castanheira com olival				
2.2.2.03.4 Pomares de alfarrobeira com olival	2.2.2.03.4.1 Pomares de alfarrobeira com olival	2.2.2.03.4.1.1 Pomares de alfarrobeira com olival				
2.2.2.03.5 Pomares de citrinos com olival	2.2.2.03.5.1 Pomares de citrinos com olival	2.2.2.03.5.1.1 Pomares de citrinos com olival				
2.2.2.03.6 Outros pomares com olival	2.2.2.03.6.1 Outros pomares com olival	2.2.2.03.6.1.1 Outros pomares com olival				
2.2.3 Olivais	2.2.3.01 Olivais	2.2.3.01.1 Olivais	2.2.3.01.1.1 Olivais			
	2.2.3.02 Olivais com vinha	2.2.3.02.1 Olivais com vinha	2.2.3.02.1.1 Olivais com vinha			
2.2.3.03 Olivais com pomar	2.2.3.03.1 Olivais com pomar	2.2.3.03.1.1 Olivais com pomar	2.2.3.03.1.1.1 Olivais com pomar			
2.3 Pastagens permanentes	2.3.1 Pastagens permanentes	2.3.1.01 Pastagens permanentes	2.3.1.01.1 Pastagens permanentes	2.3.1.01.1.1 Pastagens permanentes		
		2.3.1.02 Pastagens permanentes associadas a vinha	2.3.1.02.1 Pastagens permanentes associadas a vinha	2.3.1.02.1.1 Pastagens permanentes associadas a vinha		
2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1 Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	2.4.1.01 Culturas temporárias de sequeiro associadas a culturas permanentes	2.4.1.01.1 Culturas temporárias de sequeiro associadas a culturas permanentes	2.4.1.01.1.1 Culturas temporárias de sequeiro associadas a culturas permanentes		
		2.4.1.02 Culturas temporárias de regadio associadas a culturas permanentes	2.4.1.02.1 Culturas temporárias de regadio associadas a culturas permanentes	2.4.1.02.1.1 Culturas temporárias de regadio associadas a culturas permanentes		
		2.4.1.03 Pastagens associadas a culturas permanentes	2.4.1.03.1 Pastagens associadas a culturas permanentes	2.4.1.03.1.1 Pastagens associadas a culturas permanentes		
	2.4.2 Sistemas culturais e parcelares complexos	2.4.2.01 Sistemas culturais e parcelares complexos	2.4.2.01.1 Sistemas culturais e parcelares complexos	2.4.2.01.1.1 Sistemas culturais e parcelares complexos		
		2.4.2.02 Sistemas culturais e parcelares complexos	2.4.2.02.1 Sistemas culturais e parcelares complexos	2.4.2.02.1.1 Sistemas culturais e parcelares complexos		
	2.4.3 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	2.4.3.01 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	2.4.3.01.1 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	2.4.3.01.1.1 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais		
		2.4.3.02 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	2.4.3.02.1 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	2.4.3.02.1.1 Agricultura com espaços naturais e semi-naturais		
	2.4.4 SAF com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01 SAF com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01.1 SAF com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01.1.1 SAF com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01.1.1.1 SAF com culturas temporárias de sequeiro	
			2.4.4.01.2 SAF de azinheira com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01.2.1 SAF de azinheira com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01.2.1.1 SAF de azinheira com culturas temporárias de sequeiro	
			2.4.4.01.3 SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01.3.1 SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01.3.1.1 SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de sequeiro	
2.4.4.01.4 SAF de outras espécies com culturas temporárias de sequeiro			2.4.4.01.4.1 SAF de outras espécies com culturas temporárias de sequeiro	2.4.4.01.4.1.1 SAF de outras espécies com culturas temporárias de sequeiro		
2.4.4.02 SAF com culturas temporárias de regadio		2.4.4.02.1 SAF de sobreiro com culturas temporárias de regadio	2.4.4.02.1.1 SAF de sobreiro com culturas temporárias de regadio	2.4.4.02.1.1.1 SAF de sobreiro com culturas temporárias de regadio		
		2.4.4.02.2 SAF de azinheira com culturas temporárias de regadio	2.4.4.02.2.1 SAF de azinheira com culturas temporárias de regadio	2.4.4.02.2.1.1 SAF de azinheira com culturas temporárias de regadio		
		2.4.4.02.3 SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de regadio	2.4.4.02.3.1 SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de regadio	2.4.4.02.3.1.1 SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de regadio		
		2.4.4.02.4 SAF de outras espécies com culturas temporárias de regadio	2.4.4.02.4.1 SAF de outras espécies com culturas temporárias de regadio	2.4.4.02.4.1.1 SAF de outras espécies com culturas temporárias de regadio		
2.4.4.03 SAF com pastagens	2.4.4.03.1 SAF de sobreiro com pastagens	2.4.4.03.1.1 SAF de sobreiro com pastagens	2.4.4.03.1.1.1 SAF de sobreiro com pastagens	2.4.4.03.1.1.1.1 SAF de sobreiro com pastagens		
		2.4.4.03.1.2 SAF de azinheira com pastagens	2.4.4.03.1.2.1 SAF de azinheira com pastagens	2.4.4.03.1.2.1.1 SAF de azinheira com pastagens		
		2.4.4.03.1.3 SAF de outros carvalhos com pastagens	2.4.4.03.1.3.1 SAF de outros carvalhos com pastagens	2.4.4.03.1.3.1.1 SAF de outros carvalhos com pastagens		
	2.4.4.03.2 SAF de outras espécies com pastagens	2.4.4.03.2.1 SAF de outras espécies com pastagens	2.4.4.03.2.1.1 SAF de outras espécies com pastagens	2.4.4.03.2.1.1.1 SAF de outras espécies com pastagens		
		2.4.4.03.2.2 SAF de sobreiro com pastagens	2.4.4.03.2.2.1 SAF de sobreiro com pastagens	2.4.4.03.2.2.1.1 SAF de sobreiro com pastagens		
		2.4.4.03.2.3 SAF de azinheira com pastagens	2.4.4.03.2.3.1 SAF de azinheira com pastagens	2.4.4.03.2.3.1.1 SAF de azinheira com pastagens		
2.4.4.04 SAF com culturas permanentes	2.4.4.04.1 SAF com culturas permanentes	2.4.4.04.1.1 SAF com culturas permanentes	2.4.4.04.1.1.1 SAF com culturas permanentes			
2.4.4.04.2 SAF de sobreiro com culturas permanentes	2.4.4.04.2.1 SAF de sobreiro com culturas permanentes	2.4.4.04.2.1.1 SAF de sobreiro com culturas permanentes				
2.4.4.04.3 SAF de azinheira com culturas permanentes	2.4.4.04.3.1 SAF de azinheira com culturas permanentes	2.4.4.04.3.1.1 SAF de azinheira com culturas permanentes				
2.4.4.04.4 SAF de outros carvalhos com culturas permanentes	2.4.4.04.4.1 SAF de outros carvalhos com culturas permanentes	2.4.4.04.4.1.1 SAF de outros carvalhos com culturas permanentes				
2.4.4.04.5 SAF de outras espécies com culturas permanentes	2.4.4.04.5.1 SAF de outras espécies com culturas permanentes	2.4.4.04.5.1.1 SAF de outras espécies com culturas permanentes				
2.4.4.04.6 SAF de outras misturas com culturas permanentes	2.4.4.04.6.1 SAF de outras misturas com culturas permanentes	2.4.4.04.6.1.1 SAF de outras misturas com culturas permanentes				
3 Florestas e meios naturais e semi-naturais	3.1 Florestas	3.1.1 Florestas de folhosas	3.1.1.01 Florestas puras de folhosas	3.1.1.01.1 Florestas de sobreiro 3.1.1.01.2 Florestas de azinheira 3.1.1.01.3 Florestas de outros carvalhos 3.1.1.01.4 Florestas de castanheiro 3.1.1.01.5 Florestas de eucalipto 3.1.1.01.6 Florestas de espécies invasoras 3.1.1.01.7 Florestas de outras folhosas		
			3.1.1.02 Florestas de misturas de folhosas	3.1.1.02.1 Florestas de sobreiro com folhosas 3.1.1.02.2 Florestas de azinheira com folhosas 3.1.1.02.3 Florestas de outros carvalhos com folhosas 3.1.1.02.4 Florestas de castanheiro com folhosas 3.1.1.02.5 Florestas de eucalipto com folhosas 3.1.1.02.6 Florestas de espécies invasoras com folhosas 3.1.1.02.7 Florestas de outra folhosa com folhosas		
		3.1.2 Florestas de resinosas	3.1.2.01 Florestas puras de resinosas	3.1.2.01.1 Florestas de pinheiro bravo 3.1.2.01.2 Florestas de pinheiro manso 3.1.2.01.3 Florestas de outras resinosas		
			3.1.2.02 Florestas de misturas de resinosas	3.1.2.02.1 Florestas de pinheiro bravo com resinosas 3.1.2.02.2 Florestas de pinheiro manso com resinosas 3.1.2.02.3 Florestas de outra resinosa com resinosas		
		3.1.3 Florestas mistas	3.1.3.01 Florestas mistas de folhosas com resinosas	3.1.3.01.1 Florestas de sobreiro com resinosas 3.1.3.01.2 Florestas de azinheira com resinosas 3.1.3.01.3 Florestas de outros carvalhos com resinosas 3.1.3.01.4 Florestas de castanheiro com resinosas 3.1.3.01.5 Florestas de eucalipto com resinosas 3.1.3.01.6 Florestas de espécies invasoras com resinosas 3.1.3.01.7 Florestas de outra folhosa com resinosas 3.1.3.01.8 Florestas de misturas de folhosas com resinosas		
			3.1.3.02 Florestas mistas de resinosas com folhosas	3.1.3.02.1 Florestas de pinheiro bravo com folhosas 3.1.3.02.2 Florestas de pinheiro manso com folhosas 3.1.3.02.3 Florestas de outra resinosa com folhosas 3.1.3.02.4 Florestas de misturas de resinosas com folhosas		
		3.2 Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea	3.2.1 Vegetação herbácea natural	3.2.1.01 Vegetação herbácea natural	3.2.1.01.1 Vegetação herbácea natural	
				3.2.2 Matos	3.2.2.01 Matos densos 3.2.2.02 Matos pouco densos	
				3.2.3 Vegetação esclerófito	3.2.3.01 Vegetação esclerófito densa 3.2.3.02 Vegetação esclerófito pouco densa	
			3.2.4 Florestas abertas puras de folhosas	3.2.4.01 Florestas abertas puras de folhosas	3.2.4.01.1 Florestas abertas puras de folhosas	3.2.4.01.1.1 Florestas abertas puras de folhosas
	3.2.4.01.2 Florestas abertas de sobreiro				3.2.4.01.2.1 Florestas abertas de sobreiro	
	3.2.4.01.3 Florestas abertas de azinheira				3.2.4.01.3.1 Florestas abertas de azinheira	
	3.2.4.01.4 Florestas abertas de castanheiro				3.2.4.01.4.1 Florestas abertas de castanheiro	
	3.2.4.02 Florestas abertas de misturas de folhosas			3.2.4.02.1 Florestas abertas de sobreiro com folhosas	3.2.4.02.1.1 Florestas abertas de sobreiro com folhosas	
				3.2.4.02.2 Florestas abertas de azinheira com folhosas	3.2.4.02.2.1 Florestas abertas de azinheira com folhosas	
				3.2.4.02.3 Florestas abertas de castanheiro com folhosas	3.2.4.02.3.1 Florestas abertas de castanheiro com folhosas	
		3.2.4.02.4 Florestas abertas de eucalipto com folhosas		3.2.4.02.4.1 Florestas abertas de eucalipto com folhosas		
	3.2.4.03 Florestas abertas puras de resinosas	3.2.4.03.1 Florestas abertas de pinheiro bravo	3.2.4.03.1.1 Florestas abertas de pinheiro bravo			
		3.2.4.03.2 Florestas abertas de pinheiro manso	3.2.4.03.2.1 Florestas abertas de pinheiro manso			
	3.2.4.04 Florestas abertas mistas de folhosas com resinosas	3.2.4.04.1 Florestas abertas mistas de folhosas com resinosas	3.2.4.04.1.1 Florestas abertas mistas de folhosas com resinosas	3.2.4.04.1.1.1 Florestas abertas mistas de folhosas com resinosas		
3.2.4.04.1.2 Florestas abertas de sobreiro com resinosas			3.2.4.04.1.2.1 Florestas abertas de sobreiro com resinosas			
3.2.4.04.1.3 Florestas abertas de azinheira com resinosas			3.2.4.04.1.3.1 Florestas abertas de azinheira com resinosas			
3.2.4.04.2 Florestas abertas mistas de resinosas com folhosas		3.2.4.04.2.1 Florestas abertas mistas de resinosas com folhosas	3.2.4.04.2.1.1 Florestas abertas mistas de resinosas com folhosas			
		3.2.4.04.2.2 Florestas abertas de pinheiro bravo com folhosas	3.2.4.04.2.2.1 Florestas abertas de pinheiro bravo com folhosas			
		3.2.4.04.2.3 Florestas abertas de pinheiro manso com folhosas	3.2.4.04.2.3.1 Florestas abertas de pinheiro manso com folhosas			
3.2.4.05 Florestas abertas mistas de folhosas com resinosas	3.2.4.05.1 Florestas abertas mistas de folhosas com resinosas	3.2.4.05.1.1 Florestas abertas mistas de folhosas com resinosas				
	3.2.4.05.2 Florestas abertas de sobreiro com resinosas	3.2.4.05.2.1 Florestas abertas de sobreiro com resinosas				
3.2.4.06 Florestas abertas mistas de resinosas com folhosas	3.2.4.06.1 Florestas abertas mistas de resinosas com folhosas	3.2.4.06.1.1 Florestas abertas mistas de resinosas com folhosas				
	3.2.4.06.2 Florestas abertas de pinheiro manso com folhosas	3.2.4.06.2.1 Florestas abertas de pinheiro manso com folhosas				
3.2.4.07 Outras formações lenhosas	3.2.4.07.1 Outras formações lenhosas	3.2.4.07.1.1 Outras formações lenhosas				
	3.2.4.08 Cortes rasos e novas plantações	3.2.4.08.1 Cortes rasos 3.2.4.08.2 Novas plantações	3.2.4.08.1.1 Cortes rasos 3.2.4.08.2.1 Novas plantações			
3.2.4.09 Viveiros florestais	3.2.4.09.1 Viveiros florestais	3.2.4.09.1.1 Viveiros florestais				
	3.2.4.10 Aceiros e/ou corta-fogos	3.2.4.10.1 Aceiros e/ou corta-fogos				
3.3 Zonas descobertas e com pouca vegetação	3.3.1 Praias, dunas e areais	3.3.1.01 Praias, dunas e areais interiores	3.3.1.01.1 Praias, dunas e areais interiores			
		3.3.1.02 Praias, dunas e areais costeiros	3.3.1.02.1 Praias, dunas e areais costeiros			
	3.3.2 Rocha nua	3.3.2.01 Rocha nua	3.3.2.01.1 Rocha nua			
		3.3.3 Vegetação esparsa	3.3.3.01 Vegetação esparsa			
3.3.4 Áreas áridas	3.3.4.01 Áreas áridas	3.3.4.01.1 Áreas áridas				
4 Zonas húmidas	4.1 Zonas húmidas interiores	4.1.1 Paúis	4.1.1.01 Paúis			
		4.1.2 Turfeiras	4.1.2.01 Turfeiras			
4.2 Zonas húmidas litorais	4.2.1 Sapais	4.2.1.01 Sapais				
	4.2.2 Salinas e aquicultura litoral	4.2.2.01 Salinas 4.2.2.02 Aquicultura litoral	4.2.2.01.1 Salinas 4.2.2.02.1 Aquicultura litoral			
5 Corpos de água	5.1.1 Cursos de água	5.1.1.01 Cursos de água naturais	5.1.1.01.1 Cursos de água naturais			
		5.1.1.02 Canais artificiais	5.1.1.02.1 Canais artificiais			
5.1.2 Planos de água	5.1.2.01 Lagos e lagoas interiores	5.1.2.01.1 Lagos e lagoas interiores artificiais	5.1.2.01.1.1 Lagos e lagoas interiores artificiais			
	5.1.2.02 Reservatórios de barragens	5.1.2.02.1 Lagos e lagoas interiores naturais	5.1.2.02.1.1 Lagos e lagoas interiores naturais			
5.2 Águas marinhas e costeiras	5.2.1 Lagoas costeiras	5.2.1.01 Lagoas costeiras	5.2.1.01.1 Lagoas costeiras			
		5.2.2 Desembocaduras fluviais	5.2.2.01 Desembocaduras fluviais			
5.2.3 Oceano	5.2.3.01 Oceano	5.2.3.01.1 Oceano				