



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Mário Rui Carvalho Martins

MODELAÇÃO ESPACIAL DE REDES ECOLÓGICAS  
REGIONAIS: CONTRIBUTOS E PROPOSTAS PARA A  
REGIÃO NORTE DE PORTUGAL

Dissertação de Mestrado  
Gestão Ambiental e Ordenamento do Território

Trabalho efectuado sob a orientação do  
Professor Engenheiro Joaquim Mamede Alonso  
e co-orientação do Engenheiro Paulo Castro

Dezembro 2012

Esta dissertação foi realizada sem a aplicação do novo acordo ortográfico.

As doutrinas expressas neste  
trabalho são da exclusiva  
responsabilidade do autor

## DEDICATÓRIA

Quero dedicar esta dissertação aos meus pais e ao meu irmão, pois sempre estiveram do meu lado, apoiando-me e incentivando-me para a conclusão desta.

*“ Se tanto me dói que as coisas passem  
É porque cada instante em mim foi vivo  
Na busca de um bem definitivo  
Em que as coisas de Amor se eternizassem”*

Sophia de Mello Breyner Andresen

## AGRADECIMENTOS

Dedico este espaço àqueles que deram o seu contributo para que esta dissertação fosse realizada.

Em primeiro lugar, o meu profundo e sentido agradecimento ao Eng.º Joaquim Alonso, Eng.º Paulo Castro, Eng.º Carlos Guerra, e ao Eng.º Paulo Mateus pela forma como me orientaram, pelo apoio e incentivo e a disponibilidade que sempre demonstraram para me ajudar.

Em segundo lugar agradeço, à minha família, namorada e amigos pelo apoio incondicional e ao entusiasmo que me deram ao longo de todo este percurso, e por me terem “aturado” e ouvido durante todo este tempo.

Por último, um forte agradecimento, às duas instituições que me acolheram, ao Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, e a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Norte, por todo o apoio prestado ao longo da realização da minha dissertação. E a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a concretização desta, estimulando-me intelectual e emocionalmente.



## RESUMO

O desenvolvimento humano global sustentável depende da gestão e da conservação dos ecossistemas da Terra. Os ecossistemas são complexos sistemas abertos que incluem a diversidade biológica nas condições naturais, os processos ecológicos e humanos. A industrialização, o desenvolvimento urbano, a intensificação da agricultura, os transportes, o desenvolvimento de infra-estruturas levaram à fragmentação de áreas naturais com influência sobre os processos vitais dos ecossistemas e uma perda significativa de biodiversidade.

As redes ecológicas como inclui, conecta e relaciona fisicamente e ecologicamente um conjunto de áreas naturais, seminaturais e, mesmo, com elementos e património humano de valor reconhecido. As redes permitem as transferências de massa e energia e neste sentido apoiam as dinâmicas de populações e permitem a migração e a propagação de espécies. Neste sentido, importa perceber a importância da dimensão e do funcionamento das redes ecológicas à escala regional e sua relação com o planeamento estratégico, através da identificação dos espaços que garantam interconectividade das redes já existentes, e que possam constituir corredores ecológicos.

Na tentativa de atingir estes objectivos, procedeu-se ao desenvolvimento de um exercício prático assente numa plataforma de dados de dados espaciais, para a proposta de uma rede ecológica para a Região Norte de Portugal. Ao mesmo tempo considerou-se a pressão humana à escala regional e a potencial relação de conflito com a proposta e o interesse de continuidade da rede ecológica.

Os exercícios e os resultados indiciam a especialização e a diminuição da multifuncionalidade do território e a dificuldade de equilibrar a densidade de elementos e actividade humana com a conservação ambiental.

Esta dissertação de mestrado consiste na apresentação de uma proposta metodológica para a construção de uma rede ecológica à escala regional, que contribua para a protecção, a conservação e uso sustentável da natureza e da biodiversidade.

Palavras-chave: Fragmentação; Biodiversidade; Conectividade; Pressão Humana e Planeamento estratégico.

Dezembro, 2012



## ABSTRACT

The Human development depends on global sustainable management and conservation of Earth's ecosystems. Ecosystems are complex open systems that include biological diversity in natural conditions, ecological processes and human. The industrialization, urban development, intensification of agriculture, transport, development of infrastructure led to fragmentation of natural areas that influence the life processes of ecosystems and a significant loss of biodiversity.

The ecological networks how includes, connects and relates physically and ecologically a number of areas ecosystems and even with elements and human heritage of recognized value. Networks allow transfers of mass and energy in this sense support the dynamic populations and allow migration and propagation of species. In this sense, it is important to realize the importance of the size and functioning of ecological networks on a regional scale and its relation to the strategic planning by identifying spaces that ensure interconnectivity of existing networks, and that may pose ecological corridors.

In pursuit of these objectives, we proceeded to develop a practical exercise based on a data platform of spatial data, to the proposal of an ecological network for the northern region of Portugal. While we considered the human pressure on a regional scale and potential conflict with respect to the proposal and the interest of continuity of ecological network.

The exercises and the results indicate specialization and decrease the multifunctionality of the territory and the difficulty of balancing the density of elements and human activity with environmental conservation.

This dissertation consists of the presentation of a methodology for the construction of an ecological network on a regional scale, which contributes to the protection, conservation and sustainable use of nature and biodiversity.

Keywords: Fragmentation; Biodiversity; Connectivity; Human Pressure and Strategic Planning.

December, 2012





## ACRÓNIMOS

AHP- Analytic Hierarchy Process

AMC- Análise Multi-Critério

APA- Agência Portuguesa do Ambiente

CCDRN- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

COS 2007- Carta de Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007

DOP- Denominação de Origem Protegida

DPH- Domínio Público Hídrico

ECNC- European Centre for Nature Conservation

ERPVA- Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental

ETG- Especialidade Tradicional Garantida

ICNF- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

IGESPAR- Instituto de Gestão do Património Arquitectónico e Arqueológico

IGP- Indicação Geográfica Protegida

IGP- Instituto Geográfico Português

IGT- Instrumentos de Gestão Territorial

INAG- Instituto da Água

INE- Instituto Nacional de Estatística

PAVC- Parque Arqueológico do Vale do Côa

PDM- Plano Director Municipal

PEEN - Pan-European Ecological Network

PNPOT- Programa Nacional da Política de Ordenamento do território

PORN- Programa Operacional Regional do Norte

PROF- Planos Regionais de Ordenamento Florestal

PROT- Plano Regional de Ordenamento do Território

RAN- Reserva Agrícola Nacional

REN- Reserva Ecológica Nacional

RFCN- Rede Fundamental de Conservação da Natureza

RNAP- Rede Nacional de Áreas Protegidas

SIC- Sítios de Importância Comunitária

SIG- Sistemas de Informação Geográfica

SNAC- Sistema Nacional de Áreas Classificadas

UE- União Europeia

UNESCO- United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization

ZEC- Zonas Especiais de Conservação

ZPE- Zonas de Protecção Especial

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Terminologias “Redes ecológicas” .....	7
Quadro 2 - Componentes ERPVA.....	29
Quadro 3 - Variáveis da Rede ecológica.....	38
Quadro 4 - Variáveis da carta de pressão humana.....	50
Quadro 5 - Informação das variáveis da Rede ecológica.....	52
Quadro 6- Informação das variáveis da carta de pressão humana.....	53
Quadro 7 - Escala numérica de Saaty.....	61
Quadro 8- Matriz de comparação entre os níveis de informação – Corredores ecológicos “Outros elementos estruturantes” .....	94
Quadro 9 - Variáveis - Assentamento Humano.....	98
Quadro 10 - Intervalos de distância (metros) – Assentamento Humano.....	99
Quadro 11- Matriz de comparação entre os níveis de informação - Peso das variáveis atendendo à distância.....	100
Quadro 12 - Matriz de comparação entre os níveis de informação - Peso das variáveis atendendo à localização.....	100
Quadro 13 - Intervalos de distância (metros) – Infra-estruturas.....	102
Quadro 14 - Matriz de comparação entre os níveis de informação das infra-estruturas.....	102



# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de redes ecológicas.....	10
Figura 2 e 3 - Mapa das Infra-estruturas Humanas e Mapa das Áreas de Ocupação da Rede de Áreas Protegidas e Rede Natura 2000 – Região Norte de Portugal.....	30
Figura 4 - Diagrama de fluxo simplificado da rede ecológica.....	54
Figura 5 - Diagrama de fluxo simplificado da carta de pressão humana.....	57
Figura 6 -Polígono com fronteira bem definida (á esquerda) e indiferenciada – Fuzzy (á direita).....	58
Figura 7 - Comparação entre uma transição abrupta e a Fuzzy.....	59
Figura 8 - Função de pertença sigmoïdal (em “S”).....	60
Figura 9 - Enquadramento da Região Norte de Portugal.....	65
Figura 10 - Precipitação (Valores Médios Anuais, 1931-1960) - Região Norte de Portugal.....	67
Figura 11- Temperatura (Valores Médios Anuais, 1931-1960) - Região Norte de Portugal.....	68
Figura 12- Sistemas Geomorfológicos.....	69
Figura 13 - Hipsometria – Região Norte de Portugal.....	70
Figura 14- Declives – Região Norte de Portugal.....	71
Figura 15- Rede Hidrográfrica – Região Norte de Portugal.....	72
Figura 16 - Principais Bacias Hidrográficas da Região Norte.....	73
Figura 17 - Litologia da Região Norte de Portugal.....	75
Figura 18 - Unidades pedológicas dominantes - Região Norte de Portugal.....	77
Figura 19 - Uso do solo (COS 2007 – Nível I) - Região Norte de Portugal.....	79
Figura 20 - Uso do solo (COS 2007 – Nível II) - Região Norte de Portugal.....	79
Figura 21- Densidade populacional residente (há/km <sup>2</sup> ) – Região Norte de Portugal.....	82
Figura 22 - Área de Ocupação da Rede de Áreas Protegidas e Rede Natura 20000 na Região Norte de Portugal.....	86
Figura 23 - Infra-estruturas Humanas - Região Norte de Portugal.....	87
Figura 24 - Variáveis “Áreas núcleo” : a) Áreas Protegidas; b)Sítios de Importância Comunitária (SIC’s); c) Zonas de Protecção Especial (ZPE’s).....	88
Figura 25 - Representação espacial da sobreposição das variáveis correspondentes às “Áreas núcleo”.....	89
Figura 26 - Variáveis dos Corredores ecológicos “Figuras legais”: a) Perímetros florestais; b) Alto Douro Vinhateiro; c)Parque Arqueológico do Vale do Côa; d) Geopark de Arouca.....	91

Figura 27 - Sobreposição das variáveis dos corredores ecológicos “Figuras legais”.....	91
Figura 28 - Variáveis dos corredores ecológicos “Outros elementos estruturantes”: a) Rede hidrográfica; b) Aluviões e Fluvissoles; c) Zonas ribeirinhas; d) Terras baixas (< 50m); e) Florestas de folhosas e mistas (sem eucaliptos); f) Terras altas (> 700m).....	93
Figura 29 - Sobreposição das variáveis “Corredores ecológicos – Outros elementos estruturantes”.....	95
Figura 30 - Rede ecológica: Áreas núcleo e Corredores ecológicos (Figuras legais e Outros elementos estruturantes).....	96
Figura 31- Sobreposição dos elementos constituintes da Rede ecológica.....	96
Figura 32- Pressão causada pelo assentamento humano.....	101
Figura 33 - Pressão causada pelas infra-estruturas.....	103
Figura 34 - Pressão causada pela densidade económica.....	104
Figura 35 - Carta de Pressão Humana.....	105
Figura 36 - Proposta inicial de Rede Ecológica para a Região Norte.....	106
Figura 37 - Sobreposição da rede ecológica com a carta de pressão humana.....	107
Figura 38 - Potenciais áreas críticas de fragmentação.....	108
Figura 39 - Representação da fragmentação potencial da Rede Ecológica.....	109
Figura 40 - Esboço exemplificativo da conectividade da Rede ecológica: a) Conexões da Rede ecológica b) Conexões da Rede ecológica (fragmentada).....	110
Figura 41 - Esboço exemplificativo da conectividade da Rede ecológica para Região Norte de Portugal.....	111
Figura 42 - Cruzamento da Rede ecológica com a distribuição e a localização de alcateias detectadas do Lobo Ibérico (Dezembro de 2011 – CCDRN).....	112
Figura 43 - Cruzamento da Rede ecológica (fragmentada) com a distribuição e a localização de alcateias detectadas do Lobo Ibérico (Dezembro de 2011- CCDRN).....	113

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	xiii
<b>ÍNDICE DE QUADROS</b> .....	xv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xvii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. AS REDES ECOLÓGICAS NA ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO À ESCALA TERRITORIAL</b> .....	5
2.1. A importância e funcionamento das redes ecológicas.....	5
2.1.1. A dimensão conceptual e a importância das redes ecológicas.....	5
2.1.2. A estrutura e funcionamento de uma rede ecológica.....	8
2.2. O planeamento estratégico e funcionamento das redes ecológicas à escala regional.....	12
2.2.1. Os elementos a integrar na composição e estrutura da rede ecológica.....	12
2.2.2. As funções das redes ecológicas à escala regional.....	18
2.2.3. A dimensão e os desafios da gestão de uma rede de escala regional.....	20
2.3. Enquadramento Legal.....	21
2.4. Enquadramento do estudo e análise do PNPOT e do PROT-N – Rede ecológica para a Região Norte de Portugal.....	27
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	35
3.1. Os princípios e as bases para a definição de uma Rede ecológica.....	35
3.2. A identificação, recolha e organização da informação de base.....	37
3.2.1. Identificação e caracterização da base de dados.....	37
3.2.1.1. Rede ecológica.....	38
3.2.1.1.1. Áreas núcleo.....	38
3.2.1.1.2. Corredores ecológicos.....	41
3.2.1.2. Carta de pressão humana.....	49
3.2.2. Avaliação da qualidade da base de dados.....	51
3.3. O modelo territorial e geográfico na definição de uma Rede ecológica.....	53
3.3.1. Rede ecológica.....	53
3.3.2. Carta de Pressão Humana.....	56
3.3.2.1. Análise espacial multi-critério com recurso a dados indiferenciados (Fuzzy).....	57



3.3.2.2. Ponderação de importância das variáveis através da metodologia AHP (Analytic Hierarchy Process).....	60
<b>4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>65</b>
4.1. Caracterização da área de estudo: a Região Norte.....	65
4.1.1. Enquadramento geográfico.....	65
4.1.2. Caracterização biofísica.....	66
4.1.2.1. Clima.....	66
4.1.2.2. Geomorfologia.....	69
4.1.2.3. Rede Hidrográfica.....	71
4.1.2.4. Geologia/Litologia.....	75
4.1.2.5. Solos.....	76
4.1.3. Caracterização da ocupação, uso do solo e paisagem.....	79
4.1.4. Caracterização da população, demografia e economia.....	82
4.1.5. Caracterização das infra-estruturas humanas e rede de biodiversidade.....	84
4.2. A Rede ecológica da Região Norte.....	88
4.2.1. A composição e estrutura da Rede ecológica.....	88
4.2.1.1. Rede ecológica.....	88
4.2.1.2. Carta de Pressão Humana.....	97
4.2.2. A continuidade e a conectividade entre as redes naturais e humanas .....	105
4.2.3. A análise e estrutura de funcionamento da Rede ecológica.....	109
4.2.3.1. Validação da Rede ecológica com o Lobo Ibérico.....	111
4.3. O sistema de informação para a monitorização e gestão da Rede ecológica à escala regional.....	114
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>117</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>121</b>

# 1. INTRODUÇÃO

A paisagem, deve ser entendida como o resultado da acção do homem sobre o território, e expressão da cultura de um povo, como tal, para que seja assegurada a qualidade de vida da população residente e visitante de uma determinada região, é fundamental a protecção e conservação da sua identidade cultural e qualidade ambiental. As áreas naturais fornecem bens e serviços vitais para as pessoas, que representam um grande contributo para o bem-estar humano. O encontro do equilíbrio entre a manutenção da biodiversidade e as áreas naturais e ao mesmo tempo criar condições para actividades humanas é um dos maiores desafios para assegurar a sobrevivência das futuras gerações humanas.

Na base do desenvolvimento sustentável, a natureza e a conservação da biodiversidade necessitam, de instrumentos e exercícios como sejam a implementação de redes ecológicas em todo o mundo. Estas redes ligam áreas naturais, que asseguram os processos dos ecossistemas naturais e sua continuidade sustentável. As redes ecológicas são extremamente importantes, porque a degradação de áreas naturais associa-se, muitas vezes, à urbanização e desenvolvimento de infra-estruturas rodoviárias, à alteração do uso do solo, à poluição, entre outras.

Numa época em que a fragmentação é um dos principais riscos/obstáculos à manutenção dos habitats concorrem ainda para a realização destes trabalhos, seguintes aspectos:

- i) as alterações climáticas que pressupõem uma revisão dos factores que afectam a estrutura e a “componente espacial” das populações de fauna e flora;
- ii) num país como Portugal, membro da União Europeia, em que os níveis de protecção legal do território são elevados e revestem uma complexa rede de espaços naturais de diferente estatuto de protecção onde porém faltará uma coerência global, na extensão, nas lacunas e na sobreposição das figuras legais existentes;
- iii) numa Região Norte que apesar da alta densidade populacional do litoral apresenta uma das mais altas taxas de biodiversidade nacional, porque é a única que possui as duas Regiões Biogeográficas, traduzida numa das mais altas taxas de protecção do território e a sua excelência ambiental possui um

dos mais altos números de DOP's, IGP's e ETG's no País e porventura na UE, símbolo evidente da igual excelência da qualidade agro-alimentar da Região;

iv) e por último, pode fazer-se referência à presença de baldios na Região Norte que é máxima no contexto nacional e se sobrepõe às áreas de maior qualidade ambiental e agro-alimentar.

Num contexto destes, coloca-se a questão de ser possível definir um modelo que contextualize e dê coerência a este conjunto de Redes por forma a estabelecer, por sobreposição das mesmas, e pela definição de um “caminho crítico”, uma Rede Ecológica para a Biodiversidade na Região Norte de Portugal.

Desta forma, este estudo apresenta como principais objectivos, a identificação dos espaços que garantam a interconectividade das redes já existentes, e que possam constituir corredores ecológicos e perceber a importância, da dimensão e do funcionamento das redes ecológicas à escala regional e sua relação com o planeamento estratégico.

Com este estudo pretende-se:

- i) identificar os espaços que garantam interconectividade das áreas núcleo existentes, e que possam constituir corredores ecológicos;
- ii) compreender a importância, da dimensão e do funcionamento das redes ecológicas à escala regional e sua relação com o planeamento estratégico;
- iii) produzir uma ferramenta SIG que contribua para a definição de uma estratégia de desenvolvimento regional em concordância com os diferentes órgãos de gestão (convergência de políticas, de medidas, e de prioridades de administração), para o alargamento do território ecologicamente equilibrado;
- iv) realizar uma validação da Rede Ecológica proposta, com a distribuição da espécie prioritária, o Lobo Ibérico (*Canis lupus*);
- v) identificar a continuidade para as três regiões envolventes: Região Centro de Portugal; Região da Galiza e a Região de Castela e Leão de Espanha.

O relatório final organiza-se em três partes fundamentais: i) a estrutura, a importância e o funcionamento das redes ecológicas à escala territorial; ii) a metodologia utilizada, e por último, iii) um capítulo onde serão apresentados e analisados os resultados.

Para que os objectivos sejam atingidos, é necessária a recolha e análise de grandes quantidades de dados que são, na sua grande maioria, de natureza espacial. Neste contexto, é fundamental a exploração de técnicas que permitam explorar de forma visual as implicações em termos espaciais de determinado tipo de decisões. Os sistemas de informação geográfica e as ferramentas de geovisualização apresentam um papel significativo no apoio à decisão como no suporte e promoção da participação pública no futuro, pois a responsabilidade é nossa de através da gestão e planeamento destas áreas, conseguir um futuro sustentável.



## **2. AS REDES ECOLÓGICAS NA ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO À ESCALA TERRITORIAL**

### **2.1. A importância e funcionamento das redes ecológicas**

#### **2.1.1. A dimensão conceptual e a importância das redes ecológicas**

Diversos autores internacionais e nacionais assumem diferentes terminologias no que se refere ao tema redes ecológicas (Bishoff e Jongman, 1993), tais como: infra-estrutura ecológica, estrutura ecológica (Kerkstra e Vrijlandt 1990, Van Buuren, Kerkstra 1993, Machado 2004, Andresen, 2004), corredores verdes, redes de habitats, corredores de vida selvagem (Noss, 1993), módulos múltiplos de uso (Noss e Harris 1986), sistemas extensivos em espaço aberto (Ahern, 1991) e quadro de restauração da paisagem (Fedorowick 1993), entre outros.

Neste sentido torna-se fundamental percebermos a sua evolução terminológica e legal ao nível nacional e internacional (Jongman, 2004).

Embora haja diferenças significativas entre muitos destes termos, não há termo que seja amplamente aceite e que descreva este conceito de uma forma generalizada. O resultado líquido desta inconsistência na terminologia é que a pesquisa e a literatura são descoordenadas. Esta falta de coordenação contribui para a má comunicação e uma oportunidade perdida para novos conhecimentos com base no planeamento e experiências de execução, em todo o mundo (Ahern, 2002).

Este conceito tem vindo a sofrer evoluções significativas ao longo dos últimos 35 anos aproximadamente, com o objectivo geral de manutenção e integridade dos processos ambientais. Embora tais políticas e planos que deram uso a este conceito na Europa e na América do Norte, este originou-se a partir das mesmas teorias básicas de ecologia da paisagem, mas a sua interpretação e forma física resultante é bastante diferente. Além da variabilidade básica da paisagem abiótica, os planos também são influenciados pelo facto de que cada país tem questões únicas e específicas da paisagem/uso do solo, valores culturais e sistemas jurídicos / planeamento (Ahern, 1991). A partir dos anos 60, surgiu a necessidade da integração da conservação da natureza e da componente ambiental no planeamento com a crise ecológica, quando se constatou a degradação da qualidade do ambiente e a crescente escassez dos recursos naturais. Na Europa Central e Oriental, vários programas de redes ecológicas nacionais foram desenvolvidos na

década de 1980, inspirados pela teoria da paisagem polarizada do geógrafo russo Boris Rodoman (Bennett and Mulongoy, 2006).

Durante a década de 1990, os programas locais regionais e nacionais que tiveram como objectivo integrar as áreas protegidas em extensas redes ligadas, foram desenvolvidos em muitos países da Europa Ocidental, América do Norte, América Latina, Austrália e Ásia (Bennett e Wit, 2001).

Hoje são muitos os programas em prática que têm como ponto de partida este conceito inicial associado à conservação das espécies e dos habitats. Os programas resultantes não só desenvolveram as primeiras redes ecológicas, mas também promoveram a conservação da biodiversidade integrada em planos de gestão ambiental, aproximando o que hoje seria descrito como estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável. (Bennett and Mulongoy, 2006). As abordagens que geralmente são classificadas como redes ecológicas compartilham dois objectivos genéricos: manter o funcionamento dos ecossistemas como um meio para facilitar a conservação de espécies e habitats e promover o uso sustentável dos recursos naturais, a fim de reduzir os impactos das atividades humanas sobre a biodiversidade e/ou para aumentar o valor da biodiversidade na gestão da paisagem. Este processo é ainda incipiente, dado que a maioria das iniciativas para o desenvolvimento de redes ecológicas no mundo estão na fase de planeamento e não foram completamente implementadas (Bennett & Wit, 2001).

O conceito evoluiu de forma significativa tornando-se mais abrangente e assumiu um carácter operativo no âmbito do exercício de ordenamento do território. Em língua inglesa, o conceito de rede ecológica na Europa é geralmente referido como ecological networks, enquanto que, na América do Norte, encontramos a designação greenways (Bennett & Wit, 2001).

**Quadro 1** - Terminologias “Redes ecológicas” Fonte: Jack Ahern, 2002.

<b>Term</b>	<b>Term Usage</b>	<b>Functions</b> Biotic Cultural Multifunctional	<b>Scale</b> Continental National Regional Local	<b>Primary Spatial Basis</b> Physical Cultural Biological	<b>References and Examples</b>
<b>Ecological Networks</b>	Europe	B	C,N,R,L	B	Physical Plan, Province of Brabant, The Netherlands
<b>Habitat Networks</b>	Europe America	B	N,R,L	B	Noss & Harris 1986
<b>Ecological Infrastructure</b>	Europe	B	C,N,R,L	B	Netherlands Nature Policy Plan 1990
<b>Greenways</b>	America	B,C,M	R,L	P,C	Charles Little 1990 Smith & Hellmund 1993
<b>Wildlife Corridors</b>	America	B	R,L	B	Smith & Hellmund 1993 Quabbin to Wachusett
<b>Riparian Buffers</b>	Europe America	B,M	R,L	P	Binford & Bucheneau 1993
<b>Ecological Corridors</b>	America	B	R,L	P	Phil Lewis 1964
<b>Environmental Corridors</b>	America	M	R,L	P	Phil Lewis 1964 Winsconsin USA
<b>Greenbelts</b>	Europe America	C	R,L	C	London, England Ottawa, Canada
<b>Landscape Linkages</b>	America	B	R,L	B	Harris & Gallagher 1989 Florida USA

Citando G. Bennett (1997) este descreve, as redes ecológicas, surgidas a partir de conceitos da teoria biogeográfica das ilhas e da dinâmica das metapopulações, têm por objectivo proporcionar as condições físicas necessárias à sobrevivência dos ecossistemas e das espécies numa paisagem que, em maior ou menor extensão, também é explorada pelas actividades económicas. Esta proposição é atraente na medida em que procura integrar as condições de suporte de prosperidade económica, social e ambiental, assumindo-se assim como um factor determinante do desenvolvimento sustentável.

Em Portugal, as terminologias mais utilizadas são a “estrutura ecológica” e os “corredores verdes”, uma vez que a implementação do conceito “rede ecológica” à escala regional (Região Norte) ainda não esta bem definido nem muito debatido. Trata-se de um conceito associado à Ecologia, nomeadamente às teorias das ilhas e da



metapopulação, muito motivadas pelo estudo das probabilidades de sobrevivência de populações isoladas e da crescente preocupação com a conservação da natureza. A sua implementação permite estabelecer um “*Continuum naturale*”, num sistema natural, contínuo, que permita o funcionamento e desenvolvimento dos ecossistemas promovendo assim a biodiversidade, através da protecção e integração dos elementos biofísicos, culturais, recreativos e paisagísticos do território, convergindo para a ideia de sustentabilidade. Em territórios sob forte pressão antrópica (processos de urbanização, industrialização, construção de infra-estruturas e das alterações das práticas agrícolas) a rede ecológica deverá ser entendida como mais uma “infra-estrutura” essencial ao equilíbrio do território, a par das redes de estradas, de abastecimento de água, de energia eléctrica, entre outras, conjugada com um ordenamento e planeamento ambientalmente sustentável, contribuindo desta forma para a qualidade de vida do homem (Ferreira *et al.*, 2004) e (Machado, *et al.*, 2004).

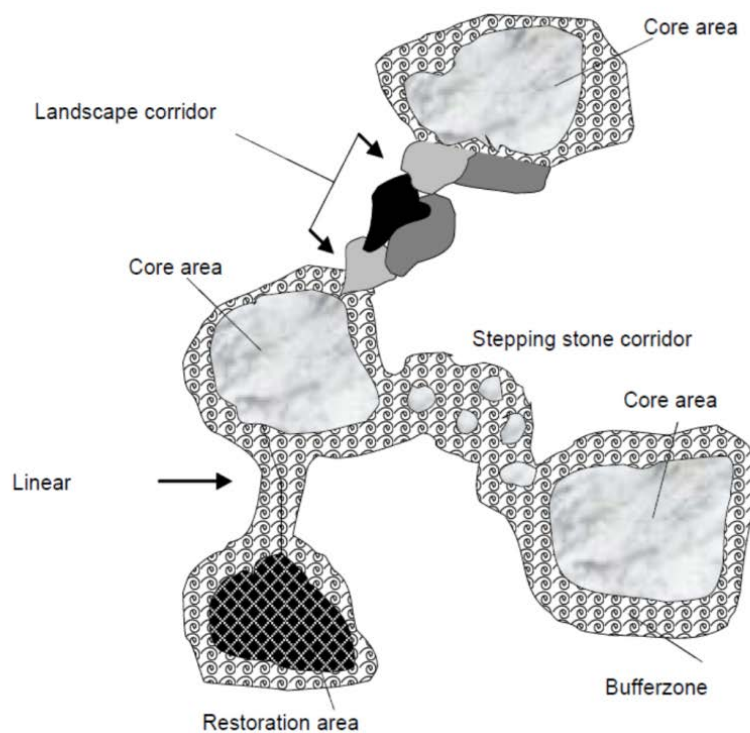
As redes ecológicas surgem assim como um passo em frente na estimativa e na prática do planeamento, devendo ser aplicadas a nível nacional, regional e local. Por um lado, obriga à integração das várias disciplinas que concorrem para o conhecimento da paisagem primitiva, através de um instrumento comum – o território – no qual tudo tem que se compatibilizar, numa perspectiva verdadeiramente ecológica. Por outro lado tenta resolver as disfunções verificadas na aplicação de diplomas parcelares, com competências distribuídas por várias entidades, nem sempre detentoras da mesma sensibilidade ambiental.

### **2.1.2. A estrutura e funcionamento de uma rede ecológica**

A aplicação da abordagem ao termo “eco-regional” implica o desenvolvimento de redes de conservação coerentes e funcionais, conhecidas como redes ecológicas. As redes ecológicas são identificadas, a partir de um ponto de vista estrutural, pela localização das seguintes áreas: os “corredores ecológicos” que dão apoio à preservação de vitais interacções ecológicas através da manutenção da ligação entre as áreas naturais protegidas ou com grande valor natural; as “áreas núcleo”, nestas a conservação da diversidade biológica tem importância prioritária, mesmo no caso de uma área que não esteja legalmente protegida, elas são caracterizadas pela presença de habitats bem conservados e populações de espécies importantes; as “zonas tampão/protecção” que têm como principal objectivo a mitigação de impactos prejudiciais externos causados

pelas formas inadequadas de uso do solo; e ainda os “Stepping stones” que se caracterizam por uma ou mais manchas separadas de habitat num espaço intermediário entre espaços ecologicamente isolados, que fornecem recursos e refúgio que ajudam animais a percorrer a paisagem (Bennett, 1991; Bennett & Mulongoy, 2006).

Uma das principais contribuições que deriva da delimitação das redes ecológicas coerentes é a definição das “áreas críticas” de interacção entre a rede do território natural protegido e sua matriz em torno do solo urbano e infra-estruturas de comunicação. Estas áreas apresentam as funções degradadas de um ecossistema que podem ser recuperadas, especialmente nos casos em que a fragmentação do habitat impede o funcionamento normal dos ecossistemas ou afecta populações de espécies locais. Estas áreas são bastante importantes, pois permitem identificar “áreas de restauração”, ou seja, nestas podem ser aplicadas acções de melhoria à ligação ecológica e funcionalidade do sistema, através de uma gestão adequada que permita a eficácia das políticas de conservação (Bruinderink *et al.*, 2003; Díaz Pineda *et al.*, 2006; Trocmé, 2006 in Gurrutxaga *et al.*, 2010). As redes ecológicas promovem assim, através dos elementos estruturais identificados anteriormente, oportunidades para o uso sustentável dos recursos naturais, incentivando facetas complementares entre os objectivos do uso do solo e as de conservação da biodiversidade (Opdam *et al.*, 2006 in Gurrutxaga *et al.*, 2010).



**Figura 1** - Modelo de redes ecológicas Fonte: Bouwma *et al.*, 2002.

A grande funcionalidade que esta directamente relacionada e que se pretende inserir através de uma rede ecológica, é a conectividade. O conceito de conectividade é usado para descrever como o arranjo espacial e a qualidade dos elementos na paisagem afetam o movimento de organismos entre “manchas” de habitat (Merriam 1984, 1991; Taylor *et al.* 1993; Forman, 1995). De outra forma os padrões de paisagem que promovem a conectividade de espécies, comunidades e processos ecológicos são o elemento fundamental da natureza em ambientes de conservação modificados pelo impacto humano (Bennett, 2003).

Na escala paisagem, a conectividade tem sido definida como “o grau em que a paisagem facilita ou impede o movimento entre manchas de recursos” (Taylor *et al.*, 1993). É fundamental reconhecer que uma paisagem é percebida de maneira diferente por espécies diferentes e por isso o nível de conectividade varia entre espécies e entre as comunidades. Uma região, paisagem ou local com alta conectividade é aquela em que os indivíduos de uma espécie em particular pode circular livremente entre diferentes habitats com vários tipos de vegetação necessária para alimentação e abrigo. Alternativamente, uma paisagem com baixa conectividade é aquela no qual os indivíduos são severamente impedidos de se mover entre habitats seleccionados (Bennett, 2003).

Existem duas componentes principais que influenciam a potencialidade da conectividade para as espécies, comunidades ou para o processo ecológico - componente estrutural e componente comportamental (Bennett, 1990). A componente estrutural da conectividade é determinada pelo arranjo espacial dos diferentes tipos de habitats na paisagem. Ela é influenciada por factores tais como a continuidade do habitat adequado, a extensão e duração da lacuna, a distância a ser atravessada, e na presença de vias alternativas ou propriedades de rede (Bennett, 2003).

A componente comportamental da conectividade relaciona-se com a resposta comportamental de indivíduos e espécies para a estrutura física da paisagem. Ela é influenciada por factores, como a escala em que uma espécie se percebe e move dentro do ambiente, e grau de especialização de habitat, a sua tolerância a ambientes alterados, o estágio de vida e tempo dos movimentos de dispersão, e a resposta da espécie a predadores e competidores (Bennett, 2003).

Consequentemente, embora vivendo na mesma paisagem, as espécies com diferentes respostas comportamentais (por exemplo, à perturbação do habitat) experimentam diferentes níveis de conectividade. O processo da dinâmica, perda e fragmentação de habitats tem profundas implicações para a conservação da flora e da fauna em todo o mundo. As consequências para a vida selvagem são uma perda de espécies em paisagens inteiras, alterações na composição das populações de fauna, e mudanças nos processos ecológicos que envolvem espécies animais (Bennett, 2003).

As medidas que podem ser tomadas para combater os efeitos da fragmentação do habitat (Bennett, 2003), são:

- i) expandir a área de habitats protegidos para a conservação da natureza;
- ii) maximizar a qualidade dos habitats existentes;
- iii) minimizar os impactos do uso do solo circundante;
- iv) promover a conectividade dos habitats naturais.

O isolamento dos habitats, que é uma consequência do processo de fragmentação, também influencia o estado das populações de animais e comunidades em paisagens desenvolvidas. Minimizar os efeitos do isolamento para aumentar a conectividade da paisagem é uma forma de combater os efeitos adversos da fragmentação. Abordagens pragmáticas e teóricas que abordam o estado e conservação da fauna em ambientes

heterogéneos, cabe a cada um reconhecer implicitamente a importância de manter padrões de habitats que permitam aos animais percorrer paisagens modificadas (Bennett, 2003).

## **2.2. O planeamento estratégico e funcionamento das redes ecológicas à escala regional**

### **2.2.1. Os elementos a integrar na composição e estrutura da Rede ecológica**

O planeamento da paisagem é uma actividade inerentemente estratégica. Ele esforça-se para criar políticas e acções que sistematicamente abordam as tendências e forças que moldam a paisagem. O planeamento estratégico é impulsionado por objectivos que se presumem ser viáveis e que estão focados e ligados com a implementação. Este depende da dinâmica do processo, e conceitos espaciais adequados, que podem formar uma base sólida para o desenvolvimento e implementação deste tipo de planos (Ahern, 1995).

O Sistema-Paisagem descreve perfeitamente a estrutura, a composição e o que deve ser integrado numa rede ecológica, pois a sua metodologia parte dos conceitos de Contínuo Natural e Aptidão Ecológica e acrescenta outros como o de Pensamento Sistémico e o de Complexidade. Este Sistema – Paisagem é constituído por vários subsistemas que correspondem às três grandes componentes da Paisagem: ecologia, cultura e semiótica. A Paisagem é assim encarada como um sistema de sistemas (Franco, 2011).

O subsistema que garante a componente ecológica é representado pela Estrutura Ecológica, ao passo que a componente cultural é assegurada pela Estrutura Cultural. A Estrutura Ecológica é assim constituída por materiais naturais (vivos ou inertes), que asseguram o funcionamento dos ecossistemas. A Estrutura Cultural, por outro lado, é resultante das intervenções do Homem e engloba os sistemas construídos, tanto por materiais inertes (as vias e a edificação), como por materiais vivos (a Estrutura Ecológica Urbana ou a Estrutura Ecológica Rural, que neste caso pertencem simultaneamente aos dois subsistemas) (Franco, 2011).

A Estrutura Ecológica e a Estrutura Cultural constituem assim dois subsistemas da Paisagem que representam o que deve ser assegurado como fundamental para o seu bom funcionamento, enquanto as Áreas Complementares representam o que pode ser encarado por um planeamento mais flexível relativamente aos usos da paisagem. Esta possibilidade de introduzir alguma flexibilidade no planeamento deve-se à capacidade

das áreas complementares suportarem múltiplos usos, o que contraria os modelos de planeamento modernistas baseados no uso dominante, que partem de uma visão de paisagem estática. As figuras de ordenamento do território deveriam possuir esta referida flexibilidade que permitisse a adaptação ao carácter dinâmico da paisagem, não descurando a salvaguarda das suas componentes fundamentais (Magalhães, 2001 in Franco, 2011).

Segundo a metodologia – Sistema-Paisagem – constituem as componentes da Estrutura Ecológica Fundamental: o sistema húmido (linhas de água e zonas contíguas); os solos de elevado valor ecológico; as áreas declivosas; as áreas de máxima infiltração e a vegetação natural e semi-natural (Magalhães *et al*, 2007).

### **Sistema Húmido**

O Sistema Húmido é constituído pelas áreas mais ou menos aplanadas onde se acumulam a água e o ar frio. Este inclui as linhas de água, as zonas contíguas (leitos de cheia e valeiros) e as bacias de recepção. As zonas contíguas às margens das linhas de água são zonas mais ou menos planas. Caso se situem a jusante, denominam-se por leitos de cheia devido a serem áreas mais largas, onde os níveis de humidade são maiores e o nível freático está mais próximo da superfície, contribuindo assim para o aumento do risco de cheia. Quando localizada a montante da bacia hidrográfica esta situação ecológica designa-se por valeiro e o nível de humidade aí existente depende das escorrências das vertentes. O declive é um factor determinante na delimitação das zonas adjacentes. Porém este depende do declive médio da Unidade de Paisagem em questão (Magalhães *et al.*, 2003 in Tenedório, 2003).

Para além do elevado grau de humidade, estas zonas caracterizam-se pela presença de aluviossolos ou coluviossolos, resultantes da acumulação de materiais transportados pelas águas. São solos com elevada capacidade de produção de biomassa e a sua permeabilidade, depende do teor de argila. O microclima nos sistemas húmidos é de carácter continental, pois apresenta grandes amplitudes térmicas diurnas, devido à acumulação de ar frio durante a noite. Assim, devido à presença de aluviossolos, elevado grau humidade e microclima continental, o sistema húmido constitui uma situação ecológica apta à produção de biomassa e desfavorável à implantação de edificação, agravada pelo risco de cheias (Magalhães *et al.*, 2003 in Tenedório, 2003).

Proporcionar a conectividade de zonas húmidas contribui significativamente para a retenção de água e controle inundações. Os rios são corredores ecológicos naturais, especialmente para peixes e algumas espécies de mamíferos. A manutenção de corredores fluviais poderia ser realizada através da melhoria da qualidade da água, respeitando os padrões mínimos biológicos, e colmatar as barreiras criadas pelas barragens em rios. O reforço da qualidade da água e o (re)estabelecimento de conexões com outras fontes de água, permite a remoção de diques desnecessários, e o oferece caminhos para espécies de peixes migratórios. E consequente melhoramento da biodiversidade nestas áreas (ECNC, 2007). O estado do ambiente marinho e costeiro é o efeito combinado das pressões humanas que interagem uns com os outros, e de variabilidade natural. A mudança climática, o desenvolvimento da agricultura, silvicultura, indústria e infra-estruturas, urbanização, turismo, pesca, aquicultura, transporte, e da exploração e distribuição de energia e matérias-primas, entre outras, resulta no aumento do nível do mar, na acidificação, eutrofização, poluição, perda de biodiversidade e de habitats, na sobrepesca, invasão de espécies exóticas, erosão e resíduos (ECNC, 2007).

Os corredores ecológicos Costeiros e marinhos são um elemento essencial devido à importância da migração de muitas espécies e as funções vitais das áreas núcleo e corredores ecológicos. Nestes locais situados a litoral do território, é necessário aplicar-se uma boa gestão na pesca e outras atividades humanas em áreas marinhas, para conservar a biodiversidade e habitat, aumentar o conhecimento científico, oferecer oportunidades educacionais, de lazer e de comércio. Tais áreas podem fornecer benefícios econômicos e sociais, facilitando a utilização sustentável das áreas de recreio e áreas comerciais da pesca (ECNC, 2007).

### **Solos de Elevado Valor Ecológico**

O Solo corresponde à camada delgada de material não consolidado que cobre a superfície da crosta terrestre, a qual é composta, em diversas proporções, por matéria mineral e matéria orgânica, que se encontram mais ou menos ligadas formando conjuntos de partículas que designados por “aglomerados”, mas deixando também espaços vazios (poros) que são preenchidos por água e ar, constituindo aquilo a que se chama a “estrutura do solo” (Cortez, 2007).

O solo constitui assim um sistema vivo e dinâmico que desempenha funções importantes ao nível de: regulação dos ciclos biogeoquímicos e hidrológico; filtragem, depuração e armazenamento da água; funções de suporte físico e químico da vida; tamponamento face a situações de poluição ambiental. O recurso solo tem sido sujeito a diversos processos de degradação – erosão, poluição, compactação, salinização, acidificação, contaminação por metais pesados. Tendo em conta o facto de ser um recurso natural não renovável, com uma lenta taxa de formação, o solo deve ser preservado pela política de ordenamento do território. A sua classificação deverá ter em conta as propriedades intrínsecas do solo, e não as classes de uso do solo dominante, como tem vindo a ser feito (Cortez, 2007). Procedendo-se à classificação do solo com base no seu valor ecológico considera-se, não só a aptidão à agricultura, como também as características intrínsecas dos solos, tais como as condições de formação que permitem a ocorrência de ecossistemas especiais. São vários os procedimentos que podem aumentar a “naturalidade” do solo: alteração do sistema de monoculturas, a plantação de florestas nativas ao longo das terras aráveis, a criação de sebes naturais de vegetação e quebra-ventos, introdução do controlo biológico de pragas em vez de uso de produtos químicos e pesticidas, entre outros (ECNC, 2007). A partir da “naturalidade” das áreas agrícolas, é possível fazer um estabelecimento de manchas naturais conectadas de habitats na paisagem e promover uma livre circulação de animais (ECNC, 2007).

### **Áreas Declivosas**

Os declives são um factor a considerar no ordenamento do território pois estes condicionam: a escorrência das águas pluviais, a maior ou menor erosão do solo, a adaptação da vegetação e a implementação das actividades humanas no território. Referem-se algumas classes de declives definidas por Magalhães (2001): os declives até aos 3% podem ser considerados planos, ou até 5% no caso de o relevo ser bastante acentuado; até declives de 12% é possível edificar sem recorrer a terraceamento; a partir de declives de 12-25% tanto a edificação como a agricultura necessitam de terraceamento; os declives superiores a 25 % são áreas extremamente susceptíveis à erosão, pelo que é desaconselhável qualquer uso, a não ser por mata e por matos (Franco,2011).



## **Áreas de Máxima Infiltração**

Portugal é um país de clima mediterrâneo, em que a precipitação ocorre naturalmente nos meses de Inverno e escasseia no Verão, desde sempre houve a necessidade de reter a infiltração das águas pluviais no Inverno, para utilização no Verão (Magalhães, 2007). Contudo, a expansão urbana e as más práticas agrícolas têm vindo a contribuir para a impermeabilização do solo, agravando as cheias no Inverno e as secas no Verão. Nas cidades, a impermeabilização do solo reflecte-se na menor disponibilidade de água no subsolo e menores teores de humidade na atmosfera, o que contribui para o aumento do efeito de ilha de calor (Magalhães, 2001 in Franco, 2011).

As Áreas de Máxima Infiltração são importantes nas suas funções de manutenção da continuidade do ciclo hidrológico, diminuição do escoamento superficial desorganizado e dos respectivos processos erosivos, podendo contribuir para o aumento das reservas de água doce. É ao nível do ordenamento do território que se torna fulcral garantir a existência de áreas de máxima infiltração, o que só poderá ser feito através do estudo da permeabilidade do sub-solo e do solo (Pena, (2008) in Franco, 2011).

## **Vegetação**

Magalhães (2001), afirma que o conhecimento da ecologia da vegetação, e particularmente da vegetação espontânea, é indispensável numa intervenção da paisagem, em termos integrados. De facto, ao intervir na paisagem sabemos que em situações de cabeços deverá ser proposta floresta ou mata e em situações de sistema húmido deverá ser proposta vegetação ripícola, como o choupo e o freixo. Ao nível da cidade a introdução da vegetação contribui para a melhoria do microclima urbano, pois regula a temperatura do ar, aumenta a humidade do ar e acelera as brisas de convecção, tornando-se assim um factor de qualidade de vida (Magalhães, 2001 in Franco, 2011).

A protecção da vegetação contribui também para a protecção do recurso água, solo e atmosfera (Arsénio, 2007 in Magalhães *et al.*, 2007), já que a vegetação detém um papel essencial na regulação do ciclo hidrológico, evita a erosão dos solos em situações muito declivosas (dependendo do tipo de vegetação), contribui para o aumento de teor de matéria orgânica nos solos e regula os níveis de humidade e de temperatura da atmosfera.

Pena (2008) refere o conjunto dos três estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo como sendo a cobertura que melhor promoverá a máxima conservação do solo e da água.

Mais especificamente, a mata mista de folhosas e cupressáceas, os matos ou os prados permanentes promoverão a infiltração das águas pluviais (Magalhães *et al.*, 2007). As florestas são grandes reservas de biodiversidade e fornecem importantes funções ecológicas e serviços ambientais, incluindo alimentos, madeira, medicamentos e outros, protecção de bacias hidrográficas e mitigação e adaptação às alterações climáticas. Elas também oferecem oportunidades de lazer e enriquecimento espiritual, benefício ao bem-estar humano (ECNC, 2007).

No que se refere a Estrutura Cultural, citada pelo autor João Reis Machado, podemos fazer referência a quatro temas centrais: o transporte e as infra-estruturas, a energia e o turismo.

### **Transporte e as infra-estruturas**

O sector dos transportes muitas vezes representa uma ameaça para áreas naturais, pois a infra-estrutura provoca fragmentação de importantes áreas verdes (ECNC, 2007). A conectividade de áreas fragmentadas pode ser parcialmente restaurada por meio de ecodutos para facilitar a passagem de animais selvagens para diferentes áreas, a criação de corredores através de estradas e linhas ferroviárias, desactivadas. E sempre que for possível mover a infra-estrutura para fora das áreas naturais também é uma opção viável. A construção de estradas, especialmente as auto-estradas, é provavelmente a maior causa de fragmentação dos habitats. O planeamento cuidadoso é muito importante para assegurar a funcionalidade contínua de corredores. Durante o processo de construção, as medidas devem permitir a mobilidade de animais e reduzir a mortalidade (através de túneis, pontes, passagens subterrâneas, pontes verdes) (ECNC, 2007).

### **Energia**

Satisfazer a demanda de energia é uma prioridade de cada economia. O planeamento racional e sustentável do sector da energia pode garantir o funcionamento dos corredores ecológicos. Quando é feita uma selecção de locais para a implementação de hidreléctricas, parque eólicos, entre outros, os benefícios da energia produzida devem ser avaliados e comparados com a perda da biodiversidade e suas funções básicas e valores directos (ECNC, 2007).

### **Turismo**

Em 1993, a União Europeia reconheceu a falta de integração das políticas ambientais com o sector do turismo. A importância da implementação destas medidas, foi reforçada

em 2003, com o desenvolvimento de um conjunto de orientações para assegurar a sustentabilidade do turismo no espaço europeu, nas quais se incluem a gestão, utilização conscienciosa dos recursos naturais, com especial atenção às áreas protegidas e zonas Rede Natura 2000. A melhoria das áreas naturais aumenta o interesse dos turistas por este tipo de áreas, o que obriga ao incentivo de práticas turísticas, de lazer e de recreio não nocivas para o meio natural e compatíveis com a sua preservação. A criação de caminhos onde seja possível fazer caminhadas e ciclismo ao longo das margens de campos, lagos e margens de rios ou em florestas, e a reabilitação de antigos edifícios tradicionais, ao longo das áreas anteriormente referidas, são apenas alguns exemplos para considerar (ECNC, 2007).

Para conseguirmos dar uso ao termo conectividade de uma rede ecológica através de um planeamento estratégico, é necessário perceber-se a intersecção dos diferentes elementos referidos anteriormente. Para além disto, a hierarquização (hierarquia de conectividade, hierarquia de nós, hierarquia de estruturas/elementos) e a percepção da função e do valor ecológico e natural da rede, deve ser realizada com base em:

- i) condições fisiográficas e morfológicas;
- ii) dinâmicas de processos eco-naturais (hidrológicos, pedológicos, climáticos, entre outros);
- iii) objectivos de conservação da natureza (biodiversidade, habitats, etc.);
- iv) na própria potenciação e na valorização da rede ecológica.

Depois de analisados todos estes aspectos, podemos dizer que a rede ecológica, desta forma, poderia salvaguardar todos os recursos naturais, e constituir um ponto de partida para o planeamento estratégico regional.

### **2.2.2. As funções das redes ecológicas à escala regional**

As redes ecológicas podem ser consideradas um marco conceitual para a compreensão da natureza, protecção e valorização dos serviços que fornece o ambiente humano. A perda e fragmentação dos habitats; a introdução de espécies e doenças exóticas; a exploração excessiva de espécies de plantas e animais; a contaminação do solo, água, e atmosfera por poluentes; as mudanças climáticas e a actividade antrópica são aspectos problemáticos que estão presentes na Região Norte, como tal, é fundamental estabelecer uma estratégia de gestão do território que facilite a mobilidade de espécies e promova

uma conservação da biodiversidade deste território entre espaços naturais importantes, através da identificação de novas áreas que contribuam para o alargamento do território ecologicamente equilibrado.

Depois de construída a rede ecológica que se pretende, esta pode desempenhar funções extremamente importantes, tais como:

- i) contribuição para o equilíbrio ecológico (protecção do solo e da água);
- ii) aumento de biodiversidade;
- iii) promover o uso sustentável dos recursos naturais;
- iv) constituir um filtro de ar e água;
- v) regulação do ciclo hidrológico (prevenção contra cheias, permeabilidade do solo);
- vi) reduzir o uso de energia através de aquecimento e arrefecimento passivo;
- vii) ser uma ferramenta eficaz para a absorção e sequestro de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>);
- viii) diminuição do ganho de calor solar;
- ix) fornecer o habitat à vida selvagem;
- x) conectividade entre diferentes habitats;
- xi) fonte de alimentos;
- xii) estabilização do solo para prevenir ou reduzir a erosão;
- xiii) combate as alterações climáticas;
- xiv) equilíbrio estético e paisagístico, através de criação de espaços livres de recreio, lazer e educação ambiental.

Resumindo, trata-se de uma filosofia de múltiplos objectivos: contribuição para a conectividade de massas e energias; redução dos riscos naturais; maximização dos serviços; permite obter uma estrutura territorial mais rígida e flexível; protecção de recursos; recreio e lazer; estabilidade ecológica; requalificação do remanescente da paisagem cultural e agrícola e protecção do património natural e construído (Bennett, 2003; Ahern, 2002).

### **2.2.3. A dimensão e os desafios da gestão de uma rede de escala regional**

Sendo uma rede ecológica um sistema coerente de elementos da paisagem natural e / ou semi-natural que é configurado e gerido com o objetivo de manter ou restaurar a funcionalidade ecológica como meio de conservação da biodiversidade e ao mesmo tempo proporcionar oportunidades adequadas para o uso sustentável dos recursos naturais, esta visa atingir objetivos práticos fundamentais, a criação de uma infraestrutura que facilita o funcionamento ecológico, através da conservação das espécies, da preservação dos habitats, da conservação dos processos ecológicos e evolutivos, o uso sustentável dos recursos naturais, do desenvolvimento sustentável e da conservação do património cultural, mas que também acomode um grau de exploração humana da paisagem em que este seja compatível (Bennett & Wit, 2001).

A implementação de uma rede ecológica à escala regional de uma maneira explicitamente espacial permite a sua aplicação no planeamento da paisagem e por sua vez, ter um efeito sobre a política do uso do solo e nos processos de avaliação de impacto ambiental em planos e projectos (Bennett, 1999; Huber et al, 2007; Jongman, 2002; Jongman et al, 2004; Opdametal, 2006; Vuilleumier & Prelaz-Droux, 2002 in Gurrutxaga et al, 2010).

Para que isto seja possível são necessárias medidas ecológicas e socio-económicas fundamentais, tais como: i) a protecção e conservação da integridade biofísica (qualidade e quantidade) de ecossistemas fundamentais (sapais, dunas, zonas húmidas, núcleos vegetais, biótopos, etc.); ii) garantir a permanência da diversidade e raridade de ocorrências biofísicas (geológicas, paisagísticas, paleontológicas, biota, etc.); iii) reservar o equilíbrio de zonas de elevada fragilidade ecológica (áreas com riscos de erosão, escarpas, ecossistemas litorais, etc.); iv) conservar a produtividade biogenética de áreas naturais (sapais, zonas húmidas, estuários, etc.); v) limitar, potenciar ou mitigar a influência das actividades humanas, considerando os riscos, recursos e aptidões naturais (agricultura, silvicultura, edificabilidade, turismo); vi) recuperar ou restaurar áreas degradadas de elevado potencial ecológico e natural (erosão, infestação, inertes, edificabilidade, etc.); vii) reconhecer e avaliar gradientes e polaridades ecológicas e naturais no território, por forma a estabelecer conexões valorizadoras dos sistemas ecológicos e naturais e do território em geral (corredores ecológicos); viii) preservar e recuperar estruturas fundamentais da paisagem (festos, talvegues, colinas, etc.);

e corrigir tendências de uso nocivas aos sistemas territoriais com mais valia ecológica e natural.

Num sentido socio-económico, são necessários, investimentos em turismo baseado na natureza e lazer que geram emprego e rendimentos; valorização da natureza, como um catalisador para o investimento, pois estimula os agentes imobiliários, concessionárias de água e empresas, bem como expansão de solo cultivado sob gestão, aumentando assim o valor da rede ecológica ao mesmo tempo aumentando a sua produção e lucro, e assim permitir a introdução de formas inovadoras e mecanismos auto-sustentáveis de pagamento aos agricultores para manter paisagens ecologicamente valiosas. A paisagem natural fornece ainda a água potável e cada vez mais permite armazenamento temporário do excesso de água dos rios que de outra forma apresenta uma ameaça a alguns centros populacionais, localizados em baixas altitudes (Jongman, 2008).

Sabendo isto, é fundamental conciliar esta informação com uma ferramenta extremamente importante para a implementação de uma rede ecológica à escala regional, os sistemas de informação geográfica (SIG), estes permitem obter resultados explícitos, e a parametrização e realização de testes por meio de estudos empíricos, de uma forma não dispendiosa (Broquet *et al.*, 2006; Noss & Daly, 2006; Theobald, 2006 in Gurrutxaga *et al.*, 2010).

Através dos princípios da ecologia da paisagem, de decisões corretas de planeamento (recorrendo aos SIG's) e um uso do solo inteligente, articulado com uma ligação entre a estrutura da paisagem e suas funções associadas, a uma gama de escalas espaciais e temporais, podemos obter uma perspectiva ecológica sustentável.

### **2.3. Enquadramento legal**

As bases legais aplicadas a este estudo, são fundamentais à gestão da estrutura natural existente na Região Norte de Portugal, como tal, é de extrema importância que a sua identificação e análise seja encarada como uma oportunidade de melhoria. Este enquadramento legal, foi fundamentalmente transcrito com base em bibliografia da Prof. Doutora Teresa Andresen e da dissertação de Mestrado da Dr.<sup>a</sup> Maria Franco, que descrevem perfeitamente a evolução legal do tema em estudo.

Na década de 70, o Prof. Ribeiro Telles, então Secretário de Estado do Ambiente, introduziu a componente ecológica no ordenamento do território. Graças às suas propostas, é criado o DL n.º 357/75, de 8 de Julho, que evita a destruição sistemática do relevo natural, do solo arável e do revestimento vegetal. É também legislada a publicidade na paisagem e substituída a Lei n.º 9/70 pelo DL n.º 613/76, que regulamenta, para além das Áreas Protegidas e de Áreas Ecológicas e Florestais Especiais, os Sítios e Lugares de Interesse Cultural (Raichande, 2000 in Andresen, 2004).

Mais tarde, Portugal na década de 80, surge o DL n.º 451/82, que cria a Reserva Agrícola Nacional (RAN), e no ano seguinte, o DL n.º 321/83, de 5 de Julho, que institui a Reserva Ecológica Nacional (REN). Estas, em conjunto com o Domínio Público Hídrico (DL n.º 468/71, de 5 de Novembro), constituem as Restrições de Utilidade Pública que abriam caminho à introdução da Estrutura Ecológica na legislação (Magalhães *et al.*, 2007).

A RAN, como o próprio nome indica é constituída pelos solos de maior aptidão agrícola, proibindo todas as acções que comprometam as suas potencialidades, excepto as previstas nos PDM e PU aprovados. O DL n.º 451/82, entretanto revogado, previa a sua delimitação em qualquer Instrumento de Gestão Territorial (IGT) (Raichande, 2000 in Franco, 2011). Actualmente o DL n.º 73/2009, de 31 de Março, que aprova o regime transitório da RAN, determina que a delimitação da RAN ocorre no âmbito da elaboração, alteração ou revisão de plano municipal ou especial de ordenamento do território (artigo 13º - 1) (Franco, 2011).

As críticas que têm surgido quanto à aplicação desta legislação residem na delimitação dos solos de acordo com uma Classificação de Capacidade de Uso do Solo, a qual tem por base as necessidades e limitações das culturas usuais. Aquando da delimitação inicial destes solos, o país tinha como principal objectivo aumentar a cultura do trigo, pelo que esta limitação condiciona os solos da RAN a um certo tipo de agricultura, dominada pelas culturas arvenses de sequeiro. O regime define que as áreas da RAN devem ser afectas à actividade agrícola. Porém o solo deveria ser considerado como um recurso em si próprio e ser preservado pelas suas potencialidades, mesmo que não possa ter o preferível uso agrícola ou outros tipos de uso biológico (Cortez, 2007 in Franco, 2011).

O DL n° 73/2009 de 31 de Março parte de uma noção mais abrangente, admitindo que o solo tem uma multiplicidade de funções para além da agrícola, tais como: regular o ciclo da água, constituir um suporte de biodiversidade, ter um papel na redução das emissões de carbono, e na produção de energia (biocombustíveis), considerando assim o solo como um —recurso escasso e indispensável à sustentabilidade dos nossos ecossistemas” (DL n° 73/2009 de 31 de Março). No entanto, esta noção acaba por não se reflectir numa alteração profunda do carácter da RAN, já que esta continua a ter por base o conceito de aptidão agrícola e a sua delimitação continua a ser feita com base numa classificação de capacidade de uso mas do solo (Franco, 2011).

Segundo o artigo 10° do DL n° 73/2009 não são delimitados pela RAN os solos que integrem o perímetro urbano identificado em plano municipal de ordenamento do território como solo urbanizado, solos cuja urbanização seja possível programar ou solo afecto a estrutura ecológica. Exclui-se assim, a preservação do recurso solo nas áreas urbanas e na sua periferia (áreas de possível expansão do solo urbano existente), o que compromete a sustentabilidade futura destas áreas. Para além disso, no artigo 20° as áreas de RAN são consideradas áreas *non aedificandi*. No entanto a RAN prevê a possibilidade de reclassificação de áreas integradas na RAN como solo urbano, tais como, situações fundamentadas no interesse público, em que se justifique a não existência de outras áreas possíveis de expansão. Este tipo de permissões demonstra que ainda existe um longo caminho a percorrer no sentido de se garantir a salvaguarda do recurso solo (Franco, 2011).

A criação do instrumento Reserva Ecológica Nacional, em 1983, ocupa uma posição pioneira na concepção e aplicação do conceito embora se considere que, internacionalmente, tal não esteja ainda devidamente reconhecido e internamente tenha sido um processo sujeito a interpretações pouco correctas podendo-se mesmo considerar que houve desvirtuamento da ideia inicial (Andresen, 2004).

No caso português já anteriormente referido, a integração do conceito precursor de estrutura ecológica - o *continuum naturale* do arquitecto paisagista F. Caldeira Cabral - ocorreu com o DL n.º 321/83, na sequência da criação da Reserva Ecológica Nacional, que consagrava o solo agrícola como um valor patrimonial à permanência da Nação, com o fim de 'salvaguardar, em determinadas áreas, a estrutura biofísica necessária para que se possa realizar a exploração dos recursos e a utilização território sem que sejam degradadas determinadas circunstâncias e capacidades de que dependem a estabilidade e



fertilidade das regiões, bem como a permanência de muitos dos seus valores económicos, sociais e culturais’. O conceito de REN é apresentado no artigo 1.º: ‘A Reserva Ecológica Nacional, ..., constitui uma estrutura biofísica básica e diversificada que, através do condicionamento à utilização de áreas com características ecológicas específicas, garante a protecção de ecossistemas e a permanência e intensificação dos processos biológicos indispensáveis ao enquadramento equilibrado das actividades humanas’. E o artigo 2º define o âmbito: ‘A REN abrange zonas costeiras e ribeirinhas, águas interiores, áreas de infiltração máxima e zonas declivosas...’. A REN enquanto condicionante passou assim a integrar todos os instrumentos de ordenamento do território: planos regionais, planos especiais de ordenamento do território e os planos municipais de ordenamento do território, com destaque para o plano director municipal (PDM) (Andresen, 2004).

Gonçalo Ribeiro Telles desde longa data que tem vindo a coordenar e a desenvolver estudos e projectos orientados por princípios que estão na base deste conceito de estrutura ecológica e que se tem sucessivamente repercutido nos diplomas legais relativos às matérias do ambiente e do ordenamento do território, com grande incidência nos seus trabalhos na cidade de Lisboa e na própria Área Metropolitana de Lisboa de que é paradigmático o Plano Verde de Lisboa (Telles, et al, 1998). Diz Manuela Raposo Magalhães: ‘Em Portugal, este conceito (Estrutura Verde), embora divulgado e expresso em propostas de plano desde os anos 50 (Arqts. Paisagistas Prof. Francisco Caldeira Cabral, Ribeiro Telles, Viana Barreto). Somente em 1987 é consagrado na Lei de Bases do Ambiente como o “sistema contínuo de ocorrências naturais que constituem o suporte de vida silvestre e da manutenção do potencial genético e que contribui para o equilíbrio e estabilidade do território”’ (Magalhães, 1990, pp. 36 in Andresen, 2004). A Área Metropolitana de Lisboa tem sido privilegiada em matéria de estudos desta natureza. Para além dos trabalhos atrás mencionados, haverá ainda a referir aqueles coordenados por João Reis Machado, desenvolvidos ao longo da década de 90 e inspirados pelo movimento dos ‘greenways’ (Machado, *et al.*, 1997 in Andresen, 2004).

Mais tarde, a Lei nº 11/87, Lei de Bases do Ambiente, interiorizou a REN e a RAN. Porém é a Lei nº 48/98 que estabelece as bases da política de ordenamento do território e de urbanismo e o DL nº 380/99 que define o regime aplicável aos instrumentos de gestão territorial. São pois estes instrumentos que, ainda a par com a Resolução do Conselho de Ministros nº 152/2001 relativa à Estratégia de Conservação da Natureza e

da Biodiversidade, enquadram o conceito de estrutura ecológica no quadro legal português e alerta para o facto de ser “indispensável instituir corredores ecológicos cuja função primordial é estabelecer ou salvaguardar a ligação e os fluxos génicos entre as diferentes áreas nucleares de conservação, contribuindo, de modo especialmente relevante, para ultrapassar uma visão redutora da conservação da natureza e da biodiversidade — circunscrita às áreas classificadas — e para promover a continuidade espacial e a conectividade das componentes da biodiversidade em todo o território, bem como uma adequada integração e desenvolvimento das actividades humanas”. No entanto, o DL n.º 380/99 ao definir o regime aplicável aos instrumentos de gestão territorial definidos pela Lei n.º 48/98 não assume uma posição explícita relativamente à REN. Aliás também não esclarece a sua articulação com a Lei n.º 11/87. No artigo 10.º diz que os instrumentos de gestão territorial identificam: a) as áreas afectas à defesa nacional, segurança e protecção civil, b) os recursos e valores naturais; c) as áreas agrícolas e florestais; d) a estrutura ecológica; e) o património arquitectónico e arqueológico; f) as redes de acessibilidades; g) as redes de infra-estruturas e equipamentos colectivos; h) o sistema urbano; e i) a localização e a distribuição das actividades económicas (Andresen, 2004).

Este articulado dá a entender que os recursos e valores naturais ou as áreas agrícolas e florestais são independentes da estrutura ecológica, embora o artigo 12.º sobre recursos e valores naturais se refira a a) orla costeira e zonas ribeirinhas; b) albufeiras de águas públicas; c) áreas protegidas; d) rede hidrográfica e e) outros recursos territoriais relevantes para a conservação da natureza e da biodiversidade e o artigo 13.º sobre áreas agrícolas e florestais determine que os instrumentos de gestão territorial identificam as áreas afectas a usos agro-florestais, bem como as áreas fundamentais para a valorização da diversidade paisagística, designadamente as áreas de reserva agrícola. Por sua vez, o artigo 14.º sobre a estrutura ecológica diz que ‘os instrumentos de gestão territorial identificam as áreas, valores e sistemas fundamentais para a protecção e valorização ambiental dos espaços rurais e urbanos, designadamente as áreas de reserva ecológica’. Regista-se ainda na IV Secção, o artigo 70.º referente aos objectivos dos planos municipais de ordenamento de território que visam estabelecer: ‘e) A definição da estrutura ecológica municipal’. (Andresen, 2004).

Porventura, será o artigo 85.º que esclarece o que se entende por estrutura ecológica municipal. O artigo 85.º trata do conteúdo material do PDM dizendo que o PDM define

um modelo de organização municipal do território nomeadamente estabelecendo: c) ‘A definição dos sistemas de protecção dos valores e recursos naturais, culturais, agrícolas e florestais, identificando a estrutura ecológica municipal.’. A RCM nº 152/2001 decorre quer de um requisito legal consagrado na Lei nº 11/87, assim como de todo um quadro internacional evolutivo no respeitante à conservação da natureza e da paisagem. (Andresen, 2004).

Entre as 10 opções estratégicas delineadas destaca-se a segunda: ‘Constituir a Rede Fundamental de Conservação da Natureza e o Sistema de Áreas Classificadas, integrando neste a Rede Nacional de Áreas Protegidas.’ No ponto 14º, é desenvolvida esta segunda opção definindo-se o que se entende por Rede Fundamental de Conservação da Natureza: ‘um conceito abrangente que promove a visão integrada do património e dos recursos naturais sujeitos por lei ou compromisso internacional a um especial estatuto jurídico de protecção e gestão sem implicar, portanto, a atribuição de um regime complementar ‘ (Andresen, 2004).

A Rede Fundamental de Conservação da Natureza inclui: a) as áreas protegidas de âmbito nacional, regional ou local, com a tipologia prevista na lei; b) os sítios da lista nacional de sítios e as zonas de protecção especial integrados no processo de constituição da Rede Natura 2000; c) outras áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais; d) a Reserva Ecológica Nacional; e) o Domínio Público Hídrico; e e) a Reserva Agrícola Nacional. Não se podendo considerar exactamente uma estrutura ecológica, ela no entanto identifica as áreas principais a integrar independentemente da verificação como elas constituem um sistema eficaz. (Andresen, 2004).

Entre outros instrumentos de política o mais relevante é a Rede Natura 2000, uma iniciativa da Comissão Europeia a partir da Directiva Habitats publicada em 1992, coincidindo com a Conferência das Nações sobre o Desenvolvimento Sustentável no Rio de Janeiro. Por sua vez, o Conselho da Europa, tendo por base a Convenção de Berna tem desenvolvido o projecto Emerald Network e, ao abrigo da Estratégia Pan-Europeia para a Diversidade Biológica e da Paisagem, tem sido promovida a designada Rede Ecológica Pan-Europeia (PEEN - Pan-European Ecological Network). Ainda a nível europeu é de referir o projecto EECONET de iniciativa holandesa, lançado em 1991, com o objectivo de delinear uma rede ecológica para todo o território europeu

estabelecendo uma rede de corredores entre as diversas áreas de interesse para a conservação da natureza (Andresen, 2004).

Num relatório levado a cabo pela AID Environment e a União Internacional da Conservação da Natureza em 2001 e intitulado 'The Development and Application of Ecological Networks. A Review of Proposal, Plans and Programmes', os autores referem-se a mais de 40 iniciativas tendo em vista a concretização de estruturas ecológicas com calendários de médio e longo prazo (Bennett e Wit, 2001). Curiosamente este relatório toma como referência uma resolução do 1º Congresso Mundial da Conservação da Natureza, realizado em 1996, em Montreal, Canadá (Andresen, 2004).

#### **2.4. Enquadramento do estudo e análise do PNPOT e PROT-N – Rede ecológica para a Região Norte de Portugal**

A Região Norte de Portugal, estende-se por mais de 21 mil quilómetros quadrados, representa mais de 1/3 da população residente em território nacional e é marcada por fortes contrastes entre litoral e o interior, onde podemos observar um litoral denso, urbanizado e industrial, e sobre um lado oposto, um interior em processo de despovoamento e de matriz sobretudo rural. Esta caracteriza-se por estar impermeabilizada, ardida e coberta de vinha e eucaliptos. A evolução dos espaços impermeabilizados regista um aumento de 60%, particularmente evidente na área de Entre-Douro e Minho e, pontualmente, em torno dos aglomerados principais de Trás-os-Montes. Relativamente aos níveis de risco, estes são elevados face à média europeia, ponderados os riscos de incêndio florestal, inundação, de seca e sismicidade (PNPOT, 2007).

Sabendo isto, a Região expressa uma necessidade de salvaguardar e valorizar uma das suas principais potencialidades: ambiente natural e a biodiversidade do seu território. Na verdade, mais de 40% do território da Região está coberto por um estatuto de protecção da natureza e dos seus recursos (11% como áreas protegidas, cerca de 33% com REN e, aproximadamente, 18% de áreas da Rede Natura 2000), sendo este aspecto determinante para a definição de qualquer estratégia de desenvolvimento regional (Programa Operacional Regional do Norte, 2008).

O PROT da Região Norte (PROTN09) foi mandado elaborar pela Resolução de Conselho de Ministros nº 29/2006, de 23 de Março e, tendo sido concluído em Julho de 2009, encontra-se actualmente sujeito à aprovação pelo Governo. A equipa de elaboração do PROTN09 foi constituída pelas instituições académicas da região (Universidade do Porto – UP, Universidade do Minho – UM, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - UTAD), por serviços desconcentrados da Administração (IGESPAR, Direcção Regional de Economia, INETI) e por técnicos da CCDR-Norte (CCDRN, 2009). A Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental ficou a cargo da Prof. Arquitecta Paisagista Teresa Andresen, da Universidade do Porto (CCDRN, 2008).

A Dr.<sup>a</sup> Maria Franco, na sua dissertação para obtenção do grau de mestre em Arquitectura Paisagista, faz uma análise ao PROT-N com incidência na Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental. Esta afirma que o plano considera três espaços de características diferenciadas, nomeadamente a Área Metropolitana do Porto, a sub-região de Entre Douro e Minho e a sub-região de Trás-os-Montes e Alto Douro, designadas por enfoques sub-regionais, tendo em conta a diversidade da Região (CCDRN, 2009 in Franco, 2011).

E ainda refere que numa segunda fase do plano são analisadas e incluídas as componentes do relevo: declives e hipsometria. Desta análise constatou-se que 3/4 do território corresponde a declives inferiores a 15%, 1/5 apresenta um declive entre 15 e 30% e 8% um declive superior a 30%. Os declives até 15% equivalem às zonas costeiras e zonas planálticas, separadas entre si pelo arco montanhoso, constituído pelas Serras da Freita, de Montemuro, do Marão, do Alvão, do Gerês, da Peneda e do Soajo (CCDRN, 2008 in Franco, 2011). Em relação à análise da hipsometria verificou-se que os territórios de baixa altitude equivalem à faixa costeira, onde se localizam a maior parte dos aluviões e terrenos agrícolas da região. Quanto aos territórios de alta altitude constatou-se que os que se situam acima dos 700 m correspondem a zonas planálticas, com uma rede de linhas de água encaixadas, ocupados por matos e pastagens e algumas pontuações de núcleos florestais. Estas áreas abrangem a maior parte das cabeceiras das linhas de água do Soajo (CCDRN, 2008 in Franco, 2011).

Relativamente à ERPVA esta foi delimitada em: Áreas Nucleares, constituídas pelas áreas classificadas; e Áreas de Continuidade, constituídas por territórios de baixa e de alta altitude, considerando os 50 m como a cota máxima para os territórios de baixa

altitude e os 700 m como a cota mínima para os territórios de alta altitude. As Terras Altas asseguram a conservação de sistemas de montanha e principais cabeceiras de linhas de água e zonas estratégicas de reserva de água que incluem, no contexto da Aglomeração Metropolitana do Porto, o sistema de serras de altitudes entre os 200 e os 400 m; as Terras Baixas asseguram a conservação das principais áreas aluvião/solos agrícolas, territórios de baixa altitude e orla costeira. Por último, faz parte constituinte da ERPVA os Corredores Ecológicos, que correspondem à rede hidrográfica principal (CCDRN, 2008 in Franco, 2011).

O modo de tradução da ERPVA a nível dos planos municipais é explicado nas Normas Orientadoras. Segundo a Directriz D21.02 (CCDRN, 2009), esta faz-se através da adaptação da delimitação das suas componentes, à escala municipal, e do estabelecimento do adequado regime de protecção, que promova (CCDRN, 2009 in Franco, 2011):

- a) A tradução territorial na Rede Fundamental de Conservação da Natureza (RFCN), designadamente através dos regimes de protecção e salvaguarda da Reserva Ecológica Nacional, Reserva Agrícola Nacional e Domínio Hídrico; (...)
- b) A salvaguarda da funcionalidade da ERPVA e das componentes da RFCN na concepção da Estrutura Ecológica Municipal (EEM) (...)

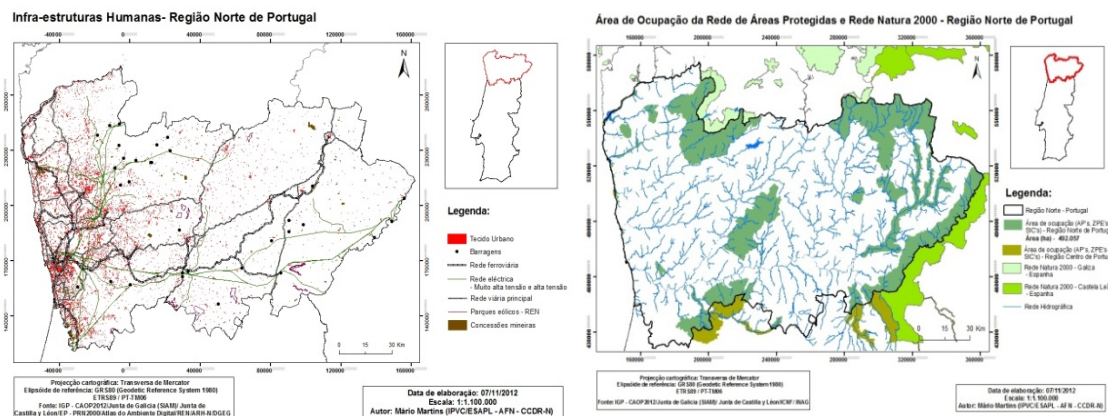
**Quadro 2** - Componentes ERPVA Fonte: PROTN09.

Componentes		Descrição	Bases cartográficas
Áreas nucleares		Peneda-Gerês; Montesinho; Douro Internacional; Alvão; Albufeira do Azibo; Corno do Bico; Lagoa de Bertlandos e S. Pedro de Arcos; Litoral de Esposende	Rede Nacional de Áreas Protegidas
		<b>Sítios:</b> Alvão/Marão; Corno do Bico; Douro Internacional; Litoral Norte Sítio Minas de St <sup>o</sup> Adrião; Montesinho/Nogueira; Rio Lima Sítio Rio Paiva; Barrinha de Esmoriz; Morais; Peneda/Gerês; Rio Minho; Rios Sabor e Maçãs; Romeu; Serra de Montemuro; Serra de Arga; Samil; Serras da Freita e Arada; Valongo <b>ZPE:</b> Vale do Côa; Estuário Rios; Minho Coura; Douro Internacional e Vale do Águeda; Serra do Gerês; Rios Sabor e Maçãs; Montesinho/ Nogueira	Rede Natura 2000
		Parque Arqueológico do Côa; Alto Douro Vinhateiro	Lista do Património Mundial
Áreas de continuidade	Terras altas (cota mínima 700m)	Sistemas de montanha Principais cabeceiras de linhas de água e zonas estratégicas de reserva de água	Declives + Altimetria
	Terras baixas (cota máxima < 50 m)	Principais áreas aluvião/solos agrícolas, Territórios de baixa altitude e orla costeira	
	Corredores ecológicos	Rede hidrográfica principal	Não identificada

Citando a autora (Franco, 2011), “...verifica-se que a delimitação da REN, RAN e DPH se concretiza apenas a nível municipal. Estas figuras jurídicas de protecção não são delimitadas a nível regional, pelo que a salvaguarda das suas componentes não são asseguradas neste âmbito territorial.”

Na metodologia utilizada neste PROT, verifica-se que as únicas bases cartográficas utilizadas correspondem à: altimetria, rede hidrográfica principal e declives. Por esta razão, ficaram por concretizar alguns aspectos fundamentais, tais como:

- i) a metodologia (bases cartográficas) utilizada poderiam ser acrescentados os perímetros florestais, alguns tipos de povoamentos florestais, algumas zonas adjacentes das linhas de água e solos (para além dos aluviossolos), para que fosse possível estabelecer uma maior continuidade entre as áreas com maior valor de biodiversidade para Região Norte (Áreas classificadas);
- ii) os corredores verdes apenas cingiram-se fundamentalmente à rede hidrográfica principal e ganhar-se em avançar na delimitação mais detalhada e a indicação de elementos associados a este tipo de infra-estrutura;
- iii) referir as funções e objectivos, da construção dos corredores verdes;
- iv) realizar uma análise pormenorizada da intersecção e potenciais conflitos das infra-estruturas humanas com as redes de biodiversidade.



**Figura 2 e 3** – Mapa das Infra-estruturas Humanas e Mapa das Áreas de Ocupação da Rede de Áreas Protegidas e Rede Natura 2000 – Região Norte de Portugal.

O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território – PNPT, é um instrumento de gestão do território importantíssimo que através da sua análise, podemos perceber com maior clareza a importância da infra-estrutura que se pertence definir.

O PNPOT, no quadro do regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial, constitui um instrumento de desenvolvimento territorial, de natureza estratégica e de âmbito nacional, com precedência em relação aos restantes IGT. De acordo com o Decreto-Lei n.º 380/99, o PNPOT *“estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional, consubstancia o quadro de referência a considerar na elaboração dos demais instrumentos de gestão territorial [nomeadamente, os PROT e os PDM] e constitui um instrumento de cooperação com os demais Estados-Membros para a organização do território da União Europeia”* (art. 26º); e *“estabelece as opções e as directrizes relativas à conformação do sistema urbano, das redes, infra-estruturas e equipamentos de interesse nacional, bem como à salvaguarda e valorização das áreas de interesse nacional em termos ambientais, patrimoniais e de desenvolvimento rural”* (n.º1a), art.28º) (PNPOT, 2007).

No que se refere à ligação com a Espanha, mencionada no PNPOT, a continuidade que se pretende neste estudo poderá ter uma possível influência futura, no que diz respeito à implementação de uma rede ecológica, ou seja, a criação de uma rede ecológica na Região Norte de Portugal. Este aspecto poderá contribuir para estabelecer uma continuidade transfronteiriça e com vista a uma possível inclusão na PAN - European Ecological Network, embora distante, e sem base definida de implementação. No PNPOT, podemos constatar que a existência de uma cooperação entre Portugal e Espanha no que diz respeito ao domínio dos valores ambientais, e à gestão conjunta de recursos, poderá ter um efeito futuro bastante benéfico. Uma rede ecológica enquadra-se perfeitamente nesta ideia, uma vez que as redes ecológicas desempenham funções de preservação, valorização e permitem uma gestão sustentável dos recursos presentes nos territórios (PNPOT, 2007).

Para além disto, o PNPOT refere, *“impõe-se, pois, um alargamento da cooperação ibérica para além do que é sugerido pelas diversas iniciativas comunitárias. A cooperação bilateral de base territorial, que tem assumido especial relevância no caso do ordenamento dos recursos hidrológicos partilhados, deverá ser transposta e aprofundada em domínios fundamentais, como o da conservação da natureza e da biodiversidade, o sistema de povoamento na sua dimensão de oferta de serviços públicos, o ensino e investigação, mormente no que se refere ao estabelecimento de redes de cooperação científica e tecnologia, ou o ordenamento dos grandes espaços turísticos passíveis da obtenção de sinergias”*. No contexto estratégico para a Região



Norte, um dos elementos caracterizadores da região, é a sua inserção num espaço de crescente cooperação e interdependência com a vizinha Galiza, colocando à organização do território a necessidade de ter em conta o contexto transfronteiriço e dando sentido a estratégias de afirmação no quadro de uma euro-região. Podemos concluir assim que estes são dois argumentos bastante validos e que apoiam a implementação de uma infraestrutura transfronteiriça desta dimensão (PNPOT, 2007).

Relativamente à organização, as tendências e ao desempenho do território mencionado no PNPOT, este foca os recursos naturais e sustentabilidade ambiental. Aqui podemos constatar a evolução dos últimos 20 anos no que diz respeito às políticas de conservação da natureza e da qualificação ambiental do território nacional, e é transmitida ainda a ideia de que existiram progressos ao longo do tempo, relativamente às políticas, à consciencialização dos portugueses sobre o valor dos recursos naturais e do ambiente, e sobre a necessidade da participação dos cidadãos e da intervenção do Estado na sua defesa e melhoria. Para além disto é reconhecido que ainda muito está por fazer neste domínio (PNPOT,2007).

A Rede Fundamental de Conservação da Natureza, segundo o PNPOT, é uma figura integradora do conjunto de regimes jurídicos e instrumentos políticos de conservação da natureza e da biodiversidade, constituída por:

- i) Áreas protegidas de âmbito nacional, regional ou local, que constituem a Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP);
- ii) Sítios da lista nacional de sítios e zonas de protecção especial integrados na Rede Natura 2000 (Rede Natura);
- iii) Outras áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais;
- iv) A Reserva Ecológica Nacional (REN);
- v) O Domínio Público Hídrico (DPH);
- vi) A Reserva Agrícola Nacional (RAN).

A RNAP, a Rede Natura e as áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais, constitui o Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC). Como podemos constatar, os níveis de protecção do território são máximos e revestem uma complexa rede de espaços naturais de diferente estatuto onde porém falta uma coerência global por excesso de figuras legais sobrepostas. Ao mesmo tempo os instrumentos de

ordenamento e de gestão das áreas classificadas integradas na Rede Fundamental de Conservação da Natureza revelam-se pouco desenvolvidos, como é referido nos 24 problemas para o Ordenamento do Território identificados pelo PNPOT.

O tema “Portugal: os grandes problemas para o Ordenamento do Território”, presente no PNPOT, embora numa escala de maior dimensão, este refere alguns aspectos que directa ou indirectamente, intersectam com o tema que pretendemos estudar. O PNPOT reconhece que as dinâmicas de organização e transformação espacial configuram um conjunto complexo de problemas para o ordenamento do território, e nele são apresentados os que representam maior relevância e acuidade (PNPOT, 2007):

- i) a insuficiente salvaguarda e valorização dos recursos naturais e ineficiente gestão de riscos;
- ii) a expansão urbana desordenada e correspondentes efeitos na fragmentação e desqualificação do tecido urbano e dos espaços envolventes;
- iii) a ineficiência e insustentabilidade ambiental e económica nos domínios dos transportes e da energia;
- iv) a insuficiência das infra-estruturas e sistemas de apoio à competitividade, conectividade e projecção internacional da economia do país;
- v) a inadequação da distribuição territorial de infra-estruturas e de equipamentos colectivos face às dinâmicas de alteração do povoamento e das necessidades sociais;
- vi) a ausência de uma cultura cívica de ordenamento do território e ineficácia dos sistemas de informação, planeamento e gestão territorial.

O problema da expansão urbana desordenada e correspondentes efeitos na fragmentação e desqualificação do tecido urbano e dos espaços envolventes, merece especial atenção, pois uma das principais funções de uma rede ecológica à escala regional é o “combate” à fragmentação da paisagem. A densidade crescente da construção de estradas, vias ferroviárias e a intensidade do uso do solo leva a um aumento de barreiras na paisagem. A paisagem transforma-se com uma nova diversidade de elementos artificiais que causam fragmentação de recursos naturais que podem ser considerados como a diversidade negativa da paisagem, onde muitas espécies de animais são sensíveis a este tipo de fragmentação (Jongman e Pungetti, 2004).

A agricultura, o urbanismo e a indústria têm aumentado a pressão sobre a paisagem e a natureza. Este processo de fragmentação resulta em perda de habitats, fauna, os efeitos de barreira, de perturbação (ruído e luz) e poluição local (IENE, 1997 in Jongman e Pungetti, 2004). As infra-estruturas de transportes cruzam áreas de vida das populações de espécies diferentes, e desta forma diminui a capacidade das populações envolvidas a se dispersar em diferentes partes do seu habitat ou a realizarem uma mudança para potenciais novos habitats (Jongman e Pungetti, 2004).

A fragmentação das áreas naturais é um problema espacial que pode ser definido como a dissecação de um determinado habitat em uma série de fragmentos separados espacialmente, e por consequência, dando assim origem à descontinuidade espacial.

A implementação de uma rede ecológica na Região Norte poderia permitir, o funcionamento dos ecossistemas como um meio para facilitar a conservação de espécies e habitats e promover o uso sustentável dos recursos naturais, a fim de reduzir os impactos das actividades humanas sobre a biodiversidade e aumentar o valor da biodiversidade na gestão da paisagem, constituir como instrumento de gestão territorial para enfrentar os problemas de ordenamento do território, através da forte dimensão jurídica que poderia tomar, e da participação activa dos cidadãos, e ainda, ser impulsionador de uma continuidade/conectividade transfronteiriça bastante benéfica para o país e para a união europeia.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Os princípios e as bases para a definição de uma Rede ecológica

A relação que o Homem estabelece com a superfície terrestre gera a dinâmica que anima os espaços, os quais, quando alvo das acções humanas, deixam de ser naturais para progressivamente se tornarem em espaços humanizados. Com o decorrer dos tempos, o Homem foi assumindo uma postura cada vez mais intervencionista sobre o meio, relegando para segundo plano uma atitude passiva face ao quadro natural. Paralela e complementarmente aos agentes naturais, a acção humana foi contribuindo para a modelação da paisagem imprimindo-lhe um cunho crescentemente artificial. O conceito ecológico de *continuum naturale*, constitui a base desta ideia, onde os novos conceitos de Continuidade, Diversidade e Intensificação (CDI) contribuíram para reforçar os modelos de implementação de redes ecológicas (Ferreira, *et al.*, 2004).

O crescimento e desenvolvimento da Região Norte de que vem sendo alvo traduz-se, directamente, em alterações morfo-funcionais e em dinâmicas espaciais próprias, que adquirem um conteúdo semântico nunca menos confuso do que os próprios conceitos de “crescimento” e “desenvolvimento” comportam.

*“O crescimento de uma região, mesmo numa perspectiva geográfica do termo, é por vezes confundido de forma voluntária ou involuntária - com crescimento “económico”. Tal pressuposto é de uma gravidade atroz, tanto mais se reportado aos princípios que balizam as metodologias de ordenamento e planeamento territorial, sendo as suas repercussões por demais reconhecidas sobretudo quando traduzidas em assimetrias espaciais que espelham a produção de segregação funcional, social e paisagística”* (Ferreira, *et al.*, 2004).

As redes de conservação coerentes e funcionais, são conhecidas como redes ecológicas. A rede ecológica que pretendemos identificar, a partir de um ponto de vista estrutural, é constituída por:

- i) As “áreas núcleo” onde a conservação da diversidade biológica tem importância prioritária, mesmo no caso de uma área que não esteja legalmente protegida, elas são caracterizadas pela presença de habitats bem conservados e populações de espécies importantes (Bennett, 1991; Bennett & Mulongoy, 2006);

- ii) Os “corredores ecológicos” que dão apoio à preservação de interacções ecológicas fundamentais, através da manutenção da ligação entre as áreas naturais protegidas ou com grande valor natural (Bennett, 1991; Bennett & Mulongoy, 2006);
- iii) As “áreas críticas” de interacção entre a rede do território natural e sua matriz em torno da pressão humana sobre as áreas com extrema relevância para a biodiversidade. Estas áreas apresentam as funções degradadas de um ecossistema que podem ser recuperadas, especialmente nos casos em que a fragmentação do habitat impede o funcionamento normal dos ecossistemas ou afecta a populações de espécies locais. São áreas importantes porque depois de identificadas, pode então ser melhorada a ligação ecológica e funcionalidade do sistema (Bruinderink *et al.*, 2003; D1'az Pineda *et al.*, 2006; Trocmé, 2006 in Gurrutxaga *et al.*, 2010).

As redes ecológicas promovem assim, através dos elementos estruturais identificados anteriormente, oportunidades para o uso sustentável dos recursos naturais, incentivando facetas complementares entre os objetivos do uso do solo e as de conservação da biodiversidade, e assim contribuir desta maneira para uma gestão adequada destas áreas, que é decisiva para que as políticas de conservação sejam eficazes (Opdam *et al.*, 2006 in Gurrutxaga *et al.*, 2010).

A elaboração dessas estratégias necessita de um grande manancial de informação. O manuseamento dessa informação é tanto mais complexo e moroso quanto maior for o número de variáveis a considerar. Neste sentido, a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), revela-se essencial visto que permite o manuseamento, a integração e a análise da informação georreferenciada, com rigor, eficácia, versatilidade e rapidez. Considerando o pressuposto anterior, recorreu-se à tecnologia SIG para a construção de uma base de dados espaciais de suporte à proposta de delimitação de uma Rede Ecológica para a Região Norte de Portugal, e numa segunda fase, a validação da Rede Ecológica criada, com a espécie prioritária o Lobo Ibérico (*Canis lupus signatus*).

## **3.2. A identificação, recolha e organização da informação de base**

O trabalho realizado utiliza dados processados a nível nacional que posteriormente foram remetidos para a Região Norte. Foram ainda utilizados alguns dados para a Região Centro, e dados relativos ao território espanhol (Região da Galiza e de Castela Leão), para que fosse estabelecida uma continuidade para as regiões envolventes à Região Norte de Portugal.

As bases de dados foram organizadas e analisadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG), nomeadamente através do programa Arcgis9.3. Relativamente ao sistema de coordenadas, utilizou-se o sistema europeu: ETRS89 PT-TM06.

A utilização dos Sistemas de informação Geográfica (SIG), revela-se essencial no manuseamento, integração e análise da informação georreferenciada, com rigor, eficácia e versatilidade.

### **3.2.1. Identificação e caracterização da base de dados**

Neste estudo, estabeleceu-se um macrozonamento assente numa plataforma de dados correspondentes à cartografia de base, contendo dados relativos aos seguintes temas: Rede ecológica (Áreas núcleo e corredores ecológicos) e Carta de Pressão Humana (Assentamento humano, Infra-estruturas e Indicador de actividade económica).

Assim, procedeu-se à análise, cruzamento e selecção de informação, segundo a sua relevância para a definição de áreas que, devido às suas características específicas, devem integrar as várias tipologias de um sistema ecológico, e de um sistema de análise de pressão humana.

Na tentativa de atingir estes objectivos, procedeu-se numa primeira fase à delimitação da rede ecológica, através da identificação dos elementos/variáveis constituintes dos núcleos (RNAP e a Rede Natura 2000) e dos corredores ecológicos (Perímetros florestais (Regime florestal), Alto Douro Vinhateiro, Geopark de Arouca, PAVC Foz Côa, florestas de folhosas e mistas (COS2007 nível III) sem eucaliptos do Inventário Florestal Nacional (ICNF), grandes rios, lagos/albufeiras, Estuários (zonas de transição), zonas ribeirinhas, grandes aluviões e fluvissois, terras altas (> 700m), e terras baixas (< 50m)).

**Quadro 3** – Variáveis da rede ecológica.

<b>Rede ecológica - Variáveis</b>	<b>Fonte</b>
<b>Áreas núcleo</b>	
RNAP	ICNF
Rede Natura 2000	ICNF
<b>Corredores ecológicos - Figuras legais</b>	
Perímetros florestais (Regime florestal)	ICNF
Alto Douro Vinhateiro	CCDR-N
Geopark de Arouca	IGP
PAVC Foz Côa	IGESPAR
<b>Corredores ecológicos – Outros elementos estruturantes</b>	
Grandes aluviões e FluviSSolos	Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)
Zonas ribeirinhas - (Florestas folhosas + mistas (COS2007 nível III) sem eucaliptos do Inventário Florestal Nacional (ICNF) - buffer de 50 m)	CCDR-N
Florestas de folhosas e mistas (COS2007 nível III) sem eucaliptos do Inventário Florestal Nacional (ICNF)	CCDR-N ICNF
Grandes Rios - Faixa de protecção de 10m	INAG
Lagos/Albufeiras - Faixa de protecção de 100m	INAG
Estuários (zonas de transição) - Faixa de protecção de 10m	INAG
Terras altas (> 700m)	Atlas do Ambiente Digital - IA
Terras baixas (< 50m)	Atlas do Ambiente Digital - IA

### 3.2.1.1. Rede ecológica

#### 3.2.1.1.1. Áreas núcleo

A classificação de determinadas áreas com títulos de protecção também pode ser considerado como uma actividade humana, tendo em conta que o Homem destina estes locais á protecção e conservação da natureza, onde a sua acção antrópica será muito diminuta ou praticamente nula.

A preservação da biodiversidade tem sido abordada por dois pontos de vista. Por um lado menciona as espécies para depois se determinar qual o tipo de habitat que deverá ser preservado. Por outro lado foca o habitat e considera a localização, o tamanho, a forma das reservas para maximizar a biodiversidade ou otimizar o meio ambiente para as espécies. O principal objectivo da classificação destas áreas é a máxima preservação da diversidade global, tanto biológica como paisagística (Cidin e Silva, 2004). Para a definição das áreas nucleares, foram identificadas as áreas protegidas e a Rede Natura 2000 presente na Região Norte de Portugal.

### **- Rede Nacional de Áreas Protegidas**

A IUCN considera que as áreas protegidas são “uma superfície de terra e/ou mar especialmente consagrada à protecção da natureza e manutenção da diversidade biológica, assim como os recursos naturais e os recursos culturais associados, e utilizada através de meios jurídicos e outros meios eficazes” (IUCN, 1994:12).

A classificação de uma Área Protegida (AP) visa conceder-lhe um estatuto legal de protecção adequado à manutenção da biodiversidade e dos serviços dos ecossistemas e do património geológico, bem como à valorização da paisagem (ICNF, 2012).

O processo de criação de Áreas Protegidas é actualmente regulado pelo Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de Julho. Este aplica-se ao conjunto dos valores e recursos naturais presentes no território nacional e nas águas sob jurisdição nacional, e não prejudica a aplicação de regimes especiais em vigor, designadamente os relativos à reserva ecológica nacional, ao domínio público hídrico, à reserva agrícola nacional e aos recursos florestais, fitogenéticos, agrícolas, cinegéticos, pesqueiros e aquícolas das águas interiores. As paisagens protegidas visam:

- i) garantir a conservação dos valores naturais e promover a sua valorização e uso sustentável;
- ii) promover a conservação da natureza e da biodiversidade como dimensão fundamental do desenvolvimento sustentável, nomeadamente pela integração da política de conservação da natureza e da biodiversidade na política de ordenamento do território e nas diferentes políticas sectoriais;
- iii) integrar critérios de conservação da natureza e da biodiversidade nos sistemas sociais, empresariais e económicos;
- iv) definir e delimitar uma infra-estrutura básica de conservação da natureza, a citada RFCN;
- v) contribuir para a prossecução dos objectivos fixados no âmbito da cooperação internacional na área da conservação da natureza, em especial os definidos na Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica, adoptada no Rio de Janeiro em 5 de Junho de 1992;
- vi) promover a investigação científica e o conhecimento sobre o património natural, bem como a monitorização de espécies, habitats, ecossistemas e geossítios;



- vii) promover a educação e a formação da sociedade civil em matéria de conservação da natureza e da biodiversidade e assegurar a informação, sensibilização e participação do público, incentivando a visita, a comunicação, o interesse e o contacto dos cidadãos com a natureza;
- viii) promover o reconhecimento pela sociedade do valor patrimonial, intergeracional, económico e social da biodiversidade e do património geológico.

As tipologias existentes são: Parque Nacional; Parque Natural; Reserva Natural; Paisagem Protegida e Monumento Natural. Com excepção do “Parque Nacional” as AP de âmbito regional ou local podem adoptar qualquer das tipologias atrás referidas, devendo as mesmas ser acompanhadas da designação “regional” ou “local” (ICNF, 2012).

O Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de Julho, prevê ainda a possibilidade de criação de Áreas Protegidas de estatuto privado (APP), a pedido do respectivo proprietário; o processo de candidatura, a enviar ao ICNF, está regulado pela Portaria n.º 1181/2009, de 7 de Outubro (ICNF, 2012). As AP de âmbito nacional e as APP pertencem automaticamente à RNAP (Rede Nacional de Áreas Protegidas); no caso das AP de âmbito regional ou local a integração ou exclusão na RNAP depende de avaliação da autoridade nacional (ICNF, 2012).

#### **- Rede Natura 2000**

A Rede Natura 2000, resulta da aplicação das Directivas n.º 79/409/CEE (Directiva Aves) e n.º 92/43/CEE (Directiva Habitats) que tem como finalidade assegurar a biodiversidade, através da conservação ou do restabelecimento dos habitats naturais e da flora e da fauna selvagens num estado de conservação favorável, da protecção, gestão e controlo das espécies, bem como da regulamentação da sua exploração. Esses objectivos são aplicados tendo em conta as exigências ecológicas, económicas, sociais, culturais e científicas, bem como as particularidades regionais e locais, contribuindo assim para a valorização e conservação de biodiversidade. Constitui o principal instrumento para a conservação da natureza na União Europeia (ICNF, 2012).

A Rede Natura 2000, que também se aplica ao meio marinho, é composta por (ICNF, 2012):

- i) Zonas de Protecção Especial (ZPE), estabelecidas ao abrigo da Directiva Aves, que se destinam essencialmente a garantir a conservação das espécies de aves, e seus habitats, listadas no seu anexo I, e das espécies de aves migratórias não referidas no anexo I e cuja ocorrência seja regular;
- ii) Zonas Especiais de Conservação (ZEC), criadas ao abrigo da Directiva Habitats, com o objectivo expresso de "contribuir para assegurar a Biodiversidade, através da conservação dos habitats naturais (Anexo I) e dos habitats de espécies da flora e da fauna selvagens (Anexo II), considerados ameaçados no espaço da União Europeia".

*“Nestas áreas de importância comunitária para a conservação de determinados habitats e espécies, as actividades humanas deverão ser compatíveis com a preservação destes valores, visando uma gestão sustentável do ponto de vista ecológico, económico e social. A garantia da prossecução destes objectivos passa necessariamente por uma articulação da política de conservação da natureza com as restantes políticas sectoriais, nomeadamente, agro-silvopastoril, turística ou de obras públicas, por forma a encontrar os mecanismos para que os espaços incluídos na Rede Natura 2000 sejam espaços vividos e geridos de uma forma sustentável”* (ICNF, 2012).

A selecção das áreas da Rede Natura 2000, foi realizada a partir de critérios científicos. No caso das áreas designadas ao abrigo da Directiva Habitats é da competência de cada Estado-Membro a elaboração de uma proposta nacional de Sítios de Importância Comunitária (SIC), sob a forma de uma Lista Nacional de Sítios. A partir das várias propostas nacionais, a Comissão, em articulação com os Estados-Membros, selecciona os Sítios de Importância Comunitária (SIC), que posteriormente serão classificados como Zonas Especiais de Conservação, culminando um processo faseado de co-decisão entre os Estados-Membros e a Comissão Europeia (ICNF, 2012).

#### **3.2.1.1.2. Corredores ecológicos**

Os corredores ecológicos são definidos funcionalmente para estabelecer uma conectividade existente entre as áreas nucleares. Eles são “infra-estruturas” fundamentais que permitem a dispersão e migração de espécies que podem ser objecto de extinção local (Bouwma *et al.* 2002 in Jongman e Pungetti, 2004). Estes contribuem

para seja ultrapassada uma visão redutora da conservação da natureza e da biodiversidade, apenas cingida às áreas classificadas, e para promover a continuidade espacial e a conectividade das componentes da biodiversidade em todo o território, bem como uma adequada integração e desenvolvimento das actividades humanas (Jongman e Pungetti, 2004). Para a definição dos corredores ecológicos no nosso estudo, foram tidos em conta alguns elementos divididos em dois grupos: figuras legais e outros elementos estruturantes.

## **Figuras legais**

### **- Perímetros florestais (Regime florestal)**

*“Os denominados Perímetros Florestais são constituídas por terrenos baldios, autárquicos ou particulares e estão submetidos ao Regime Florestal Parcial por força dos Decretos dos anos de 1901 e 1903, e demais legislação complementar”* (ICNF, 2012).

O Regime Florestal é o conjunto de disposições destinadas a assegurar não só a criação, exploração e conservação da riqueza silvícola, sob o ponto de vista da economia nacional, mas também o revestimento florestal dos terrenos cuja arborização seja de utilidade pública, e conveniente ou necessária para o bom regime das águas e defesa das várzeas, para a valorização das planícies áridas e benefício do clima, ou para a fixação e conservação do solo, nas montanhas, e das areias, no litoral marítimo (parte IV, artigo 25.º, do Decreto de 24 de Dezembro de 1901) (ICNF, 2012).

O Regime Florestal é Parcial quando aplicado a terrenos baldios, a terrenos das autarquias ou a terrenos de particulares, subordinando a existência de floresta a determinados fins de utilidade pública, permite que na sua exploração sejam atendidos os interesses imediatos do seu possuidor (parte IV, artigos 26.º e 27.º, do Decreto de 24 de Dezembro de 1901) (ICNF, 2012).

Por Regime Florestal entende-se o conjunto de disposições destinadas não só à criação, exploração e conservação da riqueza silvícola, sob o ponto de vista da economia nacional, mas também o revestimento florestal dos terrenos cuja arborização seja de utilidade pública, e conveniente ou necessária para o bom regime das águas e defesa das várzeas, para a valorização das planícies áridas e benefício do clima, ou para a fixação e conservação do solo, nas montanhas, e das areias no litoral marítimo (ICNF, 2012).

#### **- Alto Douro Vinhateiro**

A Região Vinhateira do Alto Douro ou Alto Douro Vinhateiro é uma área do nordeste de Portugal com mais de 26 mil hectares, classificada pela UNESCO, em 14 de Dezembro de 2001, como Património da Humanidade, na categoria de paisagem cultural e rodeada de montanhas que lhe dão características mesológicas e climáticas particulares. O Alto Douro Vinhateiro congrega a área de mais elevada qualidade paisagística, ou seja a área de maior excelência e representatividade de toda a Região Demarcada do Douro e que apresenta um bom estado de conservação (Andresen, 2006).

Trata-se de uma área com elementos naturais e culturais bem patentes (vales estreitos, encostas íngremes, diversidade dos recursos naturais, habitats, a transição do Atlântico para o Mediterrâneo, a estrutura da paisagem, as vinhas dominantes, os assentamentos humanos, os marcos culturais (as quintas e os Casais), as estruturas religiosas, entre outros.). Pelas razões anteriormente mencionadas, o Alto Douro Vinhateiro rebela-se assim uma parte/elemento fundamental para a conectividade da rede ecológica que pretendemos estabelecer.

#### **- Geopark de Arouca**

O Geopark Arouca, que corresponde à área administrativa do Concelho de Arouca, é reconhecido pelo seu excepcional Património Geológico de relevância internacional, com particular destaque para as Trilobites gigantes de Canelas, para as Pedras Parideiras da Castanheira e para os Icnofósseis do Vale do Paiva (Geopark Arouca, 2012).

O valioso e singular Património Geológico inventariado, cobrindo um total de 41 geossítios, constitui a base do projecto Geoparque Arouca, aliados a uma estratégia de desenvolvimento territorial que assegura a sua protecção, dinamização e uso. Em simultâneo e em complementaridade, associam-se outros importantes valores como os arqueológicos, ecológicos, históricos, desportivos e/ou culturais e ainda a promoção da etnografia, artesanato e gastronomia da região, tendo em vista a atracção de um turismo de elevada qualidade baseado nos valores da Natureza e da Cultura (Geopark Arouca, 2012).

Outra classificação elaborada pela UNESCO é a Rede Global de Geoparques. A UNESCO GGN define que geoparque é uma área com expressão territorial e limites bem definidos, que contem um número significativo de sítios de interesse geológico com particular importância, raridade ou relevância cénica/estética, com muito interesse

histórico-cultural e riqueza em biodiversidade. Estes sítios que reportam a memória da Terra fazem parte de um conceito integrado de protecção, educação e desenvolvimento sustentável. A rede promove serviços de elevada qualidade, partilhando entre os Geoparques estratégias e boas práticas comuns para a preservação ambiental e desenvolvimento turístico e o intercâmbio de conhecimentos e apoios em diversas áreas. A gestão e as actividades da rede regem-se pelas linhas de referência e pelos critérios definidos pela UNESCO (Geopark Arouca, 2012).

#### **- Parque Arqueológico do Vale do Côa**

Em Agosto de 2010 a extensão do Vale do Côa em Espanha, Siega Verde, foi inscrita na lista de património mundial do Comité do Património Mundial da UNESCO. Esta estação rupestre situa-se junto ao rio Águeda, um afluente do Douro, a poucos quilómetros da fronteira portuguesa de Vilar Formoso, em Villar de la Yegua, Salamanca e integra 94 painéis espalhados por 15 quilómetros, com mais de 500 representações de animais e alguns signos esquemáticos que foram descobertos no final dos anos oitenta. As semelhanças com as gravuras de Foz Côa permitiram assegurar que as gravuras de Siega Verde foram realizadas pelos homens do Paleolítico Superior, entre 20 mil e 12 mil anos antes da nossa era, sendo contemporâneas das do Côa (IGESPAR, 2012).

São objectivos dos parques arqueológicos (IGESPAR, 2012):

- i) proteger, conservar e divulgar o património arqueológico;
- ii) desenvolver acções tendentes à salvaguarda dos valores culturais e naturais existentes na área do parque arqueológico;
- iii) promover o desenvolvimento económico e a qualidade de vida das populações e das comunidades abrangidas.

Uma parte do território da PAVC corresponde à ZPE do Vale do Côa. A existência das aves rupícolas conduziu, recentemente, à classificação desta área como Zona de Protecção Especial (Directiva Aves - nº 79/409/CEE, Directiva Habitats nº 92/43/CEE, Decreto-Lei nº 384-B/99), que lhe assegura a entrada para a Rede Natura 2000, a rede comunitária de áreas protegidas. Esta classificação prevê a protecção, a gestão e o controlo das espécies de aves de estatuto ameaçado, por forma a garantir a sua sobrevivência e reprodução.

*“O Abutre do Egípto, o Grifo, a Águia de Bonelli e a Águia real são quatro espécies que possuem um estatuto ameaçado a nível comunitário. Distribuem-se ao longo do vale do Côa que constitui um dos principais núcleos de nidificação em Portugal, e apesar de possuírem hábitos biológicos distintos, dependem das mesmas condições ecológicas e habitats. Esses habitats correspondem ao mosaico agrícola presente nas encostas declivosas do vale do Côa e do bordo planáltico adjacente.”* (IGESPAR, 2012).

Os matos arborescentes associados ao pastoreio de ovinos, alternam com os olivais e amendoais tradicionais, com as pastagens naturais e com as culturas arvenses de sequeiro, que por sua vez são subsidiárias da actividade pecuária. O Vale do Côa, “encaixa-se” entre o granito e o xisto, e é uma região de amplos horizontes, pontuada por alvos pombais, ressaltando o branco da flor da amendoeira entre Fevereiro e Março, e as diferentes tonalidades das vinhas do Outono (IGESPAR, 2012).

## **Outros elementos estruturantes**

### **- Grandes Rios, Lagos/Albufeiras e Estuários**

Estes três elementos relativos à rede hidrográfica da Região Norte, foram inseridos nos “Outros elementos estruturantes”, uma vez que não dispomos de uma cartografia oficial do Domínio Público Hídrico (DPH). Para conseguirmos uma aproximação do limite do DPH, realizou-se uma análise de proximidade, onde aos grandes rios e os estuários foram definidas faixas de protecção de 10 metros, e para as albufeiras uma faixa de 100 metros.

Segundo a Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro (Lei da Água), as faixas de protecção das águas de transição incluem as margens, que tomam o valor de 50 m, 30 m ou 10 m, consoante respeitem a águas navegáveis ou flutuáveis sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias, restantes águas navegáveis ou flutuáveis ou águas não navegáveis nem flutuáveis. Quando a margem tiver natureza de praia em extensão superior à estabelecida, esta estende -se até onde o terreno apresentar tal natureza. A largura da margem conta -se a partir da linha limite do leito. Se esta linha atingir arribas alcantiladas, a largura da margem é contada a partir da crista do alcantil. A faixa de protecção inclui a margem. A determinação da largura desta faixa deve atender à dimensão e situação da lagoa, lago ou albufeira na bacia hidrográfica e à prossecução das funções desempenhadas por estas massas de água, numa avaliação casuística

devidamente descrita e fundamentada, adoptando como valor de referência a largura de 100 m, medida na horizontal.

De acordo com Instituto da Água é definido (Lei da Água): "*O Domínio público hídrico, é o que diz respeito às águas públicas. Por se encontrar integrado no domínio público do Estado, os bens, naturais ou artificiais, que o constituem estão, nos termos da lei, submetidos a um regime especial de protecção em ordem a garantir que desempenhem o fim de utilidade pública a que se destinam, regime que os subtrai à disciplina jurídica dos bens do domínio privado tornando-os — inalienáveis, impenhoráveis e imprescritíveis*".

O Estado através da respectiva entidade administrante, pode autorizar a particulares o uso privativo de determinadas parcelas do domínio público hídrico, mediante a atribuição de uma licença ou concessão, consoante a natureza do uso em questão (Lei da Água, Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro)

#### - **Aluviões e Fluvissoles**

Os **aluviões** são formações geológicas compostas por um conjunto de sedimentos recentes de materiais não consolidados (areias, cascalhos, argilas, lodos), depositados pelos cursos de água em condições de redução de carga fluvial, ou seja, são transportados por cursos de água e depositados nas margens à medida que o curso de água regressa ao seu leito normal. Apresentam uma granulometria muito diversa, consoante o regime de cheias e têm uma composição que pode ser muito diferente da das encostas próximas. Estes depósitos constituem, muitas vezes, unidades aquíferas que podem ser importantes para a manutenção dos ecossistemas fluviais (ecossistemas aquáticos e ripários), uma vez que, tendo conexão hidráulica com os cursos de água, podem contribuir para o seu caudal, nos meses em que não há precipitação (AGROCONSULTORES e COBA, 1991).

Os **fluvissoles** são solos desenvolvidos a partir de matérias aluvionares, com propriedades flúvicas e sem horizontes de diagnóstico além de um horizonte **A** ócrico, mólico ou úmbrico ou um **H**, hístico. As propriedades flúvicas, referem-se a sedimentos fluviais, marinhos ou lacustres que recebem materiais frescos regularmente, com um teor em carbono que decresce irregularmente com a profundidade ou se mantém acima de 0,20 % nos 125 cm a partir da superfície e uma estratificação em pelo menos 25 % do volume de solo, nos 125 cm a partir da superfície. Estes estão confinados ao mesmo

espaço que os aluviões, mas são mais recentes no que se refere a sua idade geológica. Estes solos são bastante importantes para o nosso estudo, pois são associados a zonas húmidas e com grandes índices de biodiversidade (AGROCONSULTORES e COBA, 1991).

#### **- Zonas ribeirinhas**

As zonas ribeirinhas são áreas tri-dimensionais de transição, onde se processa uma interacção directa entre os ecossistemas aquático e terrestre. Estas zonas estendem-se desde a margem do meio aquático até à orla dos sistemas que já não são influenciados pelo curso de água (Gregory, 1991; Naiman et al., 2005; Stanford et al., 2005; Malard et al., 2006 in RIPIDURABLE, 2009). *“A dimensão da zona ripícola varia desde faixas muito estreitas nas cabeceiras, onde as poucas características geomórficas que possuem estão quase totalmente integradas na floresta ripícola, até sistemas complexos ao longo de rios de grande dimensão, caracterizados por planícies de aluvião fisicamente diversificadas”* (Gregory, 1991; Naiman e Decámps, 1997 in RIPIDURABLE, 2009).

As zonas ribeirinhas proporcionam múltiplos serviços de ecossistema, pois funcionam como mediadoras e integradoras da interface terrestre-aquática, sendo também importantes locais de armazenamento de água, recarga de aquíferos subterrâneos e de conversão de nutrientes e matéria orgânica (Hughes, 1997; Dwire e Lawrence, 2006 in RIPIDURABLE, 2009). Deste modo, as zonas ribeirinhas são ecossistemas chave nas bacias hidrográficas. Os tipos individuais de habitat destas zonas variam largamente no seu grau de produtividade, camada orgânica do solo, respiração dos sedimentos e na capacidade de mineralizar a matéria orgânica. As manchas de vegetação muito produtivas, como as ilhas, estão frequentemente ligadas a habitats com produtividade inferior, como os de gravilha nua (Brunke e Gonser, 1997; Tabacchi *et al.*, 1998; Gurnell *et al.*, 2001; Tockner *et al.*, 2005 in RIPIDURABLE, 2009).

Para este elemento foi necessário realizar-se uma análise de proximidade, recorrendo à informação da rede hidrográfica e das florestas (Folhosas e mistas – COS 2007 nível III sem eucaliptos).



#### **- Florestas (Folhosas e mistas – COS 2007 nível III)**

Em conjunto com outras associações vegetais, a floresta encerra uma grande biodiversidade e promove equilíbrios ecológicos (ICNF, 2012). A floresta é cada vez mais reconhecida como um espaço de importância fundamental para a manutenção dos valores naturais e para a melhoria da qualidade de vida das populações. É nas florestas e noutros cobertos vegetais que se realiza a fotossíntese da qual depende a vida: produção de oxigénio a partir do dióxido de carbono. Elas são depositárias de dois quintos de todo o carbono armazenado nos ecossistemas terrestres (ICNF, 2012).

Estas desempenham papéis extremamente relevantes, quer a nível ecológico, quer económico e mesmo social, desempenhando funções como por exemplo (ICNF, 2012):

- i) fonte de recursos (madeiras, combustíveis, alimentos e matérias-primas);
- ii) protecção do solo contra erosão, de controlo do ciclo e da qualidade da água;
- iii) concentração da maior parte da biodiversidade terrestre, nomeadamente, de espécies vegetais e animais;
- iv) valorização paisagística e recreativa.

Para a utilização deste elemento (Florestas) foi necessária a sua transformação. Com a utilização dos dados das florestas de folhosas e mistas do COS 2007 (nível III), procedemos à remoção dos eucaliptos, através dos dados de eucaliptos identificados no 5º Inventário Florestal Nacional do ICNF.

O IFN5 foi baseado numa cobertura aerofotográfica digital realizada durante os anos de 2004 a 2006 e em levantamentos de campo efectuados entre Dezembro de 2005 e Junho de 2006, em Portugal continental, regiões Autónomas dos Açores e Madeira, regiões NUTS de nível II e regiões PROF para diversos atributos da floresta portuguesa, tais como, volumes, biomassas, carbono, modelos de combustível e erosão entre outros (ICNF, 2012).

#### **- Terras altas (> 700m) e terras baixas (< 50m)**

Através de uma análise da altimetria da Região Norte de Portugal, podemos identificar os territórios de baixa e de alta altitude, considerando os 50m como a cota máxima para os territórios de baixa altitude e os 700m como a cota mínima para os territórios de alta altitude. Nos territórios de baixa altitude encontra-se naturalmente na sua maioria na

faixa costeira e representam apenas 4% da Região Norte. Estes congregam uma parte significativa dos maiores aluviões da região e terrenos agrícolas frequentemente sobre formações de ‘antigas praias’ alguns destes hoje muito ocupados por ocupações e usos urbanos.

Os territórios de alta altitude por sua vez correspondem a cerca de 30% da área total. De acordo com o que foi analisado no PROT-N, ao cruza-se os territórios de baixa e alta altitude com o relevo constatou-se que a maioria dos territórios situados acima dos 700 m de altura são zonas planálticas com declives inferiores a 15%. Na sua maioria são territórios ocupados por matos e pastagens, por vezes, ocupados por alguma floresta com uma escassa presença de povoamento. Estes territórios altos reúnem a maior parte das cabeceiras de linhas de água, com destaque para as cabeceiras montanhosas do Lima, Cavado, Ave, Tâmega, Sabor, Varosa, Távora e Paiva. (T.A. – EEAMP in PROT-N, 2008).

### **3.2.1.2. Carta de pressão humana**

A pressão humana é interpretada como toda e qualquer interferência do homem na natureza, que ao ocupar o solo e utilizar os recursos naturais, deixa marcas ou impressões das suas acções que incidem um pouco por todo o território (Ceolin, 2010). Essas interferências, quer isoladamente ou em conjunto, acarretam diversos tipos de degradação dos sistemas naturais, essencialmente provocadas pela intensa poluição gerada actualmente, seja ela doméstica ou industrial (Ceolin, 2010).

Sendo assim, a pressão humana é caracterizada pela maior ou menor incidência das actividades humanas sobre os ecossistemas naturais, existindo em formas e intensidades variadas (Ceolin 2010), manifestando-se principalmente através de objectos, efeitos, processos ou materiais que não ocorreriam no meio natural sem a influência do Homem (Saraiva, 2011). Neste sentido, é de elevada importância efectuar uma correcta avaliação da dimensão, intensidade e localização (temporal e espacial) dos factores de pressão numa perspectiva do planeamento, gestão e conservação da natureza, nas suas diversas componentes e funções (Ferreira, 2008). Seguindo esta metodologia e para uma melhor identificação e avaliação quantitativa destes impactos provocados sobre os ecossistemas naturais pelas actividades humanas, foram identificados três grupos de factores de pressões humanas:

- i) Assentamento humano;
- ii) Infra-estruturas;
- iii) Indicador da actividade económica.

O Homem é o principal causador da pressão exercida no meio ambiente, ele origina através das suas actividades uma alteração em determinados materiais e recursos naturais.

No conjunto foram identificadas diferentes actividades de pressão humana a ter em consideração que podem ser mais ou menos significativos tendo em conta a sua intensidade, incidência e também distribuição no espaço e no tempo. Estes factores foram seleccionados com base na revisão bibliográfica efectuada anteriormente onde são identificados diferentes aspectos das actividades humanas potenciais de causarem fenómenos de pressão humana sobre os ecossistemas.

**Quadro 4** – Variáveis da carta de pressão humana.

<b>Carta de pressão humana - Variáveis</b>	<b>Fonte</b>
<b>Assentamento Humano</b>	
Tecido urbano contínuo	CCDR-N
Tecido urbano descontínuo	CCDR-N
Indústria, comércio e equipamentos gerais	CCDR-N
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	CCDR-N
Áreas portuárias	CCDR-N
Aeroportos e aeródromos	CCDR-N
Áreas de extracção de inertes	CCDR-N
Áreas de deposição de resíduos	CCDR-N
Áreas em construção	CCDR-N
Espaços verdes urbanos	CCDR-N
Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas	CCDR-N
Densidade Populacional	INE
<b>Infra-estruturas</b>	
Rede Viária Principal	Estradas de Portugal. S.A.(PRN2000)
Rede Viária Secundaria	Estradas de Portugal. S.A.(PRN2000)
Rede Ferroviária	Atlas do Ambiente Digital - IA
Rede eléctrica - Muito alta tensão e alta tensão	REN
Barragens - Albufeiras	ARH Norte
Parques eólicos	REN
Concessões mineiras	Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG)
<b>Indicador de actividade económica</b>	
Densidade económica - PIB por classe de ocupação	INE

Foi gerado um agrupamento que corresponde aos factores de assentamento humano. Neste grupo estão descritas todas as actividades referentes ao quotidiano das pessoas e que são inevitáveis no que diz respeito à qualidade de vida das populações. Sendo assim, neste grupo de variáveis estão incluídas determinadas ocupações do solo como é o caso do Tecido Urbano do território, Industria, Comércio e Transportes e a densidade populacional, por serem factores que se considera afectarem os ecossistemas naturais.

Num segundo grupo, foram consideradas e identificadas algumas das infra-estruturas decorrentes de processos de construção que mais afectam o meio ambiente e que provocam uma maior pressão pela sua dimensão e intensidade. Estas actividades serão classificadas como constituintes dos factores infra-estruturais.

Um último grupo foi organizado de forma a evidenciar os factores de densidade económica. Este grupo é importante pois destaca o nível de desenvolvimento económico da região. Esta variável corresponde ao PIB por actividade económica por classe de ocupação de solo.

### **3.2.2. Avaliação da qualidade da base de dados**

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilitam descrever e analisar sistemas e contribuir para a resolução de problemas complexos. Para proceder a estes estudos, todavia, coloca-se a necessidade de obter dados o mais rigorosamente possível. Um tipo de dados em especial, dados geográficos, contribuem para a eficiência dos estudos.

Ao que se refere à qualidade da base de dados utilizada neste estudo, pretendemos fazer uma avaliação destes, através da construção de uma tabela com os indicadores relativos à data, escala, fonte, modelo e à estrutura dos dados, realizar uma avaliação sumária dos mesmos e das respectivas limitações na análise consequente.

**Quadro 5** – Informação das variáveis da Rede ecológica.

<b>Rede ecológica - Variáveis</b>	<b>Escala</b>	<b>Fonte</b>	<b>Data</b>	<b>Modelo de dados</b>	<b>Estrutura dos dados</b>
<b>Áreas Núcleo</b>					
RNAP	1:100 000	ICNF	2009	Vectorial	Poligonal
Rede Natura 2000	1:100 000	ICNF	2008	Vectorial	Poligonal
<b>Corredores ecológicos - Figuras legais</b>					
Perímetros florestais	1:25 000	ICNF	2012	Vectorial	Poligonal
Alto Douro Vinhateiro	-	CCDRN	-	Vectorial	Poligonal
GEOPARK	-	IGP	-	Vectorial	Poligonal
PAVC FOZ COA	-	IGESPAR	-	Vectorial	Poligonal
<b>Corredores ecológicos - Outros elementos estruturantes</b>					
Aluviões e Fluvissois	1:100 000	Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)	1991	Vectorial	Poligonal
Zonas ribeirinhas	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Florestas de folhosas e mistas, sem eucaliptos	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Grandes Rios	1:25 000	INAG	2010	Vectorial	Linear
Lagos/Albufeiras	1:25 000	INAG	2008	Vectorial	Linear
Estuários	1:25 000	INAG	2008	Vectorial	Linear
Terras baixas (< 50m)	-	-	-	Raster	Pixel
Terras altas (> 700m)	-	-	-	Raster	Pixel

**Quadro 6-** Informação das variáveis da carta de pressão humana.

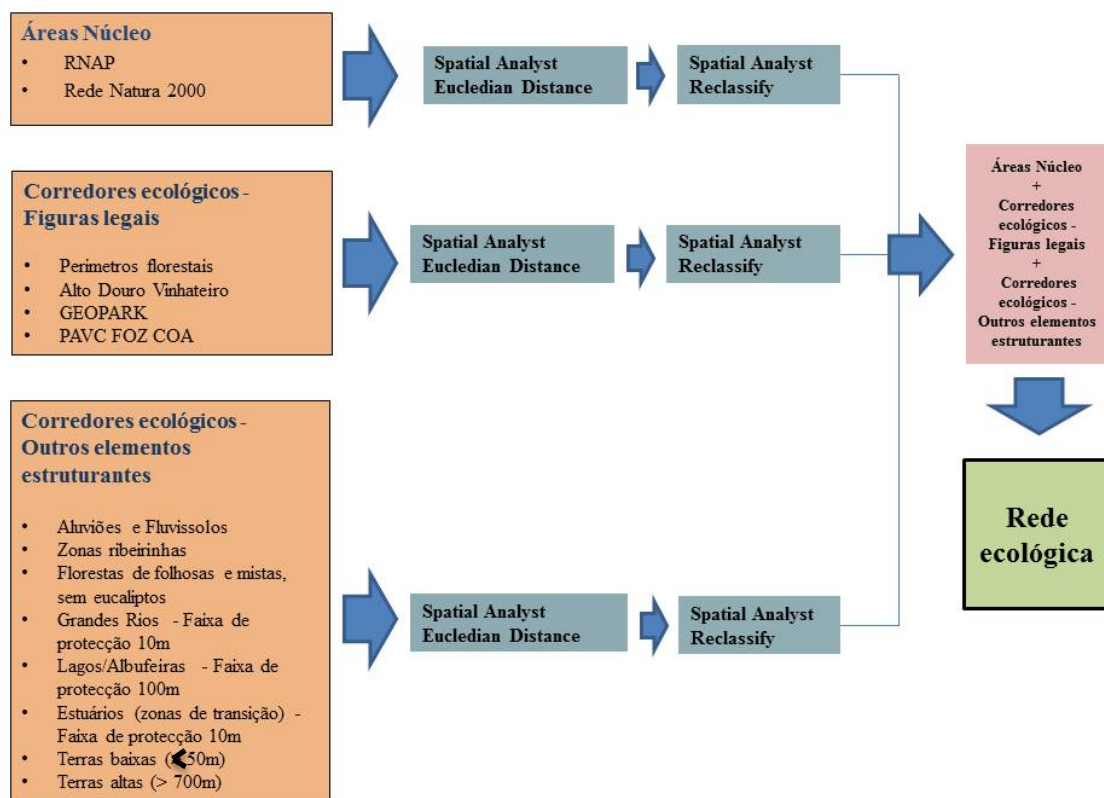
<b>Carta de pressão humana – Variáveis</b>	<b>Escala</b>	<b>Fonte</b>	<b>Data</b>	<b>Modelo de dados</b>	<b>Estrutura dos dados</b>
<b>Assentamento Humano</b>					
Tecido urbano contínuo	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Tecido urbano descontínuo	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Indústria, comércio e equipamentos gerais	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Áreas portuárias	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Aeroportos e aeródromos	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Áreas de extracção de inertes	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Áreas de deposição de resíduos	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Áreas em construção	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Espaços verdes urbanos	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas	1:100 000	CCDRN	2007	Vectorial	Poligonal
Densidade Populacional	1:25 000	INE/IGP	2011/2012	Vectorial	Poligonal
<b>Infra-estruturas</b>					
Rede Viária Principal	1:10000	Estradas de Portugal. S.A.(PRN2000)	2000	Vectorial	Linear
Rede Viária Secundaria	1:10000	Estradas de Portugal. S.A.(PRN2000)	2000	Vectorial	Linear
Rede Ferroviária	1:1.000.000	Atlas do Ambiente Digital - IA	1997	Vectorial	Linear
Rede eléctrica - Muito alta tensão e alta tensão	-	REN	2009	Vectorial	Linear
Barragens - Albufeiras	1:25 000	INAG	2008	Vectorial	Poligonal
Parques eólicos		REN	-	Vectorial	Linear
Concessões mineiras	-	Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG)	-	Vectorial	Poligonal
<b>Indicador de actividade económica</b>					
Densidade económica - PIB por classe de ocupação	1:25 000	INE/IGP	2008/2012	Vectorial	Poligonal

### 3.3. O modelo territorial e geográfico na definição de uma Rede ecológica

#### 3.3.1. Rede ecológica

O modelo territorial desenvolvido neste estudo resulta dos princípios e dos modelos teóricos e da experiência prática de implementação de redes ecológicas a nível (inter) nacional. Para tal foram desenvolvidos exercícios: (i) de identificação de critérios numa base de Análise Multicritério como ferramenta de avaliação de alternativas,

particularmente interessante quando se exploram diversas hipóteses de combinação de critérios no sentido do desenvolvimento de cenários de avaliação; (ii) Processo Hierárquico Analítico, para a definição dos pesos das variáveis utilizadas na definição da rede ecológica.



**Figura 4-** Diagrama de fluxo simplificado da rede ecológica.

Na construção da Rede Ecológica da Região Norte, foi desenvolvida uma ferramenta informática através de modelação espacial com recursos ao “Model Builder” do ArcGis 9.3.

Os dados (formato vectorial) utilizados foram divididos numa fase inicial em três grandes grupos (Áreas núcleo, Corredores ecológicos - Figuras legais e Corredores ecológicos - Outros elementos estruturantes), a seguir, foram convertidos para formato raster com uma resolução de 25 metros, e foi realizada uma análise de proximidade, através de distâncias lineares bidimensionais (Euclidean Distance). Depois disto, foi feita uma reclassificação (Reclassify) para os dados dos grupos “Áreas núcleo” e “Corredores – Figuras legais”, para o grupo “Corredores – Outros elementos estruturantes”, recorreu-se ao Processo Hierárquico Analítico (construção de uma

matriz). Depois de realizado este processo para cada um dos grupos, fez-se um somatório dos três grupos e obtivemos a nossa rede ecológica.

A análise ou apoio pode ser definido como um conjunto de técnicas de apoio à tomada de decisão, que têm a finalidade de investigar um número de alternativas considerando múltiplos critérios e objectivos em conflito. Nestes processos, é possível gerar soluções de compromisso e uma hierarquização das alternativas, de acordo com o grau de atracção destas para o tomador de decisão (Mello et al., 2002).

A Análise Multi-Critério (AMC) tem por objectivo analisar várias possíveis acções levando em conta vários critérios simultaneamente (Bilich e Silva, 2006). O método de AMC tenta conjugar, de acordo com um objectivo específico, um conjunto de critérios de forma a alcançar uma base composta de suporte à decisão, considerando que uma decisão corresponde a uma escolha entre várias alternativas, sejam elas relacionadas com acções, localizações, ou qualquer outra temática. Na base de cada decisão está um critério. Cada critério corresponde a um layer representativo das localizações óptimas que podem ser combinadas de forma a originar um único mapa (Ferreira *et al.*, 2004).

A natureza dos critérios pode tomar duas formas: factores e condicionantes. Os factores são por natureza contínuos, indicando a aptidão relativa de certas áreas. Por outro lado, as condicionantes ou constrangimentos, são sempre de carácter booleano. Para a definição da nossa rede ecológica foi utilizado este método (Intersecção booleana), no qual a informação é considerada como constrangimento e o resultado é a sua intersecção. Este método é caracterizado por não existir interacção entre os factores, pois a aptidão num desses factores não pode compensar a não-aptidão noutra. Este procedimento de combinação das variáveis acarreta um baixo risco na medida em que apenas as áreas consideradas boas em todos os factores são tidas em consideração no mapa final de aptidão (Ferreira *et al.*, 2004).

A AMC permite combinar os factores e os constrangimentos de três formas diferentes (Intersecção Booleana, Combinação Linear Ponderada, Média Ponderada e Ordenada), cada uma delas caracterizada por um diferente grau de interacção entre os factores e o nível de risco assumido no processo de combinação das variáveis. Neste método a interacção corresponde ao grau com que um factor pode compensar outro; o grau de compensação é definido por um conjunto de pesos, atribuídos a cada factor, indicando a importância de cada factor para o objectivo em consideração e são normalizados de forma a que o seu somatório corresponda às unidades (Ferreira *et al.*, 2004).



### 3.3.2. Carta de Pressão Humana

Para a compreensão da continuidade e conectividade das redes naturais e humanas foi criada uma carta de pressão humana. Para tal, foram criadas ferramentas de modelação espacial, com recurso ao “model builder”. Estas ferramentas foram usadas para a modelação espacial de três temas distintos (Assentamento humano, Infra-estruturas e densidade económica).

Os dados (formato vectorial) utilizados foram divididos numa fase inicial em três grandes grupos (Assentamento humano, Infra-estruturas e Indicadores da actividade económica). Para o grupo “Assentamento humano”, procedemos ao tratamento da variável “Densidade populacional” de forma separa das restantes variáveis do grupo.

Os dados numa primeira fase, foram convertidos para formato raster com uma resolução de 25 metros (Polygon to Raster), a seguir, foi feita uma reclassificação (Reclassify) para os dados, com recurso ao Processo Hierárquico Analítico. Para cada um dos grupos, procedemos a uma análise de proximidade, através de distâncias lineares bidimensionais (Euclidean Distance), e depois, uma análise de proximidade fuzzy, através da atribuição das distâncias intermédias de cada grupo. No último passo, foi feita a divisão do somatório dos três grupos, dando assim origem à nossa carta de pressão humana.

Para esta parte do nosso estudo, foi utilizada a análise Multi-Critério por Combinação Linear Ponderada. Os critérios atribuídos podem ser de dois tipos: os Constrangimentos (limitações absolutas), são aqueles critérios Booleanos que limitam a análise a regiões específicas, diferenciando áreas que podem ser consideradas adequadas das que não são adequadas sob condição alguma; e os Factores, que no entanto são critérios que definem algum grau de aptidão, para toda área considerada, definindo áreas em termos de uma medida contínua de aptidão, que pode ser ressaltada ou diminuída, isto é, consideram-se áreas que estavam fora das restrições absolutas quando se adopta, comparativamente, critérios Booleanos na análise (Guimarães, 2007). Nesta metodologia começa-se por multiplicar cada factor pelo seu peso e posteriormente aferindo a soma dos resultados obtidos; os constrangimentos são depois aplicados através de sucessivas multiplicações que visam a exclusão das áreas com valor zero (não susceptíveis de aplicação). Este procedimento é caracterizado pela interacção total entre factores e um risco médio. Os pesos dos factores, não utilizados no exemplo da intersecção booleana (nenhuma interacção), são muito importantes neste caso, porque determinam como os factores

individuais se relacionam. Neste caso, quanto mais elevado o peso do factor, maior a influência deste no mapa final de aptidão. Junto com a completa interacção, este é caracterizado por um nível médio do risco, porque retribui exactamente o valor intermédio entre a minimização e maximização das áreas a serem consideradas apropriadas no resultado final (Ferreira et al., 2004).

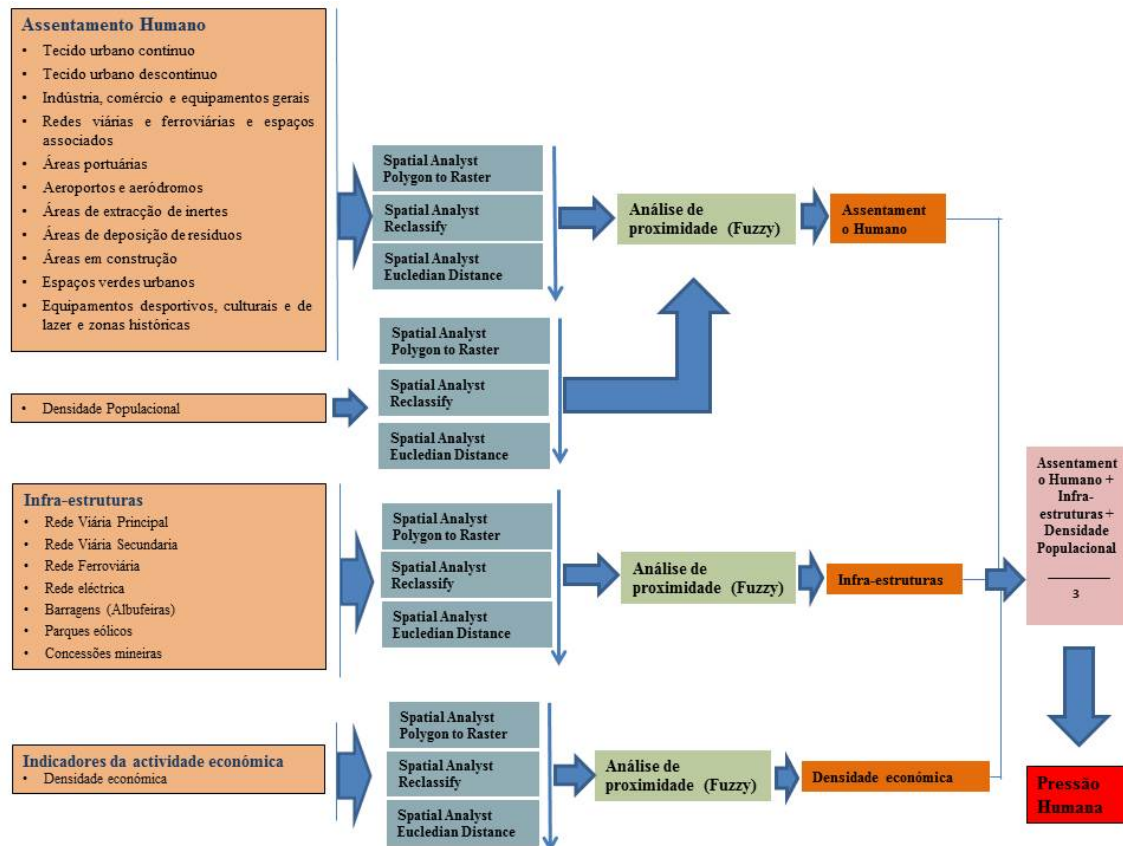


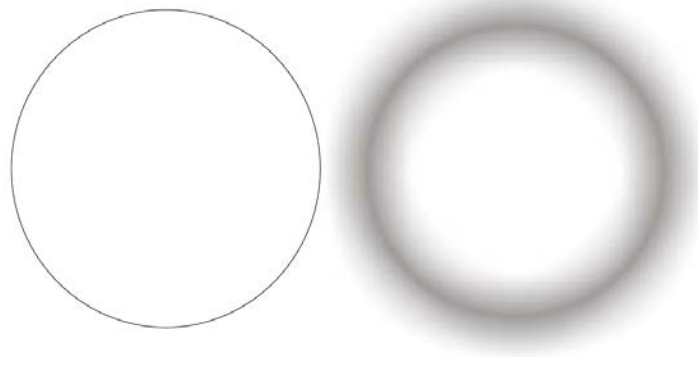
Figura 5- Diagrama de fluxo simplificado da carta de pressão humana.

### 3.3.2.1. Análise espacial multi-critério com recurso a dados indiferenciados (Fuzzy)

Para a metodologia referida anteriormente é necessária uma padronização dos critérios não comparáveis entre si viabilizando a agregação entre eles. Na maior parte dos processos de padronização é utilizado um valor máximo e mínimo para a definição de uma escala. O processo de padronização é na sua essência a lógica Fuzzy, segundo a qual um conjunto de valores pode ser expresso (convertido) numa escala normalizada, tornando-os comparáveis. Para este processo existem várias funções Fuzzy que podem ser utilizadas, sendo as mais conhecidas: sigmoidal, j-shaped, linear e complexa (Guimarães, 2007).

A padronização Fuzzy tem por finalidade colocar todas as imagens das variáveis consideradas na análise, numa mesma escala, para tornar possível a integração de todos os dados em ambiente de geoprocessamento. Cada uma destas imagens possui uma unidade específica (Guimarães, 2007).

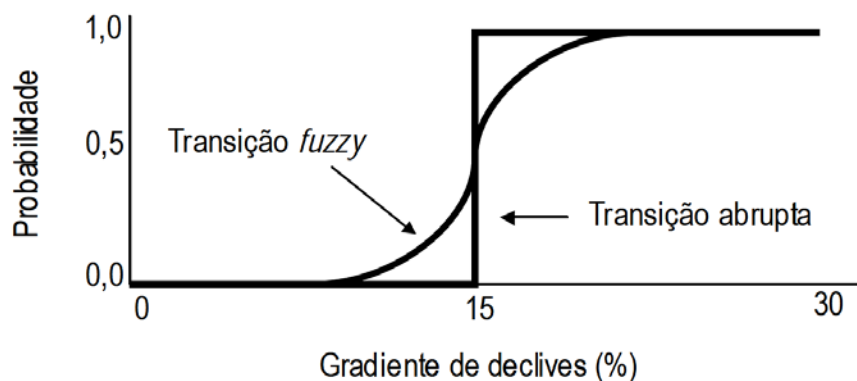
A metodologia Fuzzy tem como principal motivação as limitações das representações exactas (tipicamente realizadas por meio de polígonos). Quando o conceito de heterogeneidade da Paisagem é estendido para lá da geografia, geomorfologia e comunidades vegetais, para níveis em que o que constitui uma «mancha» se torna visualmente menos óbvio, os métodos quantitativos assumem enorme importância. Os limites desenhados em mapas temáticos raramente são precisos, sendo assim representar as suas fronteiras através de linhas finas, na maioria dos casos, não traduz adequadamente as suas características (como se pode verificar na figura 6 a diferença entre as duas representações). Ao aceitar o facto de que os limites precisos entre padrões de vegetação e solo raramente ocorrem, são excluídos problemas associados aos erros topológicos decorrentes das operações de análise espacial (Ferreira *et al.*, 2004).



**Figura 6** -Polígono com fronteira bem definida (á esquerda) e indiferenciada – Fuzzy (á direita).

Um vasto grupo de algoritmos utilizados em análise espacial parte do princípio que as regiões são compostas por um número de classes únicas e internamente homogéneas, o que por diversas vezes não corresponde à realidade. Face a esta constatação têm sido propostas diversas abordagens para adaptar os classificadores aos respectivos a fenómenos ambientais, naturais e antropogénicos, considerando-se que são indiferenciados (Fuzzy) porque permitem atribuir a cada pixel propriedades múltiplas ou parciais relativamente à hipotética classe em que se enquadram. Assim considera-se

que o conceito de conjunto de dados indiferenciados (ou indistintos) é preponderante para este tipo de classificação. Pode-se então afirmar que as classes não têm limites abruptos, a transição entre pertencer-lhes e não lhes pertencer é gradual, embora, em casos excepcionais, possam existir classes com limites abruptos. A esta característica, diga-se de inclusão (também conhecida como probabilidade), são atribuídos valores de 0 a 1 (Ferreira *et al.*, 2004).



**Figura 7** - Comparação entre uma transição abrupta e a Fuzzy.

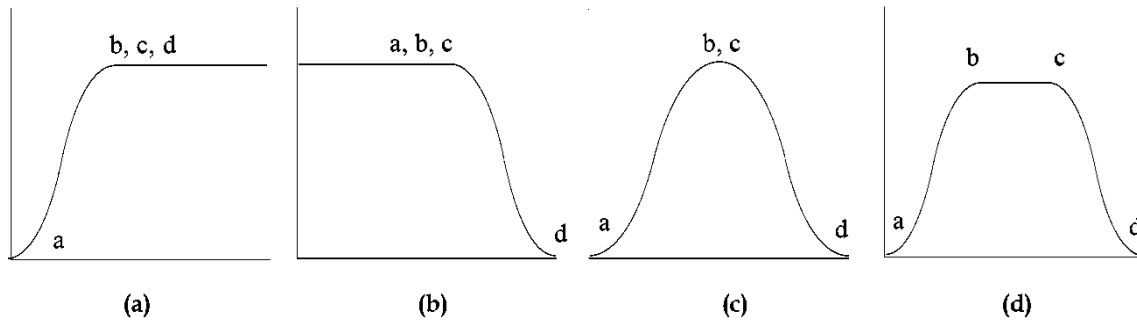
Os conjuntos (ou classes) Fuzzy são conjuntos sem fronteiras (transições abruptas), isto é, a transição entre a pertença e a não pertença de uma localização num conjunto é gradual (Ferreira *et al.*, s/d).

Com a opção de tipo de função definida, pode-se criar uma curva (crescente ou decrescente) que represente a variação dos valores de cada variável. Durante este processo é feita a reclassificação das imagens para uma escala contínua de valores que varia de 0 a 1 ou de 0 a 255 níveis. Ao final da padronização Fuzzy todas as imagens estão com a mesma unidade, ou seja, todas estão dentro de uma mesma escala, sendo possível então realizar a integração dos dados para gerar mapas (Ferreira *et al.*, 2004).

A aproximação Fuzzy é claramente mais flexível que os métodos Booleanos para a análise de aptidão das terras, porque a intersecção Booleana aceita apenas intervalos rígidos e muitas áreas são rejeitadas. A classificação Fuzzy de uma variável contínua é claramente a melhor aproximação da realidade (Guimarães, 2007).

A função de pertença Sigmoide ("em S") é provavelmente a mais utilizada na teoria dos conjuntos Fuzzy. É elaborada através de uma função de coseno e obriga à identificação de 4 pontos (ao longo do eixo das abcissas) que vão definir a forma da curva. Estes pontos são indicados na figura 8 pelas letras a, b, c e d e representam os pontos de

inflexão da curva de forma a que: a) a função de pertinência eleva-se acima de 0; b) a função de pertinência torna-se 1; c) a função de pertinência cai abaixo de 1; d) a função de pertinência torna-se 0 (Ferreira *et al.*, 2004).



**Figura 8** - Função de pertinência sigmoidal (em “S”).

Para a função de pertinência sigmoidal, utiliza-se a seguinte equação:

$$\mu = \cos^2 \alpha$$

onde, no caso da função monótona decrescente:

$$\alpha = \frac{1 - (x - \text{ponto c})}{\text{ponto d} - \text{ponto c}} * \frac{\pi}{2}$$

quando  $x < \text{ponto c}$ ,  $\mu = 1$ .

No caso de uma função monótona crescente tem-se:

$$\alpha = \frac{1 - (x - \text{ponto a})}{\text{ponto b} - \text{ponto a}} * \frac{\pi}{2}$$

### 3.3.2.2. Ponderação de importância das variáveis através da metodologia AHP (Analytic Hierarchy Process)

Nesta fase do projecto foi realizada uma ponderação de importância de cada uma das variáveis. Este processo foi realizado com base na metodologia AHP (Analytic Hierarchy Process) por ser considerado o modelo mais adequado para a análise destes dados.

Esta metodologia obriga decisores a considerar percepções, experiências, intuições e incertezas de modo racional, procurando hierarquizar os objectivos por meio de comparações paritárias, ou seja, a preocupação está na obtenção de pesos numéricos para alternativas com relação a subobjectivos e para subobjectivos com relação a objectivos de ordem mais elevada (Silvia *et al.*, 2006).

Este método determina, por meio da síntese dos valores dos factores de decisão, uma medida global para cada alternativa e/ou variável, classificando-as de forma hierárquica. É então estabelecida uma escala em que os valores assumidos vão de 1/9 (irrelevância absoluta) a 9 (importância absoluta) em que 1 corresponde a situações de igual importância.

**Quadro 7** - Escala numérica de Saaty (Fonte: Marins et al., 2009).

<b>Escala numérica</b>	<b>Escala Verbal</b>	<b>Explicação</b>
<b>1</b>	Ambos os elementos são de igual importância	Ambos os elementos contribuem com a propriedade de igual forma
<b>3</b>	Moderada importância de um elemento sobre o outro	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro
<b>5</b>	Forte importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é fortemente favorecido
<b>7</b>	Importância muito forte de um elemento sobre o outro	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro
<b>9</b>	Extrema importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença
<b>2,4,6,8</b>	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes	Usados como valores de consenso entre as opiniões
<b>Incremento 0.1</b>	Valores intermediários na graduação mais fina	Usados para graduações mais finas de opiniões

Este processo resulta numa matriz de comparação para cada critério de avaliação:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \quad (a_{11}, a_{22}, a_{33}) = 1$$

onde A corresponde à avaliação da matriz,  $a_{21}$ ,  $a_{31}$ , e  $a_{32}$  correspondem a cada um dos pesos para a comparação das variáveis de entrada. 1, 2 e 3, e  $A_{12}$ ,  $A_{13}$  e  $A_{23}$ , aos seus recíprocos. Neste exemplo,  $a_{11}$ ,  $a_{22}$  e  $a_{33}$  correspondem à comparação entre a variável e em si, o que resulta num peso de comparação "1" (igualmente importante).

Assim, os elementos da matriz de decisão podem ser facilmente julgados de acordo com o seu grau de importância dentro da hierarquia admitida, sabendo-se que cada elemento indica quanto o factor da coluna da esquerda é mais importante em relação a cada factor correspondente na linha superior, portanto, quando um factor é julgado com ele mesmo, o único resultado possível é 1. Utilizando esta metodologia, atribuiu-se um conjunto de ponderações às variáveis comparadas.

Embora as avaliações subjectivas sejam feitas para atribuir pesos na matriz de avaliação, Saaty (1977, 1980) mostrou que o principal vector próprio resultante representa o melhor ajuste dos pesos para as variáveis de entrada. O mesmo autor argumenta que, precisamente porque as avaliações de relação subjectivas são apenas aproximadamente precisas, o principal método autovetor é o único método que deve ser usado em AHP, uma vez que é o único que pode entregar uma classificação inequívoca quando as avaliações de relação subjectivas são quase consistentes.

Neste contexto, a possibilidade de violações de consistência coloca um problema de estimativa do vector de peso, de forma adequada (Bernasconi et al., 2010). Em um processo de comparação em pares, a consistência entre as comparações é um factor muito importante de todo o processo (Saaty, 1980, 1990 e 1994). Isto torna-se mais importante quando o número de variáveis de comparação e aumento da probabilidade de análise inconsistente também aumenta (Saaty, 2007). A fim de criar uma análise de comparação coerente, uma relação de consistência (RC) foi calculada considerando o valor de consistência de  $CR < 0,1$  (Saaty, 1980), definido como:

$$RC = \frac{IC}{RI}$$

onde (RI – Random Index) é o índice de aleatoriedade obtida a partir de Saaty (1977), que é directamente dependente do número de critérios de entrada, e (CI – Consistency Index) é o índice de consistência, que fornece uma medida da consistência (numa) das comparações feitas e é definido como:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

onde  $\lambda$  representa o valor médio do produto do vector de consistência por valores presentes na matriz de avaliação, e  $n$  é o número de critérios de entrada.

Finalmente, os factores de peso foram extraídos a partir das matrizes de avaliação de pares e normalizados, de modo a que se resumam a "1", isto é, no caso de  $n$  critérios, um conjunto de pesos ( $\omega$ ) é definida como  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$  e  $\sum \omega_n = 1$ .



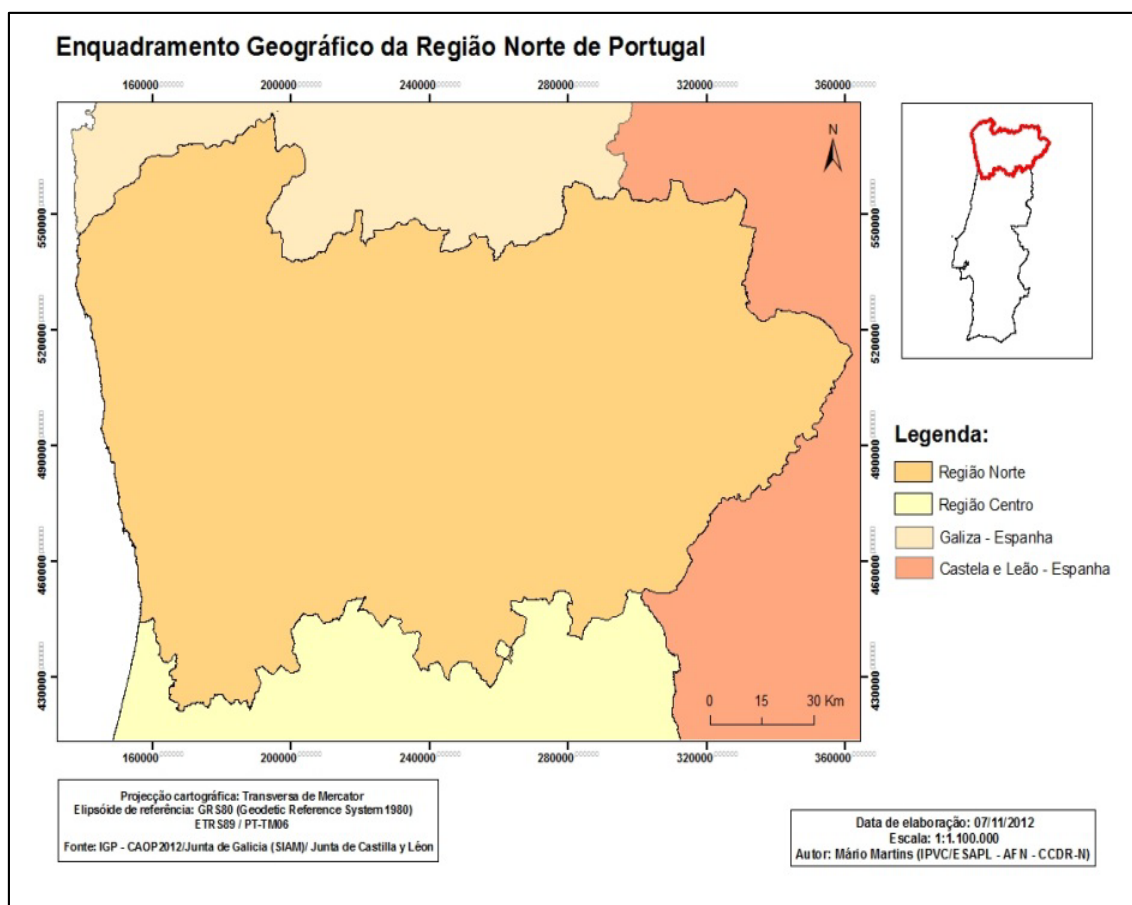


## 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1. Caracterização da área de estudo: a Região Norte

#### 4.1.1. Enquadramento geográfico

O Norte ou Região do Norte (Figura 9) é uma região ou unidade territorial para fins estatísticos de nível II (NUTS II), de Portugal, que compreende os distritos de Viana do Castelo, Braga, Porto, Vila Real e Bragança, e parte dos distritos de Aveiro, Viseu e Guarda. Limita a norte e a leste com Espanha (Região da Galiza e de Castela e Leão, respectivamente), a sul com a Região Centro e a oeste com o Oceano Atlântico.



**Figura 9-** Enquadramento da Região Norte de Portugal.

A Região possui uma área de 21.286 Km<sup>2</sup> (24% do Continente), é a 3<sup>a</sup> maior do país e que a coloca no 1<sup>o</sup> quartil das maiores NUTS II da UE25, com uma população de 3 689 713 habitantes (Censos de 2011), correspondendo a 37% do Continente e a 35% de Portugal, e uma densidade populacional de 173 habitantes/Km<sup>2</sup>. Compreende 8 sub-

regiões ou unidades de nível III (NUTS III): Alto Trás-os-Montes; Ave; Cávado; Douro; Entre Douro e Vouga; Grande Porto; Minho-Lima e o Tâmega.

A geografia da densidade populacional da Região demonstra uma forte concentração da população no litoral, registando-se, em contrapartida, um reforço da desertificação no interior. A estrutura urbana da Região caracteriza-se por uma clara oposição litoral-interior. No litoral, como centralidades de relevo, para além da área metropolitana, salientam-se Braga e Guimarães, enquanto no interior merecem destaque Chaves, Bragança e Vila Real (Norte2015, 2006).

#### **4.1.2. Caracterização biofísica**

*“A diversidade biofísica que caracteriza a região advém da sua história geológica e das diferentes regiões naturais que a variação climática produz. Dispõe, por isso mesmo, de alguns recursos naturais importantes como a paisagem, a biodiversidade e os recursos hídricos e minerais. Actualmente estão a ser explorados recursos para os quais se verifica um aumento de importância e procura no mercado, como sucede com as energias renováveis, as rochas ornamentais e as águas minerais, contudo deve ser assegurada a exploração sustentável destes recursos.”* (PROT-N, 2009)

##### **4.1.2.1. Clima**

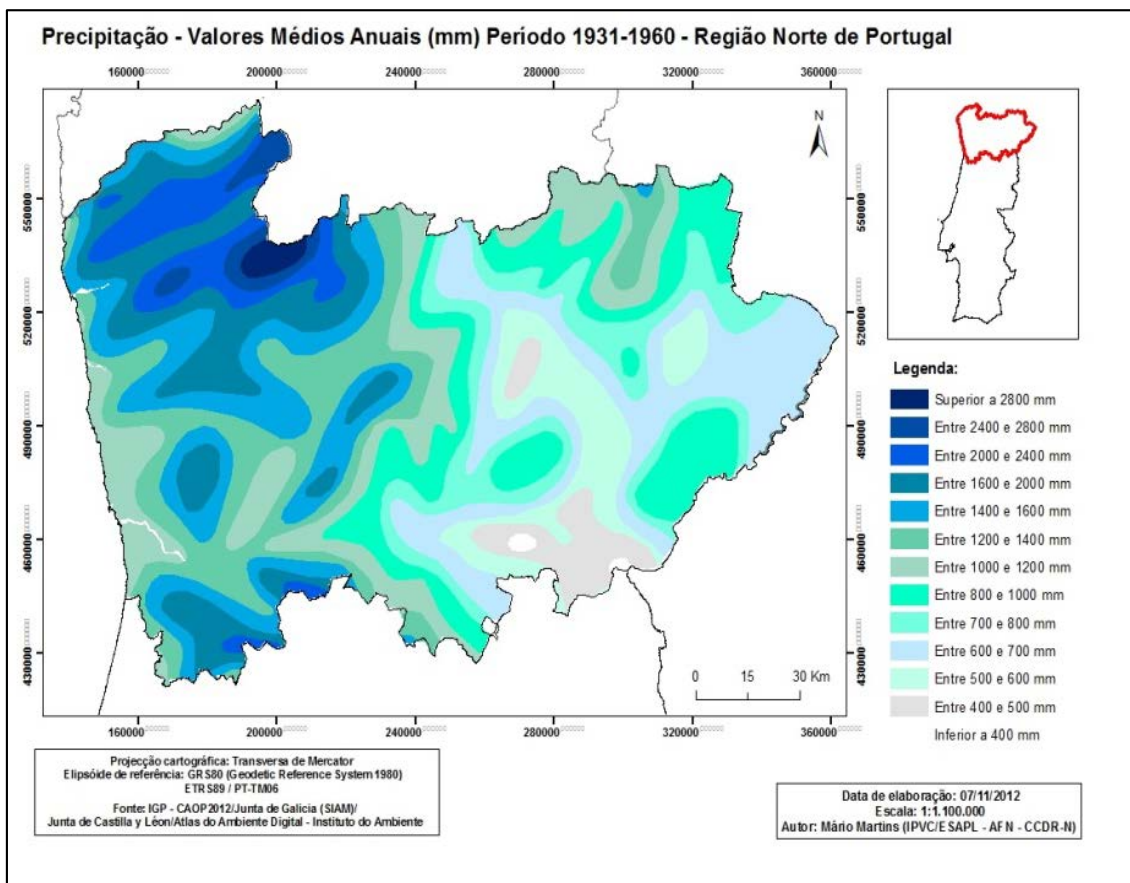
Sobre as populações e para o território, as condições meteorológicas têm uma grande influência na ocorrência de situações de risco. Como consequência, este facto desencadeia processos naturais potenciadores de risco natural. O clima em Portugal é caracterizado pela irregularidade temporal, tanto na temperatura, como na ocorrência de episódios intensos de precipitação, por vezes localizados e de curta duração, a par de outros mais prolongados igualmente promotores de processos desencadeantes de riscos naturais (PROT-N, 2007).

O oceano Atlântico agente moderador da temperatura, tanto sobre os valores mínimos durante o Inverno como sobre os valores máximos durante o Verão. À medida que nos dirigimos para o Interior, e com a influência das cadeias montanhosas, o arrefecimento durante o Inverno e aquecimento durante a época estival é mais sentido.

O noroeste caracteriza-se por um clima atlântico, onde a temperatura média é mais baixa, a amplitude de variação anual mais reduzida, em relação ao resto do País, a temperatura de Verão moderada e a precipitação anual média geralmente superior a 1000 mm. Acima dos 700 ou 800 m e agravando-se com a altitude, o clima de

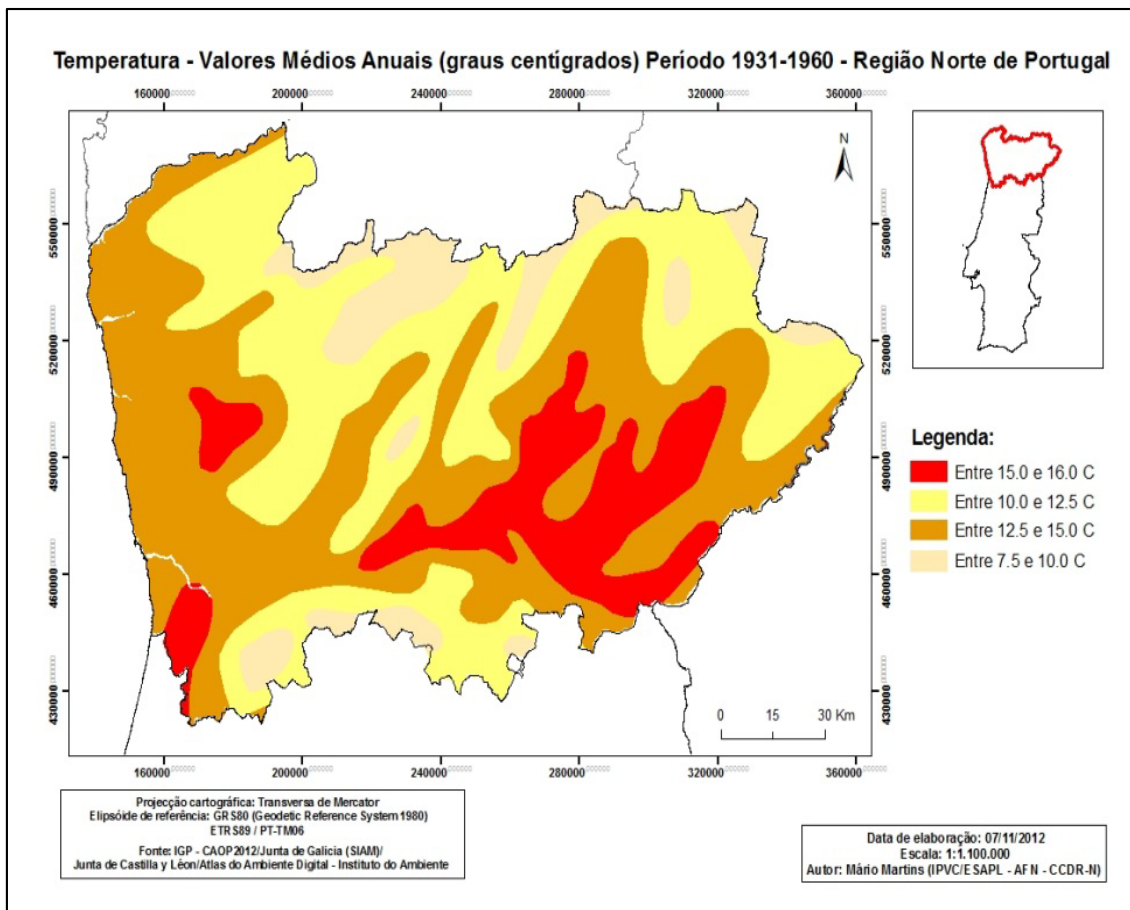
montanha caracteriza-se por temperaturas mais baixas, Verões mais curtos e frescos e Invernos, frios, longos e marcados por precipitações abundantes (PROT-N, 2007).

O relevo é um forte influenciador nas diferenças pluviométricas regionais. Se compararmos o mapa das precipitações (Figura 10) e o mapa hipsométrico (Figura 13), verificamos que são nas regiões montanhosas e elevadas do Norte, particularmente voltadas para oeste, onde os valores de precipitação são mais elevados.



**Figura 10-** Precipitação (Valores Médios Anuais, 1931-1960) - Região Norte de Portugal.

A precipitação exerce uma grande influência sobre os solos, pela sua intensidade e acumulação, que por este motivo poderá dar origem à instabilidade de vertentes devido ao seu prolongamento no tempo. A precipitação acumulada em 90 dias atinge valores máximos nas serras da Peneda e Soajo, entre os 2400 mm e os 3120 mm de precipitação acumulada. Os alinhamentos das serras do Alvão, Marão, Cabreira, Barroso e Gerês, por exemplo, constituem uma barreira morfológica à penetração para o interior de ventos húmidos do oceano, provocando uma menor precipitação acumulada no Nordeste (PROT-N, 2007).



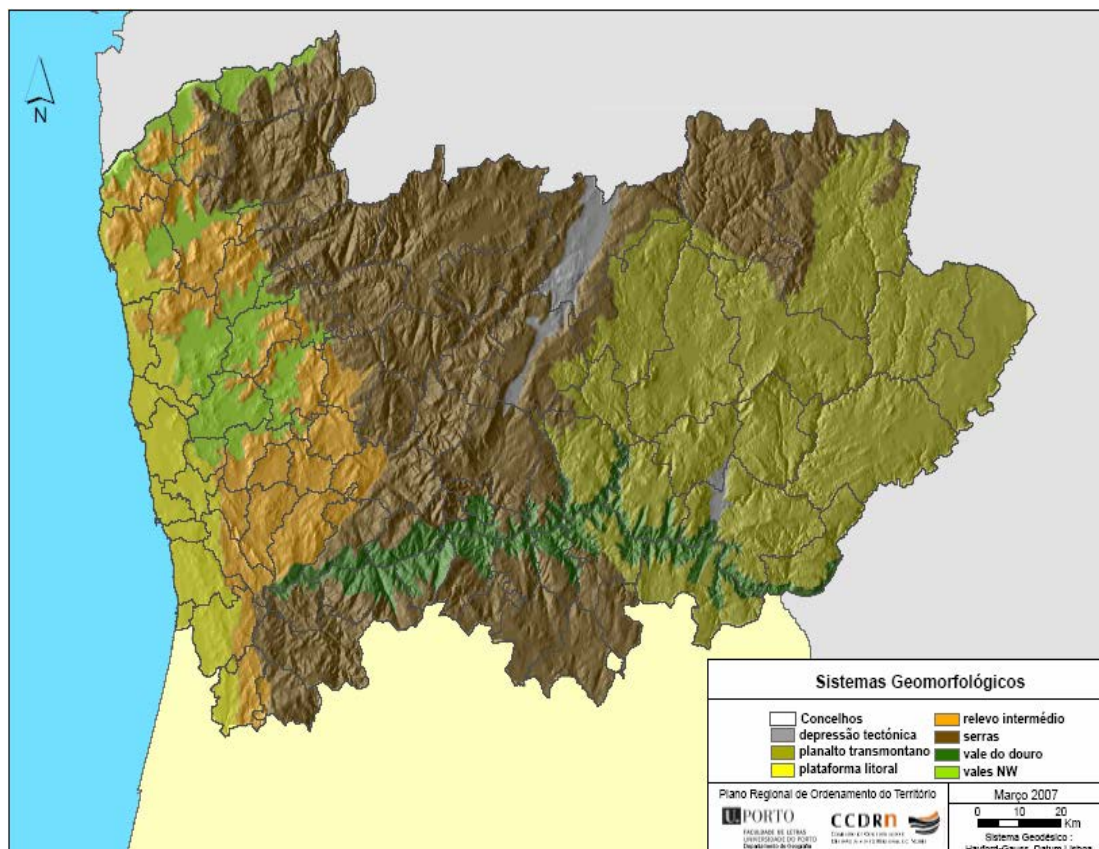
**Figura 11-** Temperatura (Valores Médios Anuais, 1931-1960) - Região Norte de Portugal.

A distribuição da temperatura média do ar onde, ao longo do litoral é sempre mais amena e no interior possui maiores amplitudes térmicas. A temperatura média no vale do Douro é cerca de 16 °C, enquanto que, no litoral situa-se nos 12 ° C a 15 ° C. As áreas montanhosas do Norte, no Verão, as temperaturas são frescas e no Inverno atingem as temperaturas mais baixas sendo relativamente alto o risco de geada. A temperatura média nestas áreas situa-se, entre os 8 e os 12 °C (PROT-N, 2007).

Estes valores, são explicados pela latitude e pela influência do oceano Atlântico, que actua como agente moderador da temperatura. No Nordeste, particularmente no vale do Douro e de alguns dos seus afluentes, a temperatura é mais elevada, pois trata-se de uma área deprimida e encaixada entre as montanhas o que reduz a influência dos ventos húmidos do Atlântico, já que estes ao ultrapassarem a barreira morfológica das serras do Noroeste, perdem humidade e chegam aquela região bastante secos e, conseqüentemente, muito quentes (PROT-N, 2007).

#### 4.1.2.2. Geomorfologia

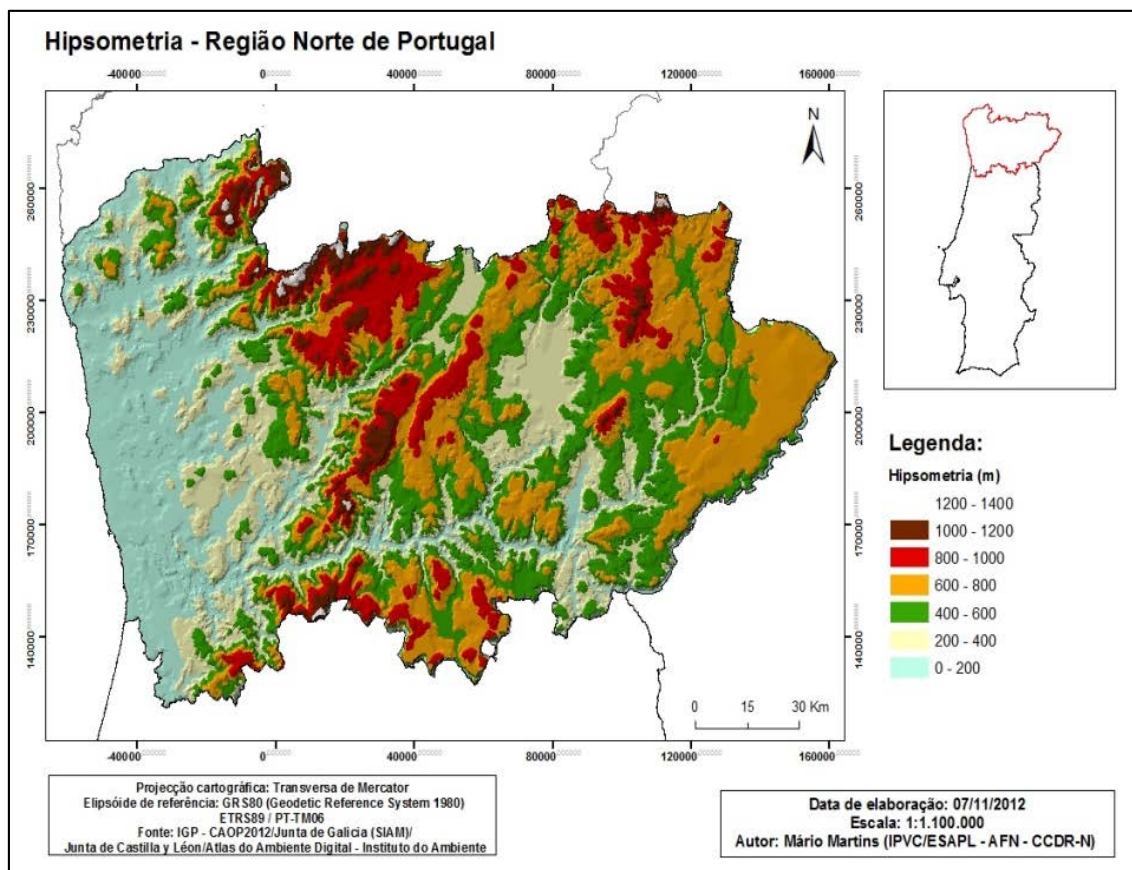
A Região Norte é formada por relevos importantes dispostos paralelamente à linha de costa que constituem uma barreira à penetração para o interior de ventos húmidos do Atlântico, constituída por um conjunto de serras. Estas áreas montanhosas correspondem ao sistema morfológico das Serras (Figura 12), de onde sobressaem os profundos encaixes dos vales, vertentes de forte declive e ainda vertentes complexas com pequenas rechãs e os topos mais ou menos aplanados (PROT-N, 2007).



**Figura 12-** Sistemas Geomorfológicos.

A predominância de rochas de natureza granítica na parte ocidental e a preponderância de rochas metamórficas xistentas na parte oriental, determinam também aspectos morfológicos diferentes. De facto a parte ocidental é mais ondulada com regiões planálticas separadas por vales e depressões de origem tectónica bastante abruptas. A parte oriental é dominada por restos de superfícies de aplanamento, por vezes deslocadas por importantes acidentes tectónicos, de onde sobressaem imponentes relevos de dureza correspondentes a cristas quartzíticas ou filões quartzosos (PROT-N, 2009).

A oeste da Região Norte encontramos o sistema morfológico da Plataforma Litoral, que se caracteriza por sectores com relevos mais aplanados, declives suaves, alguns relevos marginais de, depósitos marinhos e sistemas dunares fósseis. Em vários sectores encontrasse dissecada pelo encaixe da rede hidrográfica principal. (PROT-N, 2007).

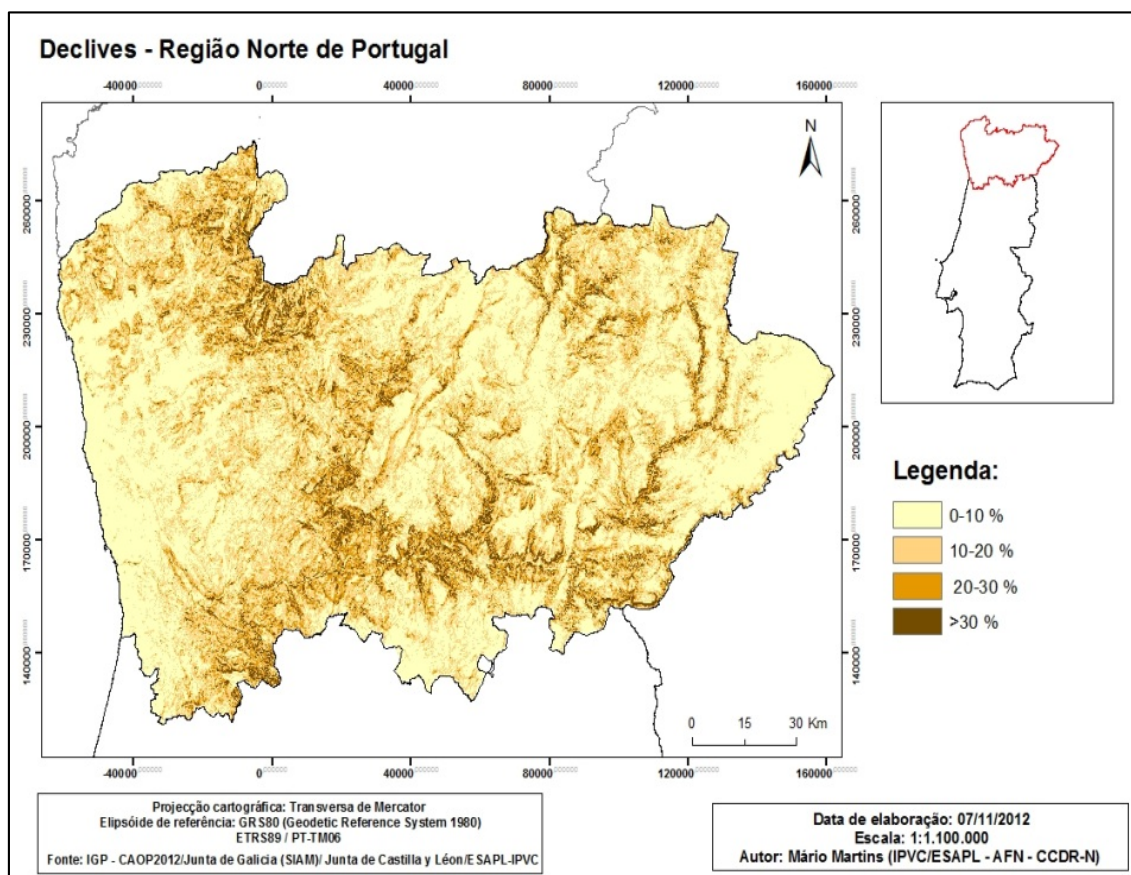


**Figura 13-** Hipsometria – Região Norte de Portugal.

*“Ao longo de toda a extensão litoral da Região Norte predominam as cotas inferiores a 200m de altitude, que ocupam grande parte da região do Minho, penetrando para o interior através dos grandes cursos de água (Douro e Tâmega). Destacam-se igualmente um conjunto de serras de disposição paralela à linha de costa que no seu conjunto constituem a designada “barreira de condensação” do Noroeste Português, assim como os maciços montanhosos mais ocidentais da região de Trás-os-Montes, onde se atingem altitudes superiores a 1400 metros”* (Pedrosa et al., s/d).

Segundo Feio (1951), o relevo minhoto apresenta-se como uma quadrícula de blocos separados por duas direcções de fracturas: ENE-WSW (direcção dos vales do Rio Minho, Lima, Cávado e Homem) e N-S a NW-SE, com níveis de aplanamento descontínuos. Na parte Este da região Norte sobressai o sistema do Planalto Transmontano que constitui um prolongamento do Planalto de Castela-a-Velha, uma

superfície poligénica de aplanamento. O sector português transmontano é limitado a oeste pelo alinhamento tectónico de Régua-Verin (PROT-N, 2007).



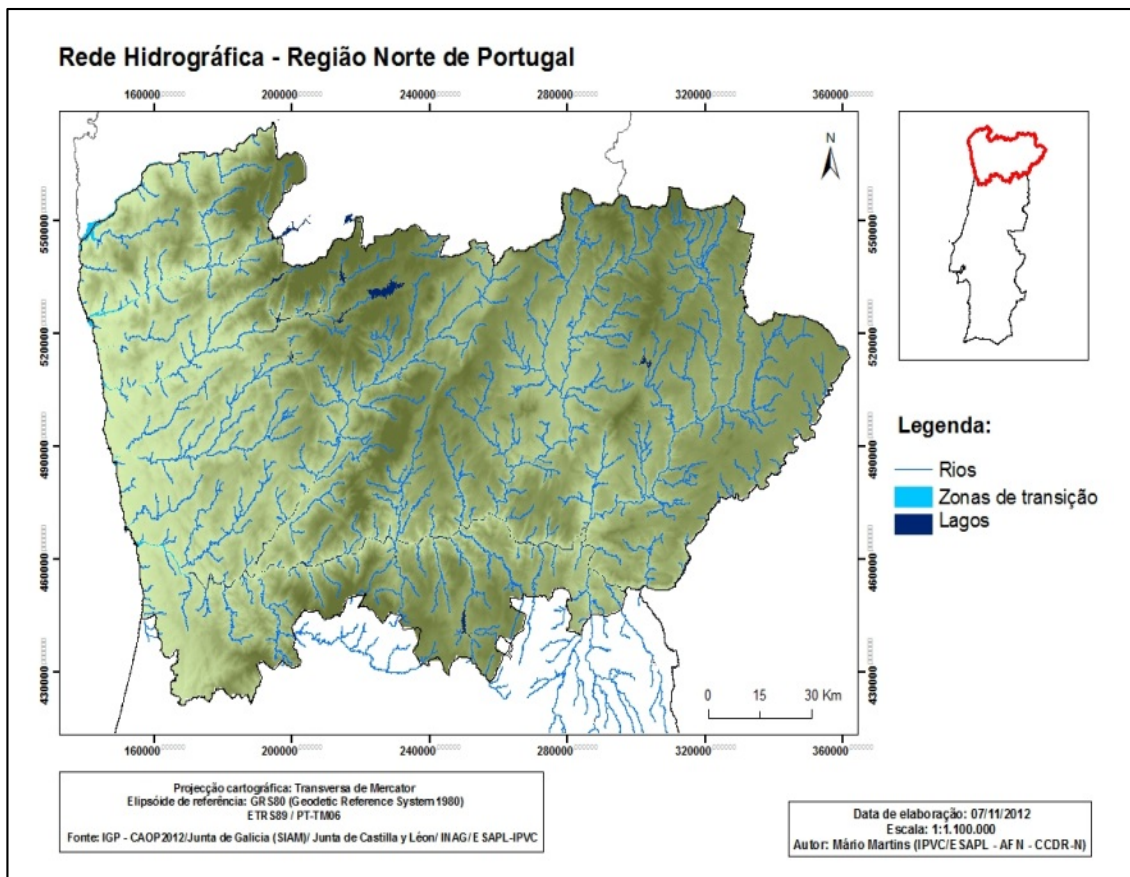
**Figura 14-** Declives – Região Norte de Portugal.

O Vale do Douro é um sistema que atravessa a Região Norte no sentido Este - Oeste, desde a fronteira com Espanha até próximo do limite Sul da Serra de Valongo. Este espaço caracteriza-se pelo forte encaixe da rede hidrográfica e vertentes escalonadas com vários patamares, a diferentes altitudes. A parte superior dos vales dos afluentes tem formas suaves e os topos das vertentes são aplanados. Nas áreas graníticas do Vale do Douro, sobretudo no sector das grandes montanhas, os vales são encaixados e estreitos e, por vezes, ao longo dos afluentes de menor dimensão é possível observar perfis longitudinais com declives muito elevados, reflexo de um encaixe difícil, provavelmente resultante de tectónica recente (PROT-N, 2007).

#### **4.1.2.3. Hidrografia**

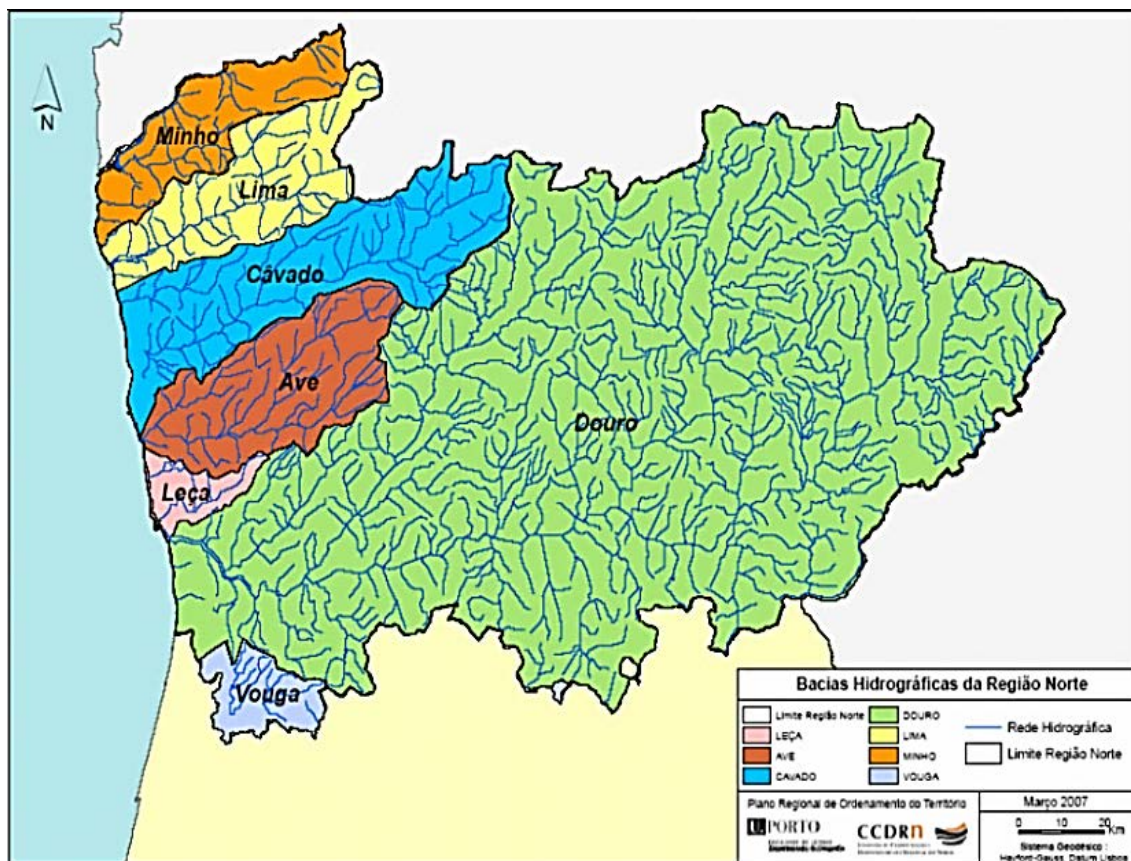
A rede hidrográfica da Região Norte (Figura 15) apresenta uma elevada densidade de drenagem fortemente influenciada pela morfologia do terreno e das características climáticas, que lhe confere uma grande importância no contexto regional/nacional.





**Figura 15-** Rede Hidrográfica – Região Norte de Portugal.

A rede hidrográfica é constituída por seis grandes bacias hidrográficas (Figura 16) com os seus subsistemas associados, designadamente a bacia do Rio Douro, Minho, Lima, Cávado, Ave e Leça, sendo que as três primeiras são bacias internacionais (PROT-N, 2007).



**Figura16-** Principais Bacias Hidrográficas da Região Norte.

### Rio Minho

A bacia hidrográfica localizada no extremo NW da Região Norte, abrange no território nacional uma área aproximada de 850 km<sup>2</sup>, cerca de 5% do total da bacia. É partilhada por Portugal e Espanha e é composta por 4 sub-bacias no território nacional: Trancoso, Mouro, Gandanha e Coura. O seu curso de água principal, o Rio Minho, tem uma extensão de 70 km, desaguando em Caminha no Oceano Atlântico. No que respeita ao escoamento regista valores médios anuais na ordem dos 1000 hm<sup>3</sup> (PROT-N, 2007).

### Rio Lima

A bacia hidrográfica ocupa uma área aproximada de 2480 km<sup>2</sup> em território nacional (48% da área total em Portugal). O seu curso de água principal é o Rio Lima que percorre desde a fronteira até à foz em Viana do Castelo cerca de 67 km. Em termos de escoamento médio anual, a bacia drena cerca de 2000 hm<sup>3</sup>. Apesar de conter um grande número de sub-bacias, importa salientar as dos seus principais tributários, o Rio Âncora, o Rio Neiva e o Rio Vez (PROT-N, 2007).

### **Rio Cávado**

A bacia hidrográfica apresenta uma área aproximada de 1613 km<sup>2</sup>, sendo que o curso principal percorre cerca de 129 km da nascente até à foz em Esposende. As sub-bacias de maior relevância são as do Rio Homem e Rio Rabagão. Em termos morfológicos, esta bacia tem uma altura média de 542 m. O relevo é bastante encaixado em todo o maciço do Gerês, onde predominam as vertentes muito abruptas conduzindo a um processo de escoamento mais rápido. No sector mais a jusante, os declives suavizam-se e dão lugar a vales mais aplanados, diminuindo assim a densidade da rede de drenagem (PROT-N, 2007).

### **Rio Ave**

A bacia hidrográfica é de pequenas dimensões, drenando numa área aproximada de 840 km<sup>2</sup>, sendo que o curso principal se desenvolve ao longo de 101 km. Em termos de sub-bacias destacam-se a bacia do Rio Este na margem direita e a bacia do Rio Vizela na margem esquerda. No que concerne à morfologia, o relevo não é muito acentuado, porém o Rio Ave desenvolve-se na maioria da sua extensão num vale encaixado até à sua foz em Vila do Conde. É importante salientar que é uma bacia hidrográfica fortemente urbanizada, o que induz algumas alterações ao comportamento natural, facto que se traduz num escoamento médio anual na ordem dos 1203 hm<sup>3</sup> (PROT-N, 2007).

### **Rio Leça**

A bacia hidrográfica é a bacia mais pequena da Região Norte, cuja área ronda os 235 km<sup>2</sup>. O curso percorre cerca de 48 km desde a sua nascente até à foz em Matosinhos. O sector terminal da bacia, está artificializado, conduzindo a uma série de problemas na dinâmica hidrológica. Em termos de escoamento médio, apresenta valores muito reduzidos na ordem dos 107 hm<sup>3</sup> (PROT-N, 2007).

### **Rio Douro**

A bacia hidrográfica tem a maior dimensão na Região Norte ocupando uma área aproximada de 18.700 km<sup>2</sup> cerca de 19% da área global, na totalidade é composta por 20 sub-bacias, sendo de destacar a do Tâmega, Tua, Sabor e Côa. O seu curso principal, Rio Douro, percorre no território nacional uma extensão aproximada de 213 km, com uma altitude média de 700 m. Apesar de apresentar um regime natural de escoamento potencialmente rápido, a construção de barragens diminuiu fortemente a sua velocidade

(PROT-N, 2007). No que concerne ao escoamento, apresenta um valor médio de 9200 hm<sup>3</sup>, sendo o maior valor registado da totalidade das bacias Portuguesas. Todavia, encontra-se fortemente condicionado pela variabilidade climática, sobretudo ao nível das precipitações que podemos encontrar na região, sendo importante realçar que artificialização do seu regime, condiciona os quantitativos registados, pois a gestão da bacia hidrográfica encontra-se sob domínio de Portugal e Espanha, apresentando assimetrias ao nível das disponibilidades hídricas (PROT-N, 2007).

#### 4.1.2.4. Geologia/Litologia

A Região Norte situa-se no Maciço Antigo e numa pequena parte da Orla Mesocenozóica Ocidental a Sudoeste da região. Na parte do Maciço Antigo as rochas granitóides e as metassedimentares, são predominantes. Nas rochas granitóides, as que se encontram mais alteradas em profundidade são os granitos de grão grosseiro, granitos porfiróides de duas micas e granitos essencialmente biotíticos, pois sofreram uma maior acção da fracturação regional (PROT-N, 2007).

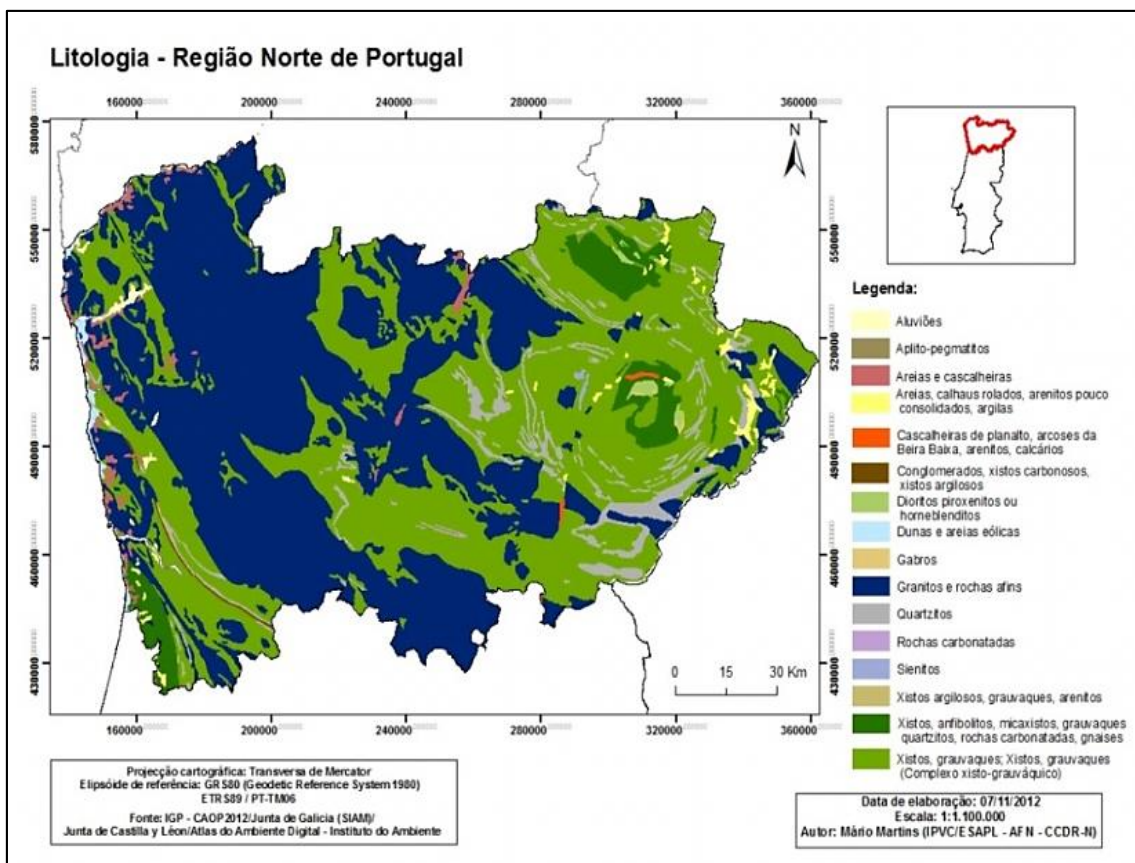


Figura 17- Litologia da Região Norte de Portugal.

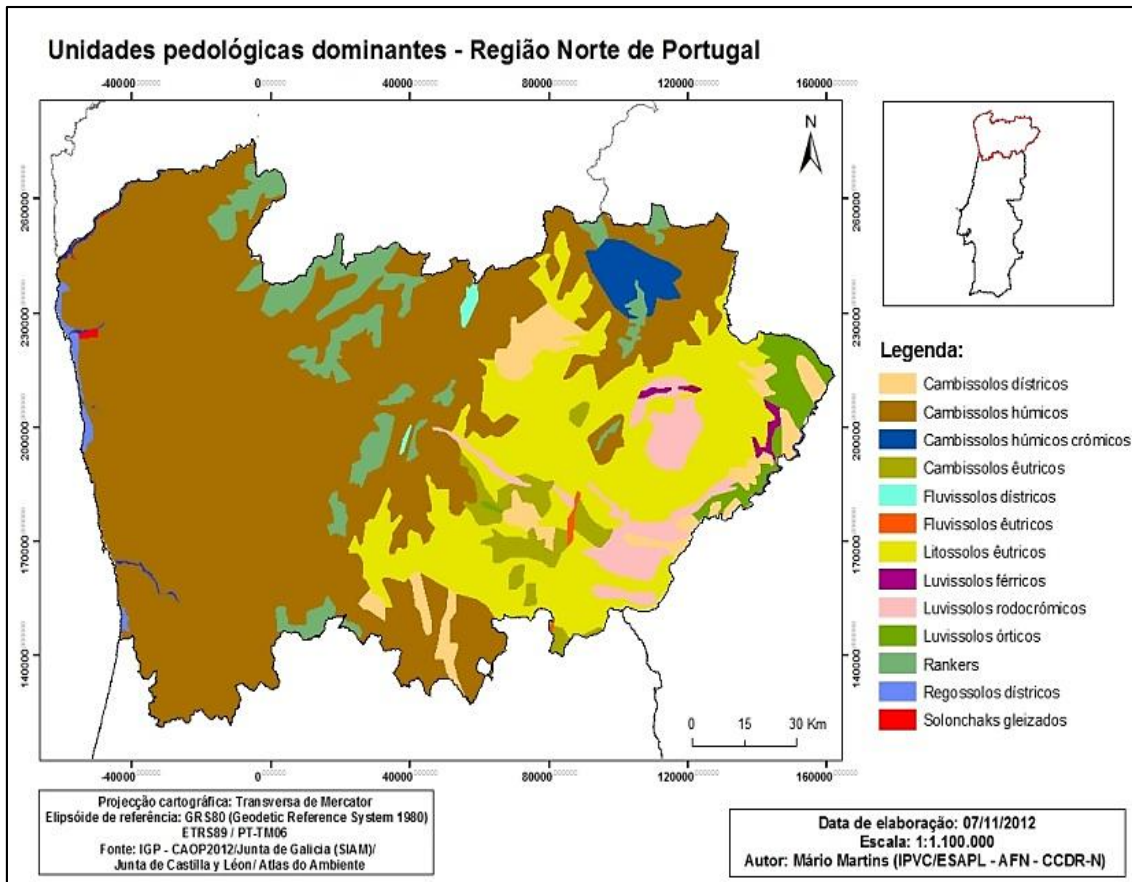
Encontram-se espessos mantos de alteração principalmente a partir de meia vertente até ao fundo dos vales. Em áreas de forte declive, as vertentes estão sujeitas a fluxos de detritos, deslizamentos, movimentos compósitos e desabamentos rochosos em zonas muito fracturadas. Nos topos das vertentes o manto de alteração foi, geralmente, removido e restam apenas conjuntos de blocos, cuja movimentação pode originar desabamentos de rocha (PROT-N, 2007).

As áreas com um granito de grão mais fino apresentam mantos de alteração peliculares e disjunção esferoidal, possuindo melhores condições para o desenvolvimento de fluxos de detritos e pequenos desabamentos de rocha. Nas áreas de xisto, podemos encontrar múltiplas discontinuidades que favorecem movimentos de deslizamento planar, mesmo em vertentes com declives moderados. Nestas áreas, em sectores com fortes declives, a presença de rocha mais alterada e depósitos de vertente de matriz fortemente argilosa permite que o movimento inicial de deslizamento evolua rapidamente para um fluxo de lama ou de detritos. Por esse motivo, nas áreas de metassedimentos predominam registos de ocorrências de fluxos de lama e de detritos (PROT-N, 2007).

A fracturação tem uma grande importância na alteração das rochas em profundidade, pela facilidade de condução de água no seu interior e, por vezes, possui material argilizado e impermeável. As unidades litológicas que apresentam uma maior densidade de fracturação, são os granitos de duas micas indiferenciados, granitos e granodioritos porfiróides, turbiditos, granitos biotíticos, em geral porfiróides e xistos superiores e quartzitos. Uma maior densidade de fracturação pressupõe uma maior probabilidade de alteração das rochas em profundidade, constituindo um critério de ponderação da perigosidade a movimentos de vertente, quando conjugada com os restantes factores de perigosidade (PROT-N, 2007).

#### **4.1.2.5. Solos**

Na Região Norte podemos encontrar vários tipos de solos, tais como, os Cambissolos; Fluvissoles; Regossolos; Litossolos; Solonchaks; Luvissolos; e alguns Rankers (Figura 18).



**Figura 18-** Unidades pedológicas dominantes - Região Norte de Portugal.

Os Cambissolos caracterizam-se de uma maneira geral, por serem jovens, moderadamente desenvolvidos sobre uma rocha parental pouco a moderadamente meteorizada, não apresentando qualidades apreciáveis de argila, matéria orgânica e compostos de alumínio ou ferro. Na Região Norte é o tipo de solo mais representado, dominado nas áreas mais húmidas e de relevo mais acentuado, em que a rocha mãe é granítica (AGROCONSULTORES e COBA, 1991).

O segundo tipo de solo mais representado na Região Norte é o Liotossolo. Este caracteriza-se pela pouca profundidade (menos de 30 cm), assentes sobre rocha dura, o pouco volume que apresentam faz com que sequem ou se alaguem com facilidade, ou que sejam arrastados. Dominam nas zonas de temperaturas médias elevadas e fraca precipitação de Trás-os-Montes, geralmente assentes sobre xisto. Os Fluviossolos, desenvolvem-se em depósitos fluviais, lacustres ou marinhos recentes, particularmente em zonas periodicamente inundadas. Encontram-se junto às margens das zonas baixas de grandes rios. Os Regossolos, apresentam uma morfologia determinada pelo tipo de rocha parental e pelo clima em que ocorrem. E caracterizam-se por finos horizontes superficiais, com baixo teor em matéria orgânica e encontram-se em pequenas áreas

adjacentes aos Fluvissois. Os Luvissois, caracterizam-se pela presença de horizonte de acumulação de argila a determinada profundidade, dominam nas terras planas e mediterrâneas, quase sempre sobre rochas graníticas. Por último, os Solonchaks, formam-se em zonas onde os índices de precipitação são inferiores aos da evaporação, em pelo menos uma época do ano, e caracterizam-se por teores elevados de sais (AGROCONSULTORES e COBA, 1991).

No que concerne ao potencial erosivo dos solos, os locais que apresentam um índice mais reduzido, são os que apresentam uma forte presença humana, designadamente todos os aglomerados urbanos, o que por si só reduz de forma significativa a capacidade de erodibilidade dos solos, já que se encontram fortemente impermeabilizados. Nos sectores de usos do solo da tipologia rocha, sem solos, ou a locais em que a cobertura dos solos seja densa, reduzindo a exposição dos solos aos agentes erosivos, quer sejam naturais e/ou antrópicos, designadamente áreas florestais contínuas, matos e pastagens, este índice também está bem assinalado. Estes sectores distribuem-se de uma forma uniforme por toda a região, salientando-se as áreas montanhosas do Noroeste (PROT-N, 2007).

O índice moderado apresenta-se distribuído por toda a região, no entanto, destaca-se ao longo do vale do Douro, sendo justificado pela tipologia de usos do solo aí presentes. Ao longo do planalto transmontano, verifica-se um índice moderado, justificado pela forte presença de olivais que não sendo floresta contínua, alternam entre o índice reduzido e o elevado, sendo sistemas agrícolas complexos, que podem conjugar pastagens e culturas de sequeiro. Os restantes sectores marcados pelo índice moderado, distribuem-se ao longo da plataforma litoral, relevo intermédio e vales do Noroeste, sendo justificados pela forte presença de práticas agrícolas correspondentes a culturas anuais de regadio e sistemas culturais e parcelares complexos, do tipo intensivo, sobretudo no Entre-Douro e Minho (PROT-N, 2007).

Por último, o índice elevado de potencial erosivo dos solos, encontra-se fortemente presente, no planalto transmontano e nos vales do Noroeste. Este índice justifica-se pela susceptibilidade natural, mas sobretudo pela tipologia de usos e ocupação de solos aí presente. Correspondem a locais onde se conjugam as diferentes práticas agrícolas. No entanto, o facto de a vegetação ser esparsa contribui fortemente para este índice, que aliado às áreas ardidas fazem aumentar as áreas de elevado potencial erosivo (PROT-N, 2007).

### 4.1.3. Caracterização da ocupação, uso do solo e paisagem

No interior norte de Portugal, é possível individualizar espaços com especificidades paisagísticas de grande valor, plenamente enquadradas no conceito de Paisagem Cultural. Estas unidades de paisagem, que englobam quer vertentes serranas, quer áreas planálticas ou ainda áreas de fundo de vale, expressam uma realidade continuamente construída e reconstruída, resultante da conjugação e interacção multiseculares entre as características do meio físico e a intervenção do Homem. A conectividade entre os processos naturais e as actividades antrópicas possibilitou o desenvolvimento de um equilíbrio dinâmico, alicerçado numa estrutura de interdependência e complementaridade de funções (Pedrosa et al., 2008).

O solo rural na Região do Norte, entendido como a área ocupada por espaços agrícolas e florestais, estende-se por 90% da sua superfície (PROT-N, 2009). Como podemos observar (Figura 19), a região é fundamentalmente ocupada por florestas, por meios naturais/semi-naturais e por áreas agrícolas/agro-florestais. Os territórios artificializados estão bem demarcados sobre a faixa litoral.

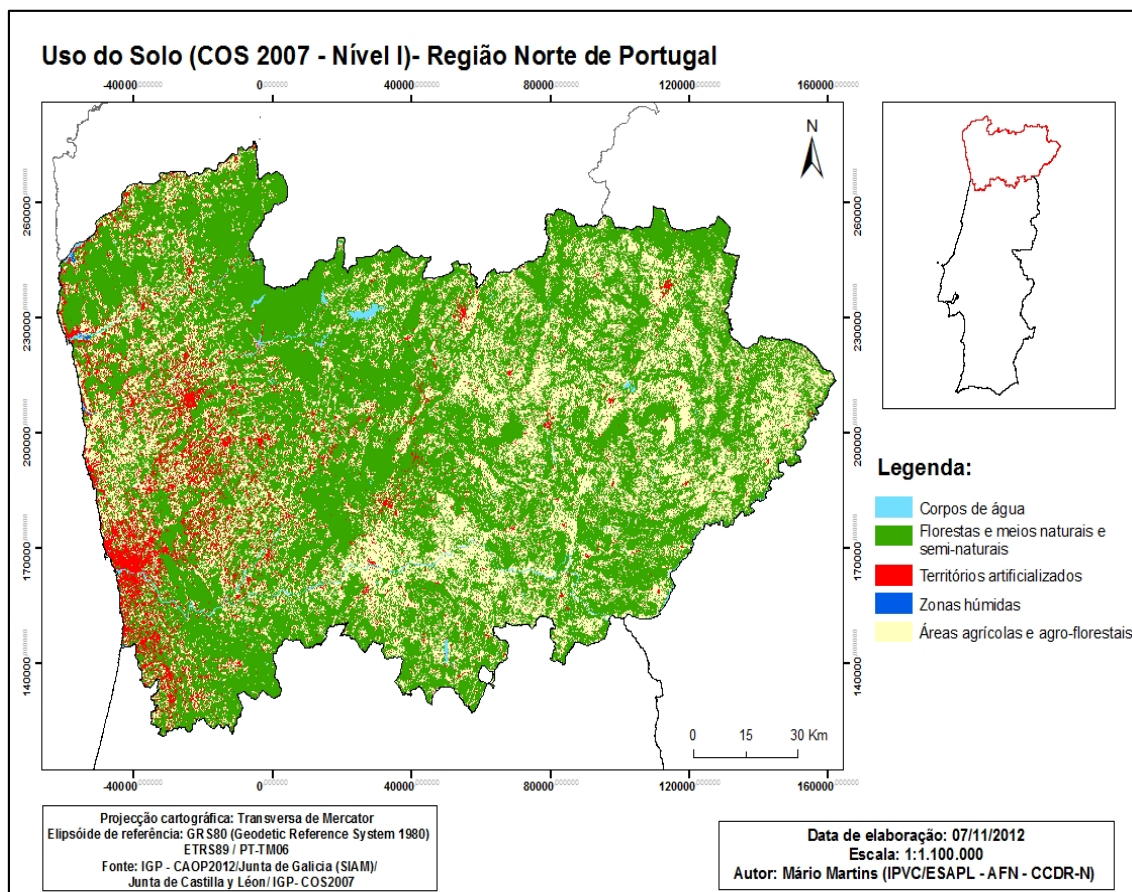
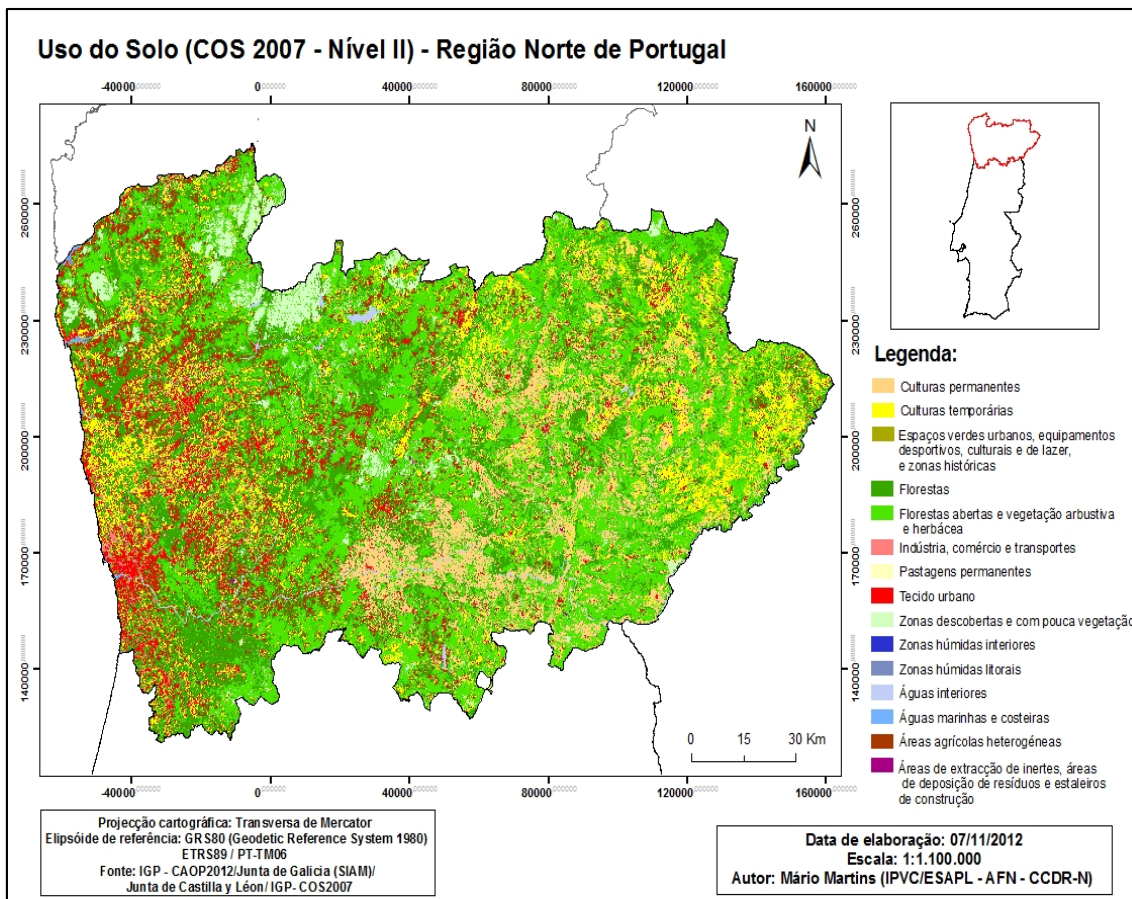


Figura 19- Uso do solo (COS 2007 – Nível I) - Região Norte de Portugal.



Na Região Norte desencadeou-se, nas últimas décadas do passado século, um fenómeno de acentuado abandono agrícola, com importantes alterações na ocupação e cobertura vegetal do solo. Essas mudanças devem-se, principalmente, ao processo de esvaziamento demográfico das áreas rurais, em consequência do enorme surto migratório, mas também à retirada de terras de produção. Com o abandono dos campos de cultivo inicia-se um processo de colonização vegetal que converge para uma reflorestação espontânea, num espaço de tempo que pode ser bastante variável, em função de factores como as características edáficas, o clima, a topografia, as acções humanas subsequentes (pastorícia ou exploração de lenha) ou outras perturbações como os fogos florestais. Além de promover efeitos na composição e estrutura da vegetação, o abandono dos campos ocasiona, ainda, alterações físico-químicas nos solos e, por conseguinte, na respectiva resposta hidrogeomorfológica (Almeida, 2009).

Para além disto, surgiram também alterações associadas às áreas florestais, como o abandono generalizado da exploração/gestão activa pelos proprietários privados, tradicionalmente abstencionistas, detentores e responsáveis pela maioria da superfície florestal; a reduzida dimensão e extrema repartição da propriedade florestal; o despovoamento das áreas rurais, no interior montanhoso, com abandono das práticas de gestão e consequente acréscimo de risco de incêndio e degradação do património florestal; a competição pelos usos urbanos nas regiões do litoral e nas áreas mais próximas dos centros urbanos; e os incêndios florestais, factor de destruição que atinge anualmente cerca de 49.000ha de floresta na região, e por ultimo, os riscos bióticos, ou seja, a susceptibilidade a pragas e doenças, que afectam algumas espécies florestais, sendo responsáveis pelo declínio e mortalidade (castanheiro, sobreiro, pinheiro bravo) (PROT-N, 2009). Estes factores de alteração mencionados anteriormente, são causadores de uma dinâmica territorial, que por sua vez são fenómeno de uma alteração do uso do solo cada vez mais acentuado.



**Figura 20-** Uso do solo (COS 2007 – Nível II) - Região Norte de Portugal.

Segundo Pedrosa *et al.*, (2008), no que se refere à paisagem, a estrutura de socalcos edificada nas vertentes serranas constitui um dos principais marcos identitários e de individualização paisagística. A prática do regadio, assente em sistemas de rega e drenagem tradicionais, constitui uma estratégia essencial ao desenvolvimento das actividades agro-pastoris nestes terraços. Contrastando com as áreas montanhosas de xisto e granito, a extensa paisagem planáltica distingue-se pela concentração do povoamento, por uma estrutura fundiária marcada pela maior dimensão da propriedade, bem como pelo domínio das culturas de sequeiro decorrente da aridez típica do clima do planalto transmontano. A fixação das comunidades agro-pastoris nas vertentes serranas implicou uma reestruturação, condicionada pela aptidão edáfica, hidro-climática e florística dos vários sectores altitudinais das encostas para a prática da agricultura e para o pastoreio do gado. Consequentemente, a organização territorial dos espaços de montanha passou a ser fortemente condicionada pela variação altitudinal do uso solo, dividindo-se em três níveis complementares de aproveitamento das vertentes: o nível

supra-florestal (o mais elevado em altitude, o nível florestal (nível intermédio) e o nível das culturas agrícolas permanentes (base das vertentes e fundo de vale).

A sustentabilidade dos ecossistemas antropizados depende das intervenções do Homem sobre o meio físico e sobre os processos naturais, modificando a drenagem hídrica superficial e sub-superficial dos solos, assegurando a conservação e limpeza das matas e florestas e contribuindo para a manutenção da biodiversidade. Por outro lado, as práticas agro-pastoris tradicionais revelam-se essenciais à prevenção de diversos tipos de riscos naturais, designadamente a instabilidade de vertentes, a perda da fertilidade dos solos, os incêndios florestais e a diminuição da biodiversidade (Pedrosa et al., 2008).

#### 4.1.4. Caracterização da população, demografia e economia

A população residente na Região Norte (Figura 21), de acordo com os resultados preliminares dos Censos 2011 é de 3 689 713 indivíduos. Na última década, a população da região praticamente não se alterou, invertendo uma tendência de crescimento verificada nas últimas décadas (INE, 2012).

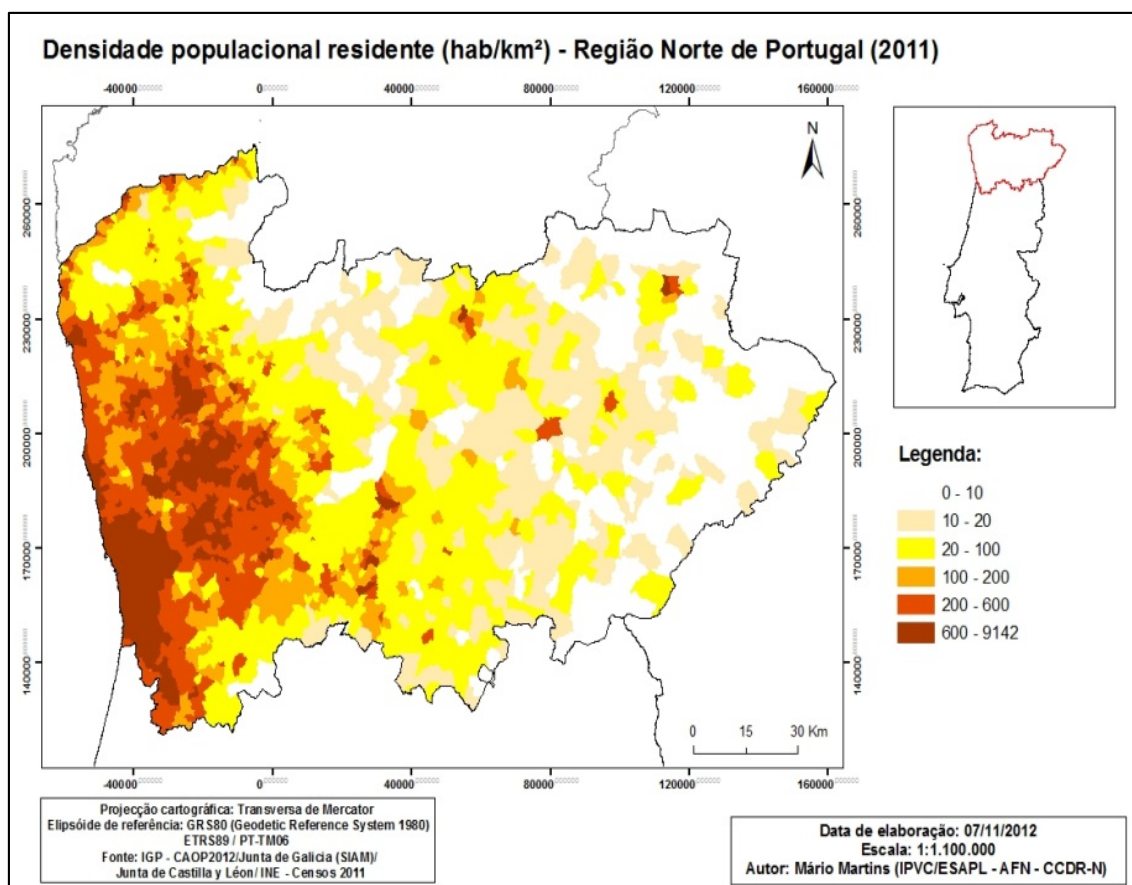


Figura 21- Densidade populacional residente (há/km<sup>2</sup>) – Região Norte de Portugal.

A evolução da população por NUT III revela dinâmicas de crescimento muito diferenciadas. Em três das oito NUTS III, Cávado, Grande Porto e Ave, pode observar-se um aumento da população residente de, respectivamente 4%, 2% e 1%. Em sentido oposto, Alto – Trás-os-Montes, Douro, Minho – Lima, Entre Douro e Vouga e Tâmega perderam população na última década (INE, 2012).

Dos 86 municípios que constituem a Região Norte, apenas 25 registam acréscimos na população residente. Maia, Braga e Valongo protagonizam as maiores subidas, face a 2001, com, respectivamente 12%, 11% e 9%. O Município de Armamar assinala o maior recuo e perde cerca de 22% da sua população na última década (Censos, 2011).

O parque habitacional volta a crescer significativa nos últimos dez anos, observando-se uma variação positiva de 10% no número de edifícios e de 15% no número de alojamentos. O número de famílias segue a mesma tendência e aumenta cerca de 11%. O número médio de pessoas por família de 2,8, ligeiramente acima da média nacional (INE, 2012).

Trata-se da Região mais populosa do País. Com cerca de três milhões e setecentos mil habitantes representa 35,4% da população residente em Portugal, à escala europeia, a Região do Norte apresenta uma dimensão demográfica significativa, situando-se na 28ª posição no conjunto da UE25. Estamos em presença da população mais jovem do Continente, concentrando 38% dos jovens do país, demonstrando no entanto, uma estrutura bimodal de distribuição territorial da população, com maior concentração dos jovens no litoral, enquanto no interior se registam elevados índices de envelhecimento. Este traço tende, cada vez mais, a esbater-se dado que a Região, como um todo, começa a reproduzir algumas das tendências pesadas de evolução da demografia a nível nacional (baixa natalidade, fecundidade, etc.). Em termos globais, estamos na presença de uma população, em média, com baixos rendimentos, concretamente, com os mais baixos rendimentos a nível nacional, com baixos níveis de instrução formal, mesmo no contexto nacional (PORN, 2011).

Por último, o aumento do desemprego em Portugal tem assumido na Região do Norte os seus contornos mais graves. Neste momento, a Região do Norte apresenta a 2.ª maior taxa de desemprego a nível nacional, verificando-se, ainda, um desemprego muito significativo, sobretudo na Área Metropolitana do Porto (AMP), de jovens diplomados (PORN, 2011).

#### **4.1.5. Caracterização das infra-estruturas humanas e rede de biodiversidade**

Ao abordar os processos de desenvolvimento e construção e os seus impactos sobre os habitats naturais, verifica-se que estes ocorrem ao longo de todo o seu período de vida. Estes impactos são detectáveis durante os processos associados à extracção de matéria-prima e produção de energia, aquisição de materiais, fabricação, construção, operação, manutenção e por fim a demolição e o destino dado aos resíduos por ela provocados (Taylor et al., 2009). A indústria da construção constitui um dos maiores e mais activos sectores em toda a Europa. Esta actividade consome mais matérias-primas do que qualquer outra actividade económica, consome também elevadas quantidades de energia e os resíduos de construção (Torgal e Jalali, 2007).

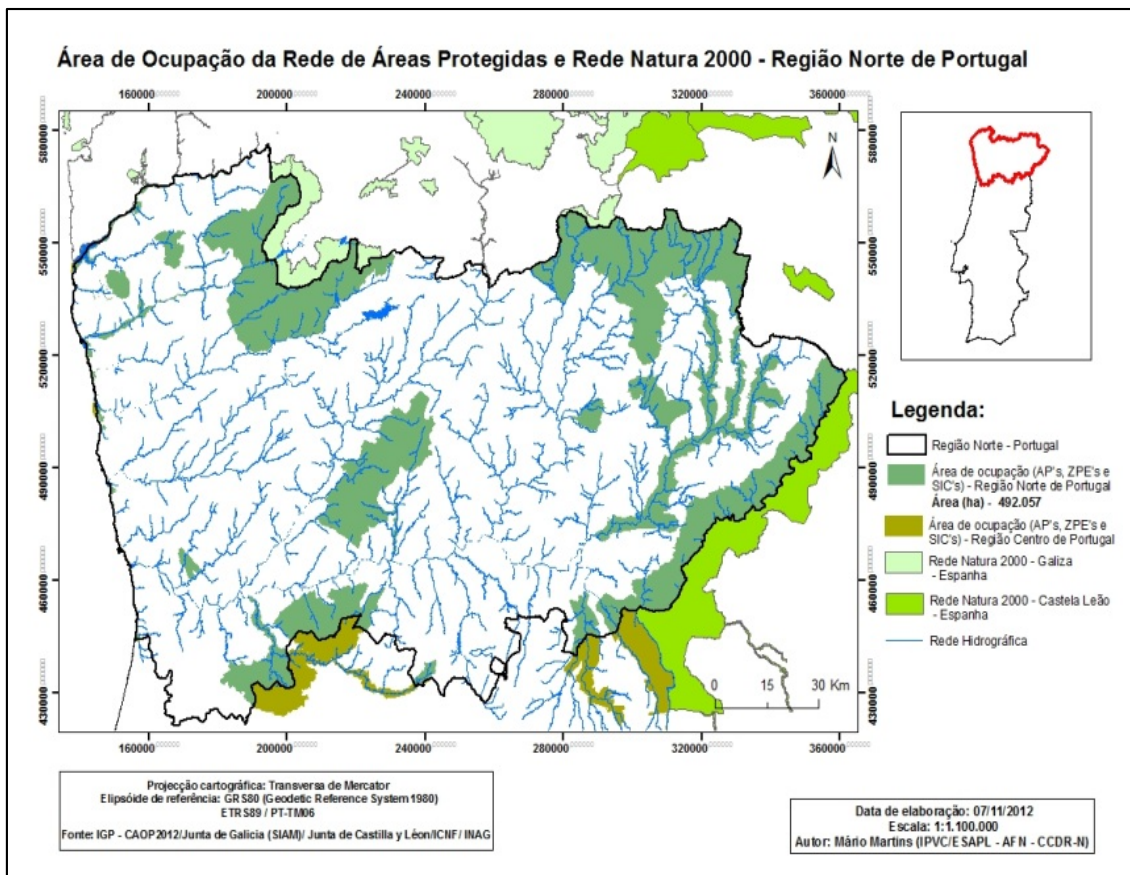
As implicações da actividade humana sobre os sistemas naturais estão representadas fundamentalmente através do fenómeno de impactos ambientais. Sendo assim entendem-se como impactos ambientais todas as alterações das propriedades física, química, biológica e das condições de vida do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria e energia resultante das actividades humanas que, directa ou indirectamente, afectam a saúde, a segurança, o bem-estar da população, as actividades sociais e económicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (Silva *et al.*, 2006; GEOMA, 2012).

Apesar das pessoas fazerem parte do ecossistema é frequente pensar-se na interacção Homem-Ambiente como uma interacção entre o sistema social humano e o resto do ecossistema. Desta forma o sistema social é um conceito central da Ecologia Humana tendo em conta que as actividades humanas que apresentam um grande impacto nos ecossistemas são fortemente influenciados pela sociedade onde as pessoas vivem (Marten, 1992). É neste contexto que surge o conceito de Pegada Ecológica como um instrumento capaz de revelar quanto de área produtiva de terra e de mar do planeta é necessário para fornecer os recursos e assimilar os resíduos gerados pelas actividades humanas, de maneira a dar resposta á busca de uma vida satisfatória para todos, em consonância com a capacidade regenerativa da natureza (Cidin e Silva, 2004).

Actualmente verifica-se que os impactos ambientais negativos provocados pelas actividades humanas têm aumentado de maneira intensa, provocando a distribuição dos ecossistemas (Silva *et al.*, 2006; GEOMA, 2012), sendo que estes se têm verificado em várias vertentes das actividades realizadas pelo homem.

No que diz respeito á construção de rodovias sabe-se que os transportes estão enquadrados entre os diversos factores que influenciam o bem-estar da população. Pode-se afirmar que os mesmos corroboram de forma positiva, considerando que atendam a uma eficiência no planeamento, infra-estrutura, gerenciamento de veículos, mobilidade, conforto e acessibilidade, logo, proporcionando melhorias na qualidade de vida (Costa e Paes, 2009). Contudo, a expansão da rede de infra-estruturas de transporte, particularmente as rodoviárias tem apresentado ser, em larga medida, das principais fontes de problemas ambientais.

*“Cerca de 40% do território da Região está coberto por um estatuto de conservação da natureza e dos seus recursos, sendo este aspecto determinante para a definição de qualquer estratégia regional de desenvolvimento. O Norte rural apresenta-se como um espaço multifuncional, onde três novas tendências se destacam: a complementaridade e substituibilidade entre agricultura, floresta e turismo rural, a regressão global dos usos agro-florestais e a expansão de incultos. No que concerne aos recursos hídricos, embora em Portugal a água seja relativamente abundante, mais de metade da água disponível provém de rios originários em Espanha. A Região do Norte é a zona do País em que os recursos hídricos são mais abundantes, devido aos diversos rios existentes na Região e à elevada precipitação média anual. Apesar de tudo, existe uma larga margem de progresso, caso seja possível implementar medidas de reforço da capacidade de infiltração das águas e de retenção dos recursos hídricos.” (Norte2015, 2006).*

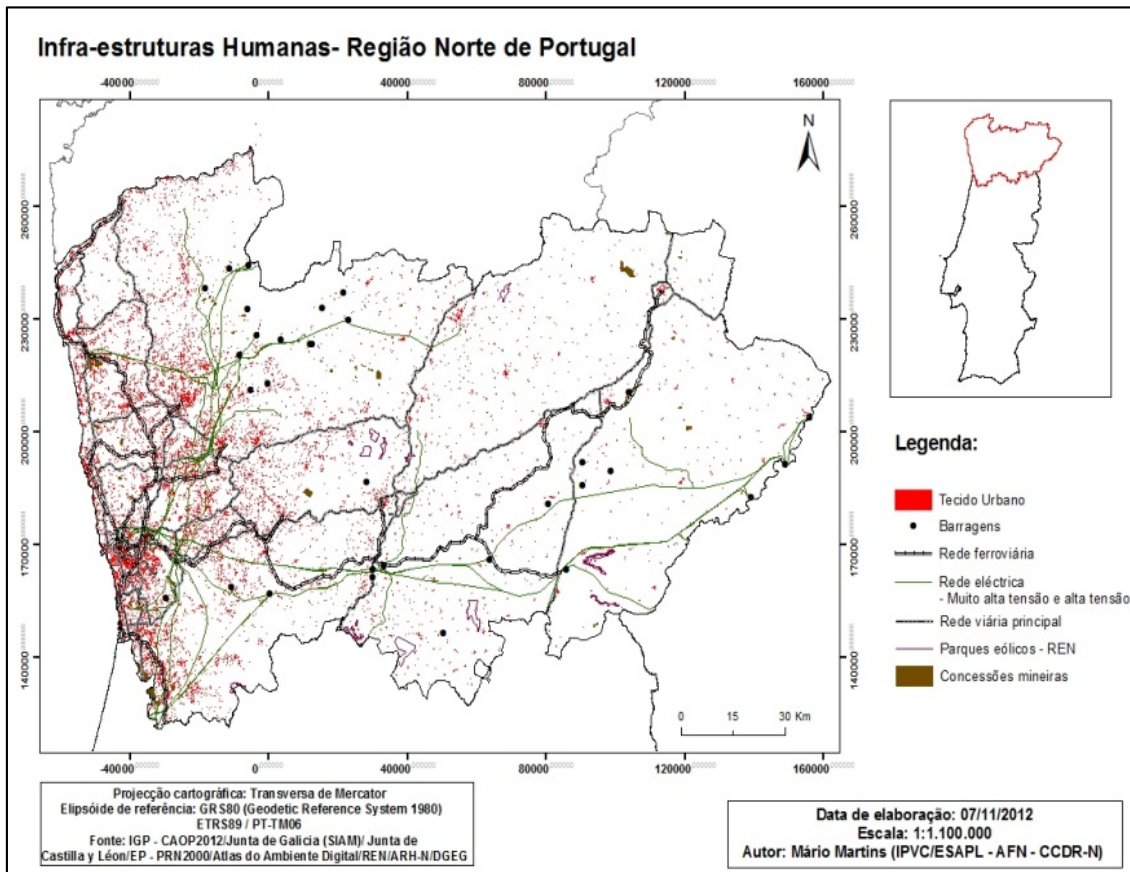


**Figura 22-** Área de Ocupação da Rede de Áreas Protegidas e Rede Natura 2000 na Região Norte de Portugal.

Se as infra-estruturas de transportes constituem em si um factor gerador de problemas ambientais, é nos territórios insulares, de ecossistemas extremamente frágeis, que esse fenómeno ganha particular relevância (Fernandes *et al.*, 2007). Os grandes benefícios oferecidos constituem um conflito com a necessidade de uso adequado do ambiente tendo em conta que a fase de implantação de rodovias envolve actividades como a mobilização, instalação do estaleiro de obra, implantação da obra e a sua desmobilização, e conseqüentemente estas actividades provocam desmatamentos, terraplenagens, exploração de jazidas, entre outros impactos (Costa e Paes, 2009).

*“A Região Norte apresenta uma rede de Itinerários Principais e Complementares equilibrada, embora estejam ainda por concluir 880 Km de estradas face ao previsto no Plano Rodoviário Nacional 2000. Mais de metade da população da Região encontra-se servida pela rede ferroviária, tendo-se concluído nos últimos anos importantes remodelações de infra-estrutura. A região detém um dos maiores aeroportos da Península Ibérica, cujo conjunto de trabalhos de expansão, já realizados e previstos,*

permite garantir um crescimento potencial do tráfego de passageiros.” (Norte2015, 2006).



**Figura 23-** Infra-estruturas Humanas - Região Norte de Portugal.

Os efeitos produzidos pelas infra-estruturas dividem-se em dois momentos distintos: a fase de construção/reabilitação e a fase de exploração. As actividades de correcção dos declives, dos raios de curvatura, do alargamento da via, da construção e reabilitação de aquedutos dão lugar a movimentos de terra, desflorestação e decapagem. A regularização e a compactação da plataforma, a execução das camadas de base e de desgaste, as obras acessórias e os trânsitos de máquinas, na fase de construção, são as principais intervenções, das quais resultaram impactes significativos para o ambiente, manifestando-se sobretudo na qualidade do ar, da fauna, da flora e da paisagem assim como o aumento do nível de ruído. Na fase de exploração o impacto mais significativo é a emissão de contaminantes atmosféricos como monóxido e dióxido de carbono (CO e CO<sub>2</sub>), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), os hidrocarbonetos (HC), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), compostos de chumbo, provenientes dos processos de combustão de veículos automóveis, afectando excessivamente a vida dos animais, das populações e a



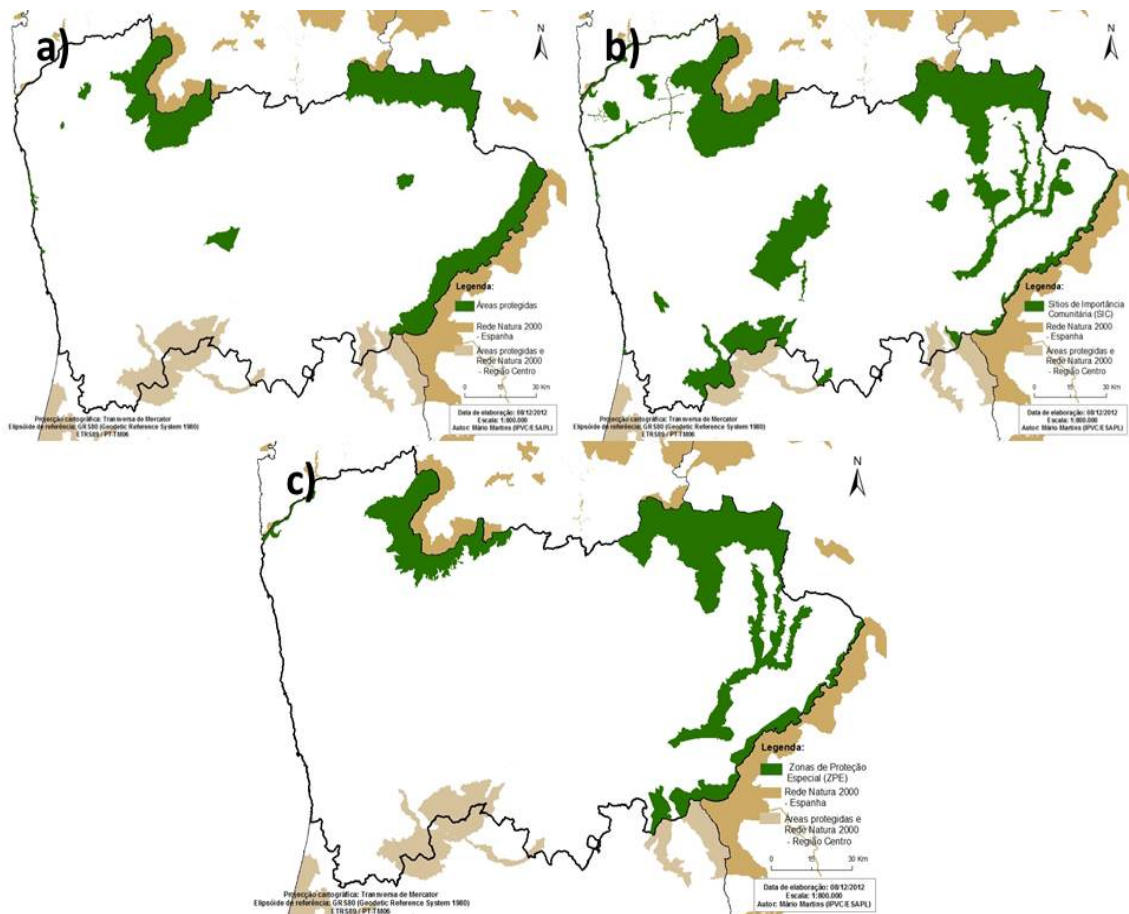
vegetação, com maior impacto nas áreas atravessadas pela obra. Nesta fase também o ruído tem impacto significativo (Fernandes *et al.*, 2007).

## 4.2. A Rede Ecológica da Região Norte

### 4.2.1. A composição e estrutura da Rede Ecológica

#### 4.2.1.1. Rede ecológica

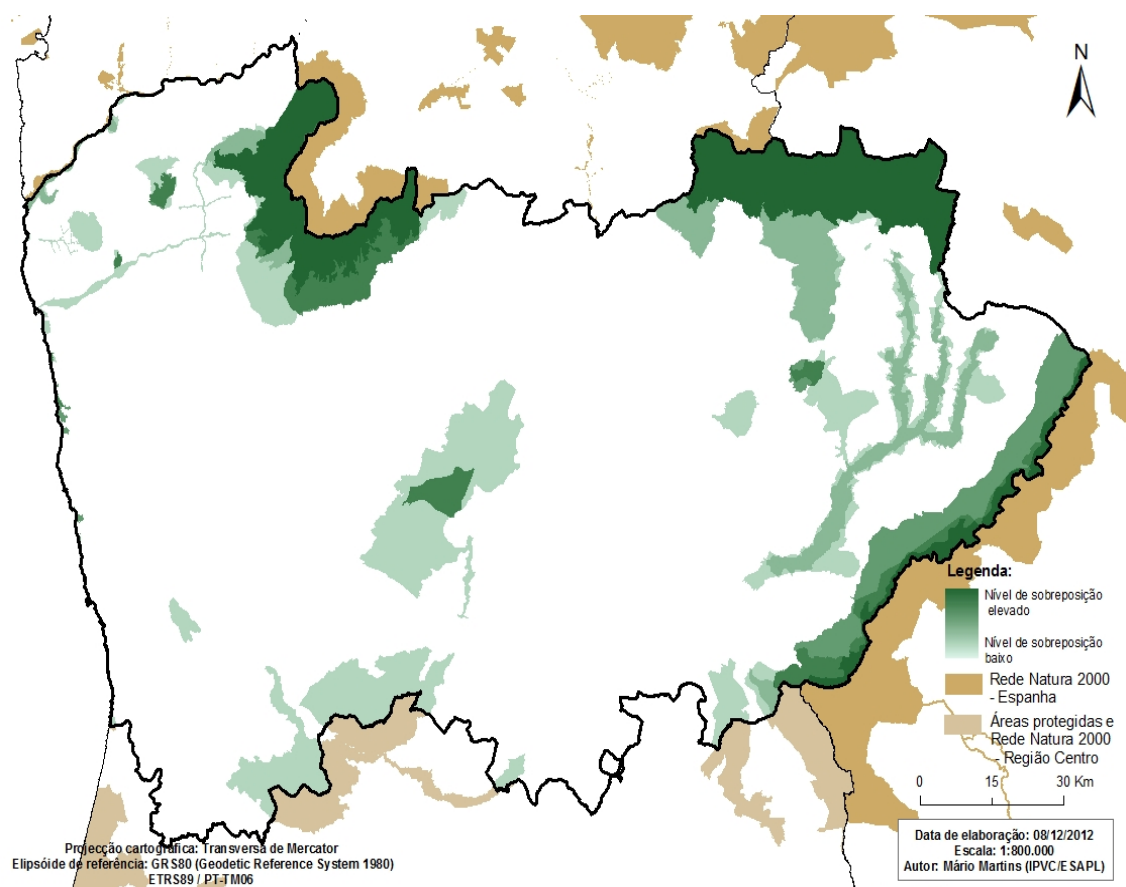
A identificação das áreas núcleo da Região Norte divide-se em três elementos importantes: a) as Áreas Protegidas (227.585 ha); b) os Sítios de Importância Comunitária (399.193 ha) e c) as Zonas de Protecção Especial (264.531 ha). Da sobreposição das três áreas, resulta uma área de ocupação de aproximadamente 492.057 ha, o que representa 23% da Região Norte.



**Figura 24-** Variáveis “Áreas núcleo” : a) Áreas Protegidas; b) Sítios de Importância Comunitária (SIC’s); c) Zonas de Protecção Especial (ZPE’s).

Após a identificação deste conjunto de áreas núcleo, procedemos a uma análise binária, da qual foi possível ter a percepção do grau de sobreposição das áreas núcleo.

Neste resultado, as Áreas Protegidas tiveram maior ponderação em relação às restantes, uma vez que estas têm um estatuto legal de protecção para a manutenção da biodiversidade, dos serviços dos ecossistemas, do património geológico e da valorização da paisagem, que é conseguido através da implementação de planos de gestão de âmbito nacional, regional ou local, que visam a gestão activa e o ordenamento destas áreas. A Rede Natura 2000, comporta um estatuto legal diferente, resulta da aplicação das Directivas nº 79/409/CEE (Directiva Aves) e nº 92/43/CEE (Directiva Habitats): (i) que tem como finalidade assegurar a biodiversidade, através da conservação ou do restabelecimento dos habitats naturais e da flora e da fauna selvagens num estado de conservação favorável; (ii) da protecção, gestão e controlo das espécies; (iii) bem como da regulamentação da sua exploração, ou seja, o modo de intervenção sobre estas.



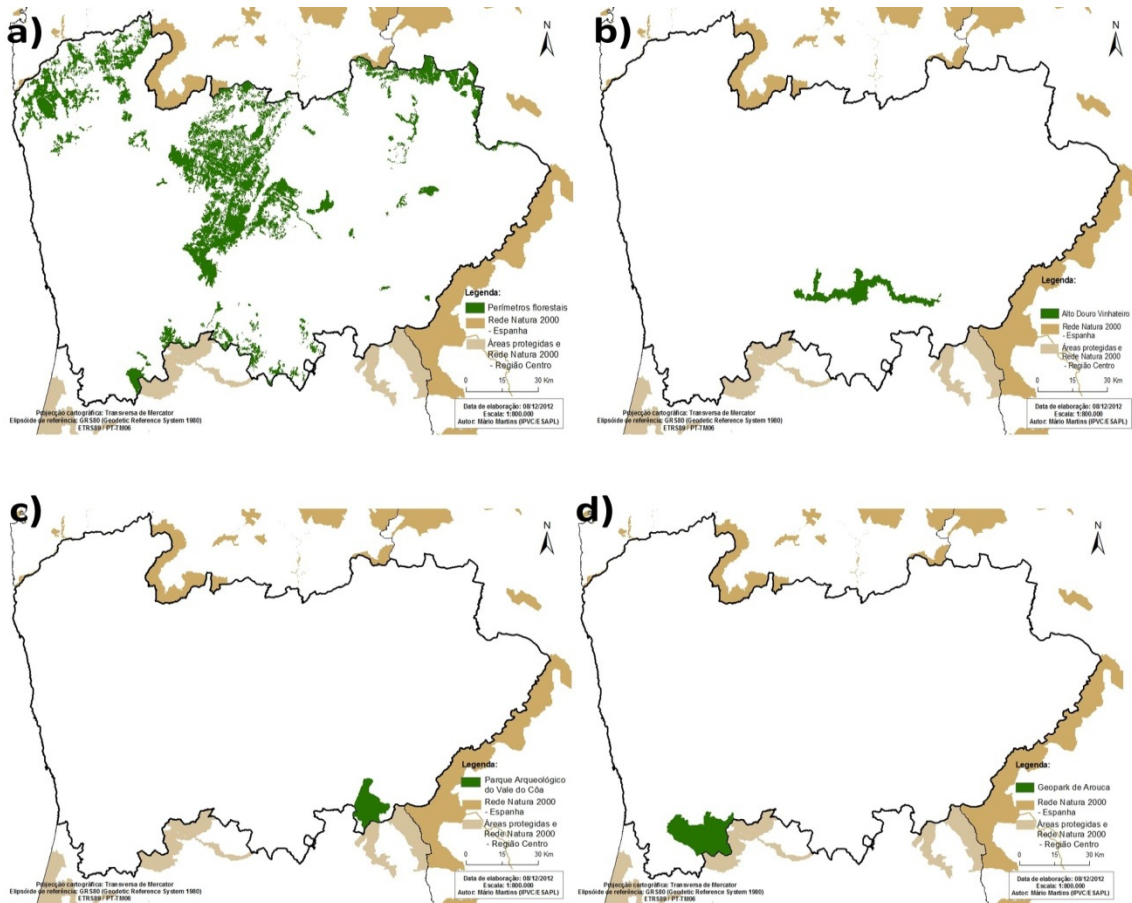
**Figura 25-** Representação espacial da sobreposição das variáveis correspondentes às “Áreas núcleo”.

Os espaços onde podemos observar maior sobreposição entre estas figuras, são as da Peneda-Gerês, Montesinho, Alvão, Albufeira de Azibo e do Douro Internacional e Vale do Águeda, sendo igualmente importante referir a conectividade que estabelece com a Espanha. As zonas em que obtemos maior conectividade, com recurso à identificação das áreas de Rede Natura 2000 de Espanha, são as zonas da Peneda-Gerês, de Montesinho, Douro Internacional e Vale do Águeda. Em relação à Região Centro, a conectividade é estabelecida através da Serra de Montemuro, Serras da Freita e Arada, e pelo Vale do Côa.

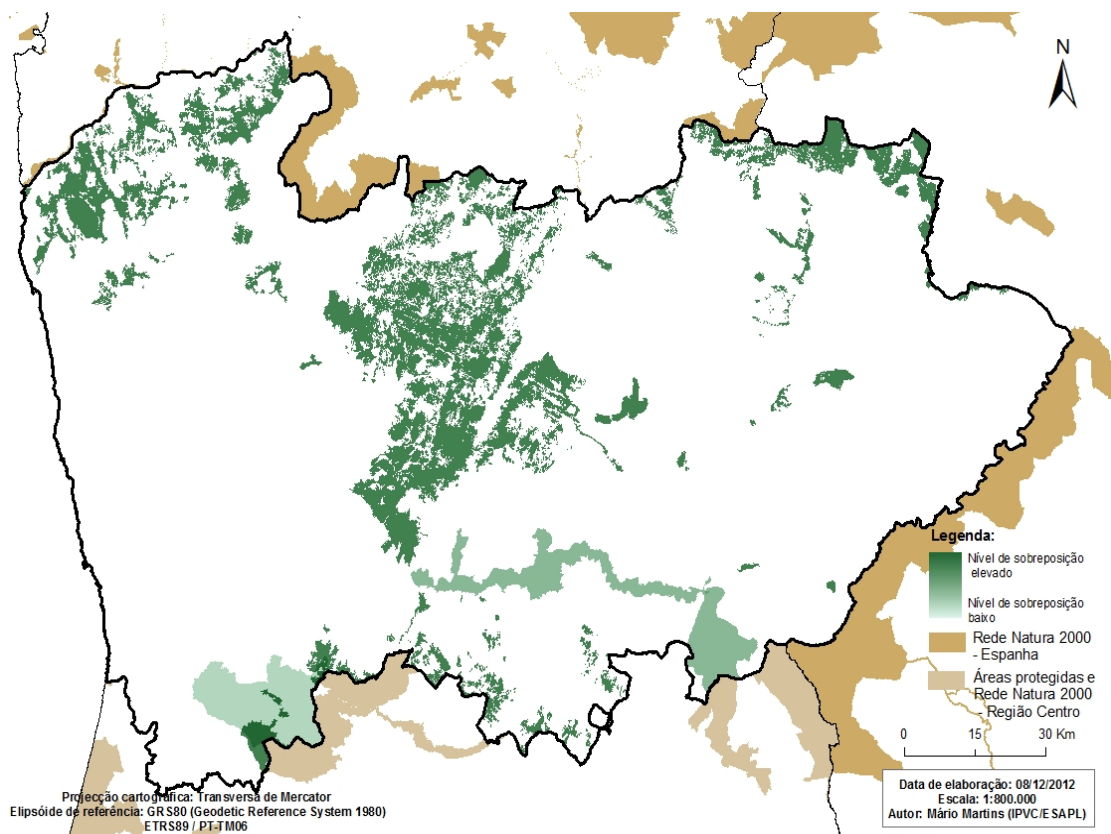
Por outro lado, procedeu-se à identificação e espacialização dos corredores ecológicos à escala regional, estes foram divididos em dois grupos, os corredores ecológicos em que as variáveis constituintes apresentam um estatuto de protecção associado às mesmas (Figuras legais), e um segundo grupo de corredores em que as variáveis não dispõem de estatuto (Outros elementos estruturantes). Os corredores ecológicos associados a figuras legais, representam uma área de ocupação de aprox. 314.026 ha (15% da região), enquanto que, os corredores ecológicos “Outros elementos estruturantes”, têm uma representação de aprox. 981.351ha (46% da região).

O primeiro grupo (Figura 26 e Figura 27) é constituído pelos Perímetros florestais (aprox. 244.406 ha), em que a ponderação foi mais elevada em relação aos restantes (Alto Douro Vinhateiro (aprox. 24.624 ha), Geopark de Arouca (aprox. 32.911 ha) e o Parque Arqueológico do Vale do Côa (aprox. 16.154 ha)).

A maior ponderação atribuída aos Perímetros Florestais (Figura 26a), resulta do conjunto de disposições destinadas a assegurar a exploração e conservação da riqueza silvícola, sob o ponto de vista da economia nacional, mas também o revestimento florestal dos terrenos cuja arborização seja de utilidade pública, e conveniente ou necessária para o bom regime das águas e defesa das várzeas, para a valorização das planícies áridas e benefício do clima, ou para a fixação e conservação do solo, nas montanhas, e das areias, no litoral marítimo. Os Perímetros florestais têm um modelo e prática de gestão de âmbito nacional, que promove a valorização da biodiversidade e uma exploração sustentável dos recursos. O Alto Douro Vinhateiro (Figura 26b), o Geopark de Arouca (Figura 26d) e o Parque Arqueológico do Vale do Côa (Figura 26c), correspondem a áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais.



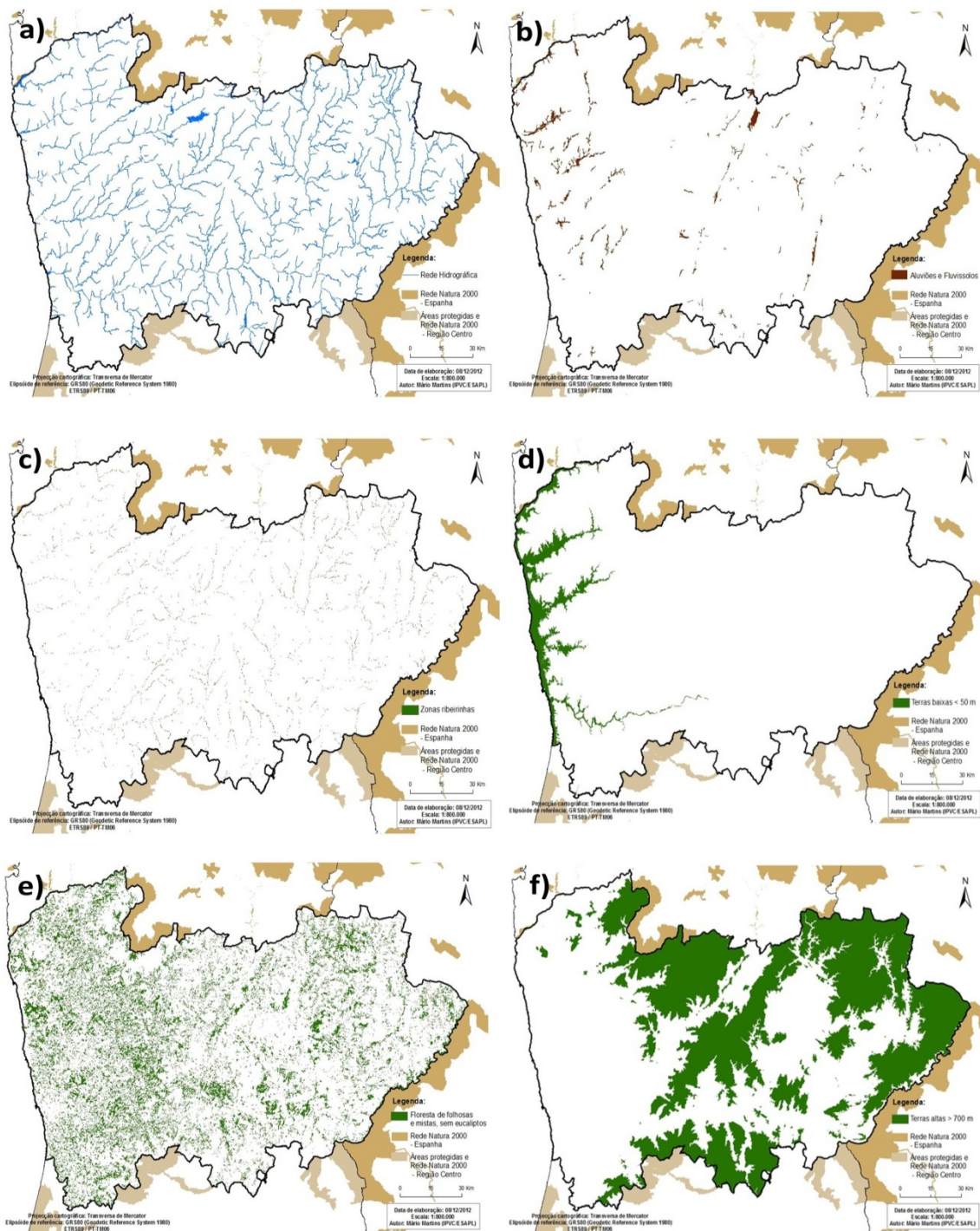
**Figura 26-** Variáveis dos Corredores ecológicos “Figuras legais”: a) Perímetros florestais; b) Alto Douro Vinhateiro; c) Parque Arqueológico do Vale do Côa; d) Geopark de Arouca.



**Figura 27-** Sobreposição das variáveis dos corredores ecológicos “Figuras legais”.

A análise da sobreposição das variáveis utilizadas neste grupo de corredores, destaca a zona de intersecção entre o Geopark de Arouca com os Perímetros florestais e a distribuição geográfica dos próprios perímetros florestais.

O grupo das variáveis que fazem parte dos corredores ecológicos “Outros elementos estruturantes” (Figura 28), que já fora referenciado anteriormente, é constituído pelas zonas ribeirinhas (definidas com um buffer de 50 m a partir dos sistemas hídricos e cruzado com os espaços de floresta de folhosas e mistas aos quais foram extraídos os espaços de eucaliptal a partir do cruzamento com informação do 5º Inventário Florestal Nacional) (aprox. 19.713 ha), as florestas de folhosas e mistas (às quais foram extraídos os espaços de eucaliptal a partir do cruzamento com informação do 5º Inventário Florestal Nacional do ICNF) (340.119 ha), um espaço de protecção à rede hidrográfica (para os grandes rios e os estuários foram definidas faixas de protecção de 10 metros, e para as albufeiras uma faixa de 100 metros) (30. 893 ha), as terras altas (> 700m) (aprox. 807.528 ha) e baixas (< 50m) (79.842 ha) e os solos de aluvião e fluvisolos (29.680 ha).



**Figura 28-** Variáveis dos corredores ecológicos “Outros elementos estruturantes”: a) Rede hidrográfica; b) Aluviões e Fluvissois; c) Zonas ribeirinhas; d) Terras baixas (< 50m); e) Florestas de folhosas e mistas (sem eucaliptos); f) Terras altas (> 700m).

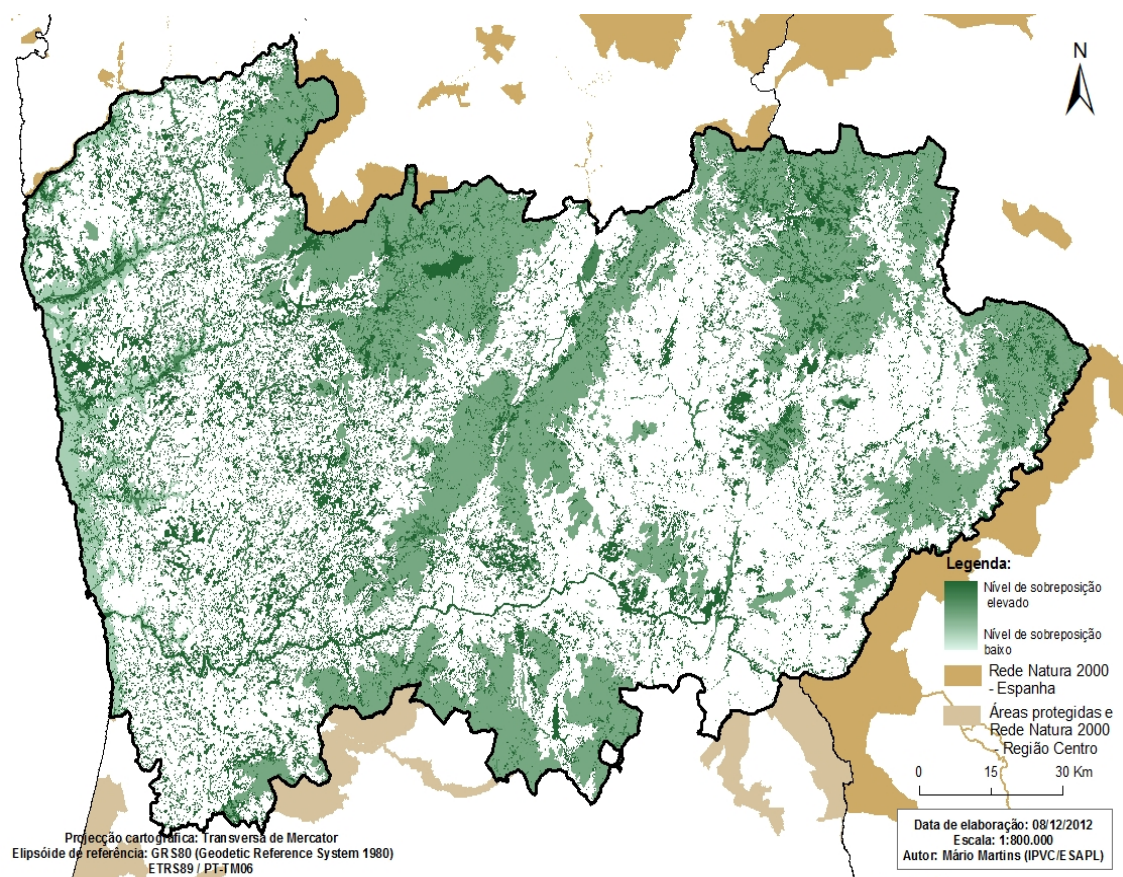
As ponderações que foram atribuídas às variáveis “Outros elementos estruturantes”, foram realizadas com recurso a uma matriz de dupla entrada que suportou a implementação do método Analytic Hierarchy Process, a partir do qual foi possível integrar a incerteza acerca do grau de importância de cada variável na atribuição do peso de cada variável.

A atribuição das diferentes ponderações relativamente ao grau de importância de cada variável em relação às restantes (Quadro 8), permitiu obter um grau de consistência menor que 0,1 (CR= 0,0772), e deu origem a um vector de ponderação pela seguinte ordem: i) Rede Hidrográfica (Rios/Albufeiras/Estuários); ii) Florestas; iii) Zonas ribeirinhas; iv) Aluviões e Fluvissois; v) Terras altas; vi) Terras baixas.

**Quadro 8-** Matriz de comparação entre os níveis de informação – Corredores ecológicos “Outros elementos estruturantes”.

	Zonas ribeirinhas	Florestas	Rede Hidrográfica – Rios/Albufeiras/Estuários	Terras baixas	Terras altas	Aluviões e Fluvissois	W
Zonas ribeirinhas	<b>1</b>	0,333	0,2	7	5	3	0,1460
Florestas	3	<b>1</b>	0,333	9	7	5	0,2753
Rede Hidrográfica – Rios/Albufeiras/Estuários	5	3	<b>1</b>	9	7	5	0,4324
Terras baixas	0,143	0,111	0,111	<b>1</b>	0,333	0,2	0,0234
Terras altas	0,2	0,143	0,143	3	<b>1</b>	0,333	0,0422
Aluviões e Fluvissois	0,333	0,2	0,2	5	3	<b>1</b>	0,0807
						<b>TOTAL</b>	<b>1</b>
						<b>CR</b>	<b>0,0772</b>

Depois da ponderação, pudemos constatar um gradiente, onde a rede hidrográfica, as florestas e as zonas ribeirinhas se destacam em relação às restantes variáveis, não só pela sua importância ecológica, como pela evidente ocupação e dispersão territorial (Figura 29). A dispersão é um elemento fundamental para a conectividade, onde é conseguida principalmente pela forte influência da rede hidrográfica. As florestas contêm uma grande biodiversidade e garantem o necessário equilíbrio ecológico. Estas são cada vez mais reconhecidas como espaços de importância fundamentais para a manutenção dos valores naturais e para a melhoria da qualidade de vida das populações. As zonas ribeirinhas assumem um papel também importante, pois são unidades aquíferas que são relevantes para a manutenção dos ecossistemas fluviais, e com grandes índices de biodiversidade.

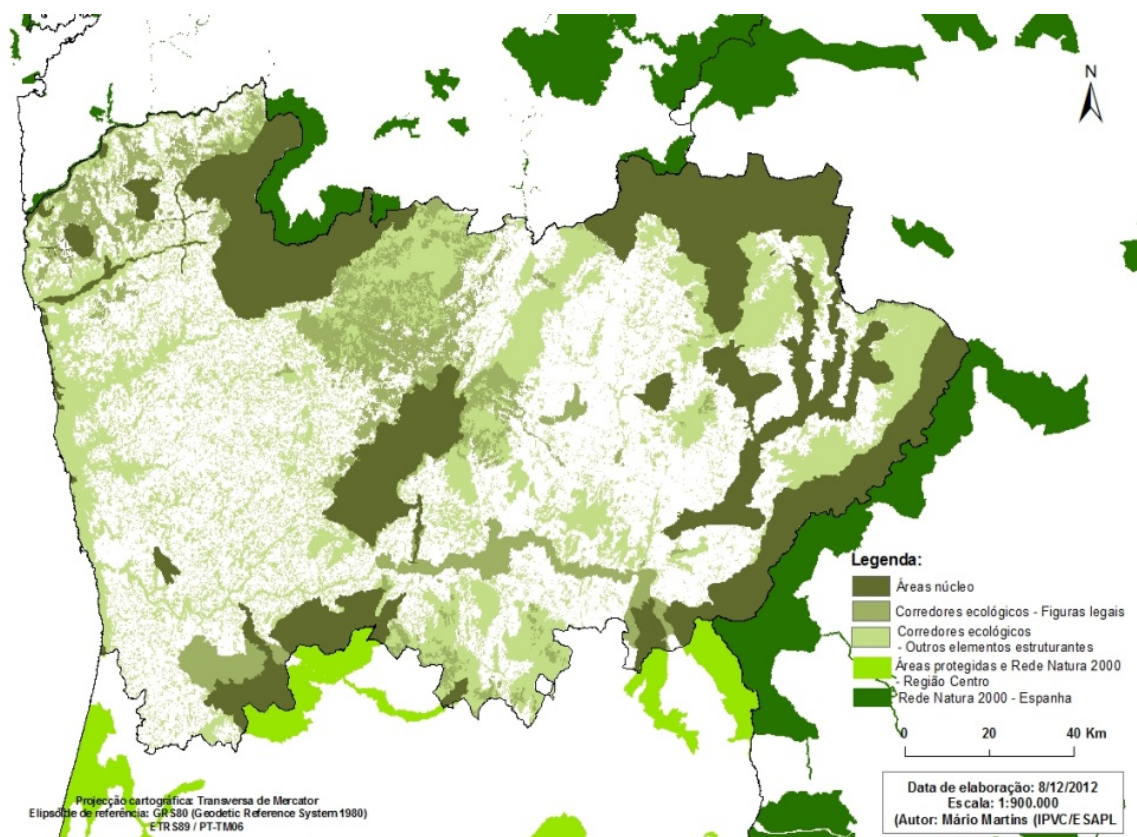


**Figura 29-** Sobreposição das variáveis “Corredores ecológicos – Outros elementos estruturantes”.

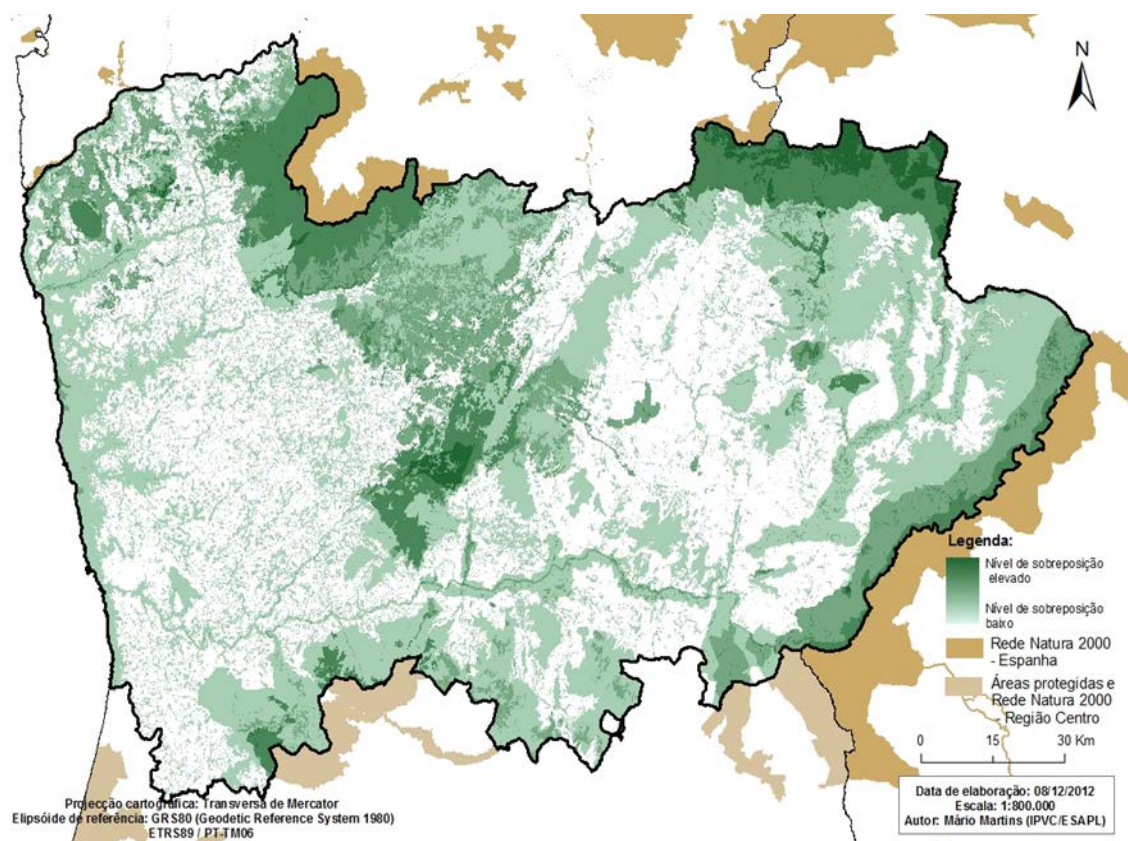
De acordo com a metodologia implementada, é evidente a identificação do que poderão ser as áreas núcleo da Região Norte e o caminho crítico para a identificação de potenciais corredores ecológicos. E ainda é perceptível a conectividade que pode ser estabelecida com as regiões envolventes.

Os corredores assumem um papel extremamente essencial para a conexão pretendida entre as áreas núcleo definidas. Esta pode ser conseguida através da preservação e de uma boa gestão das áreas indicadas (Corredores ecológicos: “Figuras legais” e “Outros elementos estruturantes”).





**Figura 30-** Rede ecológica: Áreas núcleo e Corredores ecológicos (Figuras legais e Outros elementos estruturantes)



**Figura 31-** Sobreposição dos elementos constituintes da Rede ecológica.

O somatório e a sobreposição dos elementos fundamentais indica e aponta contributos para a implementação da Rede ecológica para a Região Norte de Portugal.

Os Perímetros florestais, destacam-se pela sua sobreposição, localizados fundamentalmente entre o Alvão e Peneda-Gerês, e no Alto Minho. Este facto e a respectiva distribuição mostram a importância, na definição de uma rede ecológica à escala regional. O Alto Douro Vinhateiro, as Terras altas, e os Perímetros florestais, pelas suas localizações, permitem estabelecer uma conectividade Oeste/Este da Região Norte.

As ligações que se pretendeu estabelecer através desta infra-estrutura, contribuem para muitas funções ecológicas na paisagem, e em particular apresentam um papel importante para o alargamento do território sujeito a medidas de protecção e conservação de habitats de flora e fauna, em ambientes dominados pelo homem. A perda e a fragmentação de ambientes naturais e suas implicações para a conservação da flora e fauna são de grande importância.

#### **4.2.1.2. Carta de Pressão Humana**

A compreensão da continuidade e da conectividade das redes naturais e humanas implica o desenvolvimento e análise da pressão humana. Os dados utilizados para a construção da carta de pressão humana foram divididos em três grupos de informação: o assentamento humano; as infra-estruturas e o indicador de actividade económica.

Para o primeiro grupo, foram utilizados dados referentes à ocupação do solo (COS 2007- nível III) e à densidade populacional. Com a escolha destas variáveis (Quadro 9) foi pretendida uma análise dos territórios artificializados com a densidade populacional da Região Norte, recorrendo a uma Análise Multi-Critério por Combinação Linear Ponderada.

## Quadro 9- Variáveis - Assentamento Humano

Assentamento Humano - Variáveis	
1_1_1	Tecido urbano contínuo
1_1_2	Tecido urbano descontínuo
1_2_1	Indústria, comércio e equipamentos gerais
1_2_2	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados
1_2_3	Áreas portuárias
1_2_4	Aeroportos e aeródromos
1_3_1	Áreas de extracção de inertes
1_3_2	Áreas de deposição de resíduos
1_3_3	Áreas em construção
1_4_1	Espaços verdes urbanos
1_4_2	Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas

Numa segunda fase, definimos intervalos de distância (metros), de acordo com o processo de padronização (método Fuzzy), onde é possível atribuir a cada pixel propriedades múltiplas ou parciais relativamente à hipotética classe em que se enquadram.

Para as variáveis referentes ao tecido urbano, foi definida uma distância intermédia de 500 metros; para as variáveis relacionadas com a indústria, comércio e transportes, a distância de 5000 metros; e por ultimo, para as áreas de extracção de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção, foi atribuída uma distância de 500 metros.

Para os espaços verdes urbanos, equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas, não foram aplicadas distâncias, uma vez que esta zonas quando comparadas com as restantes, têm um nível de impacto muito mais baixo.

**Quadro 10-** Intervalos de distância (metros) – Assentamento Humano.

Assentamento Humano - Variáveis		Intervalos de distância (metros)	Distância intermédia
1_1_1	Tecido urbano contínuo	[0-100]; [100-250]; [250-500]; [500-1000]; [>1000]	500
1_1_2	Tecido urbano descontínuo		
1_2_1	Indústria, comércio e equipamentos gerais		
1_2_2	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	[0-500]; [500-1000]; [1000-5000]; [5000-10000]; [>10000]	5000
1_2_3	Áreas portuárias		
1_2_4	Aeroportos e aeródromos		
1_3_1	Áreas de extracção de inertes		
1_3_2	Áreas de deposição de resíduos	[0-100]; [100-250]; [250-500]; [500-1000]; [>1000]	500
1_3_3	Áreas em construção		

Na ponderação para cada variável, atendendo à localização e à distância, e através de duas matrizes de comparação entre os níveis de informação (Analytic Hierarchy Process), foi possível incorporar a incerteza em relação à atribuição do peso de cada variável.

A apreciação em relação à distância, e o grau de consistência menor que 0,1 (CR= 0,0769), ditou um vector de ponderação pela seguinte ordem: i) Indústria, comércio e equipamentos gerais; ii) Áreas portuárias; iii) Tecido urbano contínuo; iv) Áreas de extracção de inertes; v) Redes viárias e ferroviárias e espaços associados; vi) Aeroportos e aeródromos; vii) Áreas de deposição de resíduos; viii) Tecido urbano descontínuo; ix) Áreas em construção; x) Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas; xi) Espaços verdes urbanos.

**Quadro 11-** Matriz de comparação entre os níveis de informação - Peso das variáveis atendendo à distância.

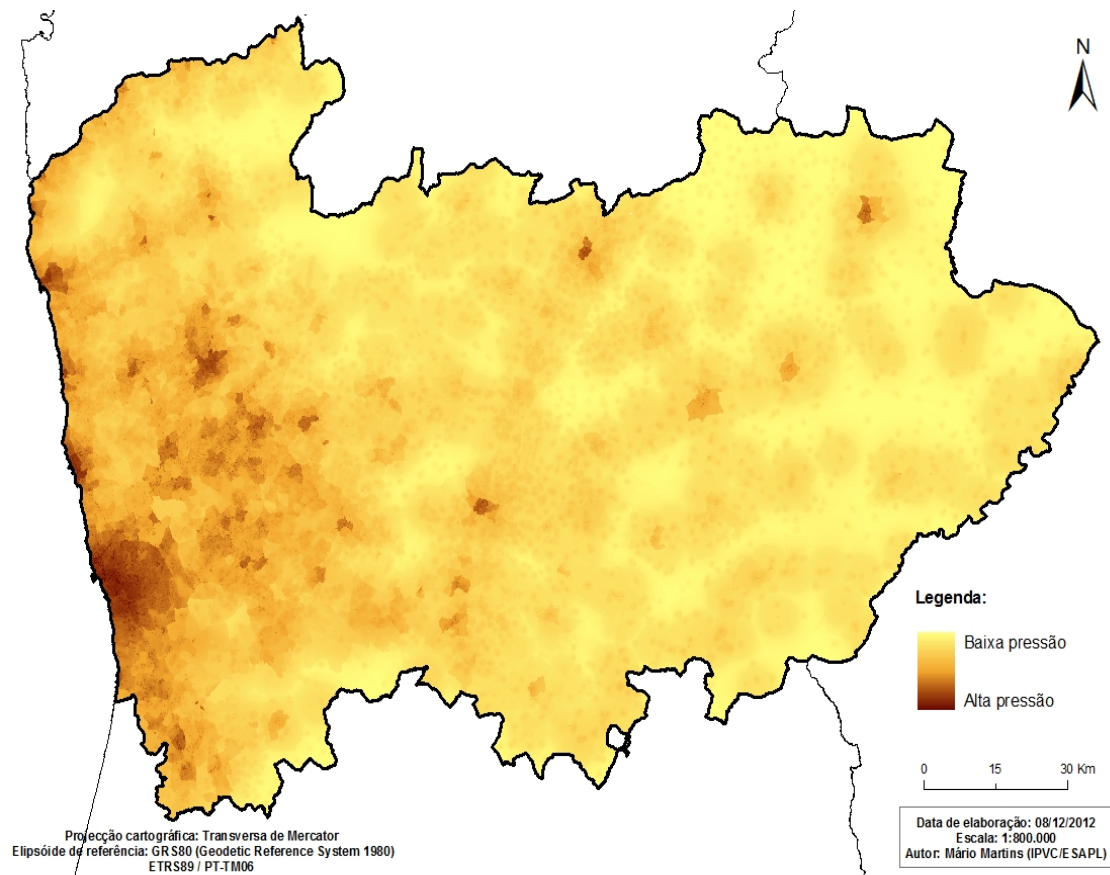
	1_1_1	1_1_2	1_2_1	1_2_2	1_2_3	1_2_4	1_3_1	1_3_2	1_3_3	1_4_1	1_4_2	W
1_1_1	<b>1</b>	7	0,2	1	0,2	1	3	3	7			0,1013
1_1_2	0,143	<b>1</b>	0,111	0,2	0,111	0,2	0,143	0,333	3			0,0205
1_2_1	5	9	<b>1</b>	5	1	5	7	7	7			0,3074
1_2_2	1	5	0,2	<b>1</b>	0,2	1	1	3	5			0,0832
1_2_3	5	9	1	5	<b>1</b>	5	3	5	7			0,2695
1_2_4	1	5	0,2	1	0,2	<b>1</b>	0,333	3	5			0,0736
1_3_1	0,333	7	0,143	1	0,333	3	<b>1</b>	3	5			0,0880
1_3_2	0,333	3	0,143	0,333	0,2	0,333	0,333	<b>1</b>	3			0,0389
1_3_3	0,143	0,333	0,143	0,2	0,143	0,2	0,2	0,333	<b>1</b>			0,0176
1_4_1												
1_4_2												
											<b>TOTAL</b>	<b>1,000</b>
											<b>CR</b>	<b>0,0769</b>

A matriz referente ao Quadro 12, indica-nos a comparação entre os níveis de informação, referentes à localização, apresenta um grau de consistência menor que 0,1 (CR= 0,0799). A ordem de ponderação foi igual à da anterior, só que desta vez foram acrescentadas as restantes variáveis de ocupação do solo.

**Quadro 12-** Matriz de comparação entre os níveis de informação - Peso das variáveis atendendo à localização.

	1_1_1	1_1_2	1_2_1	1_2_2	1_2_3	1_2_4	1_3_1	1_3_2	1_3_3	1_4_1	1_4_2	W
1_1_1	<b>1</b>	7	0,2	1	0,2	1	3	3	7	7	7	0,1049
1_1_2	0,143	<b>1</b>	0,111	0,2	0,111	0,2	0,143	0,333	3	3	1	0,0220
1_2_1	5	9	<b>1</b>	5	1	5	7	7	7	9	9	0,2723
1_2_2	1	5	0,2	<b>1</b>	0,2	1	1	3	5	7	5	0,0866
1_2_3	5	9	1	5	<b>1</b>	5	3	5	7	9	9	0,2446
1_2_4	1	5	0,2	1	0,2	<b>1</b>	0,333	3	5	7	5	0,0784
1_3_1	0,333	7	0,143	1	0,333	3	<b>1</b>	3	5	9	7	0,0957
1_3_2	0,333	3	0,143	0,333	0,2	0,333	0,333	<b>1</b>	3	7	3	0,0443
1_3_3	0,143	0,333	0,143	0,2	0,143	0,2	0,2	0,333	<b>1</b>	5	1	0,0204
1_4_1	0,143	0,333	0,111	0,143	0,111	0,143	0,111	0,143	0,2	<b>1</b>	0,333	0,0109
1_4_2	0,143	1	0,111	0,2	0,111	0,2	0,143	0,333	1	3	<b>1</b>	0,0199
											<b>TOTAL</b>	<b>1,000</b>
											<b>CR</b>	<b>0,0799</b>

Para a densidade populacional não foi necessário realizar uma matriz de ponderação, pois assumiu-se a mesma importância que a ocupação do solo (Figura 32). No resultado podemos visualizar uma forte pressão sobre o litoral da Região Norte, em particular na Área Metropolitana do Porto, bacia hidrográfica do Ave, Cavado com destaque para Braga, Guimarães, Barcelos e Famalicão e uma pressão baixa e intermédia para o resto do território, com excepção, nas zonas de Chaves, Bragança e Vila Real.



**Figura 32-** Pressão causada pelo assentamento humano.

O grupo das infra-estruturas, é composto pelos seguintes dados: rede viária principal; rede viária secundária; rede ferroviária; rede eléctrica; barragens (albufeiras); parques eólicos e concessões mineiras. O método foi idêntico ao utilizado no assentamento humano. Para este grupo também foram definidas distâncias intermédias, em que às barragens atribuímos uma distância de 5000 metros, e para as restantes, uma distância de 500 metros (Quadro 13).

**Quadro 13-** Intervalos de distância (metros) – Infra-estruturas.

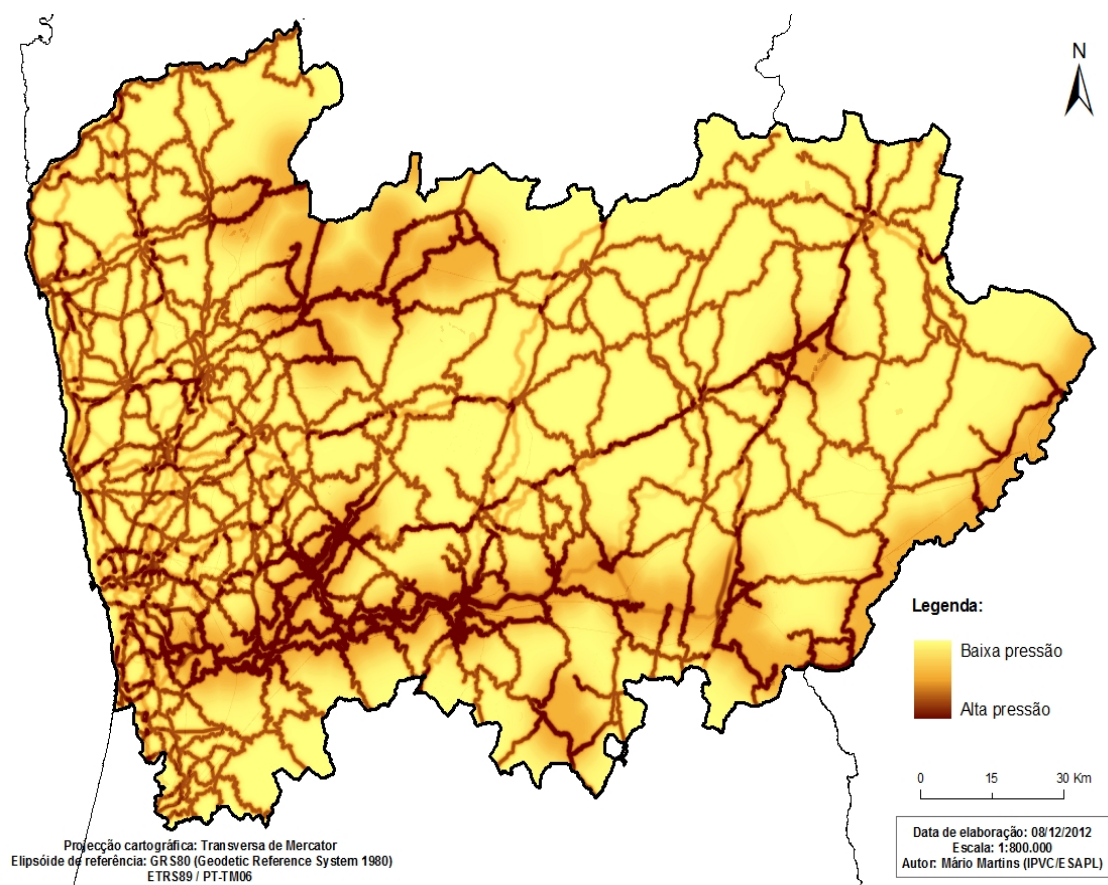
Infra-estruturas - Variáveis	Intervalos de distância (metros)	Distância intermédia
Barragens - Albufeiras	[0-500]; [500-1000]; [1000-5000]; [5000-10000]; [>10000]	5000
<b>Rede Viária Principal</b>		
<b>Rede Viária Secundária</b>		
Rede Ferroviária	[0-100]; [100-250]; [250-500]; [500-1000]; [>1000]	500
<b>Rede Eléctrica</b>		
<b>Parques eólicos</b>		
<b>Concessões mineiras</b>		

A matriz de comparação das variáveis - infra-estruturas (Quadro 14), também apresentou um grau de consistência menor que 0,1 (CR= 0,0221), e a ponderação ficou representada pela seguinte ordem: i) Rede Viária Secundária; ii) Barragens; iii) Rede Viária Principal; iv) Concessões Mineiras; v) Rede Ferroviária; vi) Rede Eléctrica; vii) Parques Eólicos.

**Quadro 14-** Matriz de comparação entre os níveis de informação das infra-estruturas.

	Barragens	Conce. Mineiras	Parq. Eólicos	Rede Eléctrica	Rede Ferroviária	Rede Viária Princ.	Rede Viária Secun.	W
<b>Barragens</b>	<b>1</b>	3	7	5	5	1	0,3333	0,2126
<b>Conce. Mineiras</b>	0,3333	<b>1</b>	3	1	1	0,3333	0,2	0,069
<b>Parq. Eólicos</b>	0,1428	0,33333	<b>1</b>	0,3333	0,3333	0,1428	0,1111	0,0266
<b>Rede Eléctrica</b>	0,2	1	3	<b>1</b>	1	0,3333	0,2	0,0642
<b>Rede Ferroviária</b>	0,2	1	3	1	<b>1</b>	0,3333	0,2	0,0642
<b>Rede Viária Principal</b>	1	3	7	3	3	<b>1</b>	0,3333	0,1834
<b>Rede Viária Secundária</b>	3	5	9	5	5	3	<b>1</b>	0,3796
<b>TOTAL</b>								<b>1,000</b>
<b>CR</b>								<b>0,0221</b>

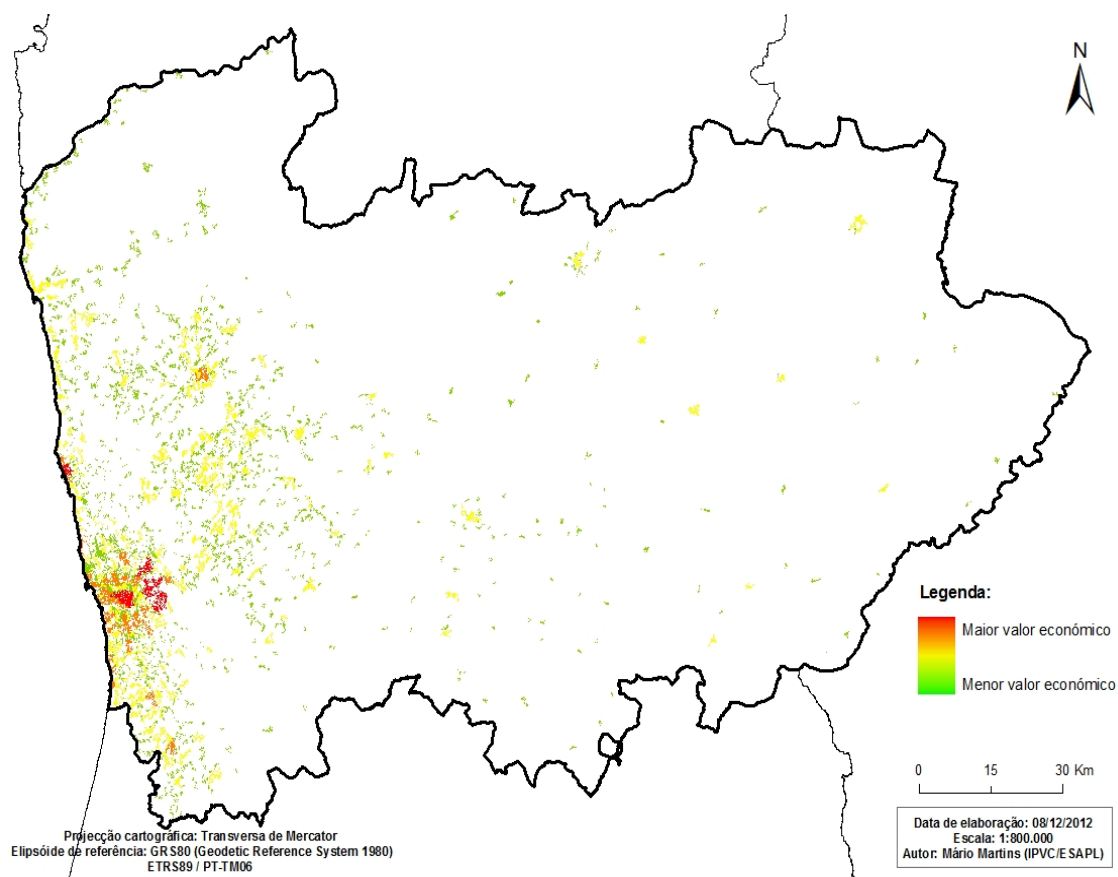
A representação da pressão causada pela rede viária secundária, barragens e pela rede viária principal, indica a forte importância das estruturas da mobilidade e a elevada dispersão das variáveis utilizadas por todo o território da Região Norte.



**Figura 33-** Pressão causada pelas infra-estruturas.

A densidade económica referente ao PIB por classe de ocupação, como indicador de actividade económica da Região Norte, permite-nos perceber onde se encontra as concentrações de poder económico na região. Uma vez que a densidade populacional se encontra sobre a faixa litoral da região (área metropolitana do Porto e zonas periféricas), este resultado é perceptível, pois é sobre as mesmas áreas de grande densidade populacional que reside a maior densidade económica.

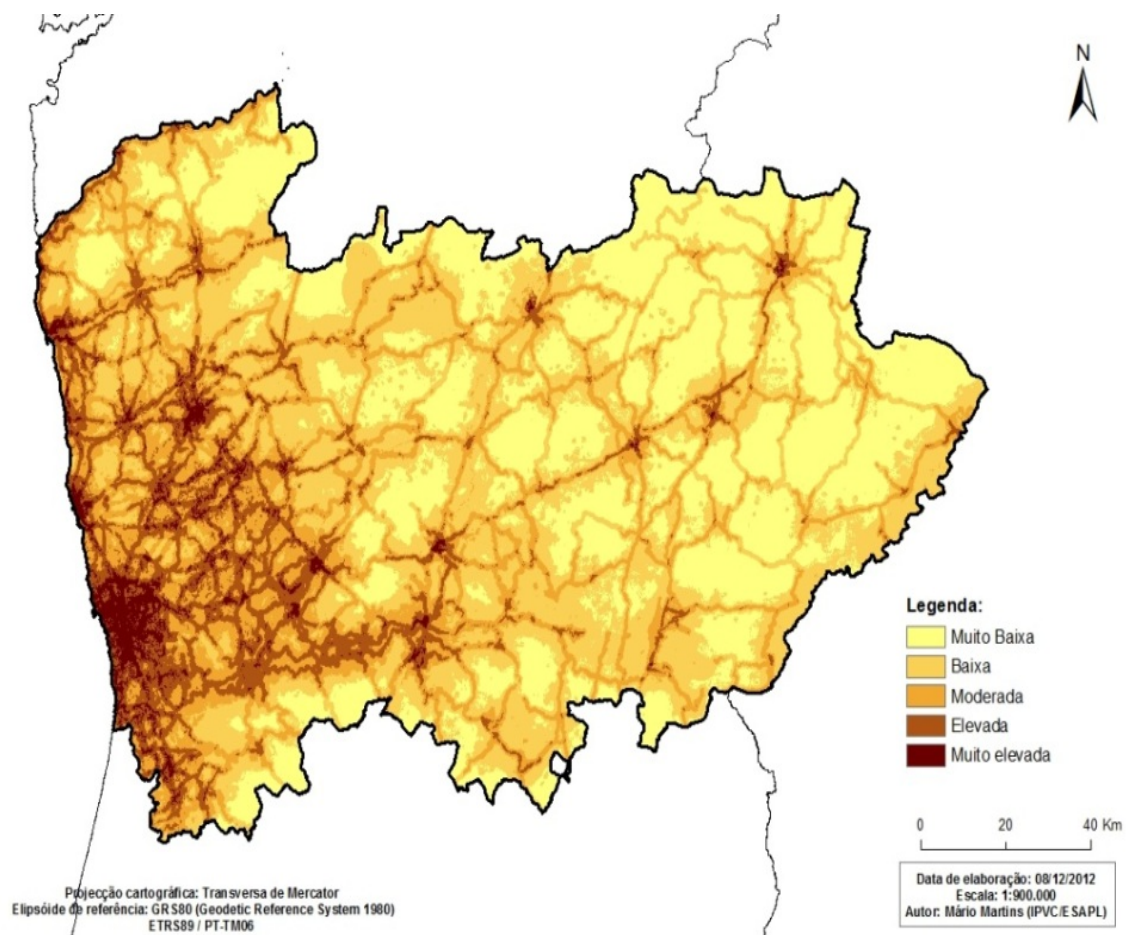




**Figura 34-** Pressão causada pela densidade económica.

A carta de pressão humana (Figura 35), resulta do somatório dos três grupos (assentamento humano, infra-estruturas e indicador de actividade económica).

Os valores de pressão mais elevados são visíveis na parte Oeste do território da região, pois este é influenciado pela sobreposição das infra-estruturas localizadas nesta zona.

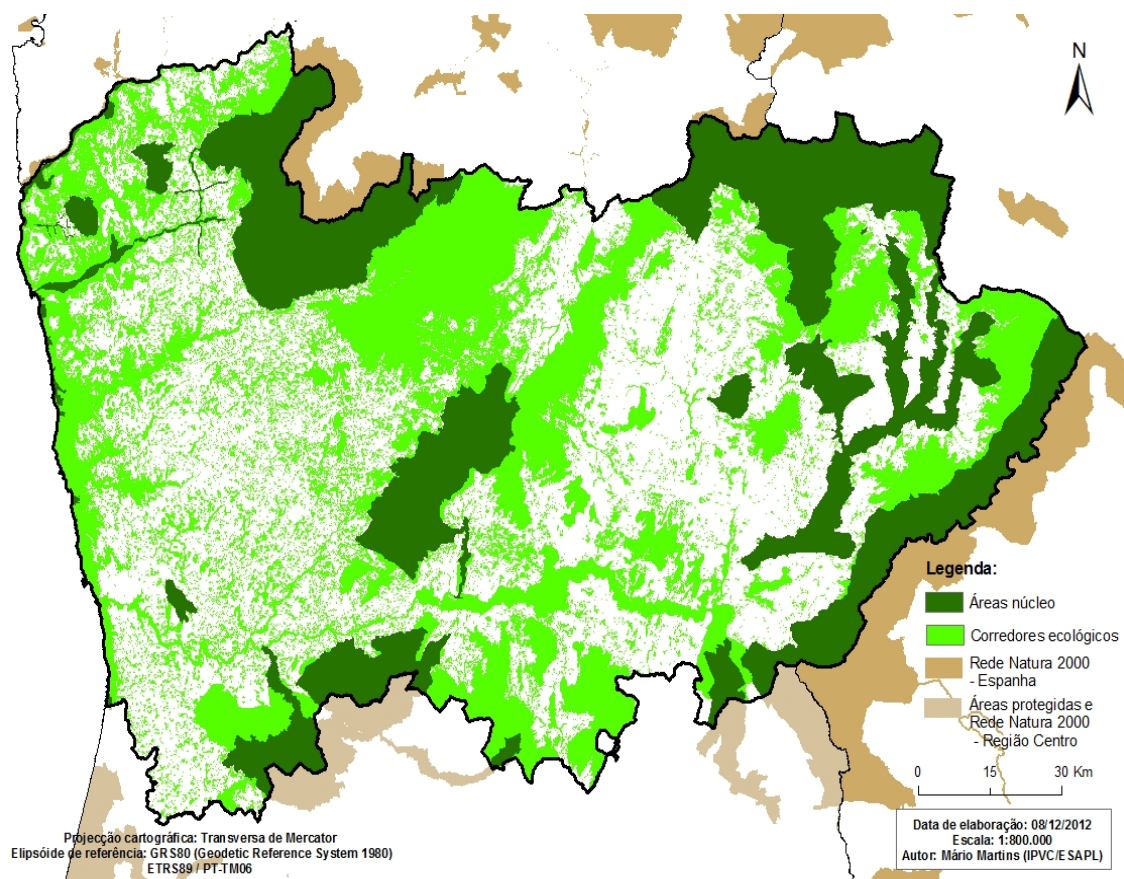


**Figura 35-** Carta de Pressão Humana.

#### **4.2.2. A continuidade e a conectividade entre as redes naturais e humanas**

A rede ecológica definida, nasce a partir da intenção de se conectar as áreas núcleo através de corredores ecológicos, de modo a assegurar o funcionamento correcto do ecossistema, bem como a distribuição de espécies e respectiva sobrevivência.

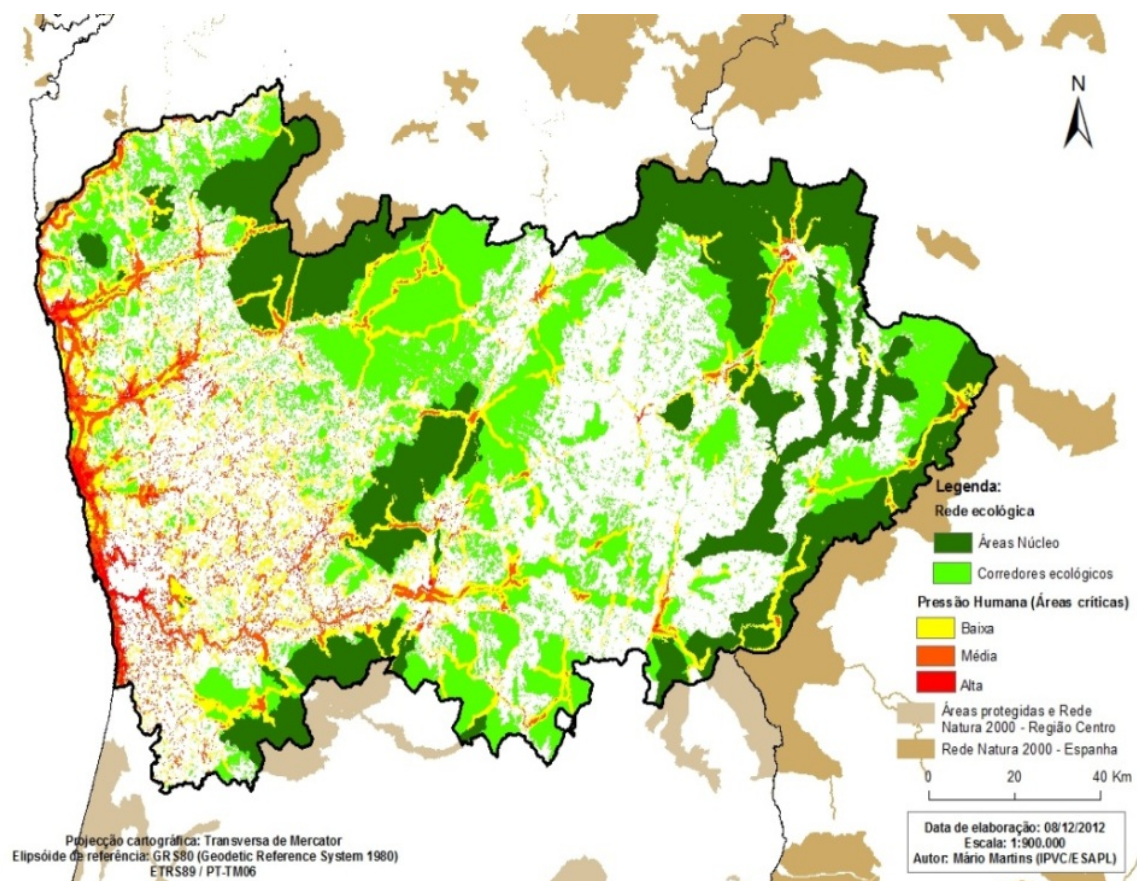
A partir dos corredores ecológicos definidos, ficou garantido um sistema contínuo, estabelecido por conexões entre áreas de elevada concentração de recursos ecológicos, paisagísticos e culturais, e ainda a conexão para territórios transfronteiriços (Figura 36).



**Figura 36-** Proposta inicial de Rede Ecológica para a Região Norte

Devido aos processos de ocupação e da apropriação da paisagem natural, realizados pelo Homem, verificam-se impactos negativos que na sua totalidade, provocam a degradação da biodiversidade local, o desperdício e uso inadequado dos recursos naturais, a fragmentação de áreas florestais, e a destruição do próprio meio físico que é tão essencial para o suporte de todas as actividades pretendidas pelo homem.

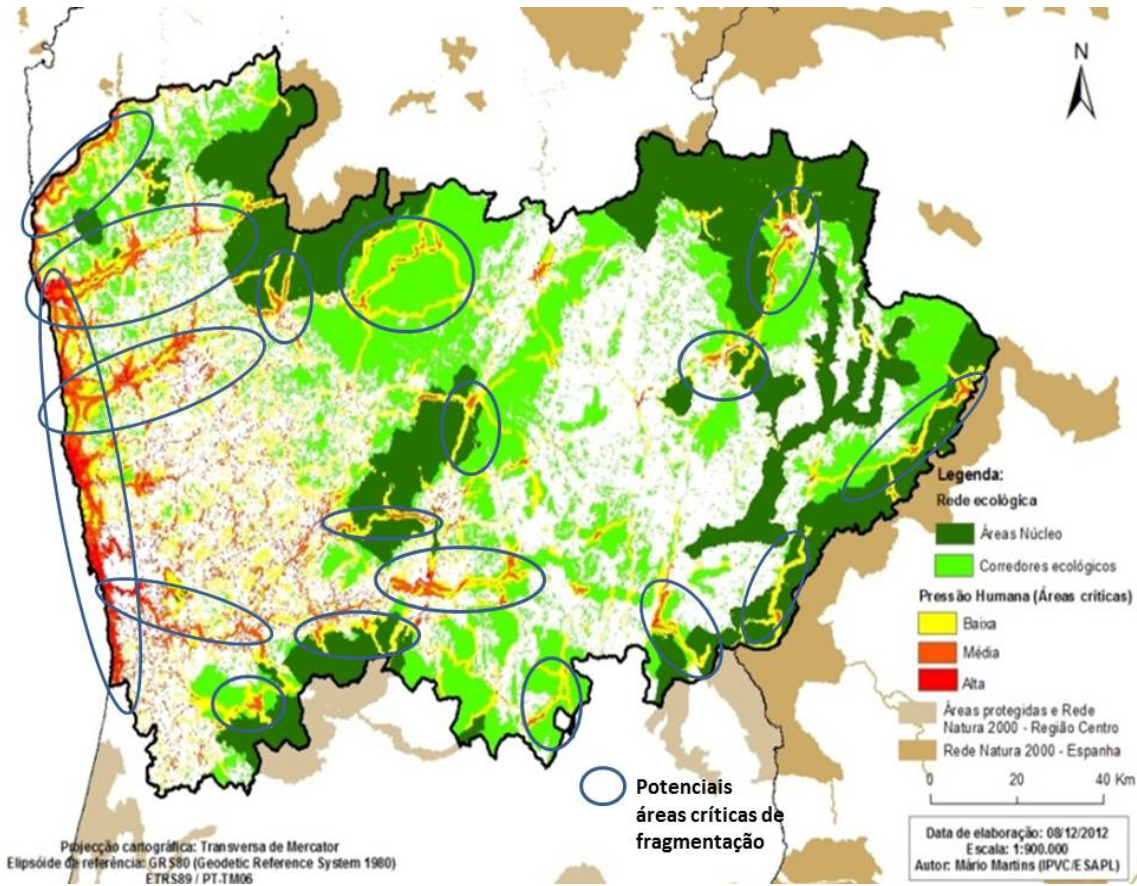
Da carta de pressão humana foram apenas seleccionados os três gradientes mais altos, na construção do mapa de sobreposição com a Rede ecológica (Figura 37), para que fosse perceptível a localização da fragmentação sobre a mesma. Através da observação deste mapa, podemos constatar uma fragmentação dispersa por toda a rede, com maior densidade sobre o litoral da região, e com grande incidência sobre as áreas núcleo.



**Figura 37-** Sobreposição da rede ecológica com a carta de pressão humana.

Como é evidente, no território da Região Norte estão presentes processos promotores de pressão humana cada vez mais intensos, que comprometem um equilíbrio dinâmico dos ambientes naturais e deixando-os em estado de vulnerabilidade. O meio físico natural da região apresenta indicadores de potencial degradação pelo seu próprio modelo de expansão e desenvolvimento (Figura 38).

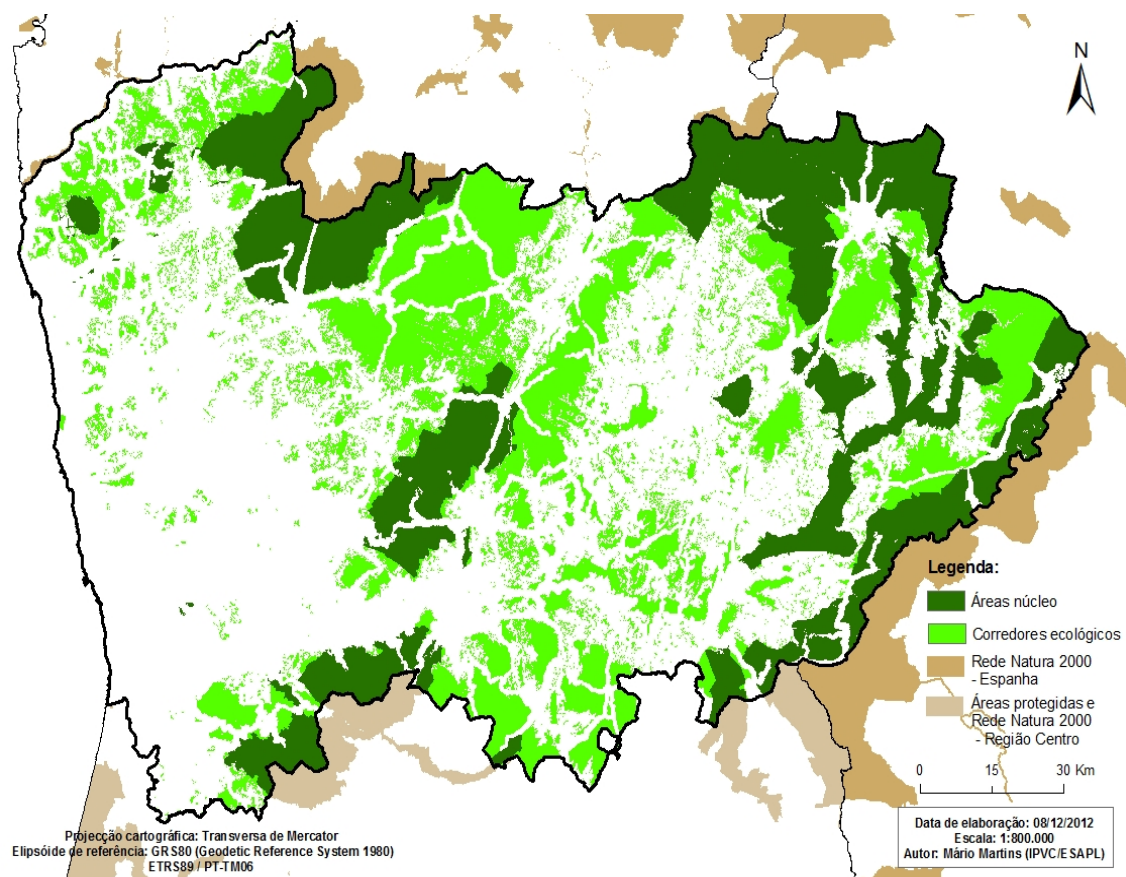
Entre as zonas afectadas pela pressão humana sobre o território natural, entre elas destacam-se as zonas localizadas nas terras baixas (<50 m), no Alto Douro Vinhateiro, entre o Alvão e a Peneda- Gerês (Perímetros florestais) e sobre os núcleos que foram definidos, fundamentalmente provocada pela rede viária existente na Região Norte.



**Figura 38** – Potenciais áreas críticas de fragmentação.

A fragmentação e os espaços de potencial conflito são notórios quando à rede ecológica proposta são cruzadas com a carta de pressão humana. As áreas núcleo e os corredores ecológicos são cruzados pela infraestruturação (rede viária principal e secundária, comunicação e rede energética) da região (Figura 39).

Neste sentido, é de extrema urgência a implementação de medidas aliadas ao planeamento e à gestão, para o combate os efeitos da pressão, fragmentação e perda da conectividade do território natural da região. Estas medidas poderão passar pela: i) expansão das áreas de habitats protegidos para a conservação da natureza; ii) maximização da qualidade dos habitats existentes; iii) a minimização dos impactos do uso do solo circundante; e iv) através da implementação da conectividade dos habitats naturais.



**Figura 39-** Fragmentação da Rede ecológica.

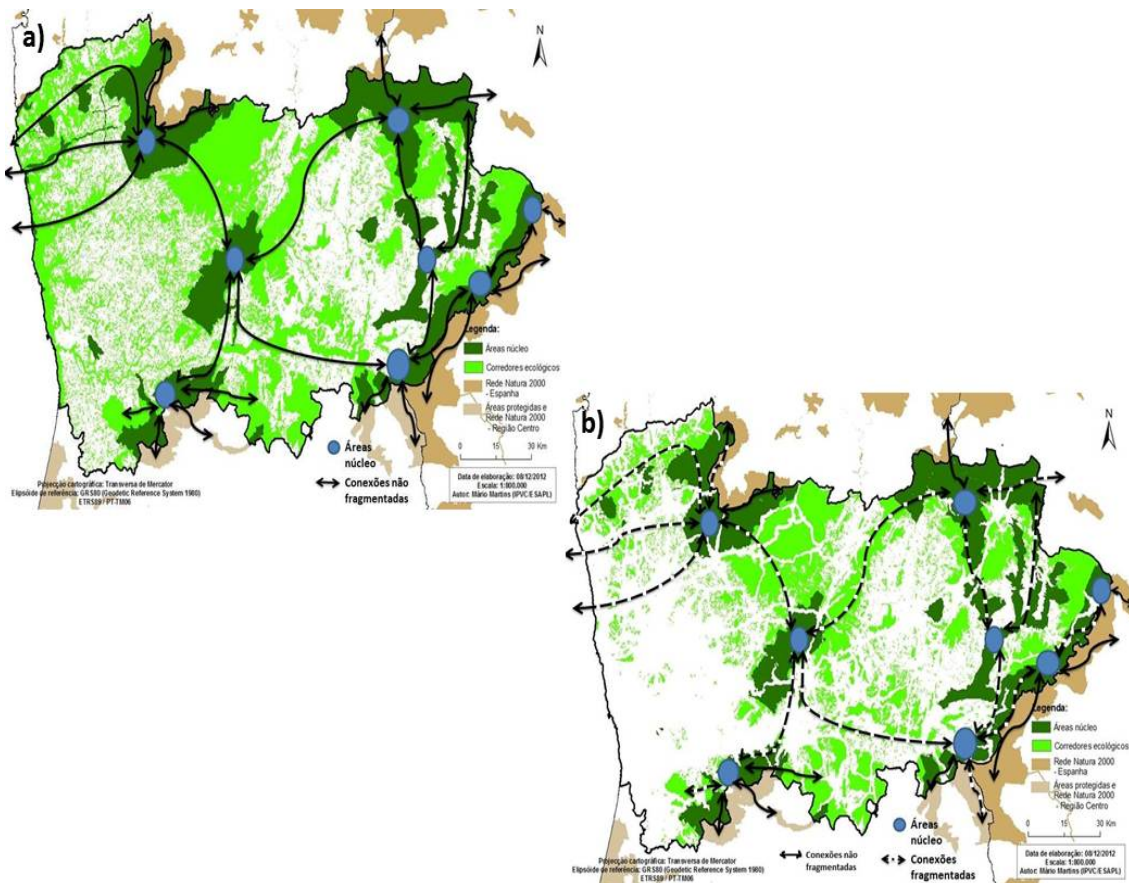
#### 4.2.3. A análise e estrutura de funcionamento da Rede ecológica

As Áreas núcleo identificadas na Rede ecológica definida, apresentam uma área de ocupação que se aproxima dos 492.057 ha (39% da Rede ecológica e 23% da Região Norte), e os corredores ecológicos dos 772.582 ha (61% da Rede ecológica e 36% da Região Norte) de um total de 1.264.640 ha (59% da Região Norte).

No que se refere à Rede ecológica fragmentada referida anteriormente neste estudo, foram calculadas as diferentes áreas, a partir da remoção do gradiente de pressão humana, conforme os critérios definidos na construção do modelo. Assim sendo, as Áreas núcleo apresentam uma área de ocupação de aproximadamente 424.739 ha (perda de 67.318 ha, 14%) e os corredores ecológicos, uma área de 498.624 ha (perda de 273.958 ha, 35%) de um total de 923.363 ha (perda de 27% em relação à Rede ecológica).

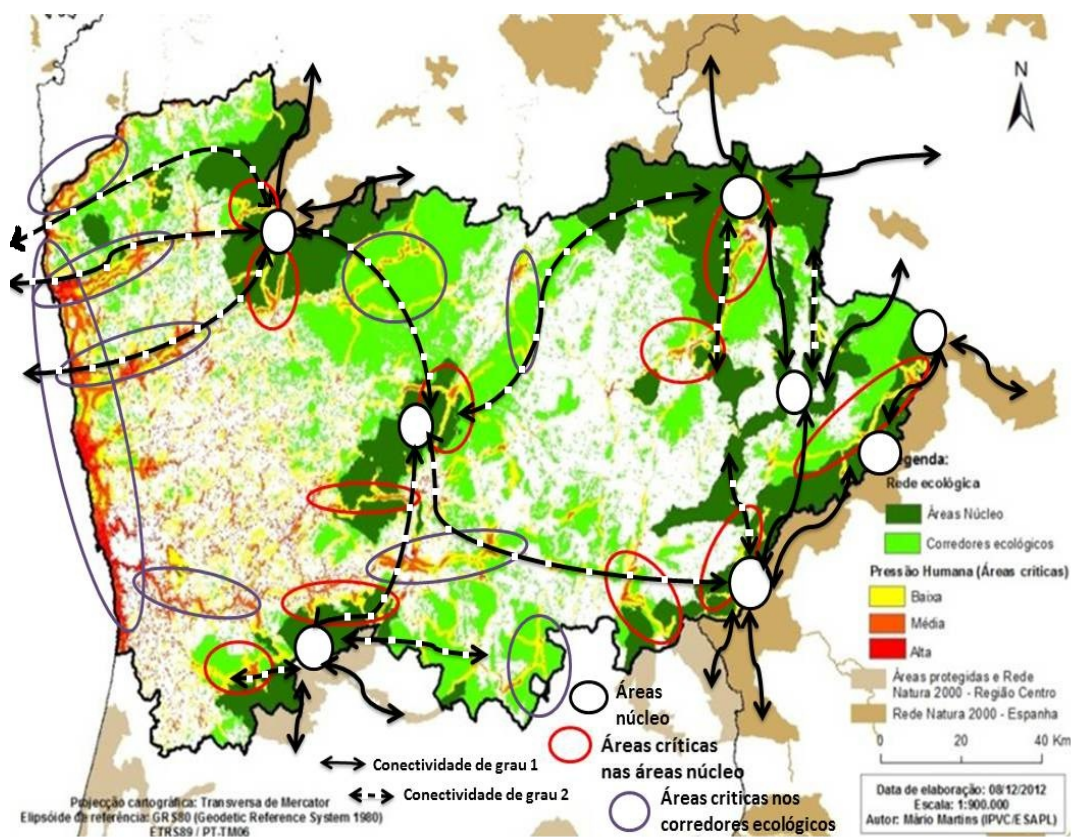
Com isto, podemos constatar que a possibilidade de conexão entre as Áreas núcleo é bastante afectada. O estabelecimento de uma Rede ecológica como um novo modelo de conectividade e de conservação da biodiversidade é justificado através desta análise.

A diferença que existe entre a possibilidade de conexão entre as áreas núcleo, através de uma rede onde não a considere a fragmentação originada pela pressão humana. As actividades humanas originam interrupções ou mesmo dificuldades de continuidade entre as diversas figuras consideradas (Figura 40).



**Figura 40-** Esboço exemplificativo da conectividade da Rede ecológica: a) Conexões da Rede ecológica b) Conexões da Rede ecológica (fragmentada).

Para concluirmos a nossa análise, elaboramos um mapa final (Figura 41) no qual representa a conectividade da Rede ecológica para a Região Norte de Portugal. A conectividade foi dividida em dois graus, para que fosse mais perceptível. A conectividade de grau 1, indica que é possível estabelecer conexão sem interrupções causadas pelo Homem. A conectividade de grau 2, demonstra locais onde é possível ser estabelecida uma conexão, embora seja necessário e apropriado uma restauração de ecossistemas degradados sobre essas zonas. No final, foram ainda identificadas as áreas críticas localizadas sobre as áreas núcleo e os corredores ecológicos.



**Figura 41-** Esboço exemplificativo da conectividade da Rede ecológica para Região Norte de Portugal.

Deste esboço, é possível perceber que o território da Região Norte de Portugal, encontra-se dividido por quatro áreas. A área litoral, localizada a Oeste da região, bastante antropizada e que necessita de uma forte estratégia para a conexão entre o território natural interior e o espaço marítimo. Uma área central com áreas naturais e alternativas de conexão bem definidas, embora existam certas zonas em que a pressão humana esta bem demarcada, como por exemplo, a zona do Alto Douro Vinhateiro. Uma terceira área, onde os espaços sem conectividade são mais evidentes. E por ultimo, a área localizada na zona Este da região, em que apresenta mais território natural e menos antropização comparativamente com as outras áreas.

#### 4.2.3.1. Validação da Rede ecológica com o Lobo Ibérico

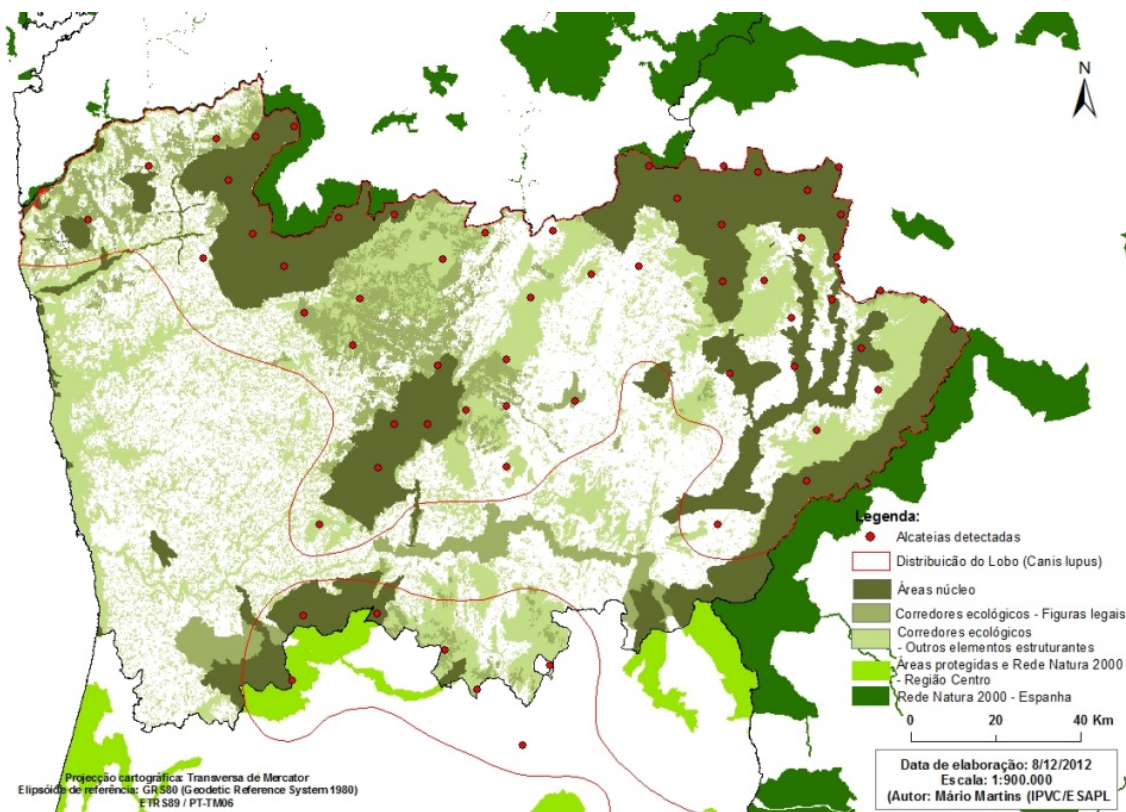
O conceito de conectividade para o caso em estudo, deve ser integrado numa estratégia de conservação. O valor das conexões pode ser maximizado por questões biológicas relacionadas com a localização, dimensões, composição e qualidade dos habitats e da ecologia comportamental das espécies que usam a ligação.



A espécie do Urso, surge associada a implementação de algumas redes ecológicas localizadas em outros países, pois trata-se de um carnívoro de grande porte, que por determinadas características poderá ser comparado com o Lobo.

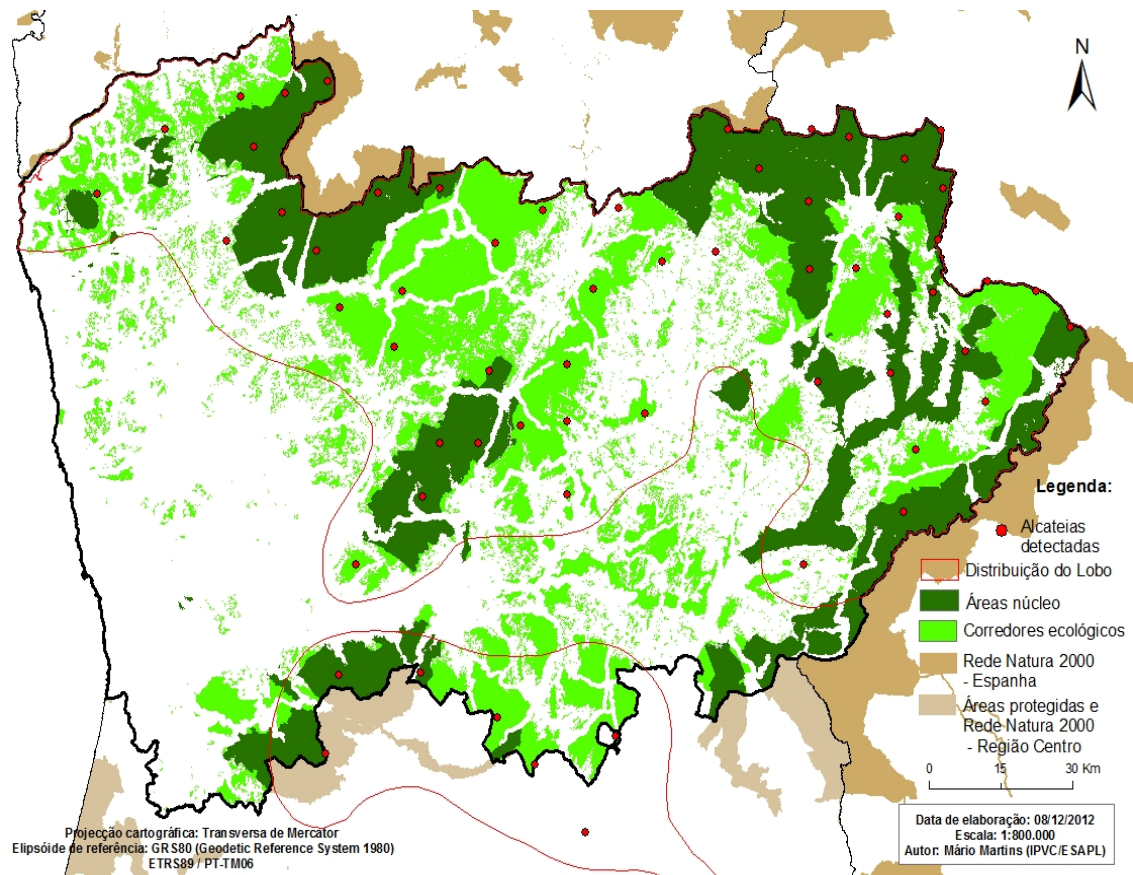
*“O Lobo (Canis lupus, Linnaeus 1758) é o canídeo selvagem de maiores dimensões da actualidade. Outrora abundante e com uma grande distribuição territorial, encontra-se hoje confinado a uma pequena porção do seu território ancestral. O Lobo é um animal generalista na selecção de habitat dependendo essencialmente da disponibilidade de alimento e níveis de perturbação. O espaço utilizado por uma alcateia varia consoante a disponibilidade e abundância de presas. O Lobo Ibérico (Canis lupus signatus, Cabrera 1907) é a subespécie endémica da Península Ibérica. Em Portugal, este possui o estatuto de conservação de espécie Em Perigo (EN) sendo considerada prioritária” (ACHLI, 2012).*

O cruzamento da rede ecológica com a distribuição e a localização de alcateias detectadas do Lobo Ibérico na Região Norte (Figura 42) indica uma forte sobreposição e coerência espacial entre a disponibilidade e ocorrência deste mamífero superior. Ao mesmo tempo reforça-se a ameaça e a potencial vulnerabilidade pela perda de conectividade.



**Figura 42-** Cruzamento da Rede ecológica com a distribuição e a localização de alcateias detectadas do Lobo Ibérico (Dezembro de 2011 – CCDRN).

A fragmentação do território do Lobo Ibérico (Figura 43) pois entende-se que em muitas zonas, onde foram detectadas alcateias, este encontra-se próximo de locais de pressão humana e em alguns casos em zonas isoladas (sem conectividade).



**Figura 43-** Cruzamento da Rede ecológica (fragmentada) com a distribuição e a localização de alcateias detectadas do Lobo Ibérico (Dezembro de 2011- CCDRN).

A Rede Ecológica definida neste estudo poderá ser um ponto de partida para a minimização do impacto causado pela fragmentação do habitat do Lobo Ibérico, por implementação de grandes infra-estruturas, que por sua vez é causadora de conflitos de diversa ordem com o Homem. Pois é fundamental estabelecermos um alargamento do território ecologicamente equilibrado, que poderá passar pela implementação de uma rede ecológica bem estruturada para esta e outras espécies da Região Norte de Portugal.

### **4.3. O sistema de informação para a monitorização e gestão da Rede ecológica à escala regional**

A gestão de áreas protegidas envolve questões de longo prazo, que estão associadas aos interesses da sociedade e à sua sustentabilidade temporal ao nível mundial, e também questões de curto prazo, ligadas ao quotidiano de quem nelas vive e trabalha.

É fundamental aprender a gerir o território de forma ética e responsável, através da conservação dos bens naturais durante os processos de ordenamento do território, e estes devem ter em atenção os valores patrimoniais associados às ocorrências geológicas, botânicas, faunísticas e paisagísticas.

O processo de gestão e monitorização da Rede Ecológica poderá ser suportado por um Sistema de Informação, gestor da informação necessária e reunida para a monitorização em matéria de sustentabilidade ambiental e paisagem, de prevenção dos riscos ambientais, naturais e tecnológicos, de sistema urbano, de desenvolvimento de redes de infraestruturas no apoio à decisão política, técnica, participação e sensibilização de comunidade ou mesmo da sociedade.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem a combinação de informação diferenciada, possibilitando guardar, manipular, analisar e apresentar dados geográficos, isto é, de informação sobre elementos e lugares espacialmente referenciados. Os SIG's permitem a desagregação da informação por níveis, podendo no entanto ser trabalhados independentemente dos restantes. Isto é, os dados para além de poderem ser trabalhados em conjunto (inter-relação entre os diferentes níveis de informação) criam nova informação, anteriormente inexistente, podem ser também analisadas por cada tema. Este facto permite que se torne possível a observação de diferentes fenómenos e a sua área de influência de acordo com a escala apropriada.

Os SIG's, poderão ser uma resposta à gestão que se pretende para o território, pois são um instrumento de apoio ao ordenamento do território, ao desenvolvimento económico/tecnológico e à gestão dos recursos naturais, estes permitem analisar e avaliar, em tempo real, grandes quantidades de dados multidisciplinares, relacionáveis entre si, através de um único referencial espacial. É, portanto possível, a simulação da realidade, “antecipando os acontecimentos” e gerando soluções alternativas. Segundo João Reis Machado em 2000, “*Os SIG foram concebidos e desenvolvidos para proporcionar aos utilizadores a integração de informação georeferenciada de natureza*

*multidisciplinar e multi-regional num único sistema informático, permitindo a criação de uma nova informação, em resposta às necessidades específicas de cada utilizador. A nova informação cria mais valias e é gerada através de operações de inquirição espacial, de cruzamento de dados e de outras análises espaciais.”.*

Depois de implementada a Rede Ecológica na Região Norte, com o apoio dos SIG's, poderia ser criada uma plataforma que fosse gerida pela CCDR-N e o pelo ICNF, que permitisse:

- i) a representação de processos espaciais inerentes à definição do carácter e à evolução do território;
- ii) o apoio ao planeamento, gestão e monitorização do território;
- iii) o apoio à monitorização de espécies presentes no território;
- iv) o desenvolvimento de cenários de desenvolvimento espacial e o suporte à participação e à decisão, na Região Norte de Portugal;
- v) o planeamento enquanto processo dinâmico e aberto;
- vi) uma abordagem mais estratégica e prospectiva;
- vii) uma visão multidimensional (holística);
- viii) uma articulação de diferentes dimensões dos territórios: física, mas também cultural, social, ambiental, humana, económica;
- ix) uma definição de estratégia, componentes estruturantes e fixas do território, deixando tudo o resto em “aberto”;
- x) uma actualização contínua do processo de gestão e desenvolvimento dos territórios;
- xi) uma utilização flexível do solo;
- xii) a consideração de espaços “em aberto”;
- xiii) uma atenuação de barreiras à definição e funcionamento da rede ecológica.

Este instrumento permitir-nos-á fazer o registo de dados cartográficos e da respectiva informação alfa-numérica num formato acessível, quer no que respeita à consulta da informação, quer no que respeita à sua utilização em sistemas de informação distintos.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma rede ecológica na sua relação de complementaridade com as infra-estruturas humanas e considerando as dinâmicas de desenvolvimento, torna-se importante no equilíbrio do território e na promoção do desenvolvimento sustentável ao nível da qualidade de vida e do ambiente. Um conjunto diverso de investigadores e técnicos desenvolveram os conceitos mas também metodologias e instrumentos que permitem materializar as redes ecológicas a diversas escalas, nomeadamente à escala regional.

Este trabalho visou contribuir para uma proposta conceptual e metodológica de uma futura Rede ecológica da Região Norte. Para tal foi possível identificar as áreas núcleo e estabelecer um caminho crítico para a definição de corredores ecológicos à escala regional, ou seja, a implementação de um contínuo, que permite o funcionamento e desenvolvimento dos ecossistemas, promovendo assim a conservação da biodiversidade. Ao mesmo tempo considerou-se a pressão humana à escala regional e a potencial relação de conflito com a proposta e o interesse de continuidade da rede ecológica nomeadamente no que se refere à conectividade entre os núcleos ao longo dos corredores. O resultado foi cruzado com a distribuição espacial das alcateias identificadas para a Região Norte de Portugal.

A caracterização da Região Norte, com recurso fundamentalmente ao PROT-N, avança-se com a realização de um exercício prático, onde é possível indicar que:

- i. as áreas núcleo definidas representam 492.057 ha (23% da região e 39% da Rede Ecológica) e são parte estrutural fundamental para a preservação da biodiversidade;
- ii. foi possível definir corredores ecológicos, em que um grupo de variáveis apresenta um estatuto de protecção associado (Corredores ecológicos “Figuras legais”) e um outro grupo formado por outros elementos estruturantes (Corredores ecológicos “Outros elementos estruturantes”);
- iii. os corredores ecológicos definidos, representam uma área de ocupação de 772.582 ha (61% da Rede ecológica e 36% da Região Norte);
- iv. as bases de dados, as análises, os instrumentos de análise e as propostas contribuem com avanços para a implementação da Rede ecológica para a

Região Norte, através da cartografia produzida em particular na sobreposição dos elementos constituintes;

- v. os Perímetros florestais, as Terras Altas e o Alto Douro Vinhateiro, no que se refere à localização e na possibilidade de alargar e conferir coerência à rede;
- vi. é evidente a fragmentação dispersa por toda a rede, muito em particular sobre o litoral da região e a relativa ausência de áreas núcleo na região do Entre Douro e Minho e a respectiva dificuldade de estabelecer corredores de interesse regional.

A análise da pressão humana verifica uma forte vulnerabilidade sobre espaços de elevado interesse ambiental e protegidos ao longo do litoral, dos principais vales, mesmo do Douro, mas também nas áreas de altitude em que as principais infra-estruturas cruzam as áreas núcleo ou corredores. Estes espaços de potencial conflito merecem atenção tendo em conta a potencial perda de conectividade ao longo da Rede Ecológica.

Os exercícios e os resultados indiciam a especialização e a diminuição da multifuncionalidade do território e a dificuldade de equilibrar a densidade de elementos e actividade humana com a conservação ambiental. Ao mesmo tempo, verifica-se a necessidade de aumentar e complementar a rede e de soluções de engenharia (biofísica), de arquitectura suportadas nos princípios da Ecologia da Paisagem que diminuam os potenciais problemas nessas áreas de conflito.

Ao mesmo tempo a complexidade espacial e temática dos espaços e figuras legais usadas, assim como a sobreposição verificada, mostram a necessidade de simplificar a constituição e gestão institucional destas redes. Este aspecto mostra a natureza evolutiva e (in)formal do conceito de redes.

Em termos futuros, seria interessante uma abordagem mais detalhada e completa, que poderia incluir uma relação com o nível local/municipal incluindo a análise da REN e RAN. Ao mesmo tempo, seria acrescentar mais dados, para definir com mais detalhe os corredores ecológicos, como por exemplo, o Domínio Público Hídrico, informação proveniente das imagens áreas relativa às dinâmicas de vegetação, dados corográficos de fauna e flora, assim como, resultados de análise de modelos de alterações climáticas.

Ainda ao nível futuro seria relevante a identificação de mais três elementos estruturantes da Rede ecológica; as “Zonas tampão/protecção”, que têm como principal objectivo a

mitigação de impactos prejudiciais externos causados pelas formas inadequadas de uso do solo; os “Stepping stones”, que se caracterizam por uma ou mais manchas separadas de habitat num espaço intermediário entre espaços ecologicamente isolados, que fornecem recursos e refúgio que ajudam animais a percorrer a paisagem, este elemento requer um estudo aprofundado das espécies presentes na Região Norte; e por último, as “Áreas de restauração”, nestas podem ser aplicadas acções de melhoria à ligação ecológica e funcionalidade do sistema, através de uma gestão adequada que permita a eficácia das políticas de conservação.

Ao mesmo tempo ao longo do exercício verificou-se a importância de reunir, partilhar e analisar dados espaciais como forma de realizar percursos e propostas de desenvolvimento em concordância com os diferentes órgãos de gestão (convergência de políticas, medidas, e de prioridades de administração). Este aspecto remete para a importância de desenvolver um sistema de informação territorial que garanta a continuação e a monitorização destas propostas na relação com outros desafios de desenvolvimento e gestão territorial.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCONSULTORES E COBA, 1991. Carta de Solos, Carta do Uso do Solo Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD).
- Ahern, J. 2004. Greenways in the USA: theory, trends and prospects. In Jongman, R.; Pungetti, G. (Editors) 2004 – Ecological Networks and Greenways – Concept, Design, Implementation. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ahern, J., 1991. Planning and Design for an Extensive Open Space System: Linking Landscape Structure to Function. *Landscape and Urban Planning*. 21: 131-145.
- Ahern, J., 1995. Greenways as a Planning Strategy. In: J. Fabos and J. Ahern (Editors). *Greenways: the Beginning of an International Movement*. Elsevier. Amsterdam: 131-155.
- Ahern, J., 2002. *Greenways as Strategic Landscape Planning: Theory and Application*, Wageningen.
- Almeida, A. C., 2009. Mudanças no uso do solo no interior Centro e Norte de Portugal, Coimbra, Imprensa da Universidade, 99 p.
- Andresen, T., 2004. Para a Qualificação da Paisagem da AMP: Contributos de uma Proposta de Definição de uma Estrutura Ecológica, in Congresso Porto Cidade-Região: Encontros de Reflexão Prospectiva, Universidade do Porto.
- Andresen, T., 2006. “A Paisagem do Alto Douro Vinhateiro: Evolução e Sustentabilidade”. Actas Congresso de Homenagem ao Douro e seus Rios: Memória, Cultura e Provir, Organizado pela Fundação Nova Cultura da Água entre 27 e 29 de Abril de 2006. In <http://www.unizar.es/fnca/duero/docu/p315.pdf>.
- Bennett, A.F., 1990a. *Habitat Corridors: Their Role in Wildlife Management and Conservation*. (Department of Conservation and Environment: Melbourne).
- Bennett, A.F., 1990b. Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment. *Landscape Ecology* 4: 109–22.
- Bennett, A.F., 1990c. Land use, forest fragmentation and the mammalian fauna at Naringal, south-western Victoria. *Australian Wildlife Research* 17: 325–47.
- Bennett, A.F., 1998-2003. *Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xiv + 254 pp.
- Bennett, G. and Wit, P., 2001. *The Development and Application of Ecological Networks: a Review of Proposals, Plans and Programmes*. Amsterdam: AIDEnvironment.
- Bennett, G., & Mulongoy, K.J., 2006. *Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Bennett, G., 2004. *Integrating biodiversity conservation and sustainable use: lessons learned from ecological networks*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IU

- Bischoff, N.T., and R.H.G. Jongman, 1993. Development of Rural Areas in Europe: the Claim for Nature. Netherlands Scientific Council for Government Policy, The Hague. V 79, 206 pp.
- Brajanoska, R., Melovski, Lj., Hristovski, S., Sarov, A., Avukatov, V., 2011. Brown Bear Corridors management Plan. Report under the Project: “Development of the National Ecological Network in the Republic of Macedonia (MAK-NEN)”. Macedonian Ecological Society, Skopje.
- CCDRN, 2007. Plano Regional de Ordenamento do Território da Região do Norte. Porto: CCDRN.
- CCDRN, 2009. Plano Regional de Ordenamento do Território da Região do Norte. Porto: CCDRN.
- Ceolin L., 2010, Plano de Restauro de Qualidade Ecológica de Duas Ribeiras do Oeste, Mestrado em Gestão e Conservação dos Recursos Naturais, Universidade de Évora, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 61p.
- Cidin R., and Silva R., 2004. Pegada Ecológica: Instrumento de Avaliação dos impactos antrópicos no meio natural, Estudos Geográficos, Rio Claro, 43-52pp.
- Cortez, N., 2007. Solo - Recurso a Preservar no Âmbito do Ordenamento do Território. “Arquitectura e Vidal”. In: [http://www.isa.utl.pt/ceap/index\\_files/AV\\_Solo.pdf](http://www.isa.utl.pt/ceap/index_files/AV_Solo.pdf). Acesso em: 12 de Junho de 2012.
- Costa E., Paes G., 2009. Avaliação dos Impactos Ambientais Decorrentes das Fases de Construção e Operação da Rodovia PA-150, no Trecho Localizado entre os Municípios de Pau d’Arco e Redenção – PA, Universidade do Estado do Pará, 11pp.
- ECNC, 2007. ”Working together for a sustainable future”. European Centre for Nature Conservation. SEENET programme. In: <http://www.ecologicalnetworks.eu/>.
- ENCNB, 2001. “Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade”. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. 80p.
- Fernandes F., Sousa F., Fernandes A., 2007. Os Efeitos das Infra-estruturas Rodoviárias no Ordenamento e Desenvolvimento do Território: o caso da Ilha de Santiago, Cabo Verde, Redes e Desenvolvimento Regional, Cabo Verde, 29pp.
- Ferreira H., Botequilha Leitão A., Garcia Pereira H., Grueau C., Muge F., Ribeiro L., and Ahern J., 2008. Co-Evolução Homem-Natureza em Paisagens Culturais, Desenvolvimento de indicadores para o planeamento e gestão da biodiversidade com vista á implementação de um SEAD, Centro de Geossistemas do Instituto Superior Técnico, Department of Landscape Architecture and Regional Planning, 16p.
- Ferreira, J. C. e ROCHA, J., 2010. Rede de Corredores verdes para a Área Metropolitana de Lisboa: estratégias e oportunidades para a Requalificação Ambiental, in Corredores Verdes. Contributo para um Ordenamento Sustentável Regional e Local, Instituto Geográfico Português, Lisboa.
- Ferreira, José C.; Machado, João R.; Tenedório, José A.; Rocha, Jorge e Sousa, Paulo M., 2004. “Delimitação de corredores verdes regionais recorrendo a dados fuzzy e análise multicritério”, CD-Rom Proceedings da 8ª Conferência Nacional do Ambiente, Lisboa, DCEA-FCTU.

- Forman, R. T. T., 1995. Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press.
- Franco, M., 2011. A Estrutura Ecológica Regional e os Planos Regionais de Ordenamento do Território, Caso de Estudo – Área Metropolitana de Lisboa. Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa. 87p.
- Guerra, C., Metzger M., Honrado J., and Alonso J., (Em elaboração). A Spatially explicit method for a priori estimation of field survey effort in environmental observation networks. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Guimarães I., 2007, Metodologia Para Definição De Áreas Adequadas À Implantação Da Infra-Estrutura Arquitectónica Em Unidades De Conservação, Estudo De Caso: Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (Litoral Do Paraná), 140pp.
- Gurrutxaga et al., 2010. GIS-based approach for incorporating the connectivity of ecological networks into regional planning. Elsevier GmbH. Bilbao: Universidad del País Vasco. In: [www.rapidurable.eu/download.php?id=81](http://www.rapidurable.eu/download.php?id=81)
- IUCN, 1980. The World Conservation Strategy. IUCN, UNEP, WWF. Gland. Jongman, R.H.G., 1995. Nature conservation planning in Europe: developing ecological networks. *Landscape and Urban Planning* 32: 169–83.
- IUCN, 1994. Parks for life. Action plan for protected areas in Europe. Gland, Switzerland: IUCN Commission on National Parks and Protected Areas.
- IUCN, 2005. Benefits Beyond Boundaries. In: Proceedings of the fifth IUCN World Parks Congress, Durban, 8–17 September 2003. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Jongman, R.H.G.; Eupen, M. van; Makaske, B.; Padovani, C.R. (2008) - Landscape Ecology in the Pantanal, integrating science and society - 25 Years of Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice. Proceedings of the 7th IALE World Congress - Part 1, 8-12 July 2007, Wageningen, The Netherlands.
- Jongman, R.H.G.; Pungetti, G. (Eds.), 2004. Ecological networks and greenways; concept, design, implementation - Cambridge (UK): Cambridge University Press, (Studies in landscape ecology). *Landscape Structure to Function. Landscape and Urban Planning*. 21: 131-145.
- Loureiro, A., N. Ferrand de Almeida, M. A. Carretero & O. S. Paulo (editores), 2008. Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal. – Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade. Lisboa 257pp.
- Machado, J. .R. and J. Ahern (Editors) 1997. Environmental Challenges in an Expanding Urban World and the Role of Information Technology. Centro Nacional de Informação Geográfica. Lisbon, Portugal, 525 pp.
- Machado, J. et al 2004, A Estrutura Ecológica do Município de Alcobaça. Relatório Técnico Preliminar, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da FCT/UNL, Monte de Caparica.
- Magalhães, M. R., 2007. The Landscape Planning System in Portugal. The Evolution of Concepts. Universidade de Nürtingen-Geislingen, Nürtingen, 7 de Novembro.

- Magalhães, M. R., abreu, M.M., Lousã, M., CORTEZ, N. (2007) Estrutura Ecológica da Paisagem. Conceitos e Delimitação - Escalas Regional e Municipal, ISAPress, Lisboa.
- Magalhães, M. R., Cortez, N., Conceição, J. M., Raichande, S. 2003. Morfologia da Paisagem (pp. 66 – 89). In Tenedório, J.A. (Coord.). (2003). Atlas da Área Metropolitana de Lisboa. Lisboa: Área Metropolitana de Lisboa.
- Makhzoumi J., and Pungetti G., 1999. Ecological Landscape Design and Planning - The Mediterranean Context. E & FN SPON, London and New York, 331 p.
- Mello J., Gomes E., Lins M., 2002, Mello J., Gomes E., Lins M., 2002, Análise Multicritério da presença da Universidade Federal Fluminense com o uso do Método Macbeth, Revista PRODUÇÃO, v. 11 nº 2, 53-67pp., v. 11 nº 2, 53-67pp.
- Merriam, G., 1984. Connectivity: a fundamental ecological characteristic of landscape pattern. pp. 5–15 in Proceedings of the First International Seminar on Methodology in Landscape Ecological Research and Planning. (Eds. M. Ruzicka, T. Hrnčiarova and L. Miklos). (International Association for Landscape Ecology: Roskilde, Denmark).
- Merriam, G., 1991. Corridors and connectivity: animal populations in heterogeneous environments. pp. 133–42 in Nature Conservation 2: The Role of Corridors. (Eds. D.A. Saunders and R.J. Hobbs). (Surrey Beatty&Sons: Chipping Norton, New South Wales).
- NORTE 2015, 2006. Competitividade e Desenvolvimento – Uma Visão Estratégica. CCDRN.
- Noss, R.F. and L.D. Harris, 1986. Nodes, Networks, and MUMS: Preserving Diversity at all Scales. Environmental Management. 10:3, 299-309.
- Pedrosa; Andreia Pereira - A Geografia e as Novas Estratégias de Desenvolvimento de Territórios Periféricos, in edição especial da revista Geografia. Ensino & Pesquisa (Anais do V Seminário Latino – Americano e I Ibero-Americano de Geografia Física – “aproximando experiências para a sustentabilidade de um ambiente globalizado”, Eixo 2, 12 (1) 2008, ISSN 0103 – 1538, Santa Maria, RS – Brasil, pp. 151-178.
- Pereira, H. M., T. Domingos, L. Vicente, V. Proença (Eds.), 2009. Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment. In: RIPIDURABLE, 2009. Zonas ribeirinhas sustentáveis - um guia de gestão. Parceiro coordenador - Câmara Municipal de Alpiarça.
- PNPOT, 2007. Plano Nacional da Política de Ordenamento do Território. Portugal. In [http://www.dgotdu.pt/PresentationLayer/dgotdu\\_site\\_ordpnpot00.aspx](http://www.dgotdu.pt/PresentationLayer/dgotdu_site_ordpnpot00.aspx). Acesso em: Fevereiro 2012.
- PORN, 2011. Programa Operacional Regional do Norte 2007-2013. FEDER.
- RIPIDURABLE, 2009. Zonas Ribeirinhas Sustentáveis “Um Guia de Gestão”. ISA Press, 285pp.
- Saaty T., 1977. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. J. Math. Psychology, 15, 234-281.
- Saaty T., 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, NY.

- Saaty T., 1990. *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- Saaty T., 1994. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- Saaty T., 2007. Rank generation, preservation, and reversal in analytic hierarchy decision process. *Decision Sciences*, 18(2), 157-177.
- Schmidt L., 2004. Ambiente e políticas ambientais: escalas e desajustes, Capítulo 14, Portugal, 312pp.
- Silva J., Carreira P., Teixeira L., 2006. *Aplicação Do Método De Análise Hierárquica No Processo De Tomada De Decisão: Um Estudo Com O Empreendedor Agrícola Da Região De Divino, MG*, Revista Gestão e Planeamento, 12pp.
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K. and Merriam, G., 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68: 571–73.
- Taylor, T., Nikolopoulou, M., Mahdjoubi, L. and Cullen, N., 2009. Vernacular architecture and contemporary design in Oman: Challenges in a changing climate. In: *Detail Design in architecture, Translating sustainable design into sustainable construction*, University of the West of England, Cardiff, 13pp.
- Telles, G.R. et al., 1998. *Plano Verde de Lisboa - Componente do Plano Director Municipal de Lisboa*. Edições Colibri, Lisboa.
- Torgal F., Jalali S., 2007. *Construção Sustentável – O Caso dos Materiais de Construção*, Congresso Construção - 3.º Congresso Nacional, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Universidade do Minho, Portugal, 10pp.
- Van der Sluis, T., M. Bloemmen, I.M. Bouwma, 2004. *European corridors: Strategies for corridor development for target species*, Alterra, Wageningen University and Research Centre.
- Warnken J., Buckley R., 2000. *Monitoring Diffuse Impacts: Australian Tourism Developments*, *Environmental Management* Vol. 25, No. 4, 453–461 pp.

### **Sites consultados**

- ACHLI, 2012. Acesso em 5 de Dezembro de 2012:

<http://www.loboiberico.org/>

- CCDRN, 2012. Acesso em 21 de Julho de 2012:

<http://www.ccdr-n.pt/pt/>

- Geoparque Arouca, 2012. Acesso em 22 de Novembro de 2012:

<http://www.geoparquearouca.com/?p=geoparque&sp=documentacao>

- ICNF, 2012. Acesso em 13 de Junho de

2012: <http://www.icnf.pt/cn/ICNPortal/vPT2007/>

- IGESPAR, 2012. Acesso em 22 de Novembro de 2012:

<http://www.igespar.pt/pt/monuments/53/>

- INE, 2012. Acesso em 7 de Novembro de 2012:

[http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011\\_apresentacao](http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_apresentacao)

### **Legislação consultada**

Decreto-Lei nº 142/2008. D.R. nº 142, Série I de 2008-07-24. Rede Fundamental de Conservação da Natureza.

Disponível em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2008/07/14200/0459604611.pdf>.

Acesso em: Maio de 2012

Lei nº 11/87. D.R. nº 81, Série I de 1987-04-07. Lei de Bases do Ambiente.

Disponível em: <http://dre.pt/pdf1sdip/1987/04/08100/13861397.pdf>.

Acesso em: Maio de 2012