

Uso e ocupação do solo e a relação com a fragilidade dos remanescentes florestais na bacia hidrográfica do rio Cértima/Portugal

Land use and occupation and the relation with the fragility of forest remnants in the Cértima river basin / Portugal

Alessandra Leite da Silva

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sistemas de Infraestrutura Urbana
alessandra_ls@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0001-6534-2122>

Regina Marcia Longo

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sistemas de Infraestrutura Urbana rmlongo@uol.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-2374-4649>

Adélia de Jesus Nobre Nunes

Departamento de Geografia e Turismo Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
adelia.nunes@fl.uc.pt
<https://orcid.org/0000-0001-8665-4459>

Admilson Írio Ribeiro

Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual de São Paulo
admilson.irio@unesp.br
<https://orcid.org/0000-0003-0655-6838>

António Campar de Almeida

Departamento de Geografia e Turismo Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
camparalmeida@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7616-4023>

Resumo

Em Portugal, à semelhança do que ocorreu em vastas áreas da Europa Mediterrânea, ocorreram importantes mudanças no uso e ocupação do solo, sobretudo após a segunda metade do século XX. Entre essas alterações destaca-se o abandono agrícola e a florestação de terras antes ocupadas com agricultura, em consequência do êxodo rural e também de políticas públicas adotadas. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o uso e ocupação do solo, os fatores físicos (climáticos, geomorfológicos e pedológicos) e históricos e as fragilidades identificadas nos remanescentes de vegetação autóctone existentes na bacia do rio Cértima em Portugal. Para tal, preliminarmente foi executado um diagnóstico geral da área de estudo a partir dos seguintes geoindicadores: Bioma; Clima; Geomorfologia; Geologia; Pedologia; Hipsometria e Declividade. Em seguida, foram calculadas as métricas de paisagem divididas em três categorias: tamanho, borda e forma; e aplicadas à bacia, em geral, considerando os remanescentes florestais mapeados. Para avaliar a qualidade da vegetação florestal existente realizou-se uma análise em campo em locais selecionados da bacia do rio Cértima, por meio do método Landscape Assessment Protocol (LAP) - Protocolo de Avaliação da Paisagem. Desta forma pode-se observar que a grande parte da cobertura vegetal existente na bacia do rio Cértima é composta por eucaliptos, sendo que foram identificados um total 1220 remanescentes florestais, que ocupam uma área de 8.547,05 ha, equivalente a 15,89% da área da bacia.

Palavras-chave: fragilidade ambiental, análise de paisagem, Landscape Assessment Protocol.

Abstract

In Portugal as in large areas of Mediterranean Europe there were important changes in land use and occupation, especially after the second half of the twentieth century. These changes include agricultural abandonment and afforestation of land previously occupied by agriculture as a result of the rural exodus and also of adopted public policies. Thus, the present work aims to evaluate the land use and occupation, the physical (climatic, geomorphological and pedological) and historical factors and the fragilities identified in the remnants of native vegetation existing in the Cértima River Basin in Portugal. Therefore, a general diagnosis of the study area was performed from the following ge indicators: biome; climate; geomorphology; geology; pedology; hypsometry and declivity. Then, landscape metrics from three categories, size, border and shape, were calculated; and are applied to the basin in general, considering the mapped forest remnants. To assess the quality of existing forest vegetation, a field analysis was carried out at selected locations in the Cértima river basin using the Landscape Assessment Protocol (LAP) method. Thus, it can be observed that most of vegetation cover in the Cértima river basin is composed of eucalyptus, and a total of 1220 forest remnants were identified, occupying an area of 8,547.05 ha, equivalent to 15.89% of the basin area.

Keywords: environmental fragility, landscape analysis, Landscape Assessment Protocol.

1. Introdução

De acordo com Almeida, Rocha, Neto e Arsénio (2016) a fragmentação de uma paisagem pode ser definida como o resultado da degradação ou interrupção da conectividade. Tanto a caracterização da fragmentação de paisagens naturais quanto a avaliação dos efeitos que este fenômeno exerce são pontos essenciais e preliminares para um planejamento adequado para a restauração de áreas fragmentadas (Jesus, Ferreira, Aragão, Santos, & Rocha 2015). Diante disso, considerar os aspectos de composição, diversidade e estrutura das áreas fragmentadas é, portanto, essencial para identificar os padrões desta paisagem e propor as medidas de manejo mais adequadas para a conservação da mesma (Gaviria & Montealegre, 2010).

Um instrumento bastante interessante para o estudo destas unidades de paisagem é o estudo da Ecologia de Paisagem. As paisagens não são unidades espaciais estáticas, mas dinâmicas, tanto em sua estrutura quanto nas funções e padrões espaciais. Isto porque são constituídas por habitats, espécies, populações, comunidades e diferentes tipos de uso do solo, que interagem entre si e exercem influências uns sobre os outros (Querido, 2014). É por isso que as paisagens naturais se tornam tão vulneráveis diante da intervenção antrópica.

De acordo com Kaly et al. (1999), a vulnerabilidade está relacionada com a propensão de determinado organismo ou ambiente a danos provocados por um impacto negativo. Segundo Saaty e Vargas (1991 cit. em Choudhary, Boori, & Kupriyanov 2018), a vulnerabilidade de determinado (eco)sistema está associada a três princípios básicos: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Desta forma, ela se

consolida em função dos impactos potenciais, estabelecidos de acordo com a exposição e sensibilidade que, de acordo com a capacidade adaptativa, geram efeitos em resposta a tais impactos. Sendo assim, a vulnerabilidade ecológica ou ambiental é definida como a instabilidade da estrutura inerente do ecossistema, de maneira que uma alta vulnerabilidade indica que um determinado ecossistema apresenta baixa resistência e reduzidas habilidades de recuperação e regeneração após determinada interferência, resultando em mudanças irreversíveis no ecossistema (Liao, Li, & Hou, 2013).

Desta forma, para alcançar a conservação dos recursos naturais e apoiar uma tomada de decisão racional é essencial que se desenvolvam estudos que promovam uma avaliação quanti e qualitativa das propriedades ambientais de determinado ecossistema e/ou paisagem tais como vulnerabilidade, status de conservação, exploração de recursos e necessidades de reabilitação (Villa & McLeod, 2002). Neste contexto destacam-se ainda as áreas de vegetação remanescente; embora não exista ainda um consenso a respeito da definição destas áreas, as mesmas são denominadas por muitos autores como pertencentes aos sistemas de suporte a vida natural e se destacam principalmente pela significativa influência que exercem sobre as condições de qualidade ambiental e de vida, dos ambientes e das populações (Bargos & Matias, 2011; Camargo et al., 2013; Londe & Cezar, 2014;).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar quantitativa e qualitativamente os remanescentes de vegetação autóctone em uma bacia hidrográfica de Portugal, com o intuito de verificar as possíveis interações entre o uso e ocupação do solo e os fatores físicos (climáticos, geomorfológicos e

pedológicos) e históricos e as fragilidades identificadas nos remanescentes de vegetação autóctone.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado na bacia do rio Cértima, Portugal, a qual integra a bacia hidrográfica do rio Vouga. Diferentemente de muitas bacias hidrográficas que se configuram com um rio principal e seus respectivos afluentes associados, a bacia do rio Vouga consiste em um conjunto hidrográfico de rios que deságuam muito próximos a foz, dentre os quais incluem-se: o próprio rio Vouga; o rio Águeda e seu afluente, Cértima (APAMBIENTE, 2015; APAMBIENTE, 2016) (Figura 1).

A bacia do rio Cértima abrange uma área de 537,93 km² (53.792,88 ha). O rio Cértima nasce a

cerca de 380 m de altitude na Serra do Buçaco e caracteriza por ser maioritariamente um rio de planície, com a maior parte da área abaixo dos 100 m de altitude (Reis, 2000). O rio Cértima não é extenso nem caudaloso; percorre uma distância de 45 km no sentido Sul-Norte e, dependendo da época do ano, apresenta uma variabilidade considerável no seu caudal, cuja extensa planície aluvial, muitas vezes inundada pelas cheias, é utilizada para produção de milho, de vinha e de arroz (Ferreira, 2007).

Na sua foz, as águas do rio Cértima formam uma lagoa, denominada de Pateira de Fermentelos, que faz parte da área húmida da região de Aveiro e Águeda, sendo considerada um ecossistema bastante vulnerável devido às fortes pressões antrópicas (Ferreira, 2007). Apesar das pressões antrópicas, a lagoa mantém-se oligotrófica e com baixas concentrações de metais; o que pode estar associado à sua condição parcialmente assoreada, o que mitiga a mobilização de metais e nutrientes retidos nos sedimentos no fundo da lagoa (Sena, 2007).

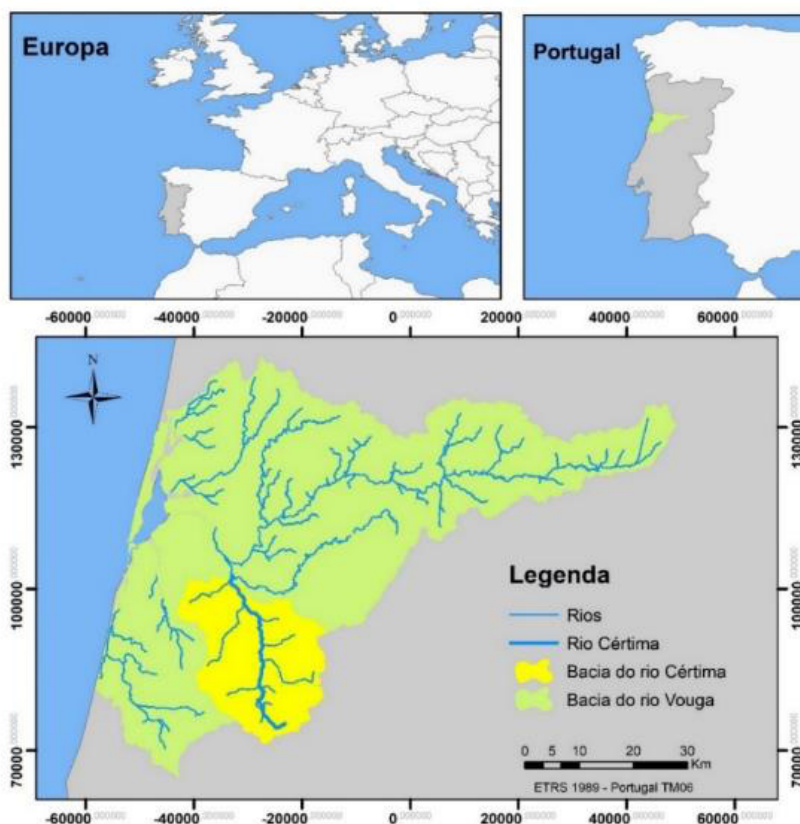


Figura 1
Localização geográfica da bacia do rio Cértima, em Portugal.

2.2. Diagnóstico da área - geoindicadores

Preliminarmente foi executado um diagnóstico geral da área de estudo a partir dos seguintes geoindicadores: Bioma; Clima; Geomorfologia; Geologia; Pedologia; Hipsometria e Declividade. A Tabela 1 apresenta detalhes das fontes dos dados utilizados.

Tabela 1

Fontes dos dados dos geoindicadores utilizados para diagnóstico preliminar da bacia do rio Cértima, Portugal

Geoindicador	Fontes dos dados
Bioma	Mapa de Ecorregiões Terrestres do Mundo (Terrestrial Ecoregions of the World - TEOW) publicado pelo World Wildlife Fund (WWF, 2012)
Clima	Atlas Climático Ibérico (classificação climática de Köppen-Geiger)
Geomorfologia	Mapa Geomorfológico de Portugal à escala 1: 500.000, publicado pelo Instituto Geográfico e Cadastral em 1980 (Ferreira, 1980)
Geologia	5ª edição da Carta Geológica de Portugal à escala 1:500 000, publicada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1992 (LNEG, 2019).
Pedologia	Carta de Solos de Portugal, em formato vetorial, referente à Carta I.13 do Atlas do Ambiente (ambiente físico), disponibilizadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APAMBIENTE, 1982).
Hipsometria e declividade	Dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) disponibilizados na plataforma EarthExplorer; ID SRTM1N40W009V3; resolução 1-ARC; coordenadas 40, -9.

Tabela 2

Métricas de paisagem calculadas para a bacia do rio Cértima, Portugal

Tipologia	Métricas de paisagem		Descrição
Tamanho	CA	Class Area	Área total da classe: soma da área de todos os remanescentes florestais (ha)
	TLA	Landscape Area	Área total da paisagem: equivalente a área total da bacia hidrográfica analisada (ha)
	NumP	Number of Patches	Número de manchas: número total de remanescentes florestais na paisagem
	MPS	Mean Patch Size	Tamanho médio dos remanescentes florestais (ha).
	MedPS	Median Patch Size	Tamanho mediano dos remanescentes florestais (ha).
	PSSD	Patch Size Standard Deviation	Desvio padrão do tamanho das manchas
	PSCo	Patch Size Coefficient of Variance	Coefficiente de variação do tamanho das manchas, em percentagem (%)
Borda	TE	Total Edge	Total de bordas: Comprimento total do perímetro (borda) dos remanescentes florestais (m)
	ED	Edge Density	Densidade de borda: Relação TE/TLA (m/ha)
	MPE	Mean Patch Edge	Média de borda: Relação TE/NumP (m)
	MPAR	Mean Perimeter-Area Ratio	Média da relação perímetro/área (m/ha)
Forma	MSI	Mean Shape Index	Índice médio de forma: valor acima de 1 que expressa o quanto a forma de um fragmento se aproxima de um círculo. Quanto mais distante de 1, menos semelhante a um círculo é a forma dos remanescentes
	AWMS	Area Weighted Mean Shape Index	Índice médio de forma ponderado pela área: onde o MSI índice de forma é ponderado pela área dos fragmentos, de forma que fragmentos maiores pesem mais do que os menores
	MPFD	Mean Patch Fractal Dimension	Dimensão fractal média das manchas: expressa a complexidade de forma da mancha através de valores que variam de 1 (forma simples) a 2 (forma mais complexa)
	AWMPFD	Area Weighted Mean Patch Fractal Dimension	Dimensão fractal média da mancha ponderada pela área: equivale a métrica MPFD, ponderada pela área, ou seja, remanescentes maiores recebem um peso maior que os menores, visto que as grandes manchas possuem uma tendência de serem mais complexas do que as pequenas manchas.

2.4. Metodologia Landscape Assessment Protocol (LAP) e LAP Conservation Index

De modo a identificar se as formas de uso e ocupação do solo nas quais as bacias hidrográficas estão inseridas tem relação com as fragilidades dos remanescentes florestais e a fim de complementar a discussão das métricas de paisagens avaliadas, realizou-se uma análise de campo em locais selecionados da bacia do rio Cértima, por meio do método Landscape Assessment Protocol (LAP) - Protocolo de Avaliação da Paisagem.

Desenvolvido por Vlami et al. (2019) este protocolo permite avaliar as condições de determinada paisagem, classificando-a em um de cinco estágios de conservação, podendo ser aplicado a todo e qualquer tipo de paisagem, natural ou não. O protocolo prevê, ainda, a avaliação de quinze (15) métricas, onde cada uma representa um elemento da paisagem, suscetível a alterações diante de

pressões e/ou interferências antrópicas. As métricas estão divididas em seis grupos distintos: (1) Uso do solo; (2) Estruturas construídas; (3) Poluição; (4) Biodiversidade; (5) Integridade de ecossistema; e (6) Qualidade estética (Vlami et al., 2019).

Seguindo a metodologia, cada métrica foi pontuada por 4 diferentes avaliadores a partir de um ponto, com visão de 180 graus da paisagem e um raio de variação de, no máximo, 50 m. A pontuação para cada métrica variou de 1 (má) a 10 (excelente), sendo excelente (10) considerada como a “condição de referência”, na qual se verifica alta integridade e naturalidade. A partir disto, o “LAP CI” (LAP Conservation Index) foi calculado pela média da pontuação multiplicada por dez, resultando em um índice que varia de 0 a 100 (Vlami et al., 2019). A Tabela 3 apresenta o protocolo utilizado em campo e na Tabela 4 são apresentadas as classes de qualidade de acordo com LAP CI.

Para a aplicação do método foram selecionados para análise seis pontos localizados na bacia do rio Cértima, classificados como remanescentes florestais, sendo quatro na Mata Nacional do Buçaco, um no Parque do Carreiro Velho e um junto à Pateira de Fermentelos (Tabela 5).

Tabela 3
Protocolo utilizado em campo - Metodologia LAP

Categoria	Métrica	Pontuação
Uso do solo <i>Land Use</i>	Padrão de Uso do Solo (<i>Land Use Pattern</i>)	1 - 10
	Agricultura (<i>Agriculture</i>)	1 - 10
	Malha Rodoviária (<i>Roads Network</i>)	1 - 10
Estruturas construídas <i>Human-made structures</i>	Edificações (<i>Buildings</i>)	1 - 10
	Interferência Antropogênica Moderna (<i>Modern Anthropogenic Interference</i>)	1 - 10
Poluição <i>Pollution</i>	Poluição, Lixo e Detritos (<i>Pollution, Garbage & Debris</i>)	1 - 10
	Experiência olfativa (<i>Smellscape Pleasantness</i>)	1 - 10
	Flora (<i>Flora</i>)	1 - 10
Biodiversidade <i>Biodiversity</i>	Vida selvagem e habitat de vida selvagem (<i>Wildlife & Wildlife habitat</i>)	1 - 10
	Vegetação (<i>Vegetation</i>)	1 - 10
Integridade de ecossistema <i>Ecosystem integrity</i>	Linhas costeiras e / ou condições ribeirinhas (<i>Shorelines and/or Riparian Conditions</i>)	1 - 10
	Alteração hidrológica (<i>Hydrologic Alteration</i>)	1 - 10
	Pastagem de gado (<i>Livestock Grazing</i>)	1 - 10
Qualidade estética <i>Aesthetic quality</i>	Atratividade da paisagem (<i>Landscape Attractiveness</i>)	1 - 10
	Qualidade sonora (<i>Soundscape Quality</i>)	1 - 10
SOMA		Até 150
LAP CI (Pontuação geral)		Até 100
“Soma” dividida pelo total de métricas apuradas X 10		

Tabela 4
Classes de qualidade de acordo com LAP CI - Metodologia LAP

Classe de Qualidade	Descrição das condições	LAP CI	Cor
Excelente	Condição de conservação favorável. Paisagem natural/semi-natural ou paisagem cultural de qualidade excepcional com alto grau de elementos e características naturais.	≥ 85	
Boa	Condição de conservação favorável. Perto de paisagem natural ou cultural com leve degradação; paisagem urbana ou periurbana de alta qualidade	70 - 84	
Moderada	Condição de conservação desfavorável. Paisagem moderadamente degradada com inúmeras mudanças e pressões modernas.	50 - 69	
Má	Condição de conservação desfavorável. Paisagem degradada. Área urbana ou periurbana moderadamente degradada.	31 - 49	
Muito má	Condição de conservação desfavorável. Paisagem não urbana severamente degradada ou paisagem cultural / urbana degradada.	≤ 30	

Fonte: Vlami et al. (2019).

Tabela 5

Locais de aplicação da Metodologia LAP

Local	Detalhes	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
1. Mata Nacional do Buçaco	a. Restaurante/ Lanchonete	40° 22' 35,20" N	8° 21' 56,46" O
	b. Trilha Floresta Relíquia	40° 22' 29,20" N	8° 21' 00,20" O
	c. Mirante	40° 22' 15,78" N	8° 21' 56,93" O
	d. Fonte Fria	40° 22' 40,78" N	8° 22' 02,53" O
2. Parque do Carreiro Velho	Estrutura de birdwatching próxima à água	40° 33' 08,68" N	8° 30' 23,34" O
3. Pateira de Fermentelos	Margem próxima ao Hotel Estalagem da Pateira	40° 34' 21,67" N	8° 30' 57,55" O

3. Resultados e Discussão

3.1. Geoindicadores

3.1.1. Bioma e clima

Segundo o Atlas Climático Ibérico e de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, no território de Portugal prevalecem dois tipos principais de climas, sendo maioritariamente Climas Temperados (Tipo C) e algumas áreas de Clima Seco (Tipo B). Os subtipos climáticos predominantes em Portugal consistem no Clima Csa e Csb. Trata-se de um tipo climático cuja temperatura média do mês mais frio varia entre 0 e 18°C, tendo um período seco no verão (AEMET & IPM, 2011).

Na bacia do rio Cértima o clima característico é o Csb, caracterizado pelo verão temperado, com temperaturas médias menores ou iguais a 22°C, e está presente em quase todo o litoral oeste de Portugal Continental (AEMET & IPM, 2011). Associado à este clima estão os biomas “Floresta Temperada Latifoliada e Floresta Mista” e “Florestas mediterrâneas, bosques e matagal” (Figura 2). As Florestas Temperadas Latifoliadas e Florestas Mistas são caracterizadas por sua ampla variabilidade de temperatura e precipitação. Diferentemente das florestas tropicais, estas apresentam maior parte da biodiversidade concentrada muito perto do solo da floresta. Abrigam também espécies altamente sensíveis a fragmentação de habitat; contudo, são florestas que apresentam alto potencial de restauração (WWF, 2019a).

Por sua vez, as florestas mediterrâneas, bosques e matagais se caracterizam pelos verões quentes e secos e invernos mais úmidos, período com a maioria das precipitações. As comunidades naturais

deste bioma são altamente sensíveis, tanto à fragmentação de habitat quanto ao pastoreio e às alterações devido aos regimes de incêndio (WWF, 2019b).

3.1.2. Geologia e Geomorfologia

A bacia do rio Vouga, onde se integra a bacia do rio Cértima, está situada na região ocidental da Península Ibérica, uma área que abrange duas grandes e importantes unidades geológicas e morfoestruturais: o Maciço Antigo (ou Maciço Hespérico) e a Orla Mesoceno-zóica Ocidental (APAMBIENTE, 2012). O Maciço Antigo abrange terrenos pré-cambrianos e paleozoicos recobertos por depósitos detríticos de idade terciária ou quaternária. De acordo com Lotze (1956 cit. em Apambiente, 2012), a porção ocidental do Maciço Antigo está dividida em cinco zonas que se diferenciam devido às suas características geológicas, estratigráficas, tectônicas, tipo e grau de metamorfismo e magmatismo. Duas integram a região abrangida pelas bacias do rio Vouga, Mondego e Lis. Trata-se da Zona Centro-Ibérica (ZCI) e da Zona Ossa-Morena (ZOM) (APAMBIENTE, 2012).

A Zona Centro-Ibérica (ZCI) caracteriza-se principalmente por sua heterogeneidade quanto ao grau de metamorfismo e presença abundante de granitóides. Além disso, é marcada pela discordância dos Quartzitos Armoricanos, ordovícicos, que assentam sobre o Complexo Xisto-Grauváquico (CXG), de idade pré-cambriana a cambriana. A ZCI foi afetada por metamorfismo de pressão intermediária ao qual se sobrepôs outro metamorfismo de baixa pressão, acompanhado de injeção de corpos ígneos (Martinez et al., 1990 cit. em Dinis, 2004).

A Zona de Ossa-Morena (ZOM), por sua vez, surge na região do Vouga, Mondego e Lis apenas em contato com a Orla Mesoceno-zóica Ocidental e a Zona Centro-Ibérica, formando um alinhamento tectônico, que consiste em um cisalhamento dúctil entre Tomar e Porto, formando uma estrutura

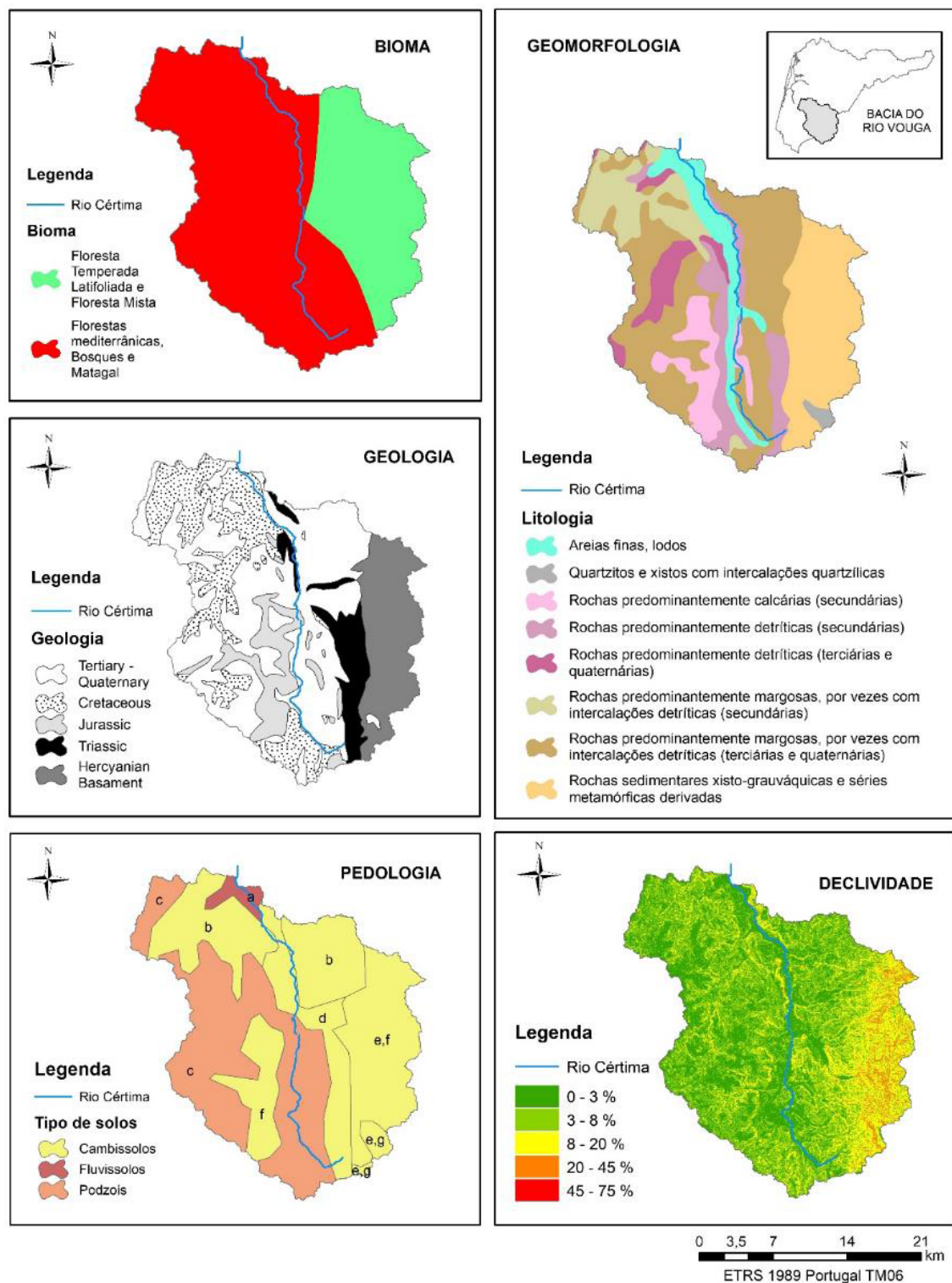


Figura 2
Geoindicadores na bacia do rio Cértima, Portugal.

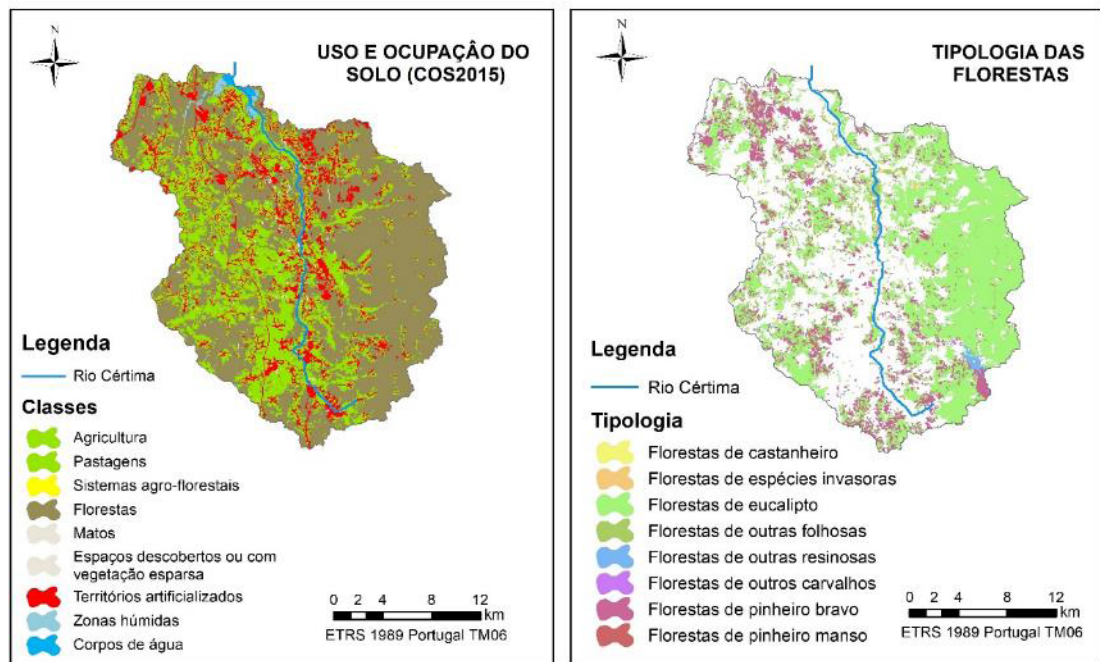


Figura 3
Uso e ocupação do solo e tipologia das florestas na bacia do rio Cértima, Portugal.

conhecida como falha de Coimbra (cisalhamento de direção Norte-Sul) (APAMBIENTE, 2012). No Vale do Cértima, esta zona se dispõe em uma faixa norteada que raramente ultrapassa os 2 km de largura, com materiais que se apresentam intensamente deformados (Dinis, 2004) (Figura 2).

É importante referir que tal condicionamento tectônico exerceu uma forte influência sobre o padrão de drenagem dos rios desta região, como é o caso do rio Cértima, que corre no sentido Sul-Norte. Como refere Ferreira (1978), a direção da fluência deste rio, bem como dos rios Antuã e Caima (sentido Norte-Sul), “quase paralelos à costa oceânica e indiferentes ao declive geral da plataforma litoral para oeste, indica a existência de acidentes tectônicos de direção N-S com deslocamentos recentes.

No que diz respeito à Orla Mesocenoica Ocidental, em sua porção ocidental instalou-se uma alongada fossa cujos sedimentos mesozóicos apresentam espessura máxima. Nesta área distinguem-se três grandes séries, de acordo com a natureza do material (APAMBIENTE, 2012): Rochas predominantemente detríticas, dominando na base do Mesozóico, no Jurássico Superior, no Cretácico e no Terciário; alternância de rochas margosas e detríticas, frequentes no Jurássico Superior e no Cretácico; e,

Rochas francamente calcárias. A Figura 2 apresenta a distribuição geográfica.

3.1.3. Pedologia

De acordo com informações do Atlas do Ambiente (AI, 2007a) sintetizadas por Ferreira (2007) no mapa apresentado na Figura 2, na bacia do rio Cértima estão presentes predominantemente três tipologias de solo, que refletem diretamente as condições da litologia e do relevo da área, são eles: Cambissolos, Podzóis ou Podzólicos e Fluvisolos (Ferreira, 2007).

Os cambissolos abrangem a maior parte da área da bacia; caracterizam-se por serem solos mais jovens, em fase inicial de formação e, logo, não apresentam quantidades significativas de argila, matéria orgânica ou compostos de alumínio e ferro. Resultam principalmente da alteração de granitos, xistos e algumas rochas sedimentares; além disso, são encontrados em áreas mais húmidas e de relevo mais acentuado (Ferreira, 2007; Silva, 2008).

Por sua vez, os podzóis são solos mais espessos, que se caracterizam por um horizonte de acumulação de ferro, alumínio e/ou matéria orgânica sob um horizonte lixiviado; desenvolvem-se predominantemente nas formações detríticas arenosas (Ferreira, 2007). Por fim, com menor representatividade,

Tabela 6

Resultados das métricas de paisagem da bacia do rio Cértima, Portugal

Tipologia	Métricas de paisagem calculadas no Patch Analyst		Resultados
Tamanho	CA	Class Area	8.490,13 ha
	TLA	Landscape Area	53.792,88 ha
	NumP	Number of Patches	1213
	MPS	Mean Patch Size	7,00 ha
	MedPS	Median Patch Size	2,37 ha
	PSSD	Patch Size Standard Deviation	24,93
	PSCoV	Patch Size Coefficient of Variance	361,12 %
Borda	TE	Total Edge	2.110.163,40 m
	ED	Edge Density	39,23 m/ha
	MPE	Mean Patch Edge	1739,62 m
	MPAR	Mean Perimeter-Area Ratio	674,92 m/ha
	MSI	Mean Shape Index	1,93
Forma	AWMSI	Area Weighted Mean Shape Index	3,57
	MPFD	Mean Patch Fractal Dimension	1,37
	AWMPFD	Area Weighted Mean Patch Fractal Dimension	1,38

existem ainda os fluvissois. Na bacia do rio Cértima encontram-se os fluvissois êutricos (não ácidos), caracterizados como solos de aluvião e pouco desenvolvidos. Encontram em depósitos estratificados recentes de sedimentos fluviais, lacustres ou marinhos, especialmente em zonas periodicamente inundadas, como é o caso da Pateira de Fermentelos (Ferreira, 2000).

É importante ressaltar ainda que nas zonas onde se formam os cambissolos húmicos, dístricos ou crômicos existe uma maior propensão para a erosão do solo. Esta propensão reduz-se um pouco nas zonas onde se desenvolvem cambissolos cálcicos e podzóis órticos e é, ainda, menor nas zonas dos fluvissois êutricos (Ferreira, 2007).

3.1.4. Hipsometria e Declividade

Como já citado anteriormente, o rio Cértima se caracteriza por ser maioritariamente um rio de planície, com a maior parte da área drenada a situar-se abaixo dos 100 m de altitude (Reis, 2000). Esta condição se reflete em grande parte de sua bacia hidrográfica, na qual mais de 66% da área apresentam altitude inferior aos 100 m. Um relevo mais acidentado é encontrado apenas na zona da margem direita do rio Cértima onde, segundo Silva (2008), predominam xistos e grauvaques. Nesta região as altitudes chegam a ultrapassar 300 m; tal condição morfológica é determinada pelas serras do Caramulo e do Buçaco. Na restante bacia, que compreende o Vale

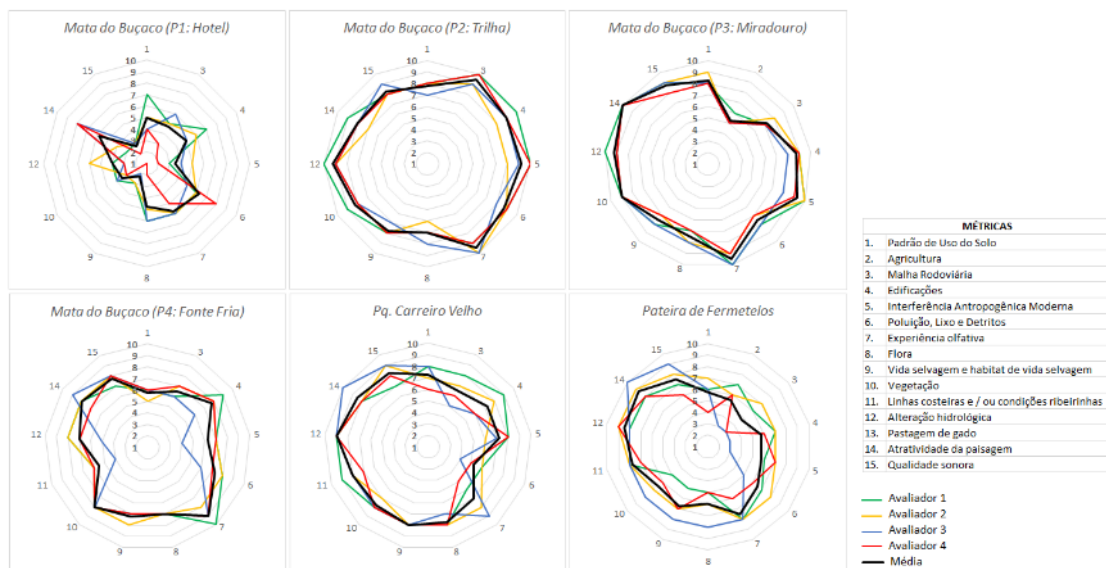
do Cértima, o relevo é menos acidentado, com vales largos que possibilitam uma agricultura diversificada e onde se encontram os principais aglomerados populacionais da bacia (Almeida, 1988).

Em relação à declividade, na bacia do rio Cértima a maior parte da área apresenta declives inferiores a 8% (Figura 2), podendo ser classificada como áreas de relevo plano ou suave ondulado, segundo classificação da Embrapa (1979). As áreas com declividade superior 8% são predominantes na região oriental da bacia. Como destaca Silva (2008), o declive dos terrenos exerce influência bastante significativa sobre a velocidade de escoamento superficial e, portanto, afeta o tempo de concentração da água da chuva, o que leva a outras inúmeras consequências (Silva, 2008), como cheias, inundações, erosão do solo, etc.

3.1.5. Uso e ocupação do solo

Através da Carta de Ocupação do Solo (COS2015) pode constatar-se que na bacia do rio Cértima o solo é predominante ocupado por florestas (54.86%). Em segundo e terceiro lugar predominam a agricultura (31.62%) e os territórios artificializados (11.45%) (Figura 3).

Embora as políticas para florestação tenham sido bastante eficazes, levando ao aumento significativo das classes florestais em território português, as tipologias florestais que compõem estas áreas não evoluíram homogeneamente. Até os anos 1970 a

**Figura 4**

Resultados da aplicação do Landscape Assessment Protocol (LAP) em locais selecionados na bacia do rio Cértima, Portugal.

grande expansão florestal foi promovida, sobretudo, por meio do pinhal; já a partir de 1980, caracterizou-se pela grande expansão dos eucaliptais. Vale lembrar também que, diferentemente do que ocorre no restante da Europa, a maioria das áreas florestais em Portugal não são propriedades públicas, mas privadas, o que as condicionaram mais fortemente a fatores econômicos do que políticos (Fidalgo & Páscoa, 2007; Projeto LANDYN, 2014).

Um exemplo disso foi justamente o crescimento da indústria do papel e, consequentemente, a grande expansão das florestas de eucalipto que, além de serem inerentes à produção, apresentam rápida capacidade de desenvolvimento e menores exigências de gestão. Tão grande foi a expansão das florestas de eucalipto que resultou inclusive na necessidade de políticas de controle de grandes e homogêneas plantações de uma única espécie (Projeto LANDYN, 2014). Na bacia do rio Cértima, uma análise mais detalhada da tipologia das florestas presentes mostra que os eucaliptais ocupam mais de 50% da área da bacia, representando 71.04% das áreas florestais, seguidos pelos pinheirais que representam 20.10% (Figura 3).

Existem muitos questionamentos acerca das plantações de eucaliptos e suas implicações, dentre as quais as principais abrangem: a qualidade do solo; o nível de sustentabilidade destas plantações; as condições desfavoráveis para o desenvolvimento das

comunidades de fauna e vegetação espontânea; etc (Fabião, Madeira, Carneiro, & Lousã., 2007; Madeira et al., 2007; Onofre, 2007). Entretanto, as discussões a respeito dos eucaliptais e seus impactos não se dão exclusivamente sobre as características intrinsecamente desfavoráveis destes povoamentos, mas fundamentam-se também, e talvez principalmente, na expansão deste tipo de plantação e seus efeitos sobre o ambiente. Isto porque, em geral, a expansão do eucaliptal promove uma ocupação não ordenada e planejada do espaço (Onofre, 2007).

As plantações de eucalipto fazem parte da silvicultura intensiva. Por se caracterizarem por um estrato arbóreo monoespecífico, onde se busca controlar os fatores e/organismos competitivos, são entendidas como uma cultura industrial, cujo objetivo é maximizar a produção, no caso, lenhosa. Desta forma, estas florestas diferem bastante das florestas naturais (carvalhos e galerias ripícolas) e das florestas tradicionais exploradas de forma extensiva, que apresentam naturalmente interações muito mais complexas (Onofre, 2007).

Entretanto, a questão principal é, como bem declara Onofre (2007), a necessidade do estabelecimento de um planejamento a nível de paisagem rural e/ou florestal, promovido de forma sustentada, que busque a integração entre os diferentes usos, incluindo as ocupações florestais, e a substituição de extensas áreas de monoculturas por mosaicos mais

equilibrados e ricos. Se referindo especialmente aos solos, Madeira (2007) destaca ainda a importância da adoção de sistemas de gestão que consideram a paisagem e as características físicas, químicas e biológicas deste solo, a fim de reconhecer a maior ou menor susceptibilidade dos mesmos e, se necessário, adotar formas de gestão alternativas.

3.1.6. Remanescentes florestais na bacia do rio Cértima

Diante das considerações apresentadas anteriormente e todas as discussões a respeito das florestas de eucalipto, o presente estudo adotou como remanescentes florestais, para a execução das análises posteriores, apenas as demais formações florestais, sendo predominantes: florestas de pinheiro bravo (69.8% da área florestal), seguida por florestas de outras folhosas (26.2%), outras resinosas (3.3%), outros carvalhos (0.6%), pinheiro manso (0.1%) e, por último, florestas de castanheiro (0.02%).

Desta forma, na bacia do rio Cértima foram identificados um total 1213 remanescentes florestais (NumP), que ocupam uma área de 8.490,13 ha (CA), equivalente a 15.78% da área da bacia (53.792,88 ha). Os resultados das métricas de paisagem calculadas para a bacia, considerando estes remanescentes florestais mapeados, estão apresentados na Tabela 6.

A área média destes remanescentes (MPS) é de 7,00 ha; entretanto, a mediana (MedPS) de 2,37 ha indicando que a maior parte dos remanescentes florestais apresenta área inferior à média da bacia. Desta forma, verifica-se que existe uma variação considerável no tamanho dos remanescentes, expressa ainda pelo alto valor do desvio-padrão (PSSD) e coeficiente de variação (PSCoV), respectivamente, de 24.93 e 361.12%. A área de um fragmento é um parâmetro muito importante para explicar as variações de riqueza de biodiversidade, visto que quanto menor a área desse fragmento florestal, maior é a influência de fatores externos, o que acaba afetando os processos internos do ecossistema (Moro & Milan, 2016).

A métrica de borda ED indicou que os remanescentes florestais apresentam uma densidade de bordas de 39,23 m/ha, considerando a área total da bacia do rio Cértima. De acordo com métrica MPE, cada remanescente florestal apresenta um comprimento médio de borda de 1.739,62 m. Vários autores concluíram que um elevado número de fragmentos associado a uma alta densidade de bordas, a um

baixo valor médio de área total e área central indicam que grande número de fragmentos estejam fortemente sujeitos ao efeito de borda, especialmente fragmentos pequenos, nos quais a área central é muito próximo a zero (Fernandes, Fernandes, Almeida, Gonzaga, & Gonçalves, 2017).

Desta forma, as métricas de forma refletem relações um pouco mais complexas entre área e perímetro dos remanescentes, das quais podem ser extraídas algumas informações bastante pertinentes. Na bacia do rio Cértima, verificou-se que a relação média perímetro/área (MPAR) é de 674,92 m/ha, ou seja, para cada ha de área florestal remanescente existem 674,92 m de borda. Sendo assim, por apresentarem uma grande extensão de contato com o ambiente exterior e estarem dispersos como manchas em uma paisagem de mosaico, os fragmentos florestais podem sofrer distúrbios oriundos da combinação de fatores naturais e antrópicos que agem na área limítrofe entre o fragmento e seu entorno; distúrbios, esses, denominados como efeitos de borda (Blumenfeld et al., 2016)

De acordo com Pirovani et al. (2014), o impacto do efeito de borda está ainda relacionado à forma do fragmento, incrementando à medida em que aumenta a relação perímetro/área e, consequentemente, a irregularidade do formato do fragmento. Por este motivo, foram calculadas as métricas Índice de forma (MSI) e Índice de forma ponderado pela área (AWMSI). Ambas expressam o quanto o formato do fragmento se assemelha a um círculo, sendo que quanto mais próximo for de 1 mais semelhante será do círculo; entretanto, a métrica AWMSI considera o tamanho do remanescente como um peso ponderador. Os resultados obtidos foram, respectivamente, de 1.93 e 3.57.

MSI igual a 1.93, ou seja, valor relativamente próximo a 1, reflete que de forma geral os remanescentes apresentam formato que não se distancia muito do formato circular. Entretanto, quando considerado o tamanho destes remanescentes, nos quais remanescentes maiores têm mais peso, verificou-se que este índice sobe consideravelmente para o valor de 3.57. Como constatado por Fernandes e Fernandes (2017), formatos mais regulares estão associados especialmente a fragmentos pequenos e/ou muito pequenos; isto indica que o aumento do tamanho dos fragmentos geralmente resulta em formatos mais irregulares. Desta forma, conclui-se que apesar dos fragmentos menores serem altamente

suscetíveis ao efeito de borda devido sua área reduzida, nos fragmentos maiores a ocorrência de efeito de borda está associada principalmente à irregularidade da forma do remanescente.

3.1.7. Landscape Assessment Protocol (LAP) e LAP Conservation Index (LAP CI)

Conforme apresentado na metodologia, a partir destas análises gerais acerca dos remanescentes florestais mapeados na bacia do rio Cértima foram selecionados seis locais para a execução de uma análise qualitativa em campo: a aplicação do LAP (Landscape Assessment Protocol). Os pontos foram analisados por quatro avaliadores de diferentes formações e níveis acadêmicos, sendo: Avaliador 1, estudante de mestrado da área ambiental; Avaliador 2 e 3, especialistas na área ambiental; e Avaliador 4, estudante de ensino médio/ secundário.

Os resultados obtidos para a ponderação de cada uma das métricas do protocolo LAP, avaliadas em cada local, por cada avaliador, estão apresentadas na Figura 4. Nota-se que os valores indicados pelos especialistas são um pouco mais críticos quando comparados àqueles ponderados pelos estudantes de nível secundário e superior (mestrado). Apesar disto, todos se aproximam consideravelmente da média e são bem representados por ela. Importante ressaltar que nem todas as 15 métricas foram avaliadas em cada local, pois algumas não se aplicavam; desta forma, foram consideradas apenas aquelas que puderam ser avaliadas.

A partir da média das métricas acima, foi calculado o LAP Conservation Index, também denominado como LAP CI (Vlami et al., 2019). A partir dos valores de LAP CI obtidos para cada local, os mesmos puderam ser classificados quanto a sua qualidade de conservação, cujos resultados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7

LAP Conservation Index (LAP CI) e qualidade de conservação nos locais avaliados na bacia do rio Cértima, Portugal

Local	LAP CI	Qualidade
Mata do Buçaco (P1: Hotel)	44.4	Má
Mata do Buçaco (P2: Trilha)	85.2	Excelente
Mata do Buçaco (P3: Miradouro)	89.8	Excelente
Mata do Buçaco (P4: Fonte Fria)	71.5	Boa
Pq. Carreiro Velho	75.2	Boa
Pateira de Fermentelos	66.6	Moderada

O ponto 1 da Mata Nacional do Buçaco (P1: Hotel), que corresponde à porção central da mata foi o local que apresentou o menor LAP CI, equivalente a 44.4 e classificado como qualidade má. Este resultado está principalmente associado à presença de infraestruturas construídas como: loja, restaurantes, o Bussaco Palace Hotel e outras construções históricas e infraestrutura de turismo.

Por sua vez, os demais pontos da Mata Nacional do Buçaco, classificados com qualidade boa (P4: Fonte Fria) e excelente (P2: Trilha e P3: Miradouro) apresentavam ocupações e presença antrópicas bastante reduzidas, conservando em maior escala as características naturais do ambiente. Quanto ao Parque do Carreiro Velho, cuja qualidade de conservação também foi classificada como boa, ressalta-se que apresenta características florestais naturais bastante distintas daquelas encontradas na Mata Nacional do Buçaco, entretanto, não tendo sido identificadas grandes fontes de pressão antrópica.

Por fim, a Pateira de Fermentelos foi classificada com qualidade moderada. Nas suas imediações foram identificadas pressões antrópicas como ocupação próxima ao corpo d'água (construções, ruas, estradas...), adução de água para irrigação, baixa expressão de espécies vegetais naturais em torno do corpo d'água etc. A Figura 5 apresenta uma visão panorâmica dos seis locais avaliados.

4. Considerações finais

Por meio do presente estudo foi possível identificar que:

1. Apesar da elevada percentagem de áreas florestais na bacia do rio Cértima, grande parte delas são eucaliptais; isto pode representar um problema ambiental, por se tratar de uma forma de monocultura intensiva, com consideráveis implicações sobre o solo, a biodiversidade e a paisagem;
2. O alto número de remanescentes florestais na bacia do rio Cértima (1220), indica uma condição de alta fragmentação florestal, explicada ainda por remanescentes de área predominantemente pequena e que, aliada a outros fatores como o índice de forma (MSI) e relação



Figura 5
Visão panorâmica dos locais onde foram aplicados o Landscape Assessment Protocol (LAP) na bacia do rio Cértima, Portugal.

perímetro-área (MPAR), encontram-se sujeitos ao efeito de borda.

3. A metodologia Landscape Assessment Protocol (LAP) mostrou-se como ferramenta eficaz para a análise quali-quantitativa dos remanescentes florestais selecionados da bacia do rio Cértima. Através dela foi possível identificar o grau de qualidade das áreas avaliadas, podendo, desta forma, complementar a análise espacial realizada em nível de bacia com informações de nível local, verificadas exclusivamente em campo.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE) concedida à primeira autora (Processo n.º 2019/02698-1); e às universidades Pontifícia Universidade Católica de Campinas (Brasil) e Universidade de Coimbra (Portugal).

Bibliografia

- AEMET & IPM (2011). *Atlas climático Ibérico: temperatura do ar e precipitação (1971-2000)*. Madrid: Clossas-Orcoyen S. L. Acedido a 15 jun. 2019, em <http://www.ipma.pt/resources/www/docs_pontuais/ocorrencias/2011/atlas_clima_iberico.pdf>
- Almeida, A. C. (1988). O Concelho de Anadia. Do Cértima ao rebordo montanhoso. Um contributo da Geografia Física para o Urbanismo. *Cadernos de Geografia*, 7, 3-85.
- Almeida, D., Rocha, J., Neto, C., & Arsénio, P. (2016). Landscape metrics applied to formerly reclaimed saltmarshes: A tool to evaluate ecosystem services? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 181, 100-113. doi:10.1016/j.ecss.2016.08.020
- APAMBIENTE. Agência Portuguesa do Ambiente (1982). *Atlas do ambiente - Carta de Solos*. Acedido a 20 jul. 2019, em <<https://sniambgeoportal.apambiente.pt/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B1846D260-9F13-4C42-B853-85B533048DEA%7D>>.
- APAMBIENTE. Agência Portuguesa do Ambiente (2012). *Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na Região Hidrográfica 4: Plano 2 - Caracterização Geral e Diagnóstico: 1.3 - Geológica e Geomorfológica*. Acedido a 24 jul. 2019, em: <https://sniambgeoviewer.apambiente.pt/Geodocs/geoportaldocs/Planos/PGRH4/RB%5CParte2%5C1.Caracterizacao_Geral%5C1.3_Geologica%5Crh4_p2_s1_3_rt_final.pdf>.
- APAMBIENTE. Agência Portuguesa do Ambiente (2016) *Plano de Gestão de Região Hidrográfica 2016/2021: Vouga, Mondego e Lis, Parte 1 - Enquadramento e Aspectos Gerais*. Acedido a 09 jun. 2019, em: <https://www.apambiente.pt/_zdata/Politicas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRH/2016-2021/PTRH4A/PGRH4A_Parte1.pdf>.
- APAMBIENTE. Agência Portuguesa do Ambiente. (2015) *Plano de Gestão de Região Hidrográfica 2016/2021: Vouga, Mondego e Lis, Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico*. Acedido a 09 jun. 2019, em: <https://www.apambiente.pt/_zdata/Politicas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRH/PGRH_ParticipacaoPublica/PGRH_2/PTRH4A/PGRH4A_Parte2.pdf>.
- Bargos, D. C., & Matias, L. F. (2011). Áreas Verdes Urbanas: Um Estudo De Revisão e Proposta Conceitual. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 6(3), 172-188. doi:10.1590/S1982-45132012000100012
- Blumenfeld, E. C. et al. (2016). Relações entre o tipo de vizinhança e efeitos de borda em fragmento florestal. *Ciência Florestal*, 26(4), 1301-1316. doi:10.5902/1980509825150
- Camargo, M., Soares, I. N., Hoffmann, C. A., Camargo, M. A. S., Masutti, G. C., Friedrich, L. F., & Uliana, R. S. (2013). A sustentabilidade urbana analisada através do estudo de implantação de corredores verdes em dois logradouros da cidade de Cruz Alta/RS. *Revista Gedecon*, 1(1), 127-135.
- Choudhary, K., Boori, M. S., & Kupriyanov, A. (2018). Spatial modelling for natural and environmental vulnerability through remote sensing and GIS in Astrakhan, Russia. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 21, 139-147. doi:10.1016/j.ejrs.2017.05.003
- Dinis, P. A. H. D. M. (2004). *Evolução Pliocênica e Quaternária do Vale do Cértima* (Tese de Doutorado em Geologia). Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos*. Rio de Janeiro (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).
- Fabião, A., Madeira, M., Carneiro, M., & Lousã, M. (2007). Os impactos do eucaliptal na biodiversidade da vegetação sob coberto. In A. M. Alves, J. S. Pereira, & J. M. N. Silva (Eds.), *O Eucaliptal em Portugal: Impactes Ambientais e Investigação Científica* (pp. 177-208). Lisboa: ISAPress. Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.5/1309>

- Fernandes, M. & Fernandes, R. D. M. (2017) Análise Espacial da Fragmentação Florestal da Bacia do Rio Ubá - RJ. *Ciência Florestal*, 27(4), 1429-1439. doi:10.5902/1980509830330
- Fernandes, M., Fernandes, M., Almeida, A., Gonzaga, M. I. S., Gonçalves, F. (2017) Ecologia da Paisagem de uma Bacia Hidrográfica dos Tabuleiros Costeiros do Brasil. *Floresta e Ambiente*, 24 (e00025015). doi:10.1590/2179-8087.025015
- Ferreira, A. B. (1978). *Planaltos e Montanhas do Norte da Beira. Estudo de Geomorfologia*. Série Memórias do Centro de Estudos Geográficos, 4. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos.
- Ferreira, A. M. P. J. (2000). *Dados Geoquímicos de Base de Sedimentos Fluviais de Amostragem de Baixa Densidade de Portugal Continental: Estudo de Factores de Variação Regional* (Dissertação de Mestrado em Geociências). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Ferreira, D. B. (1980). *Mapa Geomorfológico de Portugal*. Lisboa.
- Ferreira, R. S. V. (2007). *Avaliação hidroquímica e da qualidade da água na bacia do rio Cértima (Portugal)* (Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Fidalgo, B. & Páscoa, F. (2007). A expansão do eucaliptal e as modificações das paisagens. In A. M. Alves, J. S. Pereira, & J. M. N. Silva (Eds.), *O Eucaliptal em Portugal: Impactes Ambientais e Investigação Científica* (pp. 329-356). Lisboa: ISAPress.
- Gaviria, A. C., & Montealegre, R. O. (2010). Análisis del paisaje y su relación con La regeneración del roble (*Quercus humboldtii* BONPL.) em el municipio de Popayán, Departamento del Cauca. *Revista Colombia Forestal*, 13(2), 189-200. Disponível em <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v13n2/v13n2a02.pdf>
- Jesus, E. N., Ferreira, R. A., Aragão, A. G., Santos, T. I. S., & Rocha, S. L. (2015). Estrutura dos fragmentos florestais da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim-SE, como subsídio à restauração ecológica. *Revista Árvore*, 39(3), 467-474. doi:10.1590/0100-67622015000300007
- Kaly, U., Briguglio, L., McLeod, H., Schmall, S., Pratt, C., & Pal, R. (1999). Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarise national environmental vulnerability profiles. In *SOPAC Technical Report 275*. New Zealand: NZODA. Disponível em <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/27406>
- Liao, X., Li, W., & Hou, J. (2013). Application of GIS based ecological vulnerability evaluation in environmental impact assessment of master plan of coal mining area. *Procedia Environmental Sciences*, 18, 271 - 276. doi:10.1016/j.proenv.2013.04.035
- LNEG. Laboratório Nacional de Energia e Geologia (2019). *Carta Geológica de Portugal à escala 1:500.000*. Acedido em 20 jul. 2019, em <<http://geoportal.lneg.pt/metadados/catalog/search/resource/details.page?uuid=2eb2f088f61446e99ed6f5d6ef97ada2>>
- Londe, P. R., & Cezar, M. P. A (2014). Influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. *Hygeia*, 10(18), 264-272. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/26487>
- Madeira, M., Cortez, N., Azevedo, A., Magalhães, M. C., Ribeiro, C., & Fabião, A. (2007). As plantações de eucalipto e o solo. In A. M. Alves, J. S. Pereira, & J. M. N. Silva (eds.), *O Eucaliptal em Portugal: Impactes Ambientais e Investigação Científica* (pp. 137-176). Lisboa: ISAPress.
- Moro, R. S., & Milan, E. (2016). Natural Forest Fragmentation Evaluation in the Campos Gerais Region, Southern Brazil. *Environment and Ecology Research*, 4(2), 74-78. doi:10.13189/eer.2016.040204
- Onofre, N. (2007). Os impactes do eucaliptal na fauna selvagem. In A. M. Alves, J. S. Pereira, & J. M. N. Silva (Eds.), *O Eucaliptal em Portugal: Impactes Ambientais e Investigação Científica* (pp. 209-254). Lisboa: ISAPress.
- Pirovani, D. B., Silva, A. G., Santos, A. R., Cecilio, R. A., Gleriani, J. M., & Martins, S. V. (2014). Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. *Revista Árvore*, 38(2), 271-281. doi:10.1590/S0100-67622014000200007
- Projeto Landyn (2014). *Uso e Ocupação do Solo em Portugal Continental: Avaliação e Cenário Futuros*. Lisboa: DGT.
- Querido, C. M. P. F. (2014). *Processos de Transformação da Paisagem - Influências do passado e do presente* (Relatório de Estágio - Prática Pedagógica de Mestrado em Ensino de História e de Geografia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário). Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Reis, A. R. (2000). *Condicionantes hidrogeológicas e antrópicas na mobilização de elementos poluentes. Um estudo nos rios Águeda e Cértima (Portugal Central)* (Dissertação de Mestrado em Geociências). Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Sena, C. (2007). *Interacções água subterrânea-água superficial na zona da Pateira de Fermentelos (Portugal)* (Dissertação de Mestrado em Geociências). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Silva, M. H. M. P. (2008). *Avaliação e monitorização integrada do estado da qualidade da água do rio Cértima* (Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Villa, F. & McLeod, H. (2002). Environmental vulnerability indicators for environmental planning and decision-making: guidelines and applications. *Environmental Management*, 29, 335-348. doi:10.1007/s00267-001-0030-2
- Vlami, V., Zogaris, S., Djuma, H., Kokkoris, I. P., Kehayias, & Dimopoulos, P. (2019). A Field Method for Landscape

Conservation Surveying: The Landscape Assessment Protocol (LAP). *Sustainability*, 11. doi:10.3390/su11072019

WWF. World Wildlife Fund (2012). *Terrestrial Ecoregions of the World*. 2012. Acedido a 30 jul. 2019, em <<https://www.worldwildlife.org/publications/terrestrial-ecoregions-of-the-world>>

WWF. World Wildlife Fund (2019). *Temperate broadleaf and mixed forests*. Acedido a 23 set. 2019, em <https://www.worldwildlife.org/biomes/temperate-broadleaf-and-mixed-forests>

WWF. World Wildlife Fund (2019). *Temperate grasslands, savannas and shrublands*. Acedido a 23 set. 2019, em <https://www.worldwildlife.org/biomes/mediterranean-forests-woodlands-and-scrubs>