

Quercetea

Volume 1

Dezembro de 1999

ISSN 0874-5250



Associação Lusitana de Fitossociologia (ALFA)
Fédération Internationale de Phytosociologie (FIP)



FÉDÉRATION INTERNATIONALE
de PHYTOSOCIOLOGIE

Quercetea, revista da Associação Lusitana de Fitossociologia (ALFA), tem como objectivo dar a conhecer trabalhos originais de investigação no campo da botânica, designadamente sobre vegetação e flora. A sua publicação é periódica, pelo menos bienal.

Comissão Editorial: Mário Fernandes Lousã, M^a Dalila Espírito-Santo e Jorge Henrique Capelo .

Comissão do redactorial: Carlos Aguiar e Ana Carvalho.

Revisores: Alfredo Asensi Marfil (Málaga), Angel Penas (Leão), Blanca Diez Garretas (Málaga), Carlos Aguiar (Bragança), Carlos Neto (Lisboa), Carlos Pinto Gomes (Évora), Cipriano Valle Gutierrez (Salamanca), Ilídio Moreira (Lisboa), Jean-Marie Géhu (Bailleul), Jesús Izco Sevillano (Santiago de Compostela), João do Amaral Franco (Lisboa), Jorge Henrique Capelo (Lisboa), José Alves Ribeiro (Vila-Real), José António Molina Abril (Madrid), José Carlos Costa (Lisboa), José Luíz Pérez Chiscano (Villanueva de la Serena), M^a Inmaculada Romero (Santiago de Compostela), Manuel Costa (Valencia), M^a Dalila Espírito-Santo (Lisboa), Mário Fernandes Lousã (Lisboa), Miguel Ladero Alvarez (Salamanca), Salvador Rivas-Martínez (Madrid), Teresa Ferreira (Lisboa) e Tomás Diaz González (Oviedo)

Secretaria de Redacção, Serviço de Subscrições, Tesouraria:

Departamento de Protecção das Plantas e Fitoecologia
Instituto Superior de Agronomia
Tapada da Ajuda
1399 Lisboa codex
Portugal
FAX 21 3635031
Tel. 21 3602021

ISBN: 08745250

Depósito Legal: 135044/99

Impresso: Escola Tipográfica - Bragança

Editado nos Serviços de Imagem do Instituto Politécnico de Bragança

Publicado em Dezembro de 1999

Bordaduras de bosques de *Quercus rotundifolia* Lam. no Parque Natural de Montesinho

João Azevedo e Fernanda Caçador*

RESUMO: Avaliaram-se variações da vegetação em bordaduras de bosques de azinheira no Parque Natural de Montesinho. Seleccionaram-se 10 manchas de azinhal maduro onde foram estabelecidas 4 linhas de amostragem de 25 m segundo gradientes interior-exterior. Ao longo dessas linhas foram estabelecidos pontos de amostragem a distâncias regulares de 5 m, nos quais foram avaliados: percentagem de coberto, densidade e diâmetro à altura do peito de árvores adultas de azinheira; percentagem de coberto, densidade, e biomassa de plantas arbustivas; riqueza específica e diversidade de espécies arbustivas; e densidade e percentagem de coberto de regeneração natural de azinheira. Calculou-se ainda o contraste florístico e efectuou-se uma análise de "moving split-window" para as variáveis do estrato arbustivo. Os resultados indicam a presença de uma zona de transição gradual do interior para o exterior das manchas de extensão considerável, dentro da qual se observa uma zona de alterações mais acentuadas nas variáveis arbustivas que corresponde à diminuição brusca do número de árvores e da percentagem de coberto de azinheira. Nessa zona verifica-se um aumento da percentagem de coberto, densidade, biomassa e diversidade do estrato arbustivo. Considerando esta zona como o limite das manchas de azinhal os resultados indicam que bordaduras destes bosques poderão ter uma extensão de 15 a 20 m. Manchas de azinhal deverão ter uma dimensão de 30-40 m de forma a conservarem condições de interior.

Palavras chave: azinheira, *Quercus rotundifolia*, bordaduras, dimensão de manchas

ABSTRACT: Edges of *Quercus rotundifolia* Lam. woods at the Montesinho Natural Park. Edge is the outer band of vegetation patches, usually forest patches, where biomass, diversity and abundance are different from the interior of patches due to the specific microenvironmental conditions existing. Structure, composition and extension of edges have

* Departamento Florestal - Escola Superior Agrária de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300 Bragança

implications in landscape management as well as in biodiversity conservation. At the landscape level, edges act like filters of energy, materials and some species flowing across landscapes. They act also as habitat and dispersal elements for other species. At the landscape elements level, edge extension and composition affect the size and shape of patches to establish or maintain. Adult woods of holm-oak (*Genisto hystricis-Quercetum rotundifoliae*) are among the most threatened woods in the Montesinho Natural Park. Woods dominated by holm-oak occupy about 1080 ha (1.4 %) of this Park. Old woods are very rare and the existing ones very small in size. The study of edges of holm-oak patches is important in terms of conservation of these formations since it can contribute to the definition of size and shape of interest for woods restoration and conservation, according to different conservation strategies at the Montesinho Natural Park. In this work we evaluated changes in vegetation along edges of holm-oak patches at the Montesinho Natural Park. Using aerial photographs and vegetation cartography we selected ten mature woods presenting central areas with cover of 100 % and not adjacent to agriculture fields. We placed 4 sampling lines of 25 m. in the North, South, East and West directions of the edges of the patches, according to the inside-outside gradient. The central point of these lines was placed where tree cover was about 70 % decreasing rapidly in the outside direction. Along these lines we placed sampling points at regular distances of 5 m. In each point we evaluated cover percentage, density, and diameter at the breast high of trees; cover, density, high, and biomass of shrubs; shrub richness and diversity; and density and cover of natural regeneration of holm-oak. We used 10 m interception lines placed perpendicularly to the 25 m lines at the sampling points for tree and shrub cover, the Bitterlich method for tree density, and the "point-centered quarter method" for shrub density. Biomass was evaluated based upon allometric relationships between biovolume (variable calculated by multiplying the cover percentage by the plant length) and biomass for each of the species found. We calculated also floristic contrast and a performed a moving split-window analysis based upon the squared Euclidean distance. Results indicate the presence of gradual transition zones from the interior to the exterior regions of holm-oak patches where individual trees still exist in some extension. There is, however, a region within this ecotone where cover, density, biomass, diversity of shrubs and natural regeneration of holm-oak trees present higher rates of change. Considering this region as the limits of the patches we can consider edge effects occurring in an extension of at least 15-20 m indicating that old holm-oak woods must be wider than 30-40 m to provide interior conditions.

Keywords: holm-oak, *Quercus rotundifolia*, edge, patch size

Introdução

Considera-se bordadura a banda externa de uma mancha de vegetação, geralmente arbórea, adjacente a um tipo de vegetação ou uso do solo diferente (ODUM, 1971; FORMAN & GODRON, 1986). Essa zona apresenta condições microambientais (luminosidade, intensidade do vento, humidade e temperatura) significativamente diferentes das presentes no interior de uma mancha (FORMAN & GODRON, 1986), condições essas a que estão geralmente associadas comunidades distintas bem como uma superior biodiversidade (FORMAN & GODRON, 1986; PETTY & AVERY, 1990). À diferente composição de espécies, densidade e diversidade nas bordaduras chama-se efeito de bordadura (ODUM, 1971; FORMAN & GODRON, 1986).

Bordaduras podem ser também consideradas ecótonos, genericamente definidos como áreas de transição entre sistemas ecológicos adjacentes (RISSER, 1995), à escala particular das manchas da paisagem (GOSZ, 1993). A este nível bordaduras constituem zonas de interacção entre elementos paisagísticos com taxas de alteração temporal ou espacial da estrutura e funcionamento ecológico superiores às da paisagem no seu todo (HANSEN *et al.*, 1992).

O conhecimento das bordaduras justifica-se sobretudo pelas implicações que a sua estrutura, composição e extensão têm na gestão da paisagem e das suas unidades constituintes e na conservação da biodiversidade. Ao nível da paisagem as bordaduras funcionam como filtros para energia, materiais e algumas espécies fluindo ao longo de um território (HANSEN *et al.*, 1992) e como habitat e meio de dispersão para outras espécies (GUSTAFSON & CROW, 1994; FRY & SARLÖV-HERLIN, 1997). Ao nível dos elementos da paisagem, a extensão e composição das bordaduras determina a dimensão e a forma das manchas a estabelecer ou conservar (FORMAN & GODRON, 1986; FRANKEL *et al.*, 1995). Manchas de pequena dimensão ou manchas alongadas (corredores) tendem a ser constituídas preponderantemente por bordadura, enquanto manchas de dimensão superior ou não alongadas possuem uma grande proporção de condições de interior (FORMAN & GODRON, 1986; MORRISON *et al.*, 1992).

A extensão de bordaduras depende, no entanto, das variáveis em consideração e do sistema em análise (WILLIAMS-LINERA, 1990; CHEN *et al.*, 1992). Na Índia, baseados na composição florística e em variáveis pedológicas JOSE *et al.* (1996) observaram bordaduras de 15 a 30m numa floresta tropical de altitude. Numa floresta tropical húmida do Panamá foram observadas bordaduras numa extensão de 15 a 20m considerando variáveis dendrométricas e microclimáticas (WILLIAMS-LINERA, 1990). Nos EUA, em florestas de folhosas caducifólias nos estados da Pensilvania e do Delaware, MATLACK (1994) observou efeitos de bordadura numa extensão até 40m em termos de distribuição de espécies vegetais. Em povoamentos de pseudotsuga no estado de Washington foram observadas bordaduras variando de 16 a 137m com base em variáveis dendrométricas e em regeneração natural (CHEN *et al.*, 1992).

Os bosques maduros de azinheira (*Genisto hystricis-Quercetum rotundifoliae*) são das formações arbóreas da área do Parque Natural de Montesinho (PNM) que mais ameaçadas se encontram. A azinheira ocupa 1080ha da área do PNM (correspondente a

1,4% da área total da área protegida) (FERNANDES, 1992), sendo embora as áreas de azinhal maduro extremamente raras e de dimensão muito reduzida. O estudo das características das bordaduras de azinhais torna-se fundamental, no âmbito da conservação destas formações, ao permitir servir de indicador à definição de dimensões e formas mais adequadas a objectivos particulares de conservação ou recuperação de azinhais degradados e à instalação de novos azinhais. Com este trabalho pretendemos definir uma extensão média de bordaduras de azinhal que possa ser utilizada como critério para a definição de dimensões de manchas, bem como caracterizar essas bordaduras na região Leste do Parque Natural de Montesinho.

Material e métodos

Foram seleccionadas ao longo do Rio de Onor e Rio Maçãs (zona Leste do PNM, Nordeste de Portugal), com recurso a fotografia aérea (cobertura pancromática da FAP de 1986) e cartografia às escalas de 1:50.000 (FERNANDES, 1992) e 1:25.000 (AGUIAR *et al.*, 1995), 10 bosques extremos e adultos de azinheira, apresentando uma porção central com um coberto da ordem dos 100% e não adjacentes a áreas agrícolas. Os bosques confinam com áreas de matos muito heterogéneas entre si, dominadas na generalidade dos casos por esteva, *Cistus ladanifer*, e urze, *Erica australis*.

Em cada bosque foram estabelecidas 4 linhas de amostragem de 25m, coincidentes com os seus limites a Norte, Sul, Este e Oeste, relativamente à zona central das

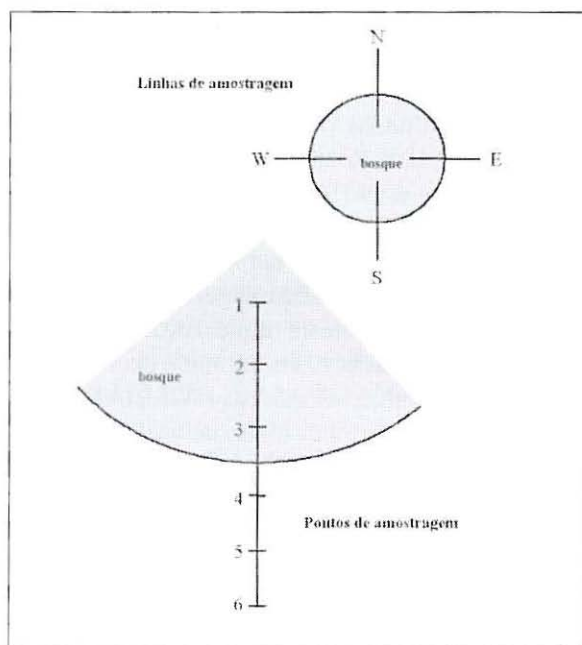


Figura 1 - Estabelecimento de linhas e pontos de amostragem.

manchas (Figura 1). Os limites dos bosques foram definidos como as zonas a partir das quais a percentagem de coberto evidenciava um decréscimo acentuado, baixando de aproximadamente 70%. Ao longo das linhas de amostragem foram dispostos 6 pontos de amostragem a distâncias regulares de 5m (Figura 1). Nos limites das manchas localizaram-se os pontos centrais das linhas (pontos 3 e 4), a partir dos quais foram localizados os restantes (Figura 1). A recolha de dados decorreu em Junho e Julho de 1996.

Quantificaram-se uma série de variáveis estruturais dos bosques ao nível dos componentes arbóreo e arbustivo.

A percentagem de coberto foi obtida, tanto para árvores como para plantas arbustivas, pela utilização de linhas de intercepção (CANFIELD, 1941) com o comprimento de 10 m, dispostas perpendicularmente à linha de amostragem.

Na determinação da densidade dos arbustos e da regeneração natural de azinheira utilizou-se o método "point-centered quarter method" (PIEPER, 1978), no qual se medem as distâncias do ponto de amostragem ao indivíduo mais próximo de determinada espécie em 4 quadrantes. A densidade por unidade de área é dada pelo inverso do quadrado da distância média. A densidade foi determinada apenas para as espécies interceptadas nas linhas utilizadas para a avaliação do coberto. Quando uma espécie não se encontrava presente em determinado quadrante foi-lhe atribuída uma distância de 5 m. Para as árvores a densidade e o diâmetro foram calculados a partir do método de amostragem proporcional a uma dimensão com base na prova da numeração angular, descrito por MARQUES (1995).

A altura das plantas arbustivas foi obtida pela medição da dimensão máxima dos indivíduos das espécies observadas na aplicação dos métodos anteriores.

A biomassa dos arbustos foi estimada por métodos indirectos baseados em relações alométricas entre a biomassa e o biovolume (variável obtida pela multiplicação da percentagem de coberto pela altura média para cada espécie), compilados por RODRIGUES (1995) e FERNANDES (comunicação pessoal, UTAD, 1996).

Para as árvores mediu-se ainda o diâmetro à altura do peito (dap). Considerou-se como regeneração natural de azinheira todas as plantas com menos de 7cm de dap.

Com base nas variáveis assim quantificadas determinou-se para cada ponto de amostragem a percentagem de coberto, por espécie e por estrato, a densidade, por espécie e por estrato, a altura por espécie para o estrato arbustivo, a biomassa por espécie e total do estrato arbustivo e a riqueza específica de plantas arbustivas.

A diversidade foi calculada pela aplicação dos Índices de Diversidade de Shannon (H) e de Simpson (SI), de acordo com McGARIGAL & MARKS (1995):

$$H = -\sum (p_i) \ln(p_i) \quad SI = 1 / \sum p_i^2$$

em que p_i é a proporção (coberto) de cada espécie em cada ponto de amostragem. Estes índices são medidas não apenas de diversidade mas também da proporcionalidade das espécies presentes. Ambos resultam em zero quando uma única espécie apresenta um coberto de 100%. Valores elevados correspondem tanto a um elevado número de espéci-

es presentes como a uma distribuição equitativa da proporção dessas espécies. O Índice de Shannon produziu indeterminações do tipo $\ln(0)$ quando não se encontraram espécies arbustivas nos pontos de amostragem. Nesses casos optamos por atribuir o valor zero à variável.

Utilizou-se ainda o contraste florístico (FCab), medida que compara duas áreas adjacentes (A e B) em termos de composição florística com base no número de espécies em cada uma delas (S_A e S_B) e no número de espécies comuns às duas áreas (S_{AB}) (MAAREL, 1976):

$$FCab = (S_A - S_{AB}) + (S_B - S_{AB}) = S_A + S_B - 2S_{AB}$$

Outra medida de contraste florístico (PFCab) descrita por MAAREL (1976) obtém-se dividindo FCab pela soma do número de espécies em cada área subtraída pelo número de espécies comuns:

$$PFCab = (S_A + S_B - 2S_{AB}) / (S_A + S_B - S_{AB})$$

Valores elevados de FCab ou de PFCab são observados quando o número de espécies comuns a áreas adjacentes é baixo, servindo desta forma de indicador do contraste entre elas em termos de composição.

A detecção e análise dos ecótonos foi efectuada pela observação das curvas dos valores médios de cada variável em função do gradiente interior-exterior considerado. Estes valores médios foram estabelecidos com base em 36 linhas de amostragem, uma vez que optamos por eliminar 4 das 40 linhas estudadas por não cumprirem os requisitos que havíamos estipulado inicialmente relativamente à dimensão das árvores e à percentagem de coberto arbóreo das manchas. No cálculo da densidade e do coberto da regeneração de azinheira eliminou-se mais uma linha, devido ao facto de nela se terem registado valores 30 vezes superiores aos observados nas restantes.

Complementarmente utilizou-se uma análise de "moving split-window" para as variáveis do estrato arbustivo. Esta análise utiliza uma janela dividida em duas metades que se faz coincidir com dados localizados a distâncias regulares ao longo de transectos e se faz mover ao longo desses transectos (JOHNSTON *et al.*, 1992). Aplicou-se o Quadrado da

Distância Euclideana (SED), a expressão mais vulgarmente utilizada nesta análise, para calcular as dissimilaridades entre as duas metades (A e B) da janela:

$$SED_{nw} = \sum^a (X_{iAw} - X_{iBw})^2$$

em que, n é o ponto central entre duas metades da janela ou estação, w é o comprimento da janela e a é o número de variáveis em cada ponto de amostragem.

Uma vez que cada linha de amostragem compreende apenas 6 pontos de amostragem esta análise foi feita utilizando uma janela com um comprimento de duas unidades de amostragem dando origem a resultados para 5 estações.

Resultados

Como esperado, coberto e densidade de azinheira decrescem do interior para o exterior das manchas (Figura 2). A densidade (Figura 2a) é aproximadamente constante dentro e fora das manchas apresentando um acentuado decréscimo ao longo dos 10m que separam os pontos 3 e 5. O dap é praticamente constante ao longo do gradiente, apresentando um decréscimo de 20 para 18,5cm no ponto de amostragem mais externo (Figura 2a). O coberto arbóreo decresce gradualmente de 100 para aproximadamente 50% ao longo do gradiente amostrado (Figura 2b).

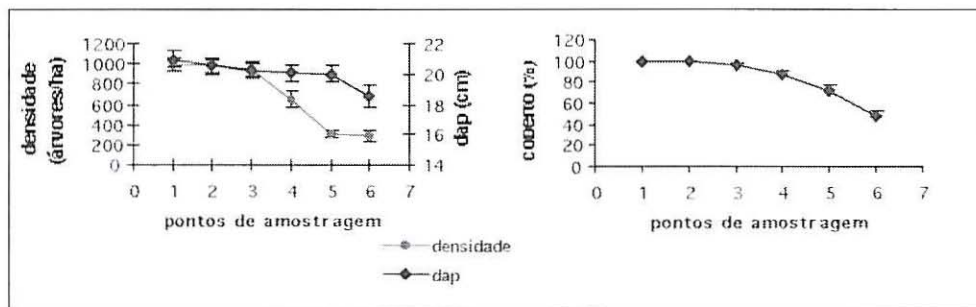


Figura 2 - Densidade, dap (a) e coberto (b) de azinheira ao longo do gradiente de amostragem. Resultados em valores médios \pm SE.

Ao nível da vegetação arbustiva, considerando todas as espécies presentes, observou-se um aumento gradual do coberto, mais pronunciado a partir do ponto 2 com um máximo de 31% no ponto 5 (Figura 3a); um aumento brusco da densidade a partir do ponto 2 até atingir um valor de 12.650 plantas/ha no ponto 3, e um máximo de 14.290 plantas/ha no ponto mais exterior (Figura 3a); e um aumento gradual da biomassa a partir do ponto 2, apresentando um máximo de 1,7 ton./ha no ponto 5 (Figura 3b) a partir do qual decresce.

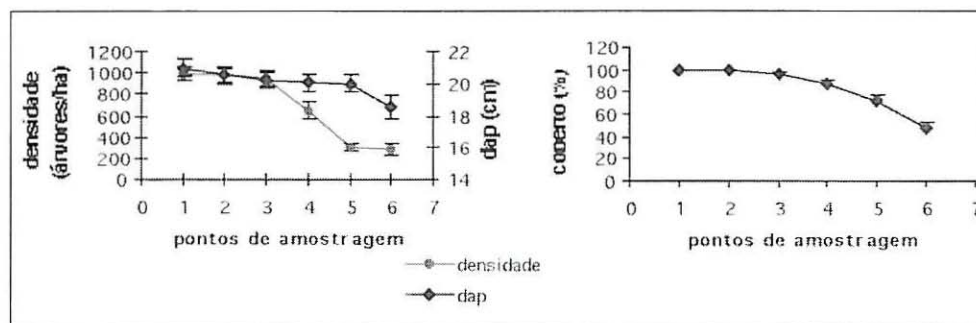


Figura 3 - Densidade, percentagem de coberto (a) e biomassa (b) de arbustivas ao longo do gradiente de amostragem. Resultados em valores médios \pm SE.

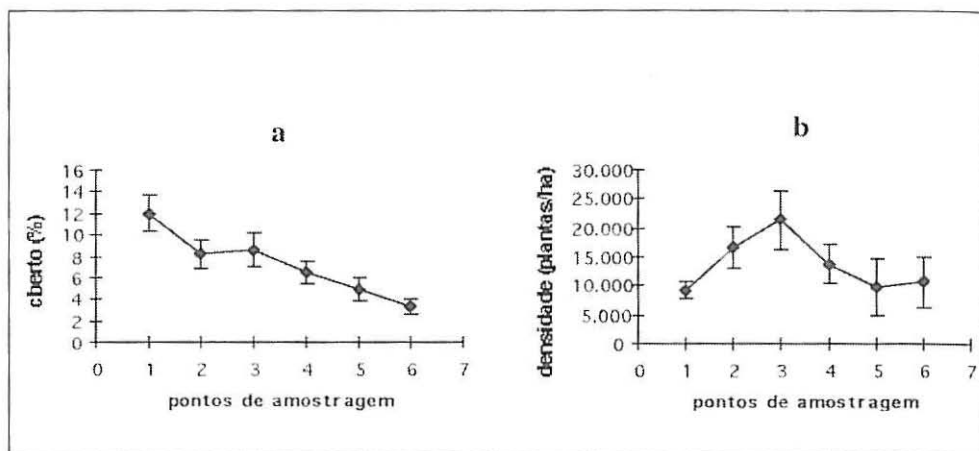


Figura 4 - Coberto (a) e densidade (b) da regeneração natural de azinheira ao longo do gradiente de amostragem. Resultados em valores médios \pm SE.

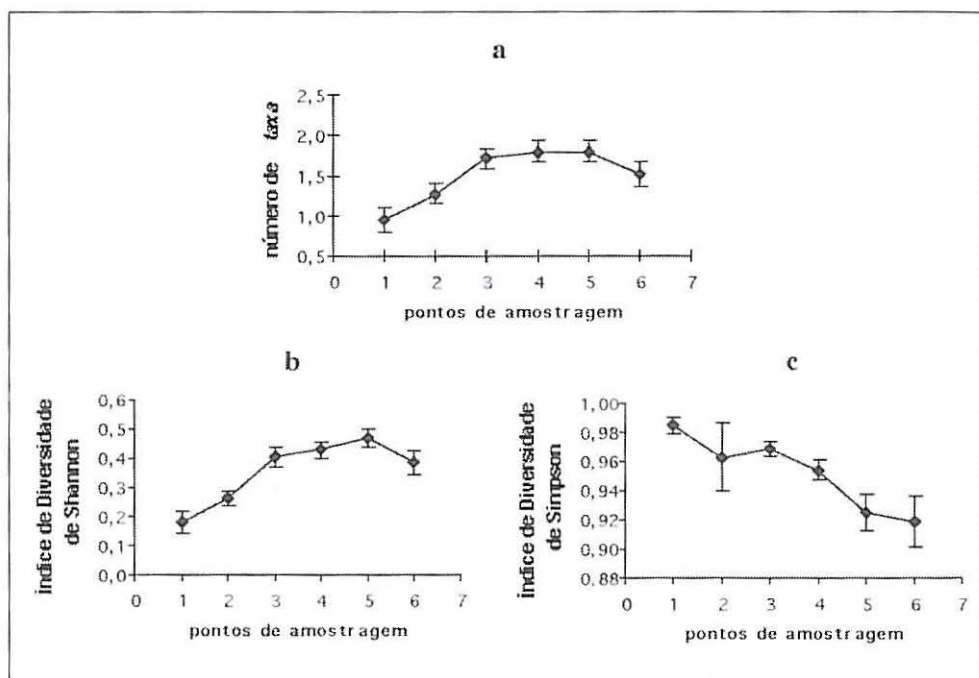


Figura 5 - Riqueza específica (a) e diversidade de acordo com os Índices de Diversidade de Shannon (b) e de Simpson (c) de plantas arbustivas ao longo do gradiente de amostragem. Resultados em valores médios \pm SE.

A regeneração natural de azinheira, expressa em plantas por hectare, apresenta um máximo no ponto 3 (21.400 plantas/ha) e, expressa em percentagem de coberto, apresenta um decréscimo gradual ao longo do gradiente considerado (12% no ponto 1; 3% no ponto 6) (Figura 4).

A riqueza específica é reduzida em toda a extensão das linhas de amostragem. Na totalidade das linhas observaram-se dez *taxa*: *Cistus ladanifer*, *Erica australis*, *Ulex minor*, *Lavandula stoechas* subsp. *sampaiana*, *Crataegus monogyna*, *Rosa* sp., *Ruscus aculeatus*, *Lonicera peryclimenum* subsp. *hispanica*, *Daphne gnidium* e *Citissus scoparius*. O máximo número de *taxa* observado por ponto de amostragem foi quatro e o mínimo zero. A riqueza específica apresenta um aumento gradual até ao máximo de 1,8 *taxa* nos pontos 4 e 5 (Figura 5a) a partir dos quais se verifica um decréscimo.

A diversidade expressa pelo Índice de Shannon apresenta uma curva semelhante à da riqueza específica (Figura 5b). O Índice de Simpson apresenta um decréscimo do interior para o exterior das manchas (Figura 5c). A variabilidade dos resultados dos índices é considerável sobretudo no caso do Índice de Simpson.

O contraste florístico FCab é relativamente reduzido nas regiões mais internas amostradas, sendo mais elevado e aproximadamente constante a partir dos pontos 2-3. PFCab decresce do interior para o exterior das manchas.

Os resultados da “moving split-window”, com base no quadrado da distância euclideana SED, indicam um aumento das dissimilaridades entre pontos de amostragem ao longo do gradiente amostrado (Figura 7). A magnitude das variáveis utilizadas tem uma forte influência nos resultados obtidos. Quando a densidade é considerada (Figura 7a, c e d) a curva resultante é praticamente a mesma, com o máximo de dissimilaridade no ponto mais externo, embora um máximo relativo seja obtido na estação entre os pontos 3 e 4. Quando a densidade é excluída observa-se um máximo no ponto 5. Em qualquer dos casos existe uma considerável variabilidade nos dados que é mais marcada quando se utiliza a densidade de arbustivas.

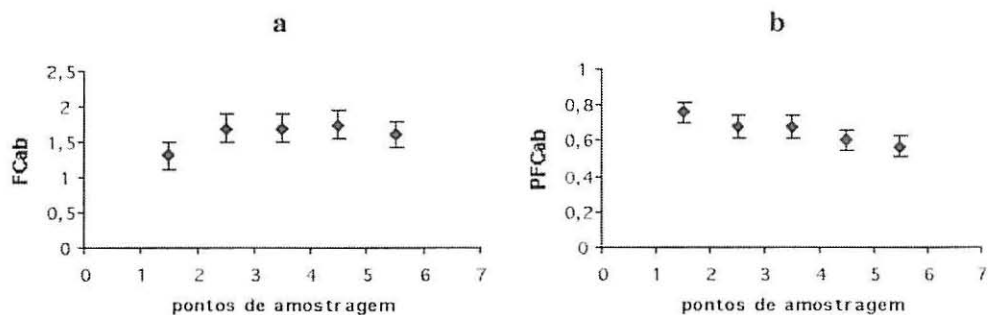


Figura 6 - Contraste florístico FCab (a) e PFCab (b) ao longo do gradiente de amostragem. Resultados em valores médios \pm SE.

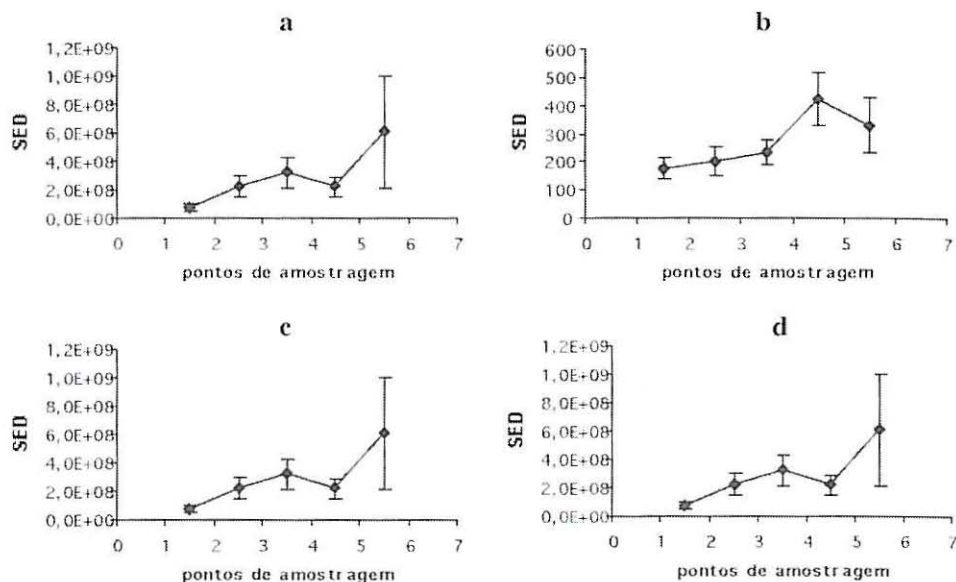


Figura 7 - Resultados da aplicação da "moving split-window" às variáveis relativas a plantas arbustivas: (a) SED considerando biomassa, coberto e densidade de arbustivas; (b) SED considerando biomassa e coberto (c) SED considerando coberto e densidade; (d) SED considerando biomassa e densidade. Resultados em valores médios \pm SE.

Discussão

As bordaduras de bosques de azinheira na área de estudo são consideravelmente diferentes das transições bruscas e de limites perfeitamente definidos entre florestas e pastagens, áreas agrícolas ou áreas submetidas a corte raso, habitualmente descritas na bibliografia. A transição entre o azinhal maduro e as áreas de matos é gradual e árvores de azinheira continuam a existir mesmo no exterior das manchas, embora com uma densidade e coberto reduzidos. Observaram-se contudo, comportamentos para as variáveis estudadas que se podem considerar típicos de bordaduras: a biomassa, a densidade e a percentagem de coberto de arbustivas e a densidade de regeneração natural de azinheira aumentam bruscamente na zona intermédia estudada e a riqueza específica e a diversidade (H) atingem um valor máximo nos pontos 4 e 5. Não se observou, no entanto, uma composição de espécies arbustivas distinta das comunidades adjacentes.

Estas alterações parecem ser captadas pelo contraste florístico (FCab), que indica a presença de uma zona de transição a partir da estação situada entre os pontos 2 e 3 no sentido do exterior das manchas, e pela análise de "moving split-window" que detecta uma zona de alteração entre os pontos 3 e 4, no que diz respeito às variáveis arbustivas. Os resultados da análise de "moving split-window" indicam também uma zona de maior alteração entre os ponto de amostragem mais exteriores. O contraste florístico PFCab não produz resultados tão evidentes uma vez que as variações ao longo do gradiente estudado são pouco acentuadas.

As alterações nas variáveis estudadas são visíveis a partir do ponto 1 que corresponde às condições de maior interioridade amostradas, sendo, no entanto, mais notórias à medida que os pontos de amostragem se aproximam do exterior.

Com base no nosso conhecimento relativamente à dinâmica espacial de manchas de azinhal nesta região e com base nos resultados deste trabalho, podemos colocar a hipótese de que estas zonas de transição gradual e de extensão considerável são o resultado da acção de fogos sistemáticos nesta área. Podemos igualmente colocar a hipótese de que estes fogos decrescem em intensidade à medida que se aproximam de condições de interior.

Têm sido observadas diversas situações no Parque Natural de Montesinho em que os azinhais são as únicas estruturas vegetais não consumidas por fogos de grande intensidade (incêndios na Serra de Montesinho em 1996 e no Vale do Rio Mente em 1997, nomeadamente). A actual presença de bosques maduros de azinheira em regiões com uma elevada ocorrência de fogos, muitos deles de elevada intensidade, sugere igualmente a existência de mecanismos de resistência a este tipo de perturbação. Esta resistência poderá dever-se à acentuada redução da biomassa arbustiva no sentido do interior das manchas, tal como se observou neste estudo, o que poderá conduzir à redução da intensidade do fogo ou à sua extinção no interior destes bosques. Por outro lado, a forma instantânea como a combustão das copas se processa, não permite a propagação do fogo ao interior das manchas a este nível (Manuel Rainha, PNM, comunicação pessoal). Se estas hipóteses se verificarem, as manchas de azinheira têm sofrido uma redução em dimensão pela acção do fogo, movendo as bordaduras no sentido do seu interior permanecendo no entanto, alguns indivíduos adultos "sobreviventes" no seu exterior. Estes indivíduos poderão ser aqueles que observamos no exterior das actuais manchas. De notar que enquanto a densidade de azinheira é reduzida no exterior, o diâmetro médio permanece praticamente inalterado excepto no ponto de amostragem mais externo.

Para além da presença destes ecótonos relativamente longos existe uma zona de extensão mais limitada e à qual correspondem as alterações mais acentuadas das variáveis estruturais quantificadas tanto ao nível arbóreo como arbustivo. Esta região que corresponde sensivelmente aos pontos 3 e 4 das linhas de amostragem pode ser considerada como o limite das manchas.

A metodologia utilizada neste trabalho, com base em transectos dispostos ao longo de um gradiente, é a geralmente usada na detecção e análise de ecótonos (JOHNSTON, 1992). Os resultados obtidos indicam que a dimensão das linhas utilizadas não é suficiente para descrever completamente o ecótono interior-exterior das manchas. No entanto, deve ser referida a dificuldade em estabelecer uma distância média para as linhas de amostragem uma vez que cada mancha confina com um conjunto específico de condições dando origem a grande variabilidade nos pontos mais externos, como se pode verificar pelo erro padrão da generalidade das variáveis nesta porção da linha de amostragem.

Relativamente à porção interna das manchas, apesar da escolha da dimensão das linhas de amostragem ter sido feita com base em observações prévias, pensamos não poder apresentar dados suficientes para a definição de uma extensão de bordaduras. Mesmo verificando-se nos pontos mais internos valores absolutos e taxas de alteração reduzidas para as variáveis estudadas, são necessários pontos de amostragem adicionais localiza-

dos em regiões mais internas das manchas para quantificar esta medida de forma mais conclusiva. Provisoriamente poderá ser adoptada uma extensão de 15 a 20 m até que novos dados sejam recolhidos. Desta forma, ao estabelecerem-se ou recuperaram-se povoamentos desta espécie, o que tem sido feito com alguma regularidade pelo corpo técnico do PNM, com o objectivo da conservação de condições de interior de azinhais maduros, pode considerar-se uma dimensão mínima igual a duas vezes a extensão da bordadura, ou seja, um diâmetro de 30-40m, no caso de povoamentos de forma aproximadamente circular, ou 30-40m de largura, no caso de povoamentos de forma alongada.

Os métodos utilizados para a detecção de ecótonos, parecem fornecer indicações importantes sobre as variáveis que consideram. Há, no entanto, alguns aspectos que nos merecem algumas considerações. O contraste florístico parece não ser muito efectivo em condições de riqueza específica reduzida. FCab resulta em zero tanto quando as áreas contíguas A e B têm o mesmo número de espécies como quando não se observam quaisquer espécies nessas áreas. Apesar de não parecer ter sido uma limitação neste estudo, a sua utilização em sistemas de reduzida diversidade pode ser limitada. PFCab apresentou poucas variações ao longo do gradiente considerado o que poderá também ser atribuído à baixa riqueza do sistema.

O quadrado da distância euclideana utilizado na "moving split-window" parece ser muito sensível à magnitude das variáveis utilizadas. A densidade de arbustivas influenciou os valores de SED quando considerada no seu cálculo. Apesar de ser recomendado o cálculo de SED com todas as variáveis amostradas (JOHNSTON, 1992) são necessárias algumas correcções através da limitação das variáveis que podem ser utilizadas ou através de processos de normalização.

Conclusões

As bordaduras de azinhais na região Este do Parque Natural de Montesinho são transições relativamente extensas e graduais entre condições de interior e exterior dos bosques em que árvores isoladas continuam a existir. Foram detectadas zonas do ecótono em que as alterações da percentagem de coberto, densidade e biomassa de arbustivas é acentuada e que podem ser consideradas limites dos bosques. Verificou-se uma tendência para a diversidade de *taxa* arbustivos ser superior nestas regiões.

Embora os resultados deste trabalho não sejam conclusivos parecem verificar-se, para as variáveis consideradas, alterações até pelo menos 12,5 m na direcção do interior das manchas. Sugerimos que provisoriamente uma distância de 15-20 m seja considerada na definição de bordaduras de manchas de azinheira nesta região, pelo que a manutenção de condições de interior destes bosques implica que povoamentos a instalar ou a preservar tenham pelo menos uma dimensão de 30-40 m.

Agradecimentos

Ao Parque Natural de Montesinho e à Escola Superior Agrária de Bragança pelo apoio logístico; aos Eng.^{os} Ana Paula Rodrigues e Manuel Rainha (PNM) pelo interesse e apoio dado, fundamentais à concretização deste trabalho; aos Eng.^{os} Ana Carvalho e Carlos Aguiar (ESAB) pela sugestão de divulgar este trabalho; ao Eng.^o Paulo Fernandes

(UTAD) por todos os esclarecimentos e pela cedência de bibliografia; ao Sr. José Vara (ESAB) pela ajuda imprescindível durante a recolha de dados; ao Dr. David Cairns (Texas A&M University) pela leitura do manuscrito e sugestões.

Bibliografia

- AGUIAR, C. *et al.* (1995) - *Carta de vegetação do Parque Natural de Montesinho*. Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança.
- CANFIELD, R. (1941) - Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. Forestry* **39**: 388-394.
- CHEN, J., FRANKLIN, J.F., & SPIES, T. (1992) - Vegetation responses to edge environments in old-growth Douglas-Fir forests. *Ecological Applications* **2**(4): 387-396.
- FERNANDES, C. (1992) - *A azinheira no Parque Natural de Montesinho*. Relatório Final de Estágio. UTAD. Vila Real.
- FORMAN, R. & GODRON, M. (1986) - *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons. New York.
- FRANKEL, O., BROWN, A. & BURDON, J. (1995) - *The conservation of plant biodiversity*. Cambridge University Press. New York.
- FRY, G. & SARLÖV-HERLIN, I. (1997). The ecological and amenity functions of woodland edges in the agricultural landscape; a basis for design and management. *Landscape and Urban Planning*, **37**: 45-55.
- GOSZ, J. R. (1993) - Ecotone hierarchies. *Ecological Applications* **3**(3): 369-376.
- GUSTAFSON, E. & CROW, T. (1994) - Modeling the effects of forest harvesting on landscape structure and the spatial distribution of cowbird brood parasitism. *Landscape Ecology* **9**(4): 237-248.
- HANSEN, A., RISSER, P. & DI CASTRI, F. (1992) - Epilogue: biodiversity and ecological flows across ecotones. In HANSEN A.J. & DI CASTRI, F. (Eds) - *Landscape boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-Verlag. New York.
- JOHNSTON, C.A, PASTOR, J., & PINAY, G. (1992) - Quantitative methods for studying landscape boundaries. In HANSEN A.J. & DI CASTRI, F. (Eds) - *Landscape boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-Verlag. New York.
- JOSE, S., GILLESPIE, A.R., GEORGE, S.J., & KUMAR, B.M. (1996) - Vegetation responses along edge-to-interior gradients in a high altitude tropical forest in peninsular India. *Forest Ecology and Management* **87**: 51-62.
- MAAREL, E. van der (1976) - On the establishment of plant community boundaries. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* **89**: 415-443.

- MARQUES, C. (1995) - *Apontamentos de Dendrometria*. UTAD. Vila Real.
- MATLACK, G.R. (1994) - Vegetation dynamics of the forest edge-trends in space and successional time. *Journal of Ecology*, **82**: 113-123.
- McGARIGAL, K. & MARKS, B.J. (1995) - *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351, USDA, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR.
- MORRISON, M., MARCOT, B. & MANNAN, R. (1992) - *Wildlife-habitat relationships. Concepts and applications*. The University of Wisconsin Press. Madison.
- ODUM, E. (1971) - *Fundamentos de ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- PETTY, S. & AVERY, M. (1990) - *Forest bird communities*. Forestry Commission Occasional Paper 26. Forestry Commission. Edinburgh.
- PIEPER, R. (1978) - *Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation*. New Mexico State University. Las Cruces. New Mexico.
- RISSER, P.G. (1995). The status of the science examining ecotones. *BioScience* **45**(5): 318-325.
- RODRIGUES, A. (1995) - *Caracterização dos combustíveis florestais e de sub-bosque no Parque Natural de Montesinho. Aplicação do sistema Behave*. Relatório Final de Estágio. UTAD. Vila Real.
- WILLIAMS-LINERA, G. (1990) - Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* **78**: 356-373.