

## **Resistência e Resiliência Ecológica. Uma Aproximação à Caracterização Fitoestrutural das Comunidades Arbustivas do Parque Natural do Alvão (Norte de Portugal)**

**António L. Crespi\***, **Cláudia P. Fernandes\*\***, **Adriano Castro\*\***, **Alda Pereira\*\***, **José Nascimento\*\*\***, **Vitório Martins\*\*\*\***, **Sónia Bernardos\*\*\***, **Francisco Amich\*\*\*\*\***

\* Professor Auxiliar, \*\* Licenciados Colaboradores

Departamento de Engenharia Biológica e Ambiental. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 202, 50011-911 VILA REAL.

\*\*\* Biólogo, \*\*\*\* Engenheiro Agrícola

Parque Natural do Alvão, Praceta do Tronco, Lote 17, 5000-443 VILA REAL

\*\*\* Biólogo, \*\*\*\*\* Professor Catedrático

Departamento de Botânica. Universidade de Salamanca, 37007 Salamanca, ESPANHA

**Sumário:** A intensa actividade pecuária nas áreas de montanha do Norte de Portugal ao longo da história provocou uma paisagem vegetal predominantemente arbustiva. O presente trabalho pretende realizar uma caracterização fitoestrutural deste tipo de comunidades, com a finalidade de desenvolver uma metodologia que ajude a quantificar o grau de resistência e resiliência destas comunidades, apoiando-se para isso nas suas respectivas expressividades e na dinâmica ecotónica intra e inter-comunitária.

A área seleccionada para a realização deste estudo foi o Parque Natural do Alvão (PNAL), o qual, pela sua situação (na transição climatológica ibero-atlântico/ibero-mediterrânica) e a intensa actividade ganadeira que sustenta, é um excelente representante da paisagem vegetal montanhosa do Norte do País.

Os resultados obtidos apontam para um mecanismo de adaptação da vegetação, não só à acção dos incêndios periódicos como também à pressão posterior do gado.

**Palavras-chave:** vegetação; actividade pecuária; adaptação

**Abstract:** The traditional high cattle breeding activity in the mountainous areas of the North of Portugal has created a shrubby landscape. A methodology to characterize the phytostruturale behaviour of these types of communities, based on the quantification of their resistance and resilience (under the point of view of the ecotonical intra and inter-community dynamic), has been the main objective of the present work.

The area of the Natural Park of Alvão (PNA) has been selected according to the geographic situation (in the atlantic/mediterranean iberian climatologic transition) and its intensive cattle breeding activity.

An apparent adaptation of the shrubby vegetation to fire and cattle pression is demonstrated.

**Key words:** vegetation; cattle breeding activity; adaptation

**Résumé:** L'intense activité d'élevage dans les régions de montagne du Nord du Portugal au long de l'histoire a créé un paysage végétal majoritairement arbustif. Dans ce travail une caractérisation phytostruturale de ce type de communautés est réalisée avec le but de développer une méthodologie qui permette d'évaluer le degré de résistance et résilience de ces communautés, en s'appuyant sur les respectives expressivités et sur la dynamique intra- et inter-communitaire.

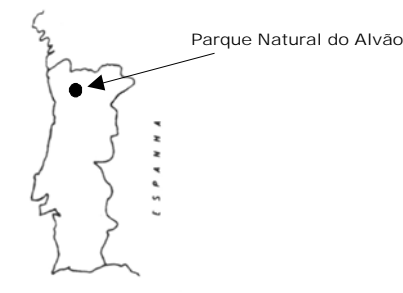
La zone sélectionnée pour cette étude est le Parc Naturel do l'Alvão (PNAI), qui par sa situation (dans la transition climatologique ibero-atlantique/ibero-méditerranéen) et son intense activité d'élevage, est un excellent représentant du paysage végétal de montagne du Nord du Portugal.

Les résultats obtenus montrent la présence d'un mécanisme d'adaptation de la végétation, non seulement dû à l'action périodique des incendies, mais aussi à la pression du bétail.

**Mots clés:** végétation; activité d'élevage; adaptation

## Introdução

O Parque Natural do Alvão (PNAL) constitui uma excelente representação da paisagem montanhosa do Nordeste português na transição atlântico-mediterrânica (Figura 1).



**Figura 1** - Localização da área de trabalho (Parque Natural do Alvão)

Extensas encostas de matagal expostas a cortes e queimas periódicas, sustento da criação de gado bovino e caprino sob regime de estabulação livre, transformam estas serras em áreas de vegetação predominantemente arbustiva, e portanto de grande importância económica. A interação entre a actividade ganadeira e a vegetação provocará alterações em maior ou menor grau neste tipo de comunidades, dependendo da

resistência e "resiliência" ecológica do geossistema, isto é, da capacidade que este tem para manter as suas funções ecológicas após a substituição de espécies pré-existentes no meio (BATABYAL, 1998; WHITFORD *et al.*, 1999).

Este tipo de procedimento, instalado de maneira tradicional, forma parte da própria conduta conservacionista do ganadeiro (BEEDELL e REHMAN, 1999), embora constitua uma degradação progressiva na relação solo-vegetação (NAVEH e DAN, 1973), determinando assim uma dinâmica própria da vegetação, aspectos estes básicos na consideração da estratégia de gestão da área. Por esta razão, a determinação da estratégia mais adequada necessitará da caracterização da vegetação, como um dos elementos bióticos essenciais, não só desde a perspectiva da diversidade e estrutura própria das comunidades analisadas, como também da importância económica ligada a elas (GARCÍA DÍAZ, 1991; FOSBERG *et al.*, 1999).

A riqueza paisagística do PNA é essencialmente o resultado da combinação geológico-climática característica desta zona. O PNA instala-se sobre dois tipos básicos de substrato geológico: (1) no Centro e Norte da área do Parque o substrato é predominantemente silicó-

la, formado por um granito de duas micas, com frequentes e acentuados afloramentos rochosos e uma evidente tendência à criação de leptossóis úmbricos graníticos; (2) a Sul, já nas redondezas da Serra do Marão, o substrato geológico é predominantemente xistoso-grauváquico, com tendência, igualmente, à formação de leptossóis úmbricos, neste caso xistosos.

Esta divergência na constituição geológica proporciona uma evidente variação nas capacidades edáficas, mais limitativas na área silicícola e, por esta razão, no desenvolvimento e aparência da vegetação. Os solos mais profundos da área xistosa facilitam uma mais rápida geração de matos altos, bem como zonas de pastagem natural de maior qualidade que no Centro e Norte do Parque.

Como já foi referido anteriormente, a variabilidade geológica não é a única razão da diversidade fitossociológica contida no PNA. De facto, a área do Parque está inserida no centro do eixo Alvão-Marão, que, desde uma perspectiva fitoclimatológica, é uma das barreiras mais ocidentais da província cántabro-atlântica, formando o que recentemente foi designado por superdistrito do Alvão-Marão (COSTA *et al.*, 1998). Este superdistrito ocupa uma posição aparentemente intermédia entre o domínio ibérico-atlântico e o domínio ibérico-mediterrânico e, por conseguinte, caracterizado por uma acusada transição climatológica, a qual provoca transições florísticas igualmente intensas (CRESPI *et al.*, 2001a).

De acordo com os dados proporcionados pela estação pluviométrica de Lamas de Olo para o período 1941-70 a precipitação anual é de 1930.8 mm, com um déficit hídrico entre os meses de Junho a Setembro, e temperaturas

médias anuais nas isotérmicas entre os 10°C e os 15°C (INMG, 1988; GODINHO e MACHADO, 1990).

A conjugação destes e outros parâmetros ambientais facilita uma igual heterogeneidade fitossociológica. De acordo com os argumentos expostos por SOUTINHO *et al.* (1997), este tipo de comunidades vegetais estão incluídas na Classe *Calluno-Ulicetea* Br.-Bl. & Tüxen 1943 in Rivas-Martínez 1979, com matos baixos (*Genistello tridentatae-Ericetum cinerae* Rothmaler 1954 em. R.Tx. in R.Tx. & Oberdorfer 1958) e altos (*Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis* Rothmaler 1954 em. Rivas-Martínez 1979) inseridos entre os matagais mediterrânico-iberoatlânticos (*Ulicetalia minoris* Quantin 1935) distribuídos na vertente atlântica da Península Ibérica (LOIDI ARREGUI *et al.*, 1997).

Nos fundos de vale, nas áreas pouco declivosas de ocorrência de ribeiros, surgem matagais higrófilos de turfeira baixa seca e pobre (POLUNIN e WALTERS, 1989). Este tipo de turfeiras, características nas serras do Noroeste do País, são mantidas através de cortes periódicos da vegetação (utilizada na elaboração de camas para o gado) e pela infiltração das águas, aspectos intimamente ligados às turfeiras baixas e secas, contrariamente à classificação de "turfeiras altas" referida na Lista de Sítios (ICN, 1996). Estas comunidades de urzais higrófilos, inseridos igualmente na *Calluno-Ulicetea*, são enquadradas no *Genistion micrantho-anglicae* Rivas-Martínez 1979 (*Genisto anglicae-Ericetum tetralicis* Rivas-Martínez 1979).

Num estado de desenvolvimento mais pioneiro surgem dois tipos aparentes de comunidades vegetais: a) sub-estepes pouco desenvolvidas da Classe *Tuberarietea guttatae* (Br.-Bl. in

Br.-Bl. et al., 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 em. Rivas-Martínez 1978 *nom. mut.*, enquadradas na associação *Airo praecocis-Sedum arenarii* Izco, Guitián & Amigo 1986, sobre solos silicícolas, caracteristicamente litossólicos; e b) cevnais sobre substrato xistoso, mais profundo e húmido, da Classe *Nardetea strictae* Oberdorfer 1949, enquadrados na *Campanulo herminii*-Nardioto Rivas-Martínez 1963 (*Galio saxatile-Nardetum strictae* Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952), é característica dos pisos montanos e subalpinos da Península Ibérica (DÍAZ GONZÁLEZ e FENÁNDEZ PRIETO, 1994).

Novamente corroborando as afirmações de SOUTINHO et al. (1997), os cevnais ocupam uma posição vestigial na área do PNA, com presença escassa de *Nardus stricta* e claro domínio de *Agrostis curtisii* Kerguelen e *Agrostis castellana* Boiss. & Reuter (sensu *Agrostis x foulladei* P. Fourn. - ROMERO GARCÍA et al., 1988-). Esta alteração fisionómico-florística da comunidade pode dever-se à forte pressão realizada pelo homem, controlando o desenvolvimento destas comunidades através de incêndios periódicos e de uma intensa pressão do gado (considerando os mecanismos de adaptação à selecção realizada pelo gado - VERKAAR, 1987-), que não permitem a sua evolução natural para o mato de *Erica* spp. e *Pterospartum tridentatum* (L.) Willk. & Lange subsp. *cantabricum* (Spach) Talavera & P.E. Gibbs.

No presente trabalho serão expostos os resultados obtidos a partir da aplicação de uma metodologia analítica multivariada, fundamentada na comparação entre inventários florísticos realizados em diferentes tipos de comunidades arbustivas e nas herbáceas que precedem estas, de maneira a analisar e caracterizar parâmetros que descrevam a adaptação

dessas comunidades vegetais às alterações florísticas provocadas pela actividade pecuária. Com base na informação obtida em relação à resistência e resiliência das comunidades, poderá ser estabelecido o fundamento para a elaboração de um modelo de gestão que, juntamente com a caracterização faunística, abiótica e antrópica e a concretização de indicadores, determinará o modelo mais adequado para a gestão da sustentação (CORNOFORTH, 1999) da actividade económica desenvolvida nesta área.

### Metodologia

Na área de trabalho foram seleccionados 40 pontos de amostragem, representativos de diferentes estados de desenvolvimento arbustivo para os dois tipos de substratos geológicos referidos na introdução, e de acordo com a caracterização geral da vegetação, igualmente exposta na introdução: (1) comunidades herbáceas pioneiras (*Airo praecocis-Sedum arenarii* Izco, Guitián & Amigo 1986 e *Galio saxatile-Nardetum strictae* Br.-Bl., P. Silva, Rozeira & Fontes 1952), designadas pela letra P; (2) comunidades recentemente queimadas (num espaço de tempo não superior a três anos), identificadas pela letra Q; (3) comunidades de matagal com estrato arbustivo formado (*Genistello tridentatae-Ericetum cinerae* Rothmaler 1954 em. R.Tx. in R.Tx. & Oberdorfer 1958 e *Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis* Rothmaler 1954 em. Rivas-Martínez 1979), distinguidas pela letra M; (4) comunidades de matagal com estrato arbustivo formado e caracterizadas pela presença dominante de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (por esta razão *facie* -BRAUN-BLANQUET, 1979- das tipo M), diferen-

ciadas pela letra F; e (5) comunidades arbustivas sobre turfeiras (*Genisto anglicae-Ericetum tetralilis* Rivas-Martínez 1979), definidas pela letra T.

A metodologia utilizada para a realização dos inventários florísticos envolveu a criação de três tipos de matrizes florísticas básicas sobre área mínimas de amostragem, de modo a facilitar o tratamento estatístico posterior: a matriz de diversidade, a matriz de abundâncias e a matriz de coberturas.

A realização da matriz de diversidade (presença/ausência de espécies por inventário) baseou-se no método proposto por CRESPI *et al.* (2000).

Relativamente à matriz de abundâncias, foi seleccionada a seguinte relação de índices por espécie: 1, espécie isolada e muito rara na comunidade; 2, espécie isolada na área de amostragem mas não muito rara na comunidade; 3, menos de um indivíduo/m<sup>2</sup> na área de amostragem; 4, entre um e dois indivíduos/m<sup>2</sup> na área de amostragem; 5, entre três e 25 indivíduos/m<sup>2</sup> na área de amostragem; 6, entre mais de 25 e até 50 indivíduos/m<sup>2</sup> na área de amostragem; 7, entre mais de 50 e 75 indivíduos/m<sup>2</sup> na área de amostragem; 8, mais de 75 indivíduos/m<sup>2</sup> na área de amostragem.

Finalmente, a obtenção da matriz de coberturas, implicou que para cada espécie fosse referida a percentagem (em escala centesimal) de espaço coberto para a área de amostragem. No caso daquelas espécies que não apresentassem coberturas significativas, foi asignado automaticamente o valor 0,03, de maneira a padronizar o valor de cobertura não significativa.

Juntamente com a informação das coberturas específicas calculou-se

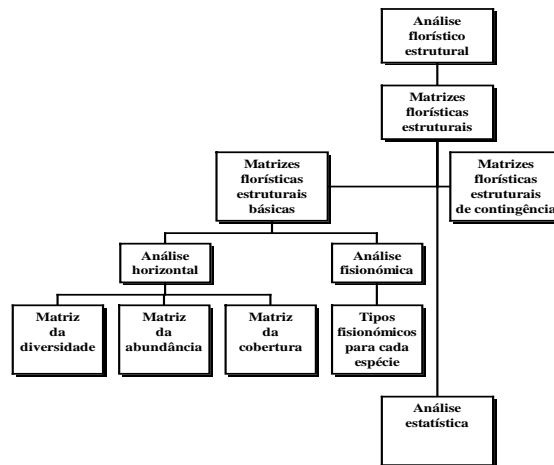
também a percentagem (igualmente em proporção centesimal) de espaço coberto por cada estrato de vegetação inventariado na área de amostragem.

Com a finalidade de realizar a análise conjunta da diversidade, abundância e cobertura, é proposta a elaboração de uma matriz de contingência reunindo a informação proveniente das matrizes básicas.

Deste modo, as variáveis seleccionadas para a matriz de contingência e para cada inventário foram 23: diversidade média dos fanerófitos, diversidade média dos caméfitos, diversidade média dos geófitos, diversidade média dos hemicriptófitos, diversidade média dos terófitos, diversidade média dos hidrófitos-helófitos, diversidade média total, abundância média dos fanerófitos, abundância média dos caméfitos, abundância média dos geófitos, abundância média dos hemicriptófitos, abundância média dos terófitos, abundância média dos hidrófitos-helófitos, abundância média total, cobertura média dos fanerófitos, cobertura média dos caméfitos, cobertura média dos geófitos, cobertura média dos hemicriptófitos, cobertura média dos terófitos, cobertura média dos hidrófitos-helófitos, cobertura média total, cobertura do estrato arbustivo, cobertura do estrato herbáceo.

O esquema relativo à elaboração das matrizes florísticas básicas e da matriz de contingência é exposto na figura 2.

A partir desta informação estrutural básica elaborou-se um esquema analítico multivariado, dirigido não só à caracterização de cada tipo de matriz, como também à informação conjunta proporcionada por estas.



**Figura 2** - Esquema da elaboração das matrizes florísticas básicas e de contingência para o tratamento dos dados

O tratamento proposto baseia-se na comparação entre os dados obtidos para cada inventário, quer a partir das matrizes básicas, quer a partir da matriz de contingência.

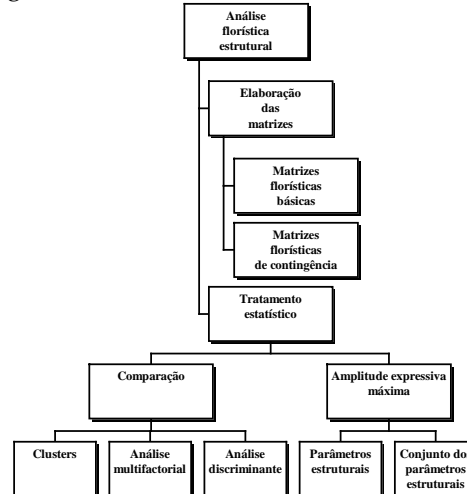
Os fundamentos desta análise comparativa sustentam-se sobre análises de clusters, multifactoriais e discriminantes, utilizados conjuntamente de modo a descrever pormenorizadamente o comportamento expressivo das comunidades.

As análises de clusters foram realizadas a partir de matrizes de distâncias euclidianas, enquanto que as análises multifactoriais basearam-se na elaboração de matrizes de correlação de Pearson.

Em relação às análises multifactoriais, estas implicaram o cálculo das componentes principais (PCA) por meio da rotação dos factores (Varimax normalizada). A seguir, e de acordo com o exposto por Crespí *et al.* (2001b), a partir dos três primeiros factores foram agrupadas as comunidades entre as quadrículas de correlação respectivas,

sendo posteriormente comparadas através dos respectivos valores médios.

O esquema metodológico descrito está representado no organograma da figura 3.



**Figura 3** - Representação esquemática do tratamento estatístico multivariado sobre as matrizes básicas ou de contingência

Finalmente, e com o objectivo de determinar o grau de discriminação entre

comunidades e a nuvem expressiva de cada uma delas, foi utilizada uma análise canônica discriminante (DCA) de modo a determinar a expressividade de cada tipo de comunidade analisado.

Os resultados obtidos até aqui foram interpretados de acordo com os pressupostos expostos por CRESPI *et al.* (2000, 2001b), no que se refere à transmissão entre comunidades ou dinâmica ecotônica intra-comunitária e inter-comunitária, de maneira a determinar as relações florísticas entre os tipos de comunidades.

A resistência e resiliência das comunidades analisadas foi determinada através da expressividade de cada tipo de comunidade e de um segundo indicador ecológico, a amplitude expressiva máxima de cada uma delas.

A amplitude expressiva máxima foi introduzida por CRESPI (1999) com a finalidade de determinar as "amplitudes morfológicas máximas", ou seja a capacidade máxima de variabilidade em relação à expressão morfológica. No caso das comunidades vegetais, a amplitude expressiva máxima constituirá o intervalo de maior variabilidade em relação à estrutura das comunidades.

De acordo com o esquema analítico atrás proposto, a amplitude expressiva máxima será calculada para a totalidade das variáveis estruturais consideradas, bem como para a diversidade, abundância e cobertura, em separado. O cálculo da amplitude ecológica máxima baseou-se unicamente nos dados recolhidos na matriz de contingência.

De modo a poder-se interpretar os resultados obtidos, tendo em vista a determinação do aparente grau de resistência e resiliência das comunidades, foram estabelecidos os seguintes pressupostos:

A dinâmica ecotônica intra-comunitária e inter-comunitária determinam a capacidade que a comunidade apresenta para transmitir informação florística internamente e às restantes comunidades, respectivamente. Quanto maior for a continuidade da sua nuvem expressiva (dinâmica ecotônica intra-comunitária) e a sua capacidade de relacionamento florístico com as outras comunidades (dinâmica ecotônica inter-comunitária), não só oferecerá uma maior dependência com as outras comunidades, como também um amortecimento mais fácil a alterações externas.

A amplitude expressiva máxima de cada comunidade determina o seu grau de variabilidade interna máxima. Uma amplitude expressiva máxima alta para um tipo de comunidade significa uma variabilidade máxima alta e, portanto, uma maior heterogeneidade na estrutura dessa comunidade. Consequentemente, quanto maior for a amplitude expressiva máxima maior será a capacidade de alterar a sua estrutura para se adaptar a uma alteração externa.

A conjugação entre os resultados obtidos através da comparação das comunidades e a análise das suas amplitudes expressivas máximas, determinam uma base sólida para a descrição da resistência e resiliência das comunidades que são objecto de estudo.

Os resultados apresentados no presente trabalho são obtidos a partir da análise sobre a matriz de contingência.

## Resultados

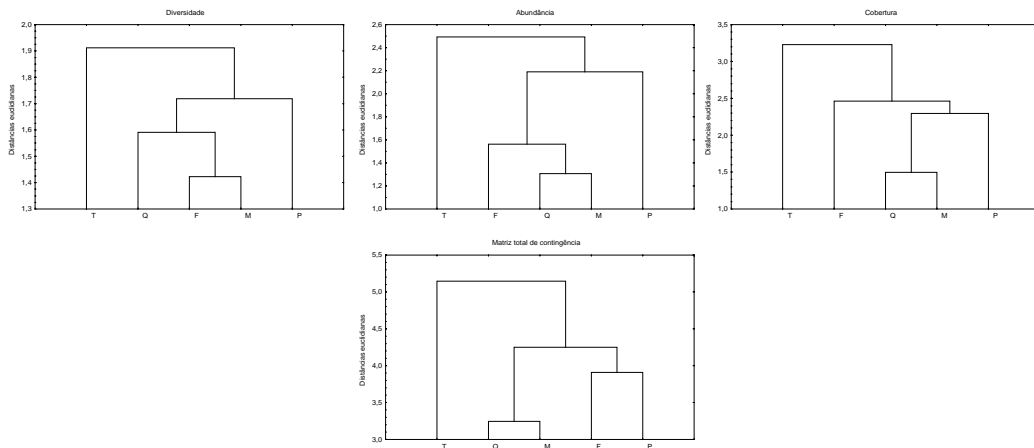
A partir dos 40 levantamentos realizados foram encontradas 97 espécies, 16% das quais da família Gramineae, 8% da Compositae, 8% da Cyperaceae, 7% da Juncaceae, 7% da Leguminosae, 6% da

Ericaceae, encontrando-se os restantes 48% entre 22 outras famílias.

Em relação à análise comparativa das comunidades, e atendendo ao protocolo estabelecido na metodologia, os clusters sobre os valores médios da diversidade, das abundâncias e das coberturas, demonstram uma divergência clara entre dois tipos de comportamentos: o higrófilo -representado pelas comunidades T- e o pioneiro -relativo às comunidades P- (figura 4, superior). Esta tendência é igualmente observada no dendrograma dos valores médios da totalidade da matriz de contingência (figura 4, inferior). Em qualquer caso, entre essas duas tendências extremas situam-se as comunidades de matagal não higrófilo Q, F e M, nas quais é igualmente observada uma clara diferença entre as comunidades F e as M e Q.

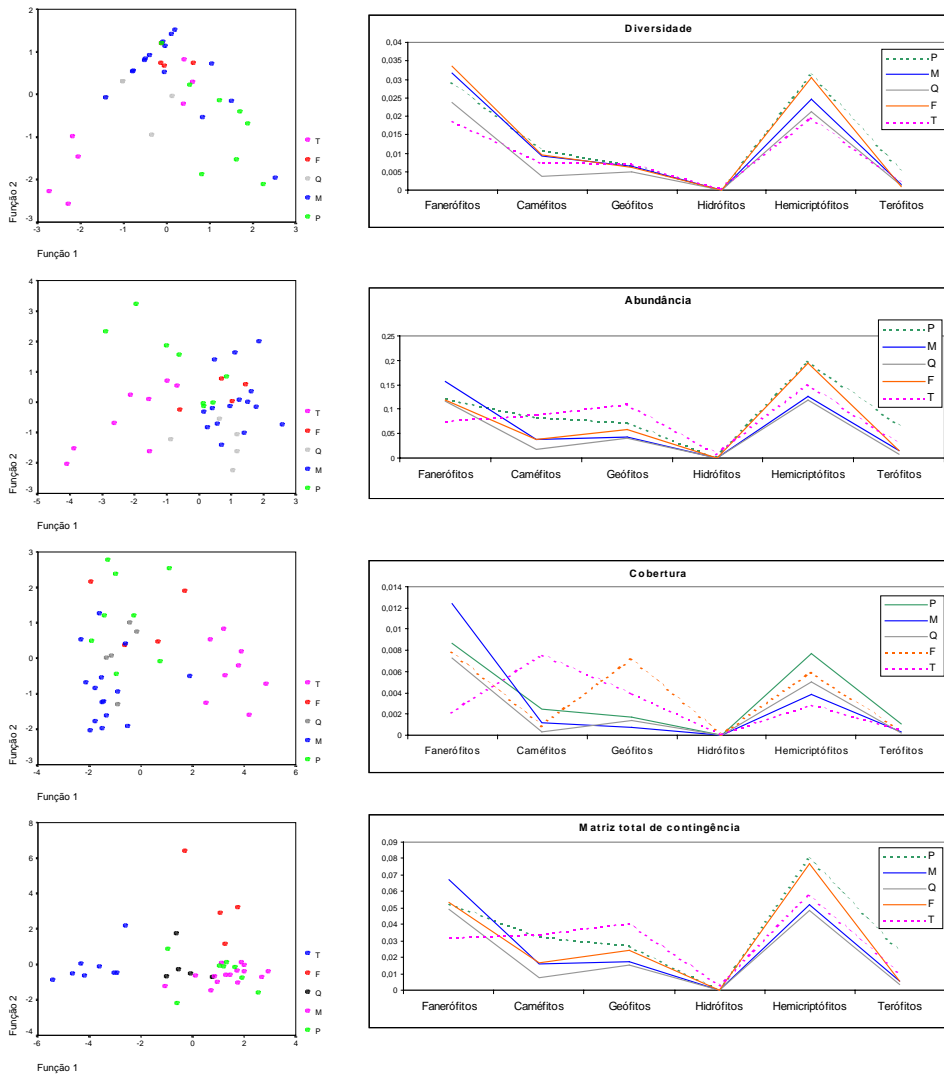
Os resultados das DCA são expostos na figura 5 (esquerda). As DCA da diversidade, abundância e cobertura, bem como da totalidade da matriz de contingência, permitem detectar novamente as tendências extremas das comunidades T e P, em relação às restantes. No entanto, a DCA relativa à informação para as coberturas determina uma maior divergência entre as comunidades T e F, aproximando o comportamento das P às M e Q.

As diferenças expressivas observadas no comportamento das comunidades são igualmente visíveis nos gráficos elaborados com base nos valores médios de cada tipo fisionómico para os parâmetros de diversidade, abundância e cobertura, bem como para a matriz total de contingência (figura 5, direita).



**Figura 4** - Representação dos dendrogramas relativamente aos parâmetros da diversidade, abundância, cobertura (superior) e à totalidade da matriz de contingência (inferior), para cada tipo de comunidades



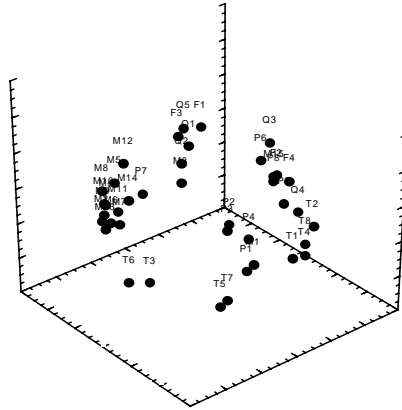


**Figura 5** - DCA sobre os parâmetros estruturais (diversidade, abundância e cobertura) e sobre a matriz de contingência total -esquerda-; variação dos valores médios de cada tipo fisionômico por comunidade, em relação aos parâmetros estruturais (diversidade, abundância e cobertura) e a matriz de contingência total -direita-

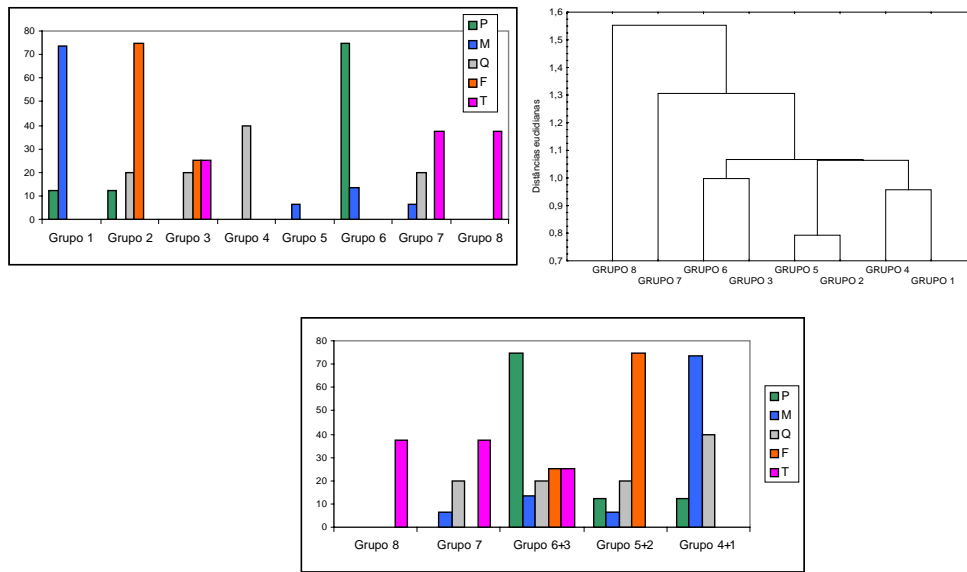
A PCA descreve a correlação entre cada um dos levantamentos realizados. Na figura 6 é representada graficamente a PCA para cada tipo de comunidade a partir dos três primeiros factores (86% da

variância total).

A distribuição de cada comunidade por quadrícula está patente no histograma de barras da figura 7 (superior esquerda).



**Figura 6** - Representação gráfica da PCA da matriz total de contingência para o conjunto de levantamentos realizados



**Figura 7** - Distribuição de cada tipo de comunidade no conjunto dos grupos de correlação obtidos (superior esquerda), ou bem no re-agrupamento deduzido em cinco grandes grupos de correlação (inferior) após a análise de distâncias entre os valores médios para cada um dos oito grupos iniciais (representado graficamente no dendrograma da parte superior direita)

Com ajuda do cálculo da matriz de distâncias euclidianas sobre os mesmos valores médios dos grupos de correlação é elaborado um dendrograma (figura 7 – superior direita-), a partir do qual se verifica claramente a existência de três tendências de comportamento: (1) a primeira, mais distanciada, dominada

pelas comunidades T (grupos 8 e 7), que através do grupo 7 mantêm uma pequena conexão com as comunidades M e Q; (2) a segunda caracterizada pela presença das comunidades P (grupos 6 e 3), e com uma correlação maior com as restantes comunidades, comparativamente ao caso anterior; (3) a terceira formada pelos restantes grupos e protagonizada pelas comunidades M, juntamente com as Q e F (grupos 5, 2, 4 e 1).

Porém, na última tendência, caracterizada pelas comunidades arbustivas não higrófilas, existe uma divergência devida à presença das comunidades F, a qual provoca uma separação entre os grupos 5 e 2 (claramente com uma maior concentração das comunidades F), e os grupos 4 e 1 (sem a presença das comunidades F).

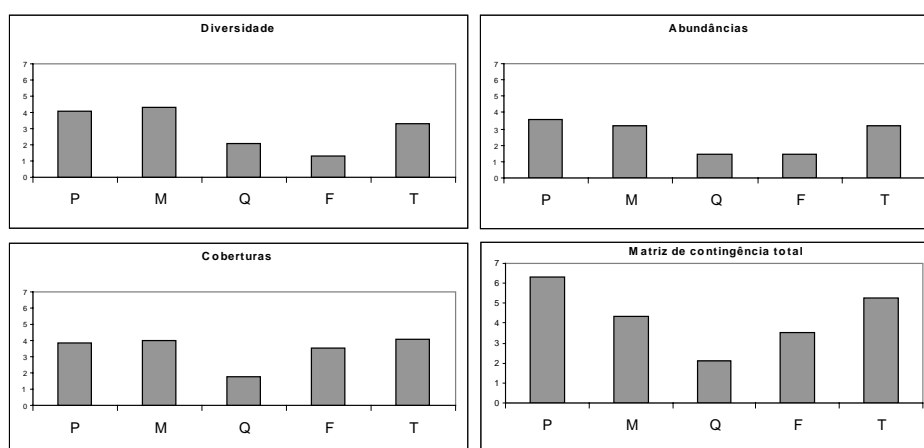
Este novo agrupamento do comportamento correlativo da totalidade de levantamentos realizados é ilustrado graficamente no histograma da figura 7 (inferior).

Uma vez concluída a análise correlativa entre as comunidades, expõem-se a seguir as amplitudes expressivas

máximas totais, bem como aquelas referentes à diversidade, abundâncias e coberturas, em separado (figura 8).

A amplitude expressiva máxima para a totalidade da matriz de contingência é maior nas comunidades P e T, relativamente menor nas M e visivelmente reduzida nas comunidades F e nas Q. Não acontece o mesmo quando são analisados separadamente cada um dos parâmetros estruturais: no caso da diversidade, as comunidades M apresentam uma amplitude máxima maior, seguindo-se as comunidades P e T. Em relação às abundâncias, o resultado é semelhante ao obtido globalmente para a matriz de contingência, isto é as amplitudes máximas são maiores nas comunidades P e T, e menores nas M. Por último, no caso das coberturas, os valores de amplitude máxima são praticamente iguais entre as comunidades M, P e T.

Em qualquer dos casos, a amplitude expressiva máxima é claramente limitada nas comunidades F e Q.



**Figura 8** - Amplitudes expressivas máximas por comunidade deduzidas a partir da matriz de contingência para cada parâmetro estrutural (diversidade, abundância e cobertura) e para a totalidade da matriz de contingência

## Discussão

O método utilizado permite conjugar toda a informação estrutural das comunidades estudadas retirada a partir das matrizes estruturais básicas numa única matriz de análise (matriz de contingência), facilitando deste modo o cálculo posterior.

Em relação aos resultados obtidos através das PCA e DCA, bem como os relativos aos clusters sobre os valores médios dos parâmetros estruturais da matriz de contingência, verificou-se uma aparente determinação de dois comportamentos claramente divergentes, protagonizados, por um lado, pelas comunidades T e, pelo outro, pelas restantes comunidades.

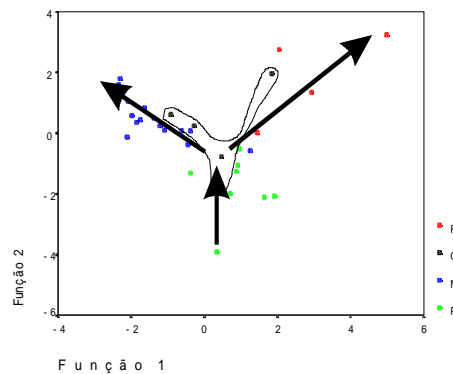
Estes resultados são acompanhados pela análise fisionómica de cada comunidade, deduzidos a partir dos valores médios de cada tipo fisionómico em relação a cada parâmetro estrutural e à matriz de contingência total. Deste modo os valores relativos aos caméfitos e geófitos são geralmente altos para as comunidades T (característico de matagais baixos), enquanto que os geófitos, hemicriptófitos e terófitos caracterizam o aspecto fisionómico das comunidades P (comunidades eminentemente herbáceas).

O corte periódico das turfeiras baixas (comunidades T), juntamente com o facto da drenagem de água ser mais limitada nestas áreas ao longo da época estival, devido ao défice hídrico verificado entre os meses de Junho e Setembro, proporcionam uma maior variabilidade no comportamento deste tipo de vegetação, surgindo uma expressão para áreas mais húmidas e outra para áreas mais secas. Estas últimas facilitarão uma aproximação da nuvem expressiva

das comunidades T com os restantes tipos de comunidades não higrófilas (mais especificamente as comunidades Q, F e M).

No que se refere às comunidades P, M, F e Q, existem três aparentes comportamentos, dois deles divergentes (formados pelas comunidades P e F) e um de ligação entre ambos (constituído pelas comunidades M e Q).

Este comportamento é patente quando é realizado um DCA sobre as comunidades P, M, F e Q (figura 9).



**Figura 9** - DCA sobre as comunidades M, Q, F e P, e tendência aparente de comportamento

Nas comunidades P, M, Q e F existe uma continuidade entre as respectivas nuvens expressivas, evidenciada pela sobreposição entre estas. Enquanto que as comunidades M e Q apresentam uma sobreposição total, as P e F são visíveis exemplos do comportamento oposto. Porém, as comunidades P implicam, no processo de sucessão vegetal, uma fase anterior às comunidades M, de modo que o comportamento das comunidades P seria apontado como uma transição

progressiva às comunidades M.

Como já foi referido, as comunidades P estão representadas por cevernais e sub-estepes iniciais dominadas por *Agrostis truncatula* Parl.. A variabilidade na sua diversidade e fisionomia facilita igualmente a extensão da sua nuvem expressiva, abrangendo em qualquer caso grande parte da expressividade formada pela reunião das comunidades M, Q e, circunstancialmente, as F. No entanto, confirma-se uma tendência expressiva própria, mais visível no que se refere aos valores de abundância específica.

As comunidades F constituem uma modificação estrutural das comunidades M, devido à maior humidade das áreas onde se instalam. Por esta razão, as comunidades F poderiam ser consideradas como uma tendência de comportamento diferente das M e Q.

Aplicando o fundamento da dinâmica ecotónica em relação aos resultados obtidos, pode-se afirmar que existem duas tendências de comportamento com uma dinâmica ecotónica inter-comunitária muito limitada, caracterizada pelas comunidades T e as restantes. Nestas últimas são observadas três tendências com dinâmicas ecotónicas inter-comunitárias altas, constituídas pelas comunidades P, as M e Q, e as F.

A dinâmica ecotónica inter-comunitária proporciona uma visão sobre o grau de semelhança entre as comunidades e, conseqüentemente, a partilha da informação florística entre elas (CRESPÍ *et al.*, 1996). Esta informação deve, no entanto, ser contrastada com os resultados obtidos a partir da análise das amplitudes máximas e a própria dinâmica intra-comunitária presente em cada um dos tipos de comunidades.

As amplitudes expressivas máximas

mostram, para a matriz de contingência total, valores maiores nas comunidades P e T, médios nas M e muito reduzidos nas F e Q. Para a análise estrutural referente a cada parâmetro (diversidade, abundância e cobertura) este esquema sofre alterações nas comunidades com amplitudes maiores, em particular unicamente sobre as comunidades P, T e M.

Uma amplitude expressiva máxima alta determinará um maior desequilíbrio em relação ao parâmetro ou conjunto de parâmetros estruturais analisados e, deste modo, uma maior capacidade de combinação florístico-estrutural. Assim, os resultados obtidos a partir da matriz de contingência total verificam um maior desequilíbrio estrutural nas comunidades P e T, comparativamente com as restantes. Porém, a análise realizada independentemente sobre os parâmetros estruturais da diversidade, abundância e cobertura específicas não reflectem o mesmo resultado. De facto, constitui um aspecto destacável a maior amplitude máxima das comunidades M em relação à diversidade e à cobertura, o que implica um maior desequilíbrio na presença média de cada espécie nas comunidades deste tipo, bem como nos respectivos valores de cobertura.

Relativamente à diversidade, este fenómeno não pode ser explicado com base no número de espécies encontradas em cada tipo de comunidade, pois este é praticamente igual para as comunidades M, P e T. A explicação estaria portanto na variação da presença média nas respectivas comunidades, o que levaria a pensar numa aparente re-estruturação específica por parte de cada tipo de comunidade.

As amplitudes máximas detectadas em relação à cobertura, muito semelhantes entre as comunidades P, M

e T, são explicadas pela variabilidade estrutural de cada uma destas: as comunidades P apresentam dois tipos aparentemente diferentes de situações, as catalogadas como cevernais (*Campanulo herminii-Nardioto*) e as substepes de *Agrostis truncatula* Parl. (*Airo praecocis-Sedum arenarii*); as comunidades M, com matagais baixos (*Genistello tridentatae-Ericetum cinerae*) e altos (*Genistello tridentatae-Ericetum aragonensis*); e, finalmente, as comunidades T, sobre substratos mais húmidos ou mais secos.

No que se refere às comunidades com amplitudes baixas (F e Q), surge um comportamento especialmente interessante, pois constituem dois tipos de situações diferentes das restantes. As comunidades F são comunidades M sobre áreas mais húmidas (fundos de pequenos vales bem drenados), com densidade muito elevada de *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. As Q, pelo contrário, foram originalmente comunidades M recentemente queimadas, que desenvolvem rapidamente um estrato arbustivo baixo (especialmente dominado por *Halimium lasianthum* (Lam.) Spach subsp. *alyssoides* (Lam.) Spach) devido à reduzida carga ganadeira a que se encontram expostas, permitindo um rápido crescimento da vegetação arbustiva. Um desequilíbrio baixo na estrutura destas comunidades proporciona uma imagem homogênea e, portanto, mais constante da sua diversidade, abundâncias e coberturas específicas (baixa capacidade de variação na combinação florístico-estrutural).

Os resultados das amplitudes expressivas máximas podem ser contrastados pelas dinâmicas ecotónicas intra-comunitárias, representadas pelo grau de continuidade/descontinuidade e a área ocupada pelas nuvens expressivas de

cada tipo de comunidade. Quanto mais contínua e ampla for essa nuvem, maior poderá ser a capacidade de combinações florístico-estruturais possíveis e, consequentemente, maior será a amplitude expressiva máxima que essa comunidade possa desenvolver.

Para as comunidades T, P ou M, as nuvens expressivas apresentam dimensões semelhantes e contínuas, o que explica a amplitude expressiva máxima alta de cada uma delas. Porém, as comunidades F e Q apresentam nuvens de comportamentos claramente diferentes: no caso das comunidades F a nuvem expressiva tem dimensões muito próximas daquelas desenvolvidas pelas comunidades T, P ou M, embora a descontinuidade esteja igualmente patente; finalmente as comunidades Q formam uma nuvem expressiva reduzida e de continuidade também variável.

No caso das comunidades T, P ou M, a dinâmica ecotónica intra-comunitária é alta, isto é, existe uma transição gradual entre os extremos e, por conseguinte, um conjunto elevado de combinações florístico-estruturais. Nas comunidades F ou Q, com dinâmicas intra-comunitárias baixas, uma alteração estrutural provoca uma drástica mudança nos seus respectivos comportamentos expressivos, impedindo assim a existência de uma maior combinação florístico-estrutural.

De acordo com a hipótese exposta na introdução, a partir do conjunto dos resultados obtidos para a dinâmica ecotónica e amplitudes expressivas máximas, torna-se possível descrever a aparente resistência e resiliência destas comunidades vegetais e, portanto, deste tipo de agroecossistema de montanha.

As comunidades que apresentam uma maior capacidade de combinação florístico-estrutural, além de possuir uma

continuidade entre as suas expressões, são aquelas que exibem uma maior resistência a alterações, tendo maior capacidade de substituição específica para manter as suas funções ecológicas (maior resiliência). No entanto, no agroecossistema estudado, unicamente as comunidades P, T e M apresentam estas características: entre as P e as restantes (M, T, Q e F) existe 100% de correlação; entre as T e as M, Q e F essa correlação é um 63% da sua expressividade total; finalmente, entre as T e as P não se detecta nenhuma correlação.

Por conseguinte, as comunidades P e M apresentam um comportamento expressivo muito próximo, como era esperado atendendo ao facto de constituírem duas fases consecutivas na sucessão vegetal. Porém, as comunidades T desenvolveram um comportamento expressivo diferente das restantes e, por esta razão, caracterizam-se por uma organização estrutural diferente.

Em qualquer caso, as comunidades P e M e as T apresentam simultaneamente uma resistência elevada às alterações provocadas pela intensa actividade ganadeira, bem como uma alta resiliência, a qual permite manter a alta variabilidade estrutural existente em cada uma delas.

No caso das comunidades Q e F, a resistência e resiliência refere-se apenas às comunidades F, pois as comunidades Q são exemplos de comunidades M ardidas e em rápido processo de recuperação.

As comunidades F são, por conseguinte, comunidades M inseridas numa tendência expressiva diferente destas últimas. Tal circunstância gera uma estrutura comunitária muito homogénea e, por esta razão, frágil perante qualquer alteração. Igualmente, a capacidade de

substituição específica encontra-se fortemente condicionada às comunidades M, das quais depende para seu funcionamento.

Com base na discussão desenvolvida até aqui é essencial reflectir na possível adaptação da vegetação desta área à densidade do gado e à acção dos incêndios periódicos, como um processo histórico ao longo de séculos de ocupação humana, que acabaria por facilitar diferentes estratégias de regeneração da vegetação (VERKAAR, 1987). Este processo geraria modificações na estrutura das comunidades e, conseqüentemente, capacidades de combinação florístico-estrutural mais especializadas.

Estes resultados confirmariam os mecanismos de regeneração estudados, em particular em relação à acção dos incêndios (HOBBS e GIMINGHAM, 1984; *et al.*, 1984; ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 1994).

A maior capacidade de combinação florístico-estrutural é observada nos dois comportamentos aparentes da vegetação herbáceo-arbustiva analisada, protagonizada pelas comunidades T e pela reunião das comunidades P, M, Q e F. Ambos os tipos de comportamento geral envolvem uma resistência e resiliência semelhantes, mais consistente e complexo em relação ao conjunto formado pelas comunidades P, M, Q e F e, portanto, com maiores capacidades de combinação florístico-estruturais.

A consistência observada na tendência de comportamento geral do conjunto P, M, Q e F estará associada a um fenómeno de "continuidade", presente igualmente em relação às comunidades T, com as quais partilha até 63% de comportamento correlativo. Uma maior "continuidade" entre as comunidades (dinâmicas ecotónicas inter e intra-

-comunitárias elevadas) proporcionará um relacionamento mais fluído e, deste modo, uma capacidade igualmente alta de combinações florístico-estruturais (amplitudes expressivas máximas altas).

O conceito de "continuidade" já foi largamente desenvolvido pelos taxonomistas (paradoxalmente incentivados pelos próprios ecologistas), perante a dificuldade na identificação e caracterização da expressividade morfológica dos indivíduos (TURESSON, 1922; RICHARDS, 1939; HEYWOOD, 1975; VAN VALEN, 1976; HAGEN, 1983). O efeito mais imediato da aplicação da continuidade seria a reformulação dos conceitos de espécie para os taxonomistas (STUESSY, 1990), ou de comunidade para os ecologistas (AUSTIN, 1990), unicamente entendidos como fenómenos espaço-temporais.

Transportando esta hipótese ao comportamento expressivo das comunidades vegetais, o fenómeno da continuidade determinaria a relação entre estas, bem como a possibilidade de divergências internas dentro de cada uma delas, sempre desde a perspectiva da respectiva dinâmica de sucessão entre as comunidades e da sua relação com o meio.

No caso que se apresenta neste trabalho, a elevada continuidade entre as comunidades P, M, Q e F sugere uma intensa relação entre elas, e consequentemente uma dinâmica sucessiva muito rápida (em concordância com o sugerido por outros autores -VOGL, 1981; OJEDA & col., 1996-), notando-se, no entanto, aparentes divergências no caso das comunidades F. De facto, as comunidades F constituem um exemplo de expressividade homogénea, na qual uma variação estrutural determinada provoca um comportamento divergente, sem a existência de expressões intermédias.

Resumidamente, nas duas tendências gerais de comportamento aparente encontradas (a protagonizada pelas comunidades T e a devida às restantes comunidades) verifica-se uma continuidade elevada, a qual facilita em ambos casos um mecanismo de resistência alto perante a actividade pecuária da zona de trabalho.

Em concordância com essa alta resistência é igualmente observada uma elevada resiliência, que permite uma diversidade florística própria e uma estrutura fitossociológica característica, através das quais consegue manter o comportamento expressivo próprio de cada tendência.

No entanto, este processo poderia constituir, no momento actual, um sinal de degeneração expressiva, determinada neste caso por uma patente homogeneidade da vegetação, observada através da alta dinâmica ecotónica inter e intra-comunitária para cada tendência de comportamento (para as comunidades em meios higrófilos ou para as comunidades em meios não higrófilos).

Este fenómeno confirmaria a hipótese de MUTCH (1970), segundo a qual se desenvolve no conjunto das comunidades vegetais uma tendência melhor adaptada à acção dos incêndios e, consequentemente, do gado. Deste modo, a destruição de estados de vegetação mais desenvolvida (na área de estudo carvalhais mistos de *Quercus pyrenaica* Willd. com *Q. robur* L.), não adaptados a esta dinâmica, acabará por impedir o processo de sucessão desde as comunidades arbustivas até às comunidades florestais naturais.

Em trabalhos posteriores será objecto de análise o provável isolamento expressivo das comunidades de carvalhais como resposta, neste caso, ao protago-



nismo da dinâmica arbustiva.

### Conclusões

A intensa actividade ganadeira, característica das serras do Centro e Norte do País, provocou alterações na paisagem vegetal, dando origem a uma diversidade de comunidades própria, adaptada à dinâmica imposta pela actividade pecuária.

O controlo da vegetação até ao seu estado arbustivo, através de queimas periódicas e do acesso do gado (essencialmente bovino, caprino ou ovino), determinou uma dinâmica à vegetação encaminhada a uma "especialização". Tal "especialização" da vegetação desenvolve um mecanismo de resistência, bem como uma organização florístico-estrutural característica, proporcionando uma alta resiliência a este tipo de comunidades vegetais.

As elevadas resistência e resiliência detectadas são sustentadas por uma alta dinâmica ecotónica intra e inter-comunitária, no que diz respeito às duas tendências de comportamento observadas, uma adaptada a meios higrófilos (turfosos) e outra própria de meios não higrófilos.

Os resultados obtidos constituem o ponto de partida para trabalhos posteriores, focados na caracterização de prováveis limitações no desenvolvimento natural da vegetação arbustiva na formação da etapa climática florestal (nesta zona do País dominada pela presença no estrato arbóreo do *Quercus robur* L. ou do *Q. pyrenaica* Willd.), actualmente objecto de uma intensa fragmentação e, por esta razão, limitada a reduzidas áreas muito distanciadas.

### Bibliografia

- AUSTIN, M.P., 1990. Community theory and competition in vegetation. In *Perspectives on plant competition*, J.B. Grace & D. Tilman ed., Academic Press Inc. pp. 215-238. Londres.
- BATABYAL, A.A., 1998. On some aspects of ecological resilience and the conservation of species. *Journal of Environmental Management* **52**: 373-378.
- BEEDELL, J.D.C., REHMAN, T., 1999. Explaining farmers' conservation behaviour: Why do farmers behave the way they do? *Journal of Environmental Management* **57**: 165-176.
- CORNFORTH, I.S., 1999. Selecting indicators for assessing sustainable land management. *Journal of Environmental Management* **56**: 173-179.
- COSTA, J.C., AGUIAR, C., CAPELO, J.H., LOUSÃ, M., NETO, C., 1999. Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetia* **0**: 5-56.
- CRESPÍ, A.L., COELHO, A., DUARTE, M., LEITE, I., MATOS, Z., MOURA, C.F., RIBEIRO, J.A., RIGUEIRO, A., 1996. An approach to the ecotonic communities in the agroecosystems. An example in the Douro valley. *Annales de la Association Nationale pour la Protection des Plantes*, X<sup>th</sup> International Symposium on the biology of weeds pp. 291-297.
- CRESPÍ, A.L., 1999. *Análisis morfoecológico en el género Dianthus L.* Tese de doutoramento (inéd.), Universidade de Salamanca. Salamanca.
- CRESPÍ, A.L., LEITÃO, P., NASCIMENTO, J., RIBEIRO, J.A., FERNANDES, C.P., BERNARDOS, S., AMICH, F., 2000. Aplicação de um modelo descritivo multivariado para a caracterização de comunidades vegetais. *Revista de Ciências Agrárias* **23**(2): 23-37.
- CRESPÍ, A.L., SILVA, L., RIBEIRO, J.A., COELHO, A., AMICH, F., BERNARDOS, S., 2001a. Modelo de caracterização fitoclimatológica do Nordeste de Portugal. Análise metodológica e primeiros resultados. *Silva Lusitana* **9**(1): 69-81.

- CRESPÍ, A.L., PEREIRA, A., FERNANDES, C.P., CORTES, R., OLIVEIRA, S., RIBEIRO, J.A., 2001b. Descripción de procesos ecotónicos sobre comunidades riparias del noroeste de Portugal. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (no prelo).
- DÍAZ GONZÁLEZ, T.E., FERNÁNDEZ PRIETO, J.A., 1994. La vegetación de Asturias. *Itinera Geobotanica* 8 : 243-528.
- ESPÍRITO-SANTO, M.D., REGO, F.C., COSTA, J.C., 1994. Development of plant communities six years after wildfire at Serra dos Candeeiros (central Portugal). 2<sup>d</sup> *International Conference on Forest Fire Research*, Coimbra. Portugal.
- FOSBERG, M.A., CRAMER, W., BROVKIN, V., FLEMING, R., GARDNER, R., MALCOLM GILL, A., GOLDAMMER, J.G., KEANE, R., LENIHAN, J., NEILSON, R., SITCH, S., THORNICKE, K., VENEVSKI, S., WEBER, M.G., WITTENBERG, U., 1999. Strategy for a fire module in dynamic global vegetation models. *International Journal of Wildland Fire* 9(1) : 79-84.
- GARCÍA DÍAZ, V.M., 1991. La investigación como herramienta de la planificación en espacios naturales protegidos. Em *Prácticas para la planificación de espacios naturales*, ed. M. Castroviejo, Col. Técnica, M.A.P.A. pp. 345-358.
- GODINHO, S.F., MACHADO, M.S., 1990. *O clima de Portugal*. Fasc. XLII, ed. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Lisboa.
- HEYWOOD, V.H., 1973. *Taxonomy and ecology*. The Systematics Association 5. Academic Press. London.
- HOBBS, R.J., GIMINGHAM, C.H., 1984. Studies on fire in scottish heathland communities II. Post-fire vegetation development. *Journal of Ecology* 72 : 585-610.
- HOBBS, R.J., MALLIK, A.U., GIMINGHAM, C.H., 1984. Studies on fire in scottish heathland communities. III. Vital attributes of the species. *Journal of Ecology* 72 : 963-976.
- ICN (Instituto da Conservação da Natureza), 1996. *Lista nacional de sítios*. Continente. Proposta preliminar da Direcção de Serviços de Conservação da Natureza.
- INMG (Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica), 1988. *O Clima de Portugal*. Fasc. XL, ed. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Lisboa.
- LOIDI ARREGUI, J., BIURRUN GALARRAGA, I., HERRERA GALLASTEGUI, M., 1997. La vegetación del centro-septentrional de España. *Itinera Geobotanica* 9 : 161-618.
- HAGEN, J.B., 1983. The development of experimental methods in plant taxonomy, 1920-1950. *Taxon* 32(3) : 406-416.
- MUTCH, R.W., 1970. Wildland fires and ecosystems – A hypothesis. *Ecology* 51(6) : 1046-1059.
- NAVEH, Z., DAN, J., 1973. The human degradation of mediterranean landscapes in Israel. Em *Mediterranean type ecosystems. Origin and structure*, ed. F. di Castri & H. A. Mooney, Springer-Verlag pp. 373-390.
- OJEDA, F., MARAÑÓN, T., ARROYO, J., 1996. Postfire regeneration of a mediterranean heathland in southern Spain. *International Journal of Wildland Fire* 6(4) : 191-198.
- POLUNIN, O., WALTERS, M., 1989. *Guía de la vegetación de Europa*. Ed. Omega. Barcelona.
- RICHARDS, O.W., 1939. The use of ecological data in taxonomy. *Journal of Ecology* 27 : 406-407.
- ROMERO GARCÍA, A.T., BLANCA LÓPEZ, G., MORALES TORRES, C., 1988. Revisión del género *Agrostis* L. (POACEAE) en la Península Ibérica. *Ruizia* 7 : 5-160.
- SOUTINHO, D., SEQUEIRA, M.M., KOE, T., 1997. *Contribuição para a inventariação e descrição de espécies e comunidades vegetais no Parque Natural do Alvão. Vegetação arbórea e arbustiva*. Ed. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (inéd.). Vila Real.
- STUESSY, T.F., 1990. *Plant taxonomy. The systematic evolution of comparative data*. Columbia University Press. Nova York.
- TURESSON, G., 1922. The genotypical response of the plant species to the habitat. *Hereditas* 3 : 211-350.
- VAN VALEN, L., 1976. Ecological species, multispecies, and oaks. *Taxon* 25(2/3) : 233-239.

- VERKAAR, H.J., 1987. Population dynamics - the influence of herbivory. Em *Frontiers of comparative plant ecology*, I.H. Rorison, J.P. Grime, R. Hunt, G.A.F. Hendry & D.H. Lewis ed., Academic Press pp. 49-60. Cambridge.
- VOGL, R.J., 1981. Chaparral succession. Symposium on Dynamics and Management of Mediterranean-type Ecosystems, San Diego. California.
- WHITFORD, W.G., RAPPORT, D.J., deSOYZA, A.G., 1999. Using resistance and resilience measurements for "fitness" tests in ecosystems health. *Journal of Environmental Management* **57**: 21-29.
- Submetido para publicação em Outubro de 2000*  
*Aceite para publicação em Abril de 2001*