



CORRELAÇÃO ESPÉCIE-AMBIENTE EM DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA VEGETAÇÃO

Regiane Aparecida vilas Bôas Faria*; Ana Carolina Campos Barbosa*; Maria Fernanda M. Ferreira*; Maria José S. Ventura*; Joelma A. R. Pádua*

*Pós-graduanda em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, *Campus* Universitário, Caixa Postal 3037, Lavras – MG, Brasil (vilasboasfaria@gmail.com)

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

O Brasil apresenta uma grande diversidade de ecossistemas florestais. O presente trabalho tem como objetivo geral realizar um levantamento bibliográfico sobre as possíveis correlações existentes entre as variações na estrutura florestal e variáveis ambientais. Dentre os fatores ambientais responsáveis pelas variações estruturais e florísticas em comunidades florestais, optou-se por abordar os principais: o regime hídrico, a temperatura, a topografia, o solo e a luminosidade. Nota-se uma tendência geral de que os estudos procuram analisar as seguintes hipóteses: (a) a composição florística e estrutural de comunidades arbóreas apresentam padrões de distribuição espacial relacionados aos seguintes gradientes: topográfico, níveis de umidade e fertilidade de solos, além de diferentes níveis de luz; e (b) as árvores adultas respondem de forma diferenciada aos gradientes topográfico, umidade, fertilidade de solos e luminosidade em função do estágio de desenvolvimento. Com base nos estudos levantados, nota-se que é difícil comparar estudos locais com outras áreas devido a critérios específicos e espécies diferentes. Portanto, as tendências observadas nas correlações entre distribuição das espécies e variáveis ambientais necessitam de repetições em outros locais para caracterizar as espécies com maior segurança quanto ao habitat preferencial.

PALAVRAS-CHAVES: correlação espécie-ambiente, gradiente, ordenação

SPECIES-ENVIRONMENT RELATIONSHIP IN DESCRIPTION AND ANALYSIS OF VEGETATION

ABSTRACT

The Brazil has a great diversity of forest ecosystems. This study aims to survey the general literature on the possible correlations between in the forest structure and environmental variables. Among the environmental factors responsible for the variations in the structure in forest communities, the choice discuss mainly about the water regime, temperature, topography, soil and light conditions. It shows a general trend and the general hypotheses are: (a) the floristic and structure composition of tree communities exhibit patterns of spatial distribution related to the gradients topographic, moisture and soil fertility, and different levels light and (b) the mature trees respond differently to topographic gradients, moisture, soil fertility and light based on the stage of development. Based on studies, it is difficult to compare local

studies due to criteria and different species. Therefore, the trends observed in correlations between species distribution and environmental variables require repetition at other places with the goal of the to characterize species with as to the habitat.

KEYWORDS: species-environment correlation, gradient, ordering.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma grande diversidade de ecossistemas florestais devido à diversidade de climas, solos existentes, relevo, entre outras características (LEITÃO-FILHO, 1987). Segundo VAN DEN BERG (2001) no caso de florestas tropicais tem-se comunidades altamente diversas em relação a seus vários grupos taxonômicos e guildas. Isso faz com que haja um grande número de variáveis bióticas e abióticas ligadas por uma complexa rede de inter-relações (PERES NETO, VALENTINI & FERNANDEZ, 1995).

Um dos principais fatores atuantes na composição florística e estrutura das florestas é essa heterogeneidade ambiental (RODRIGUES *et al.*, 2007). Para esses autores, essa heterogeneidade é resultado da diversidade de fatores que interagem nas comunidades e a resposta das espécies a esses fatores, fazendo com que cada local tenha características próprias e características que são comuns a outros locais. Além das condições ambientais locais pode-se dizer que a distribuição espacial da vegetação está relacionada às características intrínsecas das espécies.

VAN DEN BERG (2001) também afirma que as variações estruturais, a composição e distribuição de espécies vegetais e as dinâmicas populacionais que ocorrem em uma floresta estão correlacionadas às variáveis ambientais da área. As relações entre a estrutura e a dinâmica da comunidade e as variáveis ambientais (individualmente e interagindo entre si) são bastante complexas, implicando em uma quantidade de variação “não-explicada” da vegetação (VAN DEN BERG & SANTOS, 2003). No caso da vegetação do Cerrado, por exemplo, os fatores determinantes da distribuição da vegetação considerados importantes são: precipitação sazonal, fertilidade do solo, drenagem, regime do fogo e flutuações climáticas (OLIVEIRA-FILHO, 1994; MOURA, FELFILI & CASTRO, 2007).

VAN DEN BERG (1995) ressalta a importância de se relacionar as variações na abundância e distribuição espacial das espécies vegetais com as variáveis ambientais. O autor revela que apenas depois de estudos como esses é que torna-se possível o manejo apropriado das comunidades estudadas. Nesse sentido, entre as questões levantadas, pode-se destacar: (a) quanto da diversidade de espécies arbóreas está associada à heterogeneidade ambiental; e (b) como as variáveis ambientais influenciam na distribuição das populações das espécies arbóreas.

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos neste sentido, abordando aspectos relacionados a gradientes altitudinais/topográficos e/ou heterogeneidade ambiental relacionada a tipos de solo e às propriedades destes, tais como drenagem, capacidade de armazenamento de água, fertilidade, textura, dinâmica de inundações (BOTREL *et al.*, 2002; SOUZA *et al.*, 2003; DALANESI, OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994; ROCHA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2007).

Nesse estudo será apresentado como são realizados os trabalhos de descrição de análise de vegetação que investigam as correlações entre variações estruturais e florísticas em comunidades vegetais e os fatores ambientais.

BREVE HISTÓRICO

Duas visões a cerca das associações entre as plantas e as comunidades se conflitaram durante o início do século XX, tendo Frederik E. Clements e H. A. Gleason como precursores de opiniões sobre essas associações (KENT & COKER, 1992; RODRIGUES & NASCIMENTO, 2006). Na visão de CLEMENTS (1916, 1928) as comunidades eram tidas como unidades discretas com fronteiras nítidas e uma organização única. Ele acreditava que as espécies pertencentes a uma comunidade estavam intimamente associadas umas com as outras e os limites ecológicos de distribuição de cada espécie coincidiam com a distribuição da comunidade como um todo. Este tipo de organização é chamado de *comunidade fechada*, caracterizada pela separação abrupta entre uma comunidade e outra.

Já GLEASON (1926) possuía um ponto de vista oposto a esta organização comunitária. Este autor sugeriu que a comunidade, longe de ser uma unidade distinta como um organismo, é meramente uma associação fortuita de organismos cujas adaptações os capacitam a viver juntos sob condições físicas e biológicas particulares que caracterizam um determinado lugar. Uma associação de plantas, ele disse, “*não é um organismo, raramente até mesmo unidade vegetal, mas meramente uma coincidência*”. Ele achava que cada espécie está distribuída independentemente das outras concorrentes numa determinada associação. Uma *comunidade aberta* como esta não tem fronteiras naturais; portanto, os seus limites são arbitrários em relação às distribuições geográfica e ecológica dos membros de sua espécie, os quais podem estender seus alcances independentemente em direção a outras associações.

No meio desse conflito, surgiu o conceito de “*continuum*”, como uma nova forma de organização de comunidade, onde as espécies de animais e vegetais substituem gradualmente uns aos outros ao longo de gradientes de condições físicas (GLEASON, 1939; WHITTAKER, 1951). Com esse novo conceito, surgiu a abordagem de gradiente, que serviria para solucionar o problema de comunidades fechadas e comunidades abertas, onde seria necessário uma análise da abundância de espécies e coleta de variáveis ambientais e físicas ao longo de alguns gradientes contínuos de condições ecológicas (SHELFORD, 1931). Nesse contexto, o pesquisador Robert Harding Whittaker (1970) se interessou pelo estudo de como as espécies se distribuíam ao longo de gradientes ambientais.

Em sua tese de doutorado, *Vegetação das Grandes Montanhas Esfumadas de Tennessee*, Whittaker quis compreender melhor como as espécies se distribuíam ao longo de gradientes ambientais. Para isso ele lançou parcelas ao longo da montanha em intervalos de distância ou elevações uniformes do fundo do vale para o pico do morro. Em cada ponto de amostragem foram coletados e descritos dados de características físicas e ambientais como a posição geográfica, direção de exposição da área, grau de desnível do local, umidade, grau de elevação e abundância de espécies. Como conclusão, Whittaker foi capaz de mostrar que a importância das espécies de plantas (como medida de densidade ou cobertura) apresentou uma distribuição Gaussiana ao longo de gradientes ambientais fundamentais, onde cada espécie apresentou uma distribuição individualista. Ele comenta também que (1) as populações de espécies se distribuem de forma variável, cada uma de acordo com seus próprios padrões fisiológicos e genéticos, e então (2) as comunidades-tipos não são unidades organizadas de várias espécies, mas (3) podem ser interpretadas e definidas em termos de distribuição populacional ao longo de gradientes e (4) entendidas como parte de um padrão populacional

complexo de vegetação clímax, no qual (5) o método de análise de gradiente é apropriado (WHITTAKER, 1956). Ou seja, a significância desse trabalho é nítida, uma vez que ele apoiou o conceito de “*continuum*” e estendeu a estatística básica para análise de gradiente em geral.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Fatores ambientais limitantes (Kent & Coker, 1992)

A razão pela qual determinadas espécies crescem juntamente com outras em um ambiente particular, geralmente, pode ser explicada por ambas terem necessidades similares para sua existência em termos de fatores ambientais, tais como: luz, temperatura, água, drenagem e nutrientes no solo. Elas também podem compartilhar as mesmas habilidades para tolerar atividades humanas e animais, tais como: pastagem, queimadas, podas, etc (KENT & COKER, 1992).

Se tomado apenas um desses fatores ambientais, por exemplo, umidade do solo, e ao representar graficamente a abundância dessa espécie ao longo do gradiente de variação da umidade do solo, o resultado poderia ser aproximadamente uma curva normal ou curva de Gauss (COX & MOORE, 1985) (Figura 1). Essa variação da abundância da espécie em resposta a um fator ambiental é conhecida como gradiente ambiental.

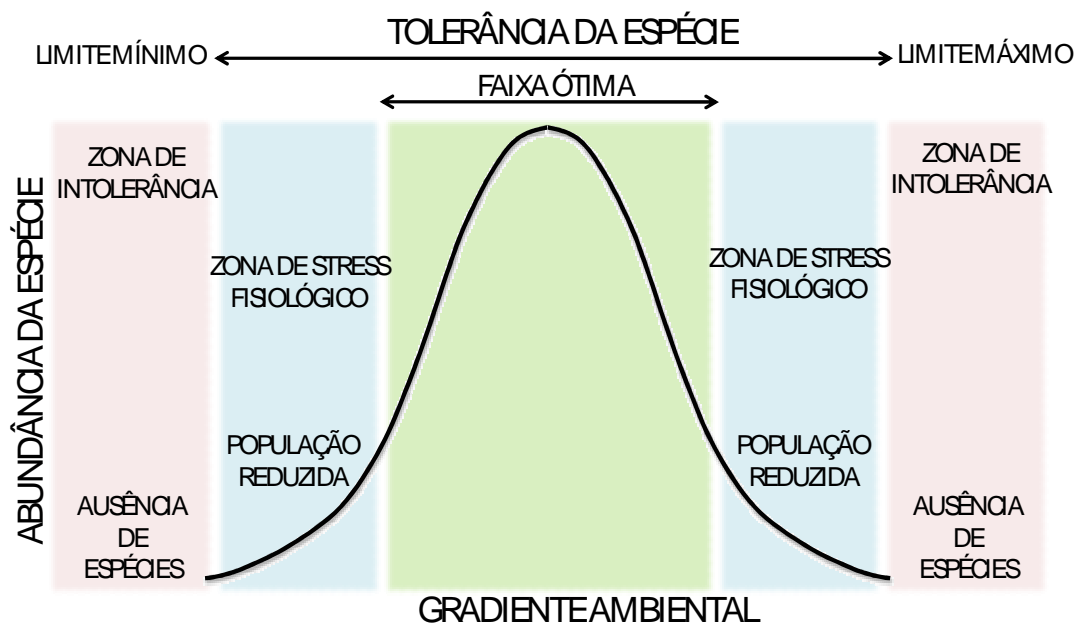


FIGURA 1. Curva Normal ou Curva de Gauss da resposta de espécies vegetais a um fator ambiental e zonas de tolerância. (Modificado de COX & MOORE, 1985)

Se várias espécies estão associadas em uma comunidade, assume-se que suas curvas de abundância em relação a fatores ambientais sejam grosseiramente semelhantes. Contudo, os estudos das respostas das espécies a gradientes ambientais sugerem que na prática, as curvas variem enormemente. A largura e

altura da curva de cada espécie será muito diferente, indicando diferenças na zona de tolerância. Da mesma maneira, a forma da curva raramente terá o formato idealizado de um sino (KENT & COKER, 1992) (Figura 2). Ao contrário, as curvas serão inclinadas, bimodais ou apresentando um platô.

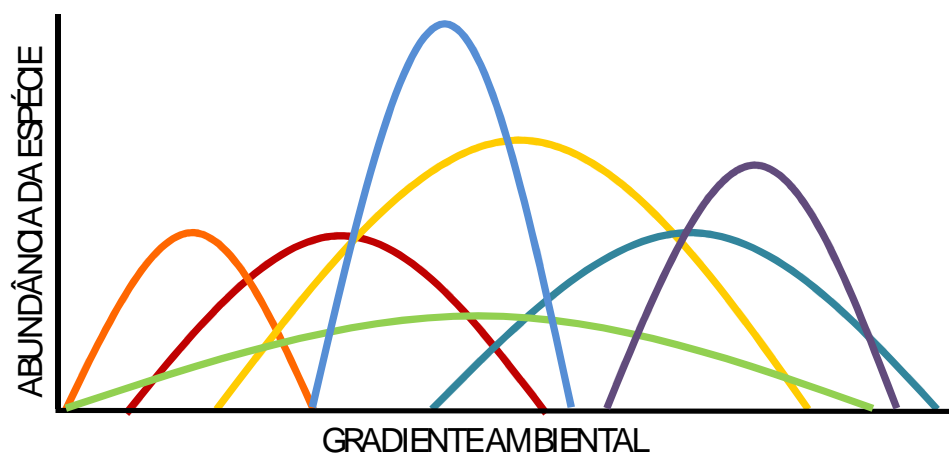


FIGURA 2. Curvas de Gauss sobrepostas das respostas das espécies a um fator ambiental (Modificado de KENT & COKER, 1992).

Espécies crescendo em um ponto da superfície terrestre estarão respondendo a mais de um fator ambiental. Portanto, cada espécie apresentará uma curva-resposta diferente para cada fator ambiental e cada curva vai se diferir na forma. O total global da aptidão ou não de um sítio para o crescimento de determinada espécie será representado pelas posições do sítio em cada curva-resposta dos diversos fatores ambientais. Para alguns fatores, o sítio estará próximo ao centro da curva (condição ótima); enquanto que para outros fatores, o sítio estará próximo às extremidades. Se um dos pontos do sítio estiver além dos limites da curva, as condições serão muito desfavoráveis para o crescimento da espécie. O fator pelo qual isso ocorre é denominado de principal fator limitante. Em alguns casos, esse fator pode ser compensado por um outro fator, o “fator compensatório”. Um conceito correlacionado a isso é o conceito de nicho. O Nicho é definido como “os limites”, para todos os fatores ambientais importantes, nos quais indivíduos de uma espécie podem sobreviver, crescer e reproduzir (BEGON *et al.* 1990). O conceito de nicho foi largamente debatido e discutido por WHITTAKER (1973) e SCHOENER (1989).

Competição e Coexistência

A importância da competição, interação e coexistência na tolerância das espécies aos fatores ambientais é mostrada na figura 3. Os gráficos mostram a diferença das curvas obtidas em campo (curva ecológica) e em laboratório (curva fisiológica) de quatro espécies de plantas em gradientes de pH. A distribuição da abundância ao longo do gradiente em situação de campo é, em todos os casos, diferente e mais limitada do que aquela da situação de laboratório. RORISON (1969) argumenta que uma das razões para tal diferença é a remoção da competição interespecífica encontrada no mundo real. Na ausência de competidores as espécies são capazes de crescer ao longo de um gradiente maior de pH.

ANÁLISES QUANTITATIVAS DOS DADOS

As técnicas de processamento de dados fitossociológicos podem variar de um simples cálculo de índice até técnicas multivariadas complexas, tais como classificação e ordenação. A seleção de um método específico é baseada na interpretação sólida de resultados e identificação de inter-relações que podem existir entre as variáveis estudadas (HÖFT *et al.*, 1999).

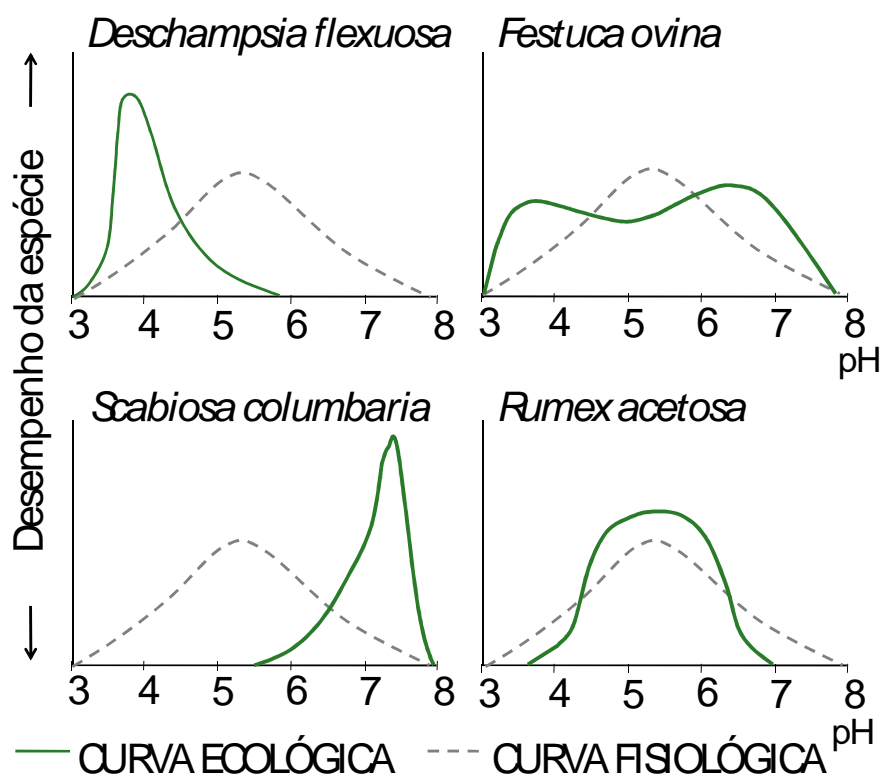


FIGURA 3. Diferença entre comportamento de quatro espécies crescendo no campo (curva ecológica ótima) e sob condições de não-competição controladas em laboratório (curva fisiológica ótima). (Modificado de RORISON, 1969)

Segundo HÖFT *et al.*, (1999), as aplicações estatísticas podem ser divididas em duas grandes categorias:

- (1) Conjuntos de dados em que as medidas são obtidas de apenas um atributo (variável resposta) e os dados analisados por um conjunto de técnicas de análises univariadas;
- (2) Conjuntos de dados em que as medidas são obtidas simultaneamente de diversas variáveis e as técnicas aplicadas são de análises multivariadas.

Os estudos de natureza multivariada são mais comuns em pesquisas fitossociológicas (HÖFT *et al.*, 1999), enquanto que os métodos mais simples, porém igualmente importantes de análise estatística são pouco

mencionados (KENT & COKER, 1992). Aqui são apresentados, de forma resumida, a natureza dos dois grandes grupos de análises referidos anteriormente.

Análises de Correlação e Regressão

As análises de correlação e regressão são muito importantes para as investigações diretas de dados florísticos e ambientais. Também são a base para o entendimento de métodos multivariados complexos. Análises de correlação são um conjunto de métodos usados para determinar a “força da correlação” entre variáveis. O resultado de uma análise de correlação é um parâmetro estatístico que se encontra entre -1.0, passando pelo 0.0, até 1.0; que descreve o grau de correlação entre duas variáveis. Análises de regressão são utilizadas em um estágio mais avançado, medindo e descrevendo a forma da correlação entre duas variáveis e permitindo a predição dos valores de uma variável em termos da variação na outra.

Contudo, o fato de duas variáveis apresentarem forte correlação não significa, necessariamente, que uma variável esteja causando a variação na outra. Uma correlação causal não pode ser deduzida pelo coeficiente de correlação em si. Causa e efeito só podem ser determinados por outras evidências e pelo julgamento do pesquisador.

Para demonstrar o uso e o cálculo das análises de correlação e regressão, um exemplo de exploração da correlação entre a riqueza de espécies de plantas e a idade do sítio em 26 lotes vagos em Chicago (CROWE, 1979). CROWE registrou o número de espécies de plantas crescendo em lotes abandonados de Chicago em uma faixa de idade variando de 3 a 150 meses. Os dados foram plotados na figura 4. O gráfico demonstra uma correlação linear positiva entre as duas variáveis.

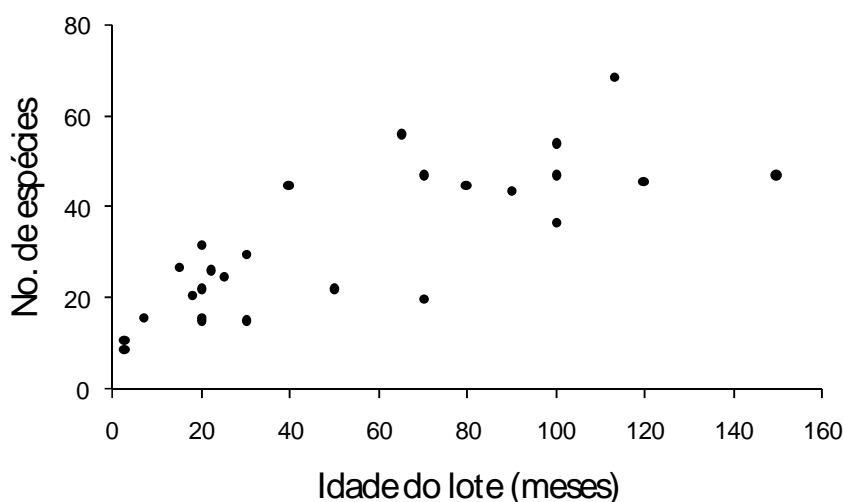


FIGURA 4. Gráfico de dispersão de duas variáveis, riqueza de espécies (y) e idade de lotes urbanos abandonados (x) para 26 locais em Chicago. (Modificado de CROWE, 1979).

Análises Multivariadas: Ordenação

Os dados de comunidades de plantas são de natureza multivariada (KENT & COKER, 1992), coletados e organizados em matrizes de espécies ou variáveis

ambientais por amostras (parcelas). Esses dados brutos são multidimensionais, impossibilitando a compreensão do que parece um caos. De maneira geral, os métodos de estatística multivariada visam simplificar conjuntos de dados volumosos, a fim de torná-los mais acessíveis à compreensão e permitir o reconhecimento de estruturas e padrões observados (HÖFT *et al.*, 1999).

As técnicas de análises multivariadas com aplicação para dados fitossociológicos correspondem a uma série extensa de métodos podendo ser divididos em dois principais grupos: (1) classificação ou agrupamento, e (2) ordenação. O primeiro grupo se baseia na alocação de amostras e/ou espécies em grupos; enquanto o segundo grupo busca arranjar as amostras e/ou espécies ao longo de gradientes (VALENTIN, 1995).

Aqui buscou-se focar nas análises de ordenação, que são aplicadas principalmente nas análises de gradientes ambientais. O princípio da ordenação consiste em simplificar, condensar e representar sinteticamente vastos conjuntos de dados, na esperança que as inter-relações ecológicas emergjam (VALENTIN, 1995). Para isso, as amostras são geralmente ordenadas em função de um grande número de critérios (m espécies), e se posicionam dentro de um espaço de m dimensões. A representação gráfica é impossível, mas por meio de cálculos matriciais é possível projetar as amostras em um plano e obter uma imagem simplificada desta estrutura multidimensional (VALENTIN, 1995).

QUADRO 1: Classificação de métodos de ordenação.

ANÁLISES INDIRETAS DE GRADIENTE		
Baseadas em distância	Baseadas em <i>eigenanalysis</i>	
Ordenação polar (PO) ou de Bray-Curtis	Modelo linear	Modelos unimodais
Análise de coordenadas principais (PcoA)	Análise de componentes principais (PCA)	Análise de correspondência (CA)
Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS)		Análise de correspondência retificada (DCA)
ANÁLISES DIRETAS DE GRADIENTE		
Modelo linear	Modelos unimodais	
Análise de redundância (RDA)	Análise de correspondência canônica (CCA)	
	Análise de correspondência canônica retificada (DCCA)	

* FONTES, 2009.

As análises de ordenação para estudos dos gradientes ambientais podem ser diretas ou indiretas. Análises diretas de gradiente utilizam os dados ambientais para ordenar as amostras da vegetação; análises indiretas de gradiente ordenam as amostras da vegetação, separadamente, e esses dados reduzidos são comparados ambientais (KENT & COKER, 1992; VALENTIN, 1995; HÖFT *et al.*, 1999). A classificação dos métodos de ordenação é resumida na Tabela 1.

FATORES AMBIENTAIS X VARIAÇÕES ESTRUTURAIS E FLORÍSTICAS EM COMUNIDADES ARBÓREAS

A plasticidade morfológica e fisiológica intra e interespecífica estão correlacionadas com faixas de condições ambientais, representadas pela amplitude das condições de fertilidade, umidade, luminosidade, temperatura, dentre outros fatores (BARROS, 2007). De qualquer modo, este autor afirma ser necessário investigar quais são os possíveis fatores ambientais (abióticos e bióticos) preponderantes na distribuição espacial das espécies. Além disso, é extremamente importante entender quais destes fatores passam a determinar o sucesso no estabelecimento de espécies em diferentes sítios e a partir de que estágio de desenvolvimento, podem-se estabelecer padrões de correlação com os fatores ambientais (BARROS, 2007).

Vários estudos têm sido direcionados no sentido de avaliar as associações entre a distribuição espacial das espécies florestais e as variáveis ambientais locais. Verifica-se que dentre os fatores ambientais responsáveis pelas variações estruturais e florísticas em comunidades florestais, pode-se citar como os principais: (1) o regime hídrico, (2) a temperatura, (3) a topografia, (4) o solo e (5) a luminosidade.

Hipóteses Testadas em Artigos

Dentre os artigos e estudos utilizados nessa revisão pode-se observar que a maioria compreendeu as seguintes hipóteses:

(1) A composição florística e estrutural de comunidades arbóreas apresentam padrões de distribuição espacial relacionados a um gradiente topográfico, a diferentes níveis de umidade e fertilidade de solos, além de diferentes níveis de luz. A diversidade de espécies é em função da heterogeneidade do ambiente (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994; JULI *et al.*, 2003).

(2) As árvores já estabelecidas (adultas), no entanto, respondem de forma diferenciada aos gradientes topográfico, umidade, fertilidade de solos e luminosidade em função do estágio de desenvolvimento (BARROS, 2007).

Com base nessas hipóteses, será descrito em seguida os principais fatores ambientais, com ênfase nos estudos de gradiente destes fatores.

- Gradiente Topográfico

Em geral, o gradiente topográfico é um dos fatores mais importantes na variação da estrutura dos ecossistemas florestais. Na região do Alto Rio Grande, Sul de Minas Gerais, diversos trabalhos já foram desenvolvidos em fragmentos florestais (VAN DEN BERG, 1995; VAN DEN BERG & OLIVEIRA-FILHO, 1999; VAN DEN BERG, 2001; VAN DEN BERG & SANTOS, 2003). Esses trabalhos consistem, basicamente, em identificar as correlações existentes entre topografia (drenagem) e estrutura da comunidade arbórea.

Estudos de correlações entre espécies e fatores ambientais têm demonstrado que o gradiente topográfico, em uma escala local, influencia na distribuição espacial e mudança florística das espécies das florestas tropicais (RODRIGUES *et al.*, 2007;

BARROS, 2007). Isso se deve ao fato de que a topografia comumente corresponde às mudanças nas propriedades dos solos, particularmente no regime de água e na fertilidade (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Estudos apontam a topografia como um dos principais fatores responsáveis pelas variações da vegetação arbórea em florestas estacionais (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994, VAN DEN BERG, 2001, BOTREL *et al.*, 2002). Esses autores sugerem que a topografia afeta não só a disponibilidade de água nos solos como também a ciclagem de nutrientes e os processos de formação dos solos.

As condições de drenagem determinadas, principalmente, pelo gradiente topográfico, influenciam os níveis do lençol freático que condicionam o grau de umidade dos solos, influenciando diretamente em suas características físico-químicas (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994). Portanto, esse fator está relacionado com a profundidade, teor de umidade e com as propriedades físico-químicas do solo (SILVA JUNIOR, 1998).

Estas diferenças se dão tanto no sentido do declive, quanto ao longo da largura das matas (OLIVEIRA-FILHO, 1994) sendo responsáveis pela grande heterogeneidade espacial observada, justamente por essa influência da topografia na disponibilidade de água e de nutrientes no solo (WALTER, 1995; SILVA JUNIOR, 1998).

A declividade do solo produz, em conjunto com outros fatores, uma variedade de situações ambientais, tais como gradientes de umidade no solo entre o topo e a base da vertente; favorecimento do transporte de partículas de solo ao longo do perfil; interferência na organização vertical do dossel, ocasionando variações nos ângulos de penetração e distribuição de luz no interior de florestas; promoção da aparente elevação da copa de indivíduos menores e mais jovens de áreas superiores, de modo que alcancem mais rápido o dossel em áreas de declividade acentuada; variação no tempo de incidência de radiação durante o ano (mais nas áreas elevadas que nas inferiores) e geração de aspecto de degraus no estrato arbóreo (GANDOLFI, 2000).

As variações microtopográficas podem ser consideradas como responsáveis pela captura de matéria orgânica e sementes, gerando microambientes que determinam a ocorrência de microrganismos, germinação, estabelecimento e mortalidade de plântulas (CARDOSO & SCHIAVINI, 2002; VIRTANEN *et al.*, 2006).

Dessa forma, a correlação entre distribuição de espécies arbóreas e o gradiente topográfico tem sido demonstrada em vários estudos de comunidades vegetais (BOTREL *et al.*, 2002; PARRON, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2007). Em estudos de VAN DEN BERG & SANTOS (2003), a grande heterogeneidade ambiental da área em estudo esteve relacionada ao gradiente topográfico entre a margem do curso d'água e a borda da mata. De acordo com esses autores, é provável que não só a distribuição das espécies, mas também a dinâmica da comunidade variem sobretudo ao longo deste gradiente.

Em contrapartida, estudos sobre a relação entre a distribuição de espécies vegetais arbóreas e a topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG), mostraram que das comunidades vegetais estudadas no gradiente florestal, as espécies de mata mesófila de encosta apresentaram alguma relação com a topografia, enquanto que espécies da transição dessa mata com o cerrado não apresentam dependência clara com a topografia, sendo que a maior luminosidade da borda, no limite com o campo cerrado, é o fator que mais acompanha a localização do cerrado na área de estudo (CARDOSO & SCHIAVINI, 2002).

- Gradiente de Umidade

OLIVEIRA-FILHO (1994) considerou a água como o segundo fator abiótico mais importante, responsável pelo padrão de distribuição espacial das espécies arbóreas em matas de galeria JULI *et al.*, (2003) também estão de acordo com os estudos que consideram positiva a relação entre a diversidade de espécies e a disponibilidade de água às plantas.

Níveis de umidade do solo não são constantes ao longo do ano, mas apresentam um comportamento previsível ligado às propriedades físicas do solo, topografia da área e distribuição das chuvas (VAN DEN BERG & OLIVEIRA-FILHO, 1999).

As condições de saturação hídrica alteram as características abióticas, tanto em nível edáfico como microclimático, afetando a germinação e o recrutamento de indivíduos, definindo assim a distribuição espacial, composição florística e estrutura da vegetação (LOBO & JOLY, 2001).

A umidade, geralmente, aumenta da borda da mata até a margem do córrego, onde as condições de umidade do solo podem reduzir a dominância das espécies através da diminuição na competição. Por outro lado, situações de estresse causadas pela falta d'água na camada superficial do solo, na fase germinativa ou no estágio de mudas das plantas, podem ser críticos para o seu estabelecimento e refletem a composição de espécies de comunidades adultas (CAUSTON, 1988).

Apesar de seu regime ser dependente da topografia, a umidade determina a composição florística em um ambiente, o que reflete na sua estrutura. Áreas mais úmidas, por exemplo, propiciam o desenvolvimento de uma vegetação específica e diferente de uma área mais seca em uma mesma mata (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994). Logo, de forma direta ou indireta a presença da água se relaciona com fatores que afetam a composição florística e distribuição espacial de indivíduos dentro da mata (BARROS, 2007).

SOUZA *et al.*, (2003), através de estudos desenvolvidos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua situado às margens do rio Capivari, em Lavras (MG), verificaram que apesar das variações significativas da fertilidade química dos solos com o relevo, é bem possível que seja o regime de água o principal fator ambiental associado à distribuição das espécies arbóreas na área. Algumas tendências já registradas por outros autores foram detectadas também nos estudos de SOUZA *et al.*, (2003), às margens do rio Capivari, em Lavras (MG). Por exemplo, as espécies *Protium widgrenii*, *Machaerium stipitatum*, *Machaerium villosum*, *Casearia sylvestris*, *Nectandra oppositifolia*, *Siparuna arianae*, *Calyptranthes clusiifolia*, *Chrysophyllum marginatum* e *Luehea grandiflora* mostraram preferência por sítios mais secos e pobres em nutrientes, próximos à borda do fragmento.

Segundo JULI *et al.*, (2003), a temperatura e a disponibilidade hídrica mostraram serem variáveis de grande importância na explicação da diversidade de espécies. Nesse caso, a disponibilidade de água é relacionada a fatores climáticos tais como precipitação e evapotranspiração.

- Gradiente de Solos e Nutrientes

As características diferenciadas dos solos, determinam os limites da mata com a vegetação adjacente, a composição florística, a riqueza e a estrutura das espécies (área basal e densidade) (OLIVEIRA-FILHO, 1994; SILVA JÚNIOR, 1998).

SOUZA *et al.*, (2003), através de estudos desenvolvidos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, situado às margens do rio Capivari, em Lavras (MG), verificaram que a textura dos solos foi mais grossa nas parcelas mais baixas e próximas à margem do rio. De acordo com os autores é possível que a textura mais arenosa na margem do rio seja provocada por cheias excepcionais e ocasionais, durante as quais o rio depositaria sedimentos arenosos. Além disto, o fragmento está localizado na curva interna do rio, onde a velocidade da água cai, diminuindo a capacidade de carrear material e incrementando a sedimentação.

SANTOS *et al.*, (2000) analisaram as inter-relações entre a vegetação secundária estabelecida sobre dunas de rejeito de mineração (irrigadas ou não) e as variáveis ambientais definidas pelas características físicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas do solo. Os resultados mostraram uma maior correlação com as variáveis limo, saturação do alumínio (m), boro e areia, ao passo que houve uma correlação, porém em menor importância com as variáveis nominais irrigado e não irrigado, fungos micorrízicos (MA), atividade da fosfatase ácida (AEFA) e fósforo (P) (Figura 5.). Observa-se que o primeiro eixo separou as parcelas de forma nítida somente para as áreas de tabuleiro (Tab) e um ano sem irrigação (1NI). A pouca idade e ausência de irrigação provavelmente explicam os maiores teores de limo em 1NI. Já no segundo eixo de ordenação, as parcelas mostraram uma distribuição fortemente influenciada pelo binômio irrigado-não irrigado. A importância da irrigação no segundo eixo reflete nas variáveis bioquímicas e microbiológicas do solo, altamente dependentes da disponibilidade de água. A diferenciação das parcelas de 7I, provavelmente, decorre do maior desenvolvimento da vegetação, favorecido pela maior idade e irrigação.

O trabalho de RODRIGUES *et al.*, (2007) conduzido em um fragmento florestal adjacente ao curso do rio Ingaí, no Município de Luminárias, MG, verificou as correlações entre as variações da estrutura da comunidade arbórea e as variáveis ambientais relacionadas ao substrato, demonstrando que, em geral, a distribuição da maioria das espécies apresenta correlação com fertilidade e textura do solo, além de possuir uma correlação com o gradiente topográfico.

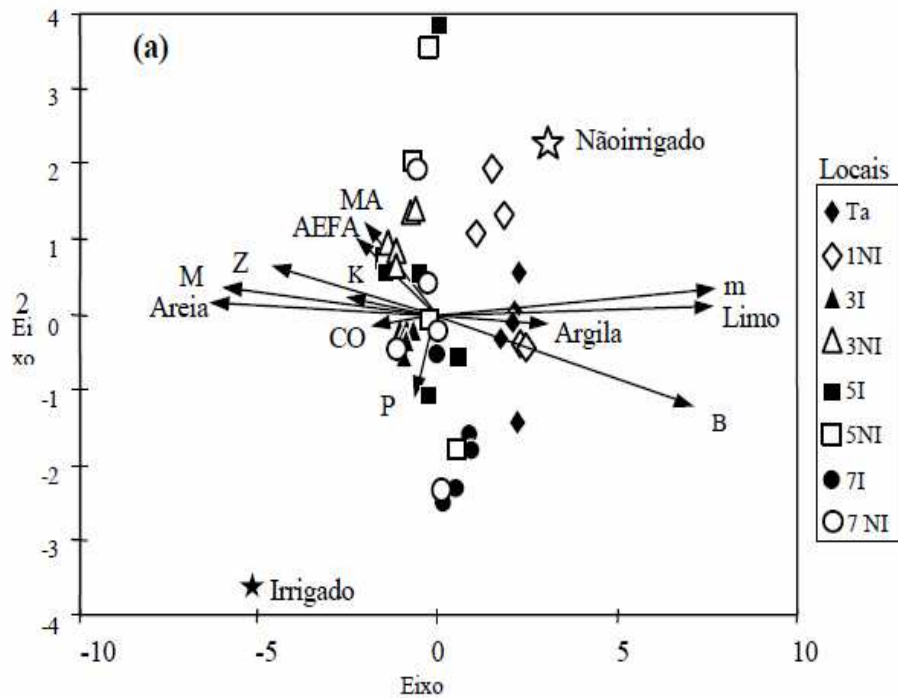


FIGURA 5: Eixos de ordenação dos dados amostrados em dunas em revegetação, considerando apenas as espécies com os maiores valores de cobertura na amostragem total. Destaque para as inter-relações entre os ambientes de estudo e as variáveis ambientais (SANTOS *et al.*, 2000).

Além da fertilidade dos solos, as características texturais (teores de areia, silte e argila), responsáveis pelas propriedades físico-hídricas, tais como a retenção de umidade e a condutividade hidráulica, são fundamentais no comportamento da distribuição das espécies (CARVALHO *et al.*, 2005).

MOURA *et al.* (2007) verificaram o relacionamento entre as características químicas e físicas do solo e espécies lenhosas do cerrado *sensu stricto* sobre afloramentos rochosos do Parque Nacional de Sete Cidades – PI. De modo geral, esses autores verificaram que a distribuição de espécies neste cerrado se apresenta como um *continuum* com as diferenciações relacionadas com fertilidade do solo, textura e rochocidade, sendo que, as espécies que mais se encontraram correlacionados com os afloramentos rochosos foram *Myrcia guianensis*, *Hancornia speciosa*, *Vitex polygama*, *Agonandra brasiliensis*, *Copaifera coriacea*, *Pouteria ramiflora* e *Hirtella ciliata*.

- Gradiente de Luminosidade

Condições de luz estão entre os fatores mais importantes na dinâmica florestal. A luz e as variáveis associadas a ela são capazes de afetar a distribuição e o crescimento das plântulas de diferentes maneiras. Portanto, a luminosidade tem relação com a dinâmica espacial na floresta, pois está ligada à abertura e reconstrução do dossel (VAN DEN BERG & SANTOS, 2003).

A nível interno das comunidades, o processo de formação de clareiras e suas consequências ocupa um lugar de destaque entre os fatores relacionados à dinâmica das florestas tropicais. No processo de formação de uma clareira, a variável ambiental mais afetada é a luz (VAN DEN BERG, 2001; VAN DEN BERG & SANTOS, 2003). Outras variáveis ambientais também podem se modificar com a formação de uma clareira, podendo estas estarem associadas ou não às mudanças na luz (VAN DEN BERG, 2001).

A maioria das plantas apresenta baixas taxas de crescimento, ou até crescimento nulo com ambientes encobertos de sombra (BARROS, 2007). Esse sombreamento é fator limitante na fase de estabelecimento e na fase juvenil de espécies vegetais e reduções drásticas na intensidade luminosa pelo dossel pode causar efeitos significativos no desenvolvimento de plântulas. No entanto, eventos tais como a formação de pequenas clareiras aumentam os índices de luminosidade e temperatura, influenciando no estabelecimento e no desenvolvimento de plântulas no sub-bosque (BARROS, 2007).

Durante o seu desenvolvimento, as espécies também ficam expostas a diferentes condições de luz, devido a diferentes gradientes luminosos que ocorrem da copa ao sub-bosque em função das mudanças na distribuição da folhagem e na estrutura da formação vegetal. Em resposta às diferenças na quantidade de luz, são necessários ajustes na estrutura da folha e morfologia da copa para que espécies regenerem-se e ocupem diferentes microsítios (FELFILI, 2001). Estes ajustes bem como o local em que tais espécies ocorrem, possibilitam a identificação de comportamentos ecológicos nas espécies, que refletem principalmente, na diferenciação do grau de exigência luminosa desde os estágios iniciais de desenvolvimento do indivíduo (FELFILI, 2001).

Mudanças na intensidade luminosa levam as espécies a mostrarem algum grau de adaptação fisiológica e morfológica em resposta aos ambientes de sol ou sombra, sendo que estas variações podem ocorrer até o nível intra-específico (FELFILI *et al.*, 2001). As diferenças podem ser relativas à genética entre indivíduos, devido à plasticidade fenotípica (aclimatação), ou ainda, interações genótipo-meio ambiente (FELFILI *et al.*, 2001).

- Gradiente de Temperatura

Muitos estudos em escala regional sugerem correlação positiva entre diversidade de espécies e temperatura (JULI *et al.*, 2003). No entanto, segundo os autores, o oposto também tem sido encontrado, principalmente, quando a disponibilidade de água não é considerada simultaneamente.

A temperatura apresenta grande força na distribuição entre o componente arbóreo das florestas estacionais. Limites de tolerância a altas ou a baixas temperaturas de certas espécies, assim como a determinados níveis de precipitação são importantes para as espécies que habitam as florestas e são grandemente utilizados para definir a distribuição geográfica de espécies restrita a determinadas condições ambientais (HAIDAR, 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Estudos de correlação espécie-ambiente são considerados extremamente úteis e necessários para um melhor entendimento da dinâmica de comunidades, envolvendo a distribuição e substituição de espécies ao longo de gradientes

fitofisionômicos e gradientes ambientais.

- Vale ressaltar que estes estudos não envolvem apenas a contribuição de um único fator ambiental, mas sim procuram compreender a relação de todos como um conjunto de fatores determinantes na comunidade vegetal.
- É difícil comparar estudos locais (pontuais) com outras áreas devido a critérios e espécies diferentes (JULI *et al.*, 2003).
- As tendências observadas nas correlações entre distribuição das espécies e variáveis ambientais, em uma certa área, necessitam de repetições em outros locais, para assim caracterizarem as espécies com maior segurança quanto ao habitat preferencial (OLIVEIRA-FILHO, 1994).

ESTUDOS DE CASO

DIVERSIDADE DA VEGETAÇÃO FLORESTAL AO LONGO DE UM GRADIENTE DE CONTINENTALIDADE CLIMÁTICA: MONTANHAS WESTERN SAYAN, SUL DA SIBÉRIA

Chytrý *et al.*, (2008)

Baseada na composição de espécies, a vegetação da região foi classificada (por meio do método Braun-Blanquet), como floresta hemiboreal nas regiões secas e quentes, com elevado pH do solo. A vegetação de Taiga ocorreu em áreas mais úmidas e com verões mais frios, em solos de pH ácido.

As análises de vegetação-ambiente foram feitas através de ordenação direta e indireta. Temperaturas médias de verão e inverno e a precipitação exerceram a principal influência na composição de espécies. O pH do solo também foi importante para a composição de espécies, mas esse fator é provavelmente controlado pela precipitação. Em escala local, a principal influência na composição de espécies foi a topografia, produzindo padrões de paisagens de comunidades de plantas.

A fim de verificar a relação vegetação-ambiente nas Montanhas Western Sayan ao sul da Sibéria, foi amostrada uma área de 280 km, dividida em 129 parcelas de 10 x 10 m (Figura 6)

Baseada na composição de espécies, a vegetação da região foi classificada (por meio do método Braun-Blanquet), como floresta hemiboreal nas regiões secas e quentes, com elevado pH do solo. A vegetação de Taiga ocorreu em áreas mais úmidas e com verões mais frios, em solos de pH ácido.

As análises de vegetação-ambiente foram feitas através de ordenação direta e indireta. Temperaturas médias de verão e inverno e a precipitação exerceram a principal influência na composição de espécies. O pH do solo também foi importante para a composição de espécies, mas esse fator é provavelmente controlado pela precipitação. Em escala local, a principal influência na composição de espécies foi a topografia, produzindo padrões de paisagens de comunidades de plantas.

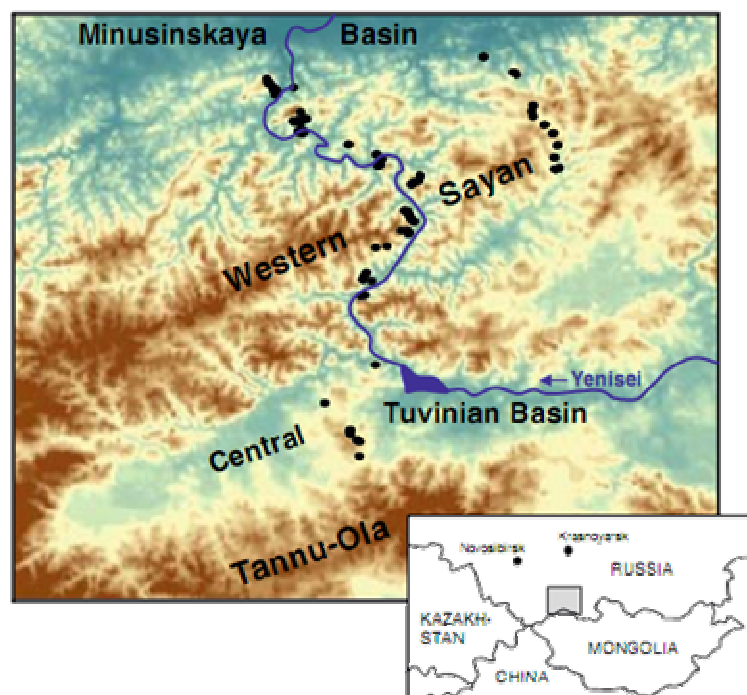


FIGURA 6: Mapa da área de estudo e sítios amostrados.

EFEITOS DA INTERAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO E DISTÚRBIOS ANTROPOGÊNICOS NA ESTRUTURA DE FLORESTAS DE LARCH EUROPEU (*LARIX DECÍDUA* MILL.)

GARBARINO *et al.*, (2009)

A influência dos fatores ambientais e antropogênicos na estrutura de florestas de *Larix* foi estudada em duas microbacias localizadas na região central dos Alpes Italianos. Foram analisados por meio do método de ordenação três conjuntos de dados: (1) estrutura da floresta; (2) influência antropogênica; e, (3) topografia. As duas áreas de estudo (Musella e Ventina, Figura 7) são caracterizadas por fortes gradientes climáticos e topográficos, além de um longo histórico de ocupação humana.

Os tipos de estrutura das florestas variaram de esparsas, com dominância de *Larix*, em elevações mais altas; e florestas densas, em elevações mais baixas, com dominância de spruce. As variáveis antropogênicas não foram significantes em Ventina, já em Musella, a interação dos efeitos antropogênicos e abióticos foram necessários para a explicação da estrutura florestal. Florestas com maior densidade de árvores e maior diversidade no dossel se encontravam a maiores distâncias das estradas. O histórico de influência humana foi de difícil mensuração e possivelmente desempenha um papel mais determinante na estrutura florestal do que foi sugerido pelos resultados.

Este estudo enfatiza a importância do contexto da paisagem na interpretação da magnitude da influência antropogênica e abiótica nos caminhos de desenvolvimento das estruturas florestais.

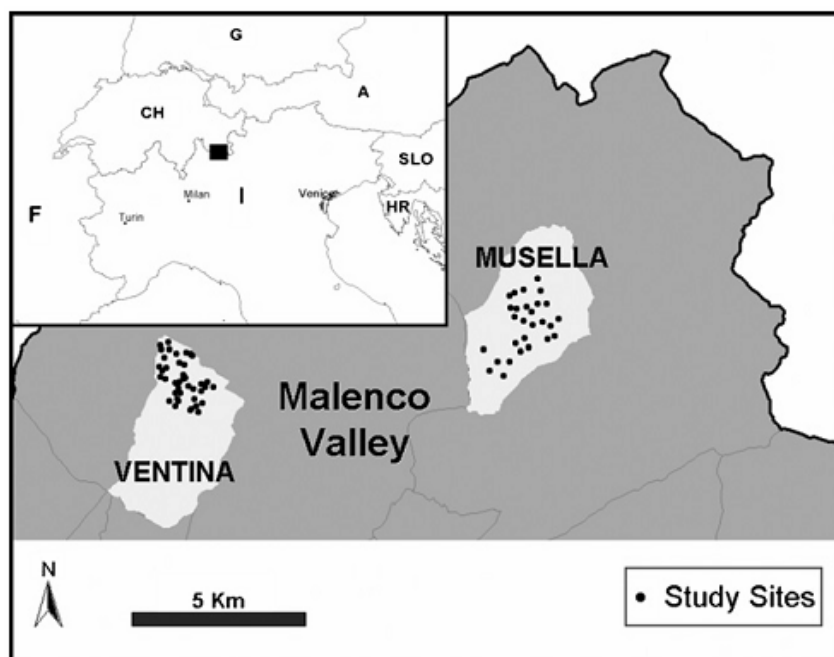


FIGURA 7: Localização das áreas amostradas.

RELAÇÕES VEGETAÇÃO-AMBIENTE DEPENDENTE DE ESCALA EM CAMPO SEMI-NATURAL

AUESTAD et al.,(2008)

Perguntas: Quais fatores ambientais e de manejo que determinam a composição de espécies de plantas em um campo semi-natural na área de estudo? A vegetação e fatores explicativos são dependentes de escala?

Localização: Campo semi-natural localizado em Laerdal, oeste da Noruega.

Métodos: As relações vegetação-ambiente foram avaliadas em três níveis de escala por meio de ordenação por DCA e análises GLM.

Resultados: O gradiente complexo mais importante na determinação da composição de espécies nos campos estudados mostrou uma grande correlação com a escala amostral. As condições de umidade do solo foram correlacionadas com a variação da vegetação em blocos, enquanto que concentrações de elementos do solo apresentaram correlação significativa com a variação da composição de espécies em todas as escalas espaciais. Inger e sua equipe demonstraram que a correlação vegetação-ambiente é dependente da escala de observação e sugerem que a grande variedade das correlações espécies-ambiente encontradas na literatura podem ser relacionadas a questões relacionadas à escala (metodologia).

Conclusões: A interpretação da variação da composição de espécies em campo semi-natural requer considerações no que diz respeito à escala espacial, nas quais importantes variáveis ambientais variam.

CORRELAÇÕES VEGETAÇÃO-AMBIENTE EM LARGA ESCALA EM ÁREAS DE ELEVADAS ALTITUDES DA EUSÁSIA

ANNETTE, K. & MARTIN (2004)

Pergunta: Como a vegetação de tundra é correlacionada com clima, química do solo, variáveis geológicas e herbivoria ao longo de uma vasta área da Eurásia ártica?

Métodos: A vegetação de 1132 parcelas foi amostrada em 16 sítios localizados em diferentes partes da tundra Eurasiática. Técnicas de agrupamento e ordenação foram utilizadas para análise de padrões de composição. As correlações vegetação-ambiente foram analisadas pelo ajuste de vetores ambientais em gráficos de dispersão multidimensionais não-métricos.

Resultados: A diferenciação da vegetação dominante foi associada a um complexo conjunto de variáveis ambientais (Figura 9). Uma tendência geral diferenciou áreas frias e continentais de áreas relativamente quentes e pouco continentais. Diversas variáveis físicas e químicas do solo foram associadas a essa diferenciação de ampla escala. Em especial, variáveis químicas do solo, correlacionadas a acidez do solo (pH e Ca), mostraram correlações lineares com o gradiente dominante da vegetação. Diferenças marcáveis entre sítios relativamente adjacentes sugerem que fatores locais, tais como propriedades geológicas e herbivoria por lemingues, devem levar a uma diferenciação abrupta da vegetação.

Conclusões: A diferenciação da vegetação em áreas de tundra se conforma a principal “ecocline” que é influenciada por um complexo conjunto de gradientes ambientais, onde precipitação, condições térmicas e processos físicos e químicos do solo se interagem. Contudo, fatores locais, tais como, condição de leito de rocha e herbivoria por lemingues podem causar desvios significativos dos modelos gerais de vegetação-clima. Em geral, fatores de química do solo (pH e Ca) apresentaram correlação linear com diferenciação da vegetação ártica em uma ampla escala.

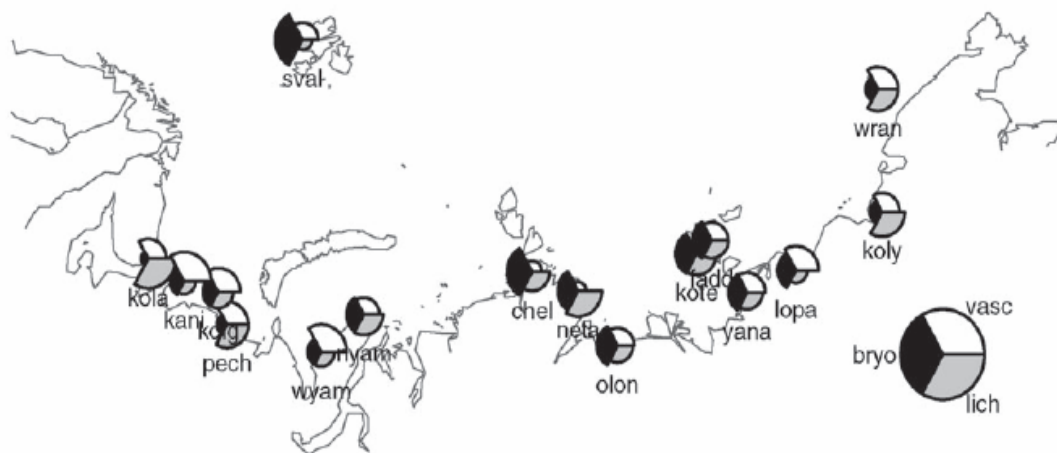


FIGURA 9. Correlações de abundância de briófitas, líquens e plantas vasculares

baseadas nos valores relativos de cobertura (cobertura de cada grupo/cobertura total) para cada sítio estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNETTE, K.; MARTIN, D. **Effects of environment, habitat configuration and forest continuity on the distribution of forest plant species.** *Journal of Vegetation Science* 15: 199-208, 2004.

AUESTAD, I.; RYDGREN K.; KLAND R. H. Scale-dependence of vegetation-environment relationships in semi-natural grasslands. **Journal of Vegetation Science.** v.19, n. 1, p.139-148, 2008.

BARROS, M.G DE. Regeneração natural de espécies lenhosas e suas correlações com fatores ambientais na mata de galeria do córrego Pitoco. Dissertação Mestrado – Universidade de Brasília), 138p. 2007.

BEGON, N.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. 1990. **Ecology: individuals, populations and communities.** Blackwell Scientific, Oxford.

BOTREL, R.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A.; CURI, N. **Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG.** Revista Brasil. Bot., V.25, n.2, p.195-213, jun. 2002.

CARDOSO, E.; SCHIAVINI, I. Espécies arbóreas e topografia em gradiente florestal. Revista Brasil. Bot., v.25, n.3, p.277-289, set. 2002.

CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO A.T.; VILELA, E.A.; CURI, N.; Van den BERG, E.; FONTES, M.A.L.; BOTEZELLI, L. **Solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil.** Revista Brasil. Bot., V.28, n.2, p.329-345, abr.-jun. 2005.

CAUSTON, D. R. **An introduction to vegetation analysis, principles and interpretation.** London: Unwin Hyman, 1988. 342 p.

CHYTRÝ, M., *et al.* 2008. Diversity of forest vegetation across a strong gradient of climatic continentality: Western Sayan Mountains, southern Siberia. **Plant Ecol.** v.196, p.61–83.

CLEMENTS, F. E. 1916. **Plant succession. An analysis of the development of vegetation.** Carnegie Institute. 242p. Washington D. C.

CLEMENTS, F. E. 1928. **Plant succession and indicators.** H. W. Wilson, New York.

COX, B. C. & MOORE P. D. 1985. **Biogeography: an Ecological and evolutionary**
ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 546 2012

perspective. Blackwell Scientific, Oxford.

CROWE, T. M.; 1979. Lots of weeds: insular phytogeography of vacant urban lots. **Journal of Biogeography.** v. 6, p. 169-181.

DALANESI, P.E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. DE; FONTES, M.A.L. **Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG, e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais.** Acta bot. bras. 18(4): 737-757. 2004.

FELFILI, J.M.; FRANCO, A.C.; FAGG, C.W.; SOUSA-SILVA, J.C. Desenvolvimento inicial de espécies de matas de galeria. In: J.F. Ribeiro; C.E.L. Fonseca & J.C. Sousa-Silva Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Ed. Embrapa Cerrados. Planaltina – DF. p. 779-811. 2001.

FONTES, M. A. L. 2009. **Análise Multivariada Aplicada a Ecologia.** Notas de aula. 19p.

GANDOLFI, S. 2000. **História natural de uma Floresta Semidecidual no Município de Campinas (São Paulo, Brasil).** Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GARBARINO, M.; WEISBERG, P. J.; MOTTA, R. 2009. Interacting effects of physical environment and anthropogenic disturbances on the structure of European larch (*Larix decidua* Mill.) forests. **Forest Ecology and Management.** v. 257, p. 1794–1802.

GLEASON, H. A. 1926. The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club.** v. 53, p. 01-20.

GLEASON, H. A. 1939. The individualistic concept of the plant association. **American Midland Natures.** v. 21, p. 92-110.

Haidar, R.F. **Fitossociologia, diversidade e sua correlação com variáveis ambientais em florestas estacionais do bioma Cerrado no Planalto Central e Nordeste do Brasil.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, Brasília, DF. 254p.

HÖFT, M.; BARIK, S. K.; LYKKE, A. M. 1999. **Quantitative Ethnobotany: Applications of multivariate and statistical analyses in ethnobotany.** People and Plants working paper 6. UNESCO, Paris. 45p.

JULI, P.G.; JORDI, C.; ALBERT, F.; XAVIER, F. **Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity.** *Journal of Vegetation Science* 14: 661-668, 2003.

KENT, M. & COKER, P. 1992. **Vegetation description and analysis: a practical**

approach. Belhaven Press. 363p. London.

LEITÃO-FILHO, H. F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. **IPEF**, n. 35, p. 41-46, 1987.

LOBO, P.A.; JOLY, C.A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H. F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. Ed. FAPESP. São Paulo: Universidade de São Paulo, 320p. 2001.

MOURA, I.O. DE; FELFILI, J.M.; CASTRO, A.A.J.F. **Correlações entre variáveis ambientais e espécies lenhosas de cerrado *sensu stricto* sobre afloramentos rochosos no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí.** Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. 2p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, n. 1, p. 67-85, 1994.

Oliveira Filho; A. T.; Vilela, E. A.; Carvalho, D. A. & Gavilanes, M. L. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology** 10: 483-508.1994.

OLIVEIRA FILHO, A.T. & RATTER, J.A. Padrões florísticos das matas ciliares da região dos cerrados e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário tardio. In *Matas ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). EDUSP, São Paulo, p.73-89. 2000.

PARRON, L.M. Aspectos da ciclagem de nutrientes em função do gradiente topográfico, em uma Mata de Galeria no DF. (Tese de Doutorado). Universidade de Brasília. Brasília. 181p. 2004.

PERES-NETO, P.R.; VALENTIN, J.L.; FERNANDEZ, F.A.S. Tópicos em tratamento de dados biológicos. Volume II. Programa de Pós-graduação em ecologia. Instituto de Biologia. UFRJ. Rio de Janeiro. RJ.p. 30-55. *Revista Brasil. Bot.*, V.28, n.2, p.203-218, abr.-jun. 2005.

ROCHA, C.T.V. ; CARVALHO, D.A.de; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T.de; Van den BERG, E.; MARQUES, J.J.G.S.M. **Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil.** *Revista Brasil. Bot.*, V.28, n.2, p.203-218, abr.-jun. 2005.

ROCHA, C.T.V.; CARVALHO, D.A.de; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA FILHO, A.T. de; Van den BERG, E.van den; MARQUES, J.J.G.S.M. **Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil.**

RODRIGUES, L.A.; CARVALHO, D.A. DE; OLIVEIRA FILHO, A.T. DE; CURI, N.
ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 548 2012

Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Luminárias, MG. R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.25-35. 2007.

RODRIGUES, P.J.F.P. & NASCIMENTO, M.T. 2006. Fragmentação florestal e efeitos de borda. **Rodriguésia**. v. 57, n. 1, p. 63-74.

RORISON, I. H. 1969. Ecological inferences from laboratory experiments on mineral nutrition. In: RORISON, I. H. (Ed.). **Ecological aspects of the mineral nutrition of plants**. Blackwell Scientific, Oxford. p.155-175.

SANTOS, M.DOS; ROSADO, S.C.DA S.; OLIVEIRA FILHO, A.T.DE; CARVALHO, D. de. **Herbáceo-arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba**. CERNE, V.6, N.1, P.019-029, 2000.

SCHOENER, T. W. 1989. The ecological niche. In: CHERRET, J. M (Ed.). **Ecological concepts: the contribution of ecology to an understanding of the natural world**. British Ecological Society, Blackwell Scientific, Oxford. p. 79-113.

SHELFORD V. E. 1931. Some Concepts of Bioecology. **Ecology**. v. 12, n. 3, p. 455-467.

SILVA JÚNIOR, M.C. **Comunidades de árvores e sua relação com os solos na Mata do Pitoco, Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF**. Revista *Árvores*, Viçosa, v. 22, p. 29-40. 1998.

SILVA, A.C. DA; VAN DEN BERG, HIGUCHI, E.P.; DE OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MARQUES, J.J. G.DE S.E M.; APPOLINÁRIO, V.; PIFANO, D.S.; OGUSUKU, L. M.; NUNES, M. H. **Estrutura e Diversidade do Componente Arbóreo de Florestas Aluviais no Sul de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 51-53, jul. 2007.

SOUZA, J.S.; ESPÍRITO-SANTO, F.D.B.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras-MG. R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.185-206, 2003.

VALENTIN, J. L. 1995. Agrupamento e Ordenação. **Oecologia Brasiliensis**. v. 2, p. 27-55.

VAN DEN BERG, E. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta ripária em Itutinga (MG) e análise das correlações entre variáveis ambientais e a distribuição das espécies de porte arbóreo-arbustivo**. Lavras: UFLA, 1995. 73p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

VAN DEN BERG, E. OLIVEIRA-FILHO, A.T. **Spatial partitioning among tree species within na área of tropical montane gallery Forest in south-eastern Brazil**. *Flora*, v.194.p.249-266.1999.

VAN DEN BERG, E. **Variáveis ambientais e a dinâmica estrutural e populacional de uma floresta de galeria em Itutinga, MG.** Campinas: UNICAMP, 2001. 73p. (Tese – Doutorado em Biologia Vegetal).

VAN DEN BERG, E.; SANTOS, F.A.M. DOS. **Aspectos da variação ambiental em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil.** Ciência Floresta, Santa Maria, v. 13, n.2,p. 83-98. 2003

VIRTANEN, R.; OKSANEN, J.; OKSANEN, L. & RAZZHIVIN, V.Y. Broad-scale vegetation-environment relationships in Eurasian high-latitude areas. **Journal of Vegetation Science.** v. 17, p. 519-528. 2006.

WALTER, B.M.T. 1995. **Distribuição espacial de espécies perenes em uma Mata de Galeria inundável no DF: Florística e fitossociologia.** 200p. (Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília).

WHITTAKER, R. H. 1951. A criticism of the plant association and climatic climax concepts. **Northwest Sci.** v. 26, p.17-31.

WHITTAKER, R. H. 1956. Vegetation of the great smoky mountains. **Ecological Monographs.** v. 26, n. 1, p. 01-80.

WHITTAKER, R. H.; LEVIN, S. A.; ROOT, R. B. 1973. Niche, habitat and ecotope. **The American Naturalist.** v. 107, p. 321-338.