

Autocorrelação espacial e estrutura da vegetação em uma ilha do Arquipélago de Anavilhanas, Rio Negro, Amazônia central

Daniel P. Munari, Carla Rezende, Agustín Camacho, Juan Guevara & Joyce Barbosa

1. Introdução

A distribuição espacial das plantas é determinada pela interação entre vários fatores bióticos e abióticos como umidade, luz disponível, fertilidade do solo, predação e competição, além de características intrínsecas à história de vida da planta, como a forma de dispersão (e.g. zoocoria e anemocoria) e o tipo de reprodução (e.g. vegetativa e sexuada) (Harper 1987). Particularmente, certos fatores abióticos, como a umidade do solo a partir da margem de um riacho, a temperatura a partir da borda de um fragmento florestal ou a quantidade de luz disponível nos vários extratos de uma floresta podem variar quantitativamente formando gradientes.

Gradientes ambientais podem acarretar em variações equivalentes na abundância e outras variáveis que descrevem a estrutura das comunidades de plantas, levando a existência de autocorrelação espacial entre unidades amostrais próximas (Keitt 2002). A autocorrelação espacial é caracterizada pela semelhança recorrente no valor que uma variável apresenta entre unidades amostrais em função da distância geográfica que as separa (Dale *et al.* 2002; Legendre *et al.* 2002). Análises de autocorrelação espacial têm sido utilizadas para testar independência entre unidades amostrais próximas e são de grande valia na compreensão dos processos que

determinam a distribuição de plantas na natureza, pois, através delas, é possível detectar padrões de organização das comunidades.

A grande variação no volume de água dos rios da bacia Amazônica ao longo do ano determina que áreas de mata sob sua influência passem parte do período submersa e outra parte emersa (Ferreira & Stohlgren 1999). O tempo que as áreas sob influência da variação no volume de água passam inundadas varia de acordo com a topografia. Áreas baixas permanecem mais tempo inundadas, determinando a existência de um gradiente de tempo de inundação conforme o volume de água diminui durante a vazante do rio. Algumas espécies de plantas não sobrevivem ao extenso período de inundação a que são submetidas durante a cheia, enquanto outras são mais tolerantes. Existe, ainda, um terceiro grupo, que escapa dos efeitos da submersão através do rápido desenvolvimento de suas plântulas (Parolin 2002) o que pode levar a uma variação na estrutura da vegetação ao longo de um gradiente de tempo de inundação.

Neste estudo, o nosso objetivo foi analisar a existência de autocorrelação espacial em variáveis de estrutura da vegetação ao longo de dois transectos dispostos perpendicularmente entre si. O primeiro seguiu um gradiente de tempo de inundação e o outro com tempo de inundação constante (isoclina). Caso o gradiente seja

determinante para as variáveis medidas, esperamos encontrar autocorrelação espacial nos menores intervalos analisados (menores distâncias geográficas entre unidades amostrais) no transecto que segue o gradiente. Por outro lado, para o transecto da isoclina, a autocorrelação espacial existirá em todos os intervalos analisados. No entanto, caso outros fatores intrínsecos ao sistema estudado sejam determinantes para a estrutura da vegetação, pode existir autocorrelação espacial em qualquer um dos transectos, em qualquer intervalo de distância.

2. Material & métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em uma ilha do arquipélago de Anavilhanas, rio Negro (AM). Anavilhanas, que dista cerca de 120 km a noroeste de Manaus, está entre os maiores arquipélagos fluviais do mundo, e é submetido a uma grande variação anual do nível das águas (14 m), deixando parte da vegetação submersa durante cerca de oito meses.

2.2 Desenho experimental

Na margem de um lago interno desta ilha, escolhida ao acaso, estabelecemos dois transectos de 2 x 70 m, um perpendicular à margem do lago seguindo um gradiente de tempo de inundação e outro transecto paralelo e distante 35 m da margem (isoclina) (Figura 1). Os transectos foram divididos em 35 unidades

amostrais de 2 x 2 m e em cada unidade registramos o número de indivíduos e o diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores que apresentavam a primeira ramificação >1,3 m de altura. A altura de cada unidade amostral em relação ao lago foi determinada com o auxílio de um clinômetro.

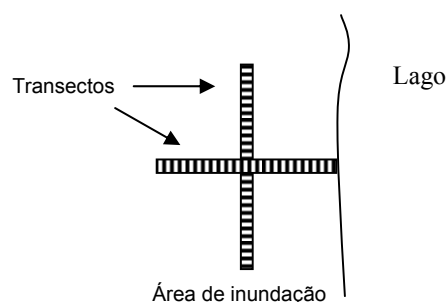


Figura 1 - Esquema da disposição dos transectos na área estudada.

2.3 Análise estatística

O DAP foi utilizado para calcular a área basal de cada indivíduo. A área basal total e o número de indivíduos em cada unidade amostral foram utilizados separadamente para testar a autocorrelação espacial do sistema utilizando uma função de autocorrelação. Esta função detecta em qual/quais intervalo(s) de distância entre unidades amostrais a variável observada possui autocorrelação espacial. Esta análise foi realizada no programa STATISTICA (versão 6.0).

3. Resultados

A altura do gradiente de inundação variou linearmente ao longo do transecto perpendicular à margem do lago, atingindo a altura máxima de 6 m (Figura 2A). A distribuição de abundância não foi uniforme em ambos os transectos. O número de indivíduos por unidade amostral variou de zero a seis em ambos os transectos (Figura 2). Ao longo do gradiente de inundação, em 37% e 40% das unidades amostrais foram encontradas dois e nenhum indivíduos, respectivamente, ao passo que a maioria das parcelas na isoclina (60%) apresentou apenas um indivíduo (Figura 2).

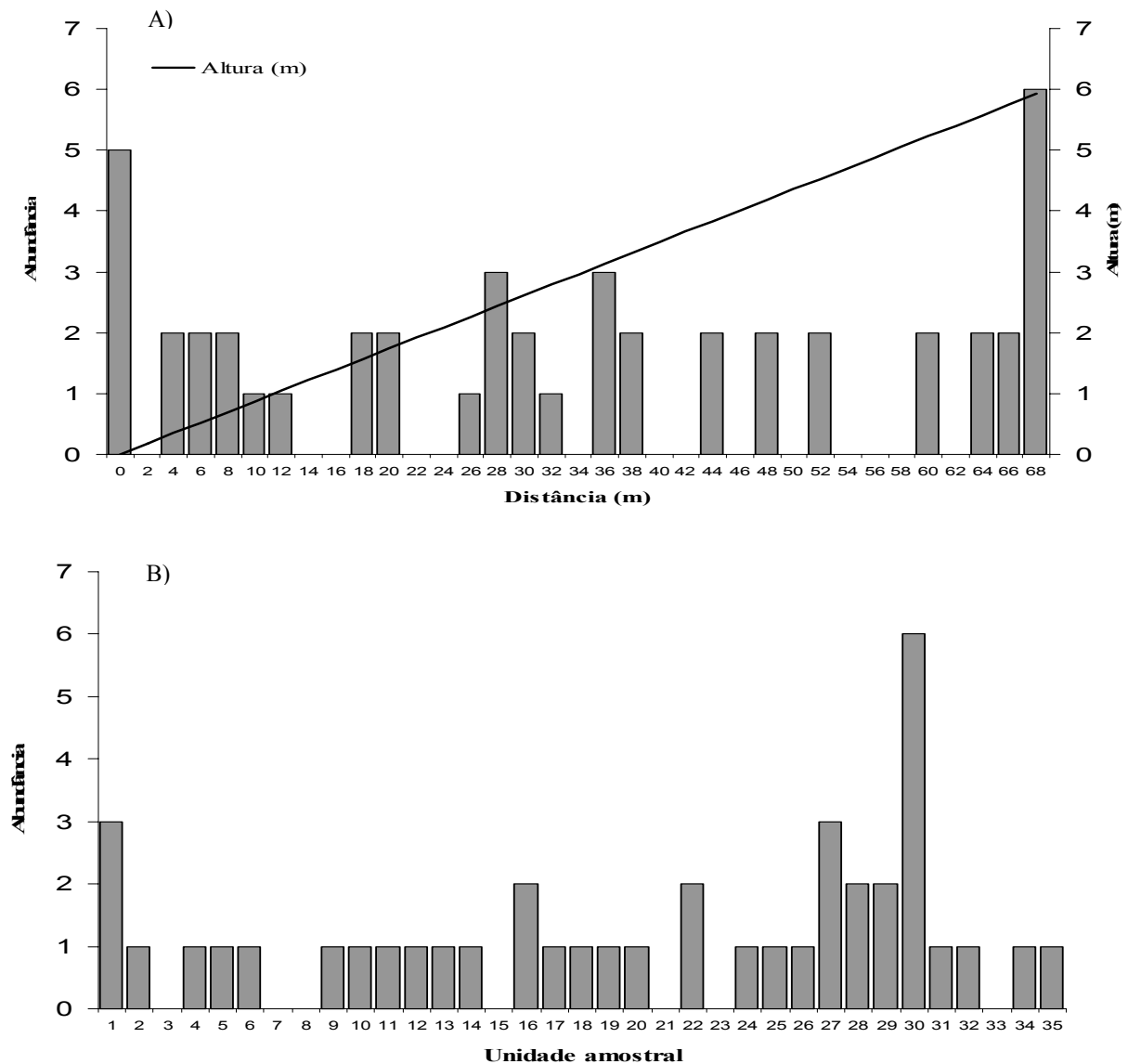


Figura 2. (A) Variação da altura do gradiente e número de indivíduos em cada unidade amostral ao longo do gradiente de tempo de inundação. **(B)** Variação do número de indivíduos por unidade amostral ao longo da isoclina.

A área basal total variou grandemente nos dois transectos devido à variação no número de indivíduos (Figura 2) e à variação árvores de maior porte entre as unidades amostrais (Figura 3). Quatro e três unidades amostrais no gradiente de inundação e na isoclina, respectivamente, apresentaram uma alta área basal (> 200 cm²). Assim como para a distribuição de abundância, a distribuição de área basal total não foi uniforme ao longo de ambos os transectos (Figura 3).

As análises de autocorrelação não evidenciaram organização espacial das variáveis observadas em ambos os transectos, pois para ambas as variáveis estruturais analisadas, não houve correlações significativas em quaisquer não dos intervalos analisados (Figura 4). É importante ressaltar que naturalmente os valores de correlação tendem a ser menores nos maiores intervalos devido ao pequeno número de pares testados, ou seja, a probabilidade de detecção de autocorrelação espacial torna-se baixa quando apenas poucas unidades amostrais são consideradas.

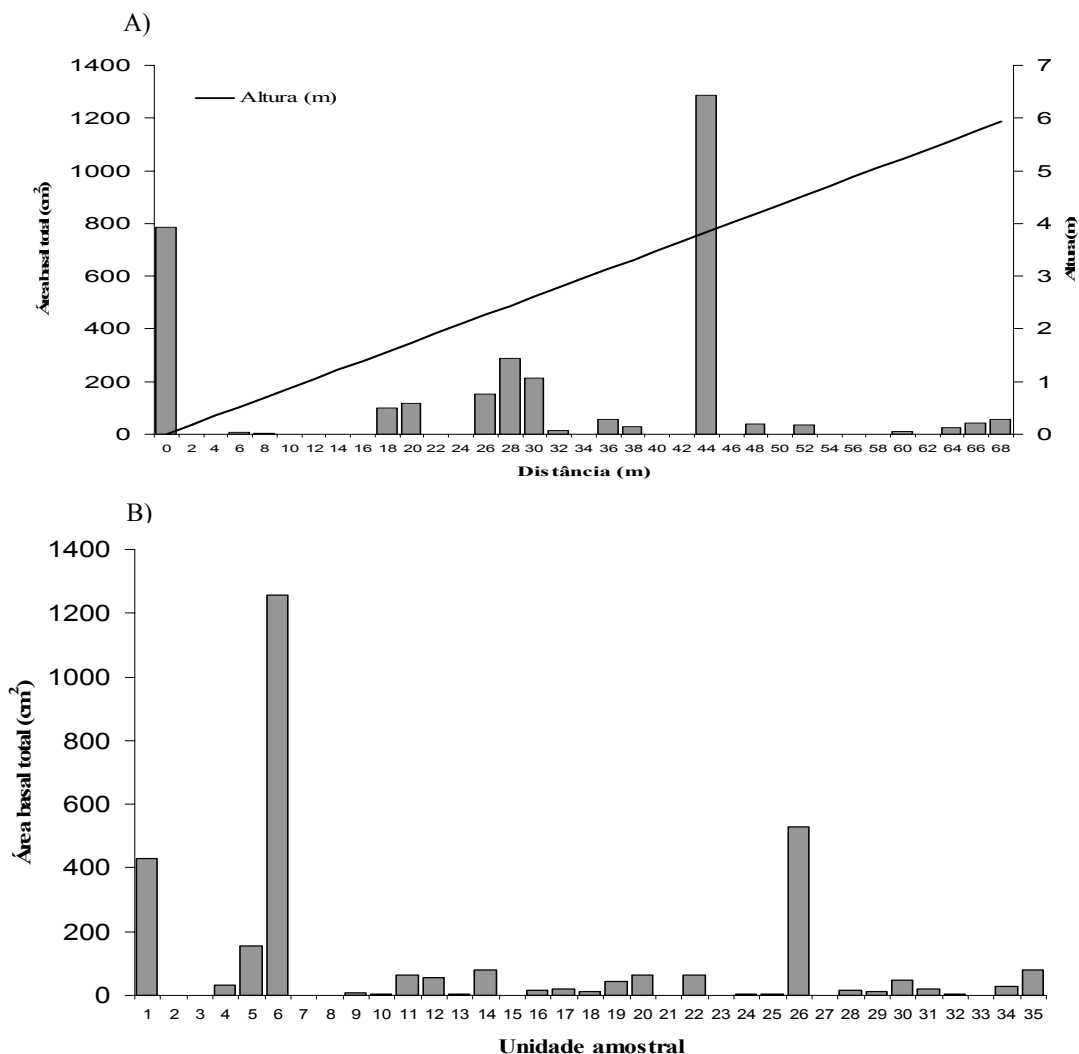


Figura 3 – A) Variação da altura e da área basal total dos indivíduos de árvores por unidade amostral em função da distância em relação à margem do lago ao longo do gradiente de tempo de inundação. **(B)** Variação da área basal total das árvores por unidade amostral ao longo da isoclina.

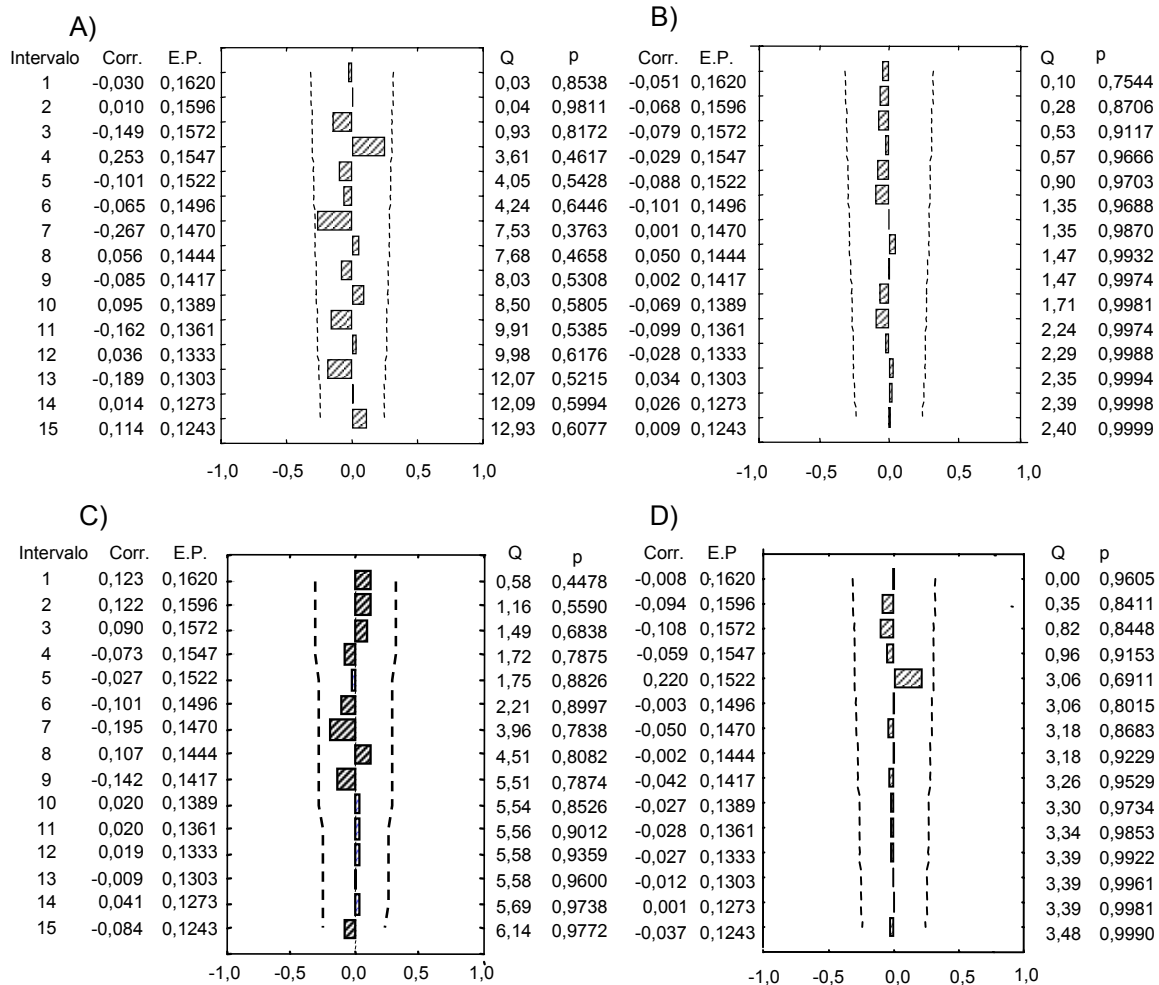


Figura 4. Testes de autocorrelação espacial para as duas variáveis analisadas em ambos os transectos. **(A)** Abundância de árvores ao longo do gradiente de inundação. **(B)** Área basal total ao longo do gradiente de inundação. **(C)** Abundância de árvores ao longo da isoclina. **(D)** Área basal total ao longo da isoclina. As linhas tracejadas indicam o intervalo de confiança. Corr. = índice de correlação; E.P. = erro padrão; Q = valor do teste; p = nível de significância do teste.

4. Discussão

Nossos resultados evidenciam a falta de organização espacial das variáveis observadas para ambos os transectos. Assim, a variação no nível de inundação não é determinante na estruturação do sistema, provavelmente porque a variação foi baixa no gradiente aqui estudado. Além disso, o tempo de inundação é suficientemente longo e isto pode resultar na não formação de gradientes bem definidos. Dessa forma, a inundação por um período longo induz a existência de um filtro superado por poucos indivíduos de algumas espécies selecionados quando ainda plântulas (Parolin 2002). De fato, a abundância de plantas observada neste trabalho é baixa comparativamente às florestas de terra-firme na Amazônia central. Como o fator abiótico (inundação) é crítico para o estabelecimento e sobrevivência de plantas, fatores bióticos e de história de vida (características individuais e relações entre indivíduos de plantas e animais) acabam por não se expressar na determinação de autocorrelação espacial.

Em um sistema sem organização espacial evidente como o deste estudo, processos estocásticos podem ser também determinantes e, portanto, o desenvolvimento de interações específicas dependentes da distribuição espacial das variáveis analisadas será desfavorecido. Em outras palavras, organismos especialistas tendem a ser generalistas devido à imprevisibilidade do sistema, podendo apresentar distribuição aleatória ou uniforme. Finalmente, é importante salientar

que nossas inferências não são extrapoláveis para maiores escalas e restringem-se as variáveis analisadas e não a outras características do sistema (e.g. riqueza de espécies, distribuição de uma espécie) que podem estar espacialmente autocorrelacionadas.

5. Referências bibliográficas

- Dale, M.R.T.; Dixon, P.; Fortin, M.; Legendre, P.; Myers D.E. & Rosenberg, M.S. 2002. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. *Ecography* 25: 558–577.
- Ferreira, L.V. & Stohlgren, T.J. 1999. Effects of river level fluctuation on plant species richness, diversity, and distribution in a floodplain forest in Central Amazonia. *Oecologia* 120: 582-587.
- Harper, J.L. 1987. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
- Keitt, T.H. 2002. Accounting for spatial pattern when modeling organism environment interactions. *Ecography* 25: 616-626.
- Legendre, P.; Dale, M.R.T.; Fortin, M.; Gurevitch, J.; Hohn, M. & Myers, D. 2002. The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. *Ecography* 25: 601-615.
- Parolin, P. 2002. Submergence tolerance vs. escape from submergence: two strategies of seedling establishment in Amazonian floodplains. *Environmental and Experimental Botany* 48: 177-186.

Professor orientador: Paulo De Marco