

## **Análise da Estrutura Espacial de *Xylopia aromatica* em um Trecho de um Fragmento de Cerrado no Município de Itirapina-SP**

ERIKA IKEMOTO<sup>1</sup>, GABRIEL GERBER HORNINK<sup>1</sup>, JULIANA DUZ RICARTE<sup>1</sup>, TÂNIA MISAE WATANABE<sup>1</sup>

RESUMO (Análise da Estrutura Espacial de *Xylopia aromatica* em um Trecho de um Fragmento de Cerrado no Município de Itirapina-SP) Neste trabalho estudou-se a distribuição espacial de uma população de 346 indivíduos de *Xylopia aromatica* (Annonaceae) em 15 parcelas de 5 x 5 m num fragmento de cerrado sentido restrito do tipo denso na Estação Experimental e Ecológica de Itirapina, Itirapina, São Paulo. A população foi categorizada em cinco grupos: plântulas (indivíduos categorizados por presença de cotilédone), jovem (ausência de cotilédone e sem ramificação), classe 3 (com ramificação e DAS < 3cm), classe 4 (DAS ≥ 3cm e ausência de frutificação) e adulto (presença de frutificação). Utilizando o índice de dispersão de Morisita (Id) e o índice de Morisita padronizado (Ip) constatou-se que as plântulas, os jovens e os indivíduos de classe 3 apresentaram distribuição agregada (Id significativamente > 1 e Ip > 0,5), enquanto os indivíduos de classe 4 e os adultos, distribuição aleatória (Id significativamente = 1 e Ip entre -0,5 e 0,5). Através de uma regressão, dada pela função  $y = -3,9721 * \ln(x) + 15,102$ , tendo  $r^2 = 0,2779$  (coeficiente de determinação) ( $p < 0,05$ ), observou-se também uma associação negativa entre plântulas e classe 3. A relação encontrada entre plântula e classe 3 pode estar ligada predominantemente a fatores bióticos: competição por luz e espaço; períodos diferente de germinação devido à frutificação irregular das plantas-mães. Os indivíduos tendem a mudar o modo de distribuição espacial, partindo de agregados (plântula, jovem, classe 3), até aleatório (classe 4 e adulto).

Palavras chave: estrutura espacial, *Xylopia aromatica*, cerrado, Itirapina

---

<sup>1</sup> Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, Campinas, SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Uma população compreende os indivíduos de uma espécie dentro de uma dada área, apresentando comportamento dinâmico, mudando com o tempo devido aos nascimentos e mortes (Ricklefs 1996). O arranjo dos membros de uma população em um habitat é considerado como padrão espacial e é resultante da ação conjunta de fatores bióticos e abióticos, como competição por espaço, disponibilidade de nutrientes, luz e água sobre os processos de recrutamento e mortalidade (Bernacci 2001). Os indivíduos podem apresentar três padrões espaciais básicos: 1) aleatório, 2) regular e 3) agregado (Begon *et al.* 1996). O padrão aleatório ocorre quando há igual probabilidade de um organismo ocupar qualquer ponto no espaço, independentemente da ocorrência dos outros. O padrão uniforme ocorre quando os indivíduos são mais regularmente espaçados do que o esperado pelo acaso. Ocorre quando o indivíduo tem a tendência de evitar todos os outros indivíduos, ou quando os indivíduos muito próximos uns dos outros morrem. No padrão agregado, há tendência de atração dos indivíduos a certas partes do ambiente ou a presença de um indivíduo atrai outro próximo a ele. O resultado é que os indivíduos estão mais próximos do que ao acaso (Begon *et al.* 1996). O padrão espacial de uma população pode ser interpretado de diversas maneiras, dependendo da escala adotada; ao usar uma escala pequena observa-se o padrão espacial dos indivíduos, em escala maior observa-se o padrão espacial dos grupos de indivíduos.

O agrupamento dos indivíduos pode ser decorrente de dispersão limitada, reprodução assexuada ou heterogeneidade ambiental (Hutchings 1997). A diminuição da agregação ao longo do desenvolvimento ontogenético, por outro lado, é comumente interpretada como sinal de ocorrência de mecanismos dependentes de densidade e/ou distância (Oliveira *et al.* 1989, Oliveira-Filho *et al.* 1996, Barot *et al.* 1999, Martens *et al.* 1997 *apud* Fonseca 2001). Segundo Hutchings (1997), o risco de mortalidade de sementes e jovens devido a herbívoros e patógenos é uma função da densidade, sendo a mortalidade e a densidade diretamente proporcionais (hipótese da densidade de Connell).

O presente estudo teve por objetivo determinar a estrutura espacial de uma população de *Xylopia aromatica*, em um trecho de um fragmento de cerrado do município de Itirapina-SP.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Este estudo foi realizado na Estação Experimental e Ecológica de Itirapina, localizada entre as coordenadas de 22°00' e 22°15'S, e entre 47°45' e 48°00'W (Pinheiro *et al.* 1976 *apud* Giannotti &

Leitão-Filho 1992), no município de Itirapina, SP, num fragmento de Cerrado denominado Valério, situado nas coordenadas de 22°13' S e 47°51' W (Miranda-Melo, com. pessoal).

O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo Cwai-Awi, isto é, clima quente de inverno seco para clima tropical, com verão úmido e inverno seco. A precipitação média anual é de 1425mm. O período chuvoso se estende de outubro a março, englobando 84% da precipitação anual e o de seca, de abril a setembro, com um total de 226mm de precipitação (Delgado 1994).

A vegetação que caracteriza o fragmento Valério é o cerrado sentido restrito do tipo denso. Este é um subtipo de vegetação predominantemente arbóreo, com cobertura de 50 a 70%, com os estratos arbustivo e herbáceo mais ralos e altura média de cinco a oito metros. Representa, assim, a forma mais densa e alta de cerrado sentido restrito (Ribeiro & Walter 1998). O solo encontrado no fragmento é o Neossolo Quartzarênico, um solo pouco desenvolvido, com textura arenosa ou franco-arenosa, constituído essencialmente de quartzo (Reatto *et al.* 1998)

#### Espécie estudada

*Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., pertencente à família Annonaceae, ocorre em cerrado e cerradão (Lorenzi 1992), distribuindo-se em diversos estados brasileiros das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (Almeida *et al.* 1998). Trata-se de uma espécie arbóreo-arbustiva, podendo atingir até 8m de altura, hermafrodita, bem ramificada, com folhas alternas dísticas, simples, curto-pecioladas. As flores são isoladas, axilares, actinomorfas e os frutos, agregados, com um a 30 frutículos carnosos deiscentes com aproximadamente 2 a 3,5cm de comprimento. A floração normalmente ocorre de agosto a novembro (excepcionalmente estende-se até junho), os frutos imaturos podem ser encontrados em todas as épocas do ano, tornando-se maduros geralmente no final do ano (Almeida *et al.* 1998).

A planta é perenifólia e pioneira, geralmente ocorrendo em áreas perturbadas, como beira de estrada ou clareira. *X. aromatica* é uma espécie adaptada ao cerrado com alta luminosidade, tem ampla dispersão, ocorrendo isoladamente ou em agrupamentos (Paulilo *et al.* 1994 *apud* Almeida *et al.* 1998). As flores permanecem na planta por três dias e apenas besouros e pequenas formigas as visitam, sendo os besouros os mais prováveis polinizadores (Costa 1988 *apud* Almeida *et al.* 1998). A polinização é cruzada, já que a espécie apresenta alto grau de auto-incompatibilidade (Costa 1988 *apud* Almeida *et al.* 1998). A dispersão de sementes provavelmente é feita por pássaros, que são atraídos pela cor avermelhada da cápsula quando aberta e consomem as sementes com o arilo suculento (Almeida *et al.* 1998). As sementes perdem a viabilidade em menos de dois meses e devem ser

escarificadas para aumentar a taxa de germinação (Lorenzi 1992).

A planta é conhecida popularmente como pimenta-de-macaco, árvore-de-espinho, embira-branca, jinjurucum, pindaíba entre outros (Almeida *et al.* 1998). É usada para fins ornamentais (árvore), alimentação (fruto), construção civil (madeira), fins medicinais (casca, folha, fruto, semente), cordoaria (liber) e perfumaria (flores) (Almeida *et al.* 1998).

A espécie ocorre em alta intensidade em Itirapina, com média de 401,6 ind./ha (Giannotti 1988).

#### Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu no período de 24 a 25 de janeiro de 2003. Para o desenvolvimento deste estudo utilizou-se uma área de 0,0375ha, delimitada por dois eixos de ordenadas perpendiculares, um com 25m (eixo Y) e outro com 15m (eixo X). Dividiu-se a área em 15 parcelas de 5 x 5m, utilizando-se de estacas de madeira e barbante.

Em cada parcela registrou-se a presença de indivíduos de *X. aromatica*, categorizando-os conforme os seguintes critérios:

Plântula: indivíduos que ainda apresentavam pelo menos um dos cotilédones;

Jovem: indivíduos que perderam os cotilédones e ainda não ramificaram;

Classe 3: indivíduos que ramificaram e possuíam DAS < 3cm;

Classe 4: indivíduos que possuíam DAS maior ou igual a 3cm, para os quais não foi observado flor e/ou fruto em estudo anterior (Miranda-Melo, dados não publicados);

Adulto: indivíduos para os quais foi observado flor e/ou fruto em estudo anterior (Miranda-Melo, dados não publicados).

Para classificar em classe 4 ou adultos, utilizaram-se os dados coletados por Aneliza de Almeida Miranda-Melo (dados não publicados), considerando que se tratava da mesma área estudada e com indivíduos identificados por etiquetas numeradas. Considerou-se que não houve recrutamento de novos indivíduos à categoria de adulto no intervalo de tempo (quatro meses) entre os dois estudos.

Algumas das categorias foram dadas seguindo o estágio ontogenético da espécie (plântula, jovem e adulto), outras, foram dadas por classes, agrupando estágios ontogenéticos.

Para todos os indivíduos encontrados foi medido o diâmetro do caule na altura do solo (DAS) quando maior ou igual a 3cm e a distância entre o indivíduo e dois dos vértices da parcela.

#### Análise de dados

O padrão espacial da população de *X. aromatica* baseou-se na presença, número e coordenadas dos indivíduos da espécie em cada parcela. O padrão espacial foi analisado a partir de dois índices de

dipersão: o índice de Morisita ( $I_d$ ) e o índice de Morisita padronizado ( $I_p$ ). Se o índice de Morisita ( $I_d$ ) for significativamente menor do que um, representa um padrão uniforme; se maior do que um, um padrão agregado, e se for igual a um, aleatório (Krebs 1998). Para determinar a significância, utilizou-se o teste de  $X^2$ . Se o índice de Morisita padronizado ( $I_p$ ) for igual ou maior que 0,5, o padrão espacial é agregado, se for menor ou igual a  $-0,5$ , o padrão é uniforme, e se for de valor intermediário, é aleatório (Krebs 1998). Esses índices foram calculadas para cada uma das categorias de indivíduos.

Para a observação da distribuição espacial dos indivíduos de cada categoria, fez-se um mapa utilizando as coordenadas obtidas por conversão das medidas (programa mapa, elaborado pelo Prof. Dr. Flavio Antonio Maës dos Santos) observadas em campo, utilizando-se o programa Microsoft Excel.

Relacionou-se o número de plântulas com número de indivíduos de classe 3 e traçou-se uma linha de tendência com expressão logarítmica ( $R^2 = 0,2779$ ). Calculou-se o coeficiente de correlação ( $r$ ) a partir da extração da raiz quadrada do  $R^2$ . Para o cálculo de  $x^2$  utilizou-se  $GL = 13$  ( $n - 2$ , onde  $n$  igual a número de parcelas) e valor crítico igual a 0,514.

## RESULTADOS

Amostraram-se 346 indivíduos em 0,0375ha, com uma densidade estimada de 0,92 indivíduos por metro quadrado. Os índices de Morisita ( $I_d$ ) e os os índices de Morisita padronizado ( $I_p$ ), calculados para plântula ( $I_d = 1,48$  e  $I_p = 0,513$ ), jovem ( $I_d = 1,98$  e  $I_p = 0,525$ ), classe 3 ( $I_d = 1,50$  e  $I_p = 0,514$ ), classe 4 ( $I_d = 1,01$  e  $I_p = 0,038$ ) e adulto ( $I_d = 0,42$  e  $I_p = -0,278$ ), indicaram um padrão espacial agregado para as três primeiras categorias e aleatório para as duas últimas (Tabela 1).

A Figura 1 representa a distribuição espacial dos indivíduos nas parcelas (por categoria).

O coeficiente de determinação encontrado, ( $r^2 = 0,2779$ , de acordo com calculo de  $x^2$ , valor de  $r^2$  é maior que valor crítico) indicou que a associação negativa entre o número de plântulas e o número de indivíduos da classe 3 por parcela, é dada pela expressão logarítmica obtida pela relação dos números de ambos por parcela ( $y = -3,9721 * \ln(x) + 15,102$ ), foi significativa.

## DISCUSSÃO

Os padrões espaciais encontrados indicam que o grau de agregação tendeu a diminuir durante o desenvolvimento ontogenético, podendo corroborar a hipótese da densidade de Connel (Hutchings, 1997). Deve-se considerar, porém, a questão da escala e que o índice toma as parcelas como unidade, não detectando padrões espaciais dentro de cada parcela. A agregação dos indivíduos durante as etapas

iniciais de desenvolvimento pode ser interpretada como uma alta densidade local devido à proximidade desses em relação à planta-mãe, o que, segundo essa hipótese, resultaria numa alta mortalidade durante o desenvolvimento ontogenético. O padrão aleatório encontrado para os indivíduos mais desenvolvidos pode indicar a pouca influência dos fatores abióticos (heterogeneidade ambiental, como na disponibilidade de espaço, luz ou água) e uma maior influência de fatores bióticos (como competição intra e interespecífica ou herbivoria) na distribuição dos indivíduos.

O coeficiente de correlação ( $r$ ) calculado parece indicar uma tendência de separação espacial (associação negativa) entre as plântulas e os indivíduos em classe 3. Para explicar esse fato, as seguintes hipóteses foram levantadas: i) a época de frutificação variaria entre os indivíduos adultos e a dispersão das sementes seria limitada. Segundo Lorenzi (1992) a frutificação de *X. aromatica* é irregular, produzindo grande quantidade de sementes apenas a cada 2 a 3 anos. Com isso, num dado momento, a associação negativa entre plântulas e indivíduos da classe 3 representaria sementes que germinaram próximas às plantas-mãe que frutificaram em épocas diferentes; ii) a presença de indivíduos em classe 3 inibiria o estabelecimento de novos indivíduos devido à competição por luz e espaço.

## CONCLUSÃO

A distribuição espacial de *X. aromatica* na área de estudo variou de agregada a aleatória ao longo das classes de desenvolvimento consideradas. Com relação à associação entre plântulas e indivíduos da classe 3, detectou-se uma tendência à separação espacial entre ambos, possivelmente devido à época de frutificação irregular da espécie, ou devido à competição.

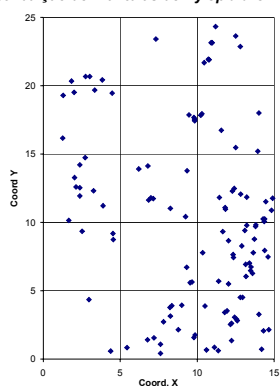
Este é um estudo inicial, que proporcionou uma análise da estrutura espacial instantânea que pode servir de base para futuros estudos e testes com relação às possíveis causas da alta mortalidade e mecanismos de dispersão de sementes em *X. aromatica*.

## AGRADECIMENTOS

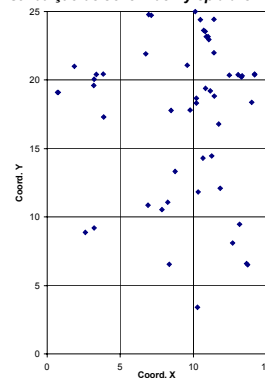
Para todos aqueles que de alguma forma colaboram com o projeto, em especial para Aneliza Miranda-Melo e Professores Flavio Maës dos Santos, Jorge Y. Tamashiro, Fernando Roberto Martins, obrigado pela exímia oportunidade de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

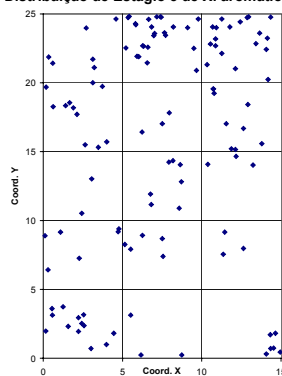
- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. EMBRAPA-CPAC, Planaltina.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. 1996. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Science, Victoria.
- BERNACCI, L.C. 2001. Aspecto da demografia da palmeira nativa *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, jerivá, como subsídios ao seu manejo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- DELGADO, J.M. (coord.) 1994. Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. Instituto Florestal de São Paulo, Itirapina.
- FONSECA, M.G. 2001. Aspectos demográficos de *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. (Apocynaceae) em dois fragmentos de floresta semidecídua no município de Campinas, SP. Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- GIANNOTTI, E. 1988. Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina (SP). Tese de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GIANNOTTI, E. & LEITÃO-FILHO, H.F. 1992. Composição florística do cerrado da Estação Experimental de Itirapina (SP). *In* Anais 8º Congr. SBSP:21-25.
- HUTCHINGS, M.T. 1997. The structure of plant populations. *In* Plant ecology (M.J. Crawley, ed.). Blackwell Science, Victoria, p. 344-348.
- KREBS, C.J. 1998. Ecological methodology. 2<sup>nd</sup> ed. Benjamin/Cummings, Menlo Park, CA.
- LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Ed. Plantarum, Nova Odessa.
- REATTO, A.; CORREIA, J.R.; SPERA, S.P. 1998. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos *In* Cerrado: ambiente e flora. (S.M. Sano & S.P. Almeida, ed.) EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p. 62.
- RIBEIRO, J.F., WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. *In* Cerrado: ambiente e flora. (S.M. Sano & S.P. Almeida, ed.) EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p. 117-120.
- RICKLEFS, R.E. 1996. A economia da natureza. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Distribuição de Plântulas de *Xylopia aromatica*

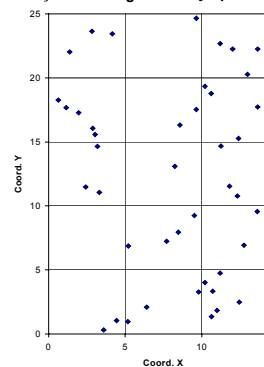
(1.A)

Distribuição de Jovem de *Xylopia aromatica*

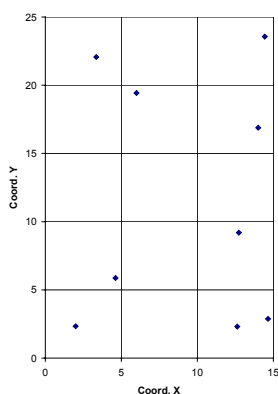
(1.B)

Distribuição de Estágio 3 de *X. aromatica*

(1.C)

Distribuição de estágio 4 de *Xylopia aromatica*

(1.D)

Distribuição de estágio 5 de *Xylopia aromatica*

(1.E)

Figura 1: Mapas de distribuição espacial dos indivíduos na área: 1.A) plântula, 1.B) jovem, 1.C) classe3, 1.D) classe4, 1.E) adulto.



Tabela 1: Resultados dos cálculos de índice de Morisita (Id) e índice de Morisita padronizado (Ip) das diferentes categorias de *Xylopia aromatica*, Estação experimental de Itirapina, Itirapina-SP.

<b>Categorias</b>	<b>Id</b>	<b>Ip</b>	<b>Padrão espacial</b>
Plântula	1,48 *	0,513	Agregado
Jovem	1,98 *	0,525	Agregado
Classe 3	1,50 *	0,514	Agregado
Classe 4	1,01	0,038	Aleatório
Adulto	0,42	-0,278	Aleatório
Total dos indivíduos	1,15 *	0,504	Agregado

g.l.= 14; P < 0,05

\* Significativamente diferente de 1 (H<sub>0</sub>: aleatório)

Ip: ≤ -0,5: agregado

-0,5 < Ip < 0,5: aleatório

≥ 0,5: agregado