

**Variação espacial e temporal da arquitetura de uma comunidade de cerrado
no município de Itirapina, SP**

ANELIZA DE ALMEIDA MIRANDA-MELO¹, FLAVIANA MALUF DE SOUZA² e

MARIA EDILEIDE ALENCAR OLIVEIRA³

RESUMO - (Variação espacial e temporal da arquitetura de uma comunidade de cerrado no município de Itirapina, SP). No cerrado brasileiro, além da alta variação fisionômica, há uma grande diversidade de estratégias arquitetônicas das espécies vegetais. Este estudo descreve as variações espaciais e temporais da arquitetura de uma comunidade arbustivo-arbórea de cerrado no município de Itirapina, estado de São Paulo. O estudo foi desenvolvido numa área da Estação Experimental de Itirapina (22°13'02"S e 47°51'12"W, altitude 769 m), usando os descritores: DAS, altura total, altura do fuste, profundidade de copa e número de indivíduos mortos. Na descrição arquitetural observou-se a concentração das árvores dentro de uma grande amplitude de altura, impossibilitando a definição de estratos na comunidade estudada. Os baixos valores de DAS observados para os indivíduos mortos em comparação aos vivos é explicado pela existência de algumas espécies de porte pequeno que apresentaram alta mortalidade. Tanto em uma escala espacial quanto temporal os descritores não apresentaram variação. O primeiro indicou a não existência de uma influência da borda, sendo a variação encontrada independente da distância, sugerindo heterogeneidade espacial. A escala temporal parece indicar a existência de alta resiliência na vegetação dos cerrados.

Palavras-chave - Arquitetura, estrato, cerrado, variação temporal e espacial, parcelas permanentes

¹ Pós-Graduação em Biologia Vegetal - Departamento de Botânica - Instituto de Biologia - UNICAMP - CP6109 - 1308/970, Campinas, SP, Brasil.
anemiranda@yahoo.com

² Pós-Graduação em Biologia Vegetal - Departamento de Botânica - Instituto de Biologia - UNICAMP - CP6109 - 1308/970, Campinas, SP, Brasil.
fmsouza@esalq.usp.br

³ Pós-Graduação em Biologia Vegetal - Departamento de Botânica - Instituto de Biologia - UNICAMP - CP6109 - 1308/970, Campinas, SP, Brasil.
meaoliveira@hotmail.com

Introdução

A arquitetura foi definida como sendo a expressão morfológica do "pool" gênico de uma dada árvore no tempo (Hallé *et al.* 1978). Para os mesmos autores, este conceito é estático e implica numa observação momentânea, já que em árvores o programa de crescimento em sucessivas fases arquiteturais foi chamado de modelo arquitetural.

Analisando a forma de crescimento de árvores, pode-se perceber que as similaridades e diferenças de forma das espécies não são necessariamente dependentes do grupo taxonômico (Hallé *et al.* 1978).

Segundo Fisher (1986), a arquitetura tem efeito direto na distribuição espacial da superfície fotossintética para a formação da planta, além de interferir na captação de energia, perda d'água, suporte mecânico, resistência e habilidade de competição.

A estrutura vertical da comunidade tem sido comumente descrita em termos de vários estratos, onde existe uma relativa concentração de biomassa. Cada estrato pode ser caracterizado não somente pela porcentagem total de biomassa, mas também pela quantidade de cobertura e de altura, bem como pela suas características morfo-ecológicas e composição específica (Sarmiento 1984). Para o mesmo autor a estratificação da vegetação pode ser consequência da competição por recursos e da interação com um gradiente ambiental, especialmente temperatura e umidade.

Hallé *et al.* (1978) sugeriram que existe uma larga expressão de formas e grande diversidade de padrão de crescimento em plantas lenhosas que podem ser apreciadas como um todo nas espécies tropicais. Warming (1908) já chamava a atenção para as variedades de formas e estruturas foliares, bem como para a inclinação foliar das plantas do cerrado. No cerrado brasileiro, além da alta variação fisionômica (Ribeiro & Walter 1998), há uma grande diversidade de estratégias arquitetônicas das espécies vegetais (Henriques 1983).

Entretanto, toda a fundamentação teórica sobre modelos arquiteturais e estratégias de crescimento baseiam-se em observações realizadas em florestas tropicais (Hallé *et al.* 1978, Oldeman 1990, Torquebiau 1986), não havendo estudos específicos sobre a vegetação do cerrado (F.R. Martins & F.A.M. Santos, comunicação pessoal).

Neste sentido, pretende-se descrever as variações espaciais e temporais da arquitetura de uma comunidade arbustivo-arbórea de cerrado no município de Itirapina.

Material e métodos

Área de estudo - A área de estudo está localizada na Estação Experimental de Itirapina (22°13'02"S e 47°51'12"W, altitude 769 m), no município de Itirapina, SP. O fragmento é rodeado predominantemente por talhões de *Pinus* e *Eucalyptus*, culturas agrícolas e pastagens, tendo sido atingido pelo fogo pela última vez em 1972 (F.R. Martins, comunicação pessoal).

A vegetação da área, segundo Ribeiro & Walter (1998), é do tipo Cerrado Denso, que caracteriza-se por possuir uma cobertura vegetal predominantemente arbórea, com altura média dos seus indivíduos variando de 5 a 8 m. Neste tipo, os estratos herbáceo e arbustivo são mais ralos do que nas outras tipologias descritas por eles. O solo da área foi enquadrado como sendo do tipo Neossolo Quartzarênico (Embrapa 1999).

O clima da região é mesotérmico com inverno seco (tipo Cwa de Köppen), com precipitação média de 19,7° C e déficit hídrico de 23 mm anuais (Giannotti 1988).

Caracterização arquitetural - O levantamento foi realizado em fevereiro de 2002 em uma parcela permanente 0.16 ha (40 x 40 m), subdividida em 64 parcelas de 25 m². Foram amostrados todos os indivíduos lenhosos (exceto cipós) com diâmetro do caule ao nível do solo (DAS) \geq 3,0 cm, vivos ou mortos em pé, sendo considerados indivíduos aqueles que ao nível do solo possuíssem tronco independente.

De cada indivíduo foram registrados o DAS e a altura total, altura do fuste e do início da copa, todas estimadas visualmente. O fuste foi definido como a ramificação principal no tronco que permitisse uma distinção evidente na forma da árvore. Esses mesmos registros, exceto o início da copa, foram tomados nas mesmas parcelas nos anos de 1995, 1996, 1997, 1999 e 2001 e foram utilizados para a descrição temporal da arquitetura da comunidade.

Análise dos dados - A descrição da arquitetura da comunidade foi feita através da análise gráfica produzida com o auxílio do software Systat (versão 8.0). Para a caracterização espacial foram realizadas análises considerando a distância dos indivíduos em relação à borda do fragmento, com o intuito de verificar a interferência da borda na arquitetura da comunidade. A descrição temporal contemplou as medidas registradas em todos os levantamentos, sempre excluindo as árvores mortas, a fim de se observar a variação entre os anos. A análise dos indivíduos mortos foi realizada separadamente na descrição da comunidade atual, tanto numa escala espacial (número de indivíduos mortos x distância da borda) como numa comparação com os indivíduos vivos.

Resultados

Descrição geral da comunidade - No total foram amostrados 1275 indivíduos, sendo 1019 vivos e 256 mortos. Na caracterização geral das alturas da comunidade observou-se que 50% dos indivíduos amostrados concentram-se entre 2,5 e 5 m de altura, tendo o indivíduo mais alto 13 m (figura 1). A altura do início da copa e do fuste formaram um contínuo decrescente em relação à distribuição das alturas totais (figura 1) e 50% dos indivíduos apresentaram sua ramificação principal a no máximo 3 m.

A análise da relação entre a altura do fuste e a altura total dos indivíduos mostrou que uma pequena proporção de indivíduos (12,4%) reiterou a $\frac{1}{4}$ da altura total e 61% dos indivíduos apresentaram reiteração acima da metade da altura total (tabela 1). Considerando a relação entre a profundidade da copa e a altura total, observou-se que poucos indivíduos (6,4%) apresentaram copas distribuídas ao longo de todo o tronco (equivalente à altura) e 77% dos indivíduos apresentaram profundidade de copa menor ou igual à metade da altura total (tabela 2).

Ocorreu uma grande concentração de indivíduos (cerca de 86%) entre 1,5 e 7 m de altura (figura 2), com poucos indivíduos acima e abaixo desses extremos de alturas (figura 3).

As árvores mortas apresentaram uma grande concentração de indivíduos (75%) com 7.5 cm de DAS, ao passo que 75% das árvores vivas tiveram DAS de até 11 cm, aproximadamente (figura 4).

Caracterização espacial - A distribuição do DAS dos indivíduos de acordo com a distância da borda do fragmento apresentou-se pouco variável, com exceção das distâncias de 10 m (segunda linha de parcelas) e 40 m (última linha de parcelas), nas quais a amplitude dos diâmetros foi maior (figura 5).

Não se observou uma tendência da variação da altura do fuste em direção ao interior do fragmento (figura 7). Contudo, para a altura total, a distância de 40 m destacou-se por apresentar maior amplitude dos dados (figura 6).

O número de árvores mortas não apresentou nenhuma tendência com relação à distância da borda do fragmento, sendo bastante variável à medida em que se andava em direção ao interior (tabela 3).

Caracterização temporal - Analisando-se a variação das medidas de DAS (figura 8), altura total (figura 9) e altura do fuste (figura 10) não se observaram tendências de aumento ou diminuição ao longo dos anos estudados.

Discussão

Segundo o conceito do ponto de inversão morfológica descrito por Torquebiau (1986) e os valores obtidos para as relações entre a altura do fuste e a altura total, é possível supor que mais da metade dos

indivíduos da comunidade estariam crescendo sob condições de sombreamento, já que apresentaram a ramificação principal acima da metade da altura total. No entanto, ao levarmos em consideração o critério de inclusão adotado na amostragem, é possível pensar também que muitos dos indivíduos foram amostrados ainda em fase inicial de desenvolvimento, não estando no seu tamanho máximo, nem com sua forma adulta, e as ramificações observadas poderiam não ser as definitivas e os indivíduos continuariam crescendo, possivelmente até utilizando estratégias diferentes (Hallé *et al.* 1978).

A predominância de indivíduos com profundidades de copa ocupando menos da metade da altura total é condizente com o que se esperava para uma fisionomia de cerrado, na qual as árvores se caracterizam, entre outros, por apresentarem copas “achatadas”. Esta arquitetura poderia significar também uma economia de suporte, uma vez que afeta o ganho de carbono pela planta inteira através dos efeitos de sobreposição de folhas, crescimento em altura e alocação de tecidos produtivos e não produtivos (Givnish 1986).

O adensamento de indivíduos entre 1,5 e 7 m de altura, juntamente com a pequena densidade acima ou abaixo, dificultou a clara definição de estratos na comunidade. Esta dificuldade, já comentada por Eiten (1972 *apud* Sarmiento 1984), é consistente com o que se observa no campo, onde só é possível visualizar com segurança uma camada densa de árvores que apresentam alturas variáveis e algumas árvores emergentes. Novamente, o critério de inclusão adotado na amostragem dos indivíduos pode ter levado a uma subestimativa de um possível estrato inferior, que seria representado ao incluirmos no levantamento os indivíduos com DAS inferiores a 3 cm. Somente de posse desses dados é que seria possível confirmar ou não a existência de um estrato inferior melhor definido.

Os baixos valores de diâmetro (DAS) observados para os indivíduos mortos em comparação aos vivos dão margem a duas interpretações: a primeira delas é a de senescência precoce, isto é, as árvores estariam morrendo cedo. Está hipótese é pouco provável, pois não foram observados indícios claros de perturbação ou de declínio da comunidade no campo. Além disso, os resultados obtidos neste trabalho sugerem uma “estabilidade” do ecossistema, já que os descritores analisados mantiveram-se relativamente constantes ao longo do tempo. A segunda hipótese é a de que existem na comunidade algumas espécies de porte pequeno e que apresentaram alta mortalidade e permaneceriam em pé, “puxando” a distribuição dos diâmetros para um limite mais baixo. Esta hipótese é reforçada com as observações de campo, onde foram encontrados vários indivíduos mortos de *Miconia albicans* (Sw.) Triana, espécie arbustiva.

As variações de diâmetro, altura total e altura do fuste foram independentes de terem sido amostradas na borda ou no interior, sugerindo que não há influência da borda (principalmente da luz) na arquitetura das plantas no cerrado. Esta variação indica uma heterogeneidade espacial, sendo este um

componente inerente a qualquer sistema biológico (Santos 2001).

Na avaliação temporal, os dados de DAS, altura total e altura do fuste apresentaram uma pequena flutuação ao longo dos anos, situação também encontrada em um estudo realizado numa seqüência de nove anos por Felfili *et al.* (2000). Esses autores sugerem que a composição das espécies, a distribuição espacial e a manutenção da estrutura da comunidade indicam uma alta resiliência da vegetação em áreas de cerrado. Entretanto, os resultados apresentados no presente trabalho, principalmente com relação à dinâmica temporal, carecem de uma série maior de anos para evidenciar possíveis variações, caso elas existam.

Referências bibliográficas

- EMBRAPA. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA, Brasília, DF.
- FELFILI, J.M., REZENDE, A.V.R., SILVA JÚNIOR, M.C. & SILVA, M.A. 2000. Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. *Journal of Tropical Ecology* 16: 579-590.
- FISHER, J.B. 1986. Branching patterns and angles in trees. *In* On the economy of plant form and function. (T.J. Givnish, ed.). p.493-518.
- GIANNOTTI, E. 1988. Composição florística e fitossociológica de mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina (SP). Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GIVNISH, T.J. 1986. Biomechanical constraints on crown geometry in forest herbs. *In* On the economy of plant form and function. (Thomas J. Givnish, ed.). Cambridge University Press, Cambridge. p.525-579.
- HALLÉ, F., OLDEMAN, R.A., TOMLINSON, P.B. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. Springer Verlag, Berlin.
- HENRIQUES, R.P.B. 1983. Estudo da arquitetura e interceptação de radiação solar por duas espécies de árvores do cerrado. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília.
- OLDEMAN, R.A.A. 1990. Forests: elements of silvology. Springer Verlag, Berlin.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In* EMBRAPA-CPAC. Cerrado: ambiente e flora. (S.M. Sano, S.P. Almeida, eds.). EMBRAPA-CPAC, Planaltina. p. 89-166.
- SANTOS, F.A.M. 2001. Variações no grau de cobertura vegetal em um fragmento florestal: efeito de borda ou heterogeneidade espacial. (<http://www.unicamp.br>).
- SARMIENTO, G. 1984. The ecology of neotropical savannas. Harvard University Press, Cambridge.
- TORQUEBIAU, E.F. 1986. Mosaic patterns in dipterocarp rain forest in Indonesia, and their implications for

practical forestry. *Journal of Tropical Ecology* 2: 301-325.

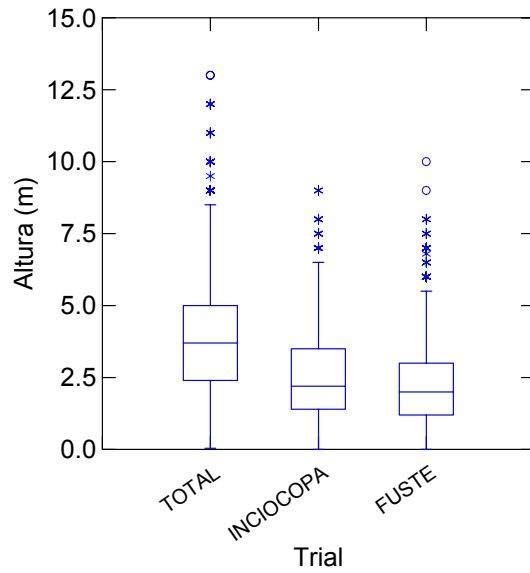


Figura 1 - Gráfico de caixa para a altura total (TOTAL), altura do início da copa (INCIOCOPA) e altura do fuste (FUSTE) dos indivíduos amostrados no levantamento realizado em 2002: as barras delimitam a amplitude dos dados; a caixa contém 50% das observações; a linha interna representa a mediana e os pontos, as observações discrepantes.

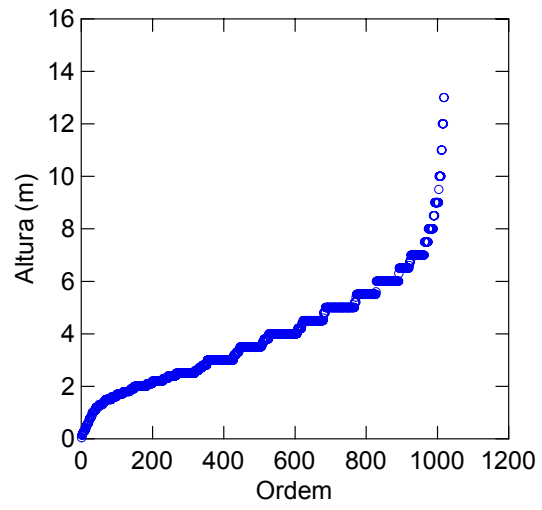


Figura 2 - Distribuição ordenada dos indivíduos amostrados no levantamento realizado 2002, de acordo com a altura total.

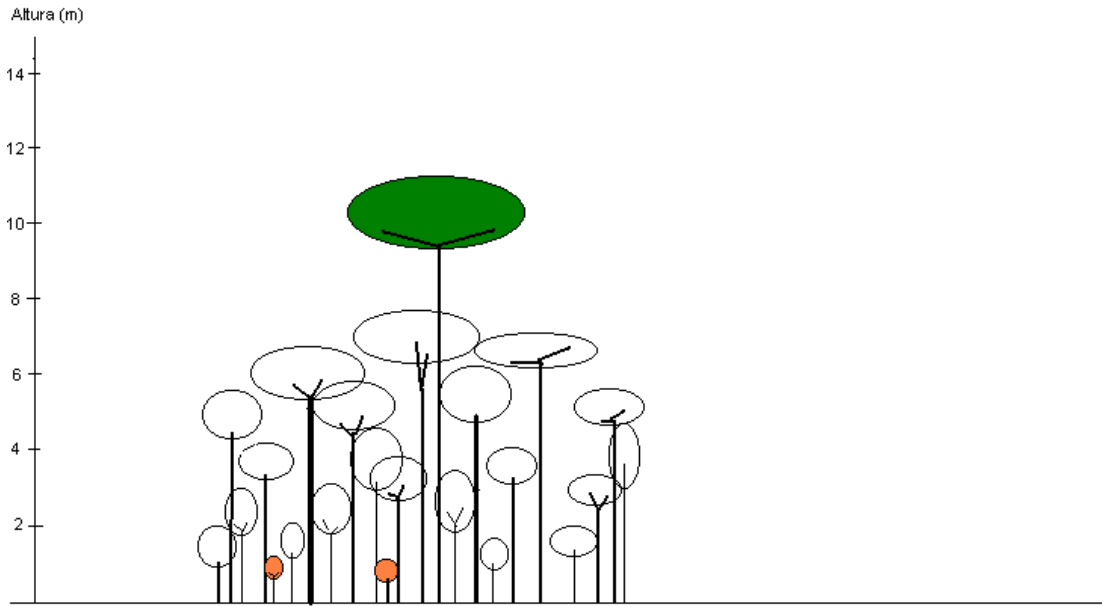


Figura 3 - Representação esquemática da distribuição dos indivíduos amostrados no levantamento realizado em 2002 de acordo com a altura total. Cores diferentes representam a concentração de indivíduos em classes de altura.

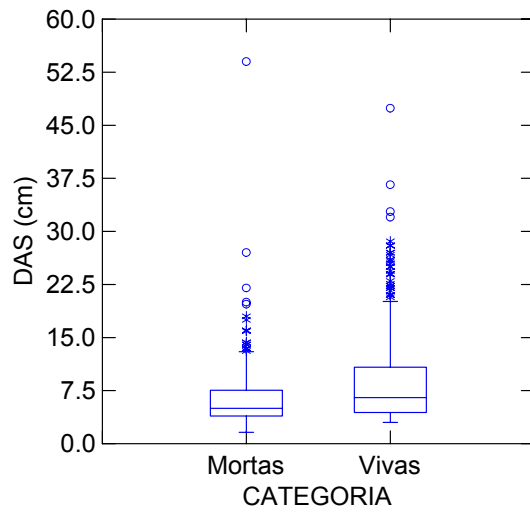


Figura 4 - Diâmetro à altura do solo (DAS) das árvores mortas e vivas amostradas no levantamento realizado em 2002: as barras delimitam a amplitude dos dados; a caixa contém 50% das observações; a linha interna representa a mediana e os pontos, as observações discrepantes.

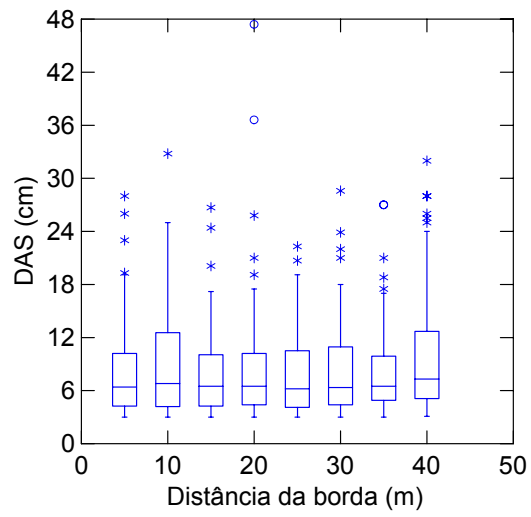


Figura 5 - Distribuição dos DAS (diâmetro à altura do solo) dos indivíduos amostrados no levantamento realizado em 2002, de acordo com a distância da borda: as barras delimitam a amplitude dos dados; a caixa contém 50% das observações; a linha interna representa a mediana e os pontos, as observações discrepantes.

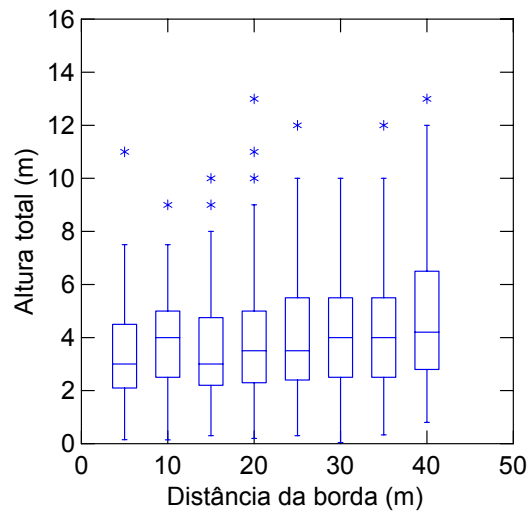


Figura 6 - Distribuição da altura total dos indivíduos amostrados no levantamento realizado em 2002, de acordo com a distância da borda: as barras delimitam a amplitude dos dados; a caixa contém 50% das observações; a linha interna representa a mediana e os pontos, as observações discrepantes.

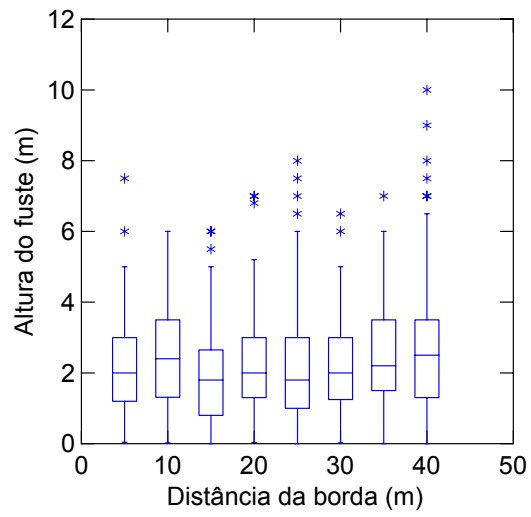


Figura 7 - Distribuição da altura do fuste dos indivíduos amostrados no levantamento realizado em 2002, de acordo com a distância da borda: as barras delimitam a amplitude dos dados; a caixa contém 50% das observações; a linha interna representa a mediana e os pontos, as observações discrepantes.

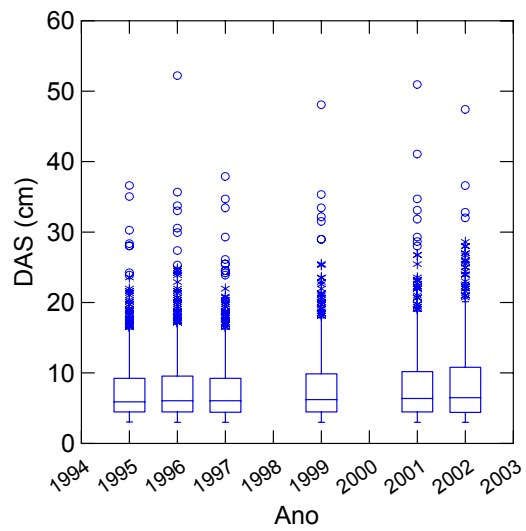


Figura 8 - Distribuição temporal do DAS dos indivíduos amostrados: as barras delimitam a amplitude dos dados; a caixa contém 50% das observações; a linha interna representa a mediana e os pontos, as observações discrepantes.

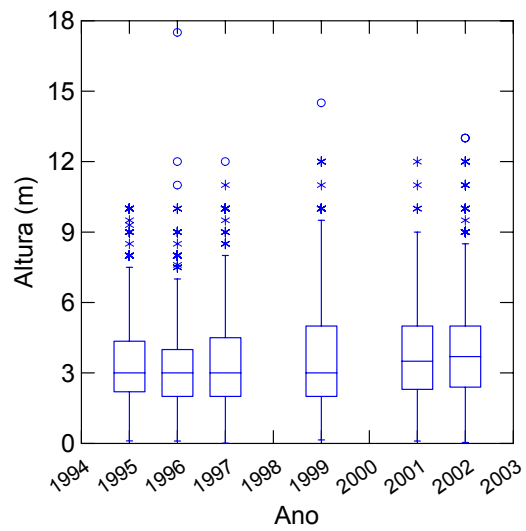


Figura 9 - Distribuição temporal das alturas totais dos indivíduos amostrados: as barras delimitam a amplitude dos dados; a caixa contém 50% das observações; a linha interna representa a mediana e os pontos, as observações discrepantes.

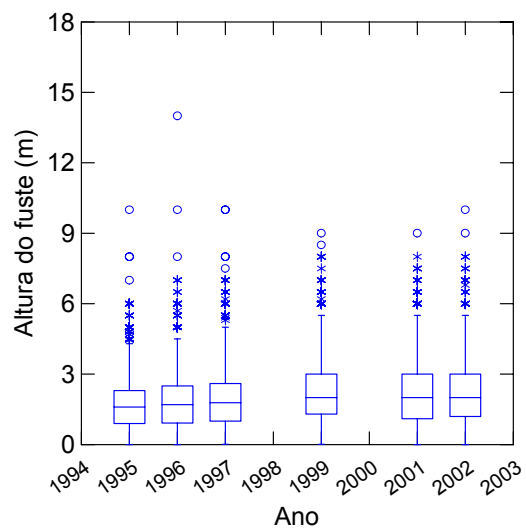


Figura 10 - Distribuição temporal da altura do fuste dos indivíduos amostrados: as barras delimitam a amplitude dos dados; a caixa contém 50% das observações; a linha interna representa a mediana e os pontos, as observações discrepantes.

Tabela 1 - Número de indivíduos amostrados de acordo com a relação entre a altura do fuste e a altura total (Fuste/Altura) no levantamento realizado em fevereiro de 2002.





Relação	Fuste/Altura	Representação arquitetural
$\frac{1}{4}$	126 (12,4%)	
$\frac{1}{2}$	271 (26,6%)	
$\frac{3}{4}$	337 (33%)	
1	285 (28%)	

Tabela 2 - Número de indivíduos amostrados de acordo com a relação entre a profundidade de copa e a altura total (Pcopa/Altura) no levantamento realizado em fevereiro de 2002.





Relação	Pcopa/Altura	Representação arquitetural
$\frac{1}{4}$	410 (40,2%)	
$\frac{1}{2}$	373 (36,6%)	
$\frac{3}{4}$	171 (16,8%)	
1	65 (6,4%)	

Tabela 3 - Número total de indivíduos mortos amostrados no levantamento realizado em fevereiro de 2002, de acordo com a distância em relação à borda.

Distância em relação à borda (m)	Número total de indivíduos mortos
5	36
10	24
15	14
20	20
25	36
30	45
35	35
40	46