

## COMPORTAMENTO DA MORTALIDADE NATURAL EM BRACATINGAIS NATIVOS EM DIFERENTES DENSIDADES INICIAIS E CLASSES DE SÍTIO

BEHAVIOR OF THE NATURAL MORTALITY IN NATIVE "BRACATINGA" (*Mimosa scabrella* Benth.) STANDS IN DIFFERENT INITIAL DENSITIES AND SITE CLASSES

Sebastião do A. Machado<sup>1</sup> Ana Elizabete N. Tonon<sup>2</sup>  
Afonso Figueiredo Filho<sup>3</sup> Edilson Batista Oliveira<sup>4</sup>

### RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o comportamento da mortalidade natural em bracatingais nativos (*Mimosa scabrella* Benth.) em diferentes densidades iniciais e sítios na região metropolitana de Curitiba. Os dados utilizados para a realização desta pesquisa provieram de um experimento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições, implantado em bracatingais com um ano de idade, em parcelas de 325 m<sup>2</sup> medidas anualmente até a idade de 7,6 anos. Os resultados indicaram que a taxa de mortalidade é tanto maior, quanto maior for a densidade inicial, e que o número de plantas remanescentes por hectare tende a convergir para um mesmo número, independentemente da densidade inicial. Essa taxa de mortalidade é mais acelerada nos primeiros anos de vida do povoamento florestal. Os resultados, tanto em valores absolutos, como relativos por idade de medição, revelaram que o sítio exerce pouca influência sobre a taxa de mortalidade em bracatingais nativos.

**Palavras-chave:** bracatinga, sobrevivência, dinâmica.

### ABSTRACT

This research had as objective to analyse the effects of initial density and site on the natural mortality in native bracatinga stands (*Mimosa scabrella* Benth.) located in the Curitiba metropolitan region. The utilized data for this research came from a trial in a random blocks design, with 4 treatments and 5 repetitions instaled on 4 different farmers, covering 3 different site classes. The experimental plots with an area of 325 m<sup>2</sup> (13 x 25 m) were set when the stands had one year of age. The counting of the remaining number of trees was done yearly until 7.6 years of age in every one of the 20 permanent plots. The results showed that as higher the initial density, higher was the mortality rate until the age of 5 years. From this age, the treatments with lower initial density tended to present higher mortality rate. This indicates that independently from the initial number of trees, there is a trend of convergency to a same number of survival trees as the bracatinga stands become older. Results also indicated that the site had litle influency on natural mortality rate in native stands of this species.

**Key words:** bracatinga, survival, dynamic.

### INTRODUÇÃO

A bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) é uma espécie florestal pioneira, heliófita em todas as fases do seu desenvolvimento, de rápido crescimento e pouco exigente quanto às condições físicas do solo (Burkart, 1978), embora solos mal-drenados sejam sua principal restrição edáfica (EMBRAPA, 1988). É característica e exclusiva das regiões das matas de pinhais, especialmente de associações secundárias, onde frequentemente chega a formar povoamentos puros (Lorenzi, 1992; Pedroso e Matos, 1987). A distribuição do pinheiro-do-paraná, no entanto, é mais ampla, pois em algumas áreas outras leguminosas substituem a bracatinga na sucessão ecológica secundária.

1. Engenheiro Florestal, PhD., Professor Sênior do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, 3400, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR). sammac@floresta.ufpr.br
2. Engenheiro Florestal, Mestrando pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, 3400, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR).
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor da UNICENTRO e Professor Sênior do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, 3400, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR).
4. Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo (PR).

Recebido para publicação em 27/06/2001 e aceito em 19/04/2002.

Os bracatingais nativos, especialmente os da região metropolitana de Curitiba, são tradicionalmente conduzidos num sistema que inclui corte raso na idade de 6 a 8 anos, queima, plantio de culturas anuais no primeiro ano e abandono até a idade de rotação. No momento da capina, aproveita-se para fazer o raleamento. Mesmo assim, o número de plantas de bracatinga por hectare ainda é muito alto, podendo chegar a 40 mil. A mortalidade inicial é muito intensa, sendo que aos sete anos vão restar em torno de 3 mil bracatingas/ha. Como a bracatinga é uma espécie pioneira precoce, ela desaparecerá por completo até os 30 anos de idade, dando lugar à inúmeras outras espécies folhosas no processo sucessional (Baggio *et al.*, 1986; Carpanezi, 1994).

A bracatinga é uma espécie importante na região metropolitana de Curitiba, a qual envolve 14 municípios. A área coberta por bracatingais nativos abrange de 50 a 60 mil hectares nessa região, onde se apresenta em povoamentos quase-puros e em sua maioria em propriedades de até 50 hectares. O sistema tradicional de manejo da bracatinga, nessa região, começou no início do século 20, objetivando sobretudo a produção de lenha. Atualmente, essa espécie é também largamente usada em construção civil, como escora bem como para diversos fins nas próprias propriedades rurais (Carpanezi, 1994; Rochadelli, 1997).

Dentre os mais importantes componentes da produção florestal destacam-se o crescimento propriamente dito, o ingresso e a mortalidade. No caso dos bracatingais nativos, a mortalidade natural é muito intensa e certamente é afetada pela densidade e pelo sítio (Carpanezi, 1994).

É sabido que a densidade inicial afeta a taxa de mortalidade e que em povoamentos de regeneração natural de bracatinga após a queima essa densidade é muito alta, podendo atingir de 10 a 40 mil plantas por hectare. Esse número elevado inclui muitas plantas pequenas, que não chegarão à idade de corte final, mas que prejudicam o crescimento daquelas mais robustas que alcançarão a idade de rotação da espécie, competindo por luz, água e nutrientes durante alguns anos, antes de realmente morrerem. Assim, o raleamento após o cultivo agrícola é recomendado, por possibilitar aumentos em produtividade e, portanto, merece estudos mais específicos sobre os efeitos da densidade inicial (EMBRAPA, 1988) sobre a taxa da mortalidade.

Quanto ao sítio, existe controvérsias sobre seu efeito sobre a mortalidade. Clutter *et al.* (1983) afirmaram que, em vista de várias pesquisas com resultados conflitantes, é mais conservador reconhecer que o sítio tem pouca influência sobre a mortalidade. Então, com o objetivo de se pesquisar esses problemas, estabeleceu-se um experimento de densidades iniciais em quatro propriedades diferentes (sítios) para se estudar a dinâmica de bracatingais nativos até a idade de rotação dessa espécie, verificando, por meio de medições anuais, o comportamento da mortalidade natural nas diversas densidades iniciais e sítios, conforme descrito na metodologia.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Localização e caracterização da área**

Os dados provêm de parcelas permanentes estabelecidas nos municípios de Colombo e Bocaiúva do Sul, PR. Segundo IAPAR (1994), os municípios, onde se encontram as parcelas permanentes, têm precipitação média anual de 1400 mm e umidade relativa do ar de 80%. A precipitação máxima acontece no mês de janeiro (200 mm) e as mínimas (75-100 mm/mês) ocorrem entre abril e agosto. A temperatura média anual é de 17°C, com média das mínimas de 12°C e das máximas de 23°C. Acontecem entre 10 e 25 geadas por ano. Segundo o sistema de classificação de Köppen, o tipo climático é Cfb que corresponde ao clima temperado propriamente dito. A temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C, com verões frescos, a temperatura média do mês mais quente fica abaixo de 22°C e não há estação seca definida.

Os solos da região, via de regra, são Cambissolos, com diferentes graus de profundidade e fertilidade (Baggio e Carpanezi, 1997). A altitude é de aproximadamente 950 m acima do nível do mar.

### **Implantação do experimento de densidade inicial**

O experimento foi instalado e medido pela EMBRAPA-CNPQ. O primeiro passo para o seu estabelecimento, segundo relatórios dessa Instituição, foi o contato com proprietários de áreas de

bracatingais e a procura de áreas com 12 meses de idade. Foram escolhidas quatro propriedades cujos dados de identificação e localização estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Localização e identificação dos blocos do experimento de densidade.

TABLE 1: Location and identification of the density trial blocks.

Proprietário	Localização	Bloco	Classe de Sítio	Índice de Sítio (m)
Antônio Trevisan	Bocaiúva do Sul	AT	I	16,8
Benjamin Scremin	Bocaiúva do Sul	BS	II	13,5
Felício Costa Curta	Bocaiúva do Sul	CC	II	13,5
Daniel Rosenente	Colombo	ADR	III	10,2
Daniel Rosenente	Colombo	BDR	III	10,2

O trabalho de implantação das parcelas foi realizado entre agosto de 1984 e janeiro de 1985. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso. Na propriedade de Daniel Rosenente, foram instalados dois blocos e nas demais um em cada, totalizando cinco blocos. Os blocos, daqui por diante, serão identificados pelas siglas constantes na Tabela 1.

Cada bloco se constituiu de quatro parcelas de 325 m<sup>2</sup> (13 x 25 m). Ao redor de cada parcela, foram deixadas bordaduras de 5 m, resultando numa área total de 805 m<sup>2</sup>. Fez-se então um desbaste nas parcelas e bordaduras, deixando apenas o número de árvores correspondentes à densidade desejada. O desbaste foi feito à foice e, paralelamente, foi efetuada uma roçada, eliminando mato-competição. Nas parcelas-testemunha não foi realizado desbaste. Os tratamentos são mostrados na Tabela 2.

TABELA 2: Tratamentos do experimento de densidade inicial.

TABLE 2: Treatments of the initial density experiment.

Tratamento	Número de Plantas/ha	Número de Plantas/parcela
1	2000	65
2	4000	130
3	8000	260
4	Testemunha	Total

De modo geral, foram retiradas as árvores menores, com base nos dados obtidos no levantamento preliminar das subparcelas. Após o desbaste, realizou-se nova medição de altura de todas as árvores remanescentes. Esses dados correspondem à medição 1.

### Coleta de dados das parcelas permanentes

Nas parcelas permanentes, realizaram-se medições conforme a Tabela 3. Nas duas primeiras medições, foram determinados altura (h) e número de árvores/ha (N) e nas seguintes mediu-se h, N e DAP. Foram usadas varas telescópicas para a medição das alturas e sutas para os DAPs.

Os meses foram transformados em decimais, porque, muitas vezes, as remedições dos blocos não foram realizadas na mesma época. Dessa forma, foi possível isolar diferenças em razão da idade e não do tratamento e/ou sítio. Não houve medição na idade de 3 anos. Em média, utilizaram-se as idades 1; 2,2; 4,1; 5,1; 6,3 e 7,6 na confecção de gráficos.

### Base de dados

Cada parcela permanente teve seus dados de campo organizados em um arquivo. As variáveis N, DAP e h foram medidas diretamente no campo e suas médias computadas por parcela. A altura dominante foi determinada pela média das alturas das 3 árvores de maiores DAPs na parcela de 325 m<sup>2</sup>, significando que se utilizou o método das 100 maiores árvores/ha.

Para as parcelas permanentes, calculou-se ainda a mortalidade percentual, segundo a fórmula:

$$M \% = \left( \frac{N1 - N2}{N1} \right) 100, \text{ em que } N1 \text{ é o número de árvores na medição anterior e } N2 \text{ é o número de árvores}$$

na medição atual. Para completar a base de dados, fez-se a distribuição das parcelas nas classes de sítio, de acordo com a classificação desenvolvida por Machado *et al.* (1997), reorganizada por Tonon (1998).

TABELA 3: Data e idade de medição das parcelas permanentes.

TABLE 3: Date and age of the permanent plot measurements.

Medições	Bloco	Data (mês/ano)	Idade (anos)
1	AT	01/85	1,0
	BS	11/84	1,0
	CC	10/84	1,0
	ADR	09/84	1,0
	BDR	09/84	1,0
2	AT	01/86	2,0
	BS	01/86	2,2
	CC	12/85	2,2
	ADR	11/85	2,2
	BDR	11/85	2,2
3	AT	12/87	3,9
	BS	11/87	4,0
	CC	11/87	4,1
	ADR	11/87	4,2
	BDR	11/87	4,2
4	AT	11/88	4,8
	BS	11/88	5,0
	CC	10/88	5,0
	ADR	02/89	5,4
	BDR	02/89	5,4
5	BS	01/90	6,2
	CC	01/90	6,3
	ADR	01/90	6,3
	BDR	01/90	6,3
6	CC	04/91	7,5
	ADR	04/91	7,6
	BDR	04/91	7,6

### Análises

As análises iniciais consistiram na confecção de gráficos para efeitos de visualizar preliminarmente os efeitos da densidade inicial e do sítio sobre a mortalidade natural em bracatingais nativos. Plotou-se então a evolução no tempo do número de árvores remanescentes, primeiramente para cada um dos tratamentos e depois para cada um dos blocos (sítios). Esses gráficos serviram para se ter uma boa idéia do comportamento da dinâmica em termos de número de árvores remanescentes e conseqüente mortalidade, tanto em termos absolutos como relativos.

### Modelagem da sobrevivência

Diversos modelos foram testados para a estimativa do número de árvore remanescentes por hectare (N), separadamente para cada tratamento, para os sítios I e II. Não foi necessário fazer estimativas do N para o sítio III, tendo em vista que para este existiam informações para todas as seis medições, conforme se pode observar na Tabela 3. Os modelos testados são apresentados na Tabela 4. Os quatro primeiros modelos foram utilizados por Sanquetta (1990). Em muitos casos, provavelmente em razão do pequeno número de dados e intervalo de tempo, modelos lineares simples foram superiores a clássicos modelos de mortalidade.

Os valores estimados de N foram utilizados nas análises gráficas de mortalidade. A comparação foi feita com base nos valores de  $R^2$  ajustado, erro-padrão da estimativa e análise de resíduos.

TABELA 4: Modelos testados para estimar o número de árvores por hectare.

TABLE 4: Tested models for estimating the number of trees per hectare.

Modelo	Autor/tipo	Equação
1	SILVA	$N_2 = N_1 \cdot \exp [ a \cdot (b^{I_2} - b^{I_1}) ]$
2	Derivação da função de RICHARDS	$N_2 = N_1 - N_1 \cdot \{ [1 - \exp (- a \cdot (I_2 - I_1))] \}^b$
3	CLUTTER & JONES	$N_2 = [N_1^a + b \cdot (I_2 - I_1)^{c(1/a)}]$
4	Derivação da função de WEIBULL	$N_2 = N_1 \cdot \exp \{ - [(I_2 - I_1) / a] \}^b$
5	Linear = f (I <sub>1</sub> )	$N_2 = a + b \cdot I_1$
6	Linear = f (I <sub>2</sub> )	$N_2 = a + b \cdot I_2$
7	Linear = f (N <sub>1</sub> )	$N_2 = a + b \cdot N_1$

Em que: N<sub>2</sub> = número de árvores/ha atual, na idade 2; N<sub>1</sub> = número de árvores/ha na medição anterior (idade 1); I<sub>2</sub> = idade atual (anos); I<sub>1</sub> = idade da medição anterior (anos); a, b, c = coeficientes de ajuste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Mortalidade em função da densidade inicial

A Figura 1 mostra a evolução do número de árvores por hectare para cada um dos tratamentos em função da idade. Os pontos correspondentes a cada um dos quatro tratamentos (N/ha) referem-se às médias de todos os blocos, para cada uma das seis idades de medição.

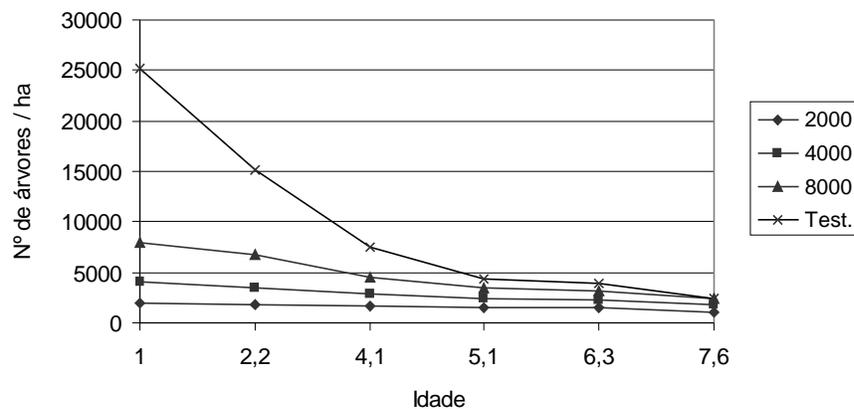


FIGURA 1: Número de árvores remanescentes por hectare, por densidade inicial e por idade.

FIGURE 1: Number of remaining trees per hectare, per initial density and per age.

Quando se plota os dados de evolução do número de árvores/ha (N) por tratamento ao longo do tempo, esbarra-se num problema: como a mortalidade nas parcelas de maiores densidades iniciais é consideravelmente maior, em razão da escala o N dos tratamentos de menores densidades iniciais parece não se alterar. Para corrigir esse efeito, considerou-se o número inicial de árvores de todos os tratamentos como 100% e calcularam-se as árvores remanescentes como uma percentagem do número inicial. Assim, pôde-se comparar a mortalidade entre os tratamentos, com uma mesma base. A Figura 2 mostra a evolução do N em termos percentuais.

Por meio da Figura 1, tem-se idéia da mortalidade absoluta, enquanto que por meio da Figura 2, pode-se comparar mais facilmente as taxas de mortalidade entre os diferentes tratamentos. Tanto absoluta como proporcionalmente, a mortalidade é tanto maior quanto maior for a densidade inicial do povoamento. Os valores absolutos de N, plotados na Figura 1, são melhor visualizados na Tabela 5 que mostra ainda a taxa percentual de mortalidade por período entre as medições (números entre parênteses), ou seja, a percentagem de árvores que morreram no intervalo considerado com relação ao N inicial.

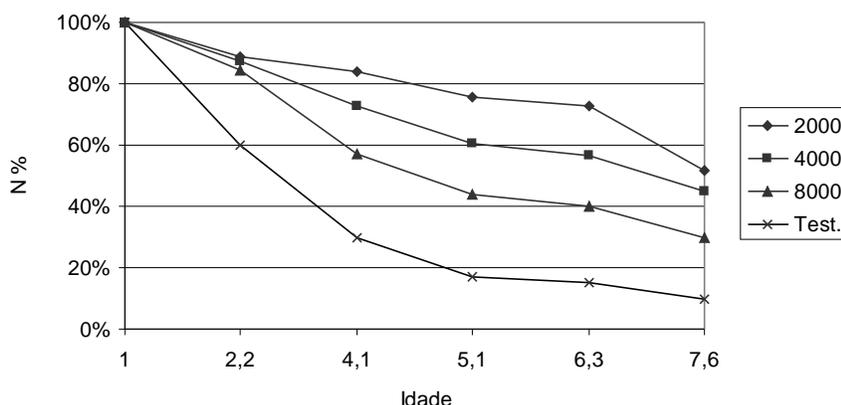


FIGURA 2: Número de árvores remanescentes para cada uma das densidades iniciais por idade em termos percentuais.

FIGURE 2: Number of remaining trees for each one of the initial densities per age in percent terms.

As percentagens da Tabela 5 (valores entre parênteses) mostram quando e quanto morreram das árvores das parcelas, e a sua soma indica a mortalidade média do tratamento em 7,6 anos. Assim, para a testemunha, por exemplo, 40% das 25.151 plantas iniciais morreram entre um e 2,2 anos de idade, 30% das 25.151 morreram entre 2,2 e 4,1 anos e assim por diante. Ao final das medições, 90% das árvores da testemunha já haviam morrido.

TABELA 5: Valores de N (número de árvores/ha) e taxas percentuais de mortalidade por período para as diferentes densidades iniciais e idades de medição.

TABLE 5: Values of N (number of trees/ha) and mortality percentual rates per period for the different initial densities and measurement ages.

Medição	Idade (anos)	Tratamentos			
		2000/ha	4000/ha	8000/ha	Testemunha
1	1	2000	4000	7988	25151
2	2,2	1779 (11)	3502 (12)	6757 (15)	15139 (40)
3	4,1	1674 (5)	2899 (15)	4542 (28)	7489 (30)
4	5,1	1514 (8)	2418 (12)	3520 (13)	4345 (13)
5	6,3	1451 (3)	2262 (4)	3177 (4)	3854 (2)
6	7,6	1036 (21)	1795 (12)	2380 (10)	2462 (6)
Mortalidade		48%	55%	70%	90%

Nota-se que, confirmando o padrão exibido na Figura 2, quanto maior a densidade inicial, maior a taxa de mortalidade até a idade de cinco anos. A partir daí, os tratamentos com menor densidade inicial passaram a apresentar maior mortalidade, em termos percentuais. Em termos absolutos, no entanto, a mortalidade continuou mais alta nas parcelas de maior densidade. É importante notar que a mortalidade entre a segunda e a terceira medição aconteceu em um período de quase dois anos, e não num intervalo de um ano, como os demais.

Outra interpretação que se pode fazer, com base nos gráficos e da tabela, é que, aos quatro anos de idade, as parcelas do tratamento 1, com densidade inicial de 2 mil plantas/ha, ainda possuem uma média de 84% (1674 árvores) de sobrevivência, enquanto que a testemunha já chegou aos 30% (média de 7489). Isso demonstra que, percentual e absolutamente, a maior mortalidade dos tratamentos mais densos acontece nos primeiros anos da vida do povoamento.

Esse resultado está em consonância com EMBRAPA (1988) que afirmou que, em bracatingais tradicionais, a mortalidade é mais acentuada nos primeiros cinco anos. Segundo o autor, a essa idade o povoamento tem de 2 a 4 mil árvores/ha. Com relação aos outros tratamentos, EMBRAPA (1988) assegurou que “a mortalidade em idades jovens é característica intrínseca da espécie; ocorre até em povoamentos raleados, onde as plantas são selecionadas pelo vigor inicial e não há competição significativa entre elas”, exatamente como no caso dos tratamentos 1 e 2.

Percebe-se taxas mais altas de mortalidade nos primeiros anos de vida do povoamento, uma estabilização do número de árvores entre os cinco e os seis anos de idade e mais uma queda brusca nesse número, especialmente para as menores densidades, no período seguinte.

A forte mortalidade até os cinco anos de idade confirma os resultados obtidos por Campos *et al.* (1986). Trabalhando com amostras de dez bracatingais manejados tradicionalmente, em idades de um a dez anos, esses pesquisadores concluíram que a maior mortalidade, ou seja, o período no qual a competição entre plantas se define, situava-se entre quatro e cinco anos. A partir do quinto ano, os autores notaram uma estabilização na densidade dos bracatingais.

Observando-se a testemunha (uma vez que a comparação foi feita com bracatingais tradicionais) nas Figuras 1 e 2, verifica-se que há uma tendência à estabilização do número de árvores/ha a partir do quinto ano. Embora no período entre os 6,3 e os 7,6 anos a mortalidade torne a aumentar levemente, a mesma tendência aparece no trabalho de Campos *et al.* (1986). O presente trabalho, portanto, confirma, para a testemunha, a tendência de estabilização observada por Campos *et al.* (1986), embora o período de maior mortalidade tenha sido entre o primeiro e o segundo e não entre o quarto e o quinto anos.

EMBRAPA (1988) afirmou ainda que, de modo geral, entre os seis e oito anos de idade a densidade de bracatingais situa-se entre 1,4 e 3 mil árvores/ha, para DAP acima de 5 cm. A densidade média obtida nesse trabalho para as testemunhas foi de 3854 árvores/ha aos 6,3 anos e de 2462 árvores, aos 7,6 anos de idade. Considerando que 1.000 é o número médio de árvores/ha com DAP menores que 5 cm aos 6,3 anos de idade e que, para a idade 7,6, esse número é de 267, os resultados obtidos ratificam as observações daqueles autores.

### **Mortalidade em função do sítio**

A variável N como função dos blocos (sítios) foi analisada para cada tratamento em separado. Para todos eles, a maior mortalidade foi constatada para o bloco AT (classe de sítio I), o que era esperado, pois, teoricamente, supõe-se que os melhores sítios geram taxas de mortalidade mais altas. Com relação aos demais blocos, no entanto, a tendência não foi tão clara: para o tratamento 1, os 2 blocos da classe de sítio II apresentaram menor mortalidade, seguidos pelos 2 blocos da classe III; para o tratamento 2, a ordem começou igual, mas por volta dos 4 a 5 anos de idade os blocos BS e CC (II) passaram a apresentar maior mortalidade que os blocos ADR e BDR (III); no tratamento 3 observou-se o teoricamente esperado, ou seja, maior mortalidade para o bloco AT, seguido pelos blocos BS e CC (II) e taxa bem menor para os da classe III; para a testemunha, esse padrão não se confirmou e os blocos se misturam, formando a seguinte ordem decrescente de taxa percentual de mortalidade: AT (I), ADR (III), CC (II), BS (II) e BDR (III).

Fez-se então uma média de N para todos os tratamentos, em função dos blocos. Para a confecção do gráfico, considerou-se o N na idade de 1 ano como 100%, tendo em vista que cada tratamento tinha densidades iniciais diferentes e assim os dados absolutos não permitiriam a comparação entre os blocos. As percentagens seguintes foram calculadas sempre com relação ao N inicial. A Figura 3 mostra a evolução do N percentual através do tempo, enquanto que a Tabela 7 apresenta os valores absolutos e as mortalidades durante cada período de medição, com relação à densidade inicial.

Percebe-se na Figura 3 que, na média de todos os tratamentos, o bloco AT (classe I) foi o que sofreu maior mortalidade, seguido pelos blocos ADR (III) e CC (II) que tiveram comportamento muito semelhante. Em ordem decrescente, segue-se o bloco BS (II) e o BDR (III) cuja taxa de sobrevivência foi a mais alta.

Nota-se que a dependência entre o índice de sítio e a taxa de mortalidade é fraca (coeficiente de correlação de 0,28), ao contrário dos resultados obtidos por Maestri (1992) para acácia negra, por Machado (1979) para

*Pinus taeda* e por Sanquetta (1990) para *Pinus elliottii*. Os dois primeiros autores encontraram uma relação inversa entre sobrevivência e qualidade de sítio (exceto nos primeiros anos de estabelecimento de *Pinus*), enquanto que o último observou uma relação direta. Os resultados desse trabalho e a falta de unanimidade comprovada pelos outros confirmam a observação de Clutter *et al.* (1983), de que muitas análises não conseguiram mostrar nenhum efeito do sítio sobre as taxas de mortalidade.

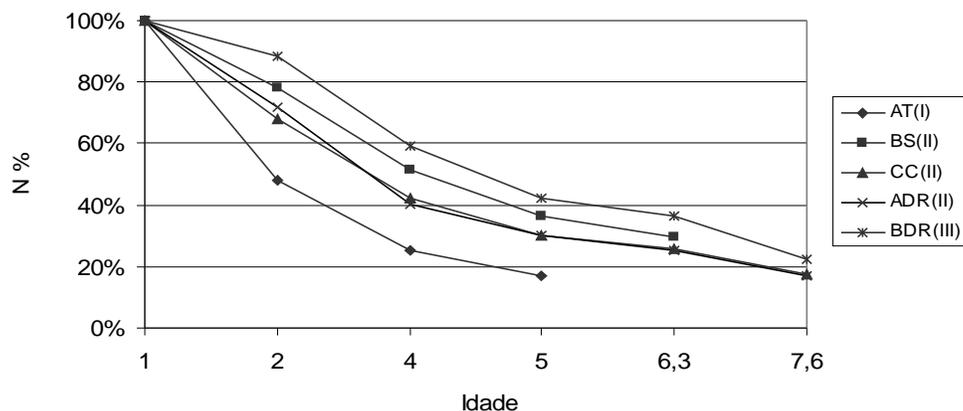


FIGURA 3: Número de árvores por hectare dado em porcentagem por bloco (sítio) e por idade.

FIGURE 3: Number of trees per hectare in percentage per block (site) and per age.

Além disso, realizou-se uma análise de variância, com os dados da Tabela 7 e os resultados mostraram que o sítio não causou diferença significativa nas médias das mortalidades.

TABELA 7: Valores médios de N (número de árvores/ha) e taxas percentuais de mortalidade por período para os diferentes blocos e idades de medição.

TABLE 7: Average values of N (number of trees/ha) and mortality percentual rates per period for the different blocks and measurement ages.

Medição	Idade aproximada (anos)	Blocos				
		AT (I)	BS (II)	CC (II)	ADR (II)	BDR (III)
1	1	11962	6369	9608	10946	10039
2	2	5731 (52)	4977 (22)	6516 (32)	7854 (28)	8893 (11)
3	4	3046 (22)	3277 (27)	4054 (26)	4431 (31)	5946 (29)
4	5	2015 (9)	2323 (15)	2908 (12)	3285 (10)	4216 (17)
5	6,3		1882 (7)	2478 (4)	2746 (5)	3639 (6)
6	7,6			1670 (8)	1862 (8)	2223 (14)
Mortalidade Total		(83)	(71)	(82)	(82)	(77)

Em que: Blocos de Experimento (AT = Antônio Trevisan, BS = Benjamin Scremin, CC = Felício Costa Curta, ADR = Daniel Rosenente, BDR = Daniel Rosenente); Classes de Sítio (I, II e III).

Embora nessa tabela também possa se notar a baixa taxa de mortalidade ocorrida entre os cinco e os 6,3 anos, a tendência é menos clara, uma vez que os tratamentos estão agrupados. Note-se que, após a medição 4, a taxa de mortalidade começava a decrescer para a testemunha e a aumentar para os tratamentos menos densos.

Combinando as informações da Figura 3 e da Tabela 7, é interessante observar que, embora ADR e CC tenham apresentado altas taxas relativas de mortalidade, esses blocos ainda tinham muitas árvores vivas na época da 3ª medição, em que se inicia a avaliação da área basal e do volume, por causa do N inicial da testemunha. O bloco AT, cuja testemunha se inicia com o maior N (33.846), tem o menor N médio aos 4 anos, em consequência da alta taxa de mortalidade. Esse bloco chega aos cinco anos de idade com a mesma

porcentagem de árvores que os blocos CC e BDR atingem aos 7,6. Já BS, que apresentou elevado percentual de sobrevivência chegou a esse período com um número de árvores menor que o dos blocos CC, ADR e BDR, por causa do baixo N inicial (testemunha inicial = 11477 plantas/ha). O bloco BDR, por sua vez, começou com muitas plantas/ha e sobreviveu bem, contando com o maior N nessa medição.

### Modelagem da sobrevivência

Os modelos constantes em materiais e métodos (Tabela 4) foram testados para cada um dos 4 tratamentos em combinação com os sítios para a predição do número de árvores futuras (N<sub>2</sub>). A Tabela 8 apresenta os modelos que melhor se ajustaram para cada combinação de densidade inicial (tratamento) e sítio cujos dados eram suficientes para tal ajuste, com respectivos coeficientes e estatísticas de ajuste e precisão dessas equações.

Como se pode observar na Tabela 8, o modelo (equação) de melhor ajuste variou para cada combinação de bloco e tratamento. Os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) foram bons para todas as combinações, variando de 0,71 a 0,99, enquanto que os Erros (S<sub>yx</sub>) variaram de 4,27 a 11,24%, sendo também bons. Essas equações de melhor ajuste e precisão foram utilizadas para estimar o número de árvores por hectare apenas para os casos (idades) em que não se fez a medição do experimento.

TABELA 8: Coeficientes e estatísticas das equações de melhor ajuste para estimativa de valores de N, por densidade (bloco) e sítio.

TABLE 8: Coefficients and statistics of the best fitting equations for estimating N values per density (block) and site.

Melhor Modelo	Tratamento	Sítio	A	b	c	R <sup>2</sup>	S <sub>yx</sub> %
5	1	I	1729,33	-127,54		0,71	7,07
1	1	II	0,000134	3,05842		0,82	7,88
6	2	I	3653,046	-316,84		0,99	6,67
1	2	II	4112,80	-391,60		0,90	8,76
2	3	I	-0,5783	1,7810		0,99	6,10
3	3	II	0,4319	-2,5039	2,1800	0,97	11,24
7	4	I	842,63	0,3330		0,99	4,27
7	4	II	567,47	0,5313		0,98	9,39

### CONCLUSÕES

A mortalidade inicial foi maior, em termos relativos e absolutos, quanto maior a densidade inicial. Após os cinco anos, as parcelas de menor densidade inicial passaram a apresentar maior mortalidade relativa. Não se percebeu influência da qualidade de sítio sobre a sobrevivência.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A.A. Exportação de nutrientes na exploração de bracatingais. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 34, p. 3-15, jan./jun. 1997.
- BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A.A.; GRAÇA, L.R.; CECCON, E. Sistema agroflorestal tradicional da bracatinga com culturas agrícolas anuais. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n.12, p. 73-82, jun. 1986.
- BURKART, A. Leguminosas mimosoideas. In: REITZ, P.R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. p. 179-185.
- CAMPOS, C.H.O.; GRAÇA, L.R.; RIBAS, L.C. A produtividade do bracatingal tradicional através do tempo. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 12, p. 35-46, 1986.
- CARPANEZZI, A.A. **Produtividades florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) em Bocaiúva do Sul, Região Metropolitana de Curitiba - Paraná**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V. *et al.* **Timber management**: a quantitative approach. New York : J. Wiley, 1983.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Manual técnico da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth)**. Curitiba, 1988. 70p. (Série Documentos, n.20).
- IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná 1994**. Londrina, 1994. (IAPAR. Documento, 18)
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992.
- MACHADO, S.A. Estimativa de sobrevivência de *Pinus taeda* em plantios homogêneos. **Floresta**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 73-76, 1979.
- MACHADO, S.A.; OLIVEIRA, E.B. de; CARPANEZZI, A.A.; BARTOSZECK, A.C.P.S. Classificação de sítio para bracatingais na Região Metropolitana de Curitiba. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, PR., v. 37, p. 16-28, 1997.
- MAESTRI, R. **Estimativa de produção presente e futura de volume de madeira e peso de casca para povoamentos de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild)**. 1992. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PEDROSO, O.; MATTOS, J.R. **Estudo sobre madeiras do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IPRNR, 1987.
- ROCHADELLI, R. **Contribuição sócio-econômica da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na Região Metropolitana de Curitiba-Norte (RMCN)**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SANQUETTA, C.R. **Predição da sobrevivência em reflorestamentos de *Pinus elliottii* Engelm.** 1990. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- TONON, A.E.N. **Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o crescimento e a produção de bracatingais da região metropolitana de Curitiba**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.