

# ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA EM PLANTIOS DE ENRIQUECIMENTO COM *Araucaria angustifolia* USANDO MUDAS DE GRANDE E PEQUENO PORTE

Jéssica Caroline Maran<sup>1</sup> Maria Augusta D. Rosot<sup>2</sup> Nelson Carlos Rosot<sup>3</sup> Maria Izabel Radomski<sup>4</sup>  
Denise Jeton Cardoso<sup>5</sup> André Eduardo B. de Lacerda<sup>6</sup> Betina Kellermann<sup>7</sup>

## RESUMO

A Floresta Ombrófila Mista, fortemente marcada pela presença da espécie *Araucaria angustifolia*, teve sua área de ocorrência original drasticamente reduzida pela exploração predatória até meados do século XX. Esforços têm sido feitos para ampliar sua extensão e restaurar sua composição e estrutura, possibilitando, futuramente, seu uso sustentável. Uma estratégia nesse sentido é o plantio de enriquecimento com espécies de interesse, realizado dentro da floresta. Em se tratando de *Araucaria angustifolia*, torna-se essencial o entendimento dos processos de predação das mudas que podem determinar o sucesso ou insucesso dos plantios. Neste trabalho objetivou-se avaliar a sobrevivência e predação de mudas de pequeno (20-25 cm) e grande porte (40-50 cm) de *A. angustifolia* plantadas em espaçamento 5x5m sob dossel de um fragmento. O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado, investigando-se os efeitos de dois fatores, com dois níveis cada: material plantado (mudas de pequeno/grande porte) e tipo de arranjo (puro - somente mudas grandes ou pequenas; misto - mudas grandes e pequenas juntas), perfazendo quatro tratamentos com três repetições cada. Após 36 meses, a sobrevivência das mudas grandes foi de 82,8%, valor significativamente maior do que o observado para mudas pequenas (53,9%). Não se detectaram diferenças nas médias de sobrevivência, mortalidade e remoção de mudas pela fauna com relação ao arranjo e tampouco na interação material/arranjo. Entre as mudas grandes, a ação da fauna foi praticamente inexistente (0,3%), enquanto 30,5% de todas as mudas pequenas foram removidas. A não significância entre as médias de mortalidade de mudas pequenas (15,6%) e grandes (16,9%), associada à diferença significativa nos índices de sobrevivência, aponta a ação da fauna local como responsável pelo dano às mudas pequenas. Os resultados corroboram a hipótese de que mudas mais desenvolvidas de *Araucaria angustifolia* apresentam melhor desempenho em campo do que mudas pequenas, principalmente em áreas com elevado fluxo de animais.

**Palavras-chave:** fauna; predação; silvicultura.

---

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. Bolsista CAPES. jess.maran@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheira Florestal, Dr., Pesquisadora da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. augusta.rosot@embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Professor da Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. nrosot@ufpr.br

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Dr., Pesquisadora da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. maria.radomski@embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheira Florestal, Dr., Pesquisadora da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. denise.cardoso@embrapa.br

<sup>6</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83111-000, Colombo (PR), Brasil. andre.biscaia@embrapa.br

<sup>7</sup> Bióloga, Msc., Bolsista DTI CNPq, Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. betina.kellermann@gmail.com

## ABSTRACT

The Mixed Ombrophylous Forest, strongly marked by the presence of *Araucaria angustifolia*, had its original occurrence area drastically reduced by the predatory logging until the middle of the twentieth century. Efforts have been made to enlarge its extension and restore its composition and structure, thus enabling its sustainable use. A common approach in this regard is the enrichment plantation, with species of interest, established within the forest. In what concerns the species *Araucaria angustifolia*, understanding the seedlings predation processes, which can determine the success or failure of the plantations, becomes essential. This work aimed to evaluate the survival and the predation of *A. angustifolia* seedlings, with small (20-25 cm) and large (40-50 cm) seedling sizes, planted in 5x5m spacing under the canopy of a fragment of Mixed Ombrophylous Forest. We used a completely randomized experimental design to investigate the effects of two factors, with two levels each: planted materials (small/large seedlings) and type of arrangement (pure - only large or only small seedlings; mixed - large and small seedlings together), totaling four treatments with three replications each. After 36 months, the survival percent rate of large seedlings was 82,8%, significantly higher than the values observed for small seedlings (53,9%). There were no differences in the average survival, mortality and removal percent rates of seedlings by wildlife, regarding neither the arrangement nor the interaction between the material/arrangement. Among the large seedlings, the fauna action was practically non-existent (0,3% of removal), while 30,5% of all small seedlings were removed by the action of the animals. The non-significant difference between the averages of mortality for small (15,6%) and large seedlings (16,9%), associated with the significant differences in survival, indicates the action of the local fauna as responsible for the damage to small seedlings. The results support the hypothesis that the most vigorous seedlings have a better performance on the field than smaller seedlings, especially in areas with high concentration of animals.

**Keywords:** fauna; predation; forestry.

## INTRODUÇÃO

A araucária, também conhecida como pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*), é a espécie que caracteriza a Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Floresta com Araucária. Esta formação florestal originalmente ocupava uma área de 200.000 km<sup>2</sup>, abrangendo grande parte dos estados do Rio Grande do Sul (25%), Santa Catarina (31%) e Paraná (40%), além de ocupar em menores proporções áreas em São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Guerra *et al.*, 2000, Backes, 2009). Entretanto, a exploração irracional e descontrolada de sua valiosa madeira reduziu drasticamente sua área de ocorrência (Dillenburg *et al.*, 2009), estimando-se que hoje existam apenas 4.000 km<sup>2</sup> desta área (2%) (Guerra *et al.*, 2000).

Devido ao severo grau de degradação observado nos ecossistemas que a abriga, hoje *A. angustifolia* é protegida por lei, sendo a conservação da Floresta com Araucária considerada uma questão crítica (Vieira; Job, 2009). Esforços devem ser feitos não apenas para auxiliar e promover sua regeneração natural, mas, também, para estimular seu uso em reflorestamentos, visando sua preservação e o uso sustentável de seus recursos econômicos (Dillenburg *et al.*, 2009).

O processo de desmatamento que ocorreu, e que ainda ocorre de forma indiscriminada nos estados do Sul do país, requer a utilização de métodos de regeneração, por vias naturais ou artificiais, das populações remanescentes de araucária (Mello Filho *et al.*, 1981). Porém, muitos fatores bióticos e abióticos influenciam o índice de regeneração da espécie. Pesquisas têm mostrado que populações de mamíferos, nativos ou exóticos, podem impactar substancialmente na sobrevivência, crescimento e

regeneração de plântulas, tanto em formações naturais quanto em florestas plantadas, desta e de outras espécies (Mello Filho *et al.*, 1981; Ward, 1996; Stefano, 2005; Sanquetta *et al.*, 2005; Rosot *et al.*, 2007; Arruda *et al.*, 2008; Dey *et al.*, 2008).

Na Austrália, falhas na regeneração de mudas de *Eucalyptus* spp. na floresta nativa foram comuns durante os anos 90, ocasionadas por danos devido à ação de cangurus (*Wallabi bicolor*) que se alimentavam das plântulas recém emergidas (Stefano, 2005). No leste dos Estados Unidos, o veado de cauda branca (*Odocoileus virginianus virginianus*), cuja população vem crescendo nos últimos 50 anos, é o principal responsável por danos na regeneração do carvalho (*Quercus* sp.) (Dey *et al.*, 2008). Além do carvalho, danos causados por veados na regeneração de outras espécies, como *Pinus strobus*, *Picea abies*, *Tsuga canadensis* e *Juglans nigra* também foram relatados (Ward, 1996).

No Brasil, a regeneração de *A. angustifolia* tem sido prejudicada por populações de animais silvestres responsáveis pelo consumo de suas sementes – os pinhões – sendo este um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento desta conífera (Mello Filho *et al.*, 1981). No caso da sobrevivência de mudas, o grande fluxo de animais dentro da floresta também é um vetor impactante. Animais como catetos, cutias e outros roedores de menor porte sistematicamente arrancam as mudas, em busca do pinhão que poderia ainda estar presente e lhes servir como fonte de alimento (Sanquetta *et al.*, 2005). Grandes danos causados pela espécie *Sapajus nigritus*, o macaco-prego, foram relatados, tanto na semeadura direta quanto no plantio com mudas de *A. angustifolia*, pois os macacos arrancavam os pinhões e as plântulas de araucária para se alimentar da parte úmida e nutritiva das sementes, que se encontrava ainda unida às plântulas pelo curto espaço de tempo após a germinação (Rosot *et al.*, 2007).

Uma solução implementada para resolver o problema de danos causados às mudas ou plântulas pela fauna, descrita por diversos autores (Stefano, 2005; Ward, 1996; Dey *et al.*, 2008), foi protegê-las utilizando cercas ao seu redor. Apesar de efetiva, essa técnica acarretou muitos custos. Da mesma forma, plantar mudas de qualidade inferior, com poucas chances de obter sucesso, torna os plantios antieconômicos. Então a melhor estratégia pode ser plantar uma quantidade menor de mudas, mas de qualidade superior (Ward, 1996), ou seja, manter as plantas no viveiro por mais tempo requer um investimento inicial maior, mas no geral, sua aplicação pode resultar em maior economia no longo prazo (PRT, 2013).

No caso das sementes de *A. angustifolia*, visando sua proteção contra o consumo da fauna em campo, diversas substâncias repelentes foram testadas, tanto de origem natural (extratos e óleos de mamona, linhaça, salsinha, pimenta, e resina de *Pinus* sp.) quanto sintética (à base de cobre, enxofre, tinta, látex, entre outras), aplicadas diretamente nas sementes ou na superfície das covas (Müller, 1986; Arruda, 2006). No entanto, os repelentes utilizados foram ineficientes contra a ação da fauna na maioria dos casos e, mesmo quando tais substâncias se mostravam potencialmente repelentes, afetavam consideravelmente a germinação das sementes (Müller, 1986; Arruda, 2006), indicando a ineficiência dessa técnica e apontando para a necessidade de novas alternativas.

Vários atributos morfológicos, como altura da parte aérea e diâmetro do colo, são frequentemente usados como indicadores de qualidade das mudas e preditores da resposta em campo, pois são relativamente fáceis de medir e correlacionam-se bem com o sucesso de crescimento e estabelecimento em campo (Jacobs *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2011). Explorando-se a relação entre sobrevivência em campo e características morfológicas iniciais das plântulas, a tendência geral observada – para cinco diferentes espécies (*Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Q. coccifera*, *Ceratonia siliqua* e *Pistacia lentisaes*) –, foi que plantas maiores obtêm melhores índices sobrevivência; enquanto o baixo desempenho de plântulas menores pode ser atribuído ao seu pequeno sistema radicular, levando a uma absorção insuficiente de água e nutrientes, além de sofrerem um maior impacto devido à competição (Tsakalidimi *et al.*, 2012).

Em área com população de veados, nos Estados Unidos, o tamanho inicial foi importante para o crescimento e sobrevivência das mudas, especialmente no caso das coníferas *Pinus strobus* e *Tsuga canadensis* (Ward, 1996). Este resultado pode ser explicado pelo fato de que mudas grandes possuem mais reservas do que mudas menores, e, portanto, são mais capazes de recuperar-se de possíveis danos (Ward, 1996; Close *et al.*, 2010). Além disso, no que se refere à herbivoria, plântulas menores são mais atrativas, devido à sua folhagem nova possuir maior palatabilidade do que folhas mais velhas (Close *et al.*, 2010). Entretanto, no caso do macaco-prego, espécie característica do Bioma Mata Atlântica (Ludwig *et al.*, 2005), e de outros animais consumidores de sementes que dificultam a regeneração da araucária, o interesse não está na parte foliar, mas, sim, na semente, que pode ser encontrada ainda conectada às plântulas jovens e que lhes serve como fonte de alimento. Desta maneira, a hipótese científica preconizada no presente estudo, é que quanto menor e mais jovem a plântula, maior é a probabilidade de que seja arrancada por mamíferos em busca de alimento. Além disso, a tentativa de arrancar as mudas maiores pode não ser bem-sucedida, uma vez que estes animais são de porte médio, pesando entre 2 (fêmeas) e 3 quilos (machos) (Ludwig *et al.*, 2005), não tendo a força necessária para arrancar uma muda de grandes dimensões. Adicionalmente, aventa-se a hipótese de que o fato de as mudas mais susceptíveis à predação (mudas pequenas) estarem próximas e concentradas pode facilitar a ação dos animais.

Tendo em vista a importância da araucária e o estado de conservação dos remanescentes florestais que a abrigam, torna-se essencial o entendimento das perdas devido a predação de mudas e sementes em estratégias que visam o plantio desta espécie. Portanto, este trabalho tem como objetivo comparar quantitativamente a sobrevivência, a mortalidade e a predação de mudas de *Araucaria angustifolia*, de grande e de pequeno porte e estabelecidas em plantios com arranjos puros e mistos (com dois tamanhos de mudas juntos), em um fragmento de FOM. De forma mais específica, este trabalho procurou responder às seguintes questões: Qual o percentual médio de sobrevivência ao se plantar apenas mudas pequenas ou apenas mudas grandes (arranjo de plantio puro)? E qual é esse percentual ao se plantar mudas pequenas e grandes nas mesmas parcelas (arranjo misto, com mudas de diferentes dimensões, mas analisados separadamente)? Existe diferença significativa entre os percentuais de sobrevivência em cada tratamento supramencionado? O arranjo utilizado (puro ou misto) influencia o percentual de sobrevivência? Em qual tratamento a arranquia e mortalidade foram maiores?

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

A área de estudo localiza-se na Estação Experimental da Embrapa (EEEC), situada no município de Caçador, região centro-oeste do estado de Santa Catarina, entre as coordenadas geográficas 26°50' e 26°55' de Latitude Sul e 50°05' e 51°00' de Longitude Oeste. Representa um dos maiores remanescentes contínuos com vegetação característica da região fitogeográfica Floresta Ombrófila Mista, parte do domínio da Mata Atlântica, compreendendo uma superfície total de aproximadamente 1.194 hectares (Rosot *et al.*, 2007). Atualmente a EEEC concentra grande parte das pesquisas em silvicultura e manejo de florestas naturais desenvolvidas pela Embrapa Florestas, incluindo ensaios de enriquecimento, adensamento e plantios de espécies nativas.

A altitude local varia de 1.000 a 1.100 metros, com clima do tipo Cfb, conforme a classificação de Köppen, com verões quentes e invernos frios, com a presença de geadas. As classes de solo predominantes na área de estudo são de Cambissolos e Neossolos, com relevo variando de suave a ondulado (Kurasz *et al.*, 2005).

Cerca de 94% da superfície da EEEC possui cobertura florestal em diversos estágios de desenvolvimento e graus de conservação. Além disso, abriga uma fauna característica desta tipologia florestal. Segundo Tortato (2008), foram registradas 25 espécies de mamíferos nativos, incluídas em 16 famílias, podendo-se citar dentre essas: *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca), *Alouatta guariba* (bugio), *Sapajus nigritus* (macaco-prego), *Eira barbara* (irara), *Nasua nasua* (quati), *Procyon cancrivorus* (mão-pelada), *Pecari tajacu* (cateto), *Akodon* sp. (roedores), *Oligoryzomys nigripes* (ratinho-do-arroz), *Oryzomys russatus* (rato-do-mato), *Thaptomys nigrita* (rato-de-chão), *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara), *Sphiggurus villosus* (ouriço-cacheiro), *Cuniculus paca* (paca), *Dasyprocta azarae* (cutia), *Myocastor coypus* (ratão-do-banhado); bem como alguns mamíferos selvagens exóticos: *Lepus europaeus* (lebre-europeia), *Sus scrofa* (javali-europeu) e a espécie asselvajada de porco *Sus scrofa domestica*.

### **Delineamento experimental e tratos culturais**

O plantio ocorreu no mês de setembro do ano de 2011 em uma área de floresta natural, na EEEC, com cobertura de copas igual ou superior a 50%, exposição nordeste em todas as parcelas e declividade média de 10%. O preparo da área incluiu limpeza e roçada de herbáceas e retirada de taquara. As covas foram feitas com broca mecânica. Os tratos culturais efetuados no período da condução do ensaio foram a limpeza nas linhas e o coroamento em torno das mudas.

Nas parcelas foram utilizadas mudas produzidas em viveiro, com sementes obtidas de indivíduos localizados em 10 áreas de capões de pinheiros apenas dentro da Estação Experimental, plantando-se uma muda por cova em todos os tratamentos. Foram consideradas mudas pequenas, aquelas com altura variando de 20 a 25 centímetros e grandes, aquelas de 40 a 50 centímetros. O tempo de permanência em viveiro para tais mudas foi de um e dois anos, respectivamente. As covas pertencentes às parcelas mistas (Tratamentos **III** e **IV**) receberam alternadamente mudas pequenas e grandes, com os mesmos tratos culturais e materiais utilizados nos demais tratamentos.

O replantio de mudas mortas ou arrancadas não foi realizado, para evitar a introdução de mais uma fonte de variação, representada pelas diferentes épocas e intensidades de replantio.

As taxas de sobrevivência, mortalidade e a predação das mudas de araucária foram analisadas como um ensaio fatorial 2 x 2, sendo os fatores: Material plantado, com dois níveis: mudas de grande e pequeno porte e; Arranjos de plantio, com dois níveis: puro (somente mudas grandes ou somente pequenas) e misto (mudas grandes e pequenas);

Considerando um delineamento inteiramente casualizado, a combinação de níveis e fatores gerou quatro tratamentos com três repetições cada: **Tratamento I.** Plantio puro de mudas pequenas; **Tratamento II.** Plantio puro de mudas grandes; **Tratamento III.** Plantios de mudas pequenas em parcela mista; **Tratamento IV.** Plantio de mudas grandes em parcela mista.

No entanto, como as unidades experimentais dos tratamentos **III** e **IV** são coincidentes (tratamentos mistos), o ensaio contém nove parcelas no total. Cada parcela foi composta por oito linhas e oito fileiras, formando um quadrado de dimensões 40 x 40 metros, com espaçamento de 5 x 5 metros entre as covas, totalizando 64 covas por parcela. Portanto, o experimento foi composto por 576 covas, sendo 288 destinadas ao plantio de mudas pequenas e 288 destinadas ao plantio de mudas grandes. A superfície total do experimento foi de 1,44ha.

### **Avaliação e monitoramento**

O monitoramento foi realizado mensalmente, a partir do mês de janeiro de 2012, quando o plantio completou quatro meses, até o mês de agosto de 2014. Avaliou-se a sobrevivência das mudas, bem como os danos causados pela ação da fauna local.

As mudas foram enquadradas dentro das seguintes categorias: a) vivas - sobreviventes normais,

sem problemas fitossanitários, ou mudas sobreviventes com sinais de clorose (oriundos provavelmente de problemas fitossanitários ou de déficit nutricional); b) morta - plantas em pé, completamente secas; e c) muda arrancada - removidas, devido à predação pela fauna silvestre (nativa e exótica), mas encontradas ao lado de suas covas; também foram enquadradas nesta última categoria as plantas desaparecidas, possivelmente também removidas por ação de animais e descartadas em outro local. Assim, o presente estudo desagrega a mortalidade em duas categorias: por má formação, doença, desnutrição e a arranquia ou predação pela fauna. Dessa forma, as taxas de sobrevivência são complementares à soma das taxas de mortalidade e arranquia juntas.

A localização espacial de cada cova foi representada por pontos em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), construído com a utilização do *software* QGIS, e os dados de campo foram progressivamente inseridos na respectiva tabela de atributos do SIG. Os principais campos dessa tabela foram: Número de identificação da parcela; Número de identificação da cova; Identificação do arranjo e plantio (puro com mudas grandes; puro com mudas pequenas; misto); Identificação do material plantado (mudas grandes ou pequenas) e; Situação no mês X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>7</sub>,..., X<sub>36</sub> (um campo para cada mês, podendo assumir as categorias “viva”, “morta” e “arrancada”).

### Análise dos dados

Por meio de análises de variância (ANOVA) foram avaliados os efeitos simples dos fatores e sua interação. Em se verificando a existência de diferença significativa entre os tratamentos conforme resultados da ANOVA, com relação às variáveis-resposta “sobrevivência”, “mortalidade” e “remoção” de mudas, foi efetuado um teste de Tukey para a comparação de médias dos tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações entre os fatores *tamanho e arranjo* não foram estatisticamente significativas para nenhuma das variáveis observadas (mortalidade; remoção de mudas e sobrevivência), indicando que o plantio das mudas de forma pura ou de forma mista não influencia nos resultados. Nesse caso as conclusões em separado para os fatores são válidas, como mostrado na Tabela 1.

As análises estatísticas executadas demonstraram que apenas o efeito do material (muda grande ou pequena) é significativo (p-valor = 0,0013) no que diz respeito à sobrevivência das mudas, não havendo influência do arranjo utilizado (p-valor = 0,6490). Considerando-se apenas o tamanho das mudas, obteve-se um valor de sobrevivência de 82,8%, com relação a todas as mudas grandes plantadas no experimento, valor significativamente maior do que o observado no caso das mudas pequenas (53,9%). Pouco mais da metade de todas as mudas pequenas plantadas sobreviveram, independentemente do arranjo (Tabela 1).

Tabela 1. Teste de Tukey considerando-se os efeitos simples de cada fator (tamanho das mudas - grandes ou pequenas e arranjo do plantio - puro ou misto) para as variáveis “mortalidade”, “remoção de mudas” e “sobrevivência”.

| FATOR   |               | MORTALIDADE%       | REMOÇÃO%           | SOBREVIVÊNCIA%     |
|---------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Tamanho | Muda grande   | 16,93 <sup>a</sup> | 00,26 <sup>b</sup> | 82,81 <sup>a</sup> |
|         | Muda pequena  | 15,63 <sup>a</sup> | 30,47 <sup>a</sup> | 53,91 <sup>b</sup> |
| Arranjo | Plantio puro  | 21,09 <sup>A</sup> | 11,98 <sup>A</sup> | 66,93 <sup>A</sup> |
|         | Plantio misto | 11,46 <sup>A</sup> | 18,75 <sup>A</sup> | 69,79 <sup>A</sup> |

Letras diferentes indicam diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de probabilidade, considerando cada variável resposta e cada fator separadamente.

Analisando-se o percentual de sobrevivência considerando os diferentes arranjos aos quais as mudas estavam submetidas, o valor mais elevado, obtido no último mês de observação, refere-se ao plantio de mudas de grande porte, tanto no arranjo puro (78,1%) quanto no arranjo misto (87,5%), quando comparado ao plantio de mudas pequenas, onde se obteve valores de sobrevivência de 55,7% e de 52,1% nos plantios puros e mistos, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Quadro de médias para as variáveis “mortalidade”, “remoção de mudas” e “sobrevivência”, considerando os quatro tratamentos que representam todas as combinações de diferentes níveis dos diferentes fatores (tamanho das mudas - grandes ou pequenas e arranjo do plantio - puro ou misto).

| FATOR        | VARIÁVEL RESPOSTA |               |              |               |                |               |
|--------------|-------------------|---------------|--------------|---------------|----------------|---------------|
|              | MORTALIDADE%      |               | REMOÇÃO%     |               | SOBREVIVÊNCIA% |               |
|              | Plantio puro      | Plantio misto | Plantio puro | Plantio misto | Plantio Puro   | Plantio Misto |
| Muda grande  | 21,4              | 12,5          | 0,5          | 0,0           | 78,1           | 87,5          |
| Muda pequena | 20,8              | 10,4          | 23,4         | 37,5          | 55,7           | 52,1          |

Para mudas com o mesmo tamanho das de pequeno porte utilizadas neste estudo, Sanquetta *et al.* (2005) encontraram um valor próximo (54,4%) ao aqui observado, enquanto Carvalho (1981) obteve 62,5% de sobrevivência, após um período de cinco anos, afirmando que esse percentual é regular para tal variável, uma vez que o resultado está de acordo com o obtido por Muniz (1948 *apud* Carvalho, 1981), porém é quase duas vezes superior ao obtido por Fonseca *et al.* (1974 *apud* Carvalho, 1981). Assim, fica notável o melhor desempenho em campo das mudas de maiores dimensões em comparação com mudas pequenas, tanto neste caso como também na bibliografia citada.

Em estudo realizado por Tsakalimi *et al.* (2012) em região mediterrânea, foi observado para diversas espécies que as plântulas sobreviventes apresentavam altura, diâmetro de colo, bem como a relação altura/diâmetro significativamente maiores que as mudas que não sobreviveram, demonstrando que diâmetros iniciais maiores, no primeiro ano, resultaram em maiores taxas de sobrevivência em campo após dois anos de plantio. O mesmo pode ser observado no presente estudo, onde a sobrevivência das mudas de grande porte de *A. angustifolia* mostrou-se significativamente maior do que a sobrevivência das mudas menores, tanto na configuração homogênea dos plantios, quanto na mista (Figura 1B). Isso corrobora a hipótese de que mudas mais desenvolvidas geralmente apresentam um melhor desempenho em campo do que mudas pequenas (Li *et al.*, 2011), ainda que o custo por muda mude consideravelmente, podendo ser um gargalo para a recuperação ambiental.

No entanto, apesar do percentual de sobrevivência ter se mostrado significativamente diferente, com relação ao tamanho das mudas plantadas, o mesmo não ocorreu com a mortalidade. A Figura 1A demonstra que inicialmente, até os cinco meses de idade do plantio, as mudas de grande porte apresentaram uma mortalidade maior do que as mudas pequenas, mas a partir do sexto mês, para ambos os tipos de muda, tendeu a apresentar valores próximos em todos os meses subsequentes. Dessa forma, apesar de as mudas de pequeno porte terem apresentado um percentual de sobrevivência menor do que as mudas maiores, a mortalidade de ambos os tipos de muda ocorreu em proporções parecidas, não apresentando diferença estatística entre valores percentuais – 18,40% para as mudas grandes e 17,36% para as pequenas (p-valor = 0,7638).

Embora o comportamento da porcentagem de mortalidade em relação aos dois tamanhos de mudas seja bastante semelhante (Figura 1A), a Figura 1B evidencia que o mesmo não ocorre no caso da sobrevivência. Conforme comprovado pela análise estatística, as mudas de maiores dimensões apresentam um melhor desempenho ao longo de todo o período analisado. Dessa maneira, tendo em

vista que a mortalidade interferiu de maneira semelhante em ambos os padrões de mudas, pode-se atribuir a predação/arranquia destas mudas à diferença encontrada nos percentuais de sobrevivência entre aquelas de pequeno e de grande porte.

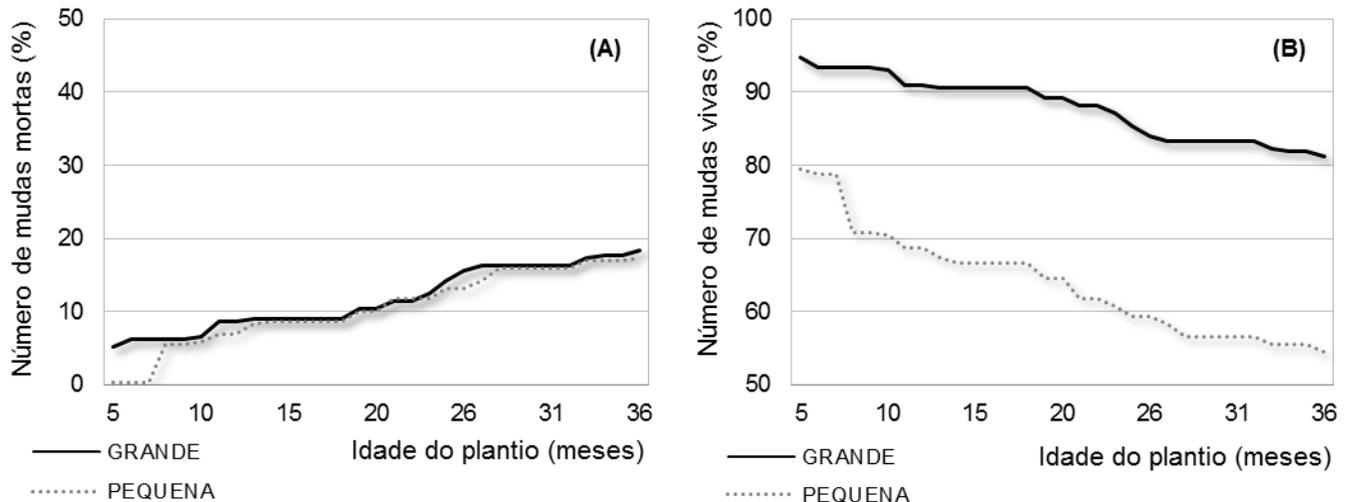


Figura 1. Comportamento da mortalidade (A) e sobrevivência (B) das mudas de pequeno e grande porte ao longo do período analisado.

As análises estatísticas realizadas demonstraram mais uma vez que apenas o efeito do tamanho da muda é significativo ( $p$ -valor = 0,0013) no que diz respeito às taxas percentuais de mudas que são arrancadas pela fauna, não havendo influência do arranjo utilizado (plantio puro ou misto). Dessa maneira, fica evidente a ação da fauna local, que atingiu de forma expressiva o plantio de mudas pequenas, removendo 37,5% delas no arranjo misto e 23,4% no plantio puro, contabilizando uma remoção média de 30,5% de todas as mudas pequenas plantadas na área. O mesmo não foi observado com relação às mudas de maior porte. Apenas uma dessas mudas, pertencente a uma parcela do arranjo puro, foi arrancada (0,3% do total de mudas grandes plantadas).

Analisando-se as Figura 2A e 2B, é possível perceber, de forma gráfica, que a principal causa dos menores percentuais de sobrevivência das mudas de menor porte é sua predação. A remoção das mudas pode ter sido promovida pelo macaco-prego (*Sapajus nigritus*), à semelhança do ocorrido em outra área de plantio na EEEC, em que Rosot *et al.* (2007) observaram uma mortalidade de 49% das mudas de *Araucaria angustifolia* após três meses de plantio, sendo 28% atribuída à ação do macaco-prego e 21% devido a outros fatores, tais como enovelamento de raízes e má qualidade das mudas. Outros autores relatam ocorrência de mortalidade associada à ação de animais silvestres como catetos, cutias e outros roedores de menor porte em plantios de enriquecimento e adensamento com *Araucaria angustifolia*, variando de 26% (Sanquetta *et al.*, 2005) a 45% (Sanquetta, 2007).

A espécie *Sapajus nigritus* tem preferência pelas araucárias, observando-se grandes quantidades de sementes imaturas atiradas ao solo por este animal na área de estudo. Além disso, o uso do solo predominante no entorno da área de estudo (plantios comerciais de *Pinus* sp., vegetação nativa e áreas de agricultura), constitui um ambiente favorável para a manutenção de grandes grupos destes primatas. O porco doméstico, oriundo das propriedades vizinhas, ao cruzar-se com o javali, originou o porco asselvajado. Sua presença dentro da EEEC é extremamente danosa, pois causam a destruição da regeneração em seus deslocamentos no interior da área.

A Figura 2A mostra, ainda, que até o quarto mês do plantio a ação da fauna local (representada

pelo percentual de arranquia) removeu mais de 20% das mudas pequenas plantadas, culminando em uma perda de pouco mais de 30% no último mês de observação. Isso sugere uma tendência de estabilização, com uma ação da fauna mais expressiva no primeiro ano do estabelecimento do plantio e em período anterior ao início da nova safra de pinhões (fevereiro-março, aos 5-6 meses do plantio). O mesmo foi observado para a única muda de porte grande removida (também nos primeiros meses de plantio). A tendência a estabilizar-se não se repete, contudo, para a mortalidade, independentemente do tamanho das mudas, ocorrendo, inclusive, pequenos acréscimos na mortalidade ao longo dos meses. Ocorreram períodos de precipitação menores que a média em fevereiro e dezembro de 2012 (aos 5 e 15 meses do plantio) e depois, durante todo o primeiro semestre de 2013 (dos 16 aos 22 meses do plantio), registrou-se uma seca severa no município de Caçador (segundo dados disponibilizados pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia em seu endereço eletrônico). Tais fatores, associados a eventuais problemas de qualidade das mudas, podem ter sido os responsáveis pela mortalidade.

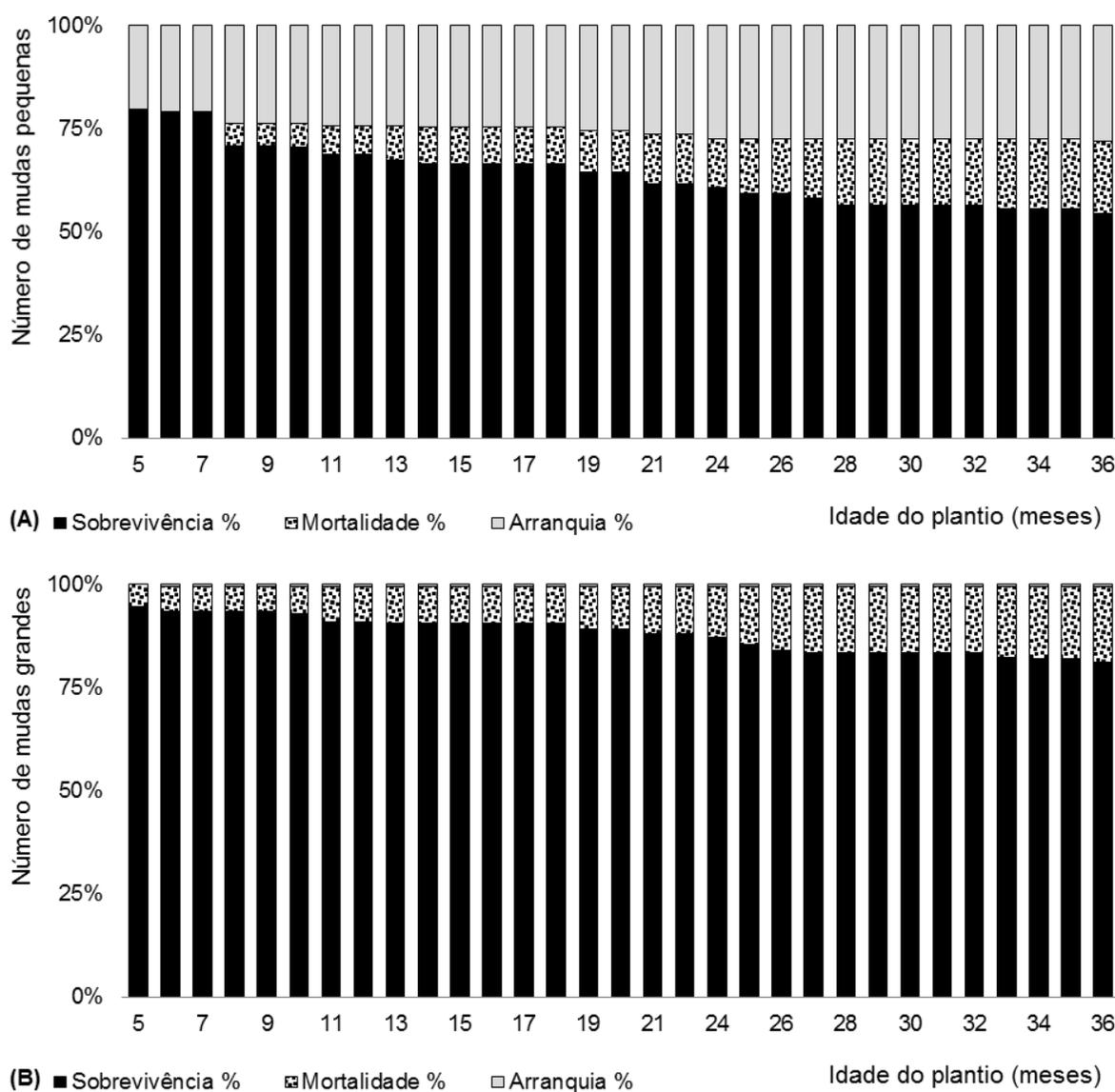


Figura 2. Comportamento das taxas percentuais de mortalidade, sobrevivência e índice de arranque médio acumulado, para mudas de pequeno (A) e grande porte (B), ao longo de 36 meses.

## CONCLUSÕES

A análise estatística empregada indicou não haver diferença significativa no arranjo de plantio utilizado (plantios puros e mistos), e tampouco na interação entre o tamanho das mudas e o arranjo, ou seja, as taxas médias de sobrevivência, mortalidade e remoção das mudas por ação da fauna independem de as mudas estarem estabelecidas em parcelas puras ou mistas. Assim, apenas o efeito do tamanho das mudas influenciou os percentuais de sobrevivência e mortalidade a predação das mudas.

O percentual de sobrevivência médio foi significativamente maior para as mudas grandes (tanto no plantio puro quanto no misto) quando comparado com os percentuais de sobrevivência para as mudas pequenas. Apesar de as taxas percentuais de sobrevivência serem diferentes para os dois tamanhos de muda, os percentuais de mortalidade não apresentaram diferença significativa, o que aponta como causa dos maiores índices de perda das mudas pequenas a ação da fauna.

Os resultados do presente estudo sugerem que o plantio de mudas de maiores dimensões pode proporcionar maiores índices de sucesso no estabelecimento de povoamentos e plantios para recuperação ambiental de *Araucaria angustifolia*. Nesse caso, o fator determinante é a intensidade de predação da fauna e sua aparente preferência pelas mudas menos desenvolvidas. Por outro lado, a sobrevivência de mudas plantadas depende diretamente de sua qualidade, vitalidade, cuidados recebidos no viveiro além das condições climáticas encontradas durante a fase de implantação e das condições físicas e de fertilidade do solo.

## REFERÊNCIAS

- Arruda, G.O.S.F. Ação repelente de substâncias naturais e sintéticas sobre animais mamíferos silvestres consumidores de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. 106 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2006.
- Backes, A. Distribuição geográfica atual da Floresta com Araucária: condicionamento climático. In: Fonseca, C.R.; Souza, A.F.; Lean-Zanchet, A.M.; Dutra, T.; Backes, A.; Ganade, G. (Eds) Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Holos: Ribeirão Preto, 2009. p. 39-44.
- Carvalho, P.E.R. Competição entre espécies florestais nativas em Irati-PR, cinco anos após o plantio. Pesquisa Florestal: Colombo, 1981. n. 2, p. 41 – 56.
- Close, D.C.; Paterson, S.; Corkrey, R.; Mc Arthur, C. Influences of seedling size, container type and mammal browsing on the establishment of *Eucalyptus globulus* in plantation forestry. New Forests: Netherlands, 2010. v. 39, p. 105 – 115.
- Dey, D.C.; Jacobs, D.; Mc Nabb, K.; Miller, G.; Baldwin, V.; Foster, G. Artificial regeneration of major oak (*Quercus*) species in the Eastern United States – A Review of the Literature. Forest Science: Bethesda, 2008. v. 54, p. 76 – 106.
- Dillenburg, L.R. *et al.* Aspectos ecofisiológicos da regeneração de *Araucaria angustifolia*. In: Fonseca, C.R.; Souza, A.F.; Leal-Zanchet, A.M.; Dutra, T.; Backes, A.; Ganado, G. (Eds) Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Holos: Ribeirão Preto, 2009. p. 57 – 65.
- Fonseca, J.M.M.A.; Aguiar, L.B.; Fernandes, P.D. Comportamento florestal de essências nativas e exóticas em condições de arboreto. Científica: Rio Claro, 1974. n. 2, v. 2, p. 198 – 207.
- Guerra, M.P., Silveira, V., dos Reis, M.S., Schneider, L. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: Simões, L. L., Lino, C. F. (Eds) Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais. SENAC: São Paulo, 2000. p. 85-101.
- Jacobs, D.F.; Salifu, K.F.; Seifert, J.R. Relative contribution of initial root and shoot morphology in

- predicting field performance of hardwood seedlings. *New Forests: Netherlands*, 2005. v. 30, p. 235 – 251.
- Kurasz, G. Sistema de informações geográficas aplicado ao zoneamento ambiental da Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador/SC. 158 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- Li, G.L.; Liu, Y.; Zhu, Y.; Yang, J.; Sun, H.Y.; Jia, Z.K.; Ma, L.Y. Influence of initial age and size on the field performance of *Larix olgensis* seedlings. *New Forests: Netherlands*, 2011. v. 42, p. 215 – 226.
- Ludwig, G.; Aguiar, L.M.; Rocha, V.J. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do estado do Paraná. *Neotropical Primates: Flórida*, 2005. v. 13, n.3, p. 11 – 18.
- Mello Filho, J.A. de; Stoehr, G.W.D.; Faber, J. Determinação dos danos causados pela fauna a sementes e mudas de “*Araucaria angustifolia*” (Bert.) O. Ktze. nos processos de regeneração natural e artificial. *Revista Floresta: Curitiba*, 1981. v. 12, p. 26 – 43.
- Müller, J.A. A influência dos roedores e aves na regeneração da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1986.
- Muniz, P.J.C. Notas sobre uma plantação experimental de pinheiro-do-paraná (*Araucaria brasiliana* A. Rid.) nos solos de Campos Gerais. *Arquivos de Biologia e Tecnologia: Curitiba*, 1948. v. 8, p. 31 – 43.
- PRT. The effect of seedling size on field performance. Harrop Nursery. Disponível em <[http://www.prt.com/sites/default/files/the\\_effect\\_of\\_seedling\\_size\\_on\\_field\\_performance.pdf](http://www.prt.com/sites/default/files/the_effect_of_seedling_size_on_field_performance.pdf)>. Acesso em setembro de 2013.
- Rosot, C.A.; Dlugosz, F.L.; Rosot, M.A.D.; Kurasz, G.; Oliveira, Y.M.M. de. Ações de recuperação em área degradada por fogo em Floresta Ombrófila Mista: resultados parciais. *Pesquisa Florestal Brasileira: Colombo*, 2007. n. 55, p. 23 – 30.
- Sanquetta, C.R. Controle de taquaras como alternativa para a recuperação da Floresta de Araucária. *Pesquisa Florestal Brasileira: Colombo*, 2007. n. 55, p. 45 – 53.
- Sanquetta, C.R.; Corte, A.P.D.; Vulcanis, L.; Berni, D.M. Sobrevivência de mudas de *Araucaria angustifolia* perante o controle de taquaras (Bambusoideae) no Paraná, Brasil. *Revista Floresta: Curitiba*, 2005. v. 35, p. 126 – 135.
- Stefano, di S. Mammalian browsing damage in the Mt. Cole State forest, southeastern Australia: analysis of browsing patterns, spatial relationship and browse selection. *New Forests: Netherlands*, 2005. v. 29, p. 43 – 61.
- Tortato, M.A. Estudo de mamíferos em parcelas permanente: o exemplo da Reserva Florestal da Embrapa/Epagri, Caçador, Santa Catarina. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE DINÂMICA DE FLORESTAS, 1., 2008, Curitiba, PR. Anais... Dados Eletrônicos – Colombo: Embrapa Florestas. 1 CDROM.
- Tsakalimi, M.; Ganatsas, P.; Jacobs, D.F. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests: Netherlands*, 2012. v. 44, p. 327 – 339.
- Vieira, E.M.; Iob, G. Dispersão e predação de sementes de *Araucaria angustifolia*. In: Fonseca, C.R.; Souza, A.F.; Leal-Zanchet, A.M.; Dutra, T.; Backes, A.; Ganado, G. (Eds) Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Holos: Ribeirão Preto, 2009. p. 85 – 95.
- Ward, J.S. Influence of initial seedling size and browse protection on height growth: 5-year results. In: Landis, T.D.; South, D.B. (Eds) National proceedings, forest and conservation nursery associations. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station: Portland, 1996. p. 127 – 134.