



12

**Sistemas de
produção com
araucária**

Maria Izabel Radomski (in memoriam)
Denise Jeton Cardoso
Maria Augusta Doetzer Rosot
André Eduardo Biscaia de Lacerda
Marilice Cordeiro Garrastazú

Introdução

Dos produtos extraídos da Floresta Ombrófila Mista, a região Sul do Brasil responde por 100% da produção de nó de pinheiro araucária, 99,6% pela madeira de araucária e 90,9% pela produção de pinhão (IBGE, 2016). Desde 2007 a oferta de pinhão vem aumentando no mercado brasileiro. De acordo com o IBGE, o Brasil produziu em 2014 cerca de 8.777 t de pinhão, sendo o Paraná o principal Estado produtor da região Sul, com 3.582 t, seguido de Santa Catarina com 3.147 t, e do Rio Grande do Sul com 881 t (IBGE, 2016).

A partir da publicação da Resolução nº 278 de 24 de maio de 2001 (Conama, 2001), que determina ao Ibama a suspensão de autorizações para corte ou exploração de espécies ameaçadas de extinção, dentre elas *Araucaria angustifolia* (O. Ktze) (araucária), *Ocotea porosa* (Nees & Mart) Barroso (imbuia), *Ocotea pretiosa* (Nees) Mez (canela-sassafrás) e *Ocotea catharinensis* Mez (canela-preta), todas presentes na Floresta com Araucária, ficou vedado todo e qualquer aproveitamento comercial de madeira dessas espécies, com a suspensão dos planos de manejo florestal em execução (Pires, 2006). Portanto, a produção dessa tipologia florestal se restringe à exploração de bracingais (fornecimento de lenha) e aos produtos não madeireiros como erva-mate, plantas medicinais e ornamentais, frutas silvestres e pinhão (Santos; Müller, 2006).

Por outro lado, a Lei da Mata Atlântica, sancionada em 22 de dezembro de 2006 (Brasil, 2006), ressalta em seu artigo 7º, inciso II, que "... a proteção e utilização dos recursos desse bioma far-se-ão dentro de condições que assegurem o estímulo à difusão de tecnologias de manejo sustentável da vegetação". Dentre as condições de interesse social, uma série de práticas comuns na agricultura familiar se enquadra como passível de utilização, sem ferir as restrições impostas por essa Lei.

No caso da araucária, uma alternativa para suplantando as restrições legais e estimular o seu plantio é o desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais (SAFs) que integrem a espécie aos sistemas tradicionais de produção dos agricultores familiares. Deste modo, é possível estimular o plantio da espécie para fins de produção madeireira e, ou de pinhões, contribuindo para a sua conservação. Os modelos propostos devem atender às questões básicas da agricultura familiar, como a otimização da mão de obra, a manutenção dos rendimentos das lavouras, a diversificação do uso da terra e da renda, a redução de custos e, preferencialmente, devem basear-se nos princípios agroecológicos, viabilizando a autossuficiência econômica e sustentabilidade ambiental da propriedade familiar.

No caso dos SAFs, o Código Florestal permite sua implementação pelo pequeno produtor, em Reserva Legal (RL) e Área de Preservação Permanente (APP), apesar da ausência de procedimentos administrativos definidos. Para o agricultor familiar é detalhada na IN (Instrução Normativa) 05/2009 (Brasil, 2009), a forma de recuperação de APPs com SAF, embora, nesta IN, não hajam ainda procedimentos de regulamentação da produção oriunda destes sistemas. Mesmo sem a menção de SAF na Lei da Mata Atlântica, esses sistemas envolvem plantio de espécies nativas, enriquecimento ecológico, coleta de produtos não madeireiros e corte de vegetação secundária para subsistência (Ozelame da Silva; Steenbock, 2011).

Uma primeira análise dos dados disponibilizados pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR), efetuada pela Embrapa, demonstra que, na região Sul, em média, 28% da área dos imóveis rurais é destinada à preservação da vegetação nativa (Embrapa, 2018). Dadas as atuais restrições para a conversão do uso do solo e também à utilização das espécies arbóreas presentes nos fragmentos, abre-se uma oportunidade para a recuperação desses remanescentes, hoje bastante empobrecidos em sua composição florística e estruturalmente desequilibrados (Rosot, 2007). A propriedade rural, em especial a familiar, pode, além dos SAFs, conter outros sistemas de produção com espécies



arbóreas valiosas, tais como a araucária, baseados em plantios de enriquecimento sob cobertura ou mesmo a céu aberto, visando ao futuro aproveitamento econômico.

Assim, este capítulo tem por objetivo apresentar, discutir e difundir os resultados de diferentes sistemas de produção com araucária, implantados no Paraná e Santa Catarina. Além disso, pretende-se reforçar a importância de pesquisas que valorizem o uso da espécie *Araucaria angustifolia* por agricultores, visando à diversificação de atividades, ao incremento de renda, e à conservação ambiental, particularmente na pequena e média propriedade rural.

Sistemas de produção a céu aberto

Plantio puro de araucária

Embora existam plantios puros comerciais de araucária no sul do Brasil, que totalizavam 11.114 hectares em 2016 (IBÁ, 2017), são escassas as publicações sobre o seu desenvolvimento e sobre o regime de desbaste mais adequado para a espécie. O plantio puro da araucária nas áreas de sua ocorrência natural poderia ser mais uma boa alternativa de renda para o pequeno produtor rural, para a produção de sementes ou de madeira, conforme reportado por Cardoso et al. (2017) e relatado neste item resumidamente. Com o objetivo de aumentar o conhecimento sobre silvicultura e manejo de araucária em plantio puro, realizou-se a medição de árvores em um plantio não experimental, na Estação Experimental de Rio Negro, da Universidade Federal do Paraná. A área do plantio totaliza 0,92 ha e foi estabelecida em 2006, tendo sido plantadas sementes pré-germinadas, em espaçamento de 3 m x 3 m (Figura 1). As medições ocorreram aos oito anos de idade e a amostragem considerou oito parcelas de área variável, que correspondem a 51% da área de plantio. Nas parcelas foram medidos o diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as árvores, com fita métrica e a altura total em 60% dessas, com régua telescópica.



Fotos: Maria Augusta Doetzer Rosot

Figura 1. Plantio puro de araucária em Rio Negro, PR: vista parcial do plantio aos oito anos de idade (A); medição de altura aos sete anos de idade (B).

Os valores médios de DAP e de altura total foram 12,8 cm e 7,9 m, respectivamente, para 973 árvores por hectare e área basal de 12,5 m² ha⁻¹, o que resultou em um volume de 68,8 m³ ha⁻¹ e um incremento médio anual de 8,6 m³ ha⁻¹. Aos 10 anos de idade, um levantamento expedito apontou um aumento de área basal em 60% (20 m² ha⁻¹). Na ocasião, observou-se que as copas das árvores começavam a competir por espaço e luminosidade, sugerindo a necessidade de desbaste neste ano ou aos 11 anos, no máximo.

A simulação de 122 regimes de desbaste, visando somente à produção de madeira, e tendo como critério de seleção dois indicadores econômicos - maior Valor Presente Líquido anualizado (VPLa) para uma taxa mínima de atratividade de 4% e maior taxa interna de retorno (TIR) – indicou como o regime mais rentável economicamente aquele que prevê a remoção de 80% das árvores no primeiro desbaste aos 10 anos, outros 20% aos 20 anos e corte raso aos 25 anos (156 árvores ha⁻¹). Este regime resultou em um VPLa de USD\$ 160,99 e TIR de 6,16% (Cardoso et al., 2017). Os mesmos autores relataram ainda que, na prática, não foi possível recomendar este regime, devido à ocorrência de ventos fortes na região do plantio, sendo considerado viável econômica e operacionalmente o regime com desbastes aos 10 e 18 anos, retirando 47% e 30% das árvores, respectivamente, e corte raso aos 25 anos. Esse regime resultou em VPL anualizado de USD\$ 79,05 e TIR de 5,17%.

O regime de desbastes selecionado deve propiciar 361,5 m³ ha⁻¹ de volume comercial de madeira ao final de 25 anos, sendo 67% de toras com diâmetro mínimo menor que 25 cm e 33% com diâmetro mínimo superior a 25 cm. Isto representa um incremento médio anual em volume comercial de 14,5 m³ ha⁻¹, ao final da rotação. Embora esse valor seja, ainda, muito inferior ao obtido em florestas plantadas de *Pinus* spp., por exemplo, que alcançaram em 2016, um incremento médio anual de 30,5 m³ ha⁻¹ (IBÁ, 2017), o domínio da silvicultura e do melhoramento da espécie representa um desafio a ser vencido.

Araucária com erva-mate

Em Caçador, SC, em uma propriedade particular, parcialmente ocupada com cultivo agrícola e pastagem sob floresta nativa, foi observada uma área de 0,81 ha de floresta plantada de araucária com 24 anos de idade (Figura 2). O espaçamento é de 8,0 m x 9,0 m e o plantio foi por semeadura direta. Nas entrelinhas foi plantada erva-mate, que não apresentou um bom desenvolvimento. A medição de todas as árvores desta plantação indicou a presença de 123 árvores por hectare e mortalidade de 11,6% (Toniolo Junior et al., 2015), DAP mínimo, médio e máximo de 16,6 cm, 47,3 cm e 62,1 cm e altura mínima, média e máxima de 14,6 m, 19,6 m e 24,0 m, respectivamente,



Foto: Marilice Cordeiro Garrastazu.

Figura 2. Vista parcial da plantação de araucária aos 24 anos de idade e erva-mate nas entrelinhas.

aos 24 anos de idade. Não foram realizados desbastes e nem poda até essa idade, pois o objetivo é a produção de pinhões. Ainda assim, o espaçamento esparso propiciou o crescimento anual constante em diâmetro, conforme observado na Figura 3, em uma das árvores colhidas para a análise de tronco.



Foto: Maria Augusta Doetzer Rosol.

Figura 3. Anéis de crescimento na base do tronco de uma das árvores de araucária coletadas para a análise do crescimento em diâmetro.

Sistemas agroflorestais com araucária

Os resultados aqui apresentados referem-se a três modelos de sistemas implantados em uma área de aproximadamente 12 hectares, na Estação Experimental Embrapa Caçador (EEEC), conforme Figura 4, cujo histórico de uso remete à agricultura em sistema de plantio direto, por mais de 30 anos. Em 2011, após a interrupção do uso por agricultura, foram implantados diferentes sistemas de produção, incluindo, além da araucária, a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), espécies frutíferas (Tabela 1), aroeira (*Schinus terebinthifolius* var. *acutifolius* Engl.) e noz-pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch], em meio a culturas agrícolas sazonais.



Composição: Maria Izabel Radomski

Figura 4. Visualização da área ocupada por sistemas agroflorestais com araucária, na Estação Experimental Embrapa Caçador (EEEC), em 2018, sobrepostos a imagens disponíveis no Google Earth.

O preparo do solo para os plantios foi efetuado a partir da roçada mecanizada e abertura de linhas, com uso de escarificador. As mudas foram produzidas a partir de sementes coletadas na propriedade e arredores, e preparadas em sacos plásticos de 30 cm de altura, usando-se substrato contendo solo e composto de resíduos vegetais. As mudas arbóreas foram plantadas com cerca de 20 cm de altura, em covas amplas (50 cm x 50 cm) com hidrogel e adubação química de cobertura. Periodicamente, fez-se o controle de formigas cortadeiras pelo uso de iscas químicas, coroamento próximo às mudas e roçada mecânica nas entrelinhas.

Três modelos de sistemas de produção a céu aberto foram introduzidos na EEEC e são descritos a seguir.

Sistema 1 – Araucária com bracatinga

Nesse sistema o plantio da araucária e da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) foi efetuado em linhas alternadas. O espaçamento utilizado foi 6,0 m x 3,0 m para a araucária e 6,0 m x 1,5 m para a bracatinga (Figura 5). A densidade de plantio da araucária nesse modelo é de 555 árvores ha⁻¹ e da bracatinga, 1.111 árvores ha⁻¹.

Fotos: Maria Izabel Radomski



Figura 5. Vista do interior do sistema agroflorestal de araucária com bracatinga, aos cinco anos de idade.

Sistema 2 - Araucária com frutíferas

Nesse sistema o plantio da araucária e das frutíferas foi efetuado na mesma linha. O espaçamento utilizado foi 6,0 m x 9,0 m para a araucária, com o plantio das frutíferas (Figura 6), entre as árvores de araucária no maior espaçamento. A densidade de plantio da araucária e das frutíferas neste modelo é de 222 árvores ha⁻¹.

Foram plantadas sete espécies frutíferas nativas da região, sendo uma da família Annonaceae e seis Myrtaceae (Tabela 1), cujas mudas foram produzidas a partir de matrizes locais.

Junto às covas da araucária foi efetuada a semeadura de bracatinga-de-campo-mourão (*Mimosa flocculosa* Burkart), uma leguminosa arbustiva nativa (Figura 7), com ciclo mais curto de vida, três a seis anos. É utilizada, principalmente, para a recuperação de áreas degradadas e sombreamento de outras espécies. Sua madeira também pode ser utilizada pelos agricultores para a produção de cabo para ferramentas e para lenha.

Fotos: Maria Izabel Radomski



Figura 6. Vistas do sistema araucária com frutíferas, aos quatro anos de idade.

Tabela 1. Espécies plantadas nos sistemas agroflorestais de araucária com frutíferas, na EEEEC (Estação Experimental Embrapa Caçador).

Família	Nome científico	Nome popular
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schldtl	Ariticum
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Kuntze	Pinheiro, araucária
Fabaceae	<i>Mimosa flocculosa</i> Burkart	Bracatinga de campo-mourão
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O. Berg	Guabirova
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	Guabijú
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira, murta
Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess	Uvaia
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá

Fotos: Maria Izabel Radomski



Figura 7. Aspecto da araucária crescendo ao pé da bracatinga-de-campo-mourão, aos quatro anos de idade.

Sistema 3 – Renques de araucária com bracatinga

Foram estabelecidos 16 renques compostos pelo plantio de araucária, no espaçamento 16,0 m x 3,0 m, e bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), no espaçamento 16,0 m x 1,5 m (Figuras 8 e 9). A densidade de plantio da araucária é de 125 árvores ha⁻¹ e a da bracatinga, 208 árvores ha⁻¹.

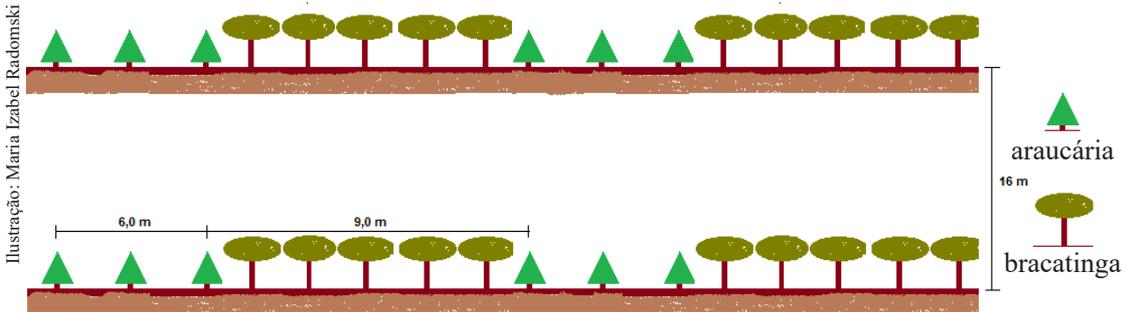


Figura 8. Esquema de plantio dos renques de araucária com bracatinga.



Figura 9. Vista do sistema agroflorestal com os renques de araucária e bracatinga, aos quatro anos de idade.

No sistema 3 vem ocorrendo o cultivo de culturas de verão, predominantemente soja (*Glycine max* L.) e condução de azevém (*Lolium multiflorum* L.) ressemeado naturalmente na maioria dos entre renques, que também possuem plantios de noz-pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] e goiaba-serrana [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] (Figura 10).

Fotos: Maria Izabel Radomski



Figura 10. Vista dos plantios de goiaba-serrana (A), noz-pecan (B) e soja (C) entre renques de araucária e bracatinga, aos seis anos de idade.

Avaliações pós-plantio

No terceiro ano de idade (2015), nos sistemas 1 e 3, foi efetuado o primeiro desbaste da bracatinga, retirando-se as árvores dominadas, em senescência, e mortas.

A coleta de dados para a avaliação censitária do crescimento da araucária foi conduzida em 2013, 2014, 2016 e 2018. Nas três primeiras ocasiões mediu-se a altura total de todas as plantas e em 2018, além dessa variável, mediu-se também o diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as plantas. Para o cálculo das médias, máximas e mínimas foram desconsiderados os indivíduos dos replantios efetuados após 2014.

Coletas de solo à profundidade de 0-10 cm foram realizadas em 2012, com 18 amostras representando a área total de plantio e, em 2017, em cada um dos SAFs, para avaliação de alterações nas características químicas, em função do tipo de cobertura.

Análise dos solos

A área do sistema 2 e a porção superior e média do Sistema 3 caracterizam-se pela ocorrência de NITOSSOLO BRUNO Distroférico típico textura argilosa relevo suave ondulado a ondulado (NBd1), enquanto nas áreas do Sistema 1 e porção inferior do Sistema 3 ocorre o CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico textura argilosa relevo suave ondulado a ondulado (CXbd1) (Figura 11).

Na área do sistema 1, no preparo e ao longo do plantio, foi observada a presença de pedregosidade no solo (Figura 12).

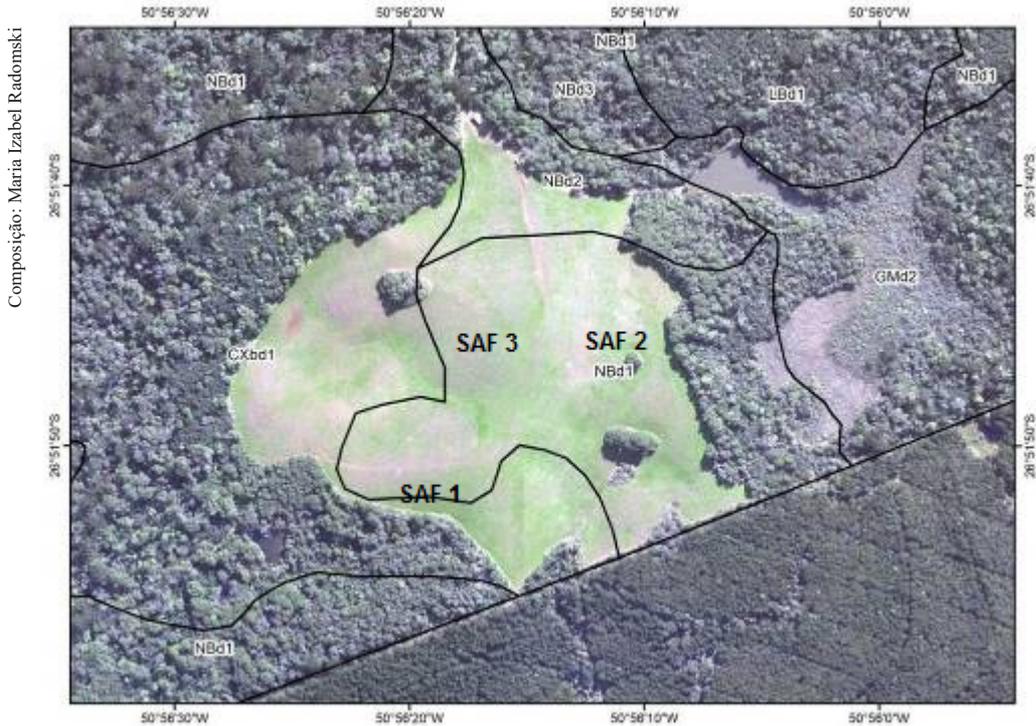


Figura 11. Classes de solos da área dos sistemas com araucária, sobrepostas a imagens satelitárias disponíveis no Google Earth.



Figura 12. Presença de pedregosidade em área de Cambissolo Háplico, no Sistema 1, em setembro de 2011.

Não houve mudanças significativas no solo cinco anos após a implantação dos sistemas com araucária (Tabela 2). O solo inicialmente mostrava-se com elevada saturação de bases (V%) em função da realização de calagens sistemáticas e uso de adubos solúveis para a realização dos cultivos anuais.

As variações observadas estão relacionadas ao relevo (teores de argila, silte e areia) e ao manejo dado às áreas. Neste sentido, observou-se um pequeno aumento no teor de carbono (CT) e nitrogênio (NT) nos três sistemas de produção, provavelmente devido à deposição de serapilheira da bracatinga e pelo acúmulo do material resultante das roçadas executadas em todas as áreas até o estabelecimento completo das mudas, o que ocorreu até o quarto ano do plantio.

Tabela 2. Caracterização química do solo sob diferentes coberturas antes e após a implantação dos sistemas.

Amostra	pH CaCl ₂	Al ³⁺	H + Al ³⁺	cmolc dm ⁻³			T
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	
Ano do plantio (2012)	5,81	0,07	5,37	12,6	1,3	0,44	19,7
..... Cinco anos após o plantio (2017)							
Araucária com bracatinga	5,37	0,03	4,53	10,7	2,2	0,22	17,7
Araucária com frutíferas	5,10	0,00	6,50	8,80	2,1	0,40	17,8
Renque araucária com bracatinga	5,07	0,09	7,33	8,00	2,7	0,37	18,4

Amostra	P mg dm ⁻³	NT	CT	%			Argila	Silte	Areia
				V	m	g kg ⁻¹			
Ano do plantio (2012)	3,6	0,2	4,2	72	0,6	607	370	23	
..... Cinco anos após o plantio (2017)									
Araucária com bracatinga	2,2	0,4	4,8	74	0,0	595	342	63	
Araucária com frutíferas	2,6	0,4	4,4	63	0,4	681	285	35	
Renque araucária com bracatinga	2,6	0,4	5,0	60	1,0	700	269	31	

Reissmann e Wisniewski (2005) observaram que a serapilheira armazena grande quantidade de nutrientes, sendo que parte deles pode permanecer imobilizada se a decomposição da biomassa for muito lenta. Baggio e Carpanezzi (1997) observaram que, na serapilheira de bracatingais nativos ocorrem maiores conteúdos de N, K, Ca, Mg e P, em relação à porção lenha e galhos. Boa parte da serapilheira é constituída por folhas, frutos, flores e ramos finos, e sua deposição contínua contribui para a cobertura e a incorporação gradativa de nutrientes ao solo. Tais observações devem explicar o fato de que, entre os sistemas de produção avaliados, o sistema araucária com bracatinga apresentou uma tendência de maior acumulação do elemento Ca, provavelmente em virtude da maior densidade inicial da bracatinga, o que pode ter influenciado a maior deposição de galhos e folhas, ricos neste elemento mineral.

Sobrevivência

Dentre os principais problemas encontrados logo após o plantio, destacou-se o ataque de formigas carregadeiras. Entretanto, a maior dificuldade enfrentada foi a mortalidade de mudas em função de secas prolongadas e geadas. Em especial quanto à seca, os eventos ocorridos nos anos de 2010, 2011 e 2012 se destacaram como fora da variação esperada para os últimos 57 anos (período entre 1961 e 2018). A média de chuvas para o mês de novembro é 142,1 mm, tendo-se verificado em Caçador, totais para esse mês de 58,8 mm, em 2011 (quinto menor valor) e 12,6 mm em 2012 (menor valor da série histórica) ou para o mês de agosto de 2012, cuja precipitação pluviométrica foi 2,4 mm contra uma média de 114,5 mm (também menor valor da série histórica) (Figura 13).

Mesmo adotando-se medidas adicionais no plantio, para minimizar os efeitos da seca como o uso de hidrogel, a redução drástica da precipitação pluvial foi um fator determinante para a mortalidade e para o baixo desenvolvimento inicial das mudas, sendo necessária a realização de replantios até 2013. Observou-se que a sobrevivência das mudas de araucária foi, de forma geral, inferior à das outras espécies, independentemente do sistema. O plantio de araucária em renques resultou em maior mortalidade, plantas secas e ataque de formigas, tendência esta consideravelmente menor quando em sistemas mistos com menor espaçamento entre as plantas (Tabela 3).

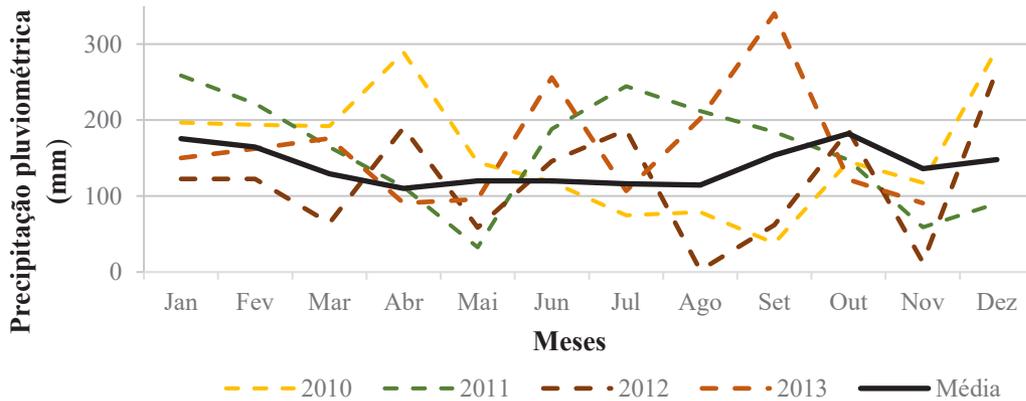


Figura 13. Precipitação pluviométrica no município de Caçador, no período 2010-2013.

Fonte: Estação Meteorológica da Epagri/Caçador.

Tabela 3. Sobrevivência, número percentual de plantas atacadas por formigas, secando e com rebrota, aos nove meses após início dos plantios, para araucária, bracatinga e frutíferas (Caçador, julho/2012).

SAF	Espécie	%			
		Sobrevivência	Formiga	Secando	Rebrotando
Araucária com bracatinga	Araucária	71,63	0,16	3,64	-
	Bracatinga	87,86	1,29	0,17	-
Araucária com frutíferas	Araucária	70,75	-	3,90	-
	Frutíferas	76,70	1,21	1,36	1,81
Renque de araucária com bracatinga	Araucária	55,22	1,24	8,07	1,24
	Bracatinga	75,08	2,08	1,04	2,08

Acompanhamento do crescimento

Nas primeiras avaliações, a altura média da araucária nos sistemas 1, 2 e 3 não apresentou diferenças significativas. Com um ano de idade, em 2013, o sistema 2 apresentou valor médio de 0,5 m, enquanto para os sistemas 1 e 3 os valores foram iguais a 0,45 m. Aos dois anos de idade, em 2014, os sistemas 2 e 3 apresentaram altura média de 0,8 m, enquanto para o sistema 1 a média foi 0,6 m (Figura 14). Este baixo crescimento inicial da araucária provavelmente deveu-se à dificuldade de superação da raiz pivotante a uma camada de compactação do solo em torno dos 15 cm de profundidade, identificada por meio de tradagem ao longo da área. Cabe lembrar que o local destes plantios foi utilizado para agricultura mecanizada durante mais de 20 anos, além do fato de os solos serem predominantemente argilosos, intensificando a formação do denominado “pé de grade”.

A alta resistência à penetração em solos compactados limita a extensão da raiz através da camada compactada, reduzindo o seu crescimento em profundidade e, conseqüentemente, comprometendo o crescimento da parte aérea. Segundo Mósena e Dillenburg (2004), em condições naturais, o sucesso de mudas de araucária na exploração de camadas superiores do solo, quando há a presença de camada de compactação superficial, depende da sua habilidade em competir com espécies que apresentam sistema radicular superficial e no grau de disponibilidade de água no solo. Como citado anteriormente, no ano de implantação e um ano após, houve baixa ocorrência de chuvas na região de Caçador que, associada à compactação e textura argilosa do solo, comprometeu o crescimento inicial dos sistemas de forma generalizada.

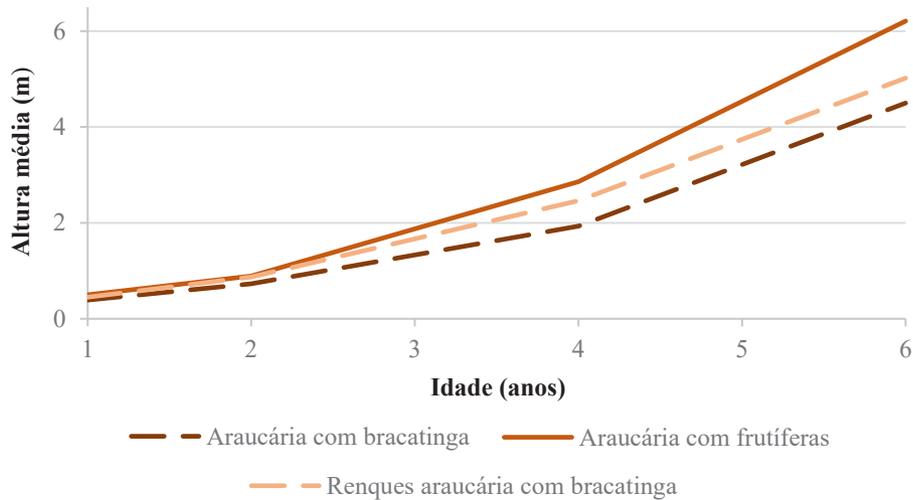


Figura 14. Evolução da altura média da araucária nos diferentes sistemas de produção.

A partir dos quatro anos de idade, em 2016, observou-se maior distinção do crescimento em altura da araucária entre os sistemas, mais evidenciado aos seis anos de idade, em 2018 (Figura 15).

O sistema 2, araucária com frutíferas distinguiu-se dos demais aos seis anos, com altura média de 6,2 m, contra 5,02 m no sistema 3, renque de araucária com bracatinga e 4,5 m no sistema 1, araucária com bracatinga (Figura 16). Uma possível explicação para este resultado no sistema 2, araucária com frutíferas, é o efeito do sombreamento da bracatinga-de-campo-mourão semeada ao lado das araucárias. Também se observou maior crescimento em DAP no sistema 2, araucária com frutíferas (11,6 cm), em relação aos outros dois sistemas (4,56 cm e 8,5 cm).

Um maior investimento no crescimento em altura, em ambientes sombreados, é uma resposta bastante comum, relatada em vários trabalhos (Cancian; Cordeiro, 1998; Poorter, 1999; Ferrer; Dillenburg, 2000; Jurado et al., 2006), inclusive para a araucária (Inoue; Torres, 1980). Espécies que apresentam caules de pequeno diâmetro, juntamente com pouco investimento na ramificação da parte aérea, são capazes de se alongar mais rapidamente para um determinado regime de irradiância, devido às baixas quantidades de massa requeridas por unidade de crescimento em altura (Takahashi, 1996). O investimento inicial pronunciado no alongamento vertical do caule e uma reduzida ramificação da parte aérea são considerados respostas fenotípicas adaptativas (Poorter, 1999; Niinemets et al., 2006). De fato, foi possível observar este alongamento em algumas araucárias sombreadas pela bracatinga-de-campo-mourão, o que, entretanto, não afetou o diâmetro médio.

Um possível significado ecológico do maior investimento inicial em altura apresentado pela espécie, quando cultivada sob sombra, consistiria em sobrepujar mais rapidamente a vegetação concorrente, o que poderia garantir o seu sucesso regenerativo (Inoue; Torres, 1980). No entanto, Ryser e Eek (2000) salientam que o aumento no crescimento em altura pode ser vantajoso como resposta a um sombreamento de curto prazo. Este seria o caso da bracatinga-de-campo-mourão que, por ser uma espécie arbustiva de ramagem pouco densa e de ciclo curto de vida, oferece as condições ideais para o crescimento inicial da araucária.

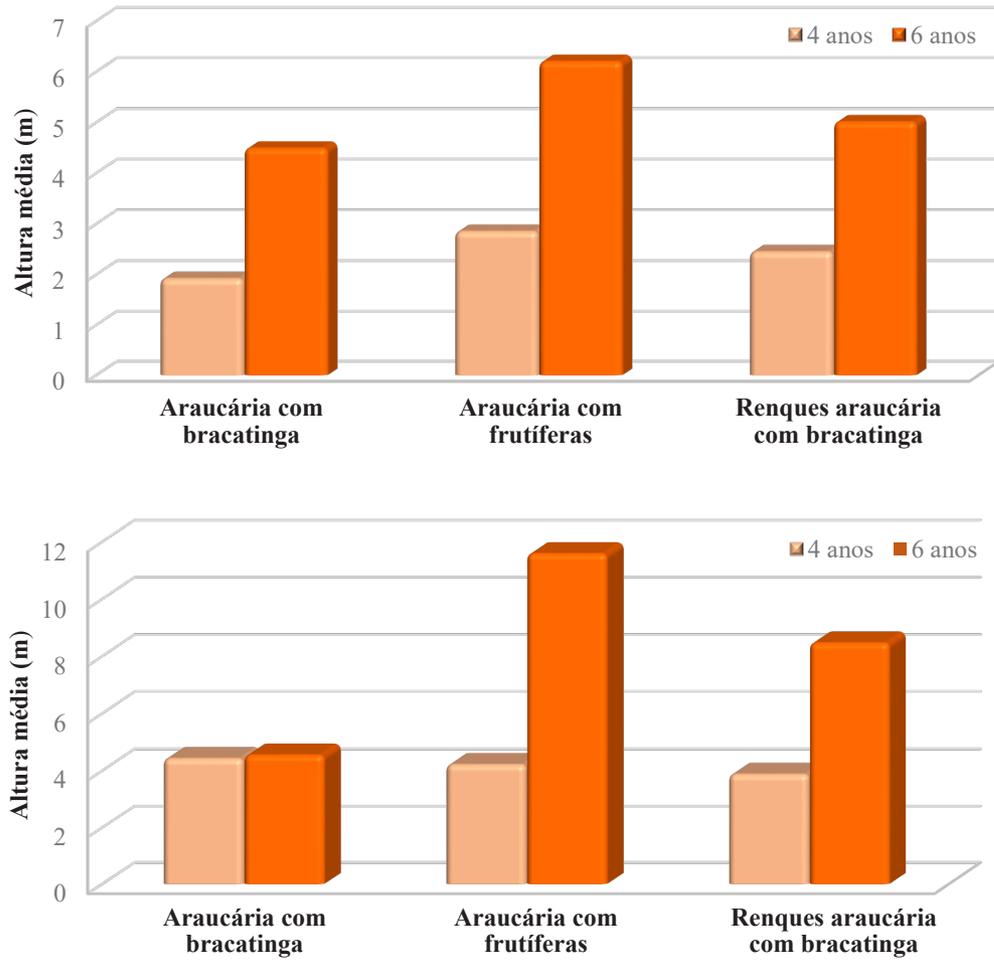


Figura 15. Altura e DAP médio da araucária aos quatro e seis anos de idade, nos diferentes sistemas de produção.

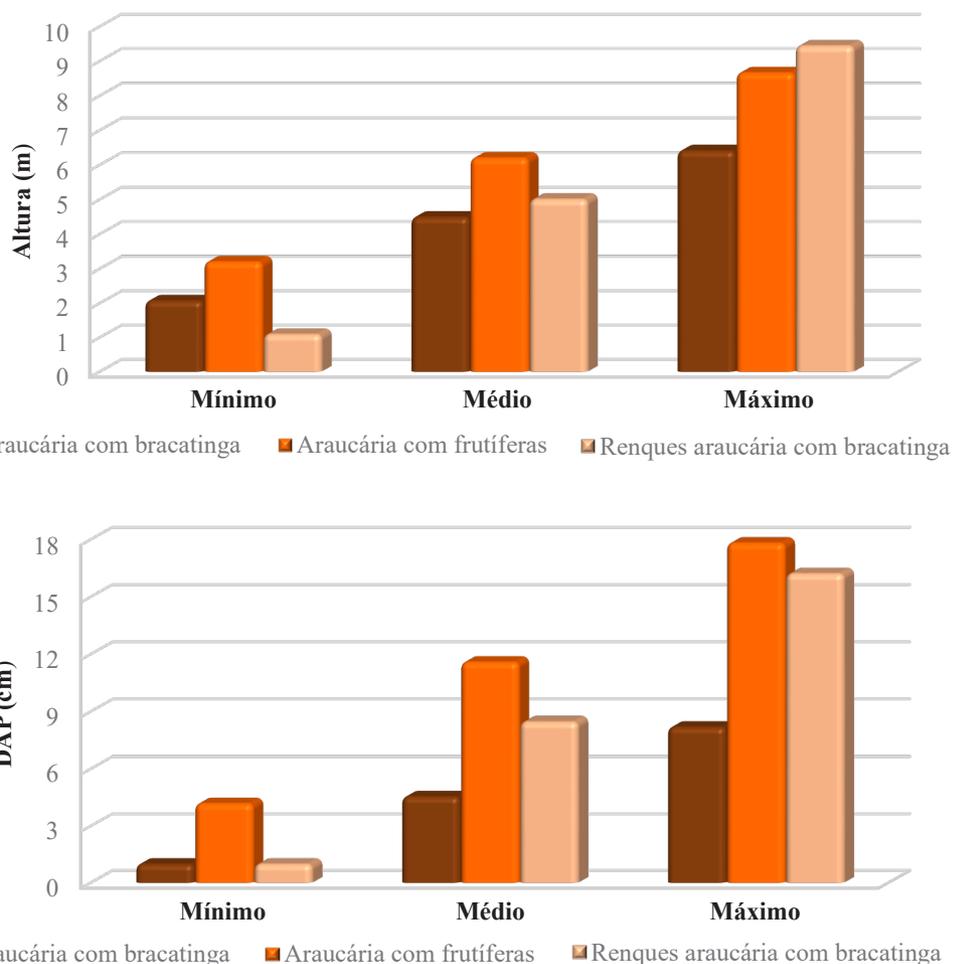


Figura 16. Altura e DAP médio, mínimo e máximo para indivíduos de araucária, nos diferentes sistemas de produção, aos seis anos de idade (2018).

Sistemas de produção sob cobertura

Os exemplos apresentados neste item são oriundos de iniciativas de silvicultura de araucária sob dossel de floresta natural, com objetivos distintos. Um deles visa gerar alternativa de renda a partir de produção de pinhão e folhas de erva-mate; o outro se destina à recuperação de floresta natural. Nenhum deles foi idealizado como experimento ou modelo de sistema que possa ser comparado com outros plantios. Entretanto, consistem em experiências que poderiam ser repetidas ou aperfeiçoadas e que refletem a realidade desse tipo de iniciativa silvicultural na pequena propriedade.

Araucária com erva-mate

Em uma propriedade de agricultor familiar em Bituruna, PR, foram medidas árvores de araucária plantadas no espaçamento aproximado a 5 m x 5 m, em área de 0,65 ha, sob cobertura de dossel de floresta secundária. O plantio foi realizado por semeadura direta, em junho/julho de 2005, pelo proprietário da área e a medição ocorreu em julho de 2014, portanto aos nove anos de idade. O proprietário informou que o objetivo do plantio seria a produção de pinhão, não havendo a intenção de conduzi-lo como um experimento de silvicultura. Na época da medição já haviam



alguns fustes de árvores bifurcadas marcados para desbaste. Também haviam árvores de araucária de regeneração natural e algumas árvores adultas, de porte pequeno e médio, de outras espécies, crescendo em meio ao plantio. Não fizeram parte da análise as pequenas árvores de araucária nativa que correspondiam a 11 árvores por hectare e também uma árvore quebrada. Se o plantio fosse ocupado completamente com árvores no espaçamento 5 m x 5 m, a densidade seria de 400 árvores por hectare. No entanto, devido ao espaçamento irregular e à mortalidade, foi observado apenas o correspondente a 162 árvores por hectare.

Aos nove anos, o DAP médio foi 11,6 cm, (circunferência à altura do peito = 36,5 cm, (Figura 17), a altura média foi 7,2 m, e o volume médio por fuste igual a 0,0625 m³, representando um volume de 15,1 m³ ha⁻¹, sendo 1,68 m³ ha⁻¹ planejados para desbaste. Não se dispõe de informações de plantios de araucária no mesmo espaçamento, para comparativos. No entanto, em plantio de espaçamento 3 m x 3 m em Rio Negro, PR, Cardoso et al. (2017) relataram médias de DAP e altura, de 12,2 cm e 7,9 m, respectivamente, aos sete anos de idade, portanto dois anos mais jovem, em conformidade com o que foi obtido no espaçamento mais amplo. Entretanto, o volume médio por árvore neste mesmo estudo foi 0,0707 m³, 13% superior ao obtido no espaçamento 5 m x 5 m (irregular, devido à ocorrência de árvores da floresta natural) e dois anos mais jovem. Tal observação permite inferências sobre os efeitos do espaçamento no crescimento e na forma das árvores, ainda que, em áreas distantes uma da outra. Plantios mais adensados como esse no espaçamento 3 m x 3 m, tendem a gerar competição entre as árvores mais cedo e possibilitam a formação de fustes ligeiramente mais cilíndricos (Scolforo; Figueiredo Filho, 1998), portanto com maior volume de madeira que os fustes de árvores de mesmo DAP conduzidas em plantios menos densos.

Foto: Maria Augusta Doetzer Rosot



Figura 17. Medição de CAP (circunferência à altura do peito) de árvore representativa da média populacional de araucária no plantio sob cobertura parcial.

Araucária com imbuia

Uma área remanescente de Floresta Ombrófila Mista com cerca de 0,3 ha, localizada na EEEC, e atingida por fogo, foi recuperada por meio do plantio de sementes e mudas de araucária e imbuia (Rosot et al., 2007a). A distribuição das espécies sobre a área ocorreu de forma sistemática, com o plantio em linhas, respeitando-se o espaçamento de 5 m x 5 m entre indivíduos da mesma espécie (Figura 18). Foram plantados na área 120 indivíduos de araucária e 96 de imbuia [*Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso], somando-se aos 35 indivíduos adultos remanescentes. Quando esses estavam localizados no mesmo lugar do grid que deveria receber uma plântula, optou-se por manter apenas o indivíduo remanescente, sem efetuar plantio.

Ilustração: Maria Augusta Doetzer Rosot

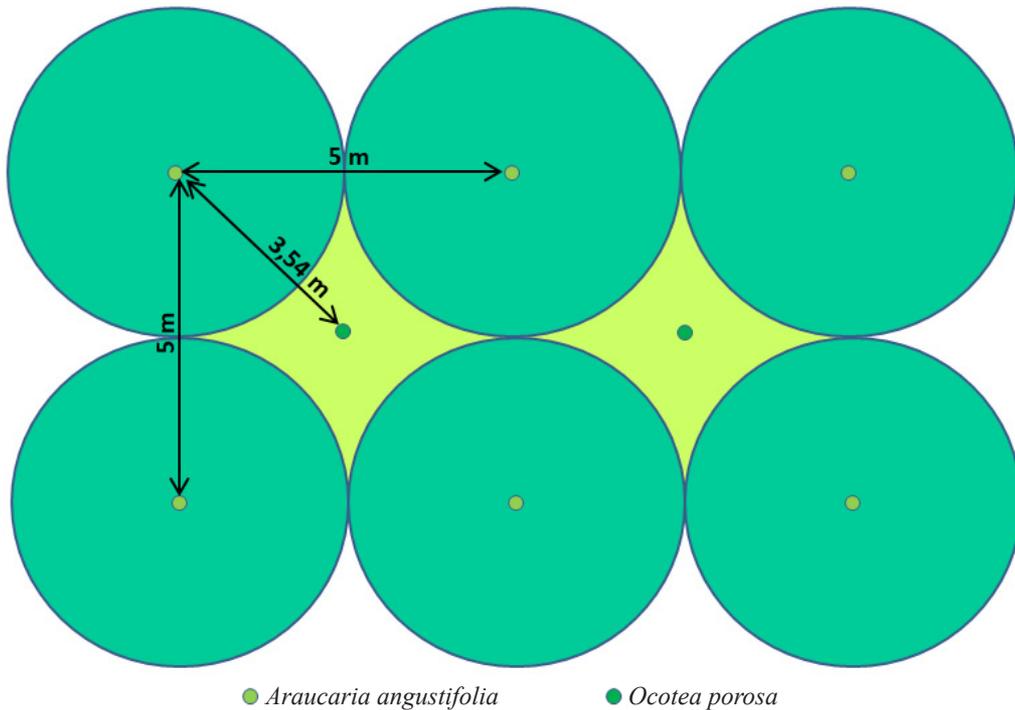


Figura 18. Desenho esquemático da distribuição das espécies araucária e imbuia em plantio de recuperação de área atingida por fogo, em remanescente de FOM.

Para a araucária, inicialmente, efetuou-se o plantio por sementes (três sementes por cova). Entretanto, logo após o plantio e nos cinco anos subsequentes, foi efetuado replantio com mudas devido a repetidos ataques por *Cebus apella nigrinus* (macaco-prego) e pequenos roedores às plântulas recém-germinadas. Para a imbuia, o plantio foi efetuado por meio de mudas, sendo constatados, inicialmente, alguns danos causados por formigas e lagartas e, posteriormente, por besouros serra-pau (*Oncideres* sp.). Como manutenção do plantio, executou-se, ao menos uma vez por ano, a roçada com foice de indivíduos herbáceo-arbustivos e coroamento das mudas por meio de capina manual, para evitar a competição com as plantas daninhas.

Na Tabela 4 é mostrada a evolução do plantio entre a implantação e sete anos de idade, em termos de números de árvores. Também são apresentadas a área basal e altura total aos sete anos do plantio, considerando não somente as árvores plantadas, mas todo o sistema contendo as árvores já existentes no local, remanescentes após o fogo, e também os ingressos observados ao longo do tempo.

Embora o incremento médio anual em área basal e diâmetro não possa ser avaliado em função das diferentes idades das árvores de araucária, devidas aos inúmeros replantios, aquelas com o melhor desenvolvimento em altura atingiram aproximadamente 1 m no primeiro ano. Aos cinco anos do plantio – considerando-se os replantios iniciais – a sobrevivência da araucária foi 86,2%, tendo o indivíduo mais alto do plantio atingido a altura total de 3,75 m. Entretanto, aos sete anos de idade (Figura 19), 53% das plantas ainda não haviam atingido 1,3 m e, portanto, não tiveram sua área transversal calculada, o que se refletiu na baixa área basal apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Número de árvores e área basal (extrapolados para hectare) e altura média dos indivíduos arbóreos do sistema de produção em plantio consorciado de araucária e imbuia, aos sete anos de idade.

Espécie	N ha ⁻¹		G (m ² ha ⁻¹)	h _{total} média (m)
	Inicial	Aos 7 anos		
Araucária	390	364	0,18	1,9
Imbuia	312	303	0,28	2,4
Total plantadas	702	667	0,46	2,1
Total remanescentes	114	91	28,38	27,4
Ingressos araucária	-	49	0,02	2,1
Ingressos outras espécies	-	29	2,87	10,8
Total ingressos	-	78	2,90	5,3
Total geral	816	836	31,73	

N ha⁻¹ = número de árvores por hectare; G = área basal; htotal = altura total.



Figura 19. Aspecto geral do plantio consorciado de araucária e imbuia aos sete anos, efetuado em área degradada por fogo.

Ressalta-se o fato de que esse sistema de produção proporcionou, em sete anos, o ingresso de cerca de 50 indivíduos de araucária por hectare e cerca de 30 de outras espécies. Medições efetuadas anualmente, durante dez anos na mesma área, porém em área de floresta com dossel mais fechado, com menos incidência de luz, não captaram a ocorrência de regeneração natural de araucária (Beckert et al., 2014). Por outro lado, a redução no número de remanescentes se deveu à mortalidade ainda devida ao fogo e seus efeitos e à ocorrência de duas fortes tempestades com vento na região, que derrubaram árvores mais antigas (Beckert, 2015).

Plantio de enriquecimento com araucária

Neste item são descritos os resultados de um plantio de enriquecimento de araucária efetuado a partir de mudas de pequeno e grande portes - assim classificadas em função do tempo de permanência em viveiro (um e dois anos, respectivamente) - em um fragmento alterado de Floresta Ombrófila Mista. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da presença de macaco-prego sobre a sobrevivência das mudas e analisar quantitativamente o crescimento em altura e DAP de mudas de grande e pequeno portes, ao longo do tempo.

A área de estudo localiza-se na Estação Experimental da Embrapa (EEEC), em um total de 1,44 ha, com sub-bosque dominado por taquara (*Merostachys* spp.). Quanto ao tipo de solo, predomina a associação de Nitossolo Bruno Distrófico típico A+ inclusão do Cambissolo Háplico Tb Distrófico A (Kurasz, 2005).

O experimento foi instalado em setembro de 2011, com nove parcelas, cada uma composta por oito linhas e oito filas, no espaçamento de 5 m x 5 m entre as mudas, totalizando 64 mudas por parcela. O experimento foi composto por 576 mudas, sendo 288 pequenas (20 cm a 25 cm de altura) e 288 grandes (40 cm a 50 cm de altura). Das nove parcelas, três continham apenas mudas grandes (plantio puro), três apenas mudas pequenas (plantio puro) e as três restantes, mudas pequenas e grandes (plantio misto), dispostas alternadamente (Figura 20) (Rosot et al., 2017). Assim, as análises envolveram tanto o tipo de muda, grande ou pequena quanto o arranjo, plantio puro ou misto.

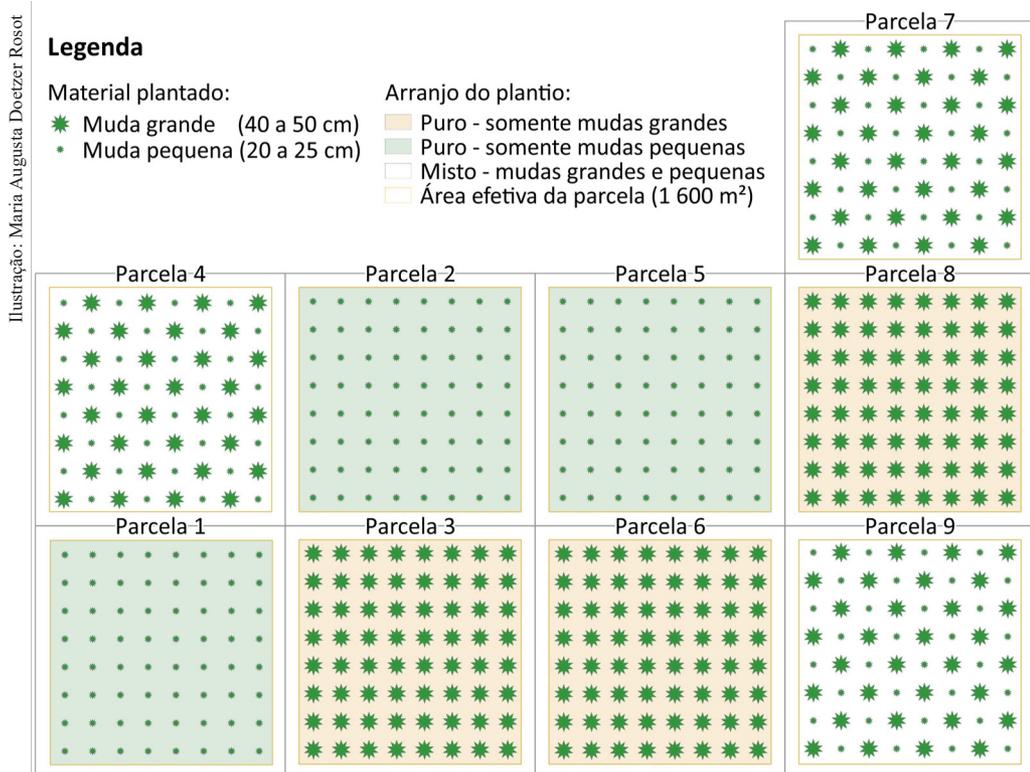


Figura 20. Desenho esquemático da distribuição das parcelas experimentais no campo.

A localização espacial de cada muda 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 (Rosot et al., 2017).

No local do plantio observou-se baixa densidade de árvores remanescentes no dossel superior. O preparo da área incluiu a limpeza e roçada de herbáceas e retirada de taquaras. As covas (25 cm x 50 cm) foram abertas com broca mecânica. Nas parcelas foram utilizadas mudas produzidas em viveiro, com sementes oriundas da própria área de estudo, plantando-se uma muda por cova em todos os tratamentos.



Os recipientes empregados no viveiro foram sacos plásticos pretos de 7 cm (diâmetro) por 20 cm (altura) para mudas pequenas e de 15 cm por 30 cm para mudas grandes. Para ambos os tipos de mudas foi utilizado substrato de terra estéril. Na época do plantio as mudas apresentavam altura variando de 20 cm a 25 cm, no caso das mudas pequenas, e de 40 cm a 50 cm entre as mudas de maior porte (Figura 21). Não foram efetuadas podas das raízes. Foram aplicadas regas diárias e, em seguida, um processo de rustificação, com um tempo total de permanência em viveiro de um e dois anos para mudas pequenas e grandes, respectivamente (Rosot et al., 2017).

Os tratos culturais efetuados incluíram a limpeza nas linhas e coroamento das mudas. As operações anuais de manutenção do experimento incluíram roçadas seletivas de taquaras e trepadeiras que estivessem afetando as mudas e a poda de ramos do primeiro e segundo verticilos das araucárias mais altas (acima de 2,5 m de altura). Arbustos ou árvores de pequeno porte competindo diretamente por luz com os indivíduos do plantio foram roçados uma vez por ano. 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 (Rosot et al., 2017).

O experimento foi acompanhado mensalmente dos quatro meses até os 36 meses de idade, com o objetivo de avaliar a sobrevivência e a taxa de predação pela fauna. Após este período foram efetuadas avaliações anuais de:

- **Sobrevivência:** considerou-se como mudas vivas todas as sadias, sem problemas fitossanitários e também mudas sobreviventes, mas com alguns sinais de clorose, apresentando algum problema fitossanitário ou deficiência nutricional. Como mudas mortas foram consideradas todas as plantas completamente secas ainda que em pé; as mudas arrancadas, no caso de ação predatória de animais silvestres, mas encontradas ao lado de suas covas, mortas, as plantas desaparecidas, possivelmente também predadas por ação de animais.
- **Altura total (em metros):** valor medido com régua telescópica da altura da base até o broto terminal.
- **Diâmetro à altura do peito (DAP) (em centímetros):** valor medido com paquímetro eletrônico a 1,30 m do solo.

Os resultados demonstraram que a ação da fauna local atingiu de forma expressiva o plantio de mudas pequenas, sendo responsável pela remoção de 37,50% delas no arranjo misto e 23,44% no plantio puro, contabilizando uma remoção média de 30,47% 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 (0,26% do total de mudas grandes plantadas) (Rosot et al., 2017).

Até o quarto mês do plantio a fauna local removeu mais de 20% das mudas pequenas plantadas, culminando em uma perda de pouco mais de 30%, no 36º mês. Isso sugere uma tendência de estabilização, com uma ação da fauna mais expressiva apenas no período de adaptação das mudas no campo, considerando que a remoção da única muda de porte grande também ocorreu nos

Foto: Maria Augusta Doetzer Rosot



Figura 21. Aspecto de muda do tipo grande após três meses da data do plantio, em área de sub-bosque onde a taquara foi cortada previamente ao plantio.

primeiros meses de plantio. A partir de então, as avaliações passaram a ser anuais e não se observaram mais mudas arrancadas ou com dano aparente causado por animais (Rosot et al., 2017).

Entretanto, independentemente dos tipos de mudas utilizadas, houve alteração da sobrevivência ao longo do tempo. Após os 36 meses, ainda observou-se mortalidade entre as plantas, em maior proporção para os indivíduos oriundos de mudas de pequeno porte. Em 2017, das 288 mudas de cada porte plantadas restaram 215 (75%) provenientes de mudas grandes contra apenas 121 (42%) oriundas de mudas pequenas (Figura 22).

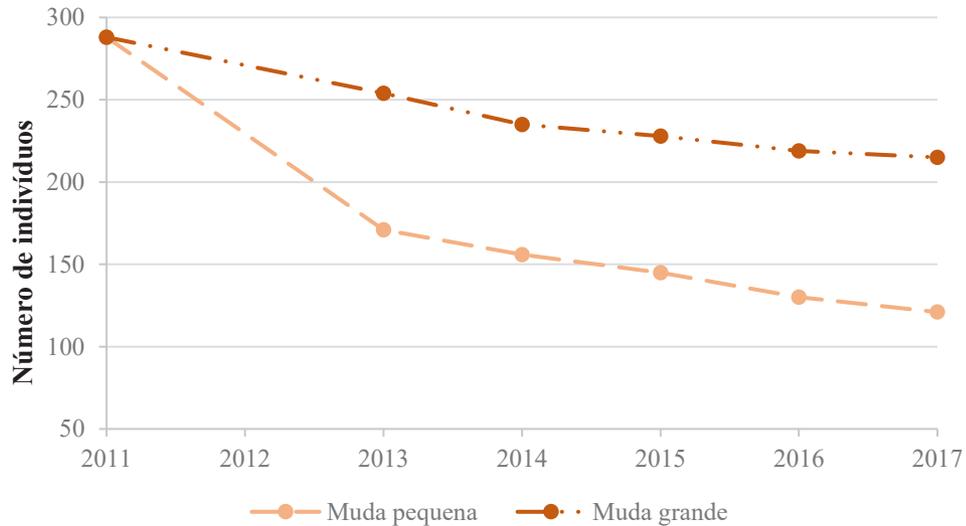


Figura 22. Número de indivíduos de araucária sobreviventes ao longo do tempo.

Pesquisas têm mostrado que populações de mamíferos, nativos ou exóticos, podem impactar substancialmente a sobrevivência, o crescimento e a regeneração de plântulas, tanto em formações naturais quanto em florestas plantadas (Stefano, 2005). No Brasil, a regeneração de araucária tem sido prejudicada por populações de animais silvestres predadores. Rosot et al. (2007b) relataram grandes danos causados pelo macaco-prego, tanto na semeadura direta quanto no plantio com mudas destinadas à recuperação de uma área de Floresta com Araucária atingida por fogo, pois os macacos arrancavam os pinhões e as plântulas de araucária para se alimentar da parte suculenta das sementes que se encontravam ainda unidas às plântulas pelo curto espaço de tempo, após a germinação. Esse mesmo padrão de comportamento foi descrito por Sanquetta e Mattei (2006), em uma área de regeneração de araucária com domínio de taquaras, onde os danos foram atribuídos a animais como catetos, cutias e outros roedores de menor porte.

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 em campo (Jacobs et al., 2005; Li et al., 2011). Plantas maiores geralmente mostram melhores índices de sobrevivência (Tsakaldimi et al., 2013) quando comparadas a plântulas menores que possuem um sistema radicular menos desenvolvido, levando a uma absorção insuficiente de água e nutrientes, além de sofrerem um maior impacto devido à competição.



No caso da predação por macaco-prego, espécie característica da Mata Atlântica (Ludwig et al., 2005), e de outros animais predadores 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, quanto menor e mais jovem a plântula, maior é a probabilidade de que seja arrancada por mamíferos em busca de alimento. Em contrapartida, mudas mais bem desenvolvidas podem já não ser tão atrativas, pois não possuem mais reservas nutritivas na semente que originou a planta. 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 dois (fêmeas) e três kg (machos) no caso dos macacos (Ludwig et al., 2005), não tendo a força necessária para arrancar uma muda de grande dimensão.

Para mudas com o mesmo tamanho das de pequeno porte utilizadas neste estudo, Sanquetta e Mattei (2006) encontraram um valor próximo (54,4%) ao aqui observado para a sobrevivência, 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 citado por Carvalho, 1981), porém é quase duas vezes superior ao obtido por Fonseca et al. (1974 citado por Carvalho, 1981). Assim, pode-se concluir que se obtém mais êxito em campo com o plantio de mudas maiores em comparação com mudas de menor altura, considerando a soma da mortalidade natural e da predação pela fauna.

Em estudo realizado por Tsakaldimi et al. (2013) foi observado para diversas espécies, que as plântulas sobreviventes apresentavam altura, diâmetro do 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 no campo após dois anos de plantio. O mesmo pode ser observado no presente estudo, onde a sobrevivência das mudas de grande porte mostrou-se significativamente maior do que a sobrevivência das mudas menores, para a araucária. Isso corrobora a hipótese de que mudas mais desenvolvidas geralmente apresentam um melhor desempenho no campo do que mudas pequenas (Li et al., 2011), considerando mortalidade e arranquia de forma agregada.

O tamanho das mudas teve grande influência sobre o desenvolvimento da araucária. A diferença no crescimento entre mudas grandes e pequenas foi proporcional ao tamanho inicial das mudas, observando-se, ao longo do tempo, maiores incrementos em altura e DAP nos indivíduos provenientes de mudas de grande porte. O incremento médio anual em altura para mudas grandes foi de 0,68 cm enquanto que, para as mudas pequenas, foi apenas de 0,33 cm. Para o DAP, os incrementos médios anuais foram 0,73 cm e 0,24 cm para mudas grandes e pequenas, respectivamente (Figura 23). Muitos indivíduos entre as mudas pequenas apenas atingiram 1,30 m a partir dos três anos do plantio e, na média, apenas após os quatro anos de idade foi atingida a altura de medição do DAP.

Aos seis anos de idade, a altura média das mudas grandes foi 145% superior às mudas pequenas (Figura 24A). Para o DAP a diferença foi 143,4%, sendo que, neste caso, o valor máximo encontrado para os indivíduos provenientes de mudas de pequeno porte (4,51 cm) foi praticamente igual à média dos indivíduos provenientes de mudas de grande porte (4,14 cm) (Figura 24B).

Os resultados do presente estudo sugerem que o plantio de mudas de maiores dimensões (Figura 25) pode proporcionar maiores índices de sucesso no estabelecimento de povoamentos de araucária.

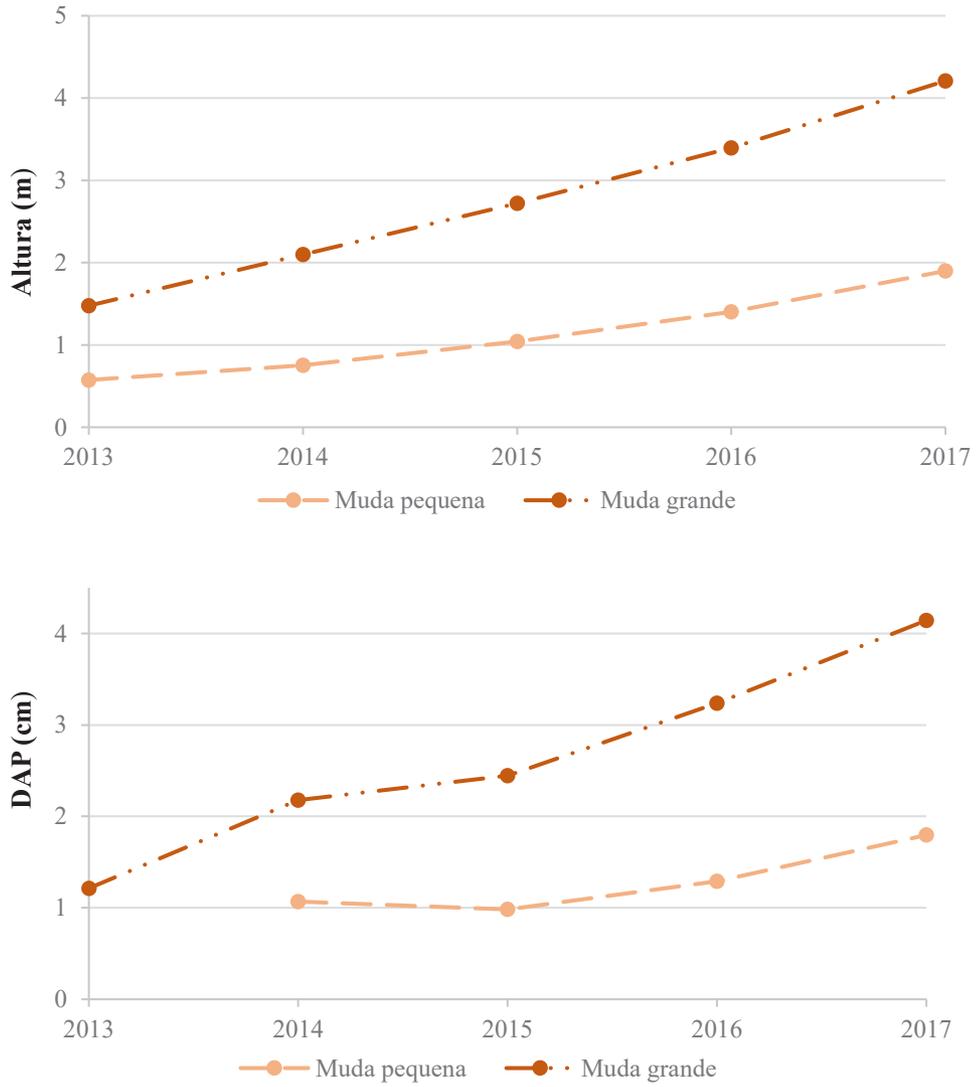


Figura 23. Médias de altura e DAP ao longo do tempo, em função do tamanho das mudas.

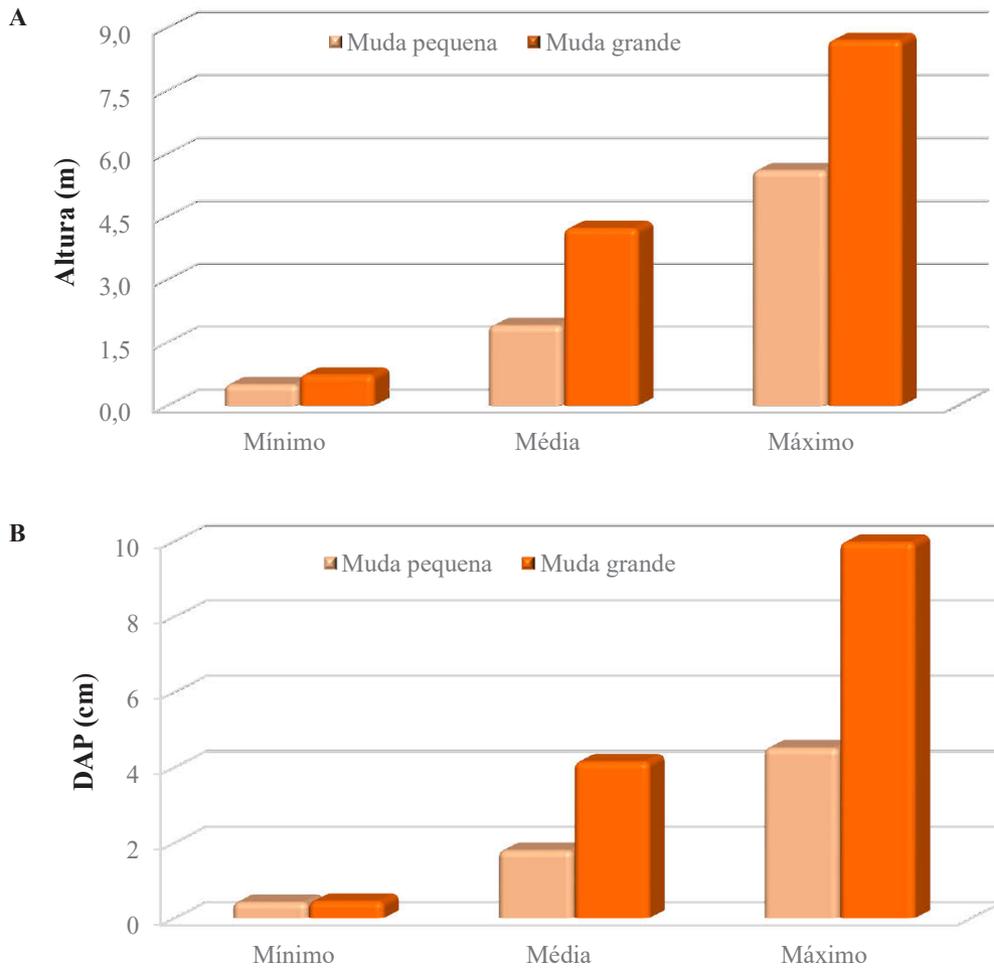


Figura 24. Valores médios, máximos e mínimos para altura (m): (A) e DAP (cm) (B) da araucária, aos seis anos de idade, em função do tamanho das mudas.



Foto: Maria Augusta Doetzer Rosot

Figura 25. Altura de árvore de araucária oriunda de muda grande sendo medida aos seis anos de idade, na área do experimento.



Considerações finais

Os resultados de crescimento da araucária comprovam que a espécie apresenta um elevado potencial para cultivo, seja em sistemas a céu aberto, seja sob cobertura parcial. No entanto, algumas lacunas persistem e requerem outras análises. A primeira delas refere-se à decisão sobre o plantio de mudas ou sementeira direta (pinhão). Foi observado que o plantio de mudas maiores propicia maior sobrevivência, porém esse tipo de muda necessita de maior tempo em viveiro e uma logística diferenciada para o transporte e para o plantio. Por outro lado, com o plantio direto dos pinhões, ainda que pré-germinados, a taxa de sobrevivência é baixa, mas o custo é menor e refere-se ao valor das sementes, à sementeira e às re-semeaduras, até o recobrimento total da área. Uma análise comparativa de custos de produção de mudas ou aquisição de sementes, transporte e plantio é determinante para a adoção de um ou de outro procedimento.

Outro aspecto a ser levado em conta é o objetivo do plantio - se para restauração ou produção. Os tratamentos culturais em um plantio de restauração serão executados em menor intensidade (preparo do solo, replantio, roçada e coroamento), visando reduzir custos. Além disso, o uso de técnicas que promovam a regeneração natural de espécies no local também é uma estratégia frequentemente usada em áreas sendo submetidas a processos de restauração.

O plantio de araucária, assim como de outras espécies arbóreas, requer mão de obra disponível para operações de limpeza da coroa das mudas, por roçada ou capina, o que dependerá do uso anterior da área do povoamento (área desmatada ou remanescente de floresta alterada). Áreas de floresta alterada com a presença de taquara no sub-bosque exigem roçadas mais frequentes até o terceiro ano da implantação e esporádicas a partir de então. Deve-se avaliar a disponibilidade de pessoal para essas atividades, sob pena de comprometer todo o investimento na operação de plantio e na aquisição de mudas ou sementes, caso não seja possível a manutenção.

Em plantios para produção, quer seja em sistema puro ou em sistema agroflorestal, uma questão a ser considerada é a localização do talhão. Preferencialmente, devem ser escolhidas áreas não adjacentes a áreas ocupadas pela fauna silvestre, visando reduzir os riscos de predação. Além disso, investimentos iniciais maiores - tais como o emprego de mudas de grande porte - podem ser compensados por maior chance de sucesso no plantio, uma vez que as perdas por roedores, insetos ou pela competição com outras árvores e plantas herbáceas tendem a ser minimizadas.

Outro fator a ser levado em conta diz respeito ao produto final a ser colhido. Plantios estabelecidos para a futura produção de pinhões devem ter espaçamento mais esparsos (5 m x 5 m ou mais), para favorecer o desenvolvimento da copa desde a fase inicial de crescimento. Plantios para a produção de madeira requerem espaçamento mais adensado (até 3 m x 3 m), e devem ser previstos desbastes e desramas. Pesquisas relativas a esses aspectos ainda são necessárias para que se possam adotar práticas silviculturais e de manejo mais adequadas para cada finalidade.

Agradecimentos

Ao Professor aposentado da UFPR, Nelson Carlos Rosot, pela implantação e condução do plantio de araucária e imbuia sob sombreamento na Estação Experimental da Embrapa em Caçador e do plantio puro na Estação Experimental de Rio Negro - UFPR, aos técnicos Arnaldo Soares e Carlos Urio da Embrapa Florestas, e à bióloga Betina Kellermann pelas atividades de campo, principalmente nos trabalhos relacionados à EEEC. Aos agricultores de Bituruna e Caçador que cederam suas propriedades para a realização destes estudos.



Referências

- BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Estoque de nutrientes nos resíduos da exploração de bracingais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 34, p. 17-29, 1997.
- BECKERT, S. M. **Crescimento, produção e produtividade de remedições em Floresta Ombrófila Mista**. 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BECKERT, S. M.; ROSOT, M. A. D.; ROSOT, N. C. Crescimento e dinâmica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 102, p. 209-218, 2014.
- BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 13 ago. 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 5, de 8 de setembro de 2009**. Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal instituídas pela Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, seção 1, n. 172, 9 set. 2009. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/in_mma_05_2009_5.pdf. Acesso em: 13 ago. 2020.
- CANCIAN, M. A. E.; CORDEIRO, L. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botanica Brasílica**, v. 12, n. 3, supl. 1, p. 367-372, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33061998000400005>.
- CARDOSO, D. J.; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZÚ, M. C.; ROSOT, N. C.; TONIOLO JÚNIOR, L.; OLIVEIRA, K. A. de Recommended thinning regimes for *Araucaria angustifolia* plantations on small properties in southern Brazil: a case study. **Advances in Forestry Science**, v. 4, n. 4, p. 211-218, 2017.
- CARVALHO, P. E. R. Competição entre espécies florestais nativas em Irati-PR, cinco anos após o plantio. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 2, p. 41-56, 1981.
- CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 278/2001, de 24 de maio de 2001**. Dispõe sobre o corte e a exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=276>. Acesso em: 8 out. 2018.
- EMBRAPA. **Agricultura e preservação ambiental: uma primeira análise do Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em: <https://www.cnpem.embrapa.br/projetos/car/resultados.html#dimensaoterritorial>. Acesso em: 13 ago. 2018.
- FERRER, R. S.; DILLENBURG, L. R. Efeitos da disponibilidade de luz no crescimento inicial e ecofisiologia de *Scutia buxifolia* Reissek (Rhamnaceae). **Hoehnea**, v. 27, p. 147-157, 2000.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBÁ 2017**. São Paulo, 2017. 80 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da extração vegetal e da silvicultura: PEVS**. Rio de Janeiro, 2016. 230 p.
- INOUE, M. T.; TORRES, D. V. Comportamento do crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em dependência da intensidade luminosa. **Floresta**, v. 11, p. 7-11, 1980.
- 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**, v. 30, p. 235-251, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-005-5419-y>.
- JURADO, E.; GARCÍA, J.; FLORES, J.; ESTRADA, E. Leguminous seedling establishment in Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. **Forest Ecology and Management**, v. 221, p. 133-39, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.09.011>.
- KURASZ, G. **Sistema de informações geográficas aplicado ao zoneamento ambiental da Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador/SC**. 2005. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.



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**, v. 42, p. 215-226, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-011-9248-x>.

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**, v. 13, n. 3, p. 11-18, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1896/1413-4705.13.3.12>.

MÓSENA, M.; DILLENBURG, L. R. Early growth of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia* [Bertol.] Kuntze) in response to soil compaction and drought. **Plant and Soil**, v. 258, p. 293-306, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:PLSO.0000016559.47135.21>.

NIINEMETS, U.; TOBIAS, M.; CESCATTI, A.; SPARROW, A. Size-dependent variation in shoot light-harvesting efficiency in shade-intolerant conifers. **International Journal of Plant Sciences**, v. 167, p. 19-32, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1086/497845>.

OZELAME DA SILVA, R.; STEENBOCK, W. **Análise da legislação referente a Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Sul do Brasil**: marco pedagógico em agrofloresta. Barra do Turvo: Cooperafloresta/PDA, 2011. 31 p.

PIRES, P. de T. de L. Aspectos legais. In: SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das Florestas de Araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 2006. p. 53-104.

POORTER, L. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, v. 13, p. 396-410, 1999.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de Pinus. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 135-166.

ROSOT, M. A. D. Manejo Florestal de Uso Múltiplo: uma alternativa contra a extinção da floresta com Araucária? **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 55, p. 75-85, 2007.

ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M. de; MATTOS, P. P. de; GARRASTAZU, M. C.; SHIMIZU, J. Y. **Monitoramento na Reserva Florestal da Embrapa/Epagri (RFEE) em Caçador, SC**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007a. 35 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 158). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/314074>.

ROSOT, M. A. D.; FRANCISCON, L.; MARAN, J. C.; ROSOT, N. C.; CARDOSO, D. J. **Desempenho de *Araucaria angustifolia* em plantios de enriquecimento usando diferentes tamanhos de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 397). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1069818>.

ROSOT, N. C.; DŁUGOSZ, 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**, n. 55, p. 23-30, 2007b.

RYSER, P.; EEK, L. Consequences of phenotypic plasticity vs. interspecific differences in leaf and root traits for acquisition of aboveground and belowground resources. **American Journal of Botany**, v. 87, p. 402-411, 2000. DOI: <https://doi.org/10.2307/2656636>.

SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das Florestas de Araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 2006. 264 p.

SANTOS, A. J. dos; MÜLLER, A. C. Produtos não-madeireiros e serviços da Floresta de Araucária. In: SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das Florestas de Araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 2006. p. 235-264.

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria florestal**: medição e volumetria de árvores florestais. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1998. 310 p.

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**, v. 29, p. 43-61, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-004-6767-8>.



TAKAHASHI, K. Plastic response of crown architecture to crowding in understory trees of two co-dominating conifers. *Annals of Botany*, v. 77, p. 159-164, 1996.

TONIOLO JUNIOR, L.; CARDOSO, D. J.; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZU, M. C.; OLIVEIRA, E. B. de; GOMES, J. B. V.; ARCE, J. E.; ROSOT, N. C.; FRANCISCON, L. **Evolução da forma do tronco e do volume por sortimento em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze plantada em espaçamento amplo.** Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 53 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 285). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1040165>.

TSAKALDIMI, M.; GANATSAS, P.; JACOBS, D. F. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests*, v. 44, p. 327-339, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9339-3>.

