

Pelotas, RS / Novembro, 2024

Sobrevivência inicial de mudas nativas em plantio de restauração florestal em propriedade agrícola familiar em Pelotas, RS

Adalberto Koiti Miura⁽¹⁾, Letícia Penno de Sousa⁽¹⁾, Henrique Noguez da Cunha⁽²⁾, Gustavo Crizel Gomes⁽²⁾ e Ivan dos Santos Pereira⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ⁽²⁾ Bolsistas, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Resumo – O presente estudo investiga o potencial de espécies arbóreas nativas do Bioma Pampa para a recuperação ambiental de áreas de preservação permanente ribeirinha, na Encosta da Serra do Sudeste, em Pelotas, RS. Foi realizado um plantio experimental em uma unidade de produção familiar, avaliando-se a sobrevivência e o crescimento de 12 espécies diferentes após oito meses. O desenho experimental adotado foi a configuração de parcela única por árvore (OTP; *one tree plot*), com 296 indivíduos. A taxa média de sobrevivência do plantio foi de 88,9%, com *Peltophorum dubium* (canafístula), *Cordia trichotoma* (louro-pardo) e *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), apresentando 100% de sobrevivência. Em relação ao crescimento, *Inga vera* (ingá-banana) (31,7%), *P. dubium* (30,5%) e *E. contortisiliquum* (24,1%) mostraram as maiores taxas de crescimento relativo em altura, enquanto *P. dubium* (96,9%), *E. contortisiliquum* (66,42%) e *Gochnatia polymorpha* (cambará) (61,6%) tiveram as maiores taxas de crescimento relativo em diâmetro. A taxa de crescimento absoluta da parte aérea foi evidente em *E. contortisiliquum* (10,8 cm³ por dia), seguida por *P. dubium* (5,4 cm³ por dia) e *Citharexylum myrianthum* (tucaneira) (3,4 cm³ por dia). Esses resultados iniciais indicam o potencial das espécies relacionadas para a restauração ecológica nessa região.

Termos para indexação: Restauração ecológica, floresta ciliar, espécies florestais nativas, Bioma Pampa.

Initial survival of native seedlings in a forest restoration planting on a family farm in Pelotas, RS

Abstract – The present study investigates the potential of native tree species from the Pampa biome for the restoration of riparian permanent preservation areas in the Encosta da Serra do Sudeste, in Pelotas, State of Rio Grande do Sul. An experimental planting was conducted on a family production unit, assessing the survival and growth of 12 different species after 8 months. The experimental design adopted was the configuration of One Tree Plot (OTP), with 296 individuals. The average survival rate of the planting was 88.9%, with *Peltophorum dubium*, *Cordia trichotoma* and *Enterolobium contortisiliquum* achieving 100% survival. Regarding growth, *Inga vera* (31.7%), *P. dubium* (30.5%), and *E. contortisiliquum* (24.1%) showed the highest relative

Embrapa Clima Temperado
BR-392, Km 78, Caixa Postal 403
96010-971 Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Ana Cristina Richter Krolow

Secretária-executiva

Rosângela Costa Alves

Membros

Newton Alex Mayer, Rosângela

Costa Alves, Bárbara Chevallier

Cosenza, Cláudia Antunez

Arrieche e Sonia Desimon

Edição executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Cláudia Antunez Arrieche

(CRB-10/1594)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Nathália Santos Fick

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

growth rates in height, while *P. dubium* (96.9%), *E. contortisiliquum* (66.42%), and *Gochnatia polymorpha* (61.6%) had the highest relative growth rates in diameter. The absolute aboveground growth rate was most evident in *E. contortisiliquum* (10.8 cm³ per day), followed by *P. dubium* (5.4 cm³ per day) and *Citharexylum myrianthum* (3.4 cm³ per day). These preliminary results indicate the potential of the related species for ecological restoration in this region.

Index terms: Ecological Restoration, riparian forest, native tree species, Pampa Biome.

Introdução

A agricultura de base familiar assume um papel de relevância incontestável no provimento de meios de subsistência em diversas comunidades rurais e tradicionais ao redor do mundo. No entanto, a intensificação do emprego de fertilizantes e agrotóxicos e a crescente pressão para otimizar os rendimentos agrícolas têm culminado em uma degradação ambiental severa e na exaustão dos recursos naturais. Ações de restauração ecológica em áreas de Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP) tornam-se uma ferramenta crucial como solução para os desafios que permeiam as pequenas propriedades rurais, simultaneamente reconstituindo a diversidade biológica, por exemplo, os agentes polinizadores, essenciais para os cultivos agrícolas, também reconstituindo recursos naturais centrais para agricultura, como o solo e a água, podendo ainda representar possibilidade de renda direta, ou indireta, quando, nesse último caso, os produtos servem para autoconsumo e autossuficiência e evitam custos externos (Aquino; Oliveira, 2006; Ribeiro et al., 2011).

Áreas de Preservação Permanente dentro uma propriedade rural de agricultura familiar, seja em área consolidada ou não, aceitam espécies exóticas, fora da faixa marginal mínima exigida para recomposição, como indicado na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651, de 25 de maio 2012) (Brasil, 2012). Nesse sentido, a seleção de

espécies pode incluir aquelas que tenham uso e que possam ser manejadas dentro da faixa de proteção/restauração, sob a ótica de extrativismo sustentável, ou fora dela (caso o agricultor estabeleça margem de restauração além da exigida em lei), podendo-se extrair madeira e lenha, como apontado na lei acima citada.

Plantios de restauração florestal normalmente têm sido formados por grupos sucessionais das espécies pioneiras (heliófitas, de maior rusticidade quanto às condições de disponibilidade de água e nutrientes no solo) e das não pioneiras (as quais aceitam diferentes níveis de sombreamento e são mais sensíveis quanto ao solo); essa classificação foi baseada no conhecimento ecológico da dinâmica de clareiras (Budowski, 1965; Whitmore, 1978). Mais adiante, evoluiu para o que se chama de “grupos de plantios”, divididos em “espécies de recobrimento” e em “espécies de diversidade”. As primeiras são aquelas de crescimento rápido e que recobrem o solo, providenciando sombra e nutrientes, enquanto as de diversidade apresentam crescimento mais lento e precisam de sombreamento (Brancaion et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência e a taxa de crescimento, num período de oito meses, de 12 espécies arbóreas nativas e exóticas da região da encosta da Serra dos Tapes, plantadas para a restauração de uma área de preservação permanente e eventual manejo sustentável, como o uso para corte de madeira.

Materiais e métodos

O trabalho foi realizado em uma unidade de produção agrícola familiar participante do Projeto Auera (“Desenvolvimento e avaliação de modelos de sustentabilidade de propriedades produtoras de tabaco no Sul do Brasil”), executado pela Embrapa Clima Temperado, em parceria com a empresa Philip Morris Brasil e com o apoio da Fapeg (Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário Edmundo Gastal). A área de estudo está situada na zona rural do município de Pelotas, RS, nas coordenadas de centroide 31°34'25,5"S e 52°26'18,62"W (Figura 1).



Figura 1. Situação geográfica da área de estudo, indicando localização sob a área de preservação permanente (APP) do Arroio Andrade, com perímetro em vermelho.

A área está sob influência de clima subtropical úmido (Cfa), caracterizado por verões quentes, de acordo com classificação climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013), com temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C, temperatura média do mês mais quente maior que 22 °C e pluviosidade média anual em torno de 1.400 mm (Wrege et al., 2012). O local é de relevo suave ondulado (3-8%), altitude em torno de 40 m, sendo que a classe de solo predominante é o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Quanto ao tipo de vegetação, a área é formada por Floresta Estacional Semidecidual, a qual se encontra inserida ao sul no bioma Pampa, pertencendo assim ao “Domínio da Mata Atlântica” (Hirota; Ponzoni, 2017), o qual tem seu limite austral na Encosta da Serra do Sudeste.

O plantio experimental foi realizado em dezembro de 2022 e abrange uma superfície aproximada de 2.075 m², com dimensões de 56 m de comprimento por 40 m de largura, dentro uma porção da Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Andrade, que é tida como área consolidada (onde é autorizada a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural que já estavam estabelecidas até 22 de julho de 2008, segundo a Lei de Proteção da Vegetação Nativa nº 12.651, de 25 de

maio 2012). Essa lei exige, em áreas consolidadas, 5 m de proteção nas margens de rios, em propriedades de até quatro módulos fiscais, sendo que a propriedade deste estudo tem menos de um módulo. O uso do solo dá-se, há pelo menos 20 anos, com pastagem, sem uso de agrotóxicos.

No total, foram plantadas 385 mudas de espécies florestais nativas da região e outras exóticas, regionalmente, mas todas nativas do bioma Pampa (Tabela 1). A seleção foi baseada no que havia disponível no mercado, em termos de quantitativo de mudas de qualidade fitossanitária. A decisão final baseou-se ainda nas expectativas futuras do agricultor no uso sustentável da área ou por outras razões de fundo ecológico (com a escolha do araçazeiro, pitangueira e tarumã-de-espinho). Seguiu-se um espaçamento de 2 m na linha x 3 m na entrelinha, em um arranjo em quincôncio (Figura 2), com aplicação de hidrogel (gel hidrorretentor), de modo a manter água disponível dentro das covas, e *mulching* de casca de arroz ao seu redor, de forma a manter a umidade na superfície do solo e evitar a matocompetição. O preparo do solo foi feito com uso de subsolador e disco a 50 cm de profundidade, e a preparação das covas foi feita com broca perfuratriz a 60 cm de profundidade.

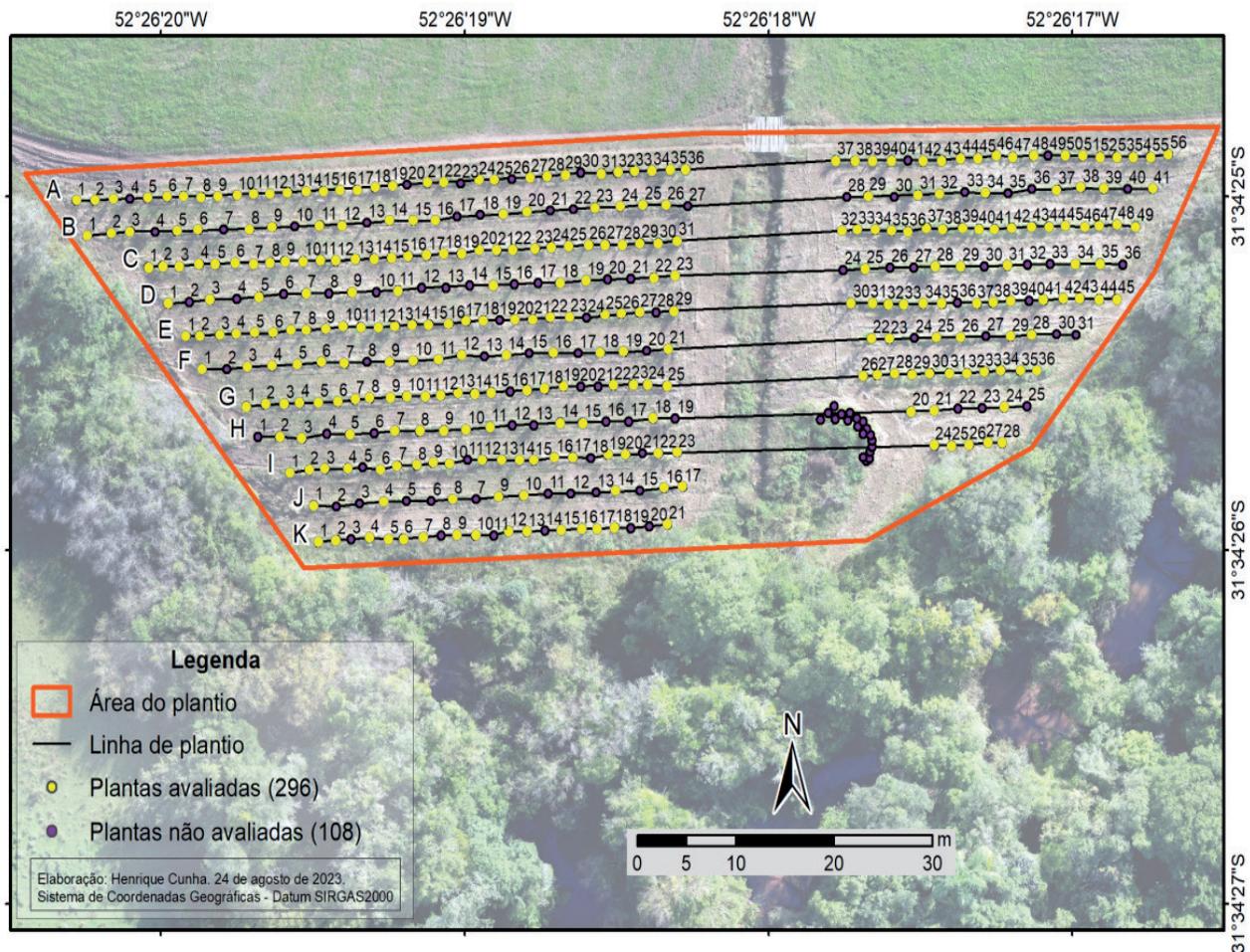


Figura 2. Detalhe da área experimental. Plantio casualizado em quincôncio, indicando a posição relativa das plantas avaliadas.

O delineamento experimental adotado foi baseado em uma configuração de parcela única por árvore (OTP; *one tree plot*) (Carvalho Filho; Marques, 1979), seguindo uma estrutura casualizada. Cada árvore foi considerada como uma unidade de repetição, enquanto os diferentes tratamentos aplicados corresponderam às espécies relacionadas na Tabela 1. Foram avaliadas 12 espécies, com 296 dos 385 indivíduos de espécies pioneiras e

secundárias iniciais, sendo selecionadas aquelas que apresentavam o quantitativo mínimo requerido de mudas (10). A técnica do OTP foi adotada, em detrimento de delineamentos clássicos, em função da restrição imposta pelo tamanho da área cedida pelo agricultor, pela heterogeneidade apresentada pelo solo e declividade do terreno, e também por ser um trabalho inicial de seleção de espécies mais promissoras.

Tabela 1. Relação de espécies avaliadas no delineamento experimental OTP (*one tree plot*).

ID	Nome popular	Espécie	Família	nº
1	Araçá-amarelo	<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	34
2	Araçá-vermelho	<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	32
3	Cambará	<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	Asteraceae	12
4	Canafistula ⁽¹⁾	<i>Peltophorum dubium</i>	Caesalpinaceae	31
5	Guajuvira	<i>Cordia americana</i>	Boraginaceae	20

Continua ...

Tabela 1. Continuação.

ID	Nome popular	Espécie	Família	n°
6	Ingá-banana	<i>Inga vera</i>	Fabaceae	12
7	Louro-pardo ⁽¹⁾	<i>Cordia trichotoma</i>	Boraginaceae	11
8	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	29
9	Sabão-de-soldado	<i>Quillaja brasiliensis</i>	Quillajaceae	34
10	Tarumã-de-espinho	<i>Citharexylum montevidense</i>	Verbenaceae	23
11	Timbaúva	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae	30
12	Tucaneira	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Verbenaceae	28

⁽¹⁾Espécies exóticas regionalmente, mas nativas do bioma Pampa.

Avaliou-se a sobrevivência e o crescimento das plantas após oito meses do plantio, tendo sido realizadas duas mensurações, em janeiro de 2023 (tempo zero) e em julho de 2023. Esses dados foram tabulados em planilha eletrônica LibreOffice Calc 7.6 (LibreOffice, 2023).

A taxa de sobrevivência, geral e para cada espécie, foi calculada por meio da razão entre as plantas sobreviventes (N_s) e o total de plantas (N) utilizadas no delineamento, multiplicado por 100% ($TS = N_s/N \times 100\%$).

A altura das plantas foi obtida diretamente pelo uso de trena graduada, enquanto o diâmetro de colo do caule foi mensurado à altura do solo com paquímetro digital. Com base nessas medidas, foram obtidos os dados de crescimento, em altura e diâmetro, das plantas e calculados as respectivas taxas de crescimento relativo em altura (TCRA) e taxas de crescimento relativo em diâmetro (TCRD), por espécie, incluindo-se no cálculo o valor inicial e o valor da segunda medida:

$$TCRA = \frac{h_2 - h_1}{h_1} \times 100\%$$

$$TCRD = \frac{d_2 - d_1}{d_1} \times 100\%$$

Em que h_1 é a altura e d_1 é o diâmetro, na primeira mensuração; h_2 é a altura e d_2 é o diâmetro, na segunda mensuração.

Adicionalmente, foi conduzida uma análise de crescimento não destrutivo das plantas, conforme Silva et al. (2000), em que foram calculadas as taxas de crescimento absoluto por dia, para a altura (TCAH) e diâmetro para cada espécie utilizada, assim como a taxa de crescimento absoluto da parte aérea (TCAA):

$$TCAH = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \text{ [cm por dia]}$$

$$TCAD = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} \text{ [mm por dia]}$$

$$TCAA = \frac{h_2 \cdot d_2^2 - h_1 \cdot d_1^2}{t_2 - t_1} \text{ [cm}^3 \text{ por dia]}$$

Em que h_1 é a altura na primeira mensuração; h_2 é a altura na segunda mensuração; d_1 é o diâmetro na primeira mensuração; d_2 é o diâmetro na segunda mensuração; e $t_2 - t_1$ é a diferença em dias entre duas mensurações.

A análise estatística foi realizada por meio do uso da interface gráfica Jamovi (The Jamovi Project, 2023) e da linguagem e ambiente estatístico R (R Core Team, 2023). Os dados de crescimento absoluto das partes aéreas foram submetidos a testes de normalidade e homoscedasticidade, sendo utilizados os testes de Shapiro-Wilk (Shapiro; Wilk, 1965) e Levene (Brown; Forsythe, 1974), respectivamente. Esses pressupostos não foram atendidos para que se prosseguisse com a análise de variância.

Devido à não conformidade dos dados de crescimento com os pressupostos estatísticos paramétricos, foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis (Kruskal; Wallis, 1952) sobre dados de TCAA, avaliando-se a hipótese nula (H0), na qual não há diferenças significativas entre os grupos e a hipótese alternativa (H1), em que pelo menos um grupo apresentou diferenças em TCAA em relação aos demais. Como resultado, obteve-se um valor ($p < 0,001$) inferior ao nível de significância definido (0,05), indicando para a rejeição da hipótese nula e sugerindo que há, pelo menos, um conjunto de espécies com diferença significativa. Aplicou-se um teste *post-hoc* de comparações múltiplas, teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF) (Critchlow; Fligner, 1991), para obter informações sobre as diferenças entre os grupos comparados.

Resultados e discussão

A sobrevivência geral média do plantio foi 88,9%, variando de 100%, para *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium* e *Cordia trichotoma*, até 69% para *Eugenia uniflora* (Tabela 2, Figura 3). Em relação

à altura (Tabela 2, Figura 4), *Inga vera* (31,7%), *P. dubium* (30,5%) e *contortisiliquum* (24,1%) foram as espécies com as maiores taxas de crescimento relativo. Por outro lado, *Citharexylum montevidensis* (0,1%) e *Psidium cattleianum*, morfotipo vermelho (2,6%) apresentaram as menores taxas. Em relação ao diâmetro, as maiores taxas de crescimento relativo foram registradas para *P. dubium* (96,9%), *E. contortisiliquum* (66,42%) e *Moquiniastrium polymorphum* (61,6%), enquanto as menores foram atribuídas a *Quilaja brasiliensis* (13,7%), *E. uniflora* (22%) e *P. cattleianum*, morfotipo amarelo (23,8%).

Verificando-se em conjunto as taxas de sobrevivência, crescimento relativo em altura e crescimento relativo em diâmetro, sobressaem-se 4 das 12 espécies: *E. contortisiliquum* (100%, 24,1% e 66,2%), *P. dubium* (100%, 30,5% e 96,9%), *I. vera* (91,7%, 31,7% e 55,7%) e *M. polymorpha* (83,3%, 20,5%, 61,6%) (respectivamente às taxas citadas).

Optou-se por utilizar um parâmetro único que indicasse o crescimento tanto em altura quanto em diâmetro, que é a taxa de crescimento absoluta da parte aérea (TCAA), aplicada para a comparação entre as espécies (Tabelas 2 e 3; Figura 5).

Tabela 2. Sobrevivência e taxas de crescimento médio das espécies avaliadas no delineamento experimental OTP (*one tree plot*), após oito meses do plantio.

Espécie	TS (%)	CA (cm)	TCRA (%)	TCAH (mm/dia)	CD (mm)	TCRD (%)	TCAD (mm/dia)	TCAA (cm ³ /dia)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	100,0	34,7	24,1	2,1	14,27	66,2	0,1	10,8
<i>Peltophorum dubium</i>	100,0	27,6	30,5	1,7	13,97	96,9	0,8	5,4
<i>Cordia trichotoma</i>	100,0	6,5	10,5	0,4	3,59	33,1	0,2	0,5
<i>Citharexylum myrianthum</i>	96,4	0,0	0,1	0,0	7,12	42,7	0,4	3,4
<i>Cordia americana</i>	95,0	9,8	10,6	0,6	5,25	48,2	0,3	1,2
<i>Inga vera</i>	91,7	20,6	31,7	1,2	5,03	55,7	0,3	0,9
<i>Quilaja brasiliensis</i>	91,2	5,6	5,1	0,3	1,24	13,7	0,1	0,3
<i>Psidium cattleianum</i> (amarelo)	85,3	3,2	4,9	0,2	1,83	23,8	0,1	0,2
<i>Moquiniastrium polymorphum</i>	83,3	15,4	20,5	0,9	4,51	61,6	0,4	0,8
<i>Psidium cattleianum</i> (vermelho)	81,3	1,7	2,6	0,1	1,74	25,8	0,1	0,1
<i>Citharexylum montevidense</i>	78,3	12,0	11,6	0,7	6,72	59,5	0,4	1,8
<i>Eugenia uniflora</i>	69,0	2,3	4,5	0,1	1,34	22,0	0,1	0,1

TS: taxa de sobrevivência; CA: crescimento em altura; TCA: taxa de crescimento em altura; TCAH: taxa de crescimento absoluto em altura; CD: crescimento médio em diâmetro; TCD: taxa de crescimento em diâmetro; TCAD: taxa de crescimento absoluto em diâmetro; TCAA: taxa de crescimento absoluto da parte aérea.

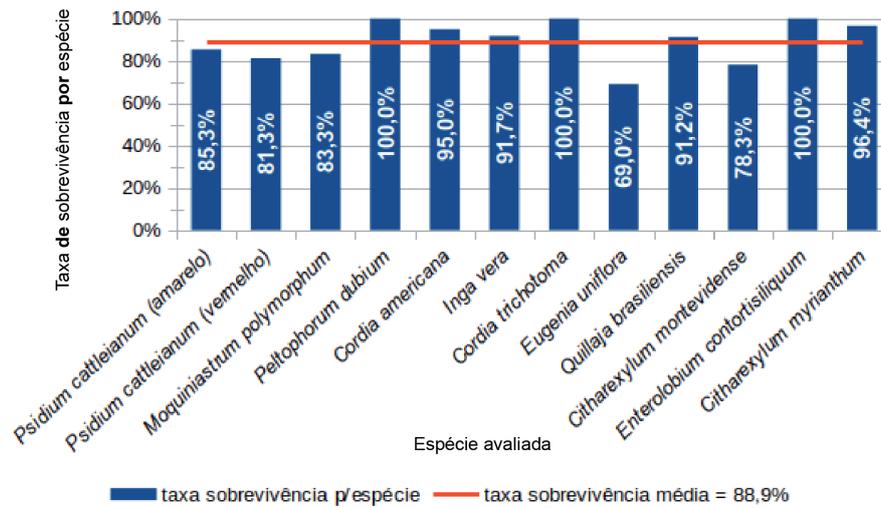


Figura 3. Taxa de sobrevivência por espécie e média geral do plantio experimental, após oito meses.

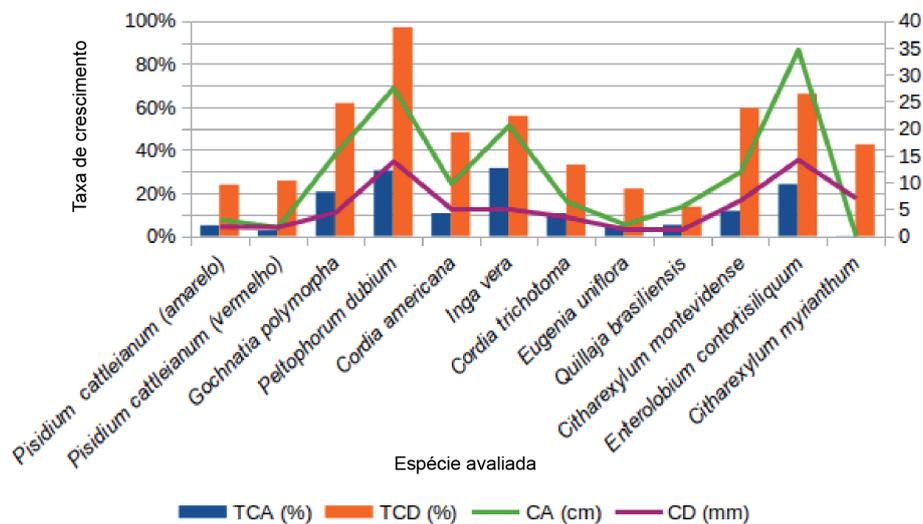


Figura 4. Valores médios das espécies: taxa de crescimento em altura (TCA), taxa de crescimento em diâmetro (TCD), crescimento em altura (CA) e crescimento em diâmetro (CD), após oito meses do plantio.

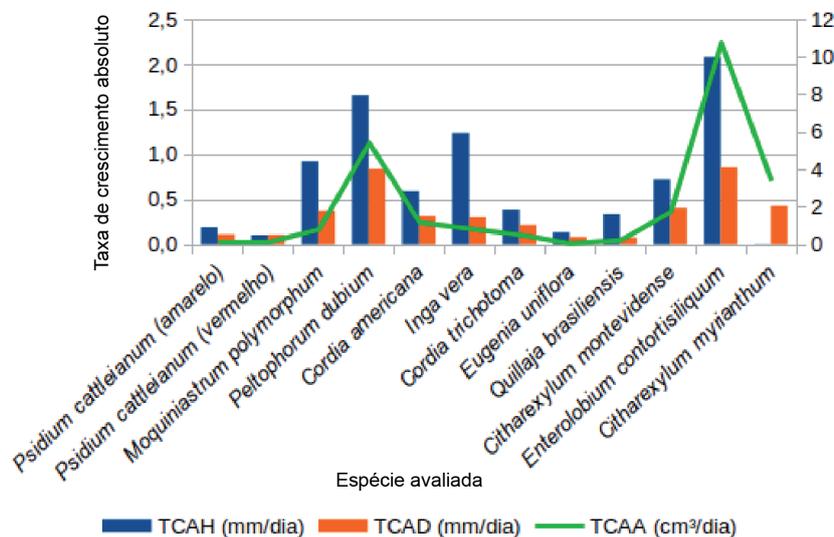


Figura 5. Taxa de crescimento absoluto em altura (TCAH), taxa de crescimento absoluto em diâmetro (TCAD), taxa de crescimento absoluto das partes aéreas (TCAA), após oito meses do plantio.

E. contortisiliquum foi a espécie que mais se destacou, com um crescimento de 10,8 cm³ por dia, seguido por *P. dubium* (5,4 cm³ por dia). Por outro lado, as Myrtaceae *E. uniflora* (0,1 cm³ por dia), *P. cattleianum*, morfotipo vermelho (0,1 cm³ por dia) e *P. cattleianum*, morfotipo amarelo (0,2 cm³ dia) apresentaram os menores valores de crescimento. Uma espécie com destaque intermediário é *C. myrianthum* (diferença estatística com cinco espécies), para a qual houve uma TCAA intermediária, percebendo-se que tal resultado tem ligação com um valor intermediário de taxa de crescimento em diâmetro (42,7%), apesar da quase nula taxa de crescimento em altura (TCRA e TCAH).

Considerando essa mesma variável, ao avaliar o valor *p* em relação ao nível de significância (0,05), observou-se que em 56% dos grupos comparados houve uma diferença significativa (Tabela 3). Em especial, os resultados para *E. contortisiliquum* (diferença estatística com todas as espécies) e *P. dubium* (diferença estatística com oito espécies) apontam para as maiores diferenças entre grupos, concordando com as observações anteriores sobre um crescimento absoluto superior dessas em relação às demais espécies, em especial das mirtáceas *E. uniflora* (diferença estatística com oito espécies), *P. cattleianum*, morfotipo vermelho (diferença estatística com sete espécies) e *P. cattleianum*, morfotipo amarelo (diferença estatística com seis espécies) que se destacaram pelas TCAA inferiores.

As taxas de sobrevivência (Figura 3; Tabela 2), indicam, para oito meses de plantio, valores bastante satisfatórios diante de secas ocorridas na primavera e verão e de geadas severas e ventos fortes no inverno, e comparando-se a plantios em geral, no estado do Rio Grande Sul. Para se ter alguma referência, no plantio em núcleos de 26 espécies florestais, na Depressão Central do Rio Grande do

Sul (bioma Pampa), após 2 anos, houve uma taxa de sobrevivência de 68,28% (Piaia et al., 2021)

As taxas de sobrevivência e de crescimento de *E. contortisiliquum* (timbaúva) e *P. dubium* (canafístula) e de *C. myrianthum* (tucaneira), apontam como potenciais candidatas a espécies de recobrimento em projetos de restauração na região, sendo, portanto, aquelas de crescimento rápido e que recobrem o solo, providenciando sombra e nutrientes (Brancaion et al., 2015).

Todas as demais espécies apresentaram taxas pequenas de crescimento em altura, de 4,5% (*E. uniflora*) a 11,6% (*C. montevidensis*), e, em termos de diâmetro, valores intermediários foram achados para todas as demais, com exceção de *Q. brasiliensis* (3,7%) e de *C. montevidensis* (59,5%), sendo que essa última apresentou taxa das mais elevadas de crescimento em diâmetro, mas baixa taxa de crescimento em altura. Entretanto, *C. myrianthum*, aparentemente, não apresentou taxa média de crescimento em altura, inexistindo explicação para tal comportamento, a não ser os problemas climáticos acima mencionados, prejudicando o desenvolvimento de todas as plantas de uma forma geral.

Quanto às taxas de crescimento, sempre é pertinente conhecer o ritmo natural de cada espécie. Nesse sentido, *P. cattleianum* e, em particular, *E. uniflora*, naturalmente de crescimento mais lento, obtiveram taxa de sobrevivência compatível para as mirtáceas e para espécies nativas não melhoradas, tornando-se também relevantes para uso em restauração, pela função ecológica de produzir frutos atrativos para avifauna. Vale apontamento semelhante para *C. montevidensis*, que, a despeito da sua baixa taxa de crescimento em altura, tem grande produção de frutos atrativos para a fauna (Tabela 2).

Tabela 3. Resultado interpretado do teste DSCF de comparação múltipla: 0 – não há diferenças significativas nas taxas entre os grupos; 1 – há diferenças significativas (valor-p <0,05) entre grupos.

Espécies	<i>Psidium cattleianum</i> (amarelo)	<i>Psidium cattleianum</i> (vermelho)	<i>Moquiinastrum polymorphum</i>	<i>Peltophorum dubium</i>	<i>Cordia americana</i>	<i>Inga vera</i>	<i>Cordia trichotoma</i>	<i>Eugenia uniflora</i>	<i>Quillaja brasiliensis</i>	<i>Citharexylum montevidense</i>	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	<i>Citharexylum myrianthum</i>
<i>Psidium cattleianum</i> (amarelo)	–	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Psidium cattleianum</i> (vermelho)	0	–	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>Moquiinastrum polymorphum</i>	0	0	–	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Peltophorum dubium</i>	1	1	1	–	1	1	1	1	1	0	1	0
<i>Cordia americana</i>	1	1	0	1	–	0	0	1	1	0	1	0
<i>Inga vera</i>	1	1	0	1	0	–	1	1	0	0	1	0
<i>Cordia trichotoma</i>	0	1	0	1	0	1	–	1	0	0	1	0
<i>Eugenia uniflora</i>	0	0	1	1	1	1	1	–	0	1	1	1
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	–	1	1	1
<i>Citharexylum montevidense</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	–	1	0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	–	1
<i>Citharexylum myrianthum</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	–
Diferenças entre grupos	6	7	3	9	6	6	5	8	5	5	11	5

Cordia trichotoma (louro-pardo), que foi selecionada pelo agricultor para fins de uso futuro da madeira, apresentou vantajosamente 100% de sobrevivência, porém teve baixa taxa de crescimento em altura (10,5%) e intermediária em diâmetro (33%), com TCAA de 0,5 cm³ por dia, o que não segue a tendência em locais onde ocorre naturalmente, como no noroeste do Rio Grande Sul, onde é tida como espécie de crescimento rápido, providenciando adequada cobertura do solo e satisfatória produção de biomassa (Sousa et al., 2022). Todavia, esses mesmos autores alertam que o louro-pardo é pouco tolerante a geadas e a períodos de deficiência hídrica nos períodos iniciais de crescimento, o que pode esclarecer tais resultados.

Cordia americana (guajuvira), de forma semelhante, tida como espécie de crescimento intermediário e tolerante a geadas e a períodos de deficiência hídrica nos períodos iniciais de crescimento (Sousa et al., 2022), apresentou pequena taxa de crescimento em altura (10%). A taxa de crescimento absoluto das partes aéreas se mostrou um indicador eficiente para a comparação entre as espécies, recomendando-se seu uso em conjunto com outros métodos não destrutivos para a avaliação de crescimento inicial de mudas em condições de campo.

Esses resultados refletem uma avaliação inicial, sendo que está programada uma nova avaliação anual. Nesse sentido, almeja-se o acompanhamento do plantio no longo prazo, para que uma análise mais aprofundada da sobrevivência e crescimento das espécies esteja disponível no futuro, assim como de cobertura do solo, indicador fundamental para plantios de restauração, pelo fato de implicar um grande conjunto de benefícios, como o combate de gramíneas superdominantes e/ou invasoras, proteção contra a erosão, amenização nas oscilações de temperatura e umidade na área em restauração, fornecimento de matéria orgânica, e, também de especial importância, diminuição ou evitamento de custos de manutenção (Brançalion et al., 2015).

Conclusões

Com base nos resultados obtidos por este trabalho, após oito meses de plantio e na avaliação preliminar das espécies, pode-se destacar:

- 1) As taxas de sobrevivência e de crescimento de *E. contortisiliquum* (timbaúva), *P. dubium* (cana-fístula) e *C. myrianthum* (tucaneira) as apontam como potenciais candidatas a espécies de recobrimento em projetos de restauração na região.
- 2) A análise das diferentes taxas de crescimento relativo e de crescimento absoluto indicam *P. dubium*, *E. contortisiliquum*, *C. montevidense* (tarumã-de-espinho), *C. myrianthum*, *Cordia trichotoma*, *I. vera* (ingá-banana) e *M. polymorphum* (cambará) como espécies de interesse para recuperação de APP ripárias com características físicas e climáticas semelhantes à unidade de observação deste estudo.
- 3) A taxa de crescimento absoluto das partes aéreas é um indicador eficiente para a comparação entre as espécies, recomendando-se seu uso em conjunto com outros métodos não destrutivos para a avaliação de crescimento inicial de mudas em condições de campo.

Agradecimentos

Aos agricultores Elizeu e Daiane Schwanke, por viabilizarem a instalação da unidade de observação utilizada neste estudo. Aos colegas pesquisadores e bolsistas do projeto Auera e da Estação Experimental Cascata, pelas contribuições realizadas e participação nos trabalhos de campo.

Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AQUINO, F. de G.; OLIVEIRA, M. C. de. **Reserva legal no bioma cerrado: uso e preservação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 22 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 158).
- BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- BRASIL. Lei n° 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, n. 102, p. 1-8, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 21 nov. 2024.
- BROWN, M. B.; FORSYTHE, A. B. Robust tests for the equality of variances. **Journal of the American Statistical Association**, v. 69, n. 346, p. 364-367, 1974.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional process. **Turrialba**, v. 15, p. 40-42, 1965.

CARVALHO FILHO, A. P.; MARQUES, L. C. T. Seleção de espécies promissoras para atividades de reflorestamento em função das características silviculturais: relatório técnico de avaliação preliminar. **Brasil Florestal**, n. 10, n. 37, p. 72-87, 1979. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/907786/1/Selecao-de-especies-promissoras.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

CRICHLLOW, D. E.; FLIGNER, M. A. On distribution-free multiple comparisons in the one-way analysis of variance. **Communications in statistics: theory and methods**, v. 20, n. 1, p.127-139, 1991.

HIROTA, M. M.; PONZONI, F. J. (coord.). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2015-2016**: relatório técnico. São Paulo: SOS Mata Atlântica: INPE, 2017. 69 p.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v. 47, n. 260, p. 583-621, 1952.

LIBREOFFICE. The document foundation. **LibreOffice 7.6** (Computer Software). Berlin: The Document Foundations, 2023. Disponível em: <<https://www.libreoffice.org/>>. Acesso: 20 ago. 2023.

PIAIA, B. B.; ROVEDDER, A. P. M.; PROCKNOW, D.; CAMARGO, B. Avaliação de indicadores ecológicos na restauração por plantio em núcleo com diferentes idades. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1512-1534, 2021.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

RIBEIRO, J. F.; DE OLIVEIRA, M. C.; AQUINO, F. G. Desafios de uso e conservação nas áreas de reserva

legal e de preservação permanente no bioma cerrado. In: FAGG, C. W.; MUNHOZ, C. B. R.; SOUSA-SILVA, J. C. (ed). **Conservação de áreas de preservação permanente do cerrado: caracterização, educação ambiental e manejo**. Brasília, DF: CRAD, 2011. p. 310-321.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; AMORIM NETO, M. da S. **Análise do crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPQ, 2000. 18 p. (EMBRAPA.CNPQ. Circular Técnica, 34).

SOUSA, L. P. de; LUCCHESI, O. A.; GOMES, G. C.; KAISER, M. F.; BESKOW, G. T.; BIERHALS, D. F.; SOARES, M. M.; HENZEL, A. B. D.; REAL, I. M. da L.; FREITAS, T. C. de; MOLINA, A. R.; GUARINO, E. de S. G.; MIURA, A. K.; NORONHA, A.; PORAZZI, C. C.; SARTORI, C. O.; REIS, C. U.; ANTUNES, H. R. F.; CAMARGO, A. R. de. Árvores nativas para sistemas agrícolas sustentáveis e para restauração ecológica na região Noroeste do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 525). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1148992>. Acesso em: 7 ago. 2024.

THE JAMOVI PROJECT. **JAMOVI**. (Version 4.1). 2023. Disponível em: <https://www.jamovi.org>. Acesso em: 20 ago. 2023.

WHITMORE, T. C. Gaps in the forest canopy. In: ZIMMERMAN, M. H.; TOMLINSON, P. B. (ed.). **Tropical trees as living systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 639-655.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de (ed.). **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012. 333 p.