



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



COMUNICADO
TÉCNICO

485

Colombo, PR
Janeiro, 2023

Embrapa

CEVAD estufa: cultivo de erva-mate em alta densidade em estufa

Natália Saudade de Aguiar
Jéssica de Cássia Tomasi
Leandro Marcolino Vieira
Manoela Mendes Duarte
Mônica Moreno Gabira
Ivar Wendling

CEVAD estufa: cultivo de erva-mate em alta densidade em estufa

Natália Saudade de Aguiar, Engenheira Florestal, doutoranda em Engenharia Florestal, bolsista da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR; **Jéssica de Cássia Tomasi**, Engenheira Florestal, doutora em Agronomia, coordenadora técnica da Empresa Polli Fertilizantes, São Paulo, SP; **Leandro Marcolino Vieira**, Técnico Agropecuário e licenciado em Ciências Agrícolas, doutor em Agronomia, pesquisador de desenvolvimento tecnológico e industrial da empresa Polli Fertilizantes, São Paulo, SP; **Manoela Mendes Duarte**, Engenheira Florestal, doutora em Engenharia Florestal, bolsista da Embrapa Florestas, Colombo, PR; **Mônica Moreno Gabira**, Engenheira Florestal, doutora em Engenharia Florestal, bolsista de pós-doutorado na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP; **Ivar Wendling**, Engenheiro Florestal, doutor em Ciências Florestais, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) é uma espécie com distribuição natural em parte dos territórios do Brasil, Argentina e Paraguai (Oliveira; Rotta, 1985). No Brasil, a espécie apresenta distribuição geográfica associada ao Domínio Atlântico, principalmente na região Sul do país (Silva et al., 2018). As principais formas de obtenção da erva-mate são o extrativismo, o adensamento em remanescentes de florestas nativas, os ervais arborizados e os monocultivos (Penteado Junior; Goulart, 2019; Goulart et al., 2022). Estudos indicam o grande potencial da espécie para o desenvolvimento de novos produtos farmacêuticos, nutracêuticos, cosméticos e alimentares, com possibilidades reais de expansão no mercado internacional voltado à saúde humana (Gerber et al., 2022). Mas, para isso, é necessário o fornecimento de

matéria-prima em grande quantidade, com características químicas específicas e padronizadas para cada finalidade.

O sistema semi-hidropônico é utilizado convencionalmente para a produção de mudas de erva-mate por via da miniestaquia (Wendling et al., 2020), mas pode ser manejado para a produção de massa foliar da espécie (Aguiar, 2021; Aguiar et al., 2022; Tomasi, 2020), sendo denominado CEVAD estufa. Esse sistema é instalado no interior de estufa, onde se recomenda que as temperaturas não sejam superiores a 30 °C (Figura 1). O plantio das mudas é realizado em canaletas, preenchidas com pedra brita no fundo para facilitar a drenagem, sobreposto com areia de granulometria média como substrato (Figura 1A). O espaçamento de plantio recomendado é 15 cm x 15 cm. As dimensões das canaletas podem ser ajustadas de acordo

com tamanho da estufa, entretanto a sua largura não deve ultrapassar 1,2 m, possibilitando o manejo das plantas nas linhas centrais. Recomenda-se também

que o espaçamento entre canteiros seja de, no mínimo, 60 cm, para permitir a circulação de pessoas entre eles.

Fotos: Jéssica de Cássia Tomasi (A), Leandro Marcolino Vieira (B)

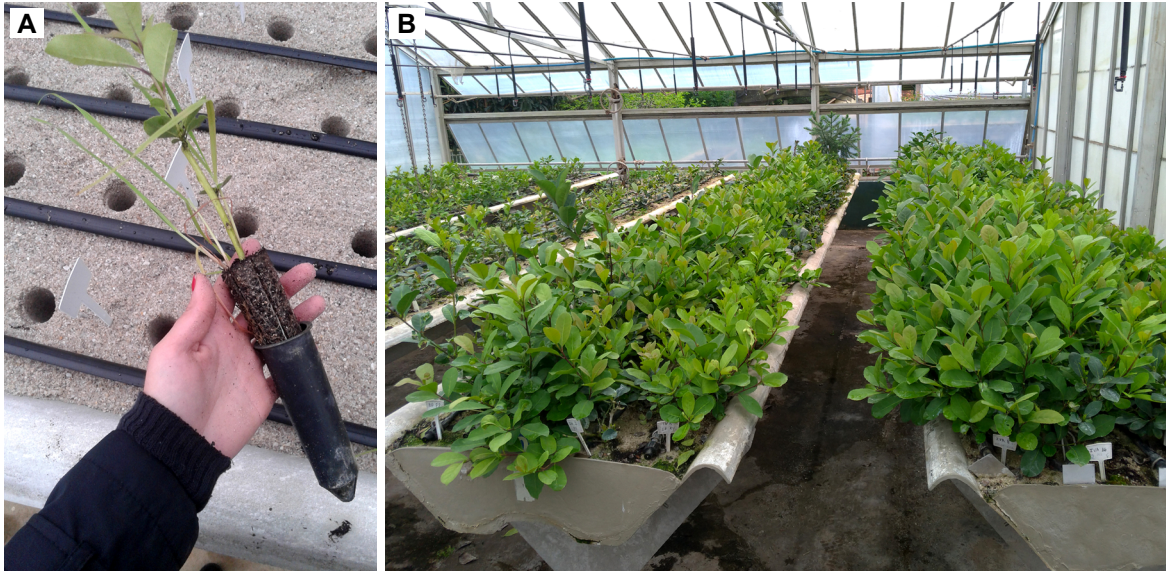


Figura 1. Sistema CEVAD estufa: plantio de muda clonal em leito de areia (A) e distribuição dos canteiros em estufa (B).

Preferencialmente, devem ser usadas mudas clonais para garantir maior uniformidade e produtividade, além da obtenção de matéria-prima com características químicas desejáveis para produtos específicos, como chá-mate cafeinado ou descafeinado e energéticos (Duarte et al., 2020). Aproximadamente sete dias após o plantio, as mudas devem ser podadas a uma altura de 5 cm a 8 cm, para favorecer a emissão de brotos laterais. A fertirrigação é

realizada por gotejamento, com irrigação três vezes por dia, totalizando uma lâmina de 3,6 mm dia⁻¹ no outono e inverno e 5 mm dia⁻¹ na primavera e verão (Wendling et al., 2007). Em dias quentes (com temperatura acima de 30 °C no interior da estufa) recomenda-se que as plantas recebam irrigação por aspersão na parte aérea a cada 60 minutos e as cortinas laterais da estufa deverão ser mantidas abertas, para evitar o calor excessivo.

A solução nutritiva é preparada em uma caixa d'água com as seguintes concentrações de fertilizantes: NO_3^- (156 mg L^{-1}), NH_4^+ (50 mg L^{-1}), P (25 mg L^{-1}), K^+ (200 mg L^{-1}), Ca^{+2} (200 mg L^{-1}), Mg^{+2} (45 mg L^{-1}), S ($76,9 \text{ mg L}^{-1}$), B ($1,5 \text{ mg L}^{-1}$), Cu^{+2} ($0,1 \text{ mg L}^{-1}$), Fe^{+2} (5 mg L^{-1}), Mn^{+2} (1 mg L^{-1}), Zn^{+2} ($0,7 \text{ mg L}^{-1}$), Mo^{-2} ($0,07 \text{ mg L}^{-1}$). O pH da solução deve ser ajustado em 5,5, (Wendling; Brondani, 2015; Tomasi, 2020). Para obter a concentração de cada nutriente na solução, recomenda-se os fertilizantes comerciais apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Sugestão de fertilizantes para o preparo de solução nutritiva em sistema CEVAD estufa.

Fertilizantes	Concentração
Macronutrientes	Gramas para 1.000 litros de água
MAP	65
Sulfato de Mg	558
Nitrato de K	517
Sulfato de amônio	200
Cloreto de Ca	456
Nitrato de Ca	617
Micronutrientes*	
Ácido bórico	8,6
Sulfato de Mn	3,7
Molibdato de Na	0,18
Sulfato de Zn	3,0
Hidro Ferro pó	81,8

*Todos os fertilizantes para o fornecimento de micronutrientes podem ser substituídos por um fertilizante composto de mix de micronutrientes quelatados disponível no mercado, com as seguintes concentrações (%): Mg=1,2; B=0,85; Fe=3,4; Zn=4,2; Mn=3,2; Cu=0,5 e; Mo=0,06, na dosagem de 170 gramas para 1.000 litros de água.

Após o estabelecimento das mudas no sistema, as podas ou colheitas podem ser realizadas em intervalos de 30 a 90 dias, dependendo da época do ano e do vigor das plantas. O manejo da poda, com eliminação dos ramos com dominância apical, deve sempre proporcionar a emissão das brotações laterais e visar a abertura da copa. Em cada colheita, deve-se sempre manter de 20% a 30% das folhas para manutenção da atividade fisiológica das plantas. A partir dos ramos colhidos (Figura 2A) podem ser obtidas folhas jovens e maduras: as folhas com textura membranácea, coloração verde clara ou avermelhada e na região superior dos ramos são classificadas como jovens (Figura 2B); enquanto aquelas mais espessas, de coloração escura e na região inferior dos ramos são classificadas como maduras (Figura 2C).

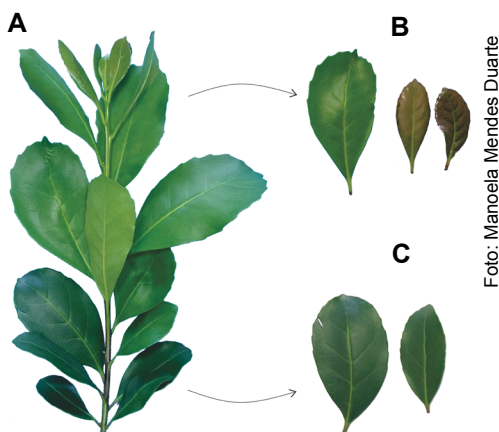


Foto: Manoela Mendes Duarte

Figura 2. Ramo de erva-mate colhido (A), folhas classificadas como jovens (B) e maduras (C).

Visando comprovar a eficiência do sistema proposto, são apresentados os resultados de produtividade de dois clones (EC22 e EC40) ao longo de três anos de avaliação, com 6 ou 7 colheitas por ano. Os dados de produtividade de folhas jovens e maduras e biomassa fresca total (folhas

e galhos), são apresentados na Tabela 2. Para a comparação com sistemas convencionais de campo, os dados foram extrapolados para toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$). Para isso, considerou-se uma área útil de 70% da estufa, descontando o espaço entre canaletas e laterais da estufa.

Tabela 2. Produção anual de biomassa fresca dos clones de erva-mate EC22 e EC40, em três anos de cultivo no sistema CEVAD estufa.

Matéria-prima	Ano			Média	
	1	2	3	$kg\ m^{-2}\ ano^{-1}$	$t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$
EC22					
Folhas jovens	1,49	2,42	1,52	1,81	12,67
Folhas maduras	2,28	2,55	0,64	1,82	12,76
Biomassa total	4,90	6,25	3,39	4,85	33,93
EC40					
Folhas jovens	2,25	3,28	3,02	2,85	19,95
Folhas maduras	2,36	1,64	0,67	1,56	10,90
Biomassa total	6,04	6,41	5,27	5,91	41,35

Os dados referentes aos anos 1 e 2 são provenientes de Tomasi (2020), com $206\ mg\ L^{-1}$ de nitrogênio e os referentes ao ano 3 foram obtidos de Aguiar (2021), no tratamento sem sombreamento. A extrapolação para hectare ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) considerou área útil de 70% no interior da estufa.

Mais de 74% da biomassa total correspondeu a folhas, indicando baixa produção de galhos nesse sistema (Tabela 2). Além disso, os galhos produzidos são finos ($< 7\ mm$ de diâmetro), podendo ser utilizados no processamento industrial. O clone EC22 produziu proporção similar de folhas jovens e maduras, enquanto o EC40 tem maior proporção de folhas jovens (65%). A produção destes dois tipos de folhas abre possibilidades para

a obtenção de produtos diferentes, visto que estudos indicam maiores teores de metabólitos secundários tais como cafeína, teobromina e ácidos cafeoilquínicos em folhas jovens da espécie (Blum-Silva et al., 2015; Tomasi, 2020). Dessa forma, essa matéria-prima, usualmente não comercializada, pode ser utilizada para extração industrial de compostos bioativos da espécie, com finalidade farmacêutica ou nutracêutica,

por exemplo. O desenvolvimento de chás especiais a partir das folhas jovens e brotos da erva-mate também é uma grande aposta; produtos que podem ganhar espaço no mercado, tendo como exemplo os diversos chás fabricados com *Camellia sinensis*.

Em outro estudo conduzido sob sistema semi-hidropônico com análise da produtividade de biomassa fresca total considerando quatro colheitas ao longo de um ano, observou-se grande diferença entre os clones (Tabela 3). O clone EC21 apresentou a maior produtividade, 13,74 kg m⁻² ano⁻¹ ou 96,16 t ha⁻¹ ano⁻¹, enquanto o EC50 apresentou a menor, 2,29 kg m⁻² ano⁻¹ ou 16,01 t ha⁻¹ ano⁻¹.

Entretanto, mesmo os genótipos menos produtivos obtiveram resultados superiores aos estudos realizados no campo, com produtividade de biomassa comercial (folhas e galhos finos) de 14,5 t ha⁻¹ ano⁻¹, 12,9 t ha⁻¹ ano⁻¹, 11,8 t ha⁻¹ ano⁻¹ e 10,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ (Santin et al., 2014, 2017a, 2017b, 2019) em árvores adultas sob pleno sol. De acordo com o IBGE (2021), a produtividade média nacional em 2021 foi 8,1 t ha⁻¹, sendo que, se consideradas colheitas a cada 18 meses, as mais comumente empregadas, a produtividade foi 5,4 t ha⁻¹ ano⁻¹. Dessa forma, nesse sistema a produtividade pode ser até 17 vezes superior à média nacional, dependendo do genótipo.

Tabela 3. Produção de biomassa fresca total de quinze clones de erva-mate (em ordem decrescente de produtividade) durante um ano de cultivo no sistema CEVAD estufa.

Clone	Biomassa total	
	kg m ⁻² ano ⁻¹	t ha ⁻¹ ano ⁻¹
EC21	13,74	96,16
EC24	9,58	67,07
EC45	6,15	43,05
EC48	5,44	38,06
EC28	4,95	34,65
EC54	4,67	32,72
EC26	4,52	31,67
EC53	4,46	31,25
EC38	4,44	31,06
EC44	3,81	26,69
EC31	3,43	24,00
EC27	3,27	22,90
EC20	3,26	22,81
BRS BLD AUPABA	2,90	20,28
EC50	2,29	16,01

Fonte: Vieira (2022).

O sistema CEVAD estufa para a produção de massa foliar de erva-mate apresenta as seguintes vantagens: alta produtividade em pequena área; curtos intervalos de colheita; e produção de material comercial (folhas jovens e maduras) a partir do primeiro ano, com possibilidade para diferentes aplicações. Pode-se citar também a facilidade no monitoramento e controle de pragas e doenças, redução da mão de obra e possibilidade de automação da colheita.

A adoção deste sistema, entretanto, requer atenção ao alto custo inicial de investimento em estrutura, com a aquisição de grande número de mudas e a necessidade de um controle rigoroso da fertirrigação, a fim de evitar deficiência hídrica, deficiência ou excesso de nutrientes às plantas. Para tanto, indica-se o acompanhamento de assistência técnica contínua e mão de obra especializadas para a implantação e o manejo deste sistema. Ainda não foram realizados estudos de longo prazo, mas plantas com redução do vigor ao longo do tempo devem ser substituídas para manter a sustentabilidade econômica do sistema produtivo.

Este trabalho apresenta aderência a diferentes metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial dos ODS 2, 8 e 12, por abordar

uma tecnologia desenvolvida para o cultivo de erva-mate em alta densidade, que visa incentivar a produção e o uso sustentável da espécie, reduzindo também a pressão pelos remanescentes florestais.

Referências

- AGUIAR, N. S. de. **Níveis de sombreamento na produção de massa foliar e compostos bioativos em clones de erva-mate cultivados em sistema semi-hidropônico**. 2021. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/74729>. Acesso em: 18 out. 2022.
- AGUIAR, N. S. de; GABIRA, M. M.; TOMASI, J. D. C.; DUARTE, M. M.; VIEIRA, L. M.; LAVORANTI, O. J.; WENDLING, I. Productivity of clonal *Ilex paraguariensis* genotypes in a semi-hydroponic system is reduced by shading. **Forest Science**, v. 68, n. 5-6, p. 540-547, 2022. <https://doi.org/10.1093/forcsci/xfac028>.
- BLUM-SILVA, C. H.; CHAVES, V. C.; SCHENKEL, E. P.; COELHO, G. C.; REGINATTO, F. H. The influence of leaf age on methylxanthines, total phenolic content, and free radical scavenging capacity of *Ilex paraguariensis* aqueous extracts. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2015. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2015.01.002>.
- DUARTE, M. M.; TOMASI, J. de C.; HELM, C. V.; AMANO, E.; LAZZAROTTO, M.; DE GODOY, R. C. B.; NOGUEIRA, A. C.; WENDLING, I. Caffeinated and decaffeinated mate tea: effect of toasting on bioactive compounds and consumer acceptance. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 3, e8513, 2020. <https://doi.org/10.5039/agraria.v15i3a8513>.
- GERBER, T.; NUNES, A.; MOREIRA, B. R.; MARASCHIN, M. Yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) for new therapeutic and nutraceutical interventions: A review of patents issued in the last 20 years (2000–2020). **Phytotherapy Research**, p. 1–22, 2022. <https://doi.org/10.1002/ptr.7632>.
- GOULART, I. C. R.; SANTIN, D.; BRASILEIRO, B. P. Fatores que afetam a produtividade na cultura da erva-mate. **Ciência Florestal**,

v. 32, n. 3, p. 1345-1367, 2022. <https://doi.org/10.5902/1980509863661>.

IBGE. **Produção agrícola municipal** – PAM. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 06 out. 2022.

OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., 1983, Curitiba. **Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*): anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p. 17-36. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 15). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102798/1/AreaDistribuicao.pdf>. Acesso em: XX dez. 2022.

PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. **Erva 20**: sistema de produção de erva-mate. Brasília - DF: Embrapa, 2019. 152 p. il.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BARROS, N. F. de; ALMEIDA, I. C. de; LEAL, G. P.; FONTES, L.; NEVES, J. C. L.; WENDLING, I.; REISSMANN, C. B. Effect of potassium fertilization on yield and nutrition of yerba mate (*Ilex paraguariensis*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1469-1477, 2014. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832014000500012>.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BARROS, N. F. de; ALMEIDA, I. C. de; SIMIQUELI, G. F.; NEVES, J. C. L.; WENDLING, I.; REISSMANN, C. B. Adubação nitrogenada e intervalos de colheita na produtividade e nutrição da erva-mate e em frações de carbono e nitrogênio do solo. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1199-1214, 2019. <https://doi.org/10.5902/1980509810843>.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; DE BARROS, N. F.; DE ALMEIDA, I. C.; WENDLING, I. Intervalos de colheita e adubação potássica influenciam a produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no Estado do Paraná. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 509-518, 2017a. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5380/1980509810843>.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; DE BARROS, N. F.; FONTES, L. L.; ALMEIDA, I. C. de; NEVES, J. C. L.; WENDLING, I. Manejo de colheita e adubação fosfatada na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em fase de produção. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 783-797, 2017b. <https://doi.org/https://doi.org/10.5902/1980509828629>.

SILVA, M. A. F. da; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. da. Impacto de mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica potencial de *Ilex paraguariensis*. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2069-2079, 2018. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869437>.

TOMASI, J. de C. **Bioactive compounds of yerba mate according to genotype, nitrogen fertigation and drying methods and acceptance of mate tea by consumers**. 2020. 142 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/68949>. Acesso em: 18 out. 2022.

VIEIRA, L. M. ***Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.:** miniestaquia, caracterização química e produtiva de diferentes genótipos em sistema semi-hidropônico. 2022. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/77462>. Acesso em: 18 out. 2022.

WENDLING, I.; BRONDANI, E. Produção de mudas de erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTINI, D. (ed). **Propagação e nutrição da erva-mate**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 12-98.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000200019>.

WENDLING, I.; SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; AUER, C. G.; PENTEADO, S. do R. C.; QUEIROZ, D. L. de; SANTOS, Á. F. do. **Manual de produção de mudas clonais de erva-mate**. Colombo: Embrapa Florestas, 2020. 47 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 336). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1123804>. Acesso em: 18 out. 2022.

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digital (2022): PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Florestas****Presidente**

Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente

José Elidney Pinto Júnior

Secretária-Executiva

Elisabete Marques Oaida

Membros

Annete Bonnet

Cristiane Aparecida Fioravante Reis

Elenice Fritzsos

Krisle da Silva

Marcelo Francia Arco-Verde

Marilice Cordeiro Garrastazú

Susete do Rocio Chiarello Penteado

Valderés Aparecida de Sousa

Supervisão editorial/Revisão de texto

José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica

Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Luciane Cristine Jaques

Foto capa

Matheus Samponi Tucunduva Arantes

CGPE: 017965