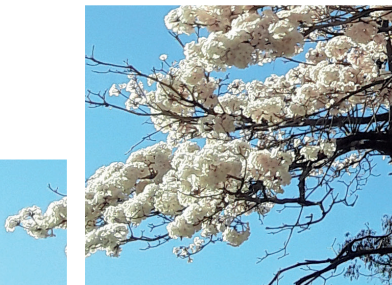
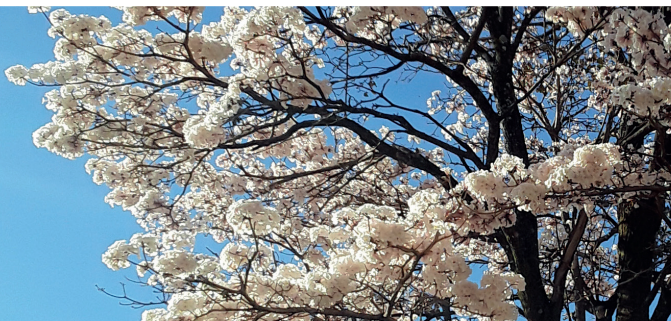
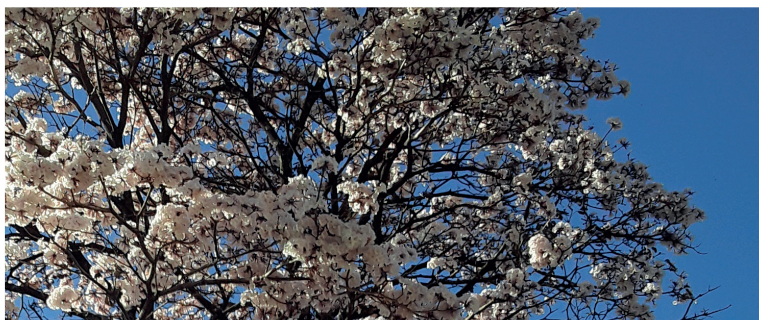
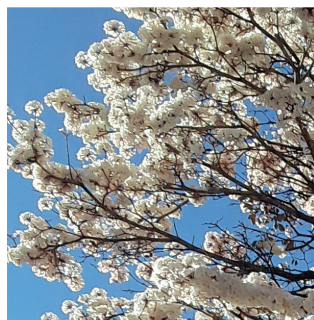


DOCUMENTOS

375

ISSN 1517-5111
ISSN on-line 2176-5081
Abril/2021

Particularidades biológicas de espécies de ipês de ocorrência no Cerrado Brasileiro



Embrapa

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 375

Particularidades biológicas de espécies de ipês de ocorrência no Cerrado Brasileiro

Sebastião Pires de Moraes Neto

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Alessandra Duarte de Oliveira

Secretária
Alessandra S. G. Faleiro

Membros
Alessandra Silva Gelape Faleiro; Alexandre Specht; Edson Eyji Sano; Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga; Jussara Flores de Oliveira Arbues; Kleberson Worsley Souza; Maria Madalena Rinaldi; Shirley da Luz Soares Araujo

Revisão de texto
Jaime Arbues Carneiro

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Leila Sandra Gomes Alencar

Foto da capa
Sebastião Pires de Moraes Neto

1ª edição
1ª impressão (2021): tiragem 30 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

M827p Moraes Neto, Sebastião Pires de.

Particularidades biológicas de espécies de ipês de ocorrência no Cerrado brasileiro / Sebastião Pires de Moraes Neto. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

86 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081, 375).

1. *Tabebuia*. 2. Madeira. 3. Taxonomia. I. Título. II. Série.

CDD (21 ed.) 635.90981

Shirley da Luz Soares Araújo (CRB-1/1948)

© Embrapa, 2021

Autor

Sebastião Pires de Moraes Neto

Engenheiro Florestal, doutor em Ciências Biológicas,
Pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Apresentação

As espécies de ipês possuem, no geral, aptidões paisagísticas devido ao seu florescimento conspícuo, especialmente nas cores amarelo, roxo, rosa e branco. A madeira de algumas espécies é considerada de lei, atingindo seu maior valor em pisos de madeira para uso externo (decks). As espécies, sobretudo as que possuem o composto químico lapachol, apresentam propriedades medicinais, em que este e outros compostos são utilizados e continuam sendo pesquisados pela indústria farmacêutica e universidades e, tradicionalmente, usados na medicina popular. Por essas características e, pela falta de uma abordagem mais ampla em aspectos científicos, esta revisão procurou preencher esta lacuna, enfatizando que a maioria das espécies tratadas nesta compilação ocorre naturalmente no bioma Cerrado.

Sebastião Pedro da Silva Neto
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução.....	9
Características botânicas e da madeira	10
Silvicultura	20
Dendrocronologia	20
Micorrizas	22
Biometria	23
Efeito de metais pesados em plantas e biorremediação.....	27
Nutrição e produção de mudas	28
Fisiologia, anatomia, morfologia.....	32
Sementes	40
Ecologia.....	50
Conservação e biologia reprodutiva.....	52
Biotecnologia e propagação	55
Pragas e doenças.....	60
Qualidade e química da madeira.....	64
Economia.....	69
Considerações finais	72
Referências	72

Introdução

As árvores ou arbustos das espécies conhecidas popularmente como ipê possuem como atrativos, no geral, flores vistosas que podem ser usadas em parques e jardins; algumas produzem madeira de qualidade e podem ser extraídos compostos de uso medicinal de algumas. Até bem pouco tempo, as espécies de ipê estavam enquadradas na sua maioria no gênero *Tabebuia*, hoje separado nos gêneros *Roseodendron*, *Handroanthus* e, algumas espécies continuam no gênero *Tabebuia*. Os ipês pertencem à família Bignoniaceae (Figura 1).



Figura 1. Distribuição da família Bignoniaceae no mundo.

Fonte: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>

Estudos moleculares recentes mostraram que *Tabebuia* é polifilético, necessitando de revisão taxonômica. Essas revisões são feitas ressurgindo dois gêneros para conter classes segregadas de *Tabebuia*. *Roseodendron* Miranda consiste nas duas espécies com cálices espatáceos de textura semelhante à corola. *Handroanthus* Mattos compreende as espécies principalmente de flores amarelas com um indumento de pelos cobrindo as folhas e o cálice. As espécies de *Handroanthus* também são caracterizadas por possuir madeira extremamente densa contendo grandes quantidades de lapachol. *Tabebuia* é restrita àquelas espécies com flores brancas a vermelhas ou raramente amarelas e com um indumento de escamas sem pedúnculo (com hastes) ou sésseis (desprovido de pedúnculo) (Grose; Olmstead, 2007). Santos (2017) corrobora na separação desses três gêneros tendo como ferramenta caracteres

anatômicos. No geral, o gênero *Tabebuia* apresenta madeira com fibras de paredes finas a espessas e raios não estratificados, o gênero *Handroanthus* apresenta fibras de paredes muito espessas e raios com estratificação normal e, o gênero *Roseodendron*, apresenta fibras de paredes finas a espessas e raios largos, não estratificados.

Contudo, nesta compilação, apesar de recentemente ser utilizado na literatura científica o gênero *Handroanthus*, citando como exemplo espécies como *Handroanthus impetiginosus* (que é o mesmo que *Tabebuia impetiginosa*) e *H. heptaphyllus* (que é o mesmo que *Tabebuia heptaphylla*), foi mantido a nomenclatura original dos trabalhos em que se baseou esta revisão. Considerou-se também neste trabalho que *Tabebuia avellanadae* é sinônimo de *Tabebuia impetiginosa*.

Nesta revisão foi dada ênfase as árvores com aptidão madeireira e de ocorrência no Cerrado. Após levantamento bibliográfico, as espécies que foram citadas com mais frequência neste estudo foram: *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo), *H. ochraceus*, *H. chrysotrichus*, *H. impetiginosus*, *H. serratifolius*, *Tabebuia aurea* e *Tabebuia roseoalba* (ipê-branco).

Características botânicas e da madeira

A seguir são apresentadas algumas características botânicas e da madeira de ipês de ocorrência no Cerrado:

***Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore (Figura 2)**

Nomes populares: caraíba, caraiqueira, craibeira, ipê-amarelo, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, sambaíba.

Árvore: até 25 m altura; ramos cilíndricos, glabros.

Folhas: 3-5-folioladas, decíduas.

Cápsulas: 9,8 cm–18 cm x 1,4 cm–2,5 cm, verde-amarronzadas, lisas.

Núcleo seminífero ca. 1,3 cm x 2,1 cm; alas ca. (cerca de) 1,8 cm comprimento (Espírito Santo et al., 2013).



Foto: Sebastião Pires de Moraes Neto

Figura 2. *Tabebuia aurea*.

Frutificação: frutos imaturos a partir de julho, maturação de setembro a outubro (Almeida et al., 1998).

Domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal.

Tipos de vegetação: Área Antrópica, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial) (Lohmann, 2015).

A espécie possui madeira flexível, sendo considerada de fácil manuseio, sobretudo, pela facilidade de serrar e polir. É utilizada para fabricação de móveis, caixotes, esquadrias, tábuas para embarcações, vigamento e cabos de ferramentas. O cerne de coloração bege, é dotado de muita elasticidade. A madeira é moderadamente pesada, densidade aparente média de 0,69 g/cm³ (Faria, 2016), textura média, grã-irregular, de baixa resistência ao apodrecimento (Andrade-Lima, 1989; Pereira et al., 2003 apud Lima et al., 2018).

***Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith, Kew Bull) (Figura 3)**

Nomes Populares: ipê, ipê-branco, ipê-rosa, pau d'arco, pau-d'arco-branco, pau-d'arco-roxo, peroba.

Árvore: até 22 m de altura; ramos cilíndricos, glabros.

Folhas: 3-folioladas, decíduas.

Cápsulas: 17,2 cm–23,9 cm × 0,5 cm–0,6 cm, amarronzadas, levemente costadas (Espírito Santo et al., 2013).

Floração: de julho a agosto em São Paulo.

Frutificação: de agosto a setembro em São Paulo (Carvalho, 2003).

Domínios fitogeográficos: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica.

Tipos de vegetação: Área Antrópica, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual (Lohmann, 2020a).



Foto: Sebastião Pires de Moraes Neto

Figura 3. *Tabebuia roseoalba*.

É espécie muito estudada por ser de valor econômico, considerando-se a finalidade ornamental e utilização de sua madeira na construção civil, principalmente para acabamentos internos; é adaptada e destinada à recomposição da vegetação arbórea em terrenos secos e pedregosos. Sua ocorrência estende-se por São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, na floresta latifoliada semidecídua (Lorenzi, 2002). Sua densidade aparente está entre 0,92 g cm⁻³ a 1,08 g cm⁻³ a 15% de umidade (Mainieri; Chimelo 1989 apud Carvalho, 2003).

***Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose**

Nomes populares: ipê-amarelo, ipê-ovo-de-macaco, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo.

Árvore: até 25 m altura; ramos cilíndricos, pubescentes na porção apical.

Folhas: 3- ou 5-folioladas.

Cápsulas: 33 cm–53,2 cm × 0,8 cm–1,3 cm, esverdeadas, lisas, glabrescentes (Espírito Santo et al., 2013).

Sementes: 1 cm a 3 cm de comprimento x 0,8 cm de largura, sem as asas (Nery, 2005).

Florescimento: agosto a outubro no Maranhão.

Frutificação: setembro a outubro no Maranhão (Muniz, 2008). Ocorre da Colômbia à Bolívia e em praticamente todo o território brasileiro, especialmente na Mata Atlântica (Gentry 1992 apud Espírito Santo et al., 2013).

Domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal.

Tipos de vegetação: Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista (Lohmann, 2020b).

Apresenta madeira pesada (densidade aparente de 1,08 g/cm³), duríssima, difícil de serrar, rica em cristais de lapachol, infinitamente durável sob quaisquer condições, com alborno distinto do cerne. Possui superfície pouco brilhante, lisa, oleosa e de coloração pardo-clara até pardo acastanhado-escura,

com reflexos esverdeados. A madeira é própria para construções pesadas e estruturas externas, tanto civis como navais, como quilhas de navios, pontes, dormentes, postes, para tacos e tábuas de assoalho, confecção de tacos de bilhar, bengalas, eixo de rodas, etc. (Lorenzi, 2002; Ferreira et al., 2004, apud Campelo, 2014).

***Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos** (Figura 4)



Foto: Sebastião Pires de Moraes Neto

Figura 4. *Handroanthus impetiginosus*.

Nomes populares: ipê, ipê-rosa, ipê-roxo, pau-d'arco, pau-d'arco-roxo.

Árvore: até 15 m de altura; ramos cilíndricos, glabrescentes.

Folhas: 3- ou 5-folioladas; pecíolo 2,7 cm–15,2(–22,7) cm comprimento, cilíndrico, pubescente ou glabro.

Cápsulas: 13,2 cm–42 cm × 0,8–1,5 cm, amarronzadas, lisas, glabrescentes, ocasionalmente lepidotas.

Núcleo seminífero: ca. 0,8 cm × 1,4 cm; alas ca. 9 mm comprimento (Espírito Santo et al., 2013).

Floração: de maio a junho no Distrito Federal.

Frutificação: agosto no Distrito Federal (Carvalho, 2003).

Amplamente distribuída, do noroeste do México ao noroeste da Argentina, em diferentes formações vegetais, sendo mais comum em floresta estacional semidecidual e decidual (Gentry 1992 apud Espírito Santo et al., 2013). Os solos da área de ocorrência natural são úmidos, bem drenados e com textura franca a argilosa. Os solos com baixos teores de nutrientes são limitantes ao seu crescimento (Carvalho, 2003; Garrido, 1981, apud Campelo, 2014).

Domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal.

Tipos de vegetação: Área Antrópica, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Savana Amazônica, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos (Lohman, 2020c).

Apresenta madeira densa com densidade aparente de 0,92 g cm⁻³ a 1,08 g cm⁻³ a 15% de umidade e densidade básica de 0,79 g cm⁻³ (Jainieri; Chimelo, 1989; Jankowsky et al., 1990, apud Campelo, 2014). Cerne e alborno não são diferenciados, de coloração pardo-acastanhada ou pardo-havana-clara, geralmente uniforme; superfície pouco lustrosa e medianamente lisa ao tato; textura fina a média e uniforme; grã-direita ou reversa. A madeira é resistente ao ataque de organismos xilófagos e altamente resistente a fungos e cupins e de fácil trabalhabilidade, é utilizada na construção civil, confecção de artigos de esporte, cabos de ferramentas de implementos agrícolas, peças torneadas e fabricação de instrumentos musicais, além de fornecer lenha de boa qualidade (Carvalho, 2003; Paes et al., 2005; Cavalcante, 1982, apud Campelo, 2014).

***Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos**

Árvore: até 25 m altura; ramos cilíndricos, glabrescentes.

Folhas: 5-folioladas; pecíolo 3,6 cm–11,3 cm comprimento, cilíndrico, glabro.

Cápsulas: medem até 50 cm, são pretos, secos e deiscentes, do tipo síliqua. A dispersão é realizada através do vento, as sementes medem de 2,5 cm a 3 cm de comprimento e são aladas (Wikipedia, 2018).

Floração: de junho a setembro em São Paulo.

Frutificação: de julho a novembro em São Paulo (Carvalho, 2003).

Domínios fitogeográficos: Cerrado, Mata Atlântica.

Tipos de vegetação: Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial) (Lohmann, 2020d).

Apresenta madeira densa (0,90 g/cm³ a 1,07 g/cm³ a 15% de umidade), de alburno claro e cerne amarelo-escuro a marrom-oliva, até castanho-esverdeado; alta maleabilidade e resistência mecânica; resistente ao ataque de insetos e ao apodrecimento. Na medicina popular, a casca da espécie está entre os produtos amazônicos mais procurados. É considerada madeira-de-lei, adequada à confecção de móveis de luxo, instrumentos musicais, construção civil e naval, tonéis, etc. Produz lenha de boa qualidade e é usada na fabricação de carvão. (Carvalho, 2003; Campos Filho; Sartorelli, 2015).

***Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos (Figura 5)**



Foto: Claudio Bezerra

Figura 5. *Handroanthus ochraceus*.

Nomes populares: ipê, ipê-amarelo, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, tarumã, ipê-do-campo, ipê-do-cerrado e ipê-pardo (Lorenzi, 2002 apud Alvarenga, 2018; Espírito Santo et al., 2013).

Árvore ou arbusto: até 16 m altura; ramos cilíndricos a subtetragonais, glabrescentes quando adultos, estrelado-tomentosos quando jovens.

Folhas: (3)5-folioladas; pecíolo 3,4 cm–12,3 cm comprimento, cilíndrico a subtetragonal, tomentoso.

Cápsulas: 11,8 cm–32,3 cm × 1,1 cm–1,8 cm, marrom-ferrugíneas, lisas, lanosas, tricomas estrelados e dendroides.

Núcleo seminífero: 0,7 cm × 1,2 cm; alas ca. 8 mm comprimento.

Florescimento: entre julho e novembro.

Frutificação: setembro e dezembro.

Amplamente distribuída, de El Salvador ao noroeste da Argentina, sendo mais frequente em florestas secas ou sazonalmente secas (Gentry 1992 apud Espírito Santo et al., 2013). No Brasil, é típica do Cerrado (Espírito Santo et al., 2013).

Domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica.

Tipos de vegetação: Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos (Lohmann, 2020e).

Utilizada para usos externos, como postes, dormente e cruzetas, para acabamentos internos na construção civil, como assoalhos, batentes, e escadas na marcenaria. Por apresentar grande exuberância na natureza pode ser empregada com sucesso no paisagismo em geral, além de sua aplicação na construção de bolas de boliche, cabos, tornearia, piso e instrumentos musicais (Pott; Pott, 1994; Lorenzi, 2002 apud Alvarenga, 2018). A espécie é útil para plantios em áreas degradadas de preservação permanente, em terrenos secos (Lorenzi, 2002 apud Alvarenga, 2018). De acordo com o IPT (1989) a densidade aparente a 15% de umidade é 1,01 g/cm³, a densidade básica é 0,840 g/cm³ e a contração radial: 4,0%, a tangencial: 5,9% e a volumétrica: 10,9%.

***Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos**

Nomes populares: ipê, ipê-amarelo, ipê-tabaco, ipezinho, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, pau-d'arco bico-de-saracura.

Árvore: até 50 m de altura; ramos cilíndricos a subtetragonais, tomentosos quando jovens.

Folhas: (3)5–folioladas; pecíolo 1,9 cm–6,3 cm comprimento, cilíndrico, estrelado-tomentoso; pecíolulos centrais 0,6 cm–2,3 cm comprimento.

Cápsulas: 11,2 cm–32,3 cm × 0,8 cm–1,3 cm, marrom ferrugíneas, lisas, lanosas, tricomas estrelados e dendróides.

Núcleo seminífero: ca. 0,5 cm × 1,1 cm; alas ca. 1 cm comprimento.

Ocorre na Mata Atlântica brasileira, mas também em formações arbustivas ou abertas, assim como em áreas perturbadas (Gentry 1992 apud Espírito Santo et al., 2013).

Florescimento: entre agosto e novembro.

Frutificação: entre agosto e janeiro, podendo ocorrer uma segunda floração e frutificação menos intensa entre março e maio (Espírito Santo et al., 2013).

Domínios fitogeográficos: Cerrado, Mata Atlântica.

Tipos de vegetação: Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Restinga, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos (Lohmann, 2020f).

Madeira acinzentada, clara, dura, muito resistente ao tempo, flexível e difícil de serrar. Usada na construção civil com vigas, caibros, ripas e assoalhos; na construção naval e em obras externas como postes, cercas e dormentes. Árvore comumente usada no paisagismo de parques e jardins pela beleza e pelo porte. Essa espécie é considerada como a árvore símbolo brasileira (Escola Superior de Agricultura..., 2020).

***Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. (Figura 6)**

Fotos e montagem: Paulo Ermani Ramalho Carvalho

Figura 6. *Zeyheria tuberculosa*.

Nomes populares: bucho-de-boi, bucho-de-veado, cedrinho, culhões-de-bode, cunhão-de-bode, ipê-felpudo, ipê-preto, coité, pau-d'arco-de-cuia, tamborim.

Árvore: até 20 m de altura; ramos subtetragonais, estrelado-tomentosos.

Folhas: (3)5-folioladas; pecíolo 6,2 cm–19,2 cm comprimento, subtetragonal, estrelado tomento.

Cápsulas: 7,8 cm–12 cm × 7,5 cm–11,5 cm, orbiculares, castanho escuras, fimbriadas.

Núcleo seminífero: ca. 2 cm × 1,6 cm; ala ca. 1,7 cm comprimento. Ocorrência no Nordeste e Sudeste do Brasil, sendo certamente disjunta na Bolívia (Lohmann 2012; Gentry 1992 apud Espírito Santo et al. 2013). Ocorre na floresta ombrófila densa, floresta estacional decidual, formações submontanas e cerradão. Floresce entre janeiro e maio e frutifica entre fevereiro e agosto (Espírito Santo et al., 2013).

Floração: de outubro a fevereiro em São Paulo.

Frutificação: de maio a outubro em São Paulo (Carvalho, 2003). A densidade aparente da madeira é de 0,75 g cm⁻³ a 0,80 g cm⁻³ (15% de umidade). A madeira do ipê-felpudo pode ser usada em construção civil (estruturas de casas e telhados, pisos, paredes de tábuas), obras externas (pontes), tacos de assoalho; atividades agropecuárias (cercas, mourões, postes, currais, paióis, cabos de ferramentas e instrumentos agrícolas) principalmente em pequenas propriedades rurais e como dormentes (Carvalho, 2003).

Domínios fitogeográficos: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica

Tipos de vegetação: Floresta Estacional Decidual (Lohmann, 2020g).

Silvicultura

O cultivo de árvores necessita do conhecimento da espécie a ser plantada. Esse conhecimento depende entre outros fatores do clima, solo, nutrição, formação das mudas, estudo de crescimento e se a espécie serve para restauração de áreas degradadas e biorremediação. Alguns destes itens serão tratados neste tópico.

Dendrocronologia

O uso de informações obtidas por estudos com anéis de crescimento (dendrocronologia) é cada vez mais frequente e é muito importante para florestas naturais tropicais onde a demanda por madeira é grande, mas geralmente não existem dados disponíveis sobre o crescimento das espécies arbóreas para a estruturação de programas de manejo. Mattos e Seitz (2008) determinaram a idade e os incrementos radiais, através dos anéis de crescimento de *Handroanthus impetiginosus* (ipê-rosa). As árvores de ipê-rosa apresentavam idade entre 15 a 30 anos, com crescimento anual médio em diâmetro a 1,3 m do solo, variando entre 4,8 mm a 11,6 mm. O tempo médio para ipê-rosa atingir 40 cm de diâmetro foi estimado em, no mínimo, 55 anos.

A técnica de dendrocronologia também foi utilizada por Schneider et al. (2000) em *Handroanthus impetiginosus*, plantados com o objetivo inicial de arborização em espaçamentos amplos. O incremento corrente anual percentual em volume comercial variou de 54,02%, com, 7 anos a 11,26%, aos 21 anos. Já o fator de forma comercial, foi 0,7 para diâmetros entre 5,2 cm e 30,0 cm,

nas idades de 7 e 21 anos. Estimou-se aos 21 anos de idade, DAP de 30 cm, volume comercial de 0,3634 m³.

Para que se obtenham informações dendroecológicas mais precisas, os anéis de crescimento das árvores precisam estar bem definidos, sendo que fatores edafoclimáticos podem induzir a formação de anéis anuais. Para verificar esta afirmação, estudo foi realizado por Mattos et al. (2004) para determinar a correlação entre a precipitação pluviométrica e o crescimento de *Tabebuia heptaphylla* no Pantanal (espécie nativa da região), pela análise dos anéis de crescimento. A idade da árvore foi estimada em 16 anos e a correlação do incremento radial com a precipitação foi significativa em nível de 5% para os discos de 1 m a 5 m de altura. Concluiu-se que a espécie *T. heptaphylla* apresenta grande potencial para ser utilizada em estudos dendroecológicos.

Os efeitos de mudanças climáticas podem ser estudados por meio da dendroclimatologia (subárea da dendrocronologia), a partir da análise das relações entre as variáveis climáticas e meteorológicas e o crescimento do xilema de espécies arbóreas. A variação radial do caule de *Tabebuia chrysantha* (ipê-amarelo) em diferentes ecossistemas de Floresta tropical foram estudados por Volland-Voigt et al. (2011), principalmente em relação ao déficit de pressão de vapor. A duração do período ativo cambial variou entre 3 a 7 meses na floresta tropical baixa e 2 a 4 meses na floresta seca, respectivamente. Observou-se que esta espécie é capaz de reduzir o impacto da seca sazonal por mecanismos adaptativos, como derrubada de folhas e utilização das reservas de água no solo. As árvores de ipê-amarelo sobrevivem a 8 meses de seca na floresta seca tropical e também crescem sob condições muito úmidas na floresta tropical montana.

Os efeitos do clima e da seca no crescimento radial usando dendrocronologia em sete espécies de árvores de folha caduca que coexistem em uma floresta seca tropical boliviana submetida à seca sazonal foi analisada por Mendivelso et al. (2014). No geral, a precipitação explicou de 6,4% (*Caesalpinia pluviosa*) a 22,0% (*Centrolobium microchaete* e *Zeyheria tuberculosa*) da variação interanual nos índices de crescimento. Em relação à temperatura do ar, *T. impetiginosa* e *Z. tuberculosa* não responderam a este parâmetro em nenhuma escala de tempo analisada. O índice de evapotranspiração e precipitação padronizado (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI) mostrou coeficiente de correlação de 0,63 com a variação da largura do anel da árvore de *Z. tuberculosa*, enquanto foi de 0,45 para *T. impetiginosa*, durante o período experimental.

Micorrizas

Em muitas regiões desmatadas dos trópicos, o reflorestamento com espécies arbóreas nativas pode valorizar áreas crescentes de terras degradadas, anteriormente sobre terras usadas e abandonadas. A inoculação de mudas de árvores tropicais com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) pode melhorar o crescimento e a viabilidade das árvores, mas a eficiência pode depender do genótipo da planta e do FMA (Schübler et al. 2016). O estabelecimento de mudas micorrizadas de três espécies, entre elas *Tabebuia roseoalba*, em dunas de rejeito de mineração foi estudado por Souza (2008a). As mudas de *T. roseoalba* receberam, em viveiro, tratamento de inoculação com *Acaulospora longula* Spain; mistura de FMAs nativos e, de adubação com 10% e 15% de esterco, para cada tratamento. Após 13 meses no campo, constatou-se que a simbiose foi positiva em relação à produção e incremento de biomassa e/ou absorção de nutrientes quando comparadas às plantas controle.

Sete FMAs (fungos micorrízicos arbusculares) filogeneticamente diversos, nativos do Equador, de sete gêneros (*Diversispora* sp., *Claroideoglossum* sp., *Ambispora* sp., *Archaeospora* sp., *Rhizophagus* sp., *Acaulospora* sp., *Dentiscutata savannicola*) e um FMA não nativo (*Rhizophagus irregularis*) foi utilizado por Schüber et al. (2016) para inocular três espécies de árvores com potencial de cultivo tropical (PCT). Observou-se que todos os fungos utilizados promoveram crescimento similar nas plantas das três espécies, entre elas *Handroanthus chrysanthus*. Para esta espécie, a aplicação de dosagem baixa de fertilização adicionado com FMA apresentou maior crescimento em altura, diâmetro do colo, biomassa aérea e radicular.

Aspectos da relação fungos micorrízicos arbusculares e espécies arbóreas do sudeste brasileiro foram observados por Pouyu-Rojas et al. (2006). Os fungos estudados foram: *Scutellospora pellucida*, *Acaulospora scrobiculata*, *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora gigantea*, *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum*, *Scutellospora gregaria*, *Glomus clarum* e isolados oriundos de agrossistemas e de mata, os quais foram inoculados em dezesseis espécies vegetais. Entre estas espécies estava *Tabebuia serratifolia* (ipê-amarelo), o qual mostrou melhor resposta de matéria seca da parte aérea, quando se utilizou às espécies *S. pellucida*, *E. colombiana*, *G. margarita*, fungos da floresta, do agrossistema e *G. clarum*.

Os efeitos dos FMAs *Gigaspora albida*, *Rhizophagus clarus* e inóculo misto (*G. albida* e *R. clarus*) em três espécies nativas: araçá-vermelho (*Psidium cattleianum*), ipê-amarelo (*Handroanthus albus*) e ipê-roxo (*Handroanthus avellanadae*) foram estudados por Ângelo (2019). Testou-se quatro tratamentos: T1 – testemunha, T2 – inoculação com *Rhizophagus clarus*, T3 – inoculação com *Gigaspora albida* e T4 – coinoculação *R. clarus* e *G. albida*. Para *H. albus* e *H. avellanadae*, observou-se que os maiores valores de crescimento e massas foram observados na inoculação com *G. albida*.

Uma das possíveis vantagens de plantas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) é o aumento da resistência a estresse hídrico. Em plantas cultivadas em substrato não esterilizado, inoculado ou não com FMAs, Moratelli et al. (2007) analisaram, através de dois experimentos em separado, o efeito de quatro intensidades de luz (70%, 50%, 30% e 4% da luz solar incidente) e de dois regimes hídricos (saturado e insaturado) sobre o crescimento e micorrização (FMAs selecionados - *Glomus clarum* e *G. etunicatum* e FMAs nativos) de plântulas de *Tabebuia avellanadae*. Observaram que a micorrização por fungos selecionados mostrou-se benéfica para minimizar os efeitos da deficiência hídrica, indicando a importância da inclusão de uma população de FMAs mais eficientes em ambientes suscetíveis à seca. Somente no nível de 4% de luz não houve micorrização das mudas.

Biometria

Os modelos ou equações de crescimento e fatores de forma normalmente são usados para áreas específicas de plantio para diminuir o trabalho de medições à campo, onde valores de altura e volume são estimados. O crescimento e a seleção de equações para quatro espécies florestais nativas foram estudados por Tonini et al. (2005). Para *Tabebuia avellanadae* (ipê-roxo) de 7 anos de idade em espaçamento 2,5 m x 2,0 m, observaram-se os seguintes resultados: valor médio de DAP foi de 10,7 cm; altura, 8,3 m; fator de forma comercial, 0,44; e volume comercial, 42,3 m³/ha. A equação hipsométrica de Prodan apresentou melhor ajuste para todas as espécies. A equação de volume de Meyer foi a melhor para ipê-roxo.

Em tempos de discussões sobre o aquecimento global e mudanças climáticas, projetos de restauração ambiental que visam a fixação do CO₂ atmosférico na biomassa vegetal são essenciais no combate ao aumento da concentração

de gases de efeito estufa. Um método bastante eficiente para sequestrar o carbono da atmosfera é por meio de reflorestamentos e quantificação da biomassa e do carbono destes estandes (Robortella, 2010). Este autor estudou equações de biomassa e estoques de carbono de seis espécies em plantios mistos no noroeste do Mato Grosso. Verificou que os modelos recomendados para estimar a biomassa dos ipês com intervalo de confiança de 95% foram: para *Tabebuia aurea* ($\ln P = -2,032 + 2,397 \cdot \ln DAP$; $IC \pm 6,19\%$) para árvores de até 20 cm de diâmetro à altura do peito (DAP); e *Tabebuia chrysotricha* ($\ln P = -1,442 + 2,058 \cdot \ln DAP$; $IC \pm 10,64\%$) para árvores de até 15 cm de DAP, em que P = peso da biomassa seca total (kg) e DAP em cm. Em relação a distribuição (%) de biomassa em 10 árvores por espécie com idades entre 7 a 10 anos, *T. chrysotricha* apresentou 7,0% de folha, 19,6% de galho fino, 41% de tronco e 32,5% de raiz e, *T. aurea*, apresentou 5,0% de folha, 21,3% de galho fino, 0,5% de galho grosso, 47,1% de tronco e 26,1% de raiz. Numa situação hipotética, *T. chrysotricha* com idade média de 8,5 anos e espaçamentos de plantio de 3 m x 3 m e 3 m x 2 m apresentaria 25,5 t ha⁻¹ e 38,3 t ha⁻¹ e, *T. aurea*, nos espaçamentos de 3 m x 3 m e 3 m x 2 m, apresentaria 16,2 t ha⁻¹ e 24,3 t ha⁻¹ (Robortella, 2010).

O conhecimento da relação entre o DC (diâmetro da copa) e o DAP (diâmetro à altura do peito) possibilita o cálculo do número máximo de árvores por hectare, quando um certo diâmetro ou uma certa distribuição de diâmetros é desejada. Tonini e Arco-Verde (2005) realizaram estudo para definir diretrizes para o desbaste de quatro espécies nativas da Amazônia, dentre elas *Tabebuia avellanedae* (ipê-roxo) a partir da verificação das relações entre os principais índices morfométricos da copa e o crescimento em diâmetro e altura. As árvores foram plantadas em espaçamento de 2,5 m x 2 m, com 7 anos de idade no momento da análise. Estimou-se pela equação $\ln DC = b_0 + b_1 \cdot \ln^2 DAP$ (DC=diâmetro da copa), para ipê-roxo, o número máximo de árvores que deve ser mantido num povoamento para que se alcance o diâmetro médio desejado. Determinou-se para se atingir um DAP de 14 cm aos 7 anos de idade, que o diâmetro da copa teria 4,8 m com área de 17,8 m² e o número de árvores por hectare seria de 562 para se obter esses valores.

Plantios de ipês são escassos em condições de Cerrado e, em geral, os dados que se tem, normalmente são de povoamentos juvenis, contudo, fez-se compilação de dados silviculturais de espécies que ocorrem no Cerrado (Tabela 1).

Tabela 1. Dados de crescimento de algumas espécies de ipês em função de algumas características das áreas experimentais.

Espécie	Idade (mês)	Altura (m)	DAP (cm) ou DC (cm)	Espaçamento	Solo	Adubação	Fonte
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	72	5,0	8,1	3 m x 2 m	Latossolo Amarelo textura argilosa	60 g superfosfato triplo	Souza et al. (2010)
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	28	2,65	n.d.	2 m x 2 m	n.d.	n.d.	Carvalho e Costa (1981)
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	36	2,2	3,5 (DC)	3 m x 2 m	n.d.	n.d.	Gorenstein et al. (2006)
<i>H. serratifolius</i>	180	7,2	23,3	Em tomo 10 m x 10 m	Neossolo quartzarênico	Sem adubação nem calagem	Veras et al. (2010)
<i>H. impetiginosus</i>	16	1,08	2,1 DC	10 m x 4 m	Latossolo Vermelho argiloso distrófico	Calagem e adubação NPK 8-28-16 + Zn e B na cova.	Melotto et al. (2009)
<i>Tabebuia avellanedae</i>	84	8,3	10,7	2,5 m x 2,0 m	Argissolo	60 g de P na cova	Tonini et al. (2005)
<i>T. aurea</i>	114	n.d.	4,7	16,3 m ²	Predomina Latossolos Amarelos argilosos e Argissolos arenosos	60 g NPK 4-30-10	Robortella (2010)
<i>T. chrysotricha</i>	102	n.d.	6,5	13,9 m ²	Predomina Latossolos Amarelos argilosos e Argissolos arenosos	60 g NPK 4-30-10	Robortella (2010)
<i>T. serratifolia</i>	24	Sequ: 3,5 Irrig: 3,0	Sequ: 4 Irrig: 2,7	3 m ² x 2 m	Neossolo Quartzarênico	120 g NPK 10-28-20 30 g FTE BR 12	Campelo (2014)

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécie	Idade (mês)	Altura (m)	D/AP (cm) ou DC (cm)	Espaçamento	Solo	Adubação	Fonte
<i>T. impetiginosa</i>	24	Sequi: 6,0 Irig: 6,2	Sequi: 8 Irig: 9,5	3 m x 2 m	Neossolo Quartzarênico	120 g NPK 10-28-20 30 g FTE BR 12	Campelo (2014)
<i>H. ochraceus</i>	180	12,6	DAP: 16,2 Área basal: 4,2 m ² /ha	Início 12 m ² Final: 52,4 m ²	Planossolo Háptico eutrófico	Sem adubação	Alvarenga (2018)
<i>T. impetiginosa</i>	66	3,7	6,1	4,5 m x 4,5 m	Solo franco-argiloso	Saturação de base alto (>99%)	Hoerber et al. (2014)
<i>T. ochracea</i>	66	3,7	7,1	4,5 m x 4,5 m	Solo franco-argiloso	Saturação de base alto (>99%)	Hoerber et al. (2014)
<i>T. impetiginosa</i>	36	Não irrig 8,7 Irig 9,3	Não irrig 12,8 Irig 13,6	3,0 m x 2,0 m	Neossolo quartzarênico	150 g 10-28-20 + FTE no plantio e a cada 6 meses 50 g 10-28-20; Plantio e podas de Guandu	Correia et al. (2017)

DAP diâmetro à altura do peito; DC – diâmetro do colo; n. d. não definido; Seq=sequeiro (irrigação no primeiro ano); Irig=irrigado permanentemente; n. d.=não definido.

Efeito de metais pesados em plantas e biorremediação

Por metais pesados entendem-se todos aqueles elementos químicos cuja densidade seja superior a 5 kg/dm³. Dentre estes podem ser citados: cádmio, chumbo, níquel, zinco, cobre e manganês. Alguns dos elementos denominados metais pesados, em pequenas concentrações, são nutrientes essenciais ao desenvolvimento de plantas. Entretanto, concentrações excessivas de metais, essenciais e não-essenciais, resultam em fitotoxicidade (Paiva et al., 2004). Estes autores submeteram as mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) a doses crescentes de Cd até 132 µmol/l, em solução nutritiva de Clark por um período de 60 dias. Observou-se que o teor e o conteúdo de Cd nas diferentes partes das mudas foram crescentes em função da dose do metal pesado.

O excesso de Ni nas plantas pode causar sintomas como a clorose e necrose de folhas, iniciando pelas folhas jovens (Macedo; Morril, 2008 apud Xavier, 2014). Este autor avaliou o crescimento inicial das espécies *Handroanthus avellanedae* e *Handroanthus serratifolius* em diferentes dosagens de níquel até a concentração de 60,0 mg L⁻¹, observando que não afetaram de forma significativa o crescimento e desenvolvimento das espécies *Handroanthus avellanedae* e *Handroanthus serratifolius*.

A atividade industrial de produção de ligas metálicas de zinco gera grande quantidade de resíduos químicos. Uma área destinada para a recepção de resíduos, foi selecionada como alvo para um projeto de recuperação ambiental por Pessoa (2010). Os resultados mostraram uma significativa diferença entre o solo controle e o contaminado devido ao pH elevado, menor biomassa microbiana e reduzida concentração de matéria orgânica, fósforo e nitrogênio. A resistência e adaptabilidade às condições da área degradada foi estudada mediante experimento em casa de vegetação para algumas espécies arbóreas. *Tabebuia ochraceae* (Cham.) Standl. (ipê-amarelo-do-Cerrado) mostrou-se promissora para projetos de recuperação de área degradada associado ao uso de matéria orgânica adicional e inoculação com esporos micorrízicos.

Fitorremediação é uma tecnologia de recuperação de ambientes contaminados com resíduos de origem antropogênica. Esta tecnologia utiliza os vegetais e seus simbiontes rizosféricos para estabilizar, extrair, degradar ou volatilizar vários contaminantes orgânicos e inorgânicos (Caires, 2005; Silva, 2007). O

comportamento de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (ipê-roxo) em relação a aplicação doses crescentes de zinco e cobre foi estudado por Caires (2005). Observou-se para ipê-roxo, em relação à aplicação de zinco, que a massa seca da raiz (MSR) não diminuiu com a aplicação da dose de 300 mg kg⁻¹, enquanto a massa seca da parte aérea (MSPA) apresentou pequena queda de valor do controle para as diferentes doses. Em relação ao Cu, a MSPA e MSR, nas diferentes doses de Cu, praticamente não variou entre o controle e as doses aplicadas de Cu no solo.

O solo contaminado por metais pesados pode causar, dependendo da concentração destes, em injúrias para as plantas. O teor de metais pesados e o crescimento de mudas de 20 espécies arbóreas tropicais em solo com elevado grau de contaminação com metais pesados foi estudado por Marques et al. (2000). Observou-se no tratamento com 60% (v/v) de solo contaminado que o coeficiente de impacto no teor proporcional (CITR) – razão da concentração de cada elemento na raiz e na parte aérea (C_r/C_{pa}) com 60% de contaminação, dividido pela razão C_r/C_{pa} de cada elemento no controle - foi para *Tabebuia impetiginosa* de 16,7 para zinco, 2,9 para cádmio e 1,4 para chumbo.

O zinco (Zn) participa de vários processos metabólicos em plantas em concentrações normais. Em ambientes poluídos, as plantas podem desenvolver estratégias diferentes para lidar com o excesso de Zn. O estresse causado pelo zinco pode alterar o metabolismo fotossintético e aumentar a produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) (Gao et al., 2017). Estes autores avaliaram a tolerância ao zinco de *Handroanthus impetiginosus* (ipê-rosa) e *Tabebuia roseoalba* (ipê-branco) em casa de vegetação. O crescimento foi afetado negativamente em ambas as espécies de plantas. Os resultados demonstraram que as raízes e folhas das plantas de Ipê acumulam altas concentrações de Zn, o que evidencia o potencial dessas espécies como candidatas à biorremediação em áreas de Cerrado poluídas por Zn.

Nutrição e produção de mudas

A crescente demanda por projetos de restauração florestal, devido aos desmatamentos e à exploração ilegal de madeira, tem exigido pesquisas sobre a produção e a qualidade de mudas florestais. Ferraz e Engel (2011)

avaliaram a influência de diferentes tamanhos de tubetes na qualidade de mudas de essências nativas de diferentes grupos ecológico-sucessionais, entre elas *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo), com três tamanhos de tubetes para a semeadura: 50 cm³; 110 cm³ e 300 cm³. As mudas de ipê-amarelo apresentaram ganhos consideráveis em biomassa do sistema radicular (51% a 229%) com o aumento do tamanho do tubete. O tubete de 300 cm³ proporcionou mudas com altura e diâmetro do colo superiores aos daquelas produzidas nos demais tubetes, possibilitando reduzir o tempo de produção das mudas.

Na produção de mudas, o tipo de substrato e as dimensões de sacos plásticos são fatores consideráveis. Os efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* foram estudados por Cunha et al. (2005). Os tratamentos consistiram da combinação dos substratos: S1 - terra de subsolo e S2 - terra de subsolo + composto orgânico e de sacos de polietileno preto nas seguintes dimensões: I – 20 cm x 36,5 cm; II - 15 cm x 32 cm; III - 13 cm x 25,5 cm; e IV - 13,5 cm x 19 cm. Para todas as variáveis estudadas, o recipiente I e o substrato S2 sobressaíram em relação aos demais. Entretanto, considerando a diferença entre os resultados e a demanda de substrato e mão-de-obra exigida, no primeiro caso recomenda-se o recipiente II com o substrato S2, para a produção de mudas dessa espécie.

Em geral, as espécies florestais apresentam características distintas de comportamento, sobretudo quanto às exigências nutricionais. O conhecimento do comportamento nutricional peculiar a cada espécie gera maior produtividade, economia e menores impactos ambientais nos plantios florestais (Souza et al., 2006). Os aspectos nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento de plântulas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) em casa de vegetação, em substrato de Latossolo Vermelho-Amarelo de baixa fertilidade foram observados por estes autores. Aos 110 dias do plantio, observou-se que: (a) os nutrientes P e N devem ser prioritários aos estudos de fertilização mineral da espécie; (b) sequência de exigência nutricional apresentada pelas mudas de ipê-roxo em relação ao tratamento completo, considerando a produção de matéria seca da parte aérea em ordem decrescente foi: P > N > S > B > Zn > Mg > Ca > K (Souza et al., 2006).

O substrato e a fertilização são importantes na formação das mudas. As características biométricas de plantas de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*)

formadas, na fase de viveiro, em função de quatro substratos, variando as soluções de fertirrigação foram estudadas por Sarzi et al. (2010). Para compor os substratos, alocadas em tubetes de 120 mL, foram utilizadas fibras de coco fibrosa e granulada. Recomendou-se a produção de mudas de ipê-amarelo (*T. chrysotricha*) em substratos contendo fibra de coco granulada e soluções de fertirrigação com condutividade elétrica de $1,06 \text{ dS m}^{-1}$.

Entre algumas funções do fósforo ressalta-se a participação no controle hormonal para o crescimento das plantas e pela ativação e desativação de enzimas. Brawers et al. (2002) avaliaram o efeito de diferentes substratos e a adubação fosfatada no desenvolvimento de mudas de paratudo (*Tabebuia aurea*) em condições de viveiro. Observaram que as mudas de duas espécies cultivadas em substratos compostos por terra preta + casca de arroz carbonizada e terra preta + areia + casca de arroz carbonizada proporcionaram melhor desenvolvimento das mudas com base nas características avaliadas (altura, número de folhas e diâmetro da base do caule). A adubação fosfatada foi significativa para o crescimento em altura das mudas de paratudo.

O potássio, depois do nitrogênio, é o macronutriente requerido em maior quantidade pelas culturas. O K está ligado à ativação de vários processos enzimáticos nas plantas, além de controlar a abertura e fechamento dos estômatos, interferindo diretamente na fotossíntese (Freitas et al., 2015). O benefício da adubação potássica na produção de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) foi estudado por estes autores. Aos 60 dias, após o transplante em sacolas de 0,9 L, coletou-se plantas para verificar características de crescimento. Os melhores resultados foram obtidos para doses de K entre 150 mg dm^{-3} a 300 mg dm^{-3} nos parâmetros área foliar, índice de qualidade de Dickson, matéria seca total e a relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz (MSPA/MSR).

O conhecimento sobre o desenvolvimento inicial das mudas é fundamental para o sucesso de atividades de reflorestamento e de plantio em florestas naturais. O desenvolvimento inicial e a eficiência de uso de água e nitrogênio por mudas de quatro espécies florestais nativas e exóticas em condições de casa de vegetação foram avaliados por Souza et al. (2018). Ao final de 240 dias após a semeadura, *Calophyllum brasiliense* e *Tabebuia impetiginosa* apresentaram maior produção de biomassa seca total. *T. impetiginosa* e *Eucalyptus urograndis* apresentaram os maiores valores de área foliar

específica. *T. impetiginosa*, *Toona ciliata* e *E. urograndis* apresentaram os maiores valores de taxa de assimilação líquida. Com base na quantificação do nitrogênio total, *T. impetiginosa* e *T. ciliata* foram as espécies mais eficientes no uso do nitrogênio. *C. brasiliense* e *T. impetiginosa* foram as espécies mais eficientes no uso de água.

O lodo de esgoto devidamente compostado (biossólido) apresenta em sua composição quantidades significantes de matéria orgânica e nutrientes para o crescimento vegetal. Desta forma, sua utilização na composição de substratos para produção de mudas florestais passa a representar não apenas um benefício ambiental, mas também uma ótima escolha do ponto de vista técnico e econômico (Abreu et al., 2017). O potencial de biossólido e substrato comercial para a produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* foram estudados por estes autores. Observou-se aos 134 dias após a semeadura, que o tratamento de 50% de biossólido mais 50% de substrato comercial (v/v) proporcionou mudas de boa qualidade (Abreu et al., 2017).

O efeito do substrato no crescimento e qualidade das mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) foi avaliado por Alves; Freire (2017). O experimento foi realizado em ambiente telado, testando-se diversos substratos e proporções entre eles. As mudas foram acondicionadas em tubetes cônicos de 280 cm³. Aos 210 dias após a emergência, o substrato comercial Plantmax, proporcionou a obtenção de mudas de melhor qualidade em relação aos demais tratamentos, seguido do substrato 70% solo + 30% casca de arroz carbonizada (v/v).

O uso de esterco bovino curtido misturado com outro ingrediente com boa porosidade pode produzir substrato de boa qualidade. Lisboa et al. (2018) verificaram a influência do uso de proporções de esterco bovino na composição do substrato sobre o crescimento e a qualidade das mudas de *Handroanthus heptaphyllus*. Além do esterco bovino, os substratos continham areia lavada na proporção volumétrica constante de 20% e subsolo argiloso nas proporções volumétricas necessárias para completar os 100%. Verificou-se que as mudas de *H. heptaphyllus* responderam positivamente à utilização de 21% a 28% esterco bovino.

O uso de fertilizantes de liberação controlada constitui-se em umas das modernas técnicas na produção de mudas. Porém, existem poucos relatos de

seus efeitos sobre crescimento em espécies florestais nativas em área de domínio ciliar. Diferentes fertilizantes de liberação controlada com um fertilizante convencional no estabelecimento de mudas a campo de *Tabebuia avellanedae* foi testado por Lang (2008). As mudas foram plantadas em uma área de domínio ciliar, mediante adubação na cova, com Basacote 3M, Basacote 6M, Basacote 9M, adubo mineral na formulação 16-8-12 (N, P, K), com dose de 55 g por cova e testemunha. Aos 270 dias após o plantio, no tratamento Basacote 3M, *T. avellanedae* apresentou incremento de comprimento de mudas de 68,3 cm, enquanto com Basacote 9 M o incremento foi de 30,6 cm.

Neste tópico, mostrou-se a importância do estudo de anéis de crescimento em função do clima e do solo que permite inferir o crescimento radial e longitudinal no tempo. As micorrizas, em geral, colaboram para um maior crescimento e sobrevivência das plantas, especialmente em condições adversas. A parametrização do crescimento das árvores diminui o trabalho no campo quando relaciona parâmetros de difícil medição com parâmetros de fácil medição, faz projeções de crescimento e produção, estima a melhor densidade de árvores no talhão, entre outras. A capacidade da planta em absorver metais pesados colabora na biorremediação e restauração de áreas contaminadas. A definição de melhores métodos de nutrição das plantas (viveiro e campo), tipo e tamanho dos recipientes e substratos para produção de mudas, fazem parte de boas práticas para sucesso de um empreendimento florestal.

Fisiologia, anatomia, morfologia

O comportamento ecofisiológico das espécies arbóreas em relações às condições ambientais ajuda a definir melhores estratégias para seus cultivos. Estudo ecofisiológico sobre espécies arbóreas nativas do Cerrado e exóticas foi realizado por Souza (2008b). Observou que o ipê-amarelo (*Tabebuia ser-ratifolia*) tem folhas hipostomáticas (estômatos na face abaxial) com estômatos anomocíticos (sem células subsidiárias). Os estômatos apenas da face abaxial e em baixa densidade é uma adaptação dessa espécie de ocorrência no Cerrado contra a dessecação devido à alta luminosidade. O ipê apresentou mais camadas de parênquima lacunoso do que os eucaliptos, característica adaptativa que permite que essa espécie colonize locais de menor luminosidade.

Haja vista a dificuldade de identificação dos ipês brasileiros em estado vegetativo, Silva et al. (2009) levantaram caracteres que possibilitassem reconhecê-los pela anatomia foliar (lâmina foliar e pecíolo). Folhas de seis espécies de *Handroanthus* (ipês amarelos: *H. chrysotrichus*, *H. ochraceus* e *H. serratifolius*; ipê-branco: *H. roseo-albus*; ipês roxos: *H. heptaphyllus* e *H. impetiginosus*) e de uma espécie de *Tabebuia* (ipê-amarelo: *T. aurea*) foram preparadas para observação em microscopias de luz (exame histológico) e eletrônica de varredura (exame de superfície). Caracteres provenientes da anatomia foliar possibilitaram a diagnose dos ipês como visto na Tabela 2.

Tabela 2. Caracteres anatômicos diagnósticos observados em espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia*. Os sinais + e - significam, respectivamente, presença e ausência. Abreviações: Hc = *H. chrysotrichus*; Ho = *H. ochraceus*; Hs = *H. serratifolius*; Ta = *T. aurea*; Hr-a = *H. roseo-albus*; Hh = *H. heptaphyllus*; Hi = *H. impetiginosus*.

Caracter		Espécie						
		Ipê-amarelo			Ipê-branco		Ipê-roxo	
		Hc	Ho	Hs	Ta	Hr-a	Hh	Hi
Lâmina foliar	Epiderme uni a bisseriada	+	-	+	+	-	+	+
	Anfiestomática	-	-	-	+	-	-	-
	Estômatos protuberantes na face abaxial	+	+	-	-	+	+	+
	Domácias	+	-	+	-	+	+	+
	Mesófilo dorsiventral	-	-	+	-	+	+	-
	Parênquima paravenal	+	-	-	-	-	-	-
	Ondulações pronunciadas na face abaxial	+	+	-	-	-	-	-
	Feixes vasculares pouco espaçados	-	-	-	+	-	-	-
Margem com células parenquimáticas lignificadas	-	+	+	+	+	+	-	
Pecíolo	Epiderme papilosa	+	-	-	+	-	-	-
	Fibras na região interna do floema	+	-	-	-	-	-	-
	Medula oca	-	-	-	-	-	+	+

Fonte: Silva et al. (2009)

As plântulas de *Tabebuia avellanedae* (ipê-roxo) e *T. chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. (ipê-amarelo) foram estudadas morfoanatomicamente por Souza e Oliveira (2004). As plântulas são fanerocotiledonares e epigéias. A raiz é axial e pentarca/heptarca em *T. avellanedae* e tetraarca/hexarca em *T. chrysotricha*. A zona de transição ocorre no hipocótilo. O mesofilo cotiledonar é homogêneo em *T. avellanedae* e heterogêneo em *T. chrysotricha*.

Compreender como as árvores tropicais coordenam o crescimento rápido com o consumo de água e o investimento em carbono é de alta relevância porque o aquecimento global pode expor as florestas tropicais a um estresse crescente. Portanto, os silvicultores exigem mais informações sobre as espécies de árvores nativas previstas para reflorestamento (Hoeber et al., 2014). Estes autores examinaram a relação entre a produtividade e características funcionais determinantes do crescimento em oito espécies de árvores em área da Costa Rica semi-seca. Observou-se para *Tabebuia ochracea* e *Tabebuia impetiginosa* que o diâmetro do vaso hidráulicamente ponderado (DVHP) foram baixos em relação a *Bombacopsis quinata* de densidade básica menor e, a densidade de vasos daquelas, foram mais altas que esta. Constatou-se que estas duas espécies apresentam uma estratégia aniso-hídrica.

A covariação entre as características da madeira ao longo do eixo do caule é importante para manter a integridade hidráulica, garantindo fluxo de seiva suficiente para a copa (Dória et al., 2019). Estes autores testaram como as características da madeira (co) variam ao longo do tronco e, se dois biomas brasileiros sazonalmente secos (cerrado e caatinga), influenciam essa variação em duas espécies co-ocorrentes, *Tocoyena formosa* (Rubiaceae) e *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae). A variação da qualidade da madeira dentro do caule é refletida pelo diâmetro do vaso hidráulicamente ponderado, mostrando uma relação curvilínea começando na base até o topo do caule, discordando da previsão de um vaso contínuo alargando da ponta para a base. Independente dos biomas, para *Tabebuia aurea* houve correlação significativa ao longo do eixo do caule com as seguintes características da madeira: fração do vaso (porcentagem da área do vaso dividido pela somatória das áreas de vasos, fibras, raios e parenquima axial), agrupamento de vasos, fração do raio, densidade da madeira e proporção da parede da fibra por fibra. A maior fração dos tecidos do xilema, ao longo do tronco de *Tabebuia aurea* é representada por fibras (variando de 0,51 a 0,53), seguido por raios (variando de 0,19 a 0,24), parenquima axial (variando de 0,15 a 0,18) e vasos (variando de 0,9 a 0,13).

Condições de sombreamento causam mudanças morfológicas, fisiológicas e anatômicas nas plantas. Gonçalves et al. (2013) estudaram as adaptações morfológicas e fisiológicas no crescimento e fotossíntese de mudas de *Tabebuia aurea* submetidas ao sombreamento e sua adaptação fotossintética após transferência ao sol pleno. Os resultados sugerem que plântulas de *T. aurea* devem ser cultivadas em sol pleno ou com sombreamento de até 50% para maximizar o crescimento no viveiro e minimizar o estresse de transferência das mudas para o local de plantio definitivo. Essa espécie também mostra uma grande capacidade de regular a alocação de biomassa, principalmente em relação às folhas, para sobreviver mesmo sob condições extremas de sombreamento (95% de sombra). Esse efeito de plasticidade fenotípica a diferentes níveis de sombreamento foi observado também por Oliveira e Perez (2012).

Num sistema silvipastoril, o estudo do sombreamento pelas árvores na formação de biomassa de gramíneas é essencial como subsídio para se estabelecer a taxa de lotação do componente animal. A produção de biomassa e as características estruturais do capim-andropogon nas idades de rebrota de 35, 49 e 63 dias, em três ambientes de um sistema silvipastoril: sob a copa de pau-d'arco (*Handroanthus chrysotrichus*), sob a copa de jatobá, em área aberta (local fora da copa de qualquer árvore) e em sistema de monocultura (capim andropogon) foram estudados por Veras et al. (2010). O componente animal foram cabras. Observou-se que o capim-andropogon sob sombreamento de copa de pau-d'arco e de jatobá apresentou média de matéria seca inferior em relação ao capim em área aberta na idade de rebrota de 63 dias. Plantas sob diferentes espectros de radiação, principalmente nos comprimentos de onda 670 nm (vermelho) e 380 nm (azul), apresentam maiores diferenças morfológicas, devido a resposta dos pigmentos fotossintetizantes a esses comprimentos de onda (Taiz; Zeiger, 2013 apud Sabino e Korpan 2016). A clorofila *a*, pigmento fotossintetizante, alcança um dos picos de absorção, na luz vermelha. O crescimento inicial de *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus ochraceus* sob telas de sombreamento pretas e coloridas foi acompanhado por Sabino e Korpan (2016). Observou-se que as condições pleno sol e tela vermelha proporcionaram as maiores médias de altura, diâmetro e número de folhas, e as menores médias significativas foram encontradas no telado azul. *H. serratifolius* foi superior em todos estes parâmetros analisados em relação a *H. ochraceus*.

O conhecimento das respostas das plantas às condições de luminosidade em nível de viveiro e em condições naturais auxiliam na propagação e conservação destas. Borges et al. (2014) desenvolveram estudo com *Tabebuia heptaphylla* em condições controladas (70% de sombreamento e a pleno sol) e em ambiente natural (clareira e sub-bosque). Entre os parâmetros utilizados para avaliar a emergência sob influência das intensidades luminosas, apenas a porcentagem de emergência diferiu estatisticamente no ambiente natural, sendo superior na clareira. Em condições controladas, houve significância para a velocidade de emergência, sendo maior nas plantas submetidas ao pleno sol. A espécie apresentou reduzido crescimento inicial no sub-bosque, sendo todos os parâmetros estatisticamente inferiores em relação às plantas da clareira, com exceção da razão de área foliar e área foliar específica. Em condições controladas, os resultados que diferiram significativamente (número de folhas, massa seca total, taxa de crescimento relativo e taxa de assimilação líquida) foram todos superiores nas plantas a pleno sol.

A possibilidade de aclimação de uma espécie para condições variadas de luminosidade pode significar que possui plasticidade fenotípica que propicia sua sobrevivência. Indivíduos jovens de duas espécies lenhosas de Cerrado, *Cybistax antispyhilitica* (ipê de flor verde) e *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo) foram estudadas por Ronquim (2005) em condições de campo, sob irradiância solar plena, ou sombreadas por estrato arbóreo equivalente ao do cerradão. Sob irradiância plena, os indivíduos das duas espécies apresentaram significativamente, maiores valores da massa específica foliar, diâmetro do caule, e massa seca total aos 240 e aos 360 dias após a semeadura (DAS). Aos 360 DAS, as plantas de *T. chrysotricha* se aclimataram às condições de menor disponibilidade de irradiância, diminuindo os valores de fototranspiração, da luz que satura a fotossíntese, da respiração no escuro e do ponto de compensação à luz.

O efeito do sombreamento de mudas *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo), em condições de viveiro, em relação ao crescimento, fotossíntese e aclimação fotossintética foi avaliado por Endres et al. (2010), após serem transferidos para a luz solar direta. Após 134 dias da semeadura, concluiu-se que o crescimento de mudas de ipê-amarelo em condições de viveiro não deve ser realizado com mais de 50% de sombreamento, o que pode resultar em menor qualidade das mudas e menor aclimação ao transplante, principalmente em áreas degradadas severas e com luz solar direta.

A alocação de biomassa pode ser alterada em condições de sombreamento contrastantes. Siebeneichler et al. (2008) acompanharam o desenvolvimento inicial, teores de clorofila e alocação de biomassa em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol., em três condições de luminosidade (pleno sol, 50% de luz e sombra natural). Observou-se que plantas expostas ao ambiente de sombra natural apresentaram menor desempenho vegetativo do que as demais condições de cultivo testadas (50% e 100% de luminosidade). A condição de 50% de luminosidade pode ser recomendada para a formação de mudas, haja visto que o crescimento das plantas foi semelhante no ambiente de 50 e 100% de luminosidade.

A irrigação assume um papel importante nos viveiros florestais por permitir a produção em diferentes períodos do ano e aplicação de água em quantidade e momento adequados, obtendo ganhos na qualidade das mudas (Lopes et al., 2005; Thebaldi et al., 2014 apud Monteiro et al., 2016). Estes autores estudaram as necessidades hídricas e coeficientes de cultivo de mudas florestais tropicais, entre as quais *Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia roseoalba*, e *Handroanthus chrysotrichus*, em diferentes condições de sombreamento. Observou-se aos 135 dias após o transplante a evapotranspiração da cultura (ETc - milímetros por dia) a pleno sol foi de 3,90 para *T. impetiginosa*, 3,36 para *T. roseoalba* e 3,76 para *H. chrysotrichus*. A evapotranspiração (ETc) e os coeficientes de cultura (Kc) das mudas da floresta diminuem com o aumento do sombreamento. O uso de redes coloridas com nível de sombreamento de 50% aumenta a demanda de água das espécies florestais, em comparação com as redes pretas com o mesmo nível de sombreamento.

A rustificação realizada 15 a 30 dias antes da expedição da muda para o plantio refere-se ao conjunto de práticas operacionais adotadas durante a fase final de produção das mudas, com a finalidade de aumentar a tolerância às adversidades edafoclimáticas possivelmente encontradas nos sítios de plantio (Lima et al., 2014). Algumas das práticas envolvidas na fase de rustificação incluem a manipulação da adubação e do regime de luz, a poda de raízes e da parte aérea, e o manejo da irrigação (Jacobs; Landis, 2009 apud Lima et al., 2014). Os efeitos do manejo hídrico durante a rustificação de mudas de *Handroanthus impetiginosus*, por meio da termometria foliar e por parâmetros morfométricos de qualidade foram quantificados por Lima et al. (2014). Observou-se que mudas de *H. impetiginosus* irrigadas diariamente apresen-

taram maior incremento em diâmetro em relação as irrigadas a cada três dias e, as mudas irrigadas a cada quatro dias, apresentaram maior crescimento do sistema radicular e redução no crescimento aéreo em relação ao controle.

O comportamento estomático e o potencial da água da folha em plantas jovens de *Tabebuia aurea* submetidas a estresse hídrico [100% da CP (capacidade de campo) e 50% da CP] foram acompanhados por Silva et al. (2003). Observou-se aos 22 dias de estresse, que as maiores diferenças de valores de transpiração, estatisticamente significativas, ocorreram as 12 e 15 horas, em que os menores valores foram nas plantas estressadas. Inversamente, a resistência difusiva apresentou maior diferença estatisticamente significativa às 15 horas, em que as plantas estressadas apresentaram maior valor.

Modificações morfológicas, anatômicas e ecofisiológicas causadas por inundações no crescimento e desenvolvimento de *Tabebuia avellanedae* foram estudadas e correlacionadas com a tolerância ao excesso de água no solo por Davanso et al. (2002). As plantas de 3 meses de idade, cultivadas em casa de vegetação, passaram após este período de adaptação ao alagamento por até 40 dias. A taxa de fotossíntese e o crescimento diminuíram em *T. avellanedae* quando a duração das inundações aumentou. Embora não seja muito tolerante, a planta se adaptou a curtos períodos de inundação. Essa tolerância relativa deveu-se provavelmente à capacidade de *T. avellanedae* em desenvolver estruturas que diminuíssem os efeitos das inundações e promovessem a difusão interna de oxigênio da parte aérea para as raízes, como fissuras nos caules, raízes superficiais e lenticelas hipertrofiadas nas raízes.

As mudanças na estrutura da planta durante inundação refletem mudanças em níveis hormonais. O etileno é considerado o hormônio mais importante em condições de estresse, como durante a inundação (Drew et al., 1994 apud Davanso et al., 2003). Plantas de *Tabebuia avellanedae*, com 3 meses de idade, foram cultivadas em casa de vegetação e submetidas a 56 dias de inundação e às aplicações de "Ethrel" e nitrato de prata para descobrir sua capacidade de modificações morfológicas e fisiológicas para sobreviverem sob condições de inundação e em que grau essas respostas foram correlacionadas com alterações no nível de etileno. Observou-se que as inundações e a aplicação de "Ethrel" causaram redução do crescimento e epinatismo em *T. avellanedae* e, a aplicação de nitrato de prata, diminuiu alguns desses sintomas.

Experimento semelhante foi realizado por Ferreira (2011) com *Tabebuia aurea* submetendo mudas de 5 meses de idade, com irrigação diária e mudas alagadas, ambas por período de 48 dias e, outro tratamento, mantendo mudas alagadas por 34 dias e, após drenagem, mantido na capacidade de campo por 14 dias. Observou-se, em *Tabebuia aurea* (craibeira), após o alagamento seguido de drenagem, a recuperação total dos danos ao fotossistema II e da deficiência hídrica da parte aérea. Por efeito do alagamento, houve aumento no teor de carboidratos solúveis e de prolina e redução no teor de proteínas solúveis.

As áreas úmidas são comuns no bioma Cerrado (savanas brasileiras), no entanto, a inundações dessas áreas úmidas prejudica o crescimento e o desenvolvimento da maioria das plantas. A tolerância a inundações de árvore nativa (*Handroanthus chrysotrichus*) e introduzida no Cerrado (*Tabebuia rosea*) foi avaliada por Oliveira et al. (2015). Observou-se nestas duas espécies, em plantas inundadas, caules com fissuras corticais, aerênquima secundário lenticelas hipertróficas e raízes adventícias. No entanto, apenas *T. rosea* desenvolveu aerênquima no córtex radicular. As inundações afetaram o desenvolvimento radicular e reduziram o crescimento do caule de *H. chrysotrichus* com sintomas de necrose das folhas e raízes. *T. rosea* foi a única espécie em que os sintomas de lesão por inundações não foram evidentes, sendo que nenhuma das plantas inundadas desta espécie morreu ou apresentou sintomas óbvios de lesão.

O comportamento das trocas gasosas nas plantas reflete sua adaptação a condições contrastantes ambientais. As trocas gasosas de mudas de quatro espécies florestais cultivadas em solos salinos e submetidas a ciclos de encharcamento do solo foram analisados por Lima et al. (2017). Empregou-se dois níveis de salinidade do solo ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$ e $8,6 \text{ dS m}^{-1}$) e dois regimes hídricos (com e sem encharcamento do solo). A espécie *Tabebuia impetiginosa*, em relação à taxa de assimilação de CO_2 , em condições de não encharcamento do solo e níveis de salinidade, praticamente não foi afetada, contudo, com encharcamento, a assimilação foi menor, especialmente no maior nível de salinidade.

A área sob vegetação de Cerrado no Brasil ocupa aproximadamente 23% da área total do país. A maioria dos solos desta região constitui-se de Latossolos, altamente intemperizados e Podzólicos, com sérias limitações à vegetação,

devido à baixa fertilidade natural, apresentam solos ácidos e altas quantidades de alumínio, que dependendo da concentração pode afetar o crescimento da planta. As diferentes respostas fisiológicas e de crescimento vegetativo inicial de duas espécies nativas do Cerrado e de fitofisionomias diferentes, o jatobá (*Hymenaea courbaril*) e o ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), em diferentes concentrações de Al^{3+} foram acompanhados por Vilela (2016). Observou-se que o crescimento da parte aérea do ipê se mostrou muito afetado no tratamento de 4 mM de Al^{3+} . O ipê mostrou tendência de aumento para massa seca de folhas, raiz e total até o tratamento de 1 mM, decaindo nos outros tratamentos.

Sementes

Durante o processo de deterioração da semente, a atividade enzimática é reduzida; como resultado, a funcionalidade das membranas é alterada e ocorre peroxidação lipídica, inativação enzimática e degradação do ácido nucleico (Greggains et al., 2000 apud Abbade e Takaki, 2014a). Estudo sobre mudanças bioquímicas e fisiológicas de sementes de *Tabebuia roseoalba* sob armazenamento foram realizadas por Abbade e Takaki (2014a). Sementes recém-colhidas, com teor de água de 10%, foram armazenadas por até 24 meses em recipientes hermeticamente fechados a 5 °C em uma incubadora de DBO. A perda de qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento ficou evidenciada pela redução da germinação, da emergência, do menor comprimento e massa seca das plântulas entre outros parâmetros avaliados. Concluiu-se que as sementes de *T. roseoalba*, armazenadas nestas condições, devem ser utilizadas até seis meses após a coleta.

As sementes de *Tabebuia roseoalba* passam por forte variação na qualidade durante o armazenamento, possuindo período de viabilidade curto, o que representa dificuldades no estabelecimento de técnicas de cultivo e dispersão natural. O comportamento fisiológico das sementes de ipê-branco, embaladas em sacos de polietileno de 0,14 mm de espessura, durante o armazenamento em câmaras com temperaturas de 10 °C, 20 °C e -20 °C. em dois teores de umidades das sementes (10,1% e 8,3%) foi estudado por Martins et al. (2009). Observou-se que a conservação das sementes de ipê-branco, nos dois teores de umidade testados, é favorecida pelas temperaturas de

armazenamento de 10 °C e -20 °C, em que a porcentagem de emergência se manteve praticamente estável da época das sementes recém coletadas até 360 dias.

O armazenamento de sementes de espécies florestais ameaçadas é importante para a conservação de germoplasma de populações e para a produção de mudas em diferentes épocas do ano. Contudo, as sementes podem apresentar problemas de conservação, como alterações no seu potencial fisiológico ao longo do armazenamento, podendo prejudicar sua condição germinativa (Silva et al., 2011). Alterações fisiológicas e bioquímicas de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), durante o armazenamento sob condições de câmara fria e ambiente foram acompanhadas por Silva et al. (2011). As sementes foram armazenadas em sacos de polietileno, em condições ambiente de laboratório e em câmara fria (8 °C ± 4 °C e 46% de umidade relativa). Observou-se que as sementes de *Tabebuia serratifolia* com 6% de umidade e 100% de germinação inicial mantêm-se viáveis por 12 meses quando armazenadas em câmara fria. Já quando são armazenadas em condição ambiente (inicialmente com 6% de umidade), sujeitas às variações nos teores de água e temperatura, a germinação torna-se nula aos nove meses.

A embebição pode ser definida, essencialmente, como um processo físico relacionado às características de permeabilidade do tegumento e das propriedades dos colóides que constituem as sementes, cuja hidratação é uma de suas primeiras consequências (Oliveira, 2019). A fisiologia das sementes de *Handroanthus impetiginosus* (ipê-rosa) através do teste de embebição e germinação em diferentes substratos e níveis de restrição luminosa foi avaliada por Chaves et al. (2018). Observou-se que não houve diferença significativa entre as temperaturas (25 °C e 30 °C) para o teste de embebição e, que após 48 horas, a embebição se estabilizou para as duas temperaturas e, no teste de restrição luminosa, verificou-se que as taxas de crescimento das mudas foram melhores no substrato areia + esterco, em 50% de sombreamento.

O efeito da temperatura sobre a germinação tem especial importância para a ecologia de populações. Para os esporos e sementes serem capazes de germinar, suas “temperaturas cardeais” devem corresponder às condições externas que assegurem desenvolvimento suficientemente rápido para as plantas jovens (Larcher 2000 apud Cabral et al. 2003). Estudo sobre armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* foi realizado por

estes autores. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel, de algodão e plástico de natureza permeável, em ambiente frio e seco (15 °C e 40% de UR) por quatro meses. As embalagens utilizadas no armazenamento não afetaram significativamente as variáveis estudadas. A espécie em estudo pode ser classificada como fotoblástica neutra à 25 °C. A temperatura ótima de germinação foi de 35 °C, a mínima de 20 °C e a máxima de 40 °C, na ausência de luz. As embalagens utilizadas no armazenamento mantiveram a viabilidade das sementes por até 120 dias, com altos percentuais de germinação (Cabral et al., 2003).

As condições de armazenamento (embalagens e ambiente da armazenagem) são aspectos importantes para a conservação da qualidade fisiológica de um lote de sementes. As embalagens mais adequadas e as melhores temperaturas, para o armazenamento de sementes de *Tabebuia aurea* foram determinados por Guedes et al. (2012). Para tanto, as sementes com umidade inicial de 8% foram acondicionadas em dois tipos de embalagens: sacos de papel Kraft e sacos de polietileno transparente e, armazenadas por 150 dias, em três ambientes: natural de laboratório (25 °C ± 2 °C), câmara fria (8 °C ± 2 °C) e geladeira (6 °C ± 2 °C). Para o teste na câmara fria, a emergência das plântulas oriundas das sementes armazenadas na embalagem kraft foi de quase 100% e 90% das sementes armazenadas no saco de polietileno. Aos 90 dias, a emergência das plântulas foi de 60% (embalagem kraft) e 40% (saco de polietileno). Para o teste na geladeira, antes de serem colocados em cada tipo de embalagem, a emergência nos lotes testados foi de 100% e, após 90 dias, 70% (embalagem kraft) e 50% (saco de polietileno).

A condição adequada para o armazenamento de sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*) e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), bem como avaliar métodos para estimar alterações na viabilidade e no vigor dessas sementes foram pesquisadas por Borba Filho e Perez (2009). Diferentes grupos de sementes foram acondicionados em saco de polietileno, saco de papel Kraft e lata e, armazenados por até 300 dias, em condições de laboratório, geladeira e câmara refrigerada. A melhor condição para conservação de sementes de *T. roseoalba* e *T. impetiginosa* foi obtida com o acondicionamento em lata e manutenção em geladeira. Sementes de *T. impetiginosa* também podem ser conservadas embaladas em saco de polietileno, saco de papel ou lata quando estocadas em câmara refrigerada.

Estudo, na mesma linha de pesquisa, foi realizado por Souza et al. (2005), no qual determinou-se as melhores condições e períodos de armazenamento adequados a tipos de conservação do vigor das sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*). Os tratamentos constituíram-se de sementes de ipê-amarelo acondicionadas em dois tipos de embalagens (papel e polietileno); três condições de armazenamento (câmara, laboratório e geladeira); e seis períodos de armazenamento. Observou-se, em média, os valores máximos obtidos com o peso de massa seca de plântulas, durante o armazenamento em geladeira, resultaram do efeito da embalagem de polietileno, em que as sementes apresentaram pequena redução no vigor e, foram superiores as condições de câmara úmida e de laboratório, durante o período de armazenamento.

As sementes são classificadas em ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias entre estas duas. Por sua vez, existe uma associação entre o comportamento das sementes durante o armazenamento e os grupos ecológicos a que as espécies pertencem (Carvalho et al., 2006). Estes autores realizaram um levantamento sobre a classificação de sementes de espécies florestais quanto ao comportamento durante o armazenamento e verificaram a relação da classificação proposta com os grupos ecológicos das mesmas. Foram estudadas 39 espécies florestais presentes em remanescentes de matas ciliares na bacia do Alto e Médio Rio Grande, MG. A viabilidade das sementes e o grau de umidade foram obtidos para as sementes recém-beneficiadas; sementes recém-beneficiadas armazenadas em embalagem semipermeável a 5 °C durante 90 dias; e para sementes secas antes e após o armazenamento em embalagem impermeável sobre temperaturas de 5 °C e -18 °C durante 90 dias. Entre as espécies estudadas encontram-se *Tabebuia chrysotricha* (clímax exigente de luz), *Tabebuia impetiginosa* (clímax exigente de luz) e *Tabebuia serratifolia* (clímax tolerante à sombra). Neste estudo, observou-se que *Tabebuia chrysotricha* também é ortodoxa, tendo apresentado porcentagem de emergência de aproximadamente 47% após secagem e armazenamento a 5 °C e a -18 °C.

Em florestas decíduais, a dispersão de sementes ocorre principalmente na estação seca e a germinação no início da estação chuvosa. O atraso das primeiras chuvas e a ocorrência de veranicos são importantes causas de mortalidade de sementes e plântulas. Armazenar sementes e plantá-las na

estação chuvosa poderia aumentar a germinação e a sobrevivência de plântulas. Para isso é necessário verificar se as sementes mantêm sua germinabilidade após armazenamento (Lima et al., 2008). Estudo foi realizado por estes autores para observar se sementes de espécies arbóreas de floresta decidual alteram sua germinabilidade após (i) serem armazenadas em condições naturais por três e 15 meses em sacos de papel; e (ii) serem armazenadas em temperaturas de -20 °C e -196 °C por 72 horas, em embalagens herméticas (papel aluminizado). Em condições naturais, aos 150 dias de armazenamento, *Tabebuia impetiginosa* perdeu completamente sua germinabilidade, enquanto *Tabebuia aurea*, manteve sua germinação em torno de 70%. Acondicionados na temperatura de -20 °C e -196 °C, *T. aurea* manteve sua germinação igual a Testemunha (após a coleta). Já em *T. impetiginosa*, a germinação no nitrogênio líquido foi igual a da Testemunha (em torno de 85%), enquanto a temperatura de -20 °C a germinação foi de aproximadamente 63%.

Existem sementes que necessitam e, outras não, de luz para germinar. Os efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia*, *Tabebuia chrysotricha* e *Tabebuia roseoalba* foram acompanhados por Santos et al. (2005). Testou-se as temperaturas constantes de 10 °C a 40 °C, em condições de luz e escuro dentro de germinadores. Os resultados indicaram que as sementes das três espécies de *Tabebuia* são indiferentes à luz, com a faixa de temperatura ótima entre 20 °C e 30 °C, a temperatura máxima entre 35 °C e 40 °C e a temperatura mínima entre 10 °C e 15 °C para *Tabebuia chrysotricha* e *Tabebuia roseoalba* e abaixo de 10 °C para *Tabebuia serratifolia*.

Estudo, na mesma linha de pesquisa, foi realizado por Oliveira et al. (2005). Testou-se o efeito de temperatura e luz (luz branca contínua com temperatura de 30 °C; luz branca alternada com fotoperíodo de 8 horas à temperatura de 20 °C/30 °C e escuro contínuo à temperatura de 30 °C) na germinação de sementes de diferentes lotes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*). Observou-se que a temperatura de 30 °C foi adequada para a germinação de sementes de ipê-roxo, havendo tendência a maior germinação em luz contínua. A condição ideal para realização do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo, independente da procedência e do ano de colheita, foi sob luz constante a 30 °C.

As sementes de diferentes espécies podem ter necessidades específicas em relação a dessecação e ao congelamento para condições de armazenamento. Respostas de sementes de *Tabebuia aurea* à dessecação e ao congelamento em temperaturas subzero foram acompanhadas por Salomão e Fujichima (2002). As sementes, acondicionadas em sacos de papel Kraft, foram desidratadas em câmara a 24 °C / 15% UR por 0, 4, 10, 24 e 48 horas. Após cada período de desidratação, as sementes foram transferidas para sacos plásticos e armazenadas por um dia às temperaturas de -20 °C e -196 °C (imersão direta em nitrogênio líquido). O descongelamento foi feito à temperatura ambiente por três horas. O tempo de dessecação até 24 horas manteve a germinação alta (100%) e, após, começou a cair atingindo 74% com dessecação em 48 horas. Observou-se que as sementes de *Tabebuia aurea* são tolerantes ao dessecação até 4,0% de umidade e ao congelamento a -20 °C e -196 °C.

A germinação depende, entre outros fatores, da temperatura e do substrato que envolvem a semente. As melhores temperatura e substrato para a germinação de *Tabebuia roseoalba* foram pesquisados por Stockman et al. (2007). Para o estudo da temperatura, avaliou-se 11 intervalos de temperaturas entre 15 °C e 35 °C e, para o substrato, utilizou-se mata-borrão (sobre papel), papel toalha (rolo de papel) e vermiculita (entre vermiculita). Observaram que a condição mais favorável para o teste de germinação das sementes de ipê-branco é a temperatura de 30 °C em substrato sobre papel.

A profundidade de semeadura e o substrato são determinantes para uma boa germinação. Estudo foi realizado por Garcia et al. (2012) para determinar quais substratos e profundidade de semeadura são mais adequados para a emergência de plântulas de ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*). Observou-se que os substratos mais adequados para emergência de plântulas de ipê-amarelo são areia, vermiculita, areia + vermiculita (1:1 v/v), areia + solo (1:1) e areia + RTA (resíduos triturados de açaí (1:1). As semeaduras superiores a 1 cm de profundidade são inadequadas para a emergência de plântulas da referida espécie.

Estudo similar, foi realizado por Rodrigues et al. (2018), onde avaliou-se a emergência e o desenvolvimento de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*) em diferentes tipos de substratos e profundidades de semeadura. Os substratos avaliados foram: solo + vermiculita (2:1 v/v); solo + areia lavada

(2:1); solo + areia + vermiculita (1:1:1); e solo + areia + esterco bovino curtido (2:1:1); e as profundidades de semeadura de 1 cm e 3 cm. Observou-se que não houve diferenças nas porcentagens de emergência nos diferentes substratos testados e não houve influência do substrato no desenvolvimento das mudas. Já a menor profundidade de semeadura proporcionou a maior porcentagem de emergência e melhor desenvolvimento das mudas para a espécie estudada.

Os efeitos de diferentes tipos de substratos sobre a germinação de sementes de *Tabebuia heptaphylla* foram avaliados por Bocchese et al. (2008) em um ambiente artificialmente sombreado. O experimento foi conduzido em casa telada, com 70% de sombreamento. Foram testados cinco diferentes substratos, correspondentes a estruturas físicas de solos encontrados no bioma Cerrado (arenoso, argiloso, arenoso + matéria orgânica, argiloso + matéria orgânica e argiloso + arenoso). Observou-se que o substrato argiloso com adição de matéria orgânica e o substrato argiloso apresentaram as maiores porcentagens de germinação.

O efeito de diferentes temperaturas (25 °C, 30 °C, 35 °C, 20 °C–30 °C e 20 °C–35 °C, fotoperíodo de 8 horas em *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) (demanda bioquímica de oxigênio) e substratos na germinação e crescimento inicial das plântulas de *Tabebuia aurea* foram avaliados por Pacheco et al. (2008). Para as temperaturas alternadas, o período luminoso correspondeu à temperatura mais alta e foram utilizados os substratos papel toalha, areia, vermiculita, pó de coco e Tropstrato. As temperaturas e substratos influenciaram as características avaliadas, exceto a avaliação final da germinação, a qual variou entre 84% e 94%. As temperaturas ótimas de germinação foram 30 °C e 35 °C e os substratos papel toalha e areia foram mais adequados para avaliação segura da qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia aurea*.

As sementes de *Tabebuia roseoalba* normalmente apresentam baixa viabilidade e pequena porcentagem de germinação. Para aumentar sua germinação e possível multiplicação com explantes do próprio embrião da semente ou foliares, o cultivo in vitro é uma alternativa. Abbade (2008) propôs metodologias para o cultivo in vitro do ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*). Observou-se que no processo de germinação ex vitro, o substrato mais adequado é constituído de areia + terra (subsolo) na proporção 1:1 (v/v) ou plantmax (100%). Para a germinação in vitro, recomenda-se utilizar o meio MS (Murashige e

Skoog) com 3 mg L⁻¹ de GA3 (ácido giberélico) ou meio MS com 50% de concentração de sais, acrescido de 1 mg L⁻¹ de GA3. Maior indução de calos em explantes foliares de ipê-branco ocorreu no meio de cultura MS suplementado com 1,55 mg L⁻¹ de Cinetina com 1 mg L⁻¹ de 2,4-D (ácido diclorofenoacético) ou com a utilização de 1,62 mg L⁻¹ de ANA (ácido naftaleno acético) e 2 mg L⁻¹ de BAP (benzilaminopurina).

Uma das formas de se fazer análise prévia da qualidade fisiológica da semente é a utilização de raios X. Para estudar a eficiência do teste de raios X na avaliação de defeitos internos em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*T. impetiginosa*), bem como verificar a consequência destes defeitos na germinação, as sementes foram submetidas por Oliveira et al. (2004) a diferentes intensidades e tempos de exposição à radiação. Observaram que os defeitos internos detectados nas radiografias afetam a germinação dessas sementes, reduzindo a qualidade do lote.

A aplicação de raios X também foi utilizada por Amaral et al. (2011) para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*), após separação por cor e tamanho. Observou-se que o teste de raios X é eficiente na avaliação da morfologia interna de sementes de ipê-roxo e sua relação com o potencial fisiológico. A coloração e o tamanho das sementes de ipê-roxo influenciam o potencial fisiológico das mesmas.

O emprego de testes rápidos em programas de controle de qualidade de sementes é ferramenta imprescindível para avaliação de sua qualidade fisiológica. Abbade e Takaki (2014b) estabeleceram metodologia para realização do teste de tetrazólio em sementes de *Tabebuia roseoalba* e verificaram a viabilidade das sementes em função do tempo de armazenamento avaliando os parâmetros de germinação e comparando com o resultado do teste de tetrazólio. Foram utilizadas sementes recém-colhidas e sementes armazenadas até dois anos, em caixas plásticas hermeticamente fechadas, na temperatura ambiente. Observou-se que o teste de tetrazólio na concentração de 0,05% a 36 °C durante 24 horas é indicado para avaliar a viabilidade das sementes de ipê-branco. Durante o armazenamento, a porcentagem de germinação é bruscamente reduzida com o armazenamento das sementes por um período de 24 meses.

A umidade da semente é um dos itens principais para manter sua viabilidade em condições de armazenamento. A qualidade fisiológica de sementes

de *Tabebuia avellanedae* e *Tabebuia impetiginosa* com diferentes teores iniciais de água, períodos de armazenagem e temperaturas foram avaliados por Martins et al. (2011) Observou-se que para sementes de *T. avellanedae*, a qualidade fisiológica foi mantida por 360 dias, quando armazenadas com teor de água entre 2,9% e 7,4% a 10 °C ou -20 °C e, sementes de *T. impetiginosa* com teores de água entre 2,4% e 5,4%, mantiveram a qualidade fisiológica por 600 dias, a 10 °C e -196 °C.

Estudo similar foi realizado por Martins et al. (2012a), no qual verificou-se o comportamento fisiológico de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*) durante o armazenamento. Testou-se quatro umidades das sementes (15,6%, 11,5%, 8,1% e 4,3%) e três temperaturas de armazenamento (10 °C, 20 °C e -196 °C). No início e após 120, 240 e 360 dias de armazenamento, as sementes foram submetidas a diversas avaliações fisiológicas. A conservação das sementes de ipê-roxo com teores de água de 15,6%, 11,5%, 8,1% e 4,3% é favorecida no armazenamento a 10 °C e -196 °C.

Condições ideais de teor de água e de temperatura de armazenamento para a conservação de sementes de ipê-rosa (*Tabebuia impetiginosa*) foram analisadas por um ano por Martins et al. (2012b). Observou-se que a conservação das sementes de ipê-rosa é favorecida pela manutenção das sementes com teores de água entre 4,2% e 12,5% a -10 °C e entre 4% e 8,4% a 20 °C.

O estágio fisiológico da semente é muito importante na coleta das sementes, sendo que maturidade fisiológica normalmente tem relação com a abertura e coloração dos frutos e das sementes e da abertura dos frutos nos ipês. As alterações morfofisiológicas de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) ao longo do desenvolvimento foram investigadas por Carvalho et al. (2008). Os frutos foram coletados a partir da antese, em sete estádios de desenvolvimento. A maturidade fisiológica das sementes de *Tabebuia serratifolia* é alcançada aos 53 dias após a antese (coloração amarronzada de sementes e frutos), coincidindo com o acúmulo máximo de matéria seca, máxima germinação com maior rapidez (índice de velocidade de germinação - IVG) além de decréscimo no teor de polifenóis e maior intensidade de bandas indicadoras de proteínas resistentes ao calor e o início da abertura dos frutos.

O estágio de colheita e o substrato mais favorável à germinação das sementes e ao crescimento de plântulas de *Tabebuia chrysostricha* foram observa-

dos por Martins et al. (2008). Os frutos de *T. chrysotricha* foram colhidos em quatro estágios de colheita: fruto fechado menor (ME), fruto fechado maior (MA), fruto em início de abertura (IA) e fruto aberto e em início de dispersão das sementes (D). Os resultados indicaram que as sementes de *Tabebuia chrysotricha* devem ser colhidas quando o fruto estiver em início de abertura. Este estágio de colheita também pode ser identificado pelo teor de água das sementes de 59,6%. O substrato areia mostrou-se mais favorável ao teste de germinação e ao crescimento das plântulas.

O método de secagem da semente e posterior armazenamento tem como objetivo evitar a deterioração e preservar a condição de germinação e vigor das sementes. Com objetivo de conservação de sementes de Ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*) métodos de secagem foram analisados por Degan et al. (2001). As sementes de *Tabebuia roseoalba* (ipê-branco) com 21,9% de água e 56,5% de germinação, foram submetidas à secagem em liofilizador (desseca a semente em baixa temperatura sob vácuo), câmara seca e estufa. Depois da secagem as sementes liofilizadas foram acondicionadas em embalagem impermeável e as não liofilizadas em embalagens permeável e impermeável. Observou-se que as sementes liofilizadas conservaram sua capacidade germinativa quando armazenadas em câmara fria. As sementes secadas em câmara seca, acondicionadas nas embalagens permeável e impermeável, e as secadas em estufa, acondicionadas em embalagem permeável, conservaram sua capacidade germinativa quando armazenadas na câmara seca e na câmara fria.

A poliembrião é um fenômeno de reprodução no qual ocorre a formação de vários embriões a partir de um único zigoto. A poliembrião parece ser vantajosa para as plantas-mãe em detrimento de seus filhos, que enfrentam concorrência desde o início do desenvolvimento das sementes. Essa competição pode limitar a transição de embriões para mudas e sua capacidade de sobrevivência. A frequência da poliembrião e a transição do embrião para a plântula em três espécies de *Handroanthus* com apomixia esporófitica (*H. chrysotrichus*, *H. ochraceus* e *H. serratifolius*) foram analisados por Mendes-Rodrigues et al. (2012). Observou-se alta frequência de sementes poliembriônicas e o aumento da sobrevivência individual das sementes. Poliembrião em *H. ochraceus* também foi observado por Salomão e Allem (2001) e Costa et al. (2004).

Ecologia

Plantas livres de herbivoria, considerando uma escala evolutiva, tendem a canalizar suas energias para maior crescimento, por exemplo. Ademais, algumas espécies de plantas sujeitas a condições de maior herbivoria, podem por processos evolutivos se especializar em compostos de defesa contra herbivoria, em detrimento de um maior crescimento, por exemplo. O desempenho reprodutivo, estabelecimento precoce e herbivoria de insetos em duas espécies de *Tabebuia* encontradas em habitats distantes e contrastantes foi estudado por Ribeiro e Brown (2006). *Tabebuia ochracea* e *T. aurea* são simpátricos no Cerrado (savana brasileira), enquanto *T. aurea* também coloniza planícies de inundação nas áreas úmidas do Pantanal Mato-grossense em grandes estandes monodominantes, mas com baixa distribuição no Cerrado. Durante o período experimental de 2 anos, *T. ochracea* no Cerrado (árvores estabelecidas), teve um maior investimento em produção de flores e sementes do que *T. aurea*, que compensou menores taxas de germinação. Nas sementes que emergiram em mudas no Pantanal, observaram que *T. aurea* do Pantanal mostrou crescimento maior do que *T. aurea* do Cerrado. Verificou-se também que *T. ochracea* é melhor adaptado a suportar taxas de herbivorias mais altas do que *T. aurea* e, portanto, tem mais sucesso no cerrado.

A importância das matas ciliares na manutenção dos recursos bióticos e abióticos e o estado avançado de degradação destes ecossistemas ripários justificam o desenvolvimento de técnicas de reflorestamento em larga escala (Lacerda; Figueiredo, 2009). Estes autores selecionaram seis espécies arbóreas nativas e comparou-se a sobrevivência em função da distância do leito do rio em dois tipos de reflorestamento: plantio de mudas e semeadura direta a lanço. *Tabebuia* sp. mostrou melhores resultados na opção plantio de mudas e sua sobrevivência foi maior na distância entre 48 m e 68 m em relação ao rio.

É conhecido o papel da vegetação na mitigação do calor gerado no ambiente urbano e na redução do consumo energético para refrigeração dos edifícios. A vegetação tem uma influência significativa no conforto térmico em ambientes externos (Abreu, 2008). Este autor estudou o raio de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas, entre elas árvores isoladas de *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo). Observou-se em 3 dias

sucessivos, que as árvores de *T. chrysotricha* com folhas, medida em março de 2007, mostraram média de atenuação da radiação solar de 82% e, árvores sem folhas, medidas em agosto de 2007, mostraram atenuação da radiação de 46% em média. Por outro lado, árvores só com flores, tiveram atenuação de radiação de 51%. Um fato inusitado foi que a média diária de umidade foi maior a 10 m de distância do tronco da árvore do que em sua sombra para árvores só com folhas e só com flores.

Na matriz de formações abertas que predominam no bioma Cerrado, as florestas estacionais merecem destaque por ocuparem cerca de 30% de sua área territorial e constituírem a fitofisionomia mais ameaçada pela ação antrópica no bioma. A boa qualidade da madeira de algumas de suas árvores, a alta fertilidade de suas terras, além da mineração de rochas calcárias em algumas áreas são os principais fatores de degradação destas florestas (Haidar, 2008). Este autor estudou a fitossociologia, diversidade e sua correlação com variáveis ambientais em florestas estacionais do bioma Cerrado no Planalto Central (Goiás e Distrito Federal) e Nordeste do Brasil (Setor Parnaibano – Piauí). Observou-se que as espécies *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia impetiginosa*, juntamente com mais 10 espécies, foram comuns as três florestas estacionais. Estas duas espécies são fortemente correlacionadas com o aumento da fertilidade dos solos e típicas de formações eutróficas como as florestas estacionais e caatinga.

Os morcegos neotrópicos compreendem um grupo altamente rico em espécies e são considerados reguladores importantes de processos ecológicos complexos, entre eles polinização e dispersão de sementes. O particionamento de recursos de poleiros e alimentos é considerado um elemento-chave na formação de comunidades de morcegos (Aguirre et al., 2003). Os padrões de poleiro de 10 espécies de morcegos pertencentes a uma comunidade neotropical de morcegos em uma savana boliviana foram examinados por estes autores. Observou-se que os poleiros eram mais comuns em florestas abertas do que em ilhas florestais e assentamentos humanos. Em florestas abertas, *Tabebuia heptaphylla* representava a maior proporção de árvores empoleiradas, enquanto nas ilhas florestais, *Gallesia integrifolia* era a árvore empoleirante mais importante para morcegos filostomídeos.

Conservação e biologia reprodutiva

A biologia reprodutiva de plantas trata de temas como reprodução sexual e assexuada, mecanismos de polinização, fluxo gênico, variação genética, dispersão de pólen e sementes. A biologia reprodutiva de plantas lenhosas em uma comunidade do Cerrado do Brasil Central foi estudada por Oliveira e Gibbs (2000). Verificou-se que *T. ochracea* tem como atrativo o néctar, a longevidade das flores é de 2 ou 3 dias, é hermafrodita autoincompatível, a razão da porcentagem dos frutos originados por polinização aberta e polinização cruzada foi de 0,56. Observou-se algumas espécies de abelhas que visitaram suas flores: *Centris fuscata*, *Centris similis*, *Centris violacea*, *Ceratina* sp e *Xylocopa hirsutissima*.

Estudos sobre os sistemas reprodutivos de espécies vegetais co-ocorrentes nos trópicos, que compartilham polinizadores, atraíram um grande número de botânicos e ecologistas e, podem fornecer alguns esclarecimentos, sobre a filogenia e as tendências genéticas das plantas com flores (Barros, 2001). A ecologia da polinização e a biologia reprodutiva de *Tabebuia aurea* e *Tabebuia ochracea* em uma área de Cerrado foi investigado por este autor. Quatorze espécies de abelhas visitaram ambas *Tabebuia*, porém somente três espécies de *Centris* (*C. albopilosa*, *C. discolor* e *C. violácea*) e *Bombus morio* foram consideradas polinizadores potenciais, devido a alta frequência e à eficiência no transporte do pólen. Os testes de polinização artificial, demonstraram que *T. aurea* e *T. ochracea* são autoincompatíveis, com autoincompatibilidade de ação tardia.

A polinização é a culminância de fatores da planta (antese, exibição floral, receptividade do estigma e atratores de alimento como néctar) e, os transportadores de pólen, especialmente insetos, aves (comumente beija-flores) e morcegos (Lobo et al., 2016). O efeito da exibição floral de *Tabebuia aurea* nas escalas de árvore no nível de visitação dos polinizadores e consumidores de néctar da inflorescência, o número de polinizadores e ladrões de néctar foram examinados por estes autores. Testes de receptividade estigmática mostraram que o estigma é receptivo durante o primeiro dia após a abertura e o pólen está disponível nas anteras no primeiro dia da antese. Observou-se que os visitantes florais potencialmente polinizadores foram abelhas grandes (comprimento total > 10 mm) que entram na corola e penetram na flor até o

disco nectarífero. As abelhas pertencentes a esse grupo incluem *Bombus pauloensis*, *Eulaema nigrita*, *Epicharis flava*, *Centris mocsaryi* e um número indeterminado de *Euglossa* spp.

Variações entre as épocas de floração no tempo da floração, sincronia e duração da floração e flutuações na abundância de polinizadores podem causar uma variação na distância de dispersão do pólen. A variação temporal na dispersão de pólen e na estrutura reprodutiva da espécie arbórea neotropical *Tabebuia aurea* foram analisados por Braga e Collevatti (2011). Os resultados mostraram uma alta variação temporal na dispersão de pólen e na estrutura reprodutiva entre as épocas de floração, levando a uma alta variação na área de polinização efetiva da vizinhança e no tamanho efetivo da população. Observou-se que *T. aurea* apresenta dispersão de pólen a longa distância, de pelo menos 2,6 mil metros. No entanto, a maioria dos eventos de polinização ocorreu a distâncias inferiores a 300 m (65%).

Na ecologia da polinização, um dos fatores que afetam a efetividade da formação de frutos e sementes são os polinizadores efetivos e os pilhadores (que normalmente destroem o órgão floral. Estudo sobre a ecologia da polinização de *Tabebuia impetiginosa* e *Jacaranda rugosa* (Bignoniaceae), destacando a ação dos pilhadores no seu sucesso reprodutivo foi realizado por Milet-Pinheiro (2008). O mecanismo de fechamento estigmático também foi investigado nessas duas espécies. Foram considerados polinizadores mais efetivos as espécies: *Bombus brevivillus*, *Centris aenea*, *C. analis*, *C. caxienses*, *C. flavifrons*, *C. fuscata*, *C. tarsata*, *C. trigonoides*, *Euglossa melanotricha*, *E. cordata* e *Eulaema nigrita*. *Trigona spinipes* e espécies de *Xylocopa* foram os principais pilhadores de néctar, atingindo mais que 70% das flores. A baixa taxa de frutificação natural nas populações estudadas foi resultado da ação de pilhadores e de uma alta taxa de geitonogamia.

O bioma Cerrado é considerado atualmente área crítica para a conservação mundial em decorrência do seu endemismo e da atual velocidade de devas-tação deste bioma. Quanto mais fragmentadas e perturbadas as paisagens naturais, maiores são os desafios para a manutenção da sua variabilidade genética, que possui hoje um papel de destaque na definição das estratégias de conservação e manejo de populações naturais (Silva, 2010). Visando propor recomendações para estratégias de conservação in situ com base em indicadores genéticos, este autor estudou, por meio de oito locos microssaté-

lites nucleares, a diversidade genética, o sistema de reprodução, a estrutura genética espacial e o fluxo gênico de *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) em remanescentes de Cerrado do estado de São Paulo e do Mato Grosso do Sul. Detectou-se nas duas populações uma alta taxa de imigração de pólen e as distâncias de dispersão contemporânea de pólen variaram de 0 m a 7.002 m, sugerindo intenso movimento de genes nas populações. Observou-se pelas taxas de cruzamento existir mecanismos de autoincompatibilidade para a espécie.

O interior do estado de São Paulo, anteriormente ocupado por matas semi-decíduas e Cerrado, hoje está praticamente tomado por diferentes culturas ou pastagens, restando apenas algumas pequenas manchas de Cerrado e de mata, apontando para uma drástica perda do rico patrimônio genético florestal, onde na região de Ribeirão Preto é uma das mais devastadas. Para se dar início a uma recuperação de áreas do cerrado é necessário estudos que visem o entendimento da sua diversidade genética nos remanescentes florestais (Martinez, 2008). Este autor analisou a diversidade genética de matrizes e progênies de *Tabebuia roseoalba*. A maternidade dessas progênies conservadas no Banco de Germoplasma-USP/Ribeirão Preto foi analisada por Martinez (2008), utilizando dez pares de primers SSR transferidos de *Tabebuia aurea*, contudo empregou-se somente oito locos que apresentaram conteúdo informativo de poliformismo alto. Nas matrizes e progênies do banco analisadas, foi observada uma alta riqueza alélica e uma elevada diversidade genética, sendo a heterozigosidade média observada menor que a esperada, evidenciando um déficit de heterozigotos.

A estrutura genética espacial de uma população das espécies *Tabebuia chrysotricha* (Ipê-amarelo) e *Tabebuia roseoalba* (Ipê-branco) foi estudada por Ribeiro (2011) com a finalidade de gerar conhecimento adicional para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo sustentável das espécies no Cerrado. A análise da estrutura genética espacial intrapopulacional indicou que as duas espécies estudadas apresentam estruturação espacial significativa, apesar de em *T. chrysotricha* essa estruturação ser mais forte com um claro padrão de isolamento por distância, com indivíduos de até 29,1 m sendo mais aparentados entre si. Já em *T. roseoalba* não se verificou um padrão claro entre o coeficiente de parentesco e a distância entre indivíduos.

Para muitas espécies de árvores, as análises do sistema de acasalamento indicaram variações potenciais na taxa de autopolinização e correlação de paternidade entre os frutos nos indivíduos, entre indivíduos nas populações, entre populações e de um evento de floração para outro. Para investigar sistemas de acasalamento em dois níveis hierárquicos (frutos em indivíduos e indivíduos em populações) oito marcadores microsatélites em *Tabebuia roseoalba* foram analisados por Feres et al. (2012.). Observou-se que *T. roseoalba* tem um sistema de acasalamento misto com acasalamento predominantemente cruzado. Os resultados de paternidade correlacionados mostraram que irmãos completos ocorrem em proporção muito maior nos frutos do que entre os frutos. Gandolphi e Bittencourt (2010) também estudaram o sistema reprodutivo do ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*), sendo observado que é espécie autoestéril, destituída de poliembrionia e que apresenta AIT (autoincompatibilidade de ação tardia) pós-zigótica.

A variabilidade genética entre e dentro de subpopulações de ipê-roxo *Handroanthus heptaphyllus* e seu sistema reprodutivo foi estudada por Mori (2010). A espécie é polinizada por abelhas, pássaros e outros visitantes que podem se alimentar das flores e dos frutos. No total, foram estudados oito locos microsatélites polimórficos que apresentaram de seis a quatorze alelos por loco. A média de heterozigosidade esperada e observada, para as seis subpopulações, foram altas. Os índices médios de fixação foram baixos. A maior diversidade genética está dentro das subpopulações. Concluiu-se que *H. heptaphyllus* é espécie alógama tendo pouca pré-disposição para a autofecundação. As subpopulações estudadas possuem variabilidade genética suficiente para subsidiar programas de melhoramento e conservação de germoplasma da espécie.

Biotecnologia e propagação

O desenvolvimento de recursos genômicos é necessário para melhor entender e conservar a diversidade das espécies, capacitar a identificação forense da origem da madeira e identificar genes para compostos metabólicos importantes (Silva-Júnior et al., 2018a). Devido a importância econômica do ipê-rosa (*Handroanthus impetiginosus*), pelo menos dois trabalhos foram publicados sobre sequenciamento do genoma desta espécie utilizando

plataforma de nova geração (Fernandes, 2015; Silva-Junior et al., 2018a). Fernandes (2015) utilizou sequenciamento das plataformas de nova geração para gerar, montar e fazer anotação funcional da sequência do transcrito de *Handroanthus impetiginosus*. As sementes foram germinadas, seus tecidos aéreos coletados e o RNA foi extraído para ser sequenciado. De todas as sequências anotadas com categorias GO (Gene Ontology) a maioria teve anotações para Processo Biológico (processos metabólicos e celulares), seguido de Componente Celular (célula e organelas) e Função Molecular (atividade catalítica e ligação de íons e moléculas).

Os SNPs (polimorfismos de nucleotídeos únicos) são a forma mais comum de variação genética nos organismos, sendo importante para a evolução dos caracteres fenotípicos em plantas (Edwards et al., 2007 apud Fernandes, 2015). A descoberta e análise destes polimorfismos são importantes tendo em vista que os SNPs podem ser utilizados como marcadores moleculares para construção de mapas genéticos, diagnóstico genético, análise filogenética de espécies e de estrutura genética de populações (Rafalski, 2002 apud Fernandes 2015). Silva-Júnior et al. (2018b) relataram o desenvolvimento de um conjunto de 24.751 sondas de captura, em *Handroanthus impetiginosus*, para caracterização e genotipagem de polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) em 18.216 loci distintos, amostrando mais de 10 Mbp do genoma da espécie.

A organogênese é uma via de regeneração na qual órgãos vegetais são induzidos de forma adventícia (se desenvolve acidentalmente num sítio da planta que não lhe é próprio). Souza (2014) estudou as diferentes etapas do cultivo in vitro de *Handroanthus serratifolius*. Observou-se que o uso de hipoclorito de sódio (1%) é eficaz na descontaminação dos embriões de *H. serratifolius* no tempo de um minuto. Ocorreu indução de raízes independentemente das concentrações de AIB testadas. A maior formação de brotos a partir de raízes foi observada nas concentrações de 1 e 5 μ M de AIA (ácido indol acético). O uso de 2 μ M de BAP (benzilaminopurina) promoveu melhores respostas para a indução de brotações e para o cultivo in vitro de ápices caulinares.

Souza (2014) também estudou a criopreservação de sementes, embriões e ápices caulinares de *Handroanthus serratifolius*. Observou-se que 95% de sementes germinaram quando os embriões foram extraídos, desinfestados em hipoclorito de sódio (1% de cloro ativo) por um minuto. Os resultados mostraram ainda que o descongelamento realizado por um minuto foi efi-

caz na criopreservação de sementes. Para a criopreservação de embriões, observou-se que o percentual de germinação superior a 85% foi obtido em embriões desidratados para um teor de umidade menor que 10% antes da exposição ao nitrogênio líquido. Para a criopreservação de ápices caulinares, maior porcentagem de retomada de crescimento após imersão em nitrogênio líquido foi obtida quando os explantes foram anteriormente imersos por 30 minutos na solução de PVS2 (solução baseada em glicerol, etileno glicol, dimetilsufóxido e sacarose em meio basal).

A embriogênese somática consiste no processo no qual células haplóides ou somáticas desenvolvem-se diretamente a partir de um tecido vegetal, ou de calos, formando estruturas semelhantes ao embrião zigótico e, posteriormente, originam uma planta, sem que ocorra fusão de gametas (Thorpe, 1995; Guerra et al., 1999 apud Porto, 2009). Este autor propôs metodologias para o cultivo in vitro do ipê-branco, por meio da indução de embriogênese somática, organogênese indireta e, ainda, avaliar a aclimatização das plântulas. Os explantes constituíram-se de segmentos de folhas cotiledonares, de hipocótilos e de raízes retirados de plântulas de ipê-branco germinadas in vitro. Os resultados indicaram que o meio de cultura MS (Murashige e Skoog) suplementado com ANA (ácido naftaleno acético) proporcionou a indução de calos com características embriogênicas nos três tipos de explante. Na análise citoquímica, pôde-se confirmar a presença de células pró-embriogênicas na massa de calos, ocorrendo em maior porcentagem (46%) em calos induzidos a partir de segmentos de folhas cotiledonares.

O ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex. DC Mattos) está na lista de espécies ameaçadas de extinção. A micropopagação é uma alternativa para maximizar a produção de mudas da espécie. O desenvolvimento do ipê-roxo em função de meios de cultura (MS, MS/2 e WPM – Wood Plant Medium) e doses de BAP (6-benzilaminopurina) durante a etapa de multiplicação in vitro foi acompanhado por Bassegio et al. (2017). Os meios de cultura WPM e MS foram semelhantes em relação à porcentagem de germinação. Em relação ao desenvolvimento inicial das plantas, o meio WPM promoveu maiores médias de altura, número de folhas e número de raízes. Na fase de multiplicação observou-se que para todas as variáveis analisadas, não houve diferença significativa utilizando esses meios. Na fase de multiplicação in vitro de ipê-roxo, não é necessária a suplementação do meio WPM com BAP na planta.

A germinação e a propagação *in vitro* de *Handroanthus heptaphyllus* em sistema de cultivo dupla-fase, com diferentes composições, visando a produção contínua de brotos para fins de propagação em grande escala foram estudados por Strahl et al. (2016). Verificou-se que independentemente do tipo de meio nutritivo, as maiores percentagens de germinação e de plântulas normais foram registradas em meio contendo ágar. Após a decepa dos brotos, as plântulas que foram suplementadas com meio WPM (isento ou acrescido de TDZ - thidiazuron), bem como aquelas que receberam a adição de meio MS (acrescido de TDZ) apresentaram os melhores resultados em relação à regeneração de nova parte aérea. Os brotos submetidos ao enraizamento *ex vitro* apresentaram 100% de sobrevivência após 40 dias, demonstrando que o enraizamento e a aclimatização podem ser feitos simultaneamente nesta espécie.

As mudas propagadas por técnicas de micropropagação geralmente apresentam alterações significativas induzidas pelas condições *in vitro*, que diminuem a capacidade de sobrevivência após a transferência para o ambiente *ex vitro*, sendo fundamental a avaliação da mudança estrutural durante o processo de adaptação. As diferenças anatômicas foliares entre plantas de *Tabebuia serratifolia*, cultivadas *in vitro*, *in vivo* e durante a aclimatização foram identificadas por Dousseau et al. (2008). Comparou-se plântulas mantidas por 43 dias em sala de crescimento, com até 80 dias de aclimatização *ex vitro* e mudas de 90 dias cultivadas em viveiro. As plântulas foram obtidas via cultura de embriões em meio MS e transplantadas para tubetes contendo plantmax, para aclimatização em viveiro, sob 50% de sombreamento. Nas mesmas condições da aclimatização, foram produzidas as mudas *in vivo*. As plântulas *in vitro* apresentaram os tecidos foliares pouco diferenciados e estômatos maiores e mais abertos, exigindo maiores cuidados na etapa inicial de aclimatização. Aos 60 dias de aclimatização as novas folhas produzidas possuem alguns aspectos anatômicos que podem conferir maior eficiência fotossintética e maior capacidade de regulação hídrica das plantas.

Após o processo de micropropagação *in vitro* as pequenas mudas devem passar por um processo de aclimação. A adaptação das plantas produzidas *in vitro* (vitroplantas) às condições do ambiente natural foram analisadas por Indacochea-Ganchozo et al. (2017). Para isso, plantas obtidas por micropropagação de *Myroxylon balsamum*, *Tabebuia chrysantha* e *Tabebuia billbergii*

foram transplantadas para um substrato composto por 40% de areia, 40% de húmus e 20% de serragem de madeira decomposta (v/v/v). A irrigação foi aplicada duas vezes ao dia com um aspersor por 20 dias, reduzindo a irrigação gradualmente nos próximos 40 dias, regando-os a partir deste momento uma vez ao dia por mais 20 dias. Após esse período observou-se que *M. balsamun*, *T. crhyantha* e *T. billbergii* tiveram sobrevivência de 65, 80 e 70%, respectivamente.

Um grande impedimento para o manejo sustentável de florestas tropicais secas é a escassez de regeneração natural de espécies comerciais de árvores de madeira. Onde a regeneração está presente, as verdadeiras mudas de muitas espécies são superadas em número por brotos vegetativos das raízes, caules quebrados e tocos de árvores derrubadas. A importância dos rebentos promovidos por operações de exploração madeireira para a regeneração de espécies de árvores do dossel comercialmente importantes foi estudada por Mostacedo et al. (2009). O estudo foi realizado de 1 a 5 anos após o corte de uma floresta seca tropical e 31 espécies foram monitoradas, entre as quais três espécies de Bignoniaceae que mostraram ao menos um tipo de rebrota (Tabela 3).

Tabela 3. Tipo de rebrota/frequência e tolerância a sombra de três espécies de Bignoniaceae que fizeram parte do estudo

Espécie	Tipo de rebrota /frequência		Tolerância a sombra
	Raiz	Caule	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Sim/baixo	Sim/alto	Pioneira longeva
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Sim/alto	Sim/baixo	Pioneira longeva
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	Não	Sim/alto	Pioneira longeva

Classes de tolerância de sombra baseados em Pinard et al. (1999) e Mostacedo e Fredericksen (1999), apud Mostacedo et al. (2009).

A vegetação do bioma Cerrado exibe diferentes estratégias para a sobrevivência às condições estressantes durante o período seco que ocorre na região, como a presença de gemas vegetativas em órgãos subterrâneos em plantas herbáceas e arbustivas (Gottsberger; Silberbauer-Gottsberger, 2006 apud Chaves Filho; Borges 2018). A espécie *Tabebuia roseoalba*, presente na flora nativa do cerrado, apresenta propagação vegetativa em ambiente natural. A presença de sistemas subterrâneos produzindo gemas em espécies arbóreas está relacionada com a sobrevivência em condições de distúr-

bios ambientais. O sistema subterrâneo produtor de gemas caulinares nessa espécie foi analisado e caracterizado anatomicamente por Chaves Filho e Borges (2018). O material selecionado (raízes plagiotrópicas - horizontais) foi cortado em fragmentos de aproximadamente dez centímetros de comprimento, lavados com água e plantados em recipientes plásticos contendo vermiculita. Observou-se que o ipê-branco (*Tabebuia roseoalba*) possui estruturas subterrâneas diageotrópicas (horizontais) caracterizadas como raízes gemíferas, capazes de regenerar a parte aérea da planta em condições adversas.

A enxertia é uma técnica de propagação que no melhoramento pode ser utilizado em pomares de sementes clonais. Garfagem no topo em fenda cheia de enxertos de galhos de plantas adultas em porta enxertos juvenis, de origem seminífera entre as espécies *H. chrysotrichus* (ipê-amarelo), *H. heptaphyllus* (ipê-roxo) e *H. roseo-albus* (ipê-branco) foi realizado por Simões (2017), tendo ocorrido todas combinações de porta-enxerto e enxerto entre as espécies, e autoenxertos. Observou-se que o maior pegamento foi no autoenxerto do ipê-roxo (83%), seguido do autoenxerto de ipê-branco (39%), autoenxerto de ipê-amarelo (33%) e enxerto de ipê-roxo com porta-enxerto de ipê-branco (28%).

Pragas e doenças

Ácaros são minúsculos aracnídeos que se alimentam da parte aérea e subterrânea das plantas, sendo que uma das etapas para o seu controle é a sua identificação. Os ácaros associados a plantas ornamentais de praças, ruas e jardins residenciais, no município de Ilha Solteira, SP foram estudados por Feres et al. (2009). Para a espécie *Tabebuia* sp. (ipê-rosa) foram encontrados os seguintes ácaros: *Aculus* sp, *Euseius citrifolius*, *Zetzellia* sp, *Brevipalpus phoenicis*, *Tenuipalponychus tabebuiae* e *Lorrya formosa*.

Os seguintes fungos foliáceos (que crescem sobre folhas) de espécies de *Tabebuia* ocorrentes nos parques e jardins de Brasília foram descritos e ilustrados por Inácio e Dianese (1998): *Anhelia tabebuiae* sp. nov. e *Dictyonella tabebuiae* sp. nov. (ascomicetes), *Fumagospora tabebuiae* sp. nov., *Polychaeton tabebuiae* sp. nov. e *Septoria tabebuiae-impetiginosae* sp. nov. (coelomicetos), *Cercospora tabebuiae-impetiginosae* sp. nov. e *Pseudocercospora tabebuiae-roseo-albae* sp. nov. (hifomicetos). *Uncinula*

peruviana foi encontrado e descrito em *T. impetiginosa* como primeiro registro para o Distrito Federal, Brasil.

A rizosfera das plantas contém uma diversidade de microrganismos, alguns dos quais desempenham um papel importante no crescimento e desenvolvimento da planta hospedeira. A diversidade de fungos e bactérias associados à rizosfera de plantas de *Tabebuia chrysantha* e *T. billbergii* foi analisada por Llacsá et al. (2019). A identificação molecular foi realizada sequenciando o ITS (Internal Transcribed Spacer – espaçador interno transcrito), que separa os genes 18S e 28S do rDNA e que pode ser amplificada com iniciadores (primers) específicos ancorados nessas duas regiões, e 16S rDNA (sequência no DNA que codifica a região 16S) para fungos e bactérias, respectivamente. Na rizosfera de *T. chrysantha*, o filo (fungos) mais abundante de Eukaria foi Ascomycota (98%) e, para as bactérias, os filos mais representativos foram Proteobacteria (18,61%) e Actinobacteria (11,93%).

As espécies florestais arbóreas nativas apresentam interações com coleópteros que se desenvolvem no interior das estruturas reprodutivas. Ovos, larvas, pupas e adultos de *Microctenochira difficilis* (Coleoptera, Chrysomelidae, Hispinae, Cassidini) foram coletadas por Teixeira e Casari (2003) em folhas de *Tabebuia* sp. no arboreto de Monjolinho no Centro Experimental Santa Elisa, Campinas, estado de São Paulo, e mantido em laboratório para criação.

Trabalho sobre doenças em Ipês foi publicado por Auer (2001). Os assuntos tratados foram: patologia de sementes, tombamento de mudas, podridão basal de mudas, nematoides em mudas, mancha de *Corynespora*, mancha de *Asteromidium* ou mancha escura, crosta-marrom, mancha borrão, mancha de *Septoria*, oídio, ferrugem, declínio do ipê-rosa, fumagina em *Tabebuia serratifolia* e mancha-de-alga.

O tombamento de mudas em viveiros florestais normalmente possui causa fúngica. O tombamento de mudas de espécies florestais causado por *Sclerotium rolfsii*. foi estudado por Mafía et al. (2007). Observou-se que todas as espécies testadas foram suscetíveis ao tombamento de mudas causado por *S. rolfsii* em pré e em pós-emergência, inclusive *Tabebuia avellanadae* (ipê-roxo).

A importância dos patógenos associados às sementes é evidente, contudo é necessário verificar os efeitos que os fungos podem causar às sementes e

mudas. Levantamento de fungos presentes em oito amostras de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*T. impetiginosa*) coletadas nas regiões de Piracicaba, Mogi-Guaçu e sul de Minas Gerais (Lavras, Ijaci e Itumirim) foram realizados por Botelho et al. (2008) e, determinou-se, os possíveis prejuízos na produção de mudas dessas espécies. As sementes, tanto no teste de sanidade quanto no de germinação, foram subdivididas sendo uma parte submetida à assepsia superficial com hipoclorito de sódio e a outra não. Observou-se que os fungos não interferiram diretamente na porcentagem de plântulas normais e a assepsia reduziu a germinação em 64%, demonstrando ser fitotóxica. Os fungos mais frequentes transmitidos pelas sementes de ipê-amarelo e ipê-roxo foram: *Alternaria alternata*, *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Phoma* sp. e *Phomopsis* sp.

A fitopatologia de essências florestais nativas e em especial das utilizadas em arborização urbana tem sido pouco trabalhada no Brasil. Uma contribuição associando sintomatologia com agentes causais é muito importante até para agilizar procedimentos de tratamento. Levantamento de fungos fitopatogênicos de *Handroanthus chrysotrichus* foi realizado por Lucini e Putzke (2015). Identificou-se oito espécies fúngicas associadas aos sintomas, destacando-se: *Fusarium oxysporum* (associado com necrose foliar), *Colletotrichum gloeosporioides* (associado à requeima apical), *Alternaria alternata* (associada ao amarelecimento foliar), *Asteromidium tabebuiae* (associado à necrose ao longo das nervuras secundárias), *Cercospora* sp. e *Meliola* sp. (associados à necrose e amarelecimento no ápice foliar), *Uredo* sp. (associado à ferrugem), *Helminthosporium* sp. (associado à necrose no ápice foliar).

Os oídios (Erysiphales), parasitas obrigatórios biotróficos e especializados, causam perdas econômicas em uma vasta gama de hospedeiros, incluindo grandes culturas, ornamentais, plantas arbóreas e essências nativas em geral. Nove espécies de fungos da Ordem Erysiphales em treze hospedeiros nativos do bioma Cerrado foram estudadas por Alencastro Filho (2006). Observou-se que a espécie *Phyllactinia paulowniae* cf. foi encontrada parasitando *Tabebuia impetiginosa* e *Tabebuia serratifolia*. *Erysiphe peruviana* foi relatado pela primeira vez em *Tabebuia ochracea*, assim como o anamorfo *Ovulariopsis* em *Tabebuia aurea*.

Os insetos herbívoros mastigadores e sugadores exibem algumas preferências alimentares. Ribeiro et al. (1994) estudaram os papéis do tamanho foliar, idade e pilosidade de *Tabebuia ochracea* sobre as preferências alimentares de herbívoros mastigadores e sugadores. Homópteros (*Rhabdotalebra*

spp.) e hemípteros (*Tingis tecomae*) ocorreram principalmente sobre folhas maiores. A área foliar consumida por gafanhotos, em um experimento laboratorial, foi maior em folhas jovens do que em folhas maduras. Todavia, não houve diferença na escolha por *Rhabdotalebra* spp. e por *T. tecomae* entre folhas jovens e maduras. Concluíram que a distribuição diferencial de folhas pequenas e grandes foi um fator de relevância na seleção de alimento por *T. tecomae*, enquanto a densidade de tricomas foi o fator de relevância na seleção por *Rhabdotalebra* spp.

Os tingídeos, em sua maioria, são insetos fitossuccívoros que ocasionam lesões na planta hospedeira. Ninfas e adultos de *Tingis americana* Drake, 1922 (Hemiptera) foram observados por Moreira (2013) alimentando-se de folhas de *Handroanthus heptaphyllus* e *H. chrysotrichus*, causando morte de mudas.

A mais importante doença que ocorre em ipês é a ferrugem causada por fungos pertencentes ao gênero *Prospodium*, da ordem Pucciniales. A morfologia de esporos de duas espécies do gênero *Prospodium* foi identificada e descrita por Fernandes et al. (2018). Os esporos de *Prospodium bicolor* e *P. tecomicola* foram obtidos diretamente de folhas com sintomas de seus respectivos hospedeiros *Handroanthus impetiginosus* (ipê-roxo) e *H. vellosi* (ipê-amarelo) e, avaliados, de acordo com seu estágio esporífero. Ambas as espécies de fungos causadores de ferrugem apresentaram mesósporos.

Os nematoides do gênero *Meloidogyne* induzem a formação de galhas no sistema radicular das plantas parasitadas, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas raízes. O parasitismo de *Meloidogyne incognita* em plantas nativas do oeste paranaense foi estudado por Antes et al. (2012). Observou-se entre outras espécies, que *Tabebuia impetiginosa* e *Tabebuia serratifolia* foram hospedeiras de *M. incognita*. Por sua vez, inoculação com *Meloidogyne javanica* foi realizada em algumas espécies arbóreas nativas por Fiorentin (2010). Observou-se que *Tabebuia chrysotricha* e *Tabebuia heptaphylla* foram resistentes.

Alguns ipês (*Tabebuia alba*, *T. chrysotricha* e *T. heptaphylla*) apresentam folhas jovens deformadas, na forma de enrolamento foliar, em viveiros e na arborização urbana (Santana et al., 2005). Plantas dessas espécies foram observados por estes autores em viveiro e em árvores da arborização urba-

na. Constatou-se que o enrolamento do limbo foliar do ipê é provocado por *Trioza tabebuiae* (Hemiptera: Psylloidea).

As térmitas são bem conhecidas por sua capacidade de danificar madeira e vários tipos de produtos derivados. A susceptibilidade da madeira de cinco essências florestais à ação do cupim subterrâneo asiático, *Coptotermes gestroi* foram avaliadas por Souza et al. (2009). Como corpos de prova, foram utilizadas estacas de madeiras de várias essências florestais, entre elas *Tabebuia avellanadae* (ipê). Observou-se que as estacas de ipê e maçaran-duba (*Manilkara huberi*) não sofreram danos significativos por essa térmita.

A resistência natural de quatro madeiras foi correlacionada, em relação ao ataque da térmita xilófaga *Nasutitermes corniger* Motsch., com a quantidade de extrativos e cinzas presentes na composição química das espécies ensaiadas por Paes et al. (2013), entre elas *Tabebuia aurea* (craibeira). Observou-se nesta espécie, que houve um ataque entre intensivo e moderado com penetração no cerne e alburno e perda de massa de 15% no alburno e 15,9% no cerne. Concluiu-se que a resistência natural das madeiras testadas à térmita *Nasutitermes corniger* está correlacionada com maior quantidade de cinzas das madeiras.

Qualidade e química da madeira

As plantas medicinais são uma rica fonte de produtos naturais usados para tratar muitas doenças; portanto, eles são a base para uma nova descoberta de drogas. Uma revisão com objetivo de apresentar a riqueza em compostos bioativos das plantas medicinais dos gêneros *Tabebuia* e *Handroanthus*, bem como aspectos importantes sobre as interações endófitas-plantas, com ênfase na produção de compostos bioativos por fungos endófitos, isolados de várias plantas medicinais para esse fim, foram realizados por Gómez e Luiz (2018). Os fungos endófitos estão relacionados à qualidade e quantidade de compostos bioativos produzidos, seja auxiliando a planta na produção desses compostos através de modificações em rotas metabólicas ou diretamente produzindo-os (Jia et al., 2016). Um dos exemplos dos compostos gerados, especialmente por *Handroanthus*, são as naftoquinonas como lapachol e β -lapachona (Figura 7), são cada vez mais citados na literatura, principalmente, devido à sua ação antitumoral. O lapachol apresenta propriedades

antiproliferativas potentes contra várias células tumorais e β -lapachona provou ter uma forte atividade citotóxica in vitro contra linhas de células murinas humanas (Pires et al. 2015 apud Gómez e Luiz, 2018).

Souza et al. (2008) apud Silva (2009) mostraram que lapachol, β -lapachona e α -lapachona têm atividade contra o fungo *Fusarium oxysporum*. O lapachol foi avaliado clinicamente no tratamento do carcinoma de Walker-256, propiciando regressão definitiva de neoplasias em aproximadamente 30% dos portadores (Araújo et al., 2002 apud Silva, 2009) (Tabela 4).

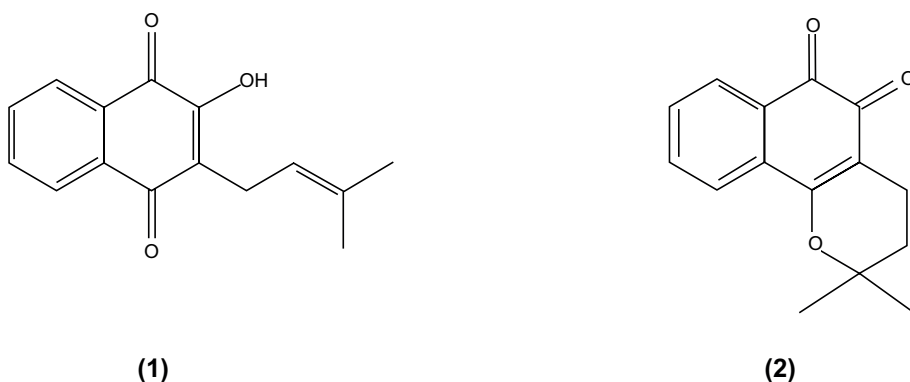


Figura 7. Estrutura química do lapachol (1) e β -lapachona (2).

Fonte: Gómez e Luiz (2018)

Tabela 4. Ocorrência do lapachol em algumas espécies.

Família	Espécie
Bignoniaceae	<i>Tabebuia avellanedae</i>
	<i>Tabebuia serratifolia</i>
	<i>Tabebuia heptaphylla</i>
	<i>Zeyheria digitalis</i>
	<i>Zeyheria tuberculosa</i> , etc
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i>
	<i>Avicennia tomentosa</i>
	<i>Avicennia officinalis</i>
Leguminosae	<i>Diphysa robinoide</i>
Malvaceae	<i>Hibiscus tiliaceus</i>

Fonte: Adaptado de Silva (2009)

A atividade acaricida de um constituinte principal derivado do extrato metanólico da casca de *Tabebuia impetiginosa* foi comparada com a do benzoato de benzila e abamectina por Jeon e Lee (2011), os quais realizaram vários bioensaios contra *Dermatophagoides* spp., *Tetranychus urticae* e *Tyrophagus putrescentiae*. Observou-se que o constituinte ativo da casca de *T. impetiginosa* foi identificado como 2-hidroxi-3-(3-metil-2-butenil)-1,4-naftoquinona (lapachol) por análises espectroscópicas e foi mais tóxico que abamectina contra *T. urticae*. Contudo, o benzoato de benzilo apresentou atividade acaricida mais alta que o lapachol contra *Dermatophagoides* spp. e *T. putrescentiae*.

O uso de resíduos de madeira e seus extratos como fontes de moléculas bioativas não apenas ajuda a reduzir os impactos ambientais dos resíduos produzidos pela indústria madeireira, mas também oferece inúmeras oportunidades de aplicação biotecnológica, incluindo o desenvolvimento de novos produtos inseticidas (Borges et al., 2019). O potencial inseticida e repelente (em formulações de gel e creme) dos extratos de madeira da planta neotropical *Tabebuia heptaphylla* contra os mosquitos *Aedes aegypti* foram investigados por Borges et al. (2019). Observou-se que, apesar de o 2,6-di-terc-butilnaftaleno ser o principal constituinte (53,3%) do extrato hexanólico de *T. heptaphylla*, a presença de lapachol como constituinte principal em ambos os extratos de madeira, combinada com a análise de encaixe computacional, sugere fortemente o lapachol como o principal fator dos efeitos inseticidas / repelentes dos extratos de madeira de *T. heptaphylla*.

A luz ultravioleta é usada para investigar a foto descoloração e foto degradação em madeira. A resistência à luz UV de uma das espécies exóticas de madeira - ipê (*Tabebuia* sp) - comumente utilizada na indústria moveleira -, utilizando as análises espectroscópicas colorimétricas e infravermelhas, foi caracterizada por Zborowska et al. (2016). Uma espécie de madeira macia, pinheiro silvestre (*Pinus sylvestris* L.), também foi estudada para fins de comparação. Com base nos resultados obtidos após 100 horas de irradiação de luz, encontraram-se alterações de cor nas amostras de ambas as espécies analisadas, mas a extensão e o padrão das alterações diferiram significativamente. Observou-se que a madeira de ipê foi menos influenciada pela luz em comparação com a madeira de pinheiro.

A identificação de constituintes químicos e características tecnológicas da madeira associados a cor da madeira serve para prever possíveis problemas

durante o processo de produção de pisos. A cor da madeira de *Tabebuia serratifolia* com sua composição química e características tecnológicas, como dureza e colagem, importantes para a fabricação de pisos de madeira, foi relacionada por Romagnoli et al. (2013). Amostras com cor padrão de madeira e anomalias cromáticas evidentes foram submetidas às análises colorimétricas e de cromatografia em fase gasosa do parâmetro de cores CIELAB. Observou-se que a madeira vermelha e amarela está associada à presença de lapachol e deidro- α -lapachona, respectivamente, enquanto grandes quantidades de polifenóis foram encontradas nas partes pretas. Testes de delaminação mostraram que os polifenóis afetam a força de ligação da camada superior do piso de compensado, em termos de colagem.

Os efeitos do intemperismo artificial aplicados nas amostras de madeira (imersão em água, secagem e radiação com raios ultravioleta em vários ciclos), na estabilidade das cores de seis espécies de madeira tropical, entre elas *Tabebuia* sp (ipê), foram investigados por Jankowska et al. (2017). Observou-se para *Tabebuia* sp. que o brilho, a saturação de cor, o ângulo de tinta e a diferença de cor total não tiveram variação significativa durante o número de ciclos de intemperismo artificial.

O processo de fotodecomposição da madeira de cinco espécies tropicais e o efeito de proteção de dois produtos de acabamento de madeiras (verniz poliuretânico transparente e de um corante semitransparente) quando submetidos ao intemperismo artificial foram avaliados por Silva et al. (2007). Amostras dessas madeiras foram submetidas a ciclos de radiação ultravioleta e água. Observou-se que as espécies mais resistentes a fotodecomposição foram o ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e tauari (*Couratari* sp.). O verniz forneceu proteção por tempo maior ao ipê-roxo e à maçaranduba (*Manilkara huberi*).

Na maioria das ligações, os pinos metálicos estão solicitados por forças laterais, mas ocasionalmente há a necessidade da utilização de parafusos autoatarraxantes solicitados por esforços de tração. A resistência ao arrancamento de parafusos autoatarraxantes em espécies de madeiras tropicais, em que se analisou a influência da densidade da madeira e três comprimentos de penetração do parafuso (50 mm, 65 mm e 85 mm), foi determinada por Ribeiro et al. (2018). Para isso, foram feitos testes de arrancamento com parafusos sextavados de rosca soberba com 12,7 mm de diâmetro e diferentes comprimentos de rosca. Observou-se para *Tabebuia* sp. (madeira de alta densidade) que o melhor comprimento do parafuso foi de 65 mm.

Muitas espécies de madeira foram empregadas como pisos, no entanto, seu desempenho pode variar bastante de acordo com as propriedades da madeira e o tipo de aplicação. Testes mecânicos podem ser realizados para simular os pisos de madeira em serviço, mas não há padrões para classificar os materiais de acordo com sua qualidade como piso (Oliveira et al., 2019). Testes para simular o desempenho como piso foi realizado por este autor em quatro espécies. Observou-se que a maior resistência mecânica no teste de indentação causada por cargas aplicadas em pequenas áreas e o maior coeficiente de atrito dinâmico foi encontrado na madeira de *Tabebuia impetiginosa*.

A determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira é utilizada para definir melhor o seu uso. Amostras climatizadas (65% de UR e 20 °C) até peso constante (madeira com aproximadamente 15% de umidade) de *Tabebuia* sp apresentaram os seguintes resultados de parâmetros físicos e mecânicos: densidade aparente 1,00 g/cm³, módulo de elasticidade 18.785 N/mm², módulo de ruptura 187 N/mm², carga máxima 5.846 N, tensão no limite proporcional 113 N/mm² e carga no limite proporcional 3.515 N (Del Menezzi et al., 2010). Estes valores sugerem que *Tabebuia* sp. pode ser utilizado para fins estruturais.

Enquanto a madeira de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) é tradicionalmente usada na fabricação de arcos para instrumentos de corda, madeira de outros gêneros, como *Handroanthus* (sin. *Tabebuia*) e *Manilkara*, também é usada na fabricação de arco, mas ainda em escala muito pequena (Longui et al., 2010). As características anatômicas, químicas, físicas, mecânicas e acústicas dessas duas madeiras, estabelecendo seu potencial para fazer arco, foram avaliadas por estes autores. O comprimento, a frequência dos elementos de vasos e raios e a maior porcentagem de fibras influenciam a densidade, o módulo de elasticidade, o módulo de ruptura e a velocidade da propagação do som, enquanto o conteúdo de lignina influencia a rigidez dos arcos. Observou-se que arcos de *Handroanthus* têm propriedades físicas, mecânicas e acústicas semelhantes ou superiores quando comparadas à madeira de *Caesalpinia echinata*.

Economia

Quando o processo de colheita de árvores madeireiras é realizado em florestas naturais, normalmente a espécie mais valiosa é exaurida primeiro, ou pode ser proibida sua extração como no caso do mogno, então, procuram-se substitutos para suprir a demanda de madeira. Nessa linha de pensamento, Almeida et al. (2010) abordaram o grau de substituição de seis espécies da Amazônia no mercado internacional de madeira serrada com os dados coletados para o período de janeiro de 1996 a setembro de 2007. Em geral, os resultados sugeriram uma semelhança entre as espécies consideradas nobres (mogno, ipê e cedro) para o mercado internacional, indicando-as como boas substitutas entre si. Pela importância das madeiras tropicais no comércio nacional e internacional, recomenda-se um incremento de pesquisas na área econômica e de mercado, como estudos de comportamento do consumidor, a fim de possibilitar melhorias de estratégias para madeiras brasileiras nos distintos mercados.

No Tropical Timber Report Market (TTM-reportagem do mercado de madeira tropical) veículo de informação do ITTO (International Tropical Timber Organization - Organização Internacional de Madeira Tropical) de março de 2021, o preço de madeira serrada de ipê, para exportação, estava cotado em US\$ 1,580/m³ (FOB-free on board - é um termo de remessa usado para indicar se o vendedor ou o comprador é responsável por mercadorias que foram danificadas ou destruídas durante o transporte) nos portos de Belém/Paranaguá e, para pisos de madeira alocadas em áreas externas (deck boarding), a cotação foi de US\$ 3,259/m³ por metro cúbico (FOB) (International Tropical Timber., 2021).

Algumas espécies de ipês possuem propriedades medicinais como visto anteriormente e, uma das formas de verificar sua exploração econômica, é através de registro de patentes. O Brasil (2015) publicou monografia da espécie *Tabebuia avellanae* (ipê-roxo) na qual listou alguns registros de depósitos de patentes em três bancos de patentes: (World Intellectual Property Organization – WIPO, sediado na Europa; United States Patent and Trademark Office – USPO, sediado nos Estados Unidos; e European Patent Office – EPO, sediado na Europa). Alguns exemplos são descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Registros de depósito de patentes selecionados nos bancos de patente da WIPO, USPO e EPO que utilizam compostos de *Tabebuia avellanedae*.

Número de depósito	Data do depósito	Banco de patente	Título da patente
1020100123230	06.12.2010	WIPO	Composição contendo beta-lapachona para o tratamento de distúrbios hiperpigmentares e para o clareamento da pele
2007145680	31.05.2007	WIPO	Método para produzir 2-(1-hidroxiethyl)-5-hidroxi-nafto [2,3-b] furano-4,9-diona opticamente ativo com atividade anticâncer
14/272,047	07.05.2014	USPO	Métodos de tratamento de espasmos gastrointestinais desencadeados por estresse
12/470,514	22.05.2009	USPO	Composição farmacêutica para o tratamento ou prevenção de doenças envolvendo obesidade, diabetes, síndrome metabólica, doenças neurodegenerativas e disfunções mitocondriais
US19990346252	01.07.1999	EPO	Composições de ervas e seu uso como agentes antiinflamatórios para o alívio da artrite e gota
KR20050050601	13.06.2005	EPO	Composições antibacterianas compreendendo extratos do gênero <i>Tabebuia</i>

Fonte: Brasil (2015).

A iniciativa privada necessita de análise de taxa de retorno de risco coerente para favorecer sua atividade de produção e comercialização do produto alvo. Estudo para estimar a relação risco e retorno e a tendência da diferença de preços entre o mercado do estado do Pará e das cidades de Baurú, Campinas e Sorocaba, consumidores de pranchas de madeira do Ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) foram conduzidos por Barbosa et al. (2014). Admitiu-se, como indicativo de risco, o coeficiente de variação (CV) e como retorno a taxa geométrica de crescimento (TGC) das séries de preço que também foi empregada para estimar a tendência da diferença de preço entre os mercados. Observou-se que a relação de risco retorno é coerente em todos os mercados, sendo que o da cidade de Sorocaba se destaca com as maiores estimativas tanto de risco como retorno, além de apresentar a maior tendência de aumento de diferença de preço em relação ao mercado do estado do Pará, que apresentou um déficit temporal no aumento de preço em relação aos demais mercados analisados.

O ipê atualmente, após a proibição do abate de mogno, é a madeira mais valiosa do Brasil. Já em 1995, no município de Jaru, o percentual de consumo em volume do ipê em relação a espécies florestais usadas pelas serrarias foi de 31,7%. Vieram a seguir *Hymenea courbaril* (jatobá) com 11,6%, *Dipterex odorata* (cumaru) com 10,8% e *Hymenolobium* sp. (angelim) com 9,1%, enquanto que para as laminadoras e fábricas de compensados as preferidas foram *Ceiba pentandra* (sumaúma) com 39,8%, *Parkia* com 25,7% (pinho cuiabano) e *Schizolobium amazonicum* (bandarra) com 18,8%. Em 1995, as indústrias produziram cerca de 140 mil metros cúbicos de madeira beneficiada sendo as serrarias responsáveis por 54% da produção, as laminadoras por 25% e as fábricas de compensados 21%. Foram necessários 265 mil metros cúbicos de madeira em tora e 21.331 ha de floresta nativa para abastecer estas indústrias, e geraram 1.922 empregos diretos. A maior parte da produção de madeira é dirigida ao mercado interno, tendo os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná como os maiores consumidores (Martins et al., 2002).

As espécies que são extraídas da floresta precisam ser repostas e, para que isso ocorra, deve haver um plano de manejo sustentável e, se este for compatível, recebe certificação. A idéia por trás da certificação florestal é simples: uma empresa madeireira ou comunidade florestal demonstra excelentes padrões de produção (tecnicamente sólidos, ambientalmente benignos e social-

mente responsáveis), obtendo o selo de aprovação de uma agência certificadora de terceiros e obtendo acesso a consumidores dispostos a pagar preços mais altos para produtos florestais colhidos de forma sustentável. No entanto, pesquisas indicavam que isso não é verdade para o ipê (*Tabebuia* spp.), que estava inundando o mercado de decks residenciais dos EUA, grande parte deles registrado no Brasil. A aplicação desigual ou não de padrões técnicos mínimos para certificação pode prejudicar o valor agregado e, eventualmente, o próprio processo de certificação (Schulze et al., 2008).

Considerações finais

Os estudos sobre espécies de Ipês têm avançado em várias frentes, como visto nesta revisão. Contudo, existem poucos esforços em relação aos aspectos silviculturais (adubação, espaçamento em plantios puros e mistos, podas, desbastes) e de melhoramento básico (seleção de indivíduos promissores na natureza, teste de procedências e progênies) no bioma Cerrado. Nesta última, etapas podem ser realizadas em menor tempo através da seleção assistida por marcadores moleculares e sequenciamento direcionado para características desejáveis. Enxertia, hibridação, retrocruzamento e autofecundação devem ser usados também nessa fase. Em termos de propagação vegetativa, faltam estudos mais eficientes ou pioneiros sobre embriogênese somática, micropropagação e estaquia. Atualmente, pelos dados da Organização Internacional de Madeira Tropical (ITTO), a exportação de madeira serrada e decks de ipês, sugerem estar havendo extração e comercialização sem o respaldo das normas de certificação. Existe também carência de estudos da tecnologia da madeira assim como secagem, aplicação de protetores químicos e madeira engenheirável. Na biologia reprodutiva, faltam estudos em diversas localidades do bioma Cerrado para promover a restauração de condições ambientais para a sobrevivência do Ipê e, de outras espécies associadas, para uma efetiva conservação in situ.

Referências

ABBADE, L. C. **Aspectos do cultivo in vitro de ipê-branco**. 2008. 113 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Biochemical and physiological changes of *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (Bignoniaceae) seeds under storage. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 1, p.100-107, 2014a.

ABBADE, L. C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith - Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 233-240, 2014b.

ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; OLIVEIRA, R. R.; FERREIRA, D. H. A. A. Caracterização e potencial de substratos formulados com biossólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1179-1190, 2017.

ABREU, L. V. **Estudo do raio de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas**. 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

AGUIRRE, L. F.; LENS, L.; MATTHYSEN, E. Patterns of roost use by bats in a neotropical savanna: implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 111, p. 435-443, 2003.

ALENCASTRO FILHO, T. R. de. **Fungos da Erysiphales encontrados em hospedeiros nativos do bioma cerrado**. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

ALMEIDA, A. N.; ANGELO, H.; SILVA, J. C. G. L.; HOEFLICH, A. Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 119-126, 2010.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ALVARENGA, L. G. L. **Crescimento de espécies florestais autóctones para a recuperação de área marginal de recursos hídricos**. 2018. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2018.

ALVES, F. J. B.; FREIRE, A. L. O. Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 3, p. 195-202, 2017.

AMARAL, J. B.; MARTINS, L.; FORTI, A.; CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J. Teste de raios X para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 601-607, 2011.

ÂNGELO, N. M. M. **Efeitos da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento inicial de três espécies arbóreas nativas**. 2019. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2019.

ANTES, V. A.; COMERLATO, A. P.; SCHUELTER, A. R.; CARNEIRO, R. M. D. G.; FURLANETTO, C. Native-plant hosts of *Meloidogyne* spp. from Western Paraná, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55 n. 2, p. 213-219, 2012.

AUER, C. G. **Doenças em ipês: identificação e controle**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2001.16 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 67).

- BARBOSA, H. F.; REGO, L. J. S.; PIERO, M. E.; NOCE, R.; OLIVEIRA, J. M.; GAMA, J. R. V. Risk-return and difference of ipe wood price in Pará and São Paulo markets. **Cerne**, v. 20, n. 1, p. 69-72, 2014.
- BARROS, M. G. Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 255-261, 2001.
- BASSEGIO, C.; FOGAÇA, L. A.; BALTAZAR, P.; EMMEL, E. Desenvolvimento de ipê-roxo em meios de cultura e concentrações de bap (6-benzilaminopurina) durante a etapa de multiplicação *in vitro*. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 1, p. 72-80, 2017.
- BOCCHESI, R. A.; OLIVEIRA, A. K. M.; MELOTTO, A. M.; FERNANDES, V.; LAURA, V. A. Efeito de diferentes tipos de solos na germinação de sementes de *Tabebuia heptaphylla*, em casa telada. **Cerne**, v. 14, n. 1, p. 62-67, 2008.
- BORBA FILHO, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 259-269, 2009.
- BORGES, J. C. M.; HADDI, K.; OLIVEIRA, E. E.; ANDRADE, B. S.; NASCIMENTO, V. L.; MELO, T. S.; DIDONET, J.; CARVALHO, J. C. T.; CANGUSSU, A. S.; SOARES, I. M.; ASCENCIO, S. D.; RAPOSO, N. R. B.; AGUIAR, R. W. S. Mosquitocidal and repellent potential of formulations containing wood residue extracts of a Neotropical plant, *Tabebuia heptaphylla*. **Industrial Crops and Products**, v. 129, p. 424-433, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.022>
- BORGES, V. P.; COSTA, M. A. P.; RIBAS, R. F. Emergência e crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo em ambientes contrastantes de luz. **Revista Árvore**, v. 38, n. 3, p. 523-531, 2014.
- BOTELHO, L. S.; MORAES, M. H. D., MENTEN, J. O. M. Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*): incidência, efeitos na germinação e transmissão para as plântulas. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 343-348, 2008.
- BRAGA, A. C.; COLLEVATTI, R. G. Temporal variation in pollen dispersal and breeding structure in a bee-pollinated Neotropical tree. **Heredity**, v. 106, p. 911-919, 2011. DOI: 10.1038/hdy.2010.134
- BRAUWERS, L. R.; CAMARGO, I. P.; DURAN, J. A. R.; MARTINOTTO, C. Efeito de substratos e da adubação fosfatada sobre o desenvolvimento de mudas de paratudo (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) e Sucupira preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K.). **Acta Horticulturae**, n. 569, p. 161-165, 2002. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.569.26
- CABRAL E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. Ex. S. Moore. **Acta Botanica Brasiliica**, v. 17, n. 4, p. 609-617, 2003.
- CAIRES, S. M. **Comportamento de mudas de espécies florestais nativas na fitorremediação de solo contaminado com zinco e cobre**. 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

CAMPELO, D. H. **Crescimento e trocas gasosas de seis espécies florestais sob dois regimes hídricos no perímetro irrigado baixo Acaraú – CE**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015 141 p. Disponível em: https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2015/11/Guia_de_arvores_com_valor_economico_Agroicone.pdf. Acesso em: 10 jan. 2021.

CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p.15-25, 2006.

CARVALHO, M. L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M.; HILHORST, H. W. M.; GUIMARÃES, R.M. Morphophysiological development of *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. seeds. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 6, p. 643-651, 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p. v. 1.

CARVALHO, P. E. R.; COSTA, J. M. Comportamento de essências florestais em condições de arboreto em quatro locais do estado do Paraná. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1981. p. 161-170.

CHAVES, P. M.; SILVA, J. R.; BRAGA, M. O.; MARQUES, N. S.; FREITAS, A. D. D. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Handroanthus impetiginosus* sob diferentes sombreamentos e substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 1, p. 22-26, 2018

CHAVES FILHO, J. T.; BORGES, J. D. Ocorrência de raízes gemíferas em *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (Bignoniaceae, Lamiales). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1789-1797, 2018.

CORREIA, D; SOUSA, J. A. de; VIANA, F. M. P.; MESQUITA, A. L. M.; MIRANDA, F. R. de; NEVES, E. J. M.; WENDLING, I.; SANTOS, A. M.; CARPANEZZI, A. A.; CARVALHO, P. E. R.; ARAÚJO, J. D. M.; NASCIMENTO, E. H. S. do. **Teste e seleção de espécies arbóreas para a indústria do polo moveleiro de Marco, CE (Fase I)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. 43 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 178).

COSTA, M. E.; SAMPAIO, D. S.; PAOLI, A. A. S.; LEITE, S. C. A. L. Poliembrião e aspectos da embriogênese em *Tabebuia ochracea* (Chamisso) Standley (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 395-406, 2004.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, A. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DAVANSO, V. M.; MEDRI, M. E.; SOUSA, L. A.; COLLI, S. *Tabebuia avellanadae* Lor. Ex Griseb. (Bignoniaceae) submitted at the flooding and the "Ethrel" and silver nitrate application. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 1, p. 57-64, 2003.

DAVANSO, V. M.; SOUZA, L. A.; MEDRI, M. E.; PIMENTA, J. A.; BIANCHINI, E. Photosynthesis, growth and Development of *Tabebuia avellanadae* Lor. Ex Griseb.

(Bignoniaceae) in Flooded Soil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 3, p. 375-384, 2002.

DEGAN, P.; AGUIAR, I. B.; SADER, R.; PERECIN, D.; PINTO, L. R. Influência de métodos de secagem na conservação de sementes de Ipê-branco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 492-496, 2001.

DEL MENEZZI, C. H. S.; SILVEIRA, R. R.; SOUZA, M. R. Estimativa das propriedades de flexão estática de seis espécies de madeiras amazônicas por meio da técnica não destrutiva de ondas de tensão. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p. 325-332, 2010.

DÓRIA, L. C.; PODADERA, D. S.; LIMA, R. S.; LENS, F.; MARCATI, C. Axial sampling height outperforms site as predictor of wood trait variation. **IAWA Journal**, v. 40, n. 2, p. 191-214, 2019.

DOUSSEAU, A.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; SOARES, R. P.; EMRICH, E. B.; MELO, L. A. Anatomia foliar de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich. (Bignoniaceae) propagadas *in vitro*, *in vivo* e durante a aclimatização. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 6, p. 1694-1700, 2008.

ENDRES, L.; CÂMARA, C.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V. Morphological and photosynthetic alterations in the Yellow-ipe, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl., under nursery shading and gas exchange after being transferred to full sunlight. **Agroforestry Systems**, v. 78, p. 287-298, 2010. DOI: 10.1007/s10457-009-9235-9.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. **Ipê Amarelo**. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/trilhas/uteis/ut08.htm>. Acesso em: 14 ago. 2020.

ESPÍRITO SANTO, F. S.; SILVA-CASTRO, M. M.; RAPINI, A. **Flora da Bahia: Bignoniaceae 2 – Aliança Tabebuia. Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 13, 2013. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/index.php/sitientibusBiologia/article/view/211/282>. Acesso em: 15 out. 2020.

FARIA, M. C. G. Potencial madeireiro de 22 espécies arbóreas do Cerrado: caracterização anatômica, física e energética. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

FERES, R. J. F.; VIEIRA, M. R.; DAUD, R. D.; PEREIRA JR., E. G.; OLIVEIRA, G. F.; DOURADO, C. Ácaros (Arachnida, Acari) de plantas ornamentais na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil: inventário e descrição dos sintomas causados pelos fitófagos. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 466-474, 2009.

FERES, J. M.; SEBBENN, A. M.; GUIDUGLI, M. C.; MESTRINER, M. A.; MORAES, M. L. T.; ALZATE-MARIN, A. L. Mating system parameters at hierarchical levels of fruits, individuals and populations in the Brazilian insect-pollinated tropical tree, *Tabebuia roseo-alba* (Bignoniaceae). **Conservation Genetics**, v. 13, p. 393-405, 2012. DOI: 10.1007/s10592-011-0292-z.

FERNANDES, L. A. **Montagem de novo e anotação funcional de sequências gênicas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos**. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

FERNANDES, F. M.; GRAIXHEN, F. A. S.; SILVA, A. R. D.; RÊGO, N. H. Ocorrência de ferrugem em *Handroanthus impetiginosus* e *Handroanthus vellosi* no estado de Mato Grosso do Sul. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2245-2252, 2018.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. VAR. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (mart. ex dc.) sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.

FERREIRA, D. T. R. G. **Alterações fisiológicas e bioquímica de quatro espécies florestais do bioma caatinga submetidas a alagamento**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia de Produção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

FIORENTIN, F. **Identificação de *Meloidogyne* spp. em reservas legais e avaliação do parasitismo de *Meloidogyne incognita* Raça 03 e *M. javanica* em plantas nativas do oeste paranaense**. 2010. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2010.

FREITAS, W. C. M.; LEITE, M. S.; FREITAS, R. M. O.; PINTO, J. R. S.; NOGUEIRA, N. W.; LEITE, T.S. Crescimento inicial de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) em resposta à adubação potássica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais...** Natal, RN, 2015. 4p. Disponível em: <https://www.eventosolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/965.pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.

GAO, A. P. C.; SANTOS, D. S.; VIEIRA, E. A. Effects of zinc excess on antioxidant metabolism, mineral content and initial growth of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos and *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith. **Environmental and Experimental Botany**, v. 144, p. 88-99, 2017.

GARCIA, S. F.; OLIVEIRA, A.; SILVA, B. M. S. Emergência de plântulas de *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1419-1422, 2012.

GÓMEZ, O. C.; LUIZ, J. H. H. Endophytic fungi isolated from medicinal plants: future prospects of bioactive natural products from *Tabebuia/Handroanthus* endophytes. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 102, p. 9105-9119, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9344-3>

GANDOLPHI, G.; BITTENCOURT JR.; N. S. Sistema reprodutivo do Ipê-Branco: *Tabebuia roseo-alba* (Ridley) Sandwith (Bignoniaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 840-851. 2010.

GONÇALVES, E. R.; SOUZA, F. C.; SANTOS, L. N.; SILVA, J. V.; FERREIRA, V. M.; ENDRES, L. Morphological and photosynthetic adaptations of *Tabebuia aurea* seedlings in the nursery. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1201-1209, 2013.

GORENSTEIN, M. R.; BORGES, P. C. A.; POLETTO, R. S. Comportamento silvicultural de 6 espécies nativas na revegetação da mata ciliar do córrego barreiro em Garça-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. v. 4, n. 7, p. 1-12, 2006. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/vMbiXZ6ygbpXzvU_2013-4-25-17-6-8.pdf. Acesso em: 12 dez. 2020.

GROSE, S. O.; OLMSTEAD, R. G. Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s. l. (Bignoniaceae). **Systematic Botany**, v. 32, n. 3, p. 660-670, 2007.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; MELO, P. A. F. R.; MOURAM, S. S. S.; SILVA, R. S. Storage of *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau seeds in different packaging and temperatures. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 433-440, 2012.

Haidar, R. F. **Fitossociologia, Diversidade e sua Correlação com Variáveis Ambientais em Florestas Estacionais do Bioma Cerrado no Planalto Central e Nordeste do Brasil**.

2008. 254 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

Hoerber, S.; Leuschner, C.; Köhler, L.; Arias-Aguilar, D.; Schuldt, B. The importance of hydraulic conductivity and wood density to growth performance in eight tree species from a tropical semi-dry climate. **Forest Ecology and Management**, v. 330, p. 126-136, 2014.

Inácio, C. A.; Dianese, J. C. Some foliicolous on *Tabebuia* species. **Mycological Research**, v. 102, n. 6, p. 695-708, 1998.

Indacochea-Ganchozo, B.; Pinales-Villacreses, J.; Castro-Piguave, C.; Vera-Tumbaco, M.; Gabriel-Ortega, J. Aclimatación in vitro de especies forestales nativas del Sur de Manabí en peligro de extinción. **Journal of the Selva Andina Research Society**, v. 8, n. 2, p. 124-134, 2017.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Informações sobre madeiras**: Ipê. 1989. Disponível em: https://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=38. Acesso em: 14 jul. 2020.

International Tropical Timber Organization. **Tropical Timber Market (TTM) Report**, v. 25, n. 6, p. 8-11, 2021. Disponível em https://www.itto.int/files/user/mis/MIS_16-31_Mar2021.pdf. Acesso em: mar. 2021.

Jankowska, A.; Reder, M.; Golofit, T. Comparative study of wood color stability using accelerated weathering process and infrared spectroscopy. **Wood Research**, v. 62, n. 4, p. 549-556, 2017.

Jeon, J. H.; Lee, H. S. Acaricidal Activity of *Tabebuia impetiginosa* Bark-Derived Constituent against Domestic and Spider Mites (Arachnida: Acari). **Korean Society for Applied Biological Chemistry**, v. 54, n. 4, p. 551-557, 2011.

Jia, M.; Chen, L.; Xin, H. L.; Zheng, C. J.; Rahman, K.; Han, T.; Qin, L. P. Friendly relationship between endophytic fungi and medicinal plants: a systematic Review. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, 2016. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00906

Lacerda, D. M. A.; Figueiredo, P. S. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda - MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 295-304, 2009.

Lang, A. **Uso de fertilizantes de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico branco em área de domínio ciliar**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2008.

Lima, A. D.; Sousa, C. H. C.; Lacerda, C. F.; Bezerra, M. A.; Silva, E. N.; Neves, A. L. R. Gas exchange of four woody species under salinity and soil waterlogging. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 10, p. 670-674, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n10p670-674>

Lima, J. R.; Pareyn, F. G. C.; Drummond, M. A. *Tabebuia aurea* (Craibeira). In: Coradin, L.; Camillo, J.; Pareyn, F. G. C. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial - plantas para o futuro**: região Nordeste. Brasília, DF:

MMA, 2018. p. 779-786. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190126/1/Livro-Nordeste-779-78612-2018.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

LIMA, P. R.; HORBACH, M. A.; DRANSKI, J. A. L.; ECCO, M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Avaliação Morfofisiológica em Mudanças de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos Durante a Rustificação. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 316-326, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.0588>

LIMA, V. V. F.; VIEIRA, D. L. M.; SEVILHA, A. C.; SALOMÃO A. N. Germinação de espécies arbóreas de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã em Goiás após três tipos de armazenamento por até 15 meses. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300008>

LISBOA, A. C.; MELO JÚNIOR, C. J. A. H.; TAVARES, F. P. A.; ALMEIDA, R. B.; MELO, L. A. Crescimento e qualidade de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* em substrato com esterco bovino. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201701485>.

LLACSA, L. X.; SOLIS-CASTRO, R. L.; MIALHE, E.; GARCIA-SEMINARIO, R. Metagenomic Analysis of the Bacterial and Fungal Community Associated to the Rhizosphere of *Tabebuia chrysantha* and *T. billbergii*. **Current Microbiology**, v. 76, p. 1073-1080, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01725-5>

LOBO, J. A.; RAMOS, D. L.; BRAGA, A. C. Visitation rate of pollinators and nectar robbers to the flowers and inflorescences of *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae): effects of floral display size and habitat fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 667-681, 2016.

LOHMANN, L. G. **Bignoniaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB114257>. Acesso em: 27 set. 2020.

LOHMANN, L. G. **Tabebuia in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020a. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114338>. Acesso em: 27 set. 2020.

LOHMANN, L. G. **Handroanthus in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020b. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB117466>. Acesso em: 27 set. 2020.

LOHMANN, L. G. **Handroanthus in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020c. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114086>. Acesso em: 27 set. 2020

LOHMANN, L. G. **Handroanthus in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020d. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114085>. Acesso em: 06 abr. 2020

LOHMANN, L. G. **Handroanthus in Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020e. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114091>. Acesso em: 06 abr. 2020.

- LOHMANN, L. G. ***Handroanthus in Flora do Brasil 2020***. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020f. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114078>. Acesso em: 06 abr. 2020.
- LOHMANN, L. G. ***Zeyheria in Flora do Brasil 2020***. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020g. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114468>. Acesso em: 27 set. 2020.
- LONGUI, E. L.; YOJO, T.; LOMBARDI, D. R.; ALVES, E. S. The potential of ipê (*Handroanthus* spp.) and maçaranduba (*Manilkara* spp.) woods in the manufacture of bows for string instruments. ***IAWA Journal***, v. 31, n. 2, p. 149-160, 2010.
- LORENZI, H. ***Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil***. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002. v. 1, p. 69.
- LUCINI, F.; PUTZKE, J. Fungos fitopatogênicos em *Handroanthus chrysotrichus* (ipê amarelo – Bignoniaceae) cultivadas nos municípios de Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires, RS. ***Caderno de Pesquisa***, v. 27, n. 1, p. 49-55, 2015. (Série Biologia).
- MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. Tombamento de mudas de espécies florestais causado por *Sclerotium rolfsii* Sacc. ***Revista Árvore***, v. 31, n. 4, p. 629-634, 2007.
- MARQUES, T. C. L. S. M.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento e teor de metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v. 35, n. 1, p. 121-132, 2000.
- MARTINEZ, M. L. L. ***Aplicação de marcadores microssatélites na caracterização de recursos genéticos de *Tabebuia roseo-alba* conservados ex situ no Banco de Germoplasma da Floresta da USP de Ribeirão Preto***. 2008. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2008. DOI: 10.11606/D.59.2008.tde-15012009-105304
- MARTINS, C. C.; MARTINELLI-SENE, A.; NAKAGAWA, J. Estágio de colheita e substrato para o teste de germinação de sementes de ipê (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl.). ***Revista Árvore***, v. 32, n. 1, p. 27-32, 2008.
- MARTINS, E. P.; OLIVEIRA, A. D.; REZENDE, J. L. P.; VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; PEQUENO, P. L. L. ***Diagnóstico das serrarias e das fábricas de lâminas e compensados do Município de Jarú, estado de Rondônia***. Porto Velho, RO: EMBRAPA-CPAF-Rondônia, 2002. 16 p. (Embrapa CPAF-Rondônia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).
- MARTINS, L.; LAGO, A. A.; ANDRADE, A. C. S. Armazenamento de sementes de ipê-branco: teor de água e temperatura do ambiente. ***Bragantia***, v. 68, n. 3, p. 775-780, 2009.
- MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CICERO, S. M. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia avellanedae* e *Tabebuia impetiginosa* submetidas à ultra-secagem. ***Revista Brasileira de Sementes***, v. 33, n. 4, p. 626-634, 2011.
- MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CÍCERO, S. M. Conservação de sementes de ipê-roxo. ***Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental***, v. 16, n. 1, p. 108-112, 2012a.
- MARTINS, L.; LAGO, A. A.; ANDRADE, A. C. S. Teor de água, temperatura do ambiente e conservação de sementes de ipê-roxo. ***Revista Árvore***, v. 36, n. 2, p. 203-210, 2012b.

MATTOS, P. P.; SEITZ, R. A. Growth dynamics of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* and *Tabebuia impetiginosa* from pantanal mato-grossense, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 4, p. 427-434, 2008.

MATTOS, P. P.; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M. Potencial dendroecológico de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo. **Boletim Pesquisa Florestal**, n. 48, p. 93-103, 2004.

MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCHESE, R. A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; SILVA, V. P. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 425-432, 2009.

MENDES-RODRIGUES, C.; SAMPAIO, D. S.; COSTA, M. E.; CAETANO, A. P. S.; RANAL, M. A.; BITTENCOURT JÚNIOR, N. S.; OLIVEIRA, P. E. Polyembryony increases embryo and seedling mortality but also enhances seed individual survival in *Handroanthus* species (Bignoniaceae). **Flora**, v. 207, p. 264-274, 2012.

MENDIVELSO, H. A.; CAMARERO, J. J.; GUTIÉRREZ, E.; ZUIDEMA, P. A. Time-dependent effects of climate and drought on tree growth in a Neotropical dry forest: Short-term tolerance vs. long-term sensitivity. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 188, p. 13 – 23, 2014.

MILET-PINHEIRO, P. **Polinização de *Tabebuia Impetiginosa* e *Jacaranda Rugosa* Bignoniaceae e o efeito de pilhadores no seu sucesso reprodutivo no Parque Nacional do Catimbau**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

Brasil. Ministério da Saúde. **Monografia da espécie *Tabebuia avellanedae* (ipê roxo)**. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/setembro/11/Monografia-Tabebuia.pdf>, 2015. Acesso em: 26 out. 2020.

MONTEIRO, E. B.; SILVA, A. C.; SOUSE, A. P.; TANAKA, A. A.; FERNEDA, B. G.; MARTIM, C. C. Water requirements and crop coefficients of tropical forest seedlings in different shading conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 8, p. 709-715, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n8p709-715>

MORATELLI, E. M.; COSTA, M. D.; LOVATO, P. E.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Efeito da disponibilidade de água e de luz na colonização micorrízica e no crescimento de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. (Bignoniaceae). **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 555-566, 2007.

MOREIRA, D. C. ***Tingis americana* Drake (Hemiptera, Tingidae) biologia em *Handroanthus heptaphyllus* e *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae) e descrição das ninfas**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MORI, N. T. **Variabilidade genética entre e dentro de subpopulações de ipê-roxo *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos e seu sistema reprodutivo**. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Botucatu, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/88516>. Acesso em: 05 dez. 2020.

MOSTACEDO, B.; PUTZ, F. E.; FREDERICKSEN, T. S.; VILLCA, A.; PALACIOS, T. Contributions of root and stump sprouts to natural regeneration of a logged tropical dry forest in Bolivia. **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 978-985, 2009.

MUNIZ, F. H. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 617-626, 2008.

NERY, M. C. **Aspectos morfofisiológicos do desenvolvimento de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.** 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

OLIVEIRA, A. K. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 263-273, 2012.

OLIVEIRA, A. S.; FERREIRA, C. S.; GRACIANO-RIBEIRO, D. ; FRANCO, A. C. Anatomical and morphological modifications in response to flooding by six Cerrado tree species. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 4, p. 478-488, 2015. DOI: 10.1590/0102-33062014abb0035

OLIVEIRA, L. E. M. Metabolismo da germinação: embebição. **Temas em fisiologia vegetal.** Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2019. Disponível em: <http://www.ledson.ufla.br/metabolismo-da-germinacao/etapas-da-germinacao/embebicao/>. Acesso em: 06 jan. 2021.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; MASETTO, T. E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley - (Bignoniaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 138-143, 2004.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; SILVA, T. T. A. Temperatura e regime de luz na germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley e *T. serratifolia* Vahl Nich. - Bignoniaceae. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 3, p. 642-648, 2005.

OLIVEIRA, M. B.; SILVA, J. R. M.; HEIN, P. R. G.; LIMA, J. T. Establishment of quality classes for hardwood floorings by simulated use. **Cerne**, v. 25, n. 1, p. 105-109, 2019.

OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora**, v. 195, p. 311-329, 2000.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FELICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 143-150, 2008.

PAES, J. B.; MEDEIROS NETO, P. N.; LIMA, C. R.; FREITAS, M. F.; DINIZ, C. E. F. Efeitos dos extrativos e cinzas na resistência natural de quatro madeiras a cupins xilófagos. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 399-405, 2013.

PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; SIQUEIRA, J. O.; MIRANDA, J. R. P.; FERNANDES, A. R. Absorção de nutrientes por mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) em solução nutritiva contaminada por cádmio. **Revista Árvore**, v. 28, n. 2, p. 189-197, 2004.

PESSOA, Y. M. P. **Crescimento inicial de vegetação arbórea em substrato impactado por resíduo industrial alcalino rico em zinco.** 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

PORTO, J. M. P. **Potencial embriogênico e organogênico em diferentes explantes de ipê-branco.** 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.

POUYU-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O.; SANTOS, J. D. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 413-424, 2006.

RIBEIRO, M.; DEL MENEZZI, C. H. S.; SIQUEIRA, M. L.; MELO, R. R. Effect of wood density and screw length on the withdrawal resistance of tropical wood. **Nativa**, v. 6, n. 4, p. 402-406, 2018.

RIBEIRO, M. L. **Estrutura genética espacial de população de duas espécies simpátricas de *Tabebuia* no parque Estadual Itamiro de Moura Pacheco, GO**. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Genômicas e Biotecnologia) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2011.

RIBEIRO, S. P.; PIMENTA, H. R.; FERNANDES, W. Herbivory by chewing and sucking insects on *Tabebuia ochracea*. **Biotropica**, v. 26, n. 3, p. 302-307, 1994.

RIBEIRO, S. P.; BROWN, V. K. P. Prevalence of monodominant vigorous tree populations in the tropics: herbivory pressure on *Tabebuia* species in very different habitats. **Journal of Ecology**, v. 94, p. 932-941, 2006.

ROBORTELLA, H. S. **Equações de biomassa e estoques de carbono de seis espécies em plantios mistos no noroeste do Mato Grosso**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazonia (INPA), Manaus, 2010.

RODRIGUES, B. C.; TELES, H. F.; VASCONCELOS, W. A.; SILVA, J.P. Substratos e profundidades de semeadura na emergência e desenvolvimento de ipê rosa (*Handroanthus heptaphyllus*) (Vell.) Mattos. **Revista Tree Dimensional**, v. 3, n. 5, p. 78-84, 2018. DOI 10.18677/TreeDimensional2018A7

ROMAGNOLI, M.; SEGOLONI, E.; LUNA, M.; MARGARITELLI, A.; GATTI, M.; SANTAMARIA, U.; VINCIGUERRA, V. Wood colour in Lapacho (*Tabebuia serratifolia*): chemical composition and industrial implications. **Wood Science Technology**, v. 47, p. 701-716, 2013. DOI 10.1007/s00226-013-0534-y

RONQUIM, C. C. **Ecofisiologia de plantas jovens lenhosas de Cerrado sob irradiâncias contrastantes**. 2005. 122 f. Tese (Doutorado em Ciências biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SABINO, M.; KORPAN, C.; FERNEDA, B. G. SILVA, A. C. Crescimento de mudas de ipês em diferentes telas de sombreamento. **Nativa**, v. 4, n. 2, p. 61-65, 2016. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n02a01.

SALOMÃO, A. N.; FUJICHIMA, A. G. **Respostas de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore (Bignoniaceae) à dessecação e ao congelamento em temperaturas subzero**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002, 4 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado Técnico, 76).

SALOMÃO, A. N.; ALLEM, A. C. Polyembryony in angiospermous trees of the brazilian cerrad and caatinga vegetation. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 3, p. 369-378, 2001.

SANTANA, D. L. Q.; AUER, C. G.; ROCHA, A. L. J.; MARQUES, E. Insetos associados ao enrolamento foliar de *Tabebuia* spp. em viveiros e na arborização urbana de Curitiba. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 50, p. 117-126, 2005.

SANTOS, D. L.; SUGAHARA, V. Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. E *Tabebuia roseo-alba* (Ridl)Sand - Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 1, p. 87-92, 2005.

SANTOS, S. R. A atual classificação do antigo gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae), sob o ponto de vista da anatomia da madeira. **Balduinia**, n. 58, p. 10-24, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2358198028146>

SARZI, I.; VILLAS BOAS, R. L.; SILVA, M. R.; CARVALHO, J. L. Características biométricas de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (standl.) formadas em diferentes substratos e soluções de fertilização, quando plantadas em campo. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 241-249, 2010.

SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do ipê-roxo, *Tabebuia impetiginosa* Martius ex A. P. de Candolle, na depressão central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2000.

SCHÜBLER, A.; KRÜGER, C.; URGILES, N. Phylogenetically diverse AM fungi from Ecuador strongly improve seedling growth of native potential crop trees. **Mycorrhiza**, v. 26, p. 199-207, 2016. DOI: 10.1007/s00572-015-0659-y.

SCHULZE, M.; GROGAN, J.; VIDAL, E. Forest certification in Amazonia: standards matter. *Fauna & Flora International*, **Oryx**, v. 42, n. 2, p. 229-239, 2008. DOI: 10.1017/S0030605308000689.

SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A.; SILVAM R. R.; ADORIAN, G.V.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SILVA, A. M. L.; COSTA, F. B.; LEITE, V. G.; REZENDE, A. A.; TEIXEIRA, S. P. Anatomia foliar com implicações taxonômicas em espécies de ipês. **Hoehnea**, v. 36, n. 2, p. 329-338, 2009.

SILVA, A. R. **Obtenção de derivados do lapachol e de compostos relacionados**. 2009. 300 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Química, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, D. G.; CARVALHO, M. L. M.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M.; CALDEIRA, C. M. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Cerne**, v. 17, n. 1, p. 1-7, 2011.

SILVA, E. C.; NOGUEIRAM, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, V. F. S. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. **Acta Botanica Brasílica**, v. 17, n. 2, p. 231-246, 2003.

SILVA, J. O.; PASTORE, T. C. M.; PASTORE JUNIOR, F. Resistência ao intemperismo artificial de cinco madeiras tropicais e de dois produtos de acabamento. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 1, p. 17-23, 2007.

SILVA, M. C. **Diversidade genética, sistema de reprodução, estrutura genética espacial e fluxo gênico em *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore no Cerrado**. 2010. 162 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 2010.

SILVA, R. F. **Tolerância de espécies florestais arbóreas e fungos ectomicorrízicos ao cobre.** 2007. 134 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SILVA-JUNIOR, O. B.; GRATATAPAGLIA, D.; NOVAES, E.; COLLEVATTI, R. G. Genome assembly of the Pink Ipe (*Handroanthus impetiginosus*, *Bignoniaceae*), a highly valued, ecologically keystone Neotropical timber forest tree. **GigaScience**, v. 7, p. 1-16, 2018a.

SILVA-JUNIOR, O. B.; GRATATAPAGLIA, D.; NOVAES, E.; COLLEVATTI, R. G. Design and evaluation of a sequence capture system for genome-wide SNP genotyping in highly heterozygous plant genomes: a case study with a keystone Neotropical hardwood tree genome. **DNA Research**, v. 25, n. 5, p. 535-545, 2018b. DOI: 10.1093/dnares/dsy023

SIMÕES, I. M. **Enxertia entre espécies do gênero *Handroanthus*.** 2017. 19 f. Monografia (Graduado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2017.

SOUZA, A. C. **Organogênese e criopreservação in vitro de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose.** 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SOUZA, C. D. **Comportamento ecofisiológico de espécies arbóreas nativas do Cerrado e exóticas.** 2008. 176 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008b.

SOUZA, R. G. de. **Aspectos ecológicos e introdução de mudas micorrizadas para revegetação de áreas de Dunas Mineradas no Litoral da Paraíba.** 2008. 147 f. Tese (Doutorado em Biologia de Fungos) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008a.

SOUZA, A. F.; ROCHA JUNIOR, E. O.; LAURA, V. A. Desenvolvimento inicial e eficiência de uso de água e nitrogênio por mudas de *Calophyllum brasiliense*, *Eucalyptus urograndis*, *Tabebuia impetiginosa* e *Toona ciliata*. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1465-1477, out./dez., 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509835054>

SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M.; ROSSI, L. M. B. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 127-134, 2010.

SOUZA, J. H.; MENEZES, E. L. A.; MAURI, R.; MENEZES, E. B. Susceptibility of five forest species to *Coptotermes gestroi*. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p.1043-1050, 2009.

SOUZA, L. A.; OLIVEIRA, J. H. G. O. Morfologia e anatomia das plântulas de *Tabebuia avellanedae* Lor. Ex Griseb e *T. chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Standl. (Bignoniaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 2, p. 217-226, 2004. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v26i2.1649>

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G. Adubação mineral do ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 261-270, 2006.

SOUZA, V. C.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 833-841, 2005.

STRAHL, M. A.; FLORES, R.; FLÔRES, P. Z.; BEMPCK, G. S.; PEREIRA, D. N.; VIERO, C. L. Produção de plantas in vitro de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos utilizando sistema de cultivo dupla-fase. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8,

n. 2, 28 fev. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/91138>. Acesso em: 10 maio 2020.

TEIXEIRA, E. P.; CASARI, S. A. Descriptions and biological notes of immatures of *Microctenochira difficilis* (coleoptera, chrysomelidae, hispinae, cassidini). **Iheringia**, v. 93, n. 1, p. 23-30, 2003. (Série Zoologia).

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. Morfologia da copa. para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 7, p. 633-638, 2005.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SÁ, S. P. P. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no Estado de Roraima - Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, v. 35, n. 3, p. 353-362, 2005.

TRESEBAM, N. L.; CAVALCANTI-MATA, R. M. Determinação do teor de água limite para crioconservação das sementes de ipê amarelo (*Tabebuia chrysostrica* (Mart. Ex. DC.) Standl.) **Cerne**, v. 16, n. 2, p. 171-175, 2010.

VERAS, V. S.; OLIVEIRA, M. E.; LACERDA, M. S. B.; CARVALHO, T. B.; ALVES, A. A. Produção de biomassa e estrutura do pasto de capim-andropogon em sistema silvipastoril e monocultura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 200-207, 2010.

VILELA, A. L. O. **Características fotossintéticas e de crescimento de plantas de *Hymenaea courbaril* L. e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex Dc) Mattos submetidas ao alumínio.** 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

VOLLAND-VOIGT, F.; BRÄUNING, A.; GANZHI, O.; PETERS, T.; MAZA, H. Radial stem variations of *Tabebuia chrysantha* (Bignoniaceae) in different tropical forest ecosystems of southern Ecuador. **Trees**, v. 25, p. 39-48, 2011. DOI: 10.1007/s00468-010-0461-6

XAVIER, A. G. **Avaliação do crescimento inicial das espécies *Handroanthus avellanedae* (Lorentz ex Griseb.) Mattos e *Handroanthus serratifolius* (Vahl.) S. Grose (Bignoniaceae-Lamiales) em diferentes dosagens de níquel.** 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2014.

WIKIPEDIA. ***Handroanthus heptaphyllus***. 2018. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Handroanthus_heptaphyllus. Acesso em 14 jul. 2020.

ZBOROWSKA, M.; STACHOWIAK-WENCEK, A.; WALISZEWSKA, B.; PRADZYNSKI, W. Colorimetric and FTIR spectroscopy studies of degradative effects of ultraviolet light on the surface of exotic ipe (*Tabebuia* sp.) wood. **Cellulose Chemistry and Technology**, v. 50, n. 1, p. 71-76, 2016.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL