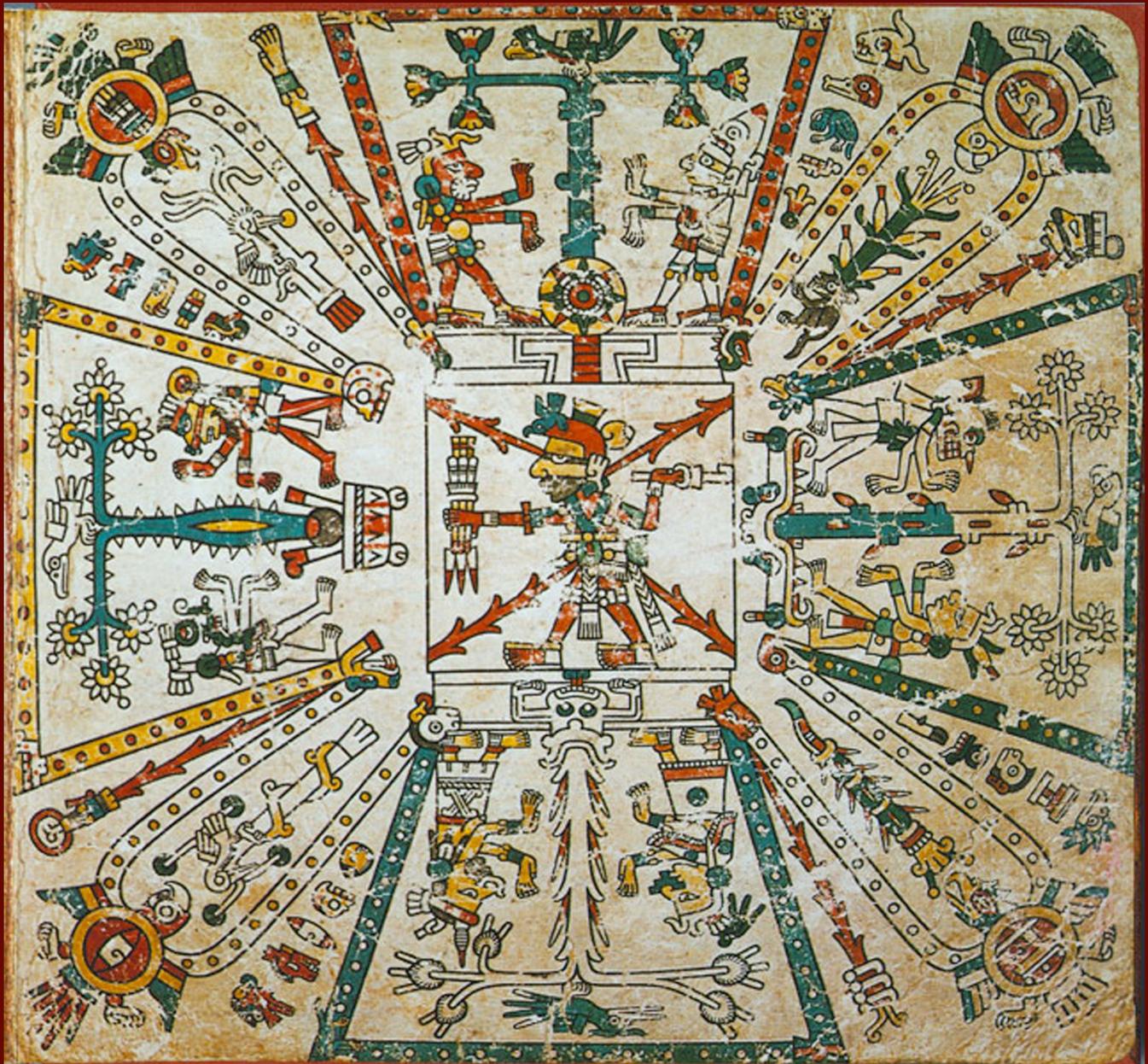


MARCELO RODRIGO PACE

EVOLUÇÃO DA VARIAÇÃO CAMBIAL E DO FLOEMA SECUNDÁRIO EM BIGNONIEAE (BIGNONIACEAE)



SÃO PAULO
2009

MARCELO RODRIGO PACE

EVOLUÇÃO DA VARIAÇÃO CAMBIAL E DO
FLOEMA SECUNDÁRIO EM BIGNONIEAE
(BIGNONIACEAE)

SÃO PAULO
2009

MARCELO RODRIGO PACE

EVOLUÇÃO DA VARIAÇÃO CAMBIAL E DO
FLOEMA SECUNDÁRIO EM BIGNONIEAE
(BIGNONIACEAE)

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade de São Paulo, para a obtenção do
título de Mestre em Ciências, na área de Botânica.

Orientação: Prof. Dr. Veronica Angyalossy

SÃO PAULO
2009

PACE, MARCELO RODRIGO

2009

EVOLUÇÃO DA VARIAÇÃO CAMBIAL E DO FLOEMA SECUNDÁRIO EM
BIGNONIEAE (BIGNONIACEAE)

123 PÁGINAS

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica.

I. Variação cambial 2. Evolução 3. Desenvolvimento 4. Caule 5. Floema secundário 6. Bignoniaceae

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr. Veronica Angyalossy

*Nothing in biology makes sense except in the
light of evolution.*

Theodosius Dobzhansky
The American Biology Teacher 35

Com muito carinho, admiração e amor dedico este trabalho à minha mãe, por ter-me transmitido todo o seu amor pelas plantas e por torcer pelo meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

À **Universidade de São Paulo**, ao **Instituto de Biociências** e em especial ao **Laboratório de Anatomia Vegetal** e todos os que nele trabalham, no qual passei os últimos oito anos da minha vida, no qual me formei e que me acolheu com tanto carinho.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** – CAPES, pelos dois anos de bolsa concedida, e ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** - CNPQ, pelo auxílio.

Aos meus pais, tão amados e queridos, **Adriana De Grandis Pace** e **Héctor Eduardo Pace**, cujo apoio sentimental, profissional e financeiro foi crucial para a elaboração desse trabalho. Sem o esforço e carinho de vocês este trabalho não existiria.

À minha orientadora, **Prof. Dr. Veronica Angyalossy**, pessoa que admiro profundamente e que entrou na minha vida para me ensinar tudo que sei de anatomia vegetal e muito mais do que isso, mostrando-me o quanto a confiança que depositamos no próximo lhe permite crescer, a importância de sabermos errar e consertar nossos erros e a precisão científica que é nosso dever. Agradeço-a ainda pela amizade e carinho que sempre tivemos em nosso intenso convívio. Neste trabalho há horas e horas, mais do que conseguimos contabilizar, de análises no microscópico, leituras de textos e revisões das quais tive a sorte e honra em ter sua companhia. Muito obrigado!

À nossa colaboradora, **Prof. Dr. Lúcia G. Lohmann**, que tem óbvia influência no tema dessa dissertação, por criar um ambiente acadêmico constante em suas reuniões semanais de grupo, por ter me transmitido da maneira mais generosa seus conhecimentos e informações que foram cruciais para meu crescimento profissional.

Aos **professores de ciências e biologia** que passaram pela minha vida e marcaram-na profundamente. Em especial à **Prof. Mônica**, que na sexta série abriu-me as portas para um mundo pelo qual me apaixonei e continuo apaixonado. Suas aulas me transportavam a outra dimensão. Agradeço ainda ao **Prof. Carlos Seix**a, que aos meus 13 anos me nomeou auxiliar do laboratório da escola e me permitiu ter um contato intenso com a biologia desde cedo. À professora **Sônia Barra**, pela convivência e ensinamentos diários no laboratório e por apoiar minhas iniciativas. Agradeço ainda ao **Prof. Dan Edesio Pinseta**, modelo de professor que carregarei para sempre, com aulas que só aumentavam minha certeza do amor à biologia. Muito obrigado!

Ao **Cassiano Luiz Mecchi**, por nossos sete anos juntos e por acompanhar de perto minha saga na biologia, desde a graduação quando cursava Taxonomia de Fanerógamas (quantas risadas você não deu por esse nome), vivendo comigo cada momento de alegria e estresse, na iniciação científica e no mestrado. Se você hoje sabe o que é um grupo monofilético e um terceiro fófolo modificado em gavinhas é porque teve muita paciência em me ouvir e por isso tem todo o meu amor.

A todas as pessoas que me ajudaram a coletar as mais de 50 espécies estudadas aqui, em especial ao **Alexandre Zuntini**, que nunca poupou esforços em me trazer amostras de Linhares e a quem devo a maioria das amostras, à **Mariane de Souza-Baena**, cúmplice nesse trabalho, ao **Márdel Lopes**, que encontrou *Perianthomega* em Viçosa, ao **Milton Groppo**, primeiro a coletar comigo, aqui na reserva da Mata da biologia, à **Diana Sampaio**, pela disponibilidade e carinho com que me recebeu em Uberlândia para coletar os arbustos, à **Dr. Luzmilla Arroyo** e **Daniel Villaboel**, pela aventureira coleta em Santa Cruz e Chuquisaca (Bolívia). Agradeço ainda ao **Dr. Regis Miller**, em Madison (EUA), pelo envio de amostras estudadas pela Graciela dos Santos e que estão depositadas na xiloteca MADw, e ao agrônomo **Harri Lorenzi**, pelo carinho e disponibilidade em ajudar com os quais nos recebeu para coletar em sua propriedade particular em Nova Odessa.

Aos professores do laboratório de Anatomia Vegetal, de hoje e antes, em ordem alfabética: **Prof. Gladys Flávia Albuquerque de Pinna**, **Prof. Gregório Ceccantini**, **Prof. Jane Kraus** e **Prof. Maria Emilia Maranhão Estelita**. Com cada qual aprendi um pouco mais sobre a anatomia das plantas e não só, mas também sobre os caminhos da vida. Menção especial à **Prof. Nanuza Luiza de Menezes**, por encantar com seu amor à botânica e à anatomia vegetal e por tornar o laboratório de anatomia um local muito estimulante.

Ao grande companheiro, amigo, **Antônio Carlos Franco Barbosa**, cientista das técnicas, por ter-me transmitido seus conhecimentos (com trilha sonora variando de Aznavour à música folclórica), ensinado-me com toda paciência e companheirismo a emblocar, cortar e montar lâminas histológicas. Sem seus ensinamentos teria sido impossível desenvolver este trabalho e sem a sua presença este mundo teria menos cores.

À **Karel Verbeek**, que da Bélgica que mandou informações sobre o codex *Fejérváry-Mayar* e pelo interesse nas Bigs.

À maravilhosa **Dr. Marli Pereira Botânico**, que foi quem primeiro me acolheu e me ajudou, que foi minha primeira orientadora e me ensinou o bê-á-bá da botânica. Amiga, te adoro e sou eternamente grato por tudo!

À querida amiga **Susana Alcântara**, cuja contribuição para as reconstruções foi crucial, desde o básico até a interpretação dos resultados, não poupando esforços em ajudar, ainda que a distância. Tenho certeza que você despontará como uma grande botânica.

À **Mariane de Souza-Baena**, grande amiga, companheira de longa data, por dividir sofrimentos, alegrias, por sempre torcer por mim com toda sinceridade e por ser uma pessoa tão agradável, divertida e linda. Eu desejo todo o sucesso do mundo para você e que nossas vidas se cruzem muitas vezes!

Ao **André Lima**, pelas várias revisões, pelas idéias intercambiadas e pelas fotos de *Tynanthus*.

À **Marina Cattai**, amiga que compartilhou da mesma orientação e com quem desenvolvi um convívio maravilhoso e que espero que sempre se mantenha. Te desejo muito sucesso!

Aos “meus” estagiários **Virgínia Martinelli**, **Tales Kishimoto** e **Natacha Lorido**, pela grande ajuda e companheirismo.

Às queridas amigas **Juliana Lovo** e **Viviane Jono**, que foram companheiras de final da dissertação e que me ajudaram a entender um monte de coisas e foram excelentes companheiras. Muito sucesso pra vocês!

A todos os alunos do **GEEBIC** (Grupo de Estudo em Evolução e Biologia Comparada) e do **GAVUSP** (Grupo de Discussões do Laboratório de Anatomia Vegetal da USP) pelos comentários nos manuscritos, companheirismo cotidiano e disponibilidade em ajudar.

À **Gisele Costa**, técnica excepcional, que convive comigo e me agüenta há anos, desde que tentei explodir o laboratório lançando ácido nítrico no descarte de corantes, pelas risadas, comilanças, amigos secretos (ainda tenho e uso a toalhinha) e tudo o mais. Te adoro!

Aos meus colegas e **amigos do laboratório de anatomia** de hoje e ontem. Do Pré-Cambriano (em ordem alfabética) a Adriana Costa (Dri), Ana Maria Yoshitake, Cláudia Vecchi (que conseguiu-me o estágio), Dalva Graciano (pra quem primeiro estagiei), Erika Amano, Hilton Ozório, Luciana Witovsk Gussella, Mariane de Souza-Baena, Marina Blanco Cattai, Marina Milanello, Marli Botânico, Marccus

Alves, Patrícia Soffiatti, Rosaly Strassburg, Rosani Arruda, Vera Gomes (Verinha querida) e Vivi Jono. Do Mesozóico a Deusa Deise de Abreu, Cristiane Gonçalves, Emília Arruda, Giuliano Locosselli, Guilherme Freire, Paula Elbl, Thaís Muntoreano. Do presente o André Lima (companheiro de Bignoniáceas), Bianca Brasil, Cairo Faleiros, Carla Verna, Celina Nakamura, Flávia Nascimento, Gustavo Burin (Ari), José Hernandez, Luiz Horta, Marlene Luz, Natacha Lorido, Natália Antonutti, Renata Lemos, Vanessa Romero Godofredo, Ricardo Cardim, Tássia dos Santos.

Menções especiais ao **Giuliano Locosselli** e **Ari**, que tanto me ajudaram com fotos e inferências estatísticas.

Ao professor emérito **Ray F. Evert**, pelos importantíssimos comentários e correções no primeiro capítulo e por servir de modelo de que o tempo só nos traz mais sabedoria e de que nunca devemos segmentar nosso conhecimento, mas sempre buscar integrar e congregar diferentes campos do saber.

À **Dr. Robyn Burham**, por seu interesse na anatomia das lianas e por ter se voluntariado a revisar o inglês no primeiro capítulo.

Ao querido amigo **Dewey Litwiller**, pelas nossas viagens juntos, risadas, e pela correção do inglês no primeiro capítulo e ao **Dr. Hugo Cota-Sanchez**, pelas dicas na preparação da qualificação.

Aos professores **Edenise Segala Alves**, **Nanuza Luiza de Menezes** e **Paulo Takeo Sano**, pelos comentários na qualificação.

À **Juana Gismero Ordoñez**, minha “jefa y compañera” no Colégio Miguel de Cervantes, que sempre me apoiou e soube entender quando tive que dizer *no* devido ao compromisso com a dissertação. ¡Gracias!

À minha maravilhosa irmã, **Gabriella Pace**, que sempre me apoiou, de perto ou de longe, que sempre esteve presente (apresentação de iniciação científica, qualificação) e que é uma amiga para todas as horas e uma cúmplice para todos assuntos.

E às minhas amigas de adolescência, que estudaram na escola comigo e que me acompanham desde então. Elas conhecem o nome de um monte de gente desses agradecimentos sem nunca tê-las visto, mas por terem ouvido falar nelas umas quantas vezes: **Fernanda Castanho Pereira dos Santos**, **Juliana Sette Sabbato** e **Marianne Thamm de Aguiar**. Adoro-as!

RESUMO

Lianas de Bignoniaceae são reconhecidas por apresentarem uma variação cambial em seus caules, que promove a formação de cunhas de floema que interrompem o xilema. Uma grande diversidade de formas anatômicas foram descritas para esta variação, assim como o floema resultante dela também foi descrito como sendo distinto do floema normal presente concomitantemente nestes caules. Entretanto, nada se sabe sobre a origem, evolução e diversificação das características anatômicas neste grupo. Por essa razão, o presente estudo teve como objetivo uma análise anatômica dos caules de Bignoniaceae num contexto filogenético, com o intuito de lançar hipóteses para a evolução da diversidade anatômica na tribo. Para tanto, foi realizada uma análise anatômica caulinar de 54 espécies de Bignoniaceae, representantes dos 21 gêneros atualmente reconhecidos. Nossos resultados apontam que, não obstante a grande diversidade anatômica presente nos caules de Bignoniaceae, todas compartilham estágios comuns de desenvolvimento, seguidos de adições terminais que promoveram o aumento da complexidade em seus caules. Além disso, vimos que as diferenças entre o floema normal e o variante tem aumentado ao longo da evolução e está presente em todos os tipos celulares do floema. Vimos ainda que o floema secundário em Bignoniaceae evolui em direções opostas em diferentes linhagens da tribo, evidenciando que a evolução do floema não segue uma única direção, mas várias. Por fim, este estudo demonstra que análises anatômicas dentro de um contexto filogenético são primordiais por permitirem um maior entendimento dos processos que promoveram a evolução e diversificação dos grupos.

ABSTRACT

Lianas in Bignoniaceae are well known for presenting a cambial variant in their stems, which develops into phloem wedges that deep furrows the xylem. An enormous diversity of anatomical forms were described as resulting from this cambial variant, as well as the phloem produced by the cambial variant was described as being distinct from the regular phloem concurrently present in these stems. However, nothing is known about the origin, evolution, and diversification of the anatomical traits in this group. Therefore, the present study aimed to provide an anatomical analysis of the stems of Bignoniaceae (Bignoniaceae) within a phylogenetic framework, in order to address questions on the evolution of anatomical diversity in this tribe. For that reason, here we analyzed the stems of 54 species of Bignoniaceae, representative of the 21 genera currently known for the tribe. Our results show that, despite the great anatomical diversity present in the stems of Bignoniaceae, all of them share common developmental stages, which are then followed by subsequent terminal additions that are thought to have promoted an augment in the complexity of these stems. Furthermore, our results indicate that the differences found between regular and variant phloem is increasing along time and is present in all cell types of the phloem. Moreover, we found that the secondary phloem in Bignoniaceae is evolving in opposite directions in distinct lineages of the tribe, evidencing that the evolution of the phloem is not constraint to a single line of specialization. In conclusion, this study demonstrates the importance of anatomical analyses within a phylogenetic framework, allowing for the detection of the processes that have been involved in the evolution and diversification of plant groups.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL	12
Referências Bibliográficas	16
CAPÍTULO 1: SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA VARIAÇÃO CAMBIAL EM BIGNONIEAE (BIGNONIACEAE)	18
Resumo/Abstract	20
Introdução	21
Material e Métodos	23
Resultados	27
Discussão	37
Referências Bibliográficas	43
CAPÍTULO 2: A EVOLUÇÃO DE DIFERENÇAS ENTRE O FLOEMA NORMAL E O VARIANTE EM BIGNONIEAE (BIGNONIACEAE)	46
Resumo/Abstract	48
Introdução	49
Material e Métodos	51
Resultados	55
Discussão	65
Referências Bibliográficas	70
CAPÍTULO 3: DIVERSIDADE E EVOLUÇÃO DO FLOEMA SECUNDÁRIO EM BIGNONIEAE (BIGNONIACEAE)	74
Resumo/Abstract	76
Introdução	77
Material e Métodos	79
Resultados	82
Discussão	106
Referências Bibliográficas	110
CONCLUSÃO GERAL	115

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

A família Bignoniaceae constitui um grupo monofilético (Spangler & Olmstead 1999, Olmstead *et al.* no prelo) formada de árvores (Fig. 1A), lianas (Fig. 1B) e mais raramente arbustos (Fig. 1C) e ervas, caracterizados pelas folhas geralmente compostas e opostas, com folíolos freqüentemente modificados em gavinhas nas espécies lianescentes (Fig. 1D). Os perfílos da gema axilar (pseudostípulas) são freqüentemente desenvolvidos (Fig. 1E), podendo adotar diferentes formas em diferentes táxons (Lohmann 2003). O cálice e a corola são compostos de cinco peças, sendo que a corola é, em geral, bilabiada (Fig. 1F). Os estames são quatro, didínamos em dois pares, freqüentemente com um quinto estaminódio adaxial, raramente com cinco estames férteis ou dois férteis e três estaminodiais. O estigma é bilobado e o ovário súpero, bicarpelar e bilocular com placentação axilar, em quase todas as espécies. Discos nectaríferos estão geralmente presentes no ovário (Rivera 2000), mas também são comuns nectários extra-florais (Fig. 1E) (Machado *et al.* 2008). Os óvulos são numerosos, anátropos ou hemítropos. Os frutos são uma cápsula com duas valvas (Fig. 1G), geralmente com um replum, mais raramente carnosos e indeiscentes (Zjhra *et al.* 2004). As sementes são em geral achatadas e aladas, mas eventualmente podem ser espessadas e coriáceas, com alas reduzidas ou ausentes, algumas vezes embebidas em polpa. O endosperma é geralmente reduzido (Heywood 1993, Gentry 1980, Fischer *et al.* 2004, Lohmann 2004).

A família foi tradicionalmente dividida em oito tribos: Bignonieae, Tecomeae, Crescentieae, Torrettieae, Eccremocarpeae, Coleeae, Oroxyleae e Schlegelieae (Gentry 1980). No entanto, a tribo Schlegelieae foi subsequentemente transformada na família Schlegeliaceae (Spangler & Olmstead 1999), estando Bignoniaceae atualmente composta por sete tribos (Fischer *et al.* 2004).

A tribo Bignonieae é monofilética (Spangler & Olmstead 1999, Lohmann 2006) e representa a maior tribo da família, compreendendo quase metade das espécies da família com 383 espécies distribuídas em 21 gêneros (Lohmann 2006; Lohmann & Ulloa 2006). É um grupo neotropical, quase exclusivamente composto por lianas (Fig. 1B), com múltiplas evoluções para o hábito arbustivo, sobretudo em espécies que ocupam áreas mais secas de campos (Lohmann 2003). As espécies desta tribo são tradicionalmente reconhecidas por possuírem o folíolo terminal das folhas modificado em gavinha (Fig. 1D) e pela deiscência do fruto paralela ao septo (septicida) (Gentry 1980, Lohmann 2006, Fischer *et al.* 2004). Quanto à sua anatomia, Schenk (1893) adverte que a presença de crescimento secundário anômalo, caracterizado pela formação de cunhas de floema interrompendo o xilema (Fig. 1H), seria típico dos gêneros da tribo Bignonieae e não estaria presente nas demais espécies da família. Esta opinião foi compartilhada por Gentry (1980), que até mesmo utilizou tal caráter na justificativa para a inclusão de *Dolichandra* à tribo, apesar de este não possuir o mesmo tipo de deiscência do fruto (Gentry 1980). Aponta-se ainda que as mudanças no padrão geral desta variante cambial representariam importante instrumento na identificação dos gêneros e de suas relações

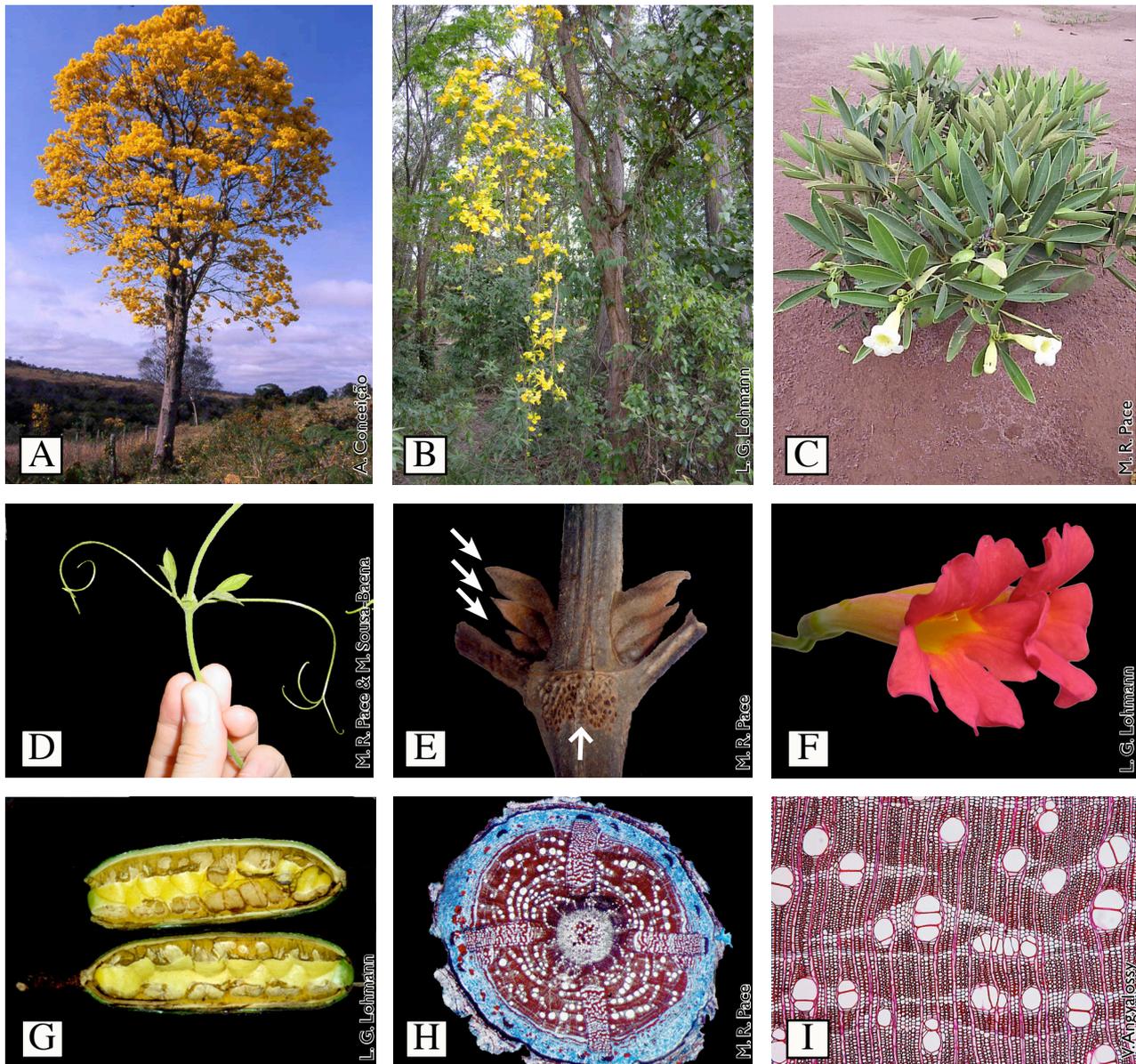


Fig. 1 Características gerais de algumas espécies de Bignoniaceae. (A) *Handroanthus vellosi*, uma espécie de hábito arbóreo. (B) *Dolichandra unguis-cati*, uma espécie de hábito lianescente. (C) *Anemopaegma acutifolium*, uma espécie de hábito arbustivo. (D) *Tynanthus cognatus*, ilustrando o terceiro folíolo modificado em gavinha trifida. (E) *Pachyptera kerere*, mostrando a presença de múltiplas gemas axilares com seus perfis (↔) e nectários extra-florais (→). (F) *Amphilophium buccinatorium*, com flor pentâmera, tubular e bilabiada. (G) *Adenocalymma cladotrichum*, ilustrando uma cápsula septicida. (H) *Lundia cordata*, mostrando um caule com variação cambial do tipo xilema interrompido por cunhas de floema. (I) *Tabebuia fluviatilis*, xilema secundário.

dentro da tribo (Solereder 1908, Metcalfe & Chalk 1950, Gentry 1980, Dos Santos 1995).

Lohmann (2003, 2006), trabalhando com a sistemática da tribo Bignonieae, reconstruiu a filogenia da tribo utilizando caracteres moleculares, sobre a qual otimizou dados de morfologia externa e de anatomia do lenho (dados do lenho retirados da tese de Dos Santos 1995). Este estudo constatou que tipos de gavinhas, forma dos perfis e diferentes padrões de crescimento secundário anômalo no caule representam sinapomorfias de clados bem sustentados em Bignonieae (Lohmann no prelo). A presença de variação cambial com a formação de xilema interrompido por cunhas de

floema aparece como sinapomorfia da tribo Bignonieae (Lohmann 2006), corroborando estudos morfológicos anteriores (Schenk 1893, Solereder 1908, Metcalfe & Chalk 1950, Gentry 1980).

Segundo Dos Santos (1995), há quatro padrões de crescimento anômalo em Bignonieae. No primeiro padrão, desenvolvem-se nos caules quatro cunhas de floema, permanecendo nesta condição por toda a vida da planta. No segundo padrão são formadas cunhas de floema múltiplas de quatro, formando-se inicialmente quatro cunhas de floema, e posteriormente oito, 16, 32 e assim por diante. No terceiro padrão, formam-se cunhas de floema multi-dissectadas, i.e., formam-se inicialmente quatro cunhas de floema, com posterior formação de outras cunhas, com a peculiaridade de que, com o crescimento do caule, estas cunhas se dispersam dentro do caule, dando o aspecto de multi-dissectadas. Finalmente, no último padrão, formam-se quatro cunhas de floema descontínuas ao longo do mesmo raio, interrompidas por parênquima radial, vasos e fibras, gerando porções de floema incluso no caule.

A tribo Oroxyleae é monofilética, possui quatro gêneros e seis espécies. Estava incluída em Bignonieae, por apresentar deiscência septicida dos frutos, mas foi separada por ser restrita à Ásia, enquanto todas as Bignonieae são neotropicais (Gentry 1980). É composta de árvores, arvoretas e lianas (Lohmann 2004). Alguns gêneros da tribo se distinguem em sua anatomia do lenho por possuírem alguns vasos com placa de perfuração foraminada ou reticulada (Gasson & Dobbins 1991).

A tribo Tecomeae apresenta 43 gêneros e aproximadamente 349 espécies (Lohmann & Ulloa 2006) e é a mais amplamente distribuída, tendo representantes na África, América do Norte, Europa e Sudeste asiático, apesar de ser predominantemente neotropical (Lohmann 2004). É representada por árvores, arvoretas, arbustos e algumas poucas espécies de lianas (e.g. *Campsis radicans* L. Seem. e *Podranea ricasoliana* Sprague), que por sua vez não apresentam crescimento anômalo (Fischer *et al.* 2004). É reconhecida pela deiscência dos frutos perpendicular ao septo (loculicida) (Gentry 1992, Lohmann 2004, Fischer *et al.* 2004). Possui alguns gêneros de importância econômica, sobretudo pelo lenho (Fig. 11) (*Tabebuia*, *Handroanthus*, *Jacaranda*) (Mainieri *et al.* 1983). A tribo emergiu como parafilética em estudos filogenéticos (Spangler & Olmstead 1999; Olmstead *et al.* no prelo). Com base nestes dados foram detectados novos clados e tribos que serão reconhecidos em uma nova classificação para o grupo (Olmstead *et al.* no prelo). Entre as novos clados e tribos reconhecidos estão a tribo Jacarandae, a tribo Catalpeae, a tribo Tecomeae (que passa a reunir sobretudo as lianas de Tecomeae *s.l.*) e dois grandes clados: um neotropical, denominado clado *Tabebuia* alliance (Grose & Olmstead 2007a) e outro Paleotropical, denominado clado Paleotropical (Olmstead *et al.* no prelo). Dentro do gênero *Tabebuia*, o maior dentro de Tecomeae (*sensu* Gentry 1980), polifilético, reconhecem-se dois grupos monofiléticos (Grose & Olmstead 2007a,b). Ambos grupos podem ser reconhecidos por características do lenho, sendo que um deles reúne as espécies de madeira

leve, conhecidas popularmente por caixetas (Mainieri *et al.* 1983), e o outro congrega as espécies de madeira dura, pesada, utilizadas na construção civil (Record & Hess 1940, Dos Santos & Miller 1992, Grose & Olmstead 2007a,b). O primeiro grupo mantém o nome genérico *Tabebuia*, enquanto membros do segundo foram transferidos para *Handroanthus* (Grose & Olmstead 2007b).

A tribo Eccremocarpeae é monofilética, de distribuição neotropical, composta por apenas um gênero (*Eccremocarpus*) e três espécies, lianescentes, que ocorrem da Colômbia ao Chile. Seu caule não apresenta variação cambial e possui crescimento secundário apenas na base, com a parte superior do caule permanecendo herbácea (Fischer *et al.* 2004). Possuem ainda ovário unilocular e placentação parietal (Fischer *et al.* 2004). Foi unida à tribo Tourrettieae (Olmstead *et al.* no prelo), que também é neotropical e composta por apenas um gênero monotípico (*Tourrettia lappacea*). Este gênero ocorre em altitude (cordilheira dos Andes), do México à Argentina, sendo uma trepadeira anual herbácea (Fischer *et al.* 2004).

A tribo Coleeae é monofilética, apresenta seis gêneros e aproximadamente 52 espécies, que ocorrem predominantemente em Madagascar, mas com algumas espécies em ilhas no Oceano Índico (Zjhra *et al.* 2004). É composta por árvores ou arbustos, de ovário unilocular com duas placentas parietais ou bilocular com placentação axial. Os frutos são indeiscentes, carnosos ou fibrosos de córtex duro (Zjhra *et al.* 2004; Fischer *et al.* 2004). No último tratamento para Bignoniaceae, esta tribo emerge conectada ao clado pantropical, junto das demais Tecomeae pantropicais, tal como *Spathodea* e *Kilegelia* (Olmstead *et al.* no prelo).

A tribo Crescentieae, por sua vez, possui três gêneros e 33 espécies. Ocorre nas Américas Central e do Sul e é composta por árvores de folhas palmadas ou simples. O ovário é incompletamente bilocular ou unilocular com placenta parietal. Os frutos são indeiscentes, com exocarpo duro e polpa carnosa (Fischer *et al.* 2004). Esta tribo emerge juntamente das Tecomeae neotropicais, próximo de *Tabebuia* s.l. (Grose & Olmstead 2007a, Olmstead *et al.* no prelo).

Como visto, a família Bignoniaceae tem distribuição pantropical, mas é predominantemente neotropical, com 78% das espécies da família nos neotrópicos (Gentry 1980, Fischer *et al.* 2004). Para a família como um todo, o Brasil é claramente o centro de diversidade (Gentry 1980, Spangler & Olmstead 1999) e a anatomia caulinar tem despontado cada vez mais como de grande valor no reconhecimento de grupos monofiléticos (Lohmann 2006, Grose & Olmstead 2007a,b).

Neste contexto, no presente estudo tivemos como objetivo analisar o caule das espécies da tribo Bignonieae, possuidoras da variação cambial, dentro de um contexto filogenético, afim de elucidar como as variações cambiais e o floema secundário teriam se modificado ao longo da evolução do grupo. Para tal, contou-se com uma filogenia bem sustentada para a tribo (Lohmann 2006), fizemos coletas em diversos hábitats e procedemos com estudos anatômicos e ontogenéticos (Apêndice A).

Esta dissertação está subdividida em três capítulos.

No primeiro capítulo buscamos desvendar a origem dos diversos padrões anatômicos caulinares encontrados em Bignoniaceae, por meio de uma análise ontogenética caulinar de espécies selecionadas, confrontando com os dados filogenéticos. Assim, foi-nos possível elucidar os mecanismos de desenvolvimento envolvidos na geração de novas morfologias e demonstrar que todas as espécies de Bignoniaceae partem de um padrão comum de desenvolvimento, com subsequentes evoluções para diferentes tipos dentro do grupo.

No segundo capítulo nos focamos na diferenciação anatômica do floema produzido pelo câmbio variante e daquele de origem do câmbio normal, comparando-os entre todos os gêneros de Bignoniaceae, afim de observar como ambas porções teriam se comportado ao longo da evolução do grupo.

Por fim, no terceiro capítulo fizemos um estudo detalhado dos caracteres do floema secundário, normal e variante, afim de lançar hipóteses acerca da evolução do floema secundário em Bignoniaceae.

O primeiro capítulo foi previamente submetido para publicação na revista internacional "Evolution & Development", pela qual foi aceito e sairá como artigo de capa na edição de setembro, de número 11(5). O segundo e terceiro capítulos já estão redigidos em inglês e serão encaminhados para publicação após a defesa da dissertação, seguida das correções pertinentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOS SANTOS, G. & R. B. MILLER 1992. Wood anatomy of Tecomeae. *Flora Neotropica Monograph* 25: 336-358.
- DOS SANTOS, G. M.A. 1995. Wood anatomy, chloroplast DNA, and flavonoids of the tribe Bignoniaceae (Bignoniaceae). Tese de doutorado. University of Reading, Reading, Reino Unido.
- FISCHER, E., I. THEISEN & L. G. LOHMANN 2004. Bignoniaceae. In K. Kubitzki & J.W. Kadereit (eds.) *The Families and Genera of Vascular Plants. VII. Flowering plants. Dicotyledons. Lamiales (except Acanthaceae including Avicenniaceae)*. Springer-Verlag, Berlin, Alemanha.
- GASSON, P. & D. R. DOBBINS 1991. Wood anatomy of the Bignoniaceae, with a comparison of trees and lianas. *IAWA Bulletin n.s.* 12: 389-417.
- GENTRY, A. H. 1980. Bignoniaceae. Part I (tribes Crescentieae and Tourrettieae). *Flora Neotropica Monograph* 25(I): 1-150.
- GENTRY, A. H. 1992. Bignoniaceae part II (tribe Tecomeae). *Flora Neotropica Monograph* 25 (II): 1-130.
- GROSE, S. O. & R. G. OLMSTEAD 2007a. Evolution of a charismatic Neotropical clade: Molecular phylogeny of *Tabebuia* s. l., Crescentieae, and allied genera (Bignoniaceae). *Systematic Botany* 32: 650-659.

- GROSE, S. O. & R. G. OLMSTEAD 2007b. Taxonomic revisions in the polyphyletic genus *Tabebuia* s.l. (Bignoniaceae). *Systematic Botany* 32: 660-670.
- HEYWOOD, V. H. 1993. Flowering plants of the world. Oxford University Press, New York, EUA.
- LOHMANN, L. G. 2003. Phylogeny, classification, morphological diversification and biogeography of Bignoniaceae (Bignoniaceae, Lamiales). Tese de Doutorado. University of Missouri - St. Louis, Department of Biology, Program in ecology, evolution and systematics, EUA.
- LOHMANN, L. G. 2004. Bignoniaceae. In N. Smith, S. Mori, A. Henderson, D. Stevenson, S. Held (eds.) Flowering Plants of the Neotropics. Princeton University Press. Princeton and Oxford in association with the NYBG, Nova Iorque, EUA.
- LOHMANN, L. G. 2006. Untangling the phylogeny of neotropical lianas (Bignoniaceae, Bignoniaceae). *American Journal of Botany* 93: 304-318.
- LOHMANN, L. G. no prelo. A new classification of Bignoniaceae (Bignoniaceae) based on molecular phylogenetic data and morphological synapomorphies. *Annals of the Missouri Botanical Garden*.
- LOHMANN, L. G. & C. ULLOA. Bignoniaceae in *iPlants* prototype checklist. www.iplants.org (accessed 02 October 2006 13:32 GMT).
- MACHADO, S. R., L. P. C. MORELLATO, M. G. SAJO & P. S. OLIVEIRA 2008. Morphological patterns of extrafloral nectaries in woody plant species of the Brazilian cerrado. *Plant Biology* 10: 660-673.
- MAINIERI, C., J. P. CHIMELO & V. ANGYALOSSY-ALFONSO 1983. Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras. IPT/ Cia. de promoção de pesquisas científicas e tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- METCALFE, C. R. & L. CHALK 1950. Bignoniaceae. In C. R. Metcalfe & L. Chalk (eds.) Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy, with notes on economic uses. Clarendon Press, EUA.
- OLMSTEAD, R. G., M. J. ZJHRA, S. O. GROSE, L. G. LOHMANN & A. J. ECKERT no prelo. A molecular phylogeny and classification of Bignoniaceae. *American Journal of Botany*.
- RECORD, S. J. & R. W. HESS 1940. American timbers of the family Bignoniaceae. *Tropical Woods* 63: 9-38.
- RIVERA, G. L. 2000. Nuptial nectary structure of Bignoniaceae from Argentina. *Darwiniana* 38: 227-239.
- SCHENCK, H. 1893. Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten. 2. Beiträge zur Anatomie der Lianen, p. 1-271. In A. F. W. Schimper (ed.), Botanische Mittheilungen aus der Tropens. G. Fischer, Jena, Alemanha.
- SOLEREDER, H. 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons, Vols. I and II. Charenton Press, Oxford, Reino Unido.
- SPANGLER, R. E. & R. G. OLMSTEAD 1999. Phylogenetic analysis of Bignoniaceae based on the cpDNA gene sequences of *rbcL* and *ndhF*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86: 33-46.
- ZJHRA, M. L., K. J. SYTSMA & R. G. OLMSTEAD 2004. Delimitation of Malagasy tribe Coleeae and implications for fruit evolution in Bignoniaceae inferred from a chloroplast DNA phylogeny. *Plant Systematics and Evolution* 245: 55-67.

CONCLUSÃO GERAL

CONCLUSÃO GERAL

Neste estudo, utilizando uma filogenia molecular robusta para um grupo reconhecidamente monofilético, buscou-se entender a anatomia dos caules de Bignonieae em diferentes níveis, procurando, do primeiro ao último capítulo analisar dos aspectos mais gerais aos mais específicos. O objetivo de utilizar uma filogenia molecular sobre a qual mapear dados morfológicos foi o de buscar uma mútua iluminação que nos permitisse traçar a evolução morfológica e entender os processos de desenvolvimento que promovem a diversificação caulinar em Bignonieae, uma abordagem que vem despontando como promissora em estudos morfológicos.

No primeiro capítulo buscamos entender a origem da grande diversidade anatômica das variações cambiais em Bignonieae. Diferentes estudos haviam descrito as diferentes formas da variação cambial de Bignonieae muitas vezes como partes de categorias distintas. Neste estudo vimos que, não obstante a grande diversidade final das variações cambiais, **todas partem de um padrão comum de desenvolvimento**. Além disso, vimos que em Bignonieae as **variações cambiais** evoluíram de uma maneira **pontuada e aditiva**, partindo de uma morfologia comum às das demais plantas com crescimento secundário, com um câmbio contínuo de iguais produtos ao longo de toda sua extensão, para um **padrão mais complexo**. Esse padrão mais comum de desenvolvimento está presente nos grupos externos aqui utilizados (*Podranea ricasoliana* e *Tecoma capensis*), mas também nas **fases iniciais de desenvolvimento** de todas as Bignonieae, com subseqüentes evoluções para **novos padrões de desenvolvimento**. A maioria das espécies evolui para um padrão com **quatro cunhas de floema**. As cunhas derivam da diminuição do número de **divisões anticlinais** do câmbio variante, que leva à inclusão destas porções. Posteriormente, três outros grupos: *Adenocalymma*, *Lundia* e o grande clado das “Multiples of four” + *Dolichandra*, por sua vez, que atravessam a fase com quatro cunhas de floema, adicionam um novo passo, desenvolvendo **cunhas em múltiplos de quatro**. Dentro das espécies com cunhas em múltiplos de quatro, por conseguinte, *Dolichandra* evolui a presença de **parênquima não lignificado**, que à medida que o caule se desenvolve começa a se proliferar, gerando a **dissecção** das cunhas de floema e de porções do xilema, que passam a ficar envolvidos por grandes quantidades de parênquima não lignificado. A evolução de cunhas em múltiplos de quatro e das cunhas múltiplo-dissectadas confeririam maior **flexibilidade** aos caules escandentes. Em *Amphilophium*, as quatro cunhas de floema inicialmente formadas são **incluídas dentro xilema**, formando uma série de cunhas inclusas ao longo de um mesmo raio. As razões para esta inclusão são ainda incertas, mas hipotetizamos que a rápida **perda da condutividade** dos elementos de tubo crivado e a **escassa quantidade de fibras** do floema possam estar relacionadas com tal inclusão. Por fim, dentro de uma tribo onde prevalecem as lianas, múltiplas evoluções para o **hábito arbustivo** ocorreram, e com elas uma mudança na

anatomia de seus caules. Todas as espécies arbustivas aqui estudadas apresentaram uma **redução no desenvolvimento das cunhas**, um retardo atribuído à uma mudança heterocrônica que teria levado ao desenvolvimento de uma **morfologia juvenil** (pedomórfica) nestes caules.

No segundo capítulo o foco aumenta, e passa para uma análise das mudanças que teriam ocorrido aliadas à **variação cambial** de Bignoniaceae, levando à **evolução de diferenças** entre o floema normal e o variante. As variações cambiais são frequentemente atribuídas ao aumento de flexibilidade, reparo de injúrias e armazenamento. Contudo, vimos nesse trabalho que a variação cambial em Bignoniaceae também caminha rumo à uma **especialização na condução** de fotoassimilados. Sugerimos, ainda, que tal especialização esteja aliada a uma **diminuição da condutividade do floema normal**, cujos elementos de tubo crivado são reduzidos e apresentam aspectos semelhantes àqueles presentes no floema terminal de plantas com crescimento sazonal do floema. A **maior abundância de parênquima** no floema normal e a tendência ao seu aumento indicariam, por sua vez, que este floema deve estar se especializando no **armazenamento de substâncias**, deixando a condução para as cunhas de floema. Essa hipótese foi corroborada pelo aumento na área dos elementos de tubo de *Amphilophium*, único gênero em Bignoniaceae que perde o floema variante das cunhas devido à sua inclusão no xilema. O aumento na área dos elementos de tubo no floema normal de *Amphilophium* **supriria a demanda** que a cunha inclusa passa a não poder atender. A **maior abundância de fibras** que evoluiu múltiplas vezes no floema variante, promoveria maior proteção mecânica às células mais frágeis do floema: elementos de tubo crivado e parênquima, evitando seu colapso. Por fim, a presença de **raios uni-bisseriados e curtos** se deveria a dois possíveis fatores: seriam finos devido a **pedomorfose** em sua ontogênese, com os raios do floema variante permanecem com características juvenis, derivado do fato que o câmbio variante praticamente não se divide anticlinalmente. Por fim, os raios ou seriam curtos devido a uma retenção do **caráter plesiomórfico** em Bignoniaceae, uma vez que os raios curtos prevalecem na família, ou derivariam de uma **especialização**, seguindo a ordem de evolução dos raios sugerida por Kribs.

O terceiro capítulo está direcionado ao entendimento da **evolução do floema secundário** em Bignoniaceae. Aqui, busca-se **delimitar caracteres** para o floema que representem diferentes estados de uma mesma condição. Partimos das teorias existentes para a evolução do floema, que sugerem **um único sentido evolutivo**. Entretanto, o floema secundário em Bignoniaceae nos mostrou que a evolução do floema é muito **mais complexa** do que imaginado inicialmente e que **padrões evolutivos opostos** podem estar presentes. Na linhagem que abarca os cladogramas “Multiples of four” + *Dolichandra* a evolução caminha rumo a uma diminuição dos elementos de tubo crivado, redução da inclinação da parede terminal destes elementos e redução do número de áreas crivadas por placa, concomitantemente com um aumento da abundância de parênquima e diminuição

da abundância de fibras. Por outro lado, no clado “*Arrabidaea* and allies” um cenário oposto é visto, com os elementos de tubo tornando-se mais longos, com placas compostas inclinadas, com um aumento no número de áreas crivadas por placa, simultaneamente com uma redução na abundância de parênquima e aumento da abundância de fibras. Este resultado evidencia que a evolução do floema não ocorre de maneira unidirecional e que percorre **diferentes caminhos em diferentes linhagens**. Entretanto, nosso estudo evidenciou, também, que mais estudos aliando a anatomia do floema e a fisiologia do tecido são necessários para esclarecer as razões pela qual cada uma das linhagens seguiria um padrão evolutivo diferente.

De maneira geral, este estudo demonstra que análises anatômicas dentro de um contexto filogenético são primordiais por permitirem um maior entendimento dos processos que promovem a evolução e diversificação dos grupos.

APÊNDICE A
 RELAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS DE ACORDO COM SUA AUTORIA,
 DETALHES DAS COLETAS E COLETORES

Clados segundo Lohmann (2006)	Espécies	Coletores e números	Localidades	Hábitats	
Clado <i>Perianthomega</i>	<i>Perianthomega vellozoi</i> Bureau	Pace 10	Brasil. Minas Gerais. Viçosa. Mata do Paraíso. 20°48'S e 42°51'W.	Mata atlântica	
		Pace 15			
		Pace 28 Pace 29	Bolívia. Santa Cruz. Jardim botânico de Santa Cruz de la Sierra. 17°46.350'S e 63°04.184'W. 391m.	Mata tropical	
Clado <i>Stizophyllum</i>	<i>Stizophyllum riparium</i> (Kunth) Sandwith	Pace 16 Pace 33	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Floresta tropical perturbada	
		Zuntini 9	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica	
Clado <i>Martinella</i>	<i>Martinella obovata</i> (Kunth) Bureau & K.Schum.	Lohmann 544	Brasil. Acre. Xaputi. Ao longo do Rio Xaputi.	Floresta amazônica	
Clado <i>Pleonotoma</i> – <i>Manaosella</i>	<i>Pleonotoma stichadenia</i> K. Schum.	Zuntini 7	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica	
		<i>Pleonotoma tetraquetra</i> (Cham.) Bureau	Ozório-Filho 11	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Floresta tropical perturbada
		<i>Manaosella cordifolia</i> (DC.) A.H. Gentry	Pace 41	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
Clado <i>Leucocalantha</i>	<i>Pachyptera kerere</i> (Aubl.) Sandwith	Castanho 143 Lohmann 836	Brasil. Amazonas. Rio Negro.	Floresta amazônica	
Clado <i>Lundia</i>	<i>Lundia cordata</i> (Vell.) DC.	Zuntini 1	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica	
		<i>Lundia glazioviana</i> Kraenzl.			Zuntini 126
	<i>Lundia corymbifera</i> (Vahl) Sandwith	Pace 55 Pace 56	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Floresta tropical perturbada	
	<i>Lundia virginalis</i> DC.	Nogueira 139	Brasil. Minas Gerais. Oliveiras. Na beira da rodovia Fernão Dias. -44.8372678, -20.8553279	Floresta tropical perturbada	

Clado <i>Cuspidaria</i> s.l.- <i>Tynanthus</i>	<i>Tynanthus cognatus</i> (Cham.) Miers	Pace 9a Pace 9b	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Floresta tropical perturbada
	<i>Tynanthus elegans</i> Miers	Zuntini 147	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Cuspidaria pulchra</i> (Cham.) L.G. Lohmann	Pace 24 Pace 25	Brasil. Minas Gerais. Uberlândia. Reserva do Clube de caça e pesca Itororó.	Cerrado
	<i>Cuspidaria convoluta</i> (Vell.) A.H. Gentry,	Pace 48	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
Clado “True <i>Arrabidaea</i> extended”	<i>Xylophragma myrianthum</i> (Cham. ex Steud.) Sprague	Zuntini 263	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L.G. Lohmann	Pace 50	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
	<i>Fridericia conjugata</i> (Vell.) L.G. Lohmann	Pace 44		
	<i>Fridericia platyphylla</i> (Cham.) L.G. Lohmann	Pace 22 Pace 23	Brasil. Minas Gerais. Uberlândia. Reserva do Clube de caça e pesca Itororó.	Cerrado
	<i>Fridericia samydoides</i> (Cham.) L.G. Lohmann	Pace 49	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
	<i>Fridericia speciosa</i> Mart.	Pace 40		
Clado “Bromeliad”	<i>Tanaecium bilabiatum</i> (Sprague) L.G. Lohmann	Lohmann 850	Brasil. Amazonas. Rio Negro.	Floresta amazônica
	<i>Tanaecium pyramidatum</i> (Rich.) L.G. Lohmann	Pace 14 Pace 35	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Floresta tropical perturbada
Clado “Cat’s claw”	<i>Dolichandra unguiculata</i> (Vell.) L.G. Lohmann	Zuntini 176	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	Ceccantini 2687	Brasil. Minas Gerais. Matozinhos. Fazenda Jagoara. S19°28'12,0" W43°58'59,1".	Mata ciliar
		Grosso 322	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Mata atlântica
Clado	<i>Amphilophium</i>	Pace 46	Brasil. São Paulo. Nova	Cultivada

Clado Pithecoctenieaea	<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth	Pace 46	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
	<i>Amphilophium elongatum</i> (Vahl) L.G. Lohmann	Pace 45		
	<i>Amphilophium magnoliifolium</i> (Kunth) L.G. Lohmann	Lohmann 851 Dos Santos 272*	Brasil. Amazonas. Rio Negro. Brasil. Pará. Porto de Moz. Próximo ao Rio Açaí, afluente do Xingu.	Floresta amazônica
	<i>Amphilophium bracteatum</i> (Cham.) L.G. Lohmann	Ozório-Filho 8	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Floresta tropical perturbada
	<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G. Lohmann	Pace 1 Pace 2 Pace 3 Pace 34		
	<i>Amphilophium dolichoides</i> (Cham.) L.G. Lohmann	Ozório-Filho 9		
Clado “Multiples of four” s.s.	<i>Mansoa difficilis</i> (Cham.) Bureau & K. Schum.	Pace 35	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Floresta tropical perturbada
		Zuntini 4	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Mansoa onohualcoides</i> A.H. Gentry	Zuntini 276	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Mansoa standleyi</i> (Steyerm.) A.H. Gentry	Pace 43	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	Pace 17	Brazil. São Paulo. Rodovia dos Bandeirantes de Campinas para São Paulo.	Floresta seca
		Pace 36	Brasil. São Paulo. São Paulo. Reserva do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.	Espontânea crescendo no campus
	<i>Anemopaegma chamberlaynii</i> (Sims) Bureau & K. Schum.	Zuntini 15	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Bignonia binata</i> Thunb.	Galvanese 22	Brasil. Amazonas. Rio Negro.	Floresta amazônica
<i>Bignonia campanulata</i> Cham.	Pace 39	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do	Cultivada	

	<i>Bignonia corymbosa</i> (Vent.) L.G. Lohmann	Zuntini 2 Zuntini 17	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Bignonia magnifica</i> W. Bull	Pace 51	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
	<i>Bignonia priurei</i> DC.	Zuntini 13	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Bignonia sciuripabula</i> (K.Schum.) L.G.Lohmann	Zuntini 8		
Clado <i>Gardnerodoxa</i> - <i>Nejobertia</i>	<i>Nejobertia mirabilis</i> (Sandwith) L.G. Lohmann	Dos Santos 48*	Brasil. Maranhão. St. Luzia. Reserva Florestal de Buriticupu, propriedade da Floresta Rio Doce S.A. 52 Km de Buriticupu.	Floresta tropical
	<i>Nejobertia</i> sp. nov.	Zuntini 18	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
Clado “Volcano- gland”	<i>Adenocalymma</i> <i>bracteatum</i> (Cham.) DC.	Castanho 153 Lohmann 861	Brasil. Amazonas. Rio Negro.	Floresta amazônica
	<i>Adenocalymma comosum</i> (Cham.) DC.	Pace 53	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
	<i>Adenocalymma</i> <i>divaricatum</i> Miers	Udulutsch 2808	Brasil. Bahia. Lençóis. Rodovia BR-242 S12°30'23,6" W41°11'05,1".	Floresta decídua
	<i>Adenocalymma</i> <i>flaviflorum</i> (Miq.) L.G. Lohmann	Sousa-Baena 2	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
	<i>Adenocalymma</i> <i>neoflavidum</i> L.G. Lohmann	Zuntini 23		
	<i>Adenocalymma</i> <i>salmoneum</i> J.C. Gomes	Lohmann 658		
	<i>Adenocalymma nodosum</i> (Silva Manso) L.G. Lohmann	Pace 20	Brasil. Minas Gerais. Uberlândia. Reserva do Clube de caça e pesca Itororó.	Cerrado
	<i>Adenocalymma</i> <i>peregrinum</i> (Miers) L.G. Lohmann	Pace 26	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
	<i>Adenocalymma</i> <i>tanaeciicarpum</i> (A.H. Gentry) L.G. Lohmann	Dos Santos 263*	Brasil. Pará. Porto de Moz. Próximo ao Rio Açaí, afluente do Xingu.	Floresta amazônica
Clado <i>Callichlamys</i>	<i>Callichlamys latifolia</i> (Rich.) K. Schum	Zuntini 175	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica

Clado <i>Callichlamys</i>	<i>Callichlamys latifolia</i> (Rich.) K. Schum	Zuntini 175	Brasil. Espírito Santo. Linhares. Reserva da Companhia Vale do Rio Doce.	Mata atlântica
		Pace 42	Brasil. São Paulo. Nova Odessa. Coleção viva do Instituto Plantarum.	Cultivada
Tribo Tecomeae	<i>Podranea ricasoliana</i>	Pace 11a	Brasil. São Paulo. São Paulo.	Cultivada
Grupo externo	(Tanfani) Sprague	Pace 11b	Instituto Butantan.	

Vouchers para os materiais coletados no presente estudo foram depositados no herbário SPF, exceto no caso das espécies marcadas com um asterisco, que foram enviadas por empréstimo da Xiloteca MADw e possui vouchers em MAD, MO e MG. As espécies estão organizadas em clados de acordo com Lohmann (2006).

Capa

Frente: Calendário cósmico Asteca: primeira página do *Codex Fejérváry-Mayar*.

Em exposição realizada em Antwerp (Bélgica), pesquisadores do *Flemish Institute for American Cultures* sugeriram que a figura do calendário asteca, com quatro cunhas que a margeiam, teria sido feita de acordo com o padrão caulinar das lianas de *Bignoniaceae*, reconhecidas por apresentarem este padrão de crescimento secundário. As plantas têm grande representatividade na arte Asteca; na parte esquerda da figura encontramos uma árvore de *Ceiba* sp., ao passo que na parte direita uma árvore de *Theobroma cacao*

Verso: Corte transversal do caule da liana *Tanaecium pyramidatum*, com quatro cunhas de floema interrompendo o xilema.