

# FLORA DA BAHIA: ESTUDOS TAXONÔMICOS E FILOGENÉTICOS EM *CEIBA* MILL. (MALVACEAE, BOMBACOIDEAE)

**Luane Portela Carmo<sup>1</sup>; Luciano Paganucci de Queiroz<sup>2</sup>; Jefferson Guedes de Carvalho-Sobrinho<sup>3</sup>**

1. Universidade Estadual de Feira de Santana, Bolsista PIBIC/CNPq, Graduanda em Biologia, e-mail: [luaneportela@yahoo.com.br](mailto:luaneportela@yahoo.com.br)
2. Orientador, Universidade Estadual de Feira de Santana, Herbário HUEFS, Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana, e-mail: [luciano.paganucci@gmail.com](mailto:luciano.paganucci@gmail.com)
3. Co-orientador: Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana, email: [jef.sobrinho@gmail.com](mailto:jef.sobrinho@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE:** Bombacaceae, filogenia, sistemática

## INTRODUÇÃO

Dentre a grande diversidade de espécies vegetais do estado da Bahia, encontram-se as Bombacoideae, uma subfamília de Malvaceae que inclui 14 gêneros e cerca de 160 espécies, distribuídas principalmente na região Neotropical (Bayer et al. 1999; Baum et al. 2004). Na Bahia, as Bombacoideae são representadas por seis gêneros nativos: *Ceiba* Mill., *Cavanillesia* Ruiz & Pav., *Eriotheca* Schott & Endl., *Pachira* Aubl., *Pseudobombax* Dugand, *Spirotheca* Ulbr. (Robyns 1963; Carvalho-Sobrinho 2006).

*Ceiba* apresenta distribuição Neotropical, exceto por *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., que também é nativa na África Ocidental e encontrada no sudeste asiático. É representado por 18 espécies (Gibbs&Semir 2003; Carvalho-Sobrinho & Queiroz 2008), das quais 12 ocorrem no Brasil e seis na Bahia (*Ceiba erianthos* (Cav.) K.Schum., *Ceiba glaziovii* (Kuntze) K.Schum., *Ceiba pubiflora* (A.St.-Hil.) K.Schum., *Ceiba rubriflora* Carv.-Sobr. & L.P. Queiroz, *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna, *Ceiba ventricosa* (Nees & Mart.) Ravenna.) (Duarte 2012). Seus indivíduos caracterizam-se pelo porte arbóreo, tronco frequentemente ventricoso, acúleos robustos, folíolos articulados, folhas com margem frequentemente serrada, flores vistosas, androceu com cinco estames, estaminódios geralmente presentes, anteras bitecas e paina branca (Gibbs&Semir 2003). *Ceiba* está dividida em duas seções baseadas principalmente na presença de estaminódios e caracteres polínicos: *Ceiba* sect. *Erione* K. Schum. reúne 13 espécies e *C.* sect. *Campylanthera* (Schott & Endl.) K. Schum., quatro espécies (Gibbs&Semir 2003).

Duarte et al. (2011) discutiram as relações filogenéticas em Bombacoideae com base em dados moleculares do DNA nuclear (ITS) e plastidial (*trnL-F* e *matK*), que apoiaram o monofiletismo de *Ceiba* situando-o como grupo irmão de *Pseudobombax*. Porém, poucas amostras foram usadas para o gênero sendo apenas uma – *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna – encontrada na Bahia.

Dessa forma, este trabalho buscou testar o monofiletismo de *Ceiba* e investigar a relação entre suas espécies, especialmente do Estado da Bahia, utilizando os marcadores moleculares ETS (*external transcribed spacer*) e o espaçador plastidial *trnS-G*, e testar a classificação infragênica de *Ceiba* proposta por Gibbs & Semir (2003).

## MATERIAS E MÉTODOS

Foram amostradas 20 espécies para o espaçador ETS e 13 espécies para o espaçador *trnS-G*. No grupo interno, foram incluídas espécies de *Ceiba*, *Eriotheca*, *Pachira*, *Pseudobombax* e *Catostemma* sp. O grupo externo foi composto por *Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke. Para ETS, foram amostradas nove espécies de *Ceiba*, incluindo todas as

espécies da Bahia exceto *Ceiba speciosa*, enquanto para *trnS-G*, foram amostradas quatro espécies de *Ceiba*, três com ocorrência na Bahia.

Todos os procedimentos moleculares foram realizados no Laboratório de Sistemática Molecular da UEFS (LAMOL). A extração de DNA seguiu o protocolo de Doyle & Doyle (1987) adaptado para espécies de Bombacoideae, e no caso de materiais de herbário, utilizou-se o DNeasyPlant Mini Kit (QIAGEN). As reações de PCRs foram realizadas em termociclador automático, os protocolos foram de acordo com Carvalho-Sobrinho et al. (dados não publicados).

Os produtos de PCR foram submetidos à eletroforese e posteriormente purificados com polietileno glicol (PEG). As reações de sequenciamento foram realizadas com os mesmos primers e com *BigDye Terminator* versão 3.1 (Applied Biosystems).

As sequências obtidas foram editadas e alinhadas através do software MUSCLE, com ajustes manuais através do programa Mesquite versão 2.72. As sequências obtidas serão depositadas no GenBank durante a publicação de um estudo filogenético mais abrangente que encontra-se em andamento (Carvalho-Sobrinho, com. pess.).

Os dados foram analisados através do programa PAUP\*4 (Swofford 2003) utilizando Parcimônia de Fitch (1971) como critério de optimalidade, algoritmo TBR para realizar o rearranjo de árvores através da adição simples de táxons, utilizando *Scleronema micranthum* como referência. O critério de optimalidade de caracteres utilizado foi ACCTRAN. As árvores mais parcimoniosas foram encontradas através de buscas heurísticas com 1.000 replicações, salvando 100 árvores em cada replicação. Como medida de suporte, foi utilizado o *bootstrap* (bs), utilizando 1.000 replicações. As árvores de consenso estrito foram editadas utilizando-se o programa TreeView.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Análise de Máxima Parcimônia utilizando dados de ETS:** A matriz de dados foi composta de 499 caracteres alinhados, dos quais 138 foram informativos para parcimônia. O comprimento das árvores mais parcimoniosas foi de 247 passos, o índice de consistência (CI) foi igual a 0,817 e o índice de retenção (RI) foi igual a 0,918. A árvore de consenso estrito está indicada na figura 1. Foi constatado o monofiletismo dos clados: (I) *Ceiba* (bs=100%), onde dentro deste, o clado formado pelas espécies amazônicas *C. pentandra* e *C. samauma* (bs=100%), e o clado formado pelas demais espécies (bs=97) foram fortemente sustentados; (II) *Pseudobombax* (bs=100%); e (III) *Eriotheca*+*Pachira* (bs=100%).

**Análise de Máxima Parcimônia utilizando dados de *trnS-G*:** A matriz de *trnS-G* constou de 888 caracteres, dos quais 30 foram informativos para parcimônia. O comprimento das árvores mais parcimoniosas foi de 100 passos, o índice de consistência (CI) foi igual a 0,93 e o índice de retenção (RI) foi igual a 0,88. A árvore de consenso estrito está indicada na figura 2. O monofiletismo de *Ceiba* foi moderadamente sustentado (bs=87%) e o de *Pseudobombax* fortemente sustentado (bs=100%). *Pseudobombax* foi fracamente sustentado como grupo irmão de *Ceiba* (bs=58%). *Eriotheca* e *Pachira* formaram um grupo monofilético com suporte moderado (bs=70%).

## DISCUSSÃO

As análises baseadas em ETS e *trnS-G* confirmaram o monofiletismo de *Ceiba*, *Pseudobombax* e do clado *Eriotheca*+*Pachira*, conforme indicado por Duarte et al. (2011). Os dados de *trnS-G* apoiaram o posicionamento de *Ceiba* como grupo irmão de *Pseudobombax*, corroborando os resultados obtidos por Duarte et al. (2011) com base em dados de ITS. Embora não sejam evidentes as possíveis sinapomorfias do clado *Ceiba*-*Pseudobombax*, folíolos articulados com margem serreada e presença de flores com cinco estames podem ser interpretados como caracteres sinapomórficos de *Ceiba*.

Os dados de ETS e *trnS-G* não sustentam a atual classificação de *Ceiba* em duas seções, haja vista que *C. pentandra* (seção *Ceiba*) foi sustentada como grupo irmão de *C. samauma* (seção *Campylanthera*). No entanto, três espécies (*C. aesculifolia*, *C. schottii*, *C. soluta*) da seção *Campylanthera* ainda precisam ser amostradas.

O clado *Ceiba pentandra-C. samauma* foi sustentado como irmão do clado formado pelas demais espécies amostradas, que corresponde em grande parte ao grupo informal *Ceiba insignis* (Gibbs & Semir 2003) exceto por *C. erianthos* e *C. glaziovii*. O grupo *C. insignis* é caracterizado pela presença de um “colar de anteras” situado no ápice do tubo estaminal, exceto por *C. pubiflora* que pode apresentar filetes apenas parcialmente unidos em tubo. Dessa forma, o posicionamento de *C. erianthos* e *C. glaziovii* dentro do clado com as espécies do grupo *C. insignis* é aceitável do ponto de vista morfológico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises filogenéticas baseadas em ETS e *trnS-G* confirmaram o monofiletismo de *Ceiba*, de *Pseudobombax* e do clado *Eriotheca+Pachira*, conforme indicado por Duarte et al. (2011), e não sustentam a atual classificação de *Ceiba* nas seções *Ceiba* e *Campylanthera*, nem *Ceiba* como grupo-irmão de *Pseudobombax*.

## REFERÊNCIAS

- Baldwin, B.G. & Markos, S. 1998. Phylogenetic utility of the external transcribed spacer (ETS) of 18S–26S rDNA: congruence of ETS and ITS trees of *Calycadenia* (Compositae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 10:449–463.
- Baum, D.A., Smith, S.D., Yen, A., Alverson, W.S., Nyffeler, R., Whitlock, B.A. & Oldham, R.L. 2004. Phylogenetic relationships of Malvaceae (Bombacoideae and Malvoideae; Malvaceae sensu lato) as inferred from plastid DNA sequences. *American Journal of Botany* 91: 1863–1871.
- Bayer, C.; Fay, M.; De Bruijn, A.; Savolainen, V.; Morton, C.; Kubitzki, K.; Alverson, W. & Chase, M. 1999. Support for an expanded family concept of Malvaceae within a recircumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid *atpB* and *rbcL* DNA sequences. *Botanical Journal of the Linnean Society* 129(4): 267–303.
- Carvalho-Sobrinho, J.G. 2006. O gênero *Pseudobombax* Dugand (Malvaceae, Bombacoideae) no estado da Bahia. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Carvalho-Sobrinho, J.G. & Queiroz, L.P. 2011. Morphological cladistic analysis of *Pseudobombax* Dugand (Malvaceae, Bombacoideae) and allied genera. *Revista Brasileira de Botânica* 34: 197–209.
- Doyle, J.J. & Doyle, J.L. 1987. A rapid DNA isolation method for small quantities of fresh tissues. *Phytochemical Bulletin of Botanical Society of America* 19: 11–15.
- Duarte, M.C., Esteves, G.L., Salatino, M.L.F., Walsh, K.C. & Baum, D. 2011. Phylogenetic Analyses of *Eriotheca* and Related Genera (Bombacoideae, Malvaceae). *Systematic Botany* 36: 690–701.
- Duarte, M.C. 2012. *Ceiba* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB009037>).
- Fitch, W.M. 1971. Towards defining the course of evolution: Minimum change for a specific tree topology. *Systematic Zoology* 20: 406–416.
- Gibbs, P. & Semir, J. 2003. A taxonomic revision of the genus *Ceiba* Mill. (Bombacaceae). *Anales Jardín Botánico de Madrid* 60: 259–300.
- Swofford, D.L. 2003. PAUP\*. Phylogenetic analysis using parsimony (and other methods), version 4. Sinauer Associates: Sunderland.

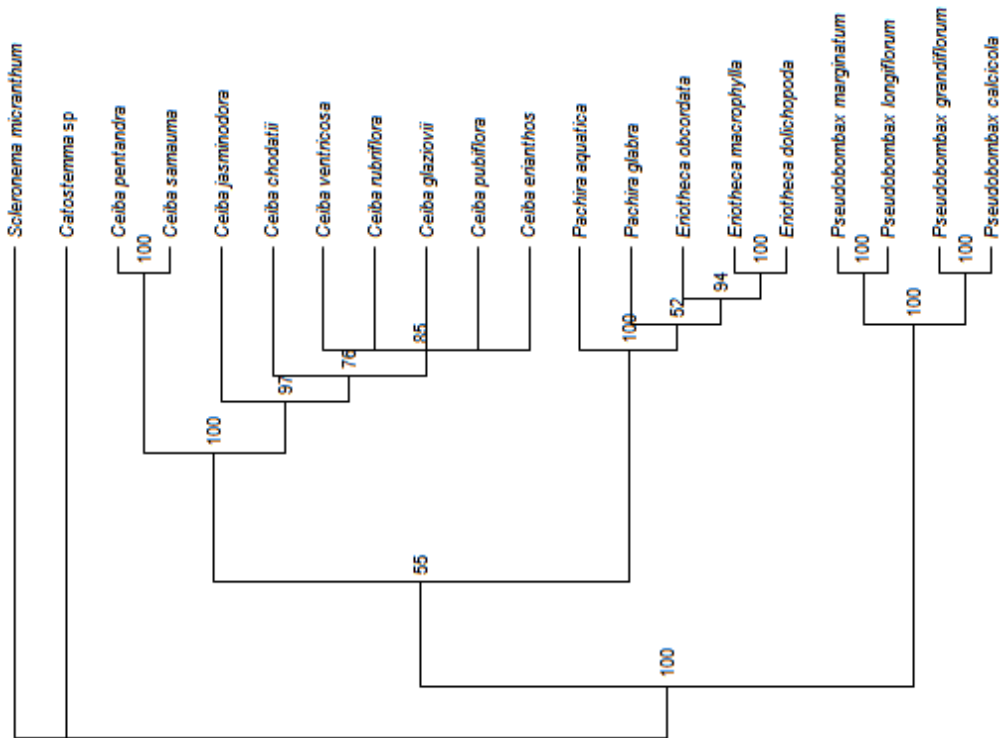


Fig. 1. Árvore de consenso estrito com base em dados de *ETS*. Os números representam valores de *bootstrap*.

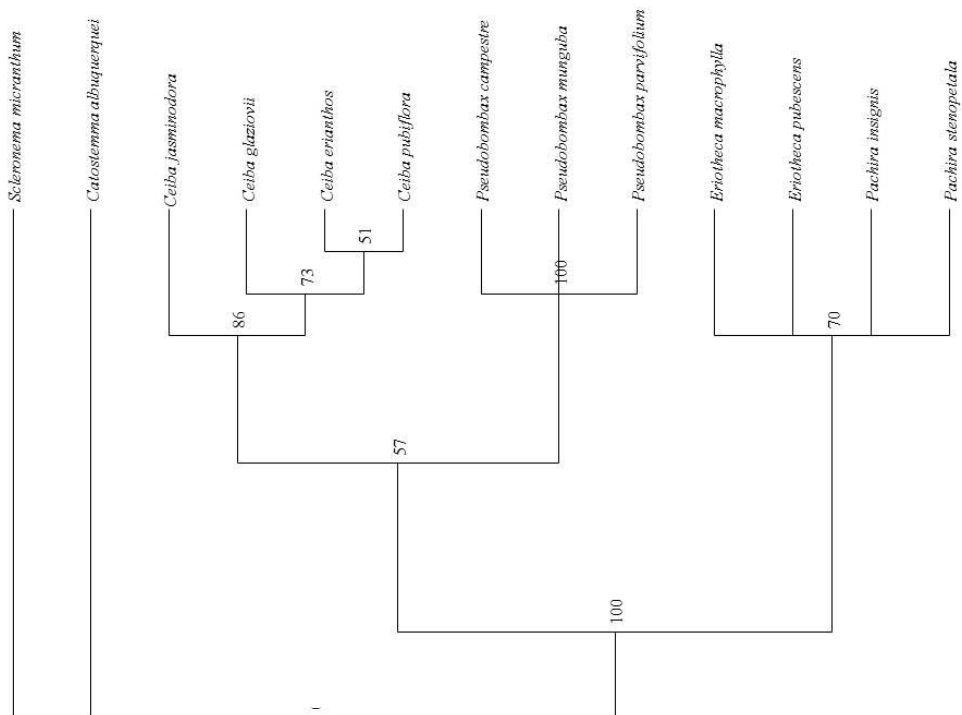


Fig. 2. Árvore de consenso estrito com base em dados de *trnS-G*. Os números representam valores de *bootstrap*.