

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA - PPGB

**Diversidade de *Manilkara* Adans. (Sapotaceae) para o
Nordeste do Brasil**

Recife
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA - PPGB

**Diversidade de *Manilkara* Adans. (Sapotaceae) para o
Nordeste do Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pelo aluno **Eduardo Bezerra de Almeida Jr.**, como requisito para obtenção do título de Doutor em Botânica.

Orientadora: Profa. Dra. Carmen Sílvia Zickel
Conselheiros: Prof. Dr. Francisco Soares Santos-Filho
Prof. Dr. Reginaldo Carvalho

Recife
2010

EDUARDO BEZERRA DE ALMEIDA JR.

Diversidade de *Manilkara* Adans. (Sapotaceae) para o
Nordeste do Brasil

Tese defendida e aprovada em: 19/02/2010

Presidente da Banca / Orientadora

Prof^a Dr^a Carmen Sílvia Zickel (UFRPE)

Examinadores:

Prof^o Dr. Augusto Santiago (UFPE)

Dr^a Luciana H. Yoshino Kamino (UFMG)

Prof^a Dr^a Margaret Ferreira Sales (UFRPE)

Dr^a Rafaela Campostrini Forzza (Jardim Botânico – RJ)

Prof^a Dr^a Roxana Cardoso Barreto (UFPE)

Prof^a Dr^a Ariadne do Nascimento Moura (UFRPE) - Suplente

Dr^a Rita Pereira (IPA) - Suplente

*“Com o assim chamado desenvolvimento,
não há planta que não esteja ameaçada.”*

Graziela Maciel Barroso

*“O companheirismo e a amizade de todos
fez crescer em mim um sentimento de família impar.
A FAMÍLIA LAFLEEC... DE FATO EXISTE”.*

Francisco Soares Santos-Filho

DEDICO

Ao meu núcleo e base familiar que torcem por mim, incondicionalmente. Meus pais Eduardo Bezerra de Almeida e Maria José de A. Almeida e meus irmãos Gustavo Almeida e Erton Almeida por todo amor, respeito e dedicação.

OFEREÇO

*A Renata Gueiros (namorada, noiva, parceira e amiga).
Seu apoio foi o alicerce fundamental para que eu conseguisse levantar e apresentar nossa construção...
Sei o quanto você está feliz por essa conquista.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por acreditar que ter fé é saber que Ele é e sempre será por nós, nos fortalecendo e fazendo crer que todo esforço tem sua recompensa.

À Orientadora e grande amiga Profa. Dra. Carmen Sílvia Zickel. Bela, muito obrigado pela paciência (nos “raros” momentos que eu estava “quieto”), discussões (intermináveis), respeito, confiança, parceria e por acreditar em mim e no meu desempenho. Valeu por todas as experiências vividas, viagens realizadas e pela imorredoura amizade (desde a monografia), afinal são 10 anos de convivência.

Aos conselheiros Prof. Dr. Francisco Soares Santos-Filho pela confiança, respeito e dedicação no desenvolvimento da tese, e Prof. Dr. Reginaldo Carvalho pelo auxílio no desenvolvimento dos estudos moleculares. Obrigado pela atenção, paciência e pelo desafio de executar esse trabalho.

Aos meus pais Eduardo B. de Almeida e Maria José de A. Almeida, os responsáveis por minha existência, formação e caráter; aos meus irmãos Gustavo Almeida e Erton Almeida, pela união e apoio nas minhas decisões. E em especial, a Eliane Rodrigues “de Almeida” pela amizade e admiração.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo, essencial para a dedicação exclusiva e desenvolvimento deste estudo.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão do auxílio financeiro, que possibilitou a viagem a Belo Horizonte, permitindo desenvolver parte da tese com orientação do Prof^o Dr. Ary T. Oliveira-Filho e da Dr^a Luciana Kamino da UFMG, engrandecendo ainda mais os dados da tese.

Aos Coordenadores do Curso de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), pelo apoio no decorrer do curso e aos funcionários Margarida Clara da Silva, Manassés Araújo, Kênia Freitas e Ariane Oliveira sempre dispostos a ajudar (inúmeras vezes) quando eram solicitados.

Aos professores do PPGB, que fizeram e fazem parte da minha historia acadêmica e que, da maneira de cada um, contribuíram, tiraram dúvidas e enriqueceram a minha formação.

Aos membros da pré-banca Dr. Augusto Santiago, Dr^a Luciana H. Y. Kamino, Dr^a Margareth F. Sales, Dr^a Rafaela C. Forzza, Dr^a Roxana C. Barreto, Dr^a Ariadne do N. Moura e a Dr^a Rita Pereira, pelas importantes sugestões e contribuições.

Aos autores dos manuscritos que compõem a tese. Para que tudo seja testado, desenvolvido e analisado, a parceria com bons profissionais torna-se necessária para que o trabalho seja realizado com qualidade. Muito obrigado pela importante contribuição.

Aos Curadores de todos os Herbários que visitei e pelo empréstimo do material essencial para a execução da tese.

A Profa. Dra. Ariadne do Nascimento Moura por ter cedido todo material para realizar a diafanização das folhas, além dos esclarecimentos, discussões, revisão e auxílio em parte das análises moleculares.

A Ana Karina (COMUT) pelas importantes referências e obras primas pesquisadas e encontradas. Ana, sua contribuição foi fundamental para esclarecer dúvidas que existiam em relação a última revisão do gênero.

A Regina Carvalho, pelas ilustrações, pela disponibilidade e compreensão. Regina, você deixou as espécies muito mais bonitas. E a Claudjane Alves pela grande ajuda na montagem das pranchas.

A Profa. M.Sc. Josiane Araújo pelos cortes, análises e discussões no tão corrido trabalho de anatomia. Obrigado pela parceria e pela dedicação nesse trabalho. As idéias megalomânicas surgem em parceria com Soares e a gente sempre encontra bons profissionais para ajudar na execução.

A Lucília Machado pelo início e inúmeras tentativas nos testes de protocolo para as análises moleculares; a Isabel Gomes (Beeel) por toda paciência nas minhas horas de dúvidas. A M.Sc. Iêda Ferreira pela importante ajuda nas análises moleculares, em especial ao M.Sc.

Cláudio Dias que cedeu gentilmente o protocolo que “iluminou” e possibilitou o estudo molecular no que foi possível.

Aos atuais, antigos, novos e eternos AMIGOS LAFLEC’ANOS – Carmen Zickel, Adriano Vicente, Claudjane Alves, Daniel Medeiros, Edson Moura-Jr, Francisco Soares, James Cantarelli, Liliane Lima, Luciana Maranhão, Murielle Olivo, Patrícia Lima, Ricardo Soares-Jr, Simone Silva, Tamara Soriano, Tássia Pinheiro, Urbano da Silva e Valdira Santos – pelo respeito, espírito de equipe, união, aprendizado, momentos de descontração, comemorações, comilanças e por toda ajuda, que contribuiu (e muito) para o meu aprendizado. Trabalhar com amigos engrandece a alma por que todos torcem por todos. Estudar com amigos faz a gente aprender a respeitar as diferenças, lidar com os problemas e crescer juntos. Amigos que de tão especiais merecem admiração e meu eterno “muito obrigado por tudo”.

Em especial a Francisco Soares, Patrícia Lima e Liliane Lima (que foram braços, olhos e mente quando precisei descrever, fotografar e resolver tudo sem estar presente). Contar com vocês em todos os momentos foi gratificante. Valeu pela parceria, pela dedicação nas leituras e revisões dos trabalhos, pelas fotos pela competência e pela paciência (comigo).

Nesse contexto, Maria Carolina de Abreu - minha amiga dos cinco E’s – em muito contribuiu no desenvolvimento da tese. Conversar e discutir trabalho com Carol deixa tudo mais simples e beem mais divertido. Muito obrigado pela divertida e “destrambelhada” companhia nas viagens, visitas aos herbários, dúvidas taxonômicas, discussões (em todos os sentidos) e principalmente pelo aprendizado.

Aos “caçadores” de *Manilkara*: Maria Carolina, Patrícia Lima, Ricardo Soares, Daniel Medeiros, Liliane Lima, Francisco Soares, Laiane Melo, Patrícia Cronemberger, Rozângela Pacheco que muito auxiliaram na busca das espécies. E aos fornecedores de caronas Juliana Santos, Carolina Nunes, Rita Pereira, Francisco Soares que contribuíram para a coleta de alguns espécimes.

Aos pesquisadores Rita Pereira, Olívia Okano, Jorge Irapuã, Fátima Cavalcanti e Alcina Viana pelas plantas coletadas, exsicatas encontradas, exemplares guardados, além da amizade, companheirismo e carinho.

As M.Sc. Fátima Melo pelo envio de trabalhos que muito contribuíram para o enriquecimento da tese e a Márcia Oliveira pelas fotografias de algumas exsicatas do INPA. A Profa Dra. Ana Odete pelas imagens dos *typus* do Herbário Kew (Londres) e do Herbário P (Paris) e a Profa Dra. Fátima Lucena pelas imagens capturadas nos Herbários internacionais. A M.Sc. Jacira Rabelo, Francisco Soares e Laiane Fernanda Melo que muito auxiliaram, fotografando ou anotando importantes dados dos herbários que não pude visitar.

A Profa. Dra. Margareth Sales pela estada “provisória” no Laboratório de Taxonomia (LATAX); em especial a Luciana Oliveira, Juliana Santos, Juliana Silva, Leidiana Santos e Sarah Athiê, pela troca de experiências e por terem cedido uma “pequena parte” do espaço (hehehe). Juuu!! valeu pela busca dos estudos filogenéticos.

A Ladvânia Nascimento e Roberta Sampaio pelo companheirismo e amizade durante o doutorado. Obrigado pelas idéias, conversas e divisão de angústia.

Amigos incentivam, fazem a gente crescer e ficam felizes com a felicidade e conquista do outro. Amigos de sempre também caminham e torcem juntos em qualquer etapa ou momento da vida. Obrigado a minha “panela” Cláudio Santos, Glória Medeiros, Katianne Veríssimo, Rinaldo Alves e Prazeres Alves. A vida não seria a mesma se eu não tivesse conhecido vocês.

Ao amigo Prof. José Amaro Barbosa pelos conselhos muito bem colocados e por mostrar que temos sempre a possibilidade de olhar o melhor lado da vida. Basta querer.

Aos motoristas da UFRPE (Jamerson, Bonifácio, Crisóstomos e Marcondes) que possibilitaram as viagens de coleta.

A todos os colegas de pós-graduação do PPGb, que passaram por minha vida nos últimos seis anos. Obrigado pelos ensinamentos, favores, momentos de descontração, alegrias e companheirismo ao longo do curso. E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução desse trabalho. Talvez, por esquecimento, alguém pode não ter sido citado, dessa forma, para cada pessoa que torceu por mim, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

Lista de tabelas e figuras.....	xii
Resumo Geral.....	xv
Abstract.....	xvi
Introdução.....	17
Revisão Bibliográfica.....	19
Classificação taxonômica da família Sapotaceae Juss.....	19
O gênero <i>Manilkara</i> Adans.....	20
Estudos de Floras e Anatomia.....	23
Estudos Moleculares.....	25
Distribuição geográfica e modelos de distribuição geográfica potencial.....	29
<i>Status</i> de conservação das espécies.....	31
Referências Bibliográficas.....	34
Manuscrito 1: <i>Manilkara</i> Adans. (Sapotaceae): considerações taxonômicas e <i>status</i> de conservação das espécies ocorrentes no Nordeste do Brasil.....	46
Resumo.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	50
Considerações Finais.....	76
Referências Bibliográficas.....	76
Manuscrito 2: Distribuição geográfica potencial das espécies de <i>Manilkara</i> Adans. (Sapotaceae) para o Nordeste do Brasil.....	81
Resumo.....	83
Introdução.....	84
Métodos.....	85
Resultados.....	87
Discussão.....	89
Referências Bibliográficas.....	92
Manuscrito 3: Morfoanatomia foliar de <i>Manilkara</i> Adans. (Sapotaceae) do Nordeste Brasileiro.....	110
Resumo.....	111
Introdução.....	112
Material e Métodos.....	113
Resultados.....	114
Discussão.....	117
Referências Bibliográficas.....	118
Manuscrito 4: Seleção de primers ISSR polimórficos para uso no estudo da diversidade genética de espécies de <i>Manilkara</i> Adans ocorrentes no Nordeste do Brasil.....	130
Resumo.....	131
Introdução.....	132
Material e Métodos.....	133
Resultados.....	135
Discussão.....	137
Literatura Citada.....	139

Anexos	141
Normas do Periódico Systematic Botany.....	142
Normas do Periódico Diversity and Distributions.....	148
Normas do Periódico Acta Botanica Brasilica.....	152
Normas do Periódico Brazilian Archives Biology and Tecnology.....	156

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Manuscrito 1

- Figura 1** - A-F: *M. bidentata*: A- Hábito, B- Detalhe da cicatriz do ramo, C- Estames e estaminódios, D- Face inferior da folha, E- Gineceu, F- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (M. Kuhlmann & S. Jimbo 364, UEC); G-L: *M. cavalcantei*: G- Hábito, H- Detalhe do ápice do ramo, evidenciando inflorescência, I- Face inferior da folha, J- Estames e estaminódios, K- Gineceu, L- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (F.S. Santos-Filho 955, PEUFR); M-R: *M. dardanoi*: M- Hábito, N- Detalhe do ramo, evidenciando flor solitária, O- Estames e estaminódios, P- Face inferior da folha, evidenciando indumento crispado, Q- Gineceu, R- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (P.B. Lima & E.B. Almeida Jr. 856)..... 57
- Figura 2** - A-G: *M. decrescens*: A- Hábito, B- Face inferior da folha, C- Detalhe da inflorescência, D- Gineceu, E- Estames e estaminódios, F- Fruto, G- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (R. Soeiro 94; HUEFS); H-N: *M. elata*: H- Hábito, I- Face inferior da folha, destacando o ápice, J- Face inferior da folha, evidenciando a variação da venação, K- Gineceu, L- Estames e estaminódios, M-N- Corte do ovário, evidenciando a variação de lóculos (J. G. Jardim et al. 2277, CEPEC, A. O. Moraes et al. 117, HUEFS); O-T: *M. longifolia*: O- Hábito, P- Face inferior da folha, destacando o indumento, Q- Estames e estaminódios, R- Fruto, S- Gineceu, T- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (F. Z. Saiter 290, MBML)..... 63
- Figura 3** - A-E: *M. maxima*: A- Hábito, B- Face inferior da folha, C- Estames e estaminódios, D- Gineceu, E- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (C. M. Menezes 339, HUEFS); F-K: *M. multifida*: F- Hábito, G- Face inferior da folha, H- Detalhe do ramo, evidenciando a inflorescência, I- Estames e estaminódios, J- Gineceu, K- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (T. S. Santos 1094, CEPEC); L-O: *M. paraensis*: L- Hábito, M- Face inferior da folha, N- Estames e estaminódios, O- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (M. Kuhlmann & S. Jimbo 347, UEC)..... 68
- Figura 4** - A-E: *M. rufula*: A- Hábito, B- Estames e estaminódios, C- Face inferior da folha, evidenciando o indumento tomentoso, D- Gineceu, E- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (Costa e Silva et al. 2126, IPA); F-K: *M. salzmannii*: F- Hábito, G- Fruto, H- Gineceu, I- Estames e estaminódios, J- Face inferior da folha, evidenciando as estrias paralelas a nervura secundária, K- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (E. B. Almeida Jr. & D. P. W. Medeiros 747, IPA); L-P: *M. triflora*: L- Hábito, M- Face inferior da folha, N- Corte do ovário, evidenciando os lóculos, O- Gineceu, P- Estames e estaminódios (F. S. Araujo & F. R. Martins 1277, UEC)..... 75

Manuscrito 2

- Tabela 1** - Lista das espécies de *Manilkara* utilizadas na modelagem de distribuição geográfica potencial..... 87
- Figura 1** - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. bidentata* com padrão Amazônico..... 95
- Figura 2** - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. cavalcantei* com padrão Amazônico..... 96
- Figura 3** - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. paraensis* com padrão Amazônico..... 97

Figura 4 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. elata</i> com padrão Amazônico-Atlântico.....	98
Figura 5 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. decrescens</i> com padrão Atlântico-Nordeste.....	99
Figura 6 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. longifolia</i> com padrão Atlântico-Nordeste.....	100
Figura 7 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. maxima</i> com padrão Atlântico-Nordeste.....	101
Figura 8 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. multifida</i> com padrão Atlântico-Nordeste.....	102
Figura 9 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. dardanoi</i> com padrão Atlântico (Nordeste).....	103
Figura 10 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. salzmännii</i> com padrão Atlântico (ampla distribuição).....	104
Figura 11 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. subsericea</i> com padrão Atlântico (Sudeste).....	105
Figura 12 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. rufula</i> com padrão Caatinga-Cerrado.....	106
Figura 13 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie <i>M. triflora</i> com padrão Caatinga-Cerrado.....	107
Figura 14 - Diagrama de ordenação dos locais de coleta das espécies de <i>Manilkara</i> produzido por análise de componentes principais de sete variáveis ambientais: Prec. Incl. - inclinação do relevo; T.Máx - temperatura máxima do mês mais quente; T.An. - temperatura média anual; T.Min. - temperatura mínima do mês mais frio; Prec.An. - precipitação anual; Prec.Úm. - precipitação do mês mais úmido; Prec.Sec. - precipitação do mês mais seco.....	108

Manuscrito 3

Tabela 1 - Lista de espécies de <i>Manilkara</i> Adans. ocorrentes no Nordeste que foram analisadas em relação a anatomia do pecíolo e da lâmina foliar.....	121
Tabela 2 - Matriz de presença (1) e ausência (0) das espécies de <i>Manilkara</i> ocorrentes no Nordeste do Brasil.....	122
Figura 1 - Corte transversal dos pecíolos de espécies de <i>Manilkara</i> : 1. <i>M. cavalcantei</i> ; 2. <i>M. decrescens</i> ; 3. <i>M. elata</i> ; 4. <i>M. huberi</i> ; 5. <i>M. paraensis</i> ; 6. <i>M. rufula</i> ; 7. <i>M. dardanoi</i> ; 8. <i>M. multifida</i> ; 9. <i>M. salzmännii</i> . Legenda – seta: feixes acessórios. Escala 400µm.....	124
Figura 2 - Corte transversal dos pecíolos de espécies de <i>Manilkara</i> : 1-3. <i>M. bidentata</i> ; 4. <i>M. triflora</i> ; 5. <i>M. longifolia</i> : detalhe da conformação do feixe; 6. <i>M. maxima</i> : detalhe da conformação do feixe. Escala 400µm.....	125
Figura 3 - Corte transversal da lâmina foliar de espécies de <i>Manilkara</i> . 01. <i>M. salzmännii</i> ; 02. <i>M. triflora</i> ; 03. <i>M. bidentata</i> ; 04. <i>M. elata</i> . 05. Corte longitudinal de <i>M. triflora</i> . Legenda – CP: cristais prismáticos, EB: epiderme biestratificada, ES: esclereide, EU: epiderme uniestratificada, LA: laticíferos articulados, PP: parênquima paliçádico, PL: parênquima lacunoso, seta: laticíferos. Escala 200µm, 100µm, 400µm e 100µm.....	126
Figura 4 - Padrões de venação em lâminas foliares diafanizadas de espécies de Sapotaceae. 01. <i>M. cavalcantei</i> : ramificações com “loops” superadjacentes à ramificação secundária em ângulo obtuso, nervura intersecundária simples e nervuras secundárias reticuladas ortogonais. 02. <i>M. decrescens</i> : ramificações com “loops”	

fechados por arcos secundários, terciários ou quaternários, nervura intersecundária composta e nervura terciária reticulada ao acaso. 03. <i>M. elata</i> : ramificações com “loops” fechados por arcos secundários, terciários ou quaternários, nervura intersecundária composta e nervura terciária reticulada ao acaso. 04. <i>M. maxima</i> : ramificações com “loops” fechados por arcos secundários, terciários ou quaternários, nervura intersecundária simples, nervura secundária reticulada ao acaso. 05. <i>M. rufula</i> : ramificações com “loops” superadjacentes a ramificação secundária em ângulo agudo, nervura intersecundária composta e nervura terciária reticulada ao acaso. 06. <i>M. multifida</i> : ramificação com “loops” fechados por arcos secundários, terciários e quaternários, nervura intersecundária composta e nervuras secundárias reticuladas ortogonais. Escala 400µm.....	127
Figura 5 - Análise de agrupamento das espécies de <i>Manilkara</i> . Índice de similaridade: Sorensen – 0,80. $\alpha=1\%$. 2.000 replicações. Abreviaturas: Mbinden : <i>Manilkara bidentata</i> ; Mcavalc : <i>M. cavancatei</i> ; Mdardan : <i>M. dardanoi</i> ; Mdecresc : <i>M. decrescens</i> ; Melata : <i>M. elata</i> ; Mhuberi : <i>M. huberi</i> ; Mlongifo : <i>M. longiflora</i> ; Mmaxima : <i>M. maxima</i> ; Mmultifi : <i>M. multifida</i> ; Mparaens : <i>M. paraensis</i> ; Mrufula : <i>M. rufula</i> ; Msalzman : <i>M. salzmannii</i> ; Mtriflora : <i>M. triflora</i> . A reta perpendicular vermelha – valor mínimo de similaridade.....	128
Manuscrito 4	
Tabela 1 - Espécies de <i>Manilkara</i> ocorrentes no Nordeste do Brasil, utilizadas nas análises moleculares. *Espécies selecionadas para amplificação.....	134
Tabela 2 - Lista com todos os primers utilizados nas análises das espécies de <i>Manilkara</i> ocorrentes no Nordeste do Brasil. *primers mais informativos.....	135
Figuras 1 - DNA extraído pelo método CTAB 2% em folhas de coletas recentes. A - isolamento do DNA de tecido foliar considerado de alta qualidade: 1- DNA - λ a 100 ng; 2 e 3- <i>M. rufula</i> (E.B. Almeida Jr et al. 875); 4 e 5- <i>M. triflora</i> (F.S.Santos-Filho 665). B - isolamento do DNA de tecido foliar considerado de qualidade intermediária: 1- DNA - λ a 100 ng; 2- <i>M. rufula</i> (E.B. Almeida Jr. et al. 875); 3- <i>M. triflora</i> (Santos-Filho 665); 4- <i>M. salzmannii</i> (E.B. Almeida Jr. et al. 785); 5- <i>M. salzmannii</i> (E.B. Almeida Jr. 456); 6- <i>M. rufula</i> (M.J. Campelo et al. 78); 7- <i>Manilkara dardanoi</i> (E.B. Almeida Jr. & P.B. Lima 856); 8- <i>M. salzmannii</i> (E.B. Almeida Jr. & M.C. Abreu 839); 9- <i>Manilkara dardanoi</i> (E.B. Almeida Jr. & P.B. Lima 834).....	136
Figura 2 - DNA extraído pelo método CTAB 2% de material foliar proveniente de exsicatas. 1- DNA - λ a 100 ng; 2 a 13 - amostras das espécies de <i>Manilkara</i> spp.....	137
Figura 3 - Perfis eletroforéticos dos fragmentos gerados, respectivamente, pelos primers UBC 852, 853, 855, 856 e 857, em cada uma das três espécies de <i>Manilkara</i> . Legenda: 1- <i>M. rufula</i> , 2 - <i>M. salzmannii</i> , 3 – <i>Manilkara dardanoi</i>	137

RESUMO

No Brasil, o gênero *Manilkara* consiste de 19 espécies, apresentando registros em formações de floresta Atlântica, Amazônica, Caatinga e Cerrado. Atualmente, a taxonomia vem recebendo suporte de outras ciências como ferramenta auxiliar na delimitação dos *taxa*. Assim, a associação de dados pode contribuir em projetos para determinar populações ameaçadas de extinção e áreas prioritárias para conservação. Diante da necessidade de informações das espécies de *Manilkara*, o presente estudo tem como objetivo fornecer dados de taxonomia, distribuição geográfica real e potencial, análises morfoanatômicas e uma seleção de primers das espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste do Brasil. O material analisado foi proveniente de coletas botânicas em alguns municípios Nordeste e consulta aos herbários brasileiros (ALCB, ASE, BHCB, CEPEC, EAC, HB, HST, HUESF, INPA, IPA, JPB, MAC, MBM, MBML, PEUFR, R, RB, SP, SPSF, TEPB, UEC, UFP, UFRN, UFPR, VIC, VIES). As 12 espécies nativas de *Manilkara* (*M. bidentata*, *M. cavalcantei*, *M. dardanoi*, *M. decrescens*, *M. elata*, *M. longifolia*, *M. maxima*, *M. multifida*, *M. paraensis*, *M. rufula*, *M. salzmännii* e *M. triflora*) tiveram as principais estruturas de reconhecimento descritas e apresentadas em uma chave para identificação, dando uma visão geral sobre os principais caracteres morfológicos, *status* de conservação, período de floração e ambientes de ocorrência. Os estudos de distribuição apontaram áreas com maior registro e a modelagem, através do algoritmo Maxent, apontou a distribuição geográfica potencial, fazendo previsão de áreas com adequabilidade de ocorrência das espécies de *Manilkara*. Foi compilado um total de 358 registros de coleta georreferenciadas, além de sete variáveis ambientais, sendo uma topográfica e seis bioclimáticas, tanto na análise de modelagem quanto na análise de componentes principais (PCA). As variáveis ambientais foram testadas para compreender quais fatores poderiam influenciar na distribuição. A partir das procedências geográficas, os mapas gerados permitiram visualizar quatro padrões de distribuição das espécies: padrão Amazônico, Amazônico-Atlântico, Atlântico e Caatinga-Cerrado; com espécies apresentando distribuição disjunta (*M. elata*), distribuição restrita (*M. dardanoi*, *M. decrescens*, *M. maxima* e *M. multifida*) e distribuição de grande amplitude de ocorrência (*M. salzmännii*). A análise de componente principal apontou a temperatura média anual, temperatura mínima do mês mais frio, temperatura máxima do mês mais quente, precipitação anual e a precipitação do mês mais úmido como fatores que contribuíram para a distribuição dessas espécies no bioma Amazônico. A precipitação do mês mais úmido e precipitação do mês mais seco como mais marcantes para a ocorrência das espécies restritas ao litoral da Bahia. De acordo com os dados levantados, as áreas litorâneas do estado da Bahia e as áreas de vegetação com influência do bioma Amazônico apresentaram maior registro de ocorrência, permitindo classificar essas áreas como centros de diversidade das espécies de *Manilkara*. Uma análise morfoanatômica das folhas das espécies foi realizada seguindo os protocolos usuais em anatomia. Os dados obtidos complementaram os estudos taxonômicos, dando mais robustez quanto à proposta de sinonimização da espécie *Manilkara huberi*, além de mais característica para o reconhecimento das espécies. Também foram preliminarmente apontados os primers ISSR informativos para *Manilkara*. As amostras seguiram os protocolos usuais, adequando-os quando necessário, para as amplificações. Do total de 35 primers testados, 18 geraram bandas polimórficas, variando de três a 15 bandas por primer. Os primers 853, 855, 856 e 857 amplificaram bandas de melhor qualidade sendo considerados mais informativos para *Manilkara*, subsidiando importantes dados para estudos de diversidade genética do gênero. Ressalta-se, porém, a necessidade de mais análises moleculares para possibilitar a execução de projetos ou programas de conservação destas espécies.

ABSTRACT

In Brazil, the genus *Manilkara* consist of 19 species, presenting registers in Atlantic forest, Amazonia, Caatinga and Cerrado formations. Nowadays, taxonomy has received support from other sciences as an auxiliary tool in the taxa delimitation. Thus, data relation may contribute in projects to determine endangered population and priority areas for conservation. Facing the need for *Manilkara* species information, this study aimed to provide data of taxonomy, real and potential geographical distribution, morphoanatomic analysis and primers selection of *Manilkara* species that occur in the northeast of Brazil. The studied material was from botanical collection in some municipalities from Northeast and inquiry to Brazilian herbaria (ALCB, ASE, BHCB, CEPEC, EAC, HB, HST, HUESF, INPA, IPA, JPB, MAC, MBM, MBML, PEUFR, R, RB, SP, SPSF, TEPB, UEC, UFP, UFRN, UFPR, VIC, VIES). 12 native species of *Manilkara* (*M. bidentata*, *M. cavalcantei*, *M. dardanoi*, *M. decrescens*, *M. elata*, *M. longifolia*, *M. maxima*, *M. multifida*, *M. paraensis*, *M. rufula*, *M. salzmannii* and *M. triflora*) had the main recognition structures described and presented in an identification key, giving an overall view about the main morphological features, conservation status, blossom period and environment occurrence. The studies of distribution pointed out areas with greater register and the modeling, throughout the Maxent algorithm, showed the potential geographical distribution, doing predictions of areas with adequate occurrence of *Manilkara* species. 358 registers of georeferenced collection were compiled, beyond seven environmental variables, being one topographical and six bioclimatic, both the modeling analysis and the principal components analysis (PCA). The environmental variables were tested to understand what factors could influence in the distribution. From geographical origins, the maps generated allowed to visualize four patterns of species distribution: Amazon pattern, Amazon-Atlantic, Atlantic and Caatinga-Cerrado; with species presenting disjunct distribution (*M. elata*), restricted distribution (*M. dardanoi*, *M. decrescens*, *M. maxima* and *M. multifida*) and occurrence of large scale distribution (*M. salzmannii*). The principal component analysis pointed out the average temperature, minimum temperature of the coldest month, maximum temperature of the hottest month, annual rainfall and rainfall of the wettest month as the factors that contributed to the distribution of these species in Amazon biome. The rainfall of the wettest month and the rainfall of the driest month as the most striking to the occurrence of species restricted to the coast of Bahia. According to the data, the coastal areas of the Bahia state and the vegetation areas with influence of the Amazon biome record higher occurrence, allowing classify these areas as diversity centers of *Manilkara* species. A morphoanatomical assay of leaves was carried out following the usual protocols in anatomy. The obtained data complemented the taxonomic studies, giving more robustness to the proposal of synonymization of *Manilkara huberi* specie, in addition to more features to the recognition of species. Also, were preliminarily pointed out the informative primers ISSR for *Manilkara*. Samples followed the usual protocols, adjusting them when necessary, for the amplifications. From 35 tested primers, 18 generated polymorphic bands, ranging from three to 15 bands per primer. The primers 853, 855, 856 and 857 amplified bands of better quality being considered more informative for *Manilkara*, subsidizing important data for studies of genetic diversity of the genus. It should be emphasized, however, the need for further molecular analysis to enable the execution of projects or programs for the conservation of these species.

Ficha catalográfica

A447d Almeida Júnior, Eduardo Bezerra de
Diversidade de *Manilkara* Adans. (Sapotaceae) para
o Nordeste do Brasil / Eduardo Bezerra de Almeida Júnior.
- 2010.
157 f. : il.

Orientadora: Prof^a. Dra. Carmen Sílvia Zickel.
Tese (Doutorado em Botânica). – Universidade
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Botânica.
Inclui referências e anexo.

CDD 582

1. Sapotaceae
2. Taxonomia de Fanerógamos
3. Distribuição geográfica
4. *Status* de conservação
5. Maçaranduba
6. Morfoanatomia
- I. Almeida Júnior, Eduardo Bezerra de.
- II. Título

INTRODUÇÃO

Na última revisão realizada para Sapotaceae, Pennington (1990) considerou cinco tribos: Mimosopeae, Isonandreae, Sideroxyleae, Chrysophylleae e Omphalocarpeae; onde apenas Mimosopeae foi dividida em três subtribos (Mimosopinae, Manilkarinae e Gluminae), Com base nos tipos de organização floral, tipo de cálice (uni- ou bi-seriado), número de estames em relação à corola, presença ou ausência de estaminódios e forma do hilo, cinco tribos foram consideradas, ficando *Manilkara* alocado na subtribo Manilkarinae, da tribo Mimosopeae, juntamente com outros cinco gêneros - *Labramia* A. DC., *Faucherea* Lecomte, *Northia* Hook.f., *Labourdonnaisia* Bojer e *Letestua* Lecomte (PENNINGTON, 1990).

Manilkara é caracterizado pelo cálice em duas séries, presença de estaminódios e a forma do hilo. Possui 19 espécies no Brasil, dessas, 12 ocorrem no Nordeste, sendo a Bahia o estado mais diverso da Região (PENNINGTON, 1990), essas espécies têm difícil delimitação apesar desta revisão mais recente.

Para auxiliar os estudos taxonômicos deste gênero estão sendo utilizados dados anatômicos, moleculares e de distribuição geográfica. Visto que Lam (1939) já destacava a necessidade de estudos anatômicos associados aos caracteres morfológicos externos. As análises anatômicas serviriam como uma complementação para o reconhecimento das espécies (SOLEREDER, 1908). Já os estudos com marcadores moleculares visam fornecer dados sobre a variabilidade e estrutura genética das espécies (FERREIRA e GRATAPAGLIA, 1995), que podem revelar as relações de similaridade genética entre as espécies e contribuir para a delimitação dos *taxa* (KLACZKO, 2000; BENKO-ISEPPON, 2001).

Adicionados a isso, o conhecimento da distribuição geográfica real das espécies contribui para que as populações vegetais sejam reconhecidas, auxiliando na compreensão dos padrões de distribuição das espécies. Entre os estudos de distribuição geográfica, as análises de modelagem de distribuição geográfica potencial se destacam como grande aliado na previsão e indicação de novas áreas de coletas, possibilitando encontrar e proteger as populações vegetais estudadas (MARCHIORETTO et al., 2004; BARRETO, 2008).

Diante disso, o conhecimento das espécies, associando taxonomia e diversas áreas, pode contribuir em projetos com a finalidade de determinar: plantas ameaçadas de extinção (NEGRELLE, 2001), áreas com maior registro de espécies e os ambientes preferenciais, dando subsídios para apontar quais áreas são prioritárias para conservação (CAVIERES et al.,

2002; DOBROVOLSKI et al. 2006; DURIGAN et al., 2006). Temple (1997) justificou que a presença de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção na comunidade são tidas como indicadores da integridade do ecossistema, sendo necessário o desenvolvimento de propostas e medidas efetivas de preservação e conservação dos habitats naturais (CALVENTE et al., 2005) devido aos diferentes tipos de impactos de extinção.

Com a finalidade de fornecer mais dados sobre as espécies de *Manilkara* Adans., apresentamos este estudo de tese composto por diferentes manuscritos que transcorrem sobre a taxonomia, dados de distribuição geográfica real e potencial, análises morfo-anatômicas e uma seleção preliminar de primers das espécies ocorrentes no Nordeste do Brasil.

Classificação taxonômica da família Sapotaceae Juss.

As propostas de classificação alocaram Sapotaceae em diferentes ordens. De forma breve, serão relatadas as principais mudanças no posicionamento da família nos principais sistemas de classificação. No sistema proposto por Engler (1964), Sapotaceae ficou estabelecida na ordem Ebenales juntamente com Ebenaceae, Styracaceae, Symplocaceae, Lissocarpaceae, Sarcospermataceae e Haplostigmataceae, agrupadas por apresentar folhas alternas, com ou sem estípula, estames soldados ao tubo da corola e redução no número de óvulos.

Em Cronquist (1988), a família Sapotaceae ficou subordinada à subclasse Dillenidae, na Ordem Ebenales, relatando que esta Ordem (plantas lenhosas, folhas alternas, com ou sem estípula) derivou de Theales (plantas lenhosas, raro ervas, folha simples ou composta, dialipétala) assemelhando-se a Ericales em alguns caracteres (plantas lenhosas, folhas simples, simpétala). Considerou ainda as Ebenales derivadas das Ericales devido à redução no número de óvulos e por apresentarem os estames presos ao tubo da corola. Essa Ordem consistiu cinco famílias: Ebenaceae, Sapotaceae, Styracaceae, Symplocaceae e Lissocarpaceae.

Entretanto, estudos moleculares apontaram fortes relações da família Sapotaceae com Marcgraviaceae, Ericaceae e Myrsinaceae, entre outras. Essa proximidade entre as famílias mostraram que as análises moleculares, constituem uma importante ferramenta para conhecer as relações entre os táxons (PRICE e PALMER, 1993; SOLTIS et al., 2000). Assim, com o acréscimo dos estudos moleculares, foi observado que certos padrões de evolução de caracteres morfo-anatômicos e químicos devem, portanto, ser considerados na delimitação dos grupos.

No APG II (2003), a família Sapotaceae ficou estabelecida no clado Asterideae, na Ordem Ericales, juntamente com as famílias Marcgraviaceae, Pentaphragmaceae, Theaceae, Ebenaceae, Symplocaceae, Theophrastaceae, Myrsinaceae, Lecythydaceae, Clethraceae, Cyrillaceae e Ericaceae; mantendo-se igualmente posicionada na revisão do APG III (2009). Características como a gamopetalia, óvulos tenuinucelado, ciclos protetores bem definidos e número reduzido de elementos reprodutivos foram características que contribuíram para um rearranjo do grupo (CHASE, 2003).

Sapotaceae engloba, atualmente, 53 gêneros, dentre eles: *Chromolucuma* Ducke, *Chrysophyllum* L., *Diploon* Cronquist, *Ecclinusa* Mart., *Elaeoluma* Baill., *Franchetella* Pierre, *Manilkara* Adans., *Micropholis* (Griseb.) Pierre, *Mimusops* L., *Pouteria* Aubl., *Pradosia* Liais, *Richardella* Pierre, *Sarcaulus* Radlk. e *Sideroxylon* L. são os que apresentam maior diversidade dentro da família (PENNINGTON, 1990). Os 14 gêneros citados possuem registro de ocorrência no Brasil, sendo *Chrysophyllum*, *Manilkara*, *Micropholis*, *Pouteria* e *Pradosia* os de maior diversidade no bioma Amazônico e no Atlântico.

O gênero *Manilkara* Adans.

Atualmente, *Manilkara* Adans. foi definido por apresentar caracteres quanto ao posicionamento das sépalas arranjadas em duas séries (3+3), presença de estaminódios e a forma do hilo da semente (PENNINGTON, 1990). Algumas espécies do gênero, antes *Achras* L. e *Mimusops* L., foram agrupadas, principalmente, por causa dessas características. Ducke (1950) já questionava sobre a formação do complexo *Manilkara*, visto que os autores que anteriormente trabalharam com a família Sapotaceae tinham seu sistema próprio para traçar os limites dos gêneros. A falta de consenso ou a interpretação diferenciada de um caráter entre os autores dificultava e, dificulta até hoje, a identificação das espécies porque a delimitação do gênero variava entre esses sistemas. Neste estudo, serão apresentados os principais estudos que trataram do gênero *Manilkara* em suas revisões.

De Candolle (1844) separou o gênero *Mimusops*, hoje *Manilkara*, juntamente com *Imbricaria* Comm. ex Juss. devido a presença de estaminódios, número de pétalas três vezes maior em relação às sépalas e estames opostos às pétalas. Anos depois, Hartog (1878) propôs o arranjo das espécies em três tribos: Isonadreae, Chrysophylleae e Mimosopeae, baseando-se nos estudos de De Candolle (1844).

Radlkofer (1887) propôs três subfamílias: Dyssapoteae, Sapoteae e Eusapoteae, reconhecendo oito tribos, composto por 29 gêneros. Todavia, esse autor agrupou na tribo Bumelieae os gêneros *Mimusops* L., *Imbricaria* Comm. ex Juss., *Bumelia* Swartz. e *Dipholis* A. DC., descritos com caracteres diferentes nas revisões anteriores; enquanto *Achras* ficou na tribo Sideroxyloae. O sistema apresentado por Dubard (1912-1915) foi o que conseguiu agrupar da melhor forma os gêneros de Sapotaceae. A separação da família em três subtribos (Sideroxylinees, Chrysophyllinees e Palaquinees), considerando o número de carpelos, presença ou ausência de albúmen, número de verticilo do perianto, permitiu de forma mais

concisa unificar os gêneros e desmembrar outros, ficando Sapotaceae dividida, além das subtribos, três seções, quatro subseções e 30 gêneros.

Baehni (1938) foi um dos primeiros autores que direcionou mais atenção para o gênero, analisando as espécies em parte do continente Asiático (Malásia), e considerou como prioridade para separação dos grupos: a posição do óvulo no carpelo (basal ou lateral), o tipo de cálice (simples ou duplo) e a existência de apêndices nas pétalas. O autor reconheceu duas subfamílias: Basitraumeae, representada por *Mimusops* e Pleurotraumeae composta por *Achras*, *Manilkara* e mais 15 gêneros.

Lam (1939) em sua proposta, baseada principalmente na diferenciação das pétalas e na presença ou ausência de estaminódios, dividiu em três subfamílias: Sideroxyloideae, Mimusopoideae e Madhucoideae, além de alterar o sufixo (-oideae) que referencia a subfamília, apresentou sete tribos, quatro subtribos e 34 gêneros. Nesse estudo continuou tratando *Manilkara*, *Mimusops* e *Achras* separadamente e em tribos diferentes.

Estudando as espécies do Brasil, Ducke (1942) foi um grande conhecedor da família Sapotaceae (principalmente *Pradosia* e *Manilkara*), em especial para as espécies da Amazônia, embora relatasse comentários quanto às espécies ocorrentes no Nordeste. Ducke (1950) questionou o excesso de nomes genéricos sugeridos pelos autores que estudaram a família Sapotaceae, com base em caracteres morfológicos. Ele concordava, porém, que o único caráter que poderia justificar a separação de *Mimusops* em dois gêneros (*Mimusops* e *Manilkara*) seria “a forma da cicatriz umbelical das sementes”. Nesse estudo, descreveu e publicou a espécie *Manilkara dardanoi*, endêmica de Pernambuco, sendo esse o único registro da espécie.

A partir das considerações taxonômicas dos diversos caracteres de Sapotaceae, Aubréville (1964) reconheceu 125 gêneros e dividiu o grupo em quatro subfamílias, considerando as séries de verticilos de proteção externa: Sideroxyloideae, Omphalocarpoideae, Mimusopoideae e Madhucoideae. Nessa proposta, as subfamílias foram separadas em 15 tribos e quatro subtribos, ficando subfamília Mimusopoideae compreendida de duas tribos: Mimusopeae e Manilkareae, diferenciadas devido à quantidade de lobos da corola e quantidade de estames férteis. A tribo Manilkareae ficou composta pelos gêneros *Manilkara*, *Murieanthe* Aubrév. e *Nispero* Aubrév. (hoje, todos *Manilkara*).

Baehni (1965), em seu estudo considerado mais completo, propôs um novo tratamento para a família. Reconheceu o tipo de semente e o tamanho do hilo como características importantes para separação das espécies; dividindo Sapotaceae em três subfamílias: Madhucoideae, Croixioideae e Mimusopoideae. Nessa classificação, *Manilkara* ficou alocada

na subfamília Madhucoideae, tribo Chrysophyllinae, subtribo Manilkarinae, juntamente com os gêneros *Letestua* Lec. e *Abebaia* Baehni. Algumas espécies foram sinonimizadas e 63 gêneros foram reconhecidos para esse tratamento. Nesse estudo, o autor comentou sobre a fusão de *Achras* e *Manilkara* que fora proposta por Gilly (1943 *apud* Baehni, 1965), que não considerava o apêndice dorsal, ausente em *Achras* e presente em *Manilkara*, um caráter forte para separação, uma vez que deveria ser analisada a sua amplitude de variação; comentou ainda que o apêndice poderia ser uma degradação progressiva da pétala. Baehni (1965) não adotou essa fusão admitindo que Gilly cometera um equívoco na interpretação desses caracteres. Caso concordasse com essa idéia deveria unir gêneros diferentes entre si devido à ausência ou presença de apêndice dorsal ou lateral.

O autor também questionou o complexo *Manilkara-Mimusops* devido ao número de peças florais; reforçando os relatos de Ducke (1942) que considerava injustificável a separação desses dois gêneros a partir do número de peças florais, uma vez que muitas características eram similares, devendo a largura e o comprimento da cicatriz (hilo) da semente ser adicionada com característica de separação. Dessa forma, Baehni (1965), agrupou *Manilkara* por possuir peças florais trímeras e *Mimusops* peças tetrâmeras, além das estruturas da semente. O autor reconheceu 16 espécies para *Manilkara*, distribuídas nos continentes: Africano, sudeste Asiático e nas regiões de domínio Amazônico.

Na última revisão realizada para a família, Pennington (1990) considerou cinco tribos: Mimosopeae, Isonandreae, Sideroxyloae, Chrysophylleae e Omphalocarpeae; onde apenas Mimosopeae foi dividida em três subtribos (Mimusopinae, Manilkarinae e Gluminae), ficando *Manilkara* alocado na subtribo Manilkarinae, juntamente com outros cinco gêneros (*Labramia* A.DC., *Faucherea* Lecomte, *Northia* Hook.f., *Labourdonnaisia* Bojer e *Letestua* Lecomte). A divisão das tribos foi baseada nas tendências e tipos de organização floral, tipo de cálice (uni- ou bi-seriado), número de estames em relação à corola, presença ou ausência de estaminódios e forma do hilo. O autor relata a importância dos estudos de Ducke (1942; 1950; 1957) no conhecimento do gênero *Manilkara* e questiona os estudos de Aubréville (1964) e Baehni (1965), que, apesar de terem contribuído, essas revisões quase simultâneas, realocaram espécies, não reagruparam outras, apresentaram muitos sinônimos confusos e discordaram no número final de gêneros.

Assim, apoiado nos caracteres morfológicos externos, dados palinológicos (HARLEY, 1986) e informações da anatomia da madeira (KUKACHKA, 1981), Pennington (1990) analisou e reconheceu aproximadamente 30 espécies de *Manilkara* para o Neotrópico, descrevendo e mostrando a sua distribuição. Para o Brasil foram identificadas 19 espécies, em

diferentes formações vegetacionais (floresta Amazônica, floresta Atlântica *latu senso*, Caatinga e Cerrado).

Os estudos filogenéticos para Sapotaceae foram realizados por Swenson e Anderberg (2005) que baseados em dados moleculares de “ndhF” obtiveram suporte apenas para conferir o monofiletismo de *Labramia* e *Mimusops*, mas não para *Manilkara*. Mesmo com uma análise combinada com os caracteres morfológicos, o monofiletismo foi confirmado para *Labramia*, *Mimusops* e *Vitellariopsis*, dando novamente um suporte fraco para inferir sobre o monofiletismo de *Manilkara*. Todavia, os dois maiores gêneros da família, *Chrysophyllum* e *Pouteria* foram considerados polifiléticos (SWENSON e ANDERBERG, 2005). Diante disso, *Manilkara* não deve ser considerado como monofilético por falta de estudos mais específicos para este gênero, visto que os atuais estudos abordam as relações intergenéricas e interfamiliares em Ebenales.

Estudos de Floras e Anatomia

No Brasil, os estudos de floras que contemplaram a família Sapotaceae compreendem áreas pontuais e restritas de diferentes Regiões do país. Ducke (1950) listou oito espécies amazônicas, três espécies com ocorrência do Nordeste e três no Sudeste; segundo o autor, as espécies de *Manilkara* ocorrentes na floresta Amazônica, popularmente conhecidas como maçaranduba, maçaranduba-vermelha, maçaranduba verdadeira ou maparajuba (CORRÊA, 1978), tem importância não só pelo número de espécies, mas pelo valor dos produtos (madeira e látex). Anos depois, Ducke (1957) revisou a listagem e reconheceu 16 espécies de *Manilkara* para o território nacional.

Para a região Sudeste e Sul, encontram-se os registros de Reitz (1968) que fez uma diagnose apenas da espécie *Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard. para a flora Catarinense; Melo (1991) registrou apenas a espécie *Manilkara subsericea* para a Ilha do Cardoso e Carneiro e Assis (1996) estudaram a família Sapotaceae na planície litorânea de Picinguaba-Ubatuba, em São Paulo. Para o estado do Rio de Janeiro, as principais referências são provenientes de inventários florísticos, que abrangem áreas de floresta Atlântica (LIMA e GUEDES-BRUNI, 1997) e restinga (MARQUES, 1997).

No Nordeste, algumas listagens florísticas contemplaram a ocorrência de *Manilkara*, com destaque para os estudos de Sales et al. (1998), que apresentou um *checklist* da flora ameaçada dos brejos de altitude em Pernambuco; Barbosa et al. (2006) com o *checklist* das

plantas do Nordeste brasileiro e Amorim et al. (2008) que inventariou a flora da Reserva Biológica de Una, Bahia. Na região Norte, Ribeiro et al. (1999) e Pennington (2006) registraram as espécies de *Manilkara* ocorrentes na Reserva Ducke.

Em relação aos estudos de anatomia, os primeiros dados sobre a anatomia foliar da família foram atribuídos a Radlkofer (1882; 1884), Vesque (1885) e Holle (1892), que reconheceram detalhes que permitiram o rearranjo sistemático da Ordem Ebenales como um todo.

Dentre os trabalhos existentes, e que reuniram características anatômicas de relevância taxonômica para Sapotaceae, destacam-se as descrições apresentadas por Solereder (1908) e Metcalfe e Chalk (1972; 1979; 1983). Os autores destacaram para a família Sapotaceae: a estrutura bifacial da lâmina, a tendência ocasional a estrutura cêntrica, número variável de estratos no parênquima paliádico, tecido lacunoso com grandes espaços intercelulares, raramente densos, e cutícula da face abaxial ornamentada.

Kukachka (1981) realizou o estudo anatômico do lenho dos gêneros de Sapotaceae ocorrentes no Neotrópico, destacando para *Manilkara* cerne vermelho-escuro ou marrom-escuro, parênquimas em faixas, poros difusos, múltiplos, parênquima axial com muitos ou poucos cristais, ausência de sílica e porosidade. Welle (1976) e Déttiene e Jacquet (1983), analisaram *Manilkara* (*M. bidentata*, *M. huberi*, *M. paraensis*) e mais outras espécies da família e observaram que a presença de sílica no xilema é comum à maioria dos gêneros, exceto *Manilkara*. Vasconcelos et al. (1995) analisaram o xilema de espécies pertencentes a 52 diferentes famílias ocorrentes na Amazônia brasileira. Para Sapotaceae, foi observada a presença de sílica na maioria dos gêneros examinados (*Chrysophyllum*, *Ecclinusa*, *Elaeoluma*, *Micropholis*, *Pouteria* e *Pradosia*, entre outros), exceto em *Manilkara*, devido a análise de *M. amazonica* (Huber) A. Chev., confirmando o que fora encontrado por Welle (1976) e Dettiene e Jacquet (1983).

Entre os atuais trabalhos que abordaram o tema, Angyalossy et al. (2005), analisaram os aspectos anatômicos de diferentes espécies, entre as quais, *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach., que foi caracterizada pela presença de vasos múltiplos (de 2 a 5), parênquima em linhas finas, numerosos e irregulares, com 1 a 3 células marginais quadradas a eretas, não estratificadas, cristais prismáticos presentes nas células subdivididas do parênquima axial.

Monteiro et al. (2007) realizaram um estudo taxonômico e anatômico para as espécies de *Pouteria* do estado do Rio de Janeiro, tratando a anatomia como complementação da caracterização externa. Os caracteres anatômicos de maior relevância para a taxonomia foram: presença de camada subepidérmica, presença ou não de tricomas, organização do mesófilo,

número de camadas do paliçádico, presença de tipos celulares característicos (como células lobadas e concertina), disposição do esclerênquima, presença de esclerênquima no bordo, tipo de feixe vascular e organização do sistema vascular na nervura principal.

Os estudos desenvolvidos por Melfi (2007) tratou da anatomia da madeira de 11 gêneros pertencentes à família Sapotaceae, entre eles o gênero *Manilkara*. A autora buscou informações que possibilitasse indicar características anatômicas de valor diagnóstico e estatístico e apontou a formação de oito grupos que apresentam similaridades quanto ao tipo de parênquima axial, diâmetro dos vasos, diâmetro das pontoações intervasculares, tipo e localização das pontoações raio-vasculares e das inclusões minerais como, cristais prismáticos, estiloidais e areniformes, assim como dos corpos silicosos. Tais características agrupam gêneros e espécies afins apresentando discordância em relação a separação de espécies apresentadas na última revisão (PENNINGTON, 1990) realizada para a família.

Estudos moleculares

Os marcadores moleculares compõem umas das ferramentas utilizadas em estudos genéticos e que podem contribuir com a sistemática das espécies, uma vez que detectam o polimorfismo diretamente ao nível do DNA, não sofrendo qualquer tipo de influência ambiental, não dependendo do estágio ou idade da planta. Com base nos polimorfismos revelados, tem sido possível fazer inferências sobre as correlações entre o genótipo e fenótipo dos indivíduos em diversas populações. Dentre as aplicações de curto prazo dos marcadores moleculares destacam-se: estudos de diversidade e distância genética, identificação e proteção de variedades, certificação de pureza genética e monitoramento de cruzamentos, entre outros (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998). Com base no polimorfismo pode-se inferir sobre relações genótípicas e fenotípicas, taxonômicas, filogenéticas e ecológicas, através do uso dos diversos marcadores moleculares (JOSHI et al., 1999).

Dentre os marcadores moleculares amplamente utilizados para a avaliação da variabilidade genética destacam-se: RAPD (*Random Amplified Polimorphic DNA*), RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), SSR (*Simple Sequence Repeats*), ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*), isoenzimas etc (CAVALLI, 2003; ZÁRATE et al., 2005; CASAS et al., 2006; PERONI et al., 2007). Os diferentes tipos de marcadores moleculares, hoje disponíveis, diferenciam-se pela tecnologia utilizada para revelar a variabilidade em DNA (VIDOR et al., 2002). Essa

metodologia pode revelar as relações de similaridade genética entre as espécies e contribuir para a delimitação dos *taxa* (KLACZKO, 2000), facilitando na detecção da real variabilidade genética para fins biotecnológicos ou de conservação (BENKO-ISEPPON, 2001).

Análises através de RAPD (Polimorfismo de DNA Amplificado Aleatoriamente) têm sido empregadas em estudos de caracterização da variabilidade genética em espécies de interesse econômico (SHOEMAKER et al., 1992; WEEDEN et al., 1994). Martin et al. (1995) estudaram o relacionamento entre sete variedades de trigo utilizando a técnica de PCR e concluíram que o grau de variabilidade genética entre os genitores não era uma variável adequada para a previsão da heterose nesta espécie. Nos últimos anos, foram construídos mapas de ligação genética com a técnica de RAPD em várias espécies e a utilização de amostras em estudo de diversidade genética, por meio de marcadores RAPD, tem sido indicado pelo fato de poder avaliar grandes quantidades de indivíduos de uma população em curto espaço de tempo (MARGALÉ et al., 1995). Cavallari (2004) realizou um estudo de diversidade genética abrangendo as espécies de Bromeliaceae: *Encholirium biflorum* (Mez) Forzza, *E. pedicellatum* (Mez) Rauh e *E. subsecundum* (Barker) Mez, e constatou grande variabilidade tanto interespecífica quanto entre populações. Esses dados contribuíram tanto para esclarecer dúvidas taxonômicas desse grupo quanto para o direcionamento de estudos de conservação de espécies ameaçadas de extinção.

Os marcadores do tipo RFLP (Polimorfismos no Comprimento de Fragmentos de Restrição), destinados inicialmente para detecção de mutação em DNA em vírus, tornou-se uma ferramenta útil em varias áreas da biologia. Contudo, devido ao custo e complexidade na aplicação esses marcadores foram sendo utilizados em menor escala até serem substituídos por outros marcadores (JOSHI et al., 1999). Apesar da maior complexidade na aplicação, podemos citar como exemplo o estudo de Spier et al. (2008) que utilizaram marcadores moleculares do tipo PCR-RFLP e relataram que os mesmos são úteis para estimar a variabilidade genética dos gêneros da subfamília Iridoideae. Os dados obtidos auxiliaram na identificação das espécies, uma vez que agrupou os acessos, com altos valores de *bootstrap*, tomando como base os caracteres morfológicos.

Os microssatélites ou seqüências simples repetidas (SSR) são pequenas sequências de DNA consistindo de uma até seis bases repetidas em *tandem* (STAUB et al., 1996; GUPTA e VARSHNEY, 2000). Estas sequências são hipervariáveis e de grande abundância nos genomas, os locos SSR representam uma geração poderosa de marcadores moleculares co-dominante em eucariontes. Entretanto há limitações como a necessidade do conhecimento prévio da seqüência que irá ser flanqueada pelo primer na reação de PCR. Por este fato a

técnica é mais utilizada em culturas ou táxons de grande importância econômica (LIU e WENDEL, 2001).

Os marcadores ISSR baseiam-se em reações de PCR, onde são amplificadas as regiões entre os microssatélites. A técnica utiliza um único oligonucleotídeo iniciador desenhado a partir destas regiões de microssatélite, sendo, o ISSR, considerado um marcador semi-arbitrário. Este marcador possui a vantagem de não requerer informações prévias do genoma revelando padrões altamente polimórficos (ZIETKIEWICZ et al., 1994); mostrado-se úteis em estudos genéticos, especialmente no estudo da diversidade genética e das relações de indivíduos proximamente relacionados (SALIMATH et al., 1995; OLIVEIRA et al., 1996). As sequências-alvo dos ISSRs são abundantes ao longo do genoma de eucariotos (ESSELMAN et al., 1999).

Os marcadores ISSR são dominantes e sua utilização envolve a amplificação de segmentos de DNA presentes entre duas regiões repetidas e orientadas em posições opostas. Esta técnica utiliza em geral, primers com tamanhos entre 16 a 25pb (GUPTA et al., 1994; TSUMURA et al., 1996; WANG et al., 1998). A possibilidade de uso de uma ferramenta rápida e precisa para a identificação de polimorfismos entre genótipos é uma das vantagens dos marcadores ISSR para estudos taxonômicos ou para fins de melhoramento genético vegetal. Esses marcadores também podem ser utilizados para saturar mapas de ligação, assim como em estudos populacionais (REDDY et al., 2001). Adicionalmente, podem-se utilizar outros marcadores associados ao ISSR para uma análise mais refinada do polimorfismo (BECKER e HEUN, 1995; JOSHI et al., 2000). Nos estudos de Brandão (2008) foi verificada diversidade genética e a distribuição da variabilidade de populações de *Myrcia splendens* (Sw.) DC., em ambientes fragmentados. Para 10 primers testados, 70 locos foram polimórficos.

Até o momento, poucos estudos foram publicados sobre o uso de marcadores moleculares de DNA para estimar a diversidade genética em espécies de *Manilkara*. Apesar de inicial, cabe destacar os dados de Vidal et al. (dados não publicados) que analisaram através do RAPD, a variabilidade genética existente em indivíduos pertencentes à espécie *Manilkara multifida* T.D. Penn. Os autores encontraram em 10 primers um total de 31 bandas polimórficas e a maioria das amostras coletadas apresentaram um coeficiente de similaridade de 0,7 entre os indivíduos, indicando uma baixa variabilidade genética, quando comparada a outras espécies arbóreas tropicais. Os autores argumentaram que por ser uma espécie endêmica do Sul da Bahia, ameaçada de extinção e possuir importância local, devido a

qualidade da madeira, onde a menor densidade populacional pode ter contribuído para a baixa diversidade genética.

Os estudos desenvolvidos por Azevedo (2007) e Azevedo et al. (2005; 2007; 2008), tem contribuído com dados sobre a variabilidade genética, através de marcadores ISSR, das espécies *Manilkara huberi* (espécie de ocorrência amazônica) e *Manilkara multifida* (espécie restrita ao sul da Bahia). Nos seus estudos com populações das espécies, Azevedo et al. (2007) testaram a otimização de marcadores microssatélites em *M. huberi*, onde desenvolveram uma bateria de marcadores polimórficos, além de realizarem a transferibilidade desses marcadores para *M. multifida* disponibilizando mais uma ferramenta para estudos em populações vegetais.

Azevedo et al. (2008) também analisaram a variabilidade no cpDNA em populações de *Manilkara huberi*, espécie ocorrente na floresta Amazônica que está sob manejo sustentável. Os autores selecionaram 481 indivíduos adultos da espécie, distribuídos em 200 hectares. Através de uma seleção aleatória, 96 plantas tiveram três regiões, não codificadoras, de cpDNA sequenciadas. Foi detectada a existência de estruturação genética significativa em distâncias de até 250 m, indicando dispersão de sementes restrita, ou seja, o padrão de organização espacial da variabilidade genética, mostrado pela análise de DNA nuclear, evidencia o isolamento por distância e a necessidade de manutenção de grandes áreas de floresta primária para garantir a sobrevivência de um maior número de subpopulações.

Por essas razões, o uso de análises moleculares vem garantindo resultados concisos quanto ao padrão genético das espécies (GOLDMAN et al., 2004; WURDACK et al., 2005; BARTISH et al., 2005), bem como o mapeamento genético e a caracterização das variedades (VIANNA et al., 2006; ZUCOLOTO et al., 2006), subsidiando informações para o planejamento e execução de programas de conservação de espécies (CAVALLARI, 2004).

Alguns estudos vêm acompanhando a interferência da fragmentação sobre a estrutura genética em populações de espécies vegetais (KAGEYAMA et al., 1998; STEFENON e NODARI, 2001; SOUZA et al., 2004; STEFON et al., 2004), mostrando a influência do efeito da perturbação antrópica (KAGEYAMA et al., 1998) e da fragmentação (SOUZA et al., 2004; ALMEIDA, 2006) em populações de floresta Atlântica.

Distribuição geográfica e modelos de distribuição geográfica potencial

O Nordeste ocupa aproximadamente 1,7 milhões de km² do território brasileiro (IBGE, 2004). Entre os biomas da região Nordeste, a floresta Atlântica destaca-se por abrigar alta diversidade biológica com muitas espécies endêmicas, ameaçadas de extinção (PEIXOTO e GENTRY, 1990) e por ser considerada um “Hotspot” de biodiversidade (MYERS et al., 2000).

Estudos relacionados à distribuição geográfica das espécies vegetais são importantes por contribuir com dados sobre as áreas com maior registro e os ambientes preferenciais das espécies, dando subsídios para apontar áreas prioritárias para conservação (CAVIERES et al., 2002; DURIGAN et al., 2006).

No Brasil, diversos autores estudaram a distribuição geográfica real de alguns grupos de plantas (MORI et al., 1981; GIULIETTI e PIRANI, 1988; PIRANI, 1990; SECCO, 1990; CORDEIRO, 1990; LONGHI-WAGNER e ZANIN, 1998; BOECHAT e LONGHI-WAGNER, 2000; CARVALHO et al., 2001; MARCHIORETTO et al., 2004; CALVENTE et al., 2005; FLORES e MIOTTO, 2005; FILARDI et al., 2007; FLORES e TOZZI, 2008; entre tantos), mostrando os padrões fitogeográficos e a diversidade de ocorrência das espécies nas áreas, considerando espécies herbáceas ou subarbustivas.

Segundo Schnell (1970) e Good (1974), vários fatores contribuem para a distribuição geográfica das plantas entre os quais: a distribuição disjunta, dispersão à longa distância; redução de áreas inicialmente amplas e contínuas; e surgimento independente do táxon em áreas separadas, por evolução paralela ou convergente. Reforçando essa idéia, Cabrera e Willink (1980) relacionaram os padrões de distribuição geográfica com fatores extrínsecos (abióticos, como os edáficos e climáticos; e bióticos, como os polinizadores e dispersores) e fatores intrínsecos (estruturas relacionadas à dispersão, plasticidade genética, tolerância ecológica e antiguidade das espécies), o que propicia condições diferenciadas para o desenvolvimento das espécies em cada ambiente.

Os estudos sobre as áreas e ambientes de ocorrência de espécies ameaçadas contribuem para o direcionamento de estratégias de proteção e manejo de áreas prioritárias devido à presença das populações vegetais, principalmente arbóreas, que necessitam de uma maior área física para aumentar e manter populações viáveis. Diante da dificuldade na aplicação de ações conservacionistas em áreas pouco conhecidas, os modelos de distribuição geográfica potencial de espécies surgiram com a proposta de preencher as lacunas de

conhecimento sobre os limites geográficos de espécies de interesse, ajudando a entender quais mecanismos influenciam na distribuição (GUISAN e ZIMMERMANN, 2000).

A partir dos pontos de ocorrência das espécies, relacionando-os com diversas formas de inter cruzamento com dados ambientais, podem-se prever áreas geográficas com maior grau de adequabilidade ambiental à presença dessas espécies (SOBERON e PETERSON, 2005). Ou seja, considerando a área de distribuição real da(s) espécie(s) de interesse, novas expedições podem ser direcionadas em busca de novas populações que podem estar subestimadas devido ao baixo esforço de coleta.

Entre os algoritmos utilizados em trabalhos de modelagem, destacam-se o GARP - Genetic Algorithm for Rule-set Prediction (STOCKWELL e PETERS, 1999); o SVM - Suport Vector Machines (VAPNIK, 1995) e o Maxent - Máxima Entropia (PHILLIPS et al., 2004; PHILLIPS et al., 2006). A escolha do algoritmo adequado ao desenvolvimento dos modelos dependerá do interesse de cada pesquisador; de qual ênfase ou quais os objetivos serão pretendidos. Como exemplo, para a conservação de espécies raras ou ameaçadas de extinção, se aplicará programas de reintrodução de espécies, previsão de invasão de espécies exóticas ou o efeito das mudanças climáticas sobre a fauna etc. (BARRETO, 2008).

O GARP (Algoritmo Genético para Predição por Conjunto de Regras) inclui diversos algoritmos distintos (BIOCLIM, regressão logística, etc.) para gerar um conjunto de regras candidatas que expliquem a distribuição de uma espécie (STOCKWELL e PETERS, 1999). O SMV caracteriza-se por conter um conjunto de métodos de aprendizagem relacionados que pertencem a família dos classificadores lineares generalizados, gerando probabilidades de presença e ausência a partir de amostras de tamanho da ordem de 100.000 instâncias, criando hiperplanos de separação que atuam como classificadores dos dados (VAPNIK, 1995; CRISTIANINI e SHAW-TAYLOR, 2000).

O software Maxent baseia-se no princípio da máxima entropia, que diz que a melhor aproximação para uma distribuição de probabilidades desconhecida é aquela que satisfaça qualquer restrição à distribuição. Trata-se de um método pra realizar previsões ou inferências a partir de informações incompletas. Ele estima a probabilidade de ocorrência da espécie encontrando a distribuição de probabilidade da máxima entropia (que é a distribuição mais próxima da distribuição uniforme), submetidas a um conjunto de restrições que representam a informação incompleta sobre a distribuição alvo (DUDIK et al., 2004 ; PHILLIPS et al., 2004; PHILLIPS et al., 2006).

Diversos estudos utilizaram esses algoritmos para ampliar e melhor compreender o padrão de distribuição das espécies vegetais (SIQUEIRA e DURIGAN, 2007; ZHU et al.,

2007; MEIRELES, 2009) e animais (NABOUT et al., 2009) ou para prever áreas de possível ocorrência, principalmente de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção (BARRETO, 2008; KAMINO, 2009; ROCHA, 2009; WILLIAMS et al., 2009).

A compreensão dos padrões de distribuição real associados aos estudos de modelagem de distribuição geográfica potencial das espécies de diferentes grupos taxonômicos contribui para o entendimento dos endemismos. Marchioretto et al. (2004) relataram que estudos sobre o padrão de distribuição de plantas, incluindo espécies endêmicas e ou ameaçadas de extinção, crescem progressivamente, sendo importante o levantamento e a atualização desse dados, visto que os estudos com grupos de plantas neotropicais ainda é escasso, se comparados a elevada diversidade neotropical, especialmente a brasileira.

A presença e a persistência de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção na comunidade são tidas como indicadoras da integridade do ecossistema, considerando-se que as espécies de ocorrência única podem ser mais rapidamente extintas por consequência da destruição do habitat (TEMPLE, 1997; DURIGAN et al., 2003). Dessa forma, conhecer a distribuição das espécies, principalmente o local de ocorrência das espécies endêmicas, contribui como subsídio de planos de conservação para os grandes e pequenos fragmentos florestais.

Status de conservação das espécies

A floresta Atlântica é um dos biomas que abriga grande diversidade biológica e um alto grau de endemismo. Originalmente, possuía uma área estimada em 1,36 milhão de km². Hoje, é considerado o bioma mais ameaçado, pois se localiza na região onde vive 70 % da população brasileira, com a maior atividade industrial do país. Dessa forma, estima-se atualmente, que restem menos de 7 % desse bioma livre de intervenção humana (RIBEIRO et al., 2005). Sobral e Stehmann (2009) mostraram que só nos últimos 16 anos, 2.875 novas espécies de angiospermas foram descritas, onde os maiores registros foram nos biomas Atlântico e Cerrado.

Apesar da representatividade das espécies de *Manilkara* nos diferentes biomas (Amazônico, Atlântico, Caatinga e Cerrado), a floresta Atlântica possui a maior diversidade do gênero quando se considera apenas a região Nordeste do país. Assim, frente a necessidade de manutenção de áreas de interesse conservacionista, estudos sobre o desenvolvimento de populações viáveis de espécies vegetais, novas propostas e medidas efetivas de preservação e

conservação dos habitat's naturais devem ser desenvolvidos (CALVENTE et al., 2005) devido aos diferentes níveis de ameaça de extinção. Tabarelli et al. (2005) comentaram que, como em qualquer ecossistema terrestre tropical, a redução do hábitat é a principal ameaça; tanto a exploração da área quanto a redução em pequenos fragmentos são fortes motivos para as espécies da floresta Atlântica estarem sob algum risco de extinção. Assim, uma das estratégias para proteger esses "Hotspot" de biodiversidade está na criação de unidades de conservação (CALVENTE et al., 2005).

No Brasil, as prioridades locais para a seleção de áreas protegidas e a adoção de medidas de conservação são baseadas em informações sobre espécies endêmicas ameaçadas (CONSERVATION INTERNATIONAL et al., 2000), onde as políticas municipais, estaduais e federais devem levar em consideração a presença dessas espécies acerca de medidas sobre o uso e a ocupação da terra (DIAS, 2001).

Em 2004, foi divulgado pela International Union for Conservation of Nature (IUCN), uma listagem com mais de 8.000 espécies de plantas ameaçadas de extinção. Nessa lista foram apresentadas várias categorias em relação às espécies vegetais, enquadrando cada espécie com base nos estudos taxonômicos, distribuição geográfica e consultas a listagens florísticas.

Cabe relatar, no entanto, sobre os critérios abordados quando se estuda espécies ameaçadas de extinção e qual o embasamento que existe para tais considerações. Inicialmente, a preparação das listas de espécies ameaçadas, ou listas vermelhas, normalmente segue o método proposto pela IUCN, que é responsável pela atualização da Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas no plano global (MACE, 1993; LINS et al., 1997; IUCN, 2000), em que o tamanho populacional, a distribuição geográfica, a disponibilidade de habitat, entre outros, são as variáveis utilizadas para determinar o grau de ameaça de uma espécie (IUCN, 2000; TABARELLI et al., 2005).

Para determinar o estado de conservação devem-se atender às categorias e critérios estabelecidos pela IUCN (1994), após a avaliação das espécies, cada uma recebe uma categoria, listadas a seguir: DD - sem dados, NT - não ameaçada, CD - dependente de conservação, LR - pouco risco, EN - ameaçada, EW - extinta no ambiente natural. Em 2001, os critérios foram revistos e ampliados para que o maior número de informações fosse obtido para cada grupo de planta. As categorias da IUCN versão 3.1 (2001) consideradas são: DD – sem dados; NE – não avaliada; LC – não ameaçada; NT – quase ameaçada; VU – vulnerável; EN – ameaçada ou em perigo e CR – criticamente ameaçada. Apesar da revisão,

permaneceram algumas lacunas devido às particularidades de determinados grupos taxonômicos.

Com os critérios apresentados pela IUCN (2001), os estudos desenvolvidos consideram, de forma geral, os últimos dez anos ou as três gerações da planta. A partir disso, deve ser considerado o índice de abundância apropriado para o táxon, declínio na área de ocupação, na extensão de ocorrência e/ou na qualidade do habitat, níveis reais ou potenciais de exploração, efeitos de táxons introduzidos, hibridação, patógenos, poluentes, competidores ou parasitas, entre outros fatores.

Os estudos que contemplaram as floras no âmbito local ou nacional, ou em relação ao bioma de ocorrência têm o intuito de compilar a maior quantidade de informações sobre as espécies e suas categorias, para auxiliar na identificação de áreas prioritárias (NOSS et al., 1997). Entre os estudos com essa abordagem, destacamos como exemplo: Thomas et al. (1998) listaram as espécies, destacando as endêmicas de duas áreas de floresta Atlântica no sul da Bahia. Giuliatti et al. (2005) dissertaram sobre a biodiversidade e conservação das plantas no Brasil, apresentando o número de espécies ameaçadas e os ambientes de ocorrência, sugerindo estratégias de conservação. Martinelli et al. (2008) apresentaram um *checklist* das espécies de Bromeliaceae, com dados sobre o *status* de conservação das espécies na floresta Atlântica brasileira. Todos direcionados a subsidiar, através dos dados de conservação, estratégias de proteção dessas áreas florestais.

Vários pesquisadores estão se reunindo com o intuito de manter as listas atualizadas sobre as espécies vegetais dos Estados. Entre os estudos já publicados, a região Sudeste é a que detem mais informações sobre o *status* de conservação das espécies. Junto ao Sudeste, os estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul e Tocantins já montaram ou estão desenvolvendo listas com espécies ameaçadas da flora.

Algumas pesquisas estão direcionadas para a compilação de dados das espécies do país, no intuito de gerar listas com informações sobre essas espécies vegetais. Iniciados com os *checklist* das plantas de determinadas áreas, as publicações vem apresentando listas com espécies restritas, raras ou endêmicas. Giuliatti et al. (2009) apresentaram e classificaram as espécies raras do Brasil, apontando as áreas de ocorrências dessas espécies; justificando que as espécies raras servirão como base para detecção de áreas-chave para a biodiversidade. Stehmann et al. (2009) também compilaram informações sobre as espécies vegetais da floresta Atlântica do Brasil, Paraguai e Argentina, destacando as endêmicas. O conhecimento dessas espécies torna-se necessário devido a grande diversidade biológica nas áreas de floresta Atlântica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C.M.A. 2006. **Diversidade genética em populações de *Aechmea fulgens* Brongn (Bromeliaceae) em fragmentos de Mata Atlântica em Pernambuco**. 52f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento de Plantas). UFRPE, Recife.
- AMORIM, A.M.; THOMAS, W.W.; CARVALHO, A.M.V.; JARDIM, J.G. 2008. Floristics of the Una Biological Reserve, Bahia, Brazil; p. 67-146. In W.W. Thomas and E.G. Britton (ed.). **The Atlantic coastal forest of Northeastern Brazil**. New York: The New York Botanical Garden.
- ANGYALOSSY, V.; AMANO, E.; ALVES, E.S. 2005. Madeiras utilizadas na fabricação de arcos para instrumentos de corda: aspectos anatômicos. **Acta Botanica Brasilica** 19(4): 819-834.
- APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** 141: 399-436.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105–121.
- AUBRÉVILLE, A. 1964. Les Sapotacées taxonomie et phytogeographie. **Adansonia**, Mémoire v.1, 157p.
- AZEVEDO, V.C.R.; VINSON, C.C.; CIAMPI, A.Y. 2005. Twelve microsatellite loci in *Manilkara huberi* (Ducke) Standl (Sapotaceae), an Amazonian timber species. **Molecular Ecology Notes** 5: 13–15.
- AZEVEDO, V.C.R. 2007. **Desenvolvimento e aplicações de microssatélites, análise de cpDNA e modelagem computacional para estudos da estrutura e dinâmica genética de maçaranduba – *Manilkara huberi* (Ducke) Chev. Sapotaceae**. Tese de Doutorado. Brasília: Universidade de Brasília.
- AZEVEDO, V.C.R.; KANASHIRO, M.; CIAMPI, A.Y.; GRATTAPAGLIA, D. 2007. Genetic structure and mating system of *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., a heavily logged Amazonian timber species. **Journal of Heredity** 98(7): 646–654.
- AZEVEDO, V.C.R.; KANASHIRO, M.; GRATTAPAGLIA, D.; CIAMPI, A.Y. 2008. Variabilidade no cpDNA em *Manilkara huberi*, espécie sob manejo sustentável na Amazônia brasileira. **Revista Agropecuária Brasileira** 43(7): 859-867.
- BAEHNI, C. 1938. Mémoires sur les Sapotacées. 1. Systeme de classification. **Candollea** 7: 394-508.
- BAEHNI, C. 1965. Mémoires sur les Sapotacées. 3. Inventaire des genres. **Boissiera**, v.11, 262p.

BARBOSA, M.R.V.; SOTHERS, C.; MAYO, S.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L.; MESQUITA, C.A. 2006. **Checklist das Plantas do Nordeste Brasileiro: Angiospermas e Gymnospermas**. Ministério da Ciência e Tecnologia. 156 p.

BARRETO, F.C.C. 2008. **Modelagem de distribuição potencial de espécies como ferramenta para a conservação: seleção e avaliação de algoritmos e aplicação com *Heliconius nattereri* Felder, 1865 (Nymphalidae: Heliconiinae)**. 57p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BARTISH, I.V.; SWENSON, U.; MUNZINGER, J.; ANDERBERG, A.A. 2005. Phylogenetic relationships among new Caledonian Sapotaceae (Ericales): molecular evidence for generic polyphyly and repeated dispersal. **American Journal of Botany**, v.92, n.4, p.667–673.

BENKO-ISEPPON, A.M. 2001. Estudos moleculares e citogenéticos no caupi e em espécies relacionadas: Avanços e perspectivas. **EMBRAPA Documentos** v.56, p.327-332.

BOECHAT, S.C.; LONGHI-WAGNER, M.H. 2000. Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis* (Poaceae, Chloridoide). **Revista Brasileira de Botânica** 23(2): 177-194.

BRANDÃO, M.M. 2008. **Diversidade genética de *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (Myrtaceae) por marcadores ISSR em sistema corredor-fragmento semidecíduais no sul de Minas Gerais**. 80p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

CABRERA, A.L.; WILLINK, A. 1980. **Biogeografia de América Latina**. OEA. Washington.

CALVENTE, A.M.; FREITAS, M.F.; ANDREATA, R.H.P. 2005. Listagem, distribuição geográfica e conservação das espécies de Cactaceae no estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia** 56(87): 141-162.

CARNEIRO, C.E.; ASSIS, M.A. 1996. A família Sapotaceae na planície litorânea de Picinguaba-Ubatuba/ São Paulo. **Arq. Biol. Tecnol.** 39(3): 723-733.

CARVALHO, L.d'A.F.; COSTA, L.H.P.; DUARTE, A.C. 2001. Diversidade taxonômica e distribuição geográfica das solanáceas que ocorrem no Sudeste Brasileiro (*Acnistus*, *Athenaea*, *Aureliana*, *Brunfelsia* e *Cyphomandra*). **Rodriguésia** 52(80): 31-45.

CAVALLARI, M.M. 2004. **Estrutura genética de populações de *Encholirium* (Bromeliaceae) e implicações para sua conservação**. 92p. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAVIERES, L.A.; ARROYO, M.T.K.; POSADAS, P.; MARTICORENA, C.; MATTHEI, O.; RODRÍGUEZ, R.; SQUEO, F.A.; ARANCIO, G. 2002. Identification of priority areas for conservation in an arid zone: application of parsimony analysis of endemism in the vascular flora of the Antofagasta region, northern Chile. **Biodiversity and Conservation** 11: 1301–1311.

CHASE, M.W. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society** 141(4): 399-436.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, IPE, SMA-SP e SEMAD-MG. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/ SBF.

CORDEIRO, I. 1990. Aspectos taxonômicos e distribuição geográfica de *Julocroton* Mart. (Euphorbiaceae). **Acta Botanica Brasilica** 4(1): 83-90.

CORRÊA, M.P. 1978. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional.

CRONQUIST, A. 1988. **The evolution and classification of flowering plants**. 2 nd. New York: The New York Botanical Garden.

DE CANDOLLE, A. de; A.P. de Candolle. 1844. Sapotaceae. **Prodromus** v.8, p.154-208.

DÉTIENNE, P. & JACQUET, P. 1983. **Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des régions voisines**. Centre Technique Forestier Tropical, France. 640p.

DIAS, B. 2001. Demandas governamentais para o monitoramento da diversidade biológica brasileira. In: Garay, I. e Dias, B. (orgs.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. pp. 17-28. Rio de Janeiro: Editora Vozes.

DOBROVOLSKI, R.; BOTH, R.; COELHO, I.P.; STOLZ, J.F.B.; SCHÜSSLER, G.; RODRIGUES, G.G.; GUERRA, T.; HARTZ, S.M. 2006. Levantamento de áreas prioritárias para a conservação da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (RS, Brasil) e seu entorno. **Revista Brasileira de Biociências**, 4(1/2): 7-14.

DUBARD, M. 1912. Les Sapotacées du groupe des Sideroxylinées. **Ann. Inst. Bot.-Geol. Colon. Marseille**, ser. 2, 10: 1-90.

DUBARD, M. 1915. Les Sapotacées du groupe des Sideroxylinées-Mimusopées. **Ann. Inst. Bot.-Geol. Colon. Marseille**, ser. 3, 3: 1-62.

DUCKE, A. 1942. New and noteworthy Sapotaceae of Brazilian Amazonia. **Trop. Woods**, 71: 7.

DUCKE, A. 1950. As maçarandubas amazonicas. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal** 3(3): 231-244.

DUCKE, A. 1957. The genus *Manilkara* Adans. in Brazil, seen by a field botanist. **Journal of the Linnean Society, Botany** 55: 644-656.

- DUDIK, M.; PHILLIPS, S.J.; SCHAPIRE, R.E. 2004. **Performance guarantees for regularized maximum entropy density estimation**. Pp. 655-662. In: Proceedings of the 17th Annual Conference on Computational Learning Theory. New York, ACM Press.
- DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C.; BRIDGEWATER, S.; RATTER, J.A. 2003. The vegetation of priority areas for Cerrado conservation in São Paulo State, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany** 60(2): 217-241.
- DURIGAN, G.; SIQUEIRA, M.F.; FRANCO, G.A.D.C.; RATTER, J.A. 2006. Seleção de fragmentos prioritários para a criação de Unidades de Conservação do cerrado no estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal** 18: 23-37.
- ENGLER, A. 1964. Ebenaceae. In: A. Engler. **Syllabus Der Pflanzenfamilien**. Gebrüder Borntraeger, Berlin. p.399-400.
- ESSELMAN, E.J.; JIANQIANG, L.; CRAWFORD, D.J.; WINDUSS, J.L.; WOLFE, A.D. 1999. Clonal diversity in the rare *Calamagrostis porteri* ssp. *insperata* (Poaceae): comparative results for allozymes and random amplified polymorphic DNA (RAPD) and inter simple sequence repeat (ISSR) markers. **Molecular Ecology** 8: 443-451.
- FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. 1996. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 2^a Ed. Brasília: EMBRAPA/CENARGEN, 220p.
- FILARDI, F.L.R.; GARCIA, F.C.P.; CARVALHO-OKANO, R.M.; RODRIGUES, I.M.C. 2007. Padrões de distribuição geográfica de espécies arbóreas de Leguminosae ocorrentes no cerrado. **Revista Brasileira de Biociências** 5(supl.2): 1116-1118.
- FLORES, A.S.; MIOTTO, S.T.S. 2005. Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae) na Região Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilia** 19: 245-249.
- FLORES, A.S.; TOZZI, A.M.G.A. 2008. Phytogeographical patterns of *Crotalaria* species (Leguminosae-Papilionoidae) in Brasil. **Rodriguésia** 59(3): 477-486.
- GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço range, Minas Gerais and Bahia. Rio de Janeiro, **Academia Brasileira de ciências**, p.39-69.
- GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P.; WANDERLEY, M.G.L.; VAN DEN BERG, C. 2005. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. p.52-61. In **Megadiversidade**, v.1.
- GIULIETTI, A.M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M.J.G.; QUEIROZ, L.P.; SILVA, J.M.C. 2009. Plantas raras do Brasil. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional, UEMS. 496p.
- GOLDMAN, D.H.; JANSEN, R.K.; VAN DEN BERG, C.; LEITCH, I.J.; FAY, M.F.; CHASE, M.W. 2004. Molecular and cytological examination of *Calopogon* (Orchidaceae, Epidendroideae): circumscription, phylogeny, polyploidy, and possible hybrid speciation. **American Journal of Botany** 91(5): 707-723.
- GOOD, R. 1974. **The geography of the flowering plants**. Londres: Longman. 557 p.

GUPTA, P.K.; VARSHNEY, R.K. 2000. The development and use of microsatellite markers for genetic analysis and plant breeding with emphasis on bread wheat. **Euphytica** 113:163–185.

GUPTA, M.; CHYI, Y. S.; ROMEO-SEVERSON J.; OWEN, J. L. 1994. Amplification of DNA markers from evolutionarily diverse genomes using single primers of simple-sequence repeat. **Theoretical and Applied Genetics** 89: 998-1006.

GUISAN A.; ZIMMERMANN N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling** 135, 147-186.

HARLEY, M.M. 1986. Distinguishing pollen characters for the Sapotaceae. **Canad. J. Bot.** 64: 3091- 3100.

HARTOG, M. 1878. On the floral structure and affinities of Sapotaceae. **Journ. of Bot.** 16: 67-72.

HOLLE, G. 1892 **Ueber den anatomischen Bau des Blattes in der Familie der Sapotaceen und dessen Bedeutung fur die Systematik.** Erlangen: Inaug. Diss. 59p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Consultado em: 02/11/2005.

IUCN 1994. **IUCN Red List Categories.** Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland.

IUCN. 2000. <http://www.iucn.org/themes/ssc/redlists/rlcategories2000>. Updated to <http://www.redlist.org/>.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2001. **IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1.** IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

JOSHI, S.P.; RANJEKAR, P.K.; GUPTA, V.S. 1999. Molecular markers in plant genome analysis. **Indian Journal of Biotechnology** 2(1): 358-362.

JOSHI, S.P.; GUPTA, V.S.; AGGARWAL, K.R.; RANJEKAR, P.K.; BRAR, D.S. 2000. Genetic diversity and phylogenetic relationship as revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism in the genus *Oryza*. **Theoretical and Applied Genetics** 100(8): 1311-1320.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; SOUZA, L.M.I. 1998. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF** 12(32): 65-70.

KAMINO, L.H.Y. 2009. **Modelos de distribuição geográfica potencial: aplicação com plantas ameaçadas de extinção da floresta Atlântica.** 124p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais.

KLACZKO, L.B. 2000. Avaliação do estado atual do conhecimento sobre a biodiversidade genética no Brasil. In: **Perfil do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. COBIO/MMA - GTB/CNPq - NEPAM/UNICAMP.

KUKACHKA, B.F. 1981. **Wood Anatomy of the Neotropical Sapotaceae: XX. *Manilkara***. U.S. Department of Agriculture, Madison. 14p.

LAM, H.J. 1939. On the system of the Sapotaceae, with some remarks on taxonomical methods. **Rec. Trav. Bot. Néerl.** **36**: 509-525.

LIMA, H.C. de; GUEDES-BRUNI, R.R. 1997. **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 346 p.

LINS, L.V., MACHADO, A.B.M., COSTA, C.M.R.; HERRMANN, G. 1997. Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção. **Publicações Avulsas da Fundação Biodiversitas** 1: 1-50.

LIU, B.; WENDEL, J.F. 2001. Intersimple sequence repeat (SSR) polymorphisms as a genetic marker system in cotton. **Molecular Ecology Notes** 1: 205-208.

LONGHI-WAGNER, H.M.; ZANIN, A. 1998. Padrões de distribuição geográfica das espécies de *Stipa* L. (Poaceae-Stipeae) ocorrentes no Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 21(2): 167-175.

MACE, G. 1993. An investigation into methods for categorizing the conservation status of species. In: Edwards, P. J., May, R. M. e Webb, N. R. (eds.). **Large-scale ecology and conservation biology**. pp. 293-312. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications.

MARCHIORETTO, M.S.; WINDISCH, P.G.; SIQUEIRA, J.C. 2004. Padrões de distribuição geográfica das espécies de *Froelichia* Moench e *Froelichiella* R. E. Fries (Amaranthaceae) no Brasil. **Iheringia, Série Botânica** 59(2): 149-159.

MARGALÉ, E.; HERVÉ, Y.; HU, J.; QUIROS, C.F. 1995. Determination of genetic variability by RAPD markers in cauliflower, cabbage and kale local cultivars from France. **Genetic Resources and Crop Evolution** 42: 281-289.

MARQUES, M. do C.M. 1997. **Mapeamento da cobertura vegetal e listagem das espécies ocorrentes na área de proteção ambiental de Cairuçu, município de Parati, RJ**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 96 p.

MARTIN, J.M.; TALBERT, L.E.; LANNING, S.P. et al. 1995. Hybrid performance in wheat as related to parental diversity. **Crop Science** 35: 104-108.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C.M.; GONZALEZ, M.; LEITMAN, P.; PIRATININGA, A.; COSTA, A.F.; FORZZA, R.C. 2008. Bromeliaceae da mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia** 59 (1): 209-258.

MEIRELES, L.D. 2009. **Estudos florísticos, fitossociológicos e fitogeográficos em formações vegetacionais altimontanas da Serra da Mantiqueira Meridional, Sudeste do**

- Brasil.** 262p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, São Paulo.
- MELFI, A.D.C.C. 2007. **Anatomia da madeira em Sapotaceae.** Tese de Doutorado. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo.
- MELO, M.M.R.F. 1991. **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso: Sapotaceae.** v.1. p.168-169.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. 1972. **Anatomy of dicotyledons.** v.I. Oxford: Clarendon Press. 1500p.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. 1979. **Anatomy of the dicotyledons: systematic anatomy of the leaf and stem.** v. I. New York: Oxford University Press. 276p.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. 1983. **Anatomy of the dicotyledons: wood structure and conclusion of the general introduction.** v.II. New York: Oxford University Press. 296p.
- MONTEIRO, M.H.D.A.; NEVES, L.J.; ANDREATA, R.H.P. 2007. Taxonomia e anatomia das espécies de *Pouteria* Aublet (Sapotaceae) do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Pesquisas, Botânica** 58: 7-118.
- MORI, S.A.; BOOM, B.M.; PRANCE, G.T. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. **Brittonia** 33(2): 233-245.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. da; KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.
- NABOUT, J.C.; JÚNIOR, P.M.; BINI, L.M.; DINIZ-FILHO, J.A.F. 2009. Distribuição geográfica potencial de espécies americanas do caranguejo “violonista” (*Uca* spp.) (Crustacea, Decapoda) com base em modelagem de nicho ecológico. **Iheringia, Sér. Zool.** 99(1): 92-98.
- NEGRELLE, R.R.B. 2001. Espécies raras da Floresta Pluvial Atlântica? **Biotemas** 14(2): 7-21.
- NOSS, R.F.; O’CONNELL, A.; MURPHY, D.D. 1997. **The science of conservation planning: habitat conservation under the endangered species.** Act. Island Press, Washington.
- OLIVEIRA, A.C.; RICHTER, T.; BENNETZEN, J. L. 1996. Regional and racial specificities in sorghum germplasm assessed with DNA markers. **Genome** 39: 579-587.
- PEIXOTO, A.L.; GENTRY, A. 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica** 13:19-25.
- PENNINGTON, T.D. 1990. Sapotaceae. In **Flora Neotropica.** The New York Botanical Garden, New York. v.52. 770p.

- PENNINGTON, T.D. 2006. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Sapotaceae. **Rodriguésia** 57 (2): 251-366.
- PERONI, N.; KAGEYAMA, Y.P.; BEGOSSI, A. 2007. Molecular differentiation, diversity, and folk classification of "sweet" and "bitter" cassava (*Manihot esculenta*) in Caiçara and Caboclo management systems (Brazil). **Genet Resour Crop Evol** 54:1333-1349.
- PHILLIPS, S.J.; ANDERSON, R.P.; SCHAPIRE, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling** 190: 231-259.
- PHILLIPS, S.J.; DUDIK, M.; SCHAPIRE, R.E. 2004. **A maximum entropy approach to species distribution modeling**. Pp. 655-662 In: Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning.
- PIRANI, J.R. 1990. Diversidade taxonômica e padrões de distribuição geográfica em *Picramnia* (Simaroubaceae) no Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 4: 19-44.
- PRICE, R.A.; PALMER, J.D. 1993. Phylogenetic relationships of the Geraniaceae and Geraniales from *rbcl* sequences comparisons. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 80: 661-671.
- RADLKOFER, L. 1882. Ueber die Zuruckfuhrung von *Omphalocarpum* zu den Sapotaceen und dessen Stellung in dieser Familie. **Sitzungber. Math.-Phys. Cl. Konigl. Bayer. Akad. Wiss. Munchen** 12: 265.
- RADLKOFER, L. 1884. Ueber einige Sapotaceen. **Sitzungber. Math.-Phys. Cl. Konigl. Bayer. Akad. Wiss. Munchen** 14: 397.
- RADLKOFER, L. 1887. Übersicht uber die Sapotaceen, dans Dubard, **Index Gen. Phaner.** p. 252-257.
- REDDY, M.P.; SARLA, N.; REDDY, E.A. 2002. Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) polymorphism and application plant breeding. **Euphytica** 128: 9-17.
- REITZ, P.R. 1968. Sapotaceae. Flora Ilustrada Catarinense. CNPq. Itajaí, Santa Catarina, Brasil.
- RIBEIRO, J.E.L. da S.; HOPKINS, M.J.G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A. da S.; BRITO, J.M. de; SOUZA, M.A.D. de; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.C.L.; PEREIRA, E. da C.; SILVA, C.F. da; MESQUITA, M.R.; PROCÓPIO, L.C. 1999. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA. 816p.
- RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V.P.; OLIVEIRA, A.M.S.; GLERIANI, J.M. 2005. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore** 9(2): 203-212.
- ROCHA, C.T.V. 2009. Centros de diversidade e endemismo de plantas vasculares na Mata Atlântica: gêneros endêmicos e análise dos padrões de distribuição geográfica e altitudinal do gênero *Solanum* (Solanaceae). 79p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais.

SALIMATH, S.S.; OLIVEIRA, A.C.; GODWIN, I.O.A.C.; BENNETZEN, J.L. 1995. Assessment of genome origins and genetic diversity in the genus *eleusine* with DNA markers. **Genome** 38: 757-763.

SALES, M.F.; MAYO, S.J.; RODAL, M.J.N. 1998. **Plantas vasculares das Florestas Serranas de Pernambuco: Um Checklist da Flora Ameaçada dos Brejos de Altitude, Pernambuco, Brasil**. Recife, Imprensa Universitária – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 130 p.

SCHNELL, R. 1970. **Introduction a la phytogeographie des pays tropicaux**. Paris: Gauthier-Villars. v. 1, p. 106-147.

SECCO, R.S. 1990. Padrões de distribuição geográfica e relações taxonômicas de algumas *Crotonoideae* (Euphorbiaceae) da Amazônia. **Acta Botanica Brasilica** 4(1): 91-103.

SHOEMAKER, R. C.; GUFFY, R. D.; LORENZI, L. L. et al. 1992. Molecular genetic mapping of soybean: Map utilization. **Crop Science** 32: 1091-1098.

SIQUEIRA, M.F.; DURIGAN, G. 2007. Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** 30(2): 233-243.

SOBRAL, M.; STEHMANN, J.R. 2009. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990 - 2006). **Taxon** 58: 227-232.

SOBERON, J.; PETERSON, A.T. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. **Biodiversity Informatics** 2: 1-10.

SOLEREDER, H. 1908. **Systematic anatomy of dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press. 1182 p.

SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S.; CHASE, M.W.; MORT, M.E.; ALBACH, D.C.; ZANIS, M.; SAVOLAINEN, V.; HAHN, W.H.; HOOT, S.B.; FAY, M.F.; AXTELL, M.; SWENSEN, S.M.; PRINCE, L.M.; KRESS, W.J.; NIXON, K.C.; FARRIS, J.S. 2000. Angiosperm phylogeny inferred from 18S rDNA, *rbcL* and *atpB* sequences. **Botanical Journal of the Linnean Society** 133: 381-461.

SOUZA, L.M.F.I.; KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN, A.M. 2004. Estrutura genética em populações fragmentadas de *Chorisia speciosa* St. Hil (Bombacaceae). **Scientia Florestalis** 65: 70-79.

SPIER, F.F.; TACUATIÁ, L.O.; AGOSTINI, G.; EGGERS, L.; CHIES, T.T.S. 2008. Uso de marcadores PCR-RFLP como ferramenta na identificação de espécies da subfamília *Iridoideae* (Iridaceae) presentes no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 6(3): 159-165.

STAUB, J.E.; SERQUEN, F.C.; GUPTA, M. 1996. Genetic markers, map construction, and their application in plant breeding. **HortScience** 31(5): 729-741.

STEFENON, V.M.; NODARI, R.O. 2001. Extração de DNA para estudos genéticos em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Uniplac: **Revista de Divulgação Científica e Cultural** 4(1-2): 115-131.

STEFENON, V.M.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. 2004. Genética e conservação de *Araucaria angustifolia*: III. Protocolo de extração de DNA e capacidade informativa de marcadores RAPD para análise da diversidade genética em populações naturais. **Biotemas** 17(1): 47–63.

STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; SOBRAL, M.; SALINO A.; KAMINO, L.H.Y. 2009. **Plantas de Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** (<http://www.icb.ufmg.br/bot/mataatlantica/> acessado em 17/05/2009).

STOCKWELL, D.R.B.; PETERS, D. 1999. The GARP modelling system: Problems and solutions to automated spatial prediction. **International Journal of Geographic Information Systems** 13:143-158.

SWENSON, U.; ANDERBERG, A.A. 2005. Phylogeny, character evolution, and classification of Sapotaceae (Ericales). **Cladistics** 21: 101–130.

TABARELLI, M.; PINTO, L.P.; SILVA, J.M.C.; COSTA, C.M.R. 2005. Espécies ameaçadas e planejamento da conservação. In: C. Galindo-Leal & I.G. Câmara. (eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas** (traduzido por Edma Reis Lamas). São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional, p.86-94.

TEMPLE, S.A. 1997. Maintaining the integrity of managed ecosystems: the challenges of preserving rare species. In: BOYCE, M. S.; HANEY, A. **Ecosystem management**. New Haven: Yale University Press, p. 77-93.

THOMAS, W.W.; CARVALHO, A.M.V.; AMORIM, A.M.A.; GARRISON, J.; ARBELÁEZ, A.L. 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. **Biodiversity and Conservation** 7: 311-322.

TSUMURA, Y.; OHBA, k.; STRAUSS, S.H. 1996. Diversity and inheritance of inter-simple sequence repeat polymorphisms in Douglas-r (*Pseudotsuga menziesii*) and Sugi (*Cryptomeria japonica*). **Theoretical and Applied Genetics** 92: 40-45.

VASCONCELOS, F.J.; FREITAS, J.A.; SILVA, A.C. 1995. Observação microscópica de inclusões minerais no xilema de espécies tropicais da Amazônia. *Acta Amazonica* 25(1/2): 55-68.

VAPNIK, V. 1995. **The Nature of Statistical Learning Theory**. SpringerVerlag.

VESQUE, J. 1885 **Caracteres des principales familles gamopetales tires de l'anatomie de la feuille**. *Annls. Sci. Nat., Bot.* 1. 183-360

VIDOR, M.A.; RUIZ, C.P.; MORENO, S.V.; FLOSS, P.A. 2002. Marcadores moleculares em estudos de caracterização de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.): O SABOR. **Ciencia Rural** 32(3): 415-420.

WELLE, B.J.H. 1976. Silica grains in woody plants of the neotropics especially Surinam. *Leiden Botanical Series* 3: 107-142.

WEEDEN, N.F.; TIMMERMAN, G.M. et al. 1994. Identifying and mapping genes of economic significance. **Euphitica, Wageningen** 73: 191-198.

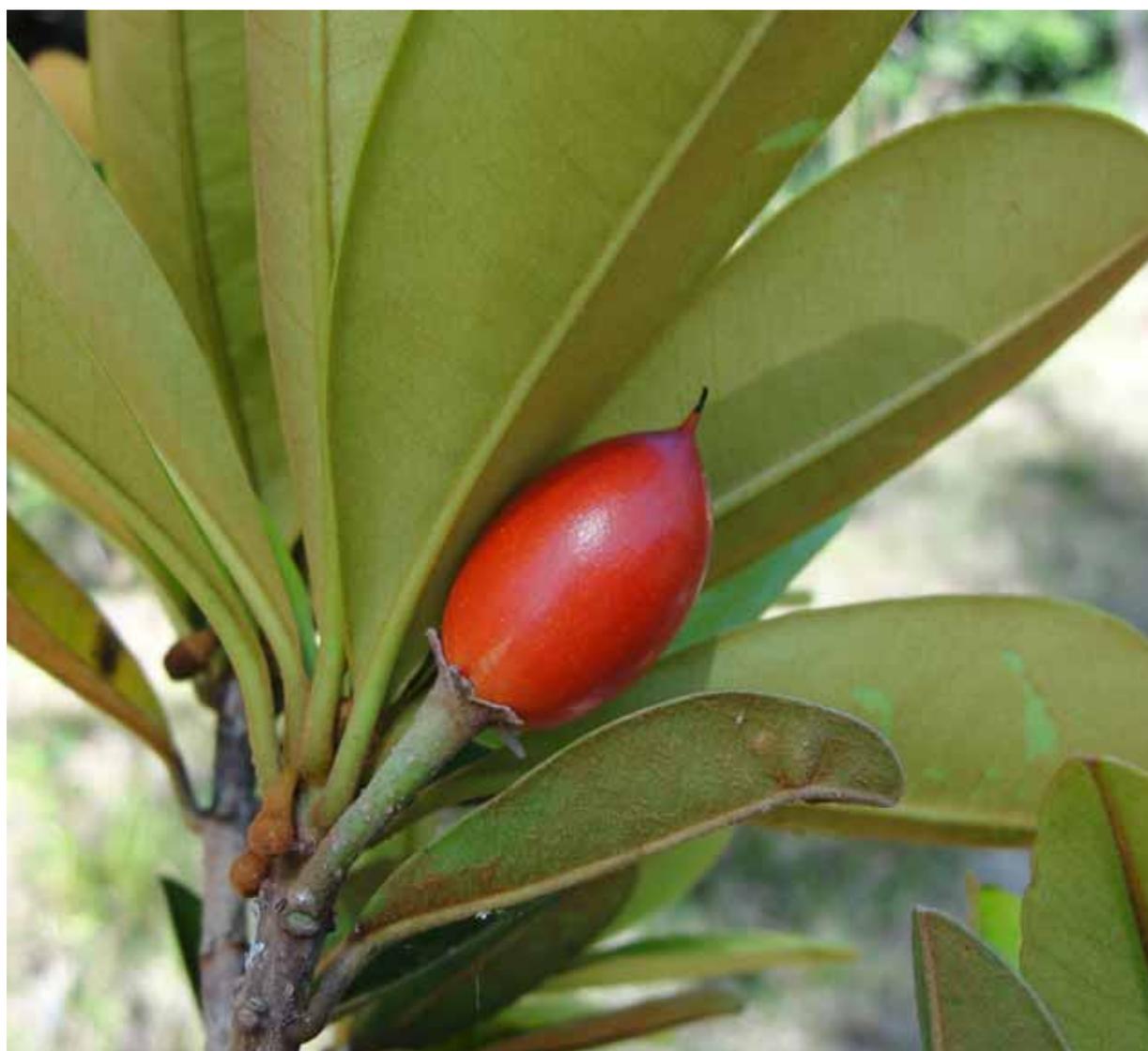
WILLIAMS, J.N.; SEO, C.; THORNE, J.; NELSON, J.K. ERWIN, S.; O'BRIEN, J.M.; SCHWARTZ, M.W. 2009. Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. **Diversity and Distributions** 15: 565-576.

WURDACK, K.J; HOFFMANN, P.; CHASE, M.W. 2005. Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae *sensu stricto*) using plastid *Rbcl* And *Trnl-F* DNA Sequences. **American Journal of Botany** 92(8): 1397-1420.

ZHU, L.; SUN, O. J.; SANG, E.; LI, Z.; MA, K. 2007. Predicting the spatial distribution of an invasive plant species (*Eupatorium adenophorum*) in China. **Landscape Ecology** 22:1143-1154.

ZIETKIEWICZ, E.; RAFALSKA. I.; LABUDA, D. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored Polymerase Chain Reaction Amplification. **Genomics** 20: 176-183.

ZUCOLOTO, R.B.; VILLELA, P.M.S.; VERDADE, L.M.; COUTINHO, L.L. 2006. Cross-species microsatellite amplification in South American Caimans (*Caiman* spp and *Paleosuchus palpebrosus*). **Genetics and Molecular Biology** 29(1): 75-78.

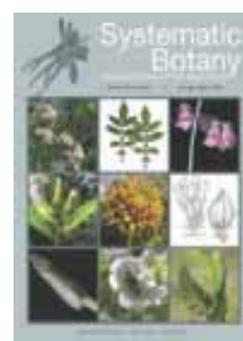


MANUSCRITO 1

Manilkara Adans. (Sapotaceae): considerações taxonômicas e *status* de conservação das espécies ocorrentes no Nordeste do Brasil

A ser enviado ao Periódico

SYSTEMATIC BOTANY



***Manilkara* Adans. (Sapotaceae): considerações taxonômicas e *status* de conservação das espécies ocorrentes no Nordeste do Brasil**

Eduardo Bezerra de Almeida Jr.^{1,3} & Carmen Sílvia Zickel²

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – Depto. de Biologia/Área Botânica/Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

²Profª. Dra. da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

³Autor para correspondência: ebaj25@yahoo.com.br

Resumo – Este estudo foi baseado na análise morfológica de material herborizado e na observação dos espécimes em seu habitat natural. Foram registradas 12 espécies no Nordeste (*Manilkara bidentata*, *M. cavalcantei*, *M. dardanoi*, *M. decrescens*, *M. elata*, *M. longifolia*, *M. maxima*, *M. multifida*, *M. paraensis*, *M. rufula*, *M. salzmännii* e *M. triflora*), diferenciadas, principalmente, pela quantidade de flores, tamanho de pecíolo e pedicelo, filotaxia, variação da folha e do indumento. Destas espécies, *M. dardanoi* é endêmica do estado de Pernambuco e *M. decrescens*, *M. maxima* e *M. multifida* são endêmicas da Bahia. As espécies foram registradas em formações florestais Atlântica, Amazônica e em áreas de restinga; *M. rufula* e *M. triflora* ocorrem preferencialmente em vegetação de caatinga e cerrado. São apresentados uma proposta de sinonimização, chave para identificação, comentários sobre afinidades, distribuição geográfica, *status* de conservação e ilustrações das espécies.

Palavras-chave – Endemismo, maçaranduba, sistemática, *status* de conservação

Manilkara abrange cerca de 30 espécies para o Neotrópico, com distribuição, principalmente, na costa litorânea do Brasil e região Amazônica, além do Paraguai, Uruguai e Chile (Pennington 1990). Pertencente a tribo Mimosoepae, subtribo Manilkarinae, juntamente com *Labramia* A.DC., *Faucherea* Lecomte, *Northia* Hook.f., *Labourdonnaisia* Bojer e *Letestua* Lecomte, *Manilkara* está representada no Brasil por 19 espécies, onde 12 possuem registro no Nordeste.

As últimas revisões que contemplaram *Manilkara* foram realizadas por Aubréville (1964), Baehni (1965) e Pennington (1990), ficando o gênero caracterizado por apresentar cálice em duas séries (3+3), presença de estaminódio, semente lateralmente comprimida e quanto ao formato do hilo. Os estudos filogenéticos específicos para *Manilkara* não foram realizados até o momento, apenas de uma análise combinada com dados moleculares e os caracteres morfológicos, abordaram apenas algumas relações intergenéricas para Sapotaceae (Swenson e Anderberg 2005).

Nos estudos de Pennington (1990), o uso de caracteres considerados frágeis ou subjetivos para a delimitação taxonômica das espécies de *Manilkara*, interfere na sua correta identificação, podendo camuflar os dados sobre a distribuição geográfica dos *taxa* em vias de extinção (Almeida Jr. et al. 2009a).

No contexto das espécies ameaçadas de extinção, a IUCN tem divulgado anualmente listas vermelhas com as diferentes categorias. O conhecimento dessas espécies contribui para a seleção de áreas com urgência de proteção para que sejam adotadas medidas de conservação (Conservation International et al. 2000). Para o gênero em estudo, a redução do hábitat é a principal ameaça; tanto a exploração da área quanto a redução em pequenos fragmentos são fortes motivos para diminuição das espécies (Tabarelli et al. 2005), principalmente nos biomas Atlântico e Amazônico.

Diante da dificuldade em identificar as espécies, foram realizadas considerações e adendos taxonômicos, chave de identificação, ilustrações, além de apresentar dados da distribuição geográfica e do *status* de conservação das espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi baseado em análise morfológica de espécimes de *Manilkara* coletadas a partir de excursões realizadas nos municípios situados em diferentes zonas fitogeográficas do Nordeste do Brasil, no período de setembro/2006 a junho/2008. Os dados foram complementados através da análise de 994 exsicatas provenientes dos herbários

brasileiros: ALCB, ASE, BHCB, CEPEC, EAC, HB, HST, HUESF, INPA, IPA, JPB, MAC, MBM, MBML, PEUFR, R, RB, SP, SPSF, TEPB, UEC, UFP, UFRN, UFPR, VIC, VIES (Holmgren e Holmgren 1998), além da análise dos exemplares dos *typus* e das fotografias dos *typus* dos herbários K, MO e NY. A identificação das espécies foi fundamentada nas descrições originais e nas últimas revisões para a família.

Os indivíduos floridos e/ou frutificados foram analisados seguindo os procedimentos usuais em taxonomia (Mori et al. 1989). Flores e frutos foram coletados e fixados em solução de álcool 70%, para auxiliar nos estudos morfológicos e na ilustração das plantas. A padronização da terminologia das estruturas vegetativas e reprodutivas baseou-se em Radford et al. (1974) e Harris e Harris (1994), para as formas da folha e indumento, e Barroso et al. (1999) para fruto e semente. A abreviação dos nomes dos autores seguiu Brummitt e Powell (1992). As informações sobre a coloração das flores e frutos, hábitat, hábito, fenologia e distribuição geográfica foram baseadas nas observações das espécies no campo e nas etiquetas das exsicatas.

O *status* de conservação das espécies foi obtido a partir das listas vermelhas de espécies ameaçadas de extinção da IUCN (2004; 2006; 2009), seguindo as categorias da IUCN versão 3.1. (2001). As categorias consideram, de forma geral, os últimos dez anos ou as três gerações da planta. A partir disso considera-se o índice de abundância apropriado para o táxon, declínio na área de ocupação, declínio na área de extensão de ocorrência e/ou na qualidade do habitat, níveis reais ou potenciais de exploração, efeitos de táxons introduzidos, hibridação, patógenos, poluentes, competidores ou parasitas, entre outros fatores. Para inferir sobre a conservação foram considerados o número de espécies existentes em cada área, os possíveis usos e endemismos destas espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo relata a ocorrência de 12 espécies nativas para o Nordeste, apresentando uma chave de identificação, acompanhadas de descrições e ilustrações. Entre as espécies registradas, nove estão presentes na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da IUCN (2004; 2006; 2009) e sete são endêmicas da floresta Atlântica *sensu lato* (Almeida Jr. et al. 2009b). As espécies ocorrem preferencialmente em formações de Floresta Ombrófila de Terras Baixas e restinga (Pennington 1990).

Manilkara Adans.

Árvore ou arbusto, látex branco, viscoso, abundante, presente em todas as partes da planta. Ramo acinzentado, estriado, lenticelado, estípulas presentes ou não. Pecíolo estriado, canaliculado. Folha simples, alterna, disposta ou agrupada no ápice do ramo, por vezes distribuídas ao longo do ramo ou, raramente, pseudo-oposta, inteira, obovada, oblanceolada, elíptica, oboelíptica, tricomas, quando presentes, bi-ramificados (malpiguiáceos) agrupados a tricomas simples, castanhos, ferrugíneos, avermelhados, marrom-avermelhados, esbranquiçados, amarelados, esverdeados, glabrescente a glabra, as vezes formando uma película amarelada, venação broquidódroma. Inflorescência, geralmente em fascículo, axilar, raro solitária. Flor pequena, pouco vistosa, diclamídea, bissexual, protogínica; sépala 6, em duas séries de 3, dialissépala; pétala 6-9, unida na base, tripartida, com lacínio central naviculado, laterais elíptico a oblongo e plano, glabra; estame 6-9, epipétalo, gamostêmone, glabro, curtamente fusionado com o estaminódio, antera extrorsa, estaminódio laminar 6-9, alterno ao estame, ápice ou lobo indiviso, bífido, trífido, multífido, irregular, multidentificado, glabro; ovário súpero, glabrescente, glabro, às vezes pubérulo, estilete indiviso, único, reto. Fruto baga, sépala persistente. Semente elipsóide, comprimida lateralmente, testa brilhante, lisa ou com leves ondulações, glabra, bicolor.

Chave de identificação das espécies nativas de *Manilkara* ocorrentes na região Nordeste do Brasil

1 Flor solitária

2 Pedicelo 0,65-0,73 cm, indumento crispado, ferrugíneo; flor com 4-4,5 mm.....

.....*M. dardanoi*

2' Pedicelo 2,5-5,3 cm, pubérulo, ferrugíneo-esbranquiçado; flor 13-15 mm.....*M. maxima*

1' Flores dispostas em inflorescência fascicular

3 Folhas dispostas em todo o ramo, raro reunidas no ápice; face inferior da folha com

indumento densamente tomentoso, ferrugíneo a avermelhado.....*M. rufula*

3' Folhas sempre dispostas no ápice dos ramos, folha glabra, glabrescente ou com tomento ferrugíneo, amarelado ou esbranquiçado na face inferior

4 Pecíolo de 0,2-0,4 (0,5) cm; folha glabra em ambas as faces.....*M. triflora*

4' Pecíolo com mais de 0,5 cm; folha com indumento adpresso, glabrescente a glabra na face inferior

5 Folha oblanceolada ou elíptica (12,7)14,3-20,2 x 3,3-5,9(7,0) cm, com indumento

- ferrugíneo, glabrescente a glabro.....*M. longifolia*
- 5' Folha obovada, largamente obovada, oblonga, oboelíptica, largamente elíptica, oblanceolada, 4-15 x 2,4-9 cm, com indumento amarelado, esbranquiçado, glabrescente a glabro
- 6 Margem foliar acentuadamente revoluta (recurvando-se até 2/3 da lâmina foliar; pedicelo 1,7 e 3,5cm.....*M. decrescens*
- 6' Margem foliar levemente revoluta ou plana; pedicelo com até 2,7 cm,
- 7 Ovário piloso; face inferior da folha formando película amarelada
- 8 Pedicelo de 0,6 a 0,8 cm; estame 7-9; ovário 11-13-locular.....*M. multifida*
- 8' Pedicelo de 1 a 1,6 cm; estame 6-7; ovário 8-11-locular.....*M. elata*
- 7' Ovário glabro; face inferior da folha indumento adpresso de coloração amarelada, esbranquiçada ou glabra
- 9 Estaminódio com lobo indiviso.....*M. cavalcantei*
- 9' Estaminódio com lobo bifido, trifido ou tetráfido
- 10 Estaminódio unicamente bifido, fenda ca. 1,5mm.....
.....*M. paraensis*
- 10' Estaminódio bifido, trifido ou tetráfido, fenda 0,3 a 0,4mm
- 11 Estilete 1,8mm; fruto globoso, vermelho, vermelho-alaranjado ou marrom.; hilo 5-7mm.....*M. salzmannii*
- 11' Estilete 3,5mm; fruto elipsóide a globoso, preto a vermelho quando maduro; hilo 3,1-4,7mm.....*M. bidentata*

1. *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev., Rev. Int. Bot. Appl. Agric. Trop. 12:270. 1932. *Mimusops bidentata* A. DC. in A. P. de Candolle, Prod. 8: 204. 1844. *Typus*: French Guiana. Without precise locality, (fl), L. C. Richard s.n. (*holotypus*: P, fotografia!). Fig. 1: A-F.

Árvore com 12 a 30 metros de altura. Ramo acinzentado, pubescente, tricomas esbranquiçados, lenticelas escuras, cicatriz do pecíolo arredondada. Pecíolo (0,6) 0,8-1,5 (2,0) cm, glabro. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, 7,1-13,2 x 3,2-5,0 cm, obovada, oboelíptica, ápice retuso, base aguda, margem inteira, revoluta, coriácea, face superior glabra, face inferior puberulenta, glabrescente a glabra, ferrugínea, nervura central superior impressa, glabra, estrias paralelas às nervuras secundárias da face superior, nervura central inferior proeminente, glabrescente a glabra, venação quaternária areolada, 13 a 16 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo 0,8-2,1 cm, pubérulo, glabrescente a

glabro. Flor 4-10, com 2,7-6,7 mm. Sépala externa 2,5 x 0,6 mm, tomentosa, ferrugínea, interna 2,6 x 0,5 mm, tricomas presentes apenas na margem, ferrugíneo-esbranquiçada, lobo triangular, ápice agudo. Corola 6 pétalas, 3,7 x 0,7 mm, tubo da corola 0,8 mm. Estames 6, com 1,5-2,6 mm, antera 0,9 mm; estaminódio 6, com 1,2 mm, indiviso, bifido, denteado lateralmente (fenda 0,4mm). Ovário 0,7-1,2 x 1-1,2 mm, glabro, 6-7-locular, estilete 3,5 mm. Fruto 7-14,9 x 7,4-11,9 mm, elipsóide a globoso, glabro, preto a vermelho quando maduro. Semente 5,4-10,8 x 4,3-6,6 mm, elipsóide, hilo 3,1-4,7 mm, obovóide.

Comentário - *Manilkara bidentata* compartilha semelhança com *Manilkara salzmannii* em relação à forma e tamanho da folha (obovada, oboelíptica, 7,1-13,2 x 3,2-5,0 cm), entre outras características vegetativas. Porém, *M. bidentata* difere por apresentar pedicelo puberulento a glabro (em ambiente natural os pedicelos apresentam-se curvados para cima), estaminódio indiviso, bifido ou denteado lateralmente. Outra característica de separação deve-se ao ambiente preferencial. *M. bidentata* é uma espécie que ocorre no bioma Amazônico, com registros no Brasil, Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia enquanto *M. salzmannii* tem distribuição no bioma Atlântico. Ducke (1957) considerou essa espécie como o complexo *M. bidentata* devido à plasticidade fenotípica e diferentes períodos de floração influenciados pelo ambiente de ocorrência. Contudo, Pennington (1990), separou *M. bidentata* em duas subespécies *M. bidentata* subsp *bidentata* e *M. bidentata* subsp *surinamensis* que diferiam quanto a qualidade e composição do látex (Waterman e Mahmoud 1991). Todavia, no presente estudo não foram consideradas as subespécies.

Fenologia - Floresce entre os meses de abril a outubro e frutifica entre setembro e novembro; com registro de frutificação também no mês de janeiro (Pennington 2006).

Distribuição - Ocorre na Colômbia, Bolívia, Guianas, Venezuela, Peru, Ilhas Caribenhas e no Brasil, contemplando os estados do Amazonas, Maranhão, Pará e Amapá, Roraima, Rondônia (Gayot 2001-2002).

Conservação - Essa espécie não compõe a lista de espécies ameaçadas de extinção, por apresentar ampla distribuição no bioma Amazônico, não se enquadrando nos critérios da IUCN (2001).

Espécimes selecionados - Brasil. **Amazonas:** Jandiatuba, 12 jan 1949, R.L. Fróes (IPA); Manaus, 8 mai 1996, C. A. Cid Ferreira 11227 (PEUFR); São Paulo de Olivença, 26 out 1936, B. A. Krukoff 8691 (RB). **Maranhão:** Alcântara, abr 1954, R.L. Fróes 30761 (INPA); Maracaçumé, 1932, T. Moses 53 (RB); São Luis, 25 out 1948, A. Ducke 2173 (ALCB); São Luis, 30 out 1982, I. G. Gottsberger 23 (RB); Ilha do Caju-Araioses, 17 jun 1981, A. J. Castro s/n (TEPB). **Pará:** Belém, 16 out 1959, M. Kuhlmann & S. Jimbo 364 (UEC); Oriximiná, 19 ago 1986, C. A. Cid Ferreira et al. 7796 (RBR); Tomé-Açu, 4 nov 1979, M. G. Silva e A. Pinheiro 5131 (MAC). **Roraima:** Uiramutã, 14 out 1995, I. S. Miranda 1047 (INPA).

2. *Manilkara cavalcantei* Pires & W.A. Rodrigues ex T.D. Penn. Flora Neotropica, Monograph 52, p.52, fig. 5A, 1990. *Typus:* Brasil. Pará: Planalto de Santarém, Lago Cucari, 15.IV.1955 (fl) R.L.Fróes 31690 (*holotypus:* IAN, *isotypus:* NY, R!). Fig. 1: G - L.

Árvore ou arbusto com 5 a 20 metros de altura. Ramo acinzentado, com fissuras, glabrescente, tricomas esparsos próximo ao pecíolo, esbranquiçado, por vezes amarelado, cicatriz do pecíolo arredondada. Pecíolo 0,4-0,7 cm, pubérulo a glabrescente. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, 4,8-8,3 x 2,4-3,6 cm, obovada, ápice arredondado, levemente retuso, base aguda a atenuada, margem inteira, revoluta no terço inferior do limbo, cartácea, face superior glabra, face inferior com finos tricomas adpressos, formando uma película amarelo-esverdeada, nervura central superior impressa, glabra, nervura central inferior proeminente, puberulenta, venação quaternária areolada (com marcações leves), nervuras secundárias levemente curvadas para cima, 16 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo 0,7-1,2 cm, pubescente, ferrugíneo. Flores 3-5, com 3-4 mm. Sépala externa 2,8 x 1,2 mm, tomentosa, ferrugínea, sépala interna 3-3,2 x 1,1 mm, tricoma presente apenas na margem, esbranquiçado-ferrugíneo, lobo triangular, ápice agudo. Corola 6 pétalas, 2,6 x 1,1 mm, tubo da corola 0,5 mm. Estames 6, com 2,2 mm, antera 0,9-1,1 mm; estaminódio 6, com 1 mm, lobo indiviso. Ovário 0,8 x 0,6 mm, glabro, 6-locular, estilete 2,6 mm. Fruto elipsóide-elíptico (fruto imaturo), glabro, arroxeado. Semente não observada.

Comentários - *Manilkara cavalcantei* apresenta semelhança com *M. elata* e *M. paraensis* em relação ao indumento muito fino, formando uma película amarelada a esbranquiçada na face inferior da folha. Diferencia-se, porém, por *M. cavalcantei* apresentar de estaminódio com

lobo indiviso, enquanto *M. elata* possui no mesmo conjunto de estaminódio variação entre bífido-irregular, trifido, tetráfido e *M. paraensis* com estaminódio unicamente bífido.

Fenologia - Foi registrada floração entre os meses de maio e outubro, e frutificação entre os meses de abril e julho.

Distribuição - *M. cavalcantei* apresenta distribuição nas áreas com influência da floresta Amazônica (AM, PA) (Pennington 1990) e no litoral Maranhão e do Piauí. Recentemente, foi coletada em Ilha Grande, Piauí, em vegetação de restinga, como a primeira ocorrência para o Estado. O estudo de Santos-Filho (2009) mostrou que a composição de espécies ocorrentes em Ilha Grande sofre influência da floresta Atlântica, contudo *M. cavalcantei* não ocorre neste bioma. O que mostra a importância de mais informações sobre a ecologia do táxon.

Conservação - *M. cavalcantei* apresenta-se na categoria vulnerável (VU, B1+2c) (IUCN 2001). Apesar dos pontos de registro da espécie abranger extensão territorial superior a 2000 km², essa espécie deve-se manter na atual categoria devido aos poucos indivíduos encontrados (ou coletados).

Espécimes selecionados - BRASIL. **Amazonas:** Carauari, 28 jun 1980, A.S.L da Silva et al. 419 (RB); Manaus-Itacoatiara, 11 set 1968, W. Rodrigues et al. 8546 (UEC); Manaus-Itacoatiara, 10 mai 1994, A. Vicentini et al. 527 (RB); Manaus, 26 abr 1973, A. Loureiro et al. s/n (MBM); Manaus-Porto Velho, jul 1972, M. F. Silva et al. 735 (INPA). **Maranhão:** São Domingos, 17 ago 1976, D. Andrade-Lima s/n (PEUFR). **Pará:** Tucuruí, 7 jun 1980, M. G. Silva e C. Rosário 3419 (MBM). **Piauí:** Ilha Grande, 14 mar 2006, F. S. Santos-Filho 955 (PEUFR); Ilha Grande, 15 mar 2006, E. B. Almeida Jr. & F. S. Santos-Filho 855 (PEUFR).

3. *Manilkara dardanoi* Ducke, An. Bras. Econ. Florestal 3(3): 243. 1950. *Typus:* Brasil. Pernambuco: Recife, VII. 1950 (fl), Andrade-Lima 15559 (*holotypus:* IPA!). Fig. 1: M - R.

Árvore com 8 a 10 metros de altura. Ramo esverdeado a acinzentado, indumento adpresso, ferrugíneo, glabrescente a glabro, cicatriz do pecíolo arredondada. Pecíolo 0,5-0,6 cm, indumento crispado, ferrugíneo, glabrescente a glabro. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, 4,5-7,2 x (1,9)2,7-3,7 cm, oboelíptica a elíptica, ápice retuso, base aguda, margem inteira e reflexa, coriácea a cartácea, face superior glabra, face inferior indumento crispado,

ferrugíneo a esbranquiçado, glabrescente a glabra, nervura central superior impressa, indumento esbranquiçado na metade inferior da nervura, estrias paralelas às nervuras secundárias, nervura central inferior proeminente, indumento crispado a glabro, ferrugíneo, venação quaternária areolada (visíveis na face superior), 15 pares de nervuras secundárias. Pedicelo 0,6-0,7 cm, indumento crispado, ferrugíneo. Flor solitária, axilar, 4-4,5 mm. Sépala externa 4,3 x 2,1 mm, pubescente, ferrugíneo, interna 3-4 x 1,8mm, tricoma presente apenas na margem, esbranquiçado-ferrugíneo, lobo triangular, ápice agudo. Corola 6 pétalas, 4 mm, tubo da corola 1,5 mm. Estames 7, com 2,8 mm, antera 1,5 mm; estaminódio 7, com 1,5 mm, bífido, fenda 0,3 mm. Ovário 2-2,3 x 1,3-1,6 mm, glabro, 7-8-locular, estilete 3,2-5 mm. Fruto oblongo-elipsóide, ovóide, glabro, 12,4-23,9 x 3,2-10,2 mm, verde, amarelo-alaranjado a vermelho-alaranjado. Semente 14,3 x 6,5mm, hilo 6,9-1,6 mm, fusiforme a piriforme.

Comentário - *Manilkara dardanoi* assemelha-se a *M. rufula* por compartilharem o indumento ferrugíneo na face inferior. Contudo *M. dardanoi* difere por apresentar flor solitária, folhas agrupadas no ápice do ramo, ápice retuso e 7 estames. O tipo e a coloração do indumento são caracteres importantes para a delimitação das espécies de *Manilkara*. Para uma avaliação correta, ramos jovens e maduros de um mesmo indivíduo devem ser analisados. *M. dardanoi*, por exemplo, possui folhas jovens com indumento ferrugíneo, tornando-se esbranquiçado, glabrescente a glabra nas folhas maduras. Na descrição são incluídos adendos com características do fruto e semente.

Fenologia - Floresce entre os meses de fevereiro a setembro e a ocorrência dos frutos foi registrada no mês de outubro, com poucos frutos desenvolvidos.

Distribuição - *Manilkara dardanoi* é uma espécie endêmica de Pernambuco, coletada pela primeira vez em 1950, no município de Camaragibe, na estrada de Aldeia; desde então não havia sido encontrada. Foi recentemente coletada em um fragmento de floresta Atlântica, no município de Barreiros, litoral sul do Estado (Almeida Jr. e Zickel, inédito), sendo o segundo registro de coleta da espécie.

Conservação - A espécie *M. dardanoi* apresenta-se na categoria em perigo de extinção (EN, B1+2c) (IUCN 2001). Contudo, essa classificação já era errônea tendo como base os critérios da IUCN (2001), pois apenas uma população era conhecida para a espécie. Apesar do novo registro de coleta em outra área no estado de Pernambuco, esta sofre forte pressão antrópica,

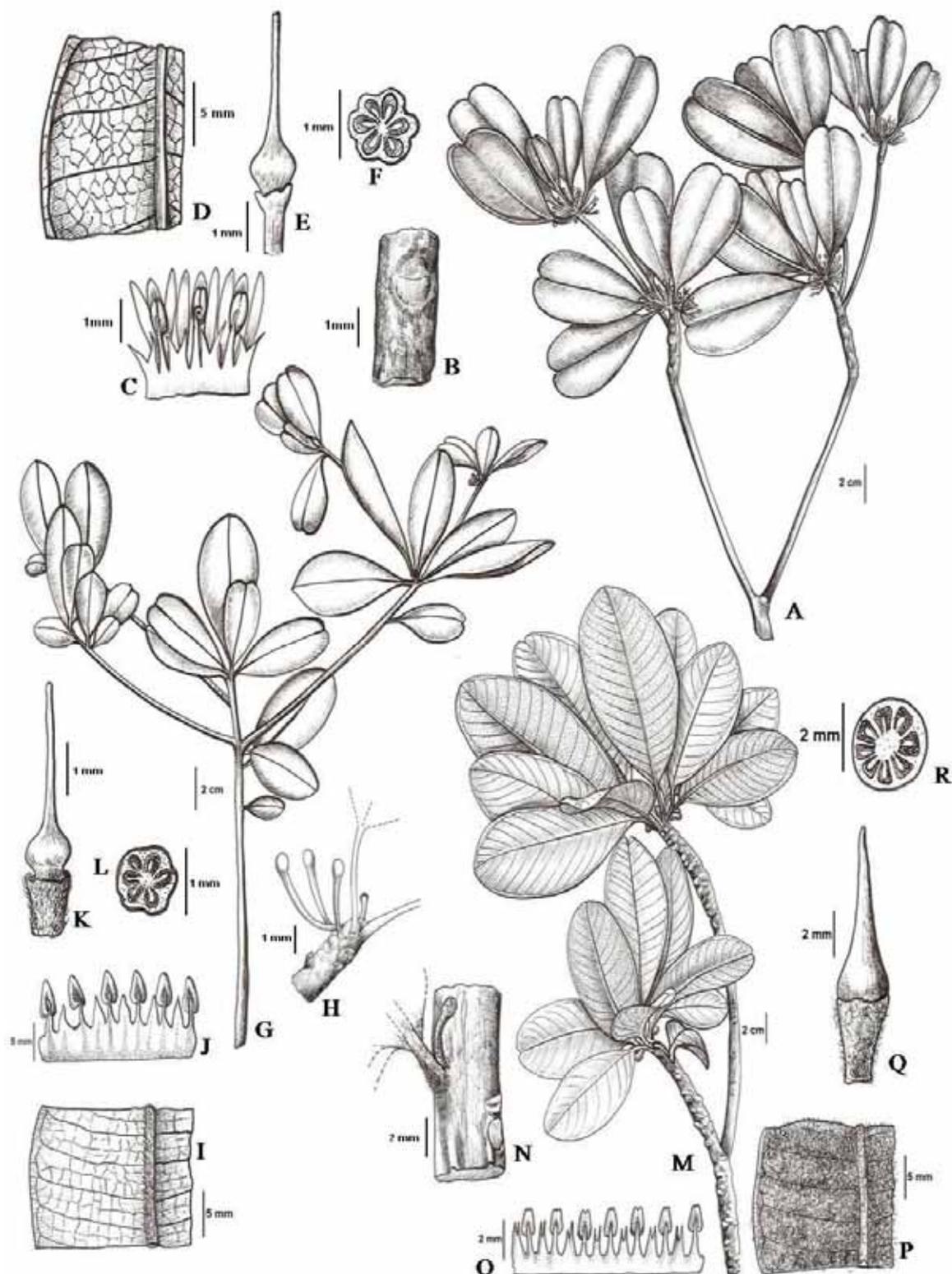


Figura 1 – A-F: *M. bidentata*: A- Hábito, B- Detalhe da cicatriz do ramo, C- Estames e estaminódios, D- Face inferior da folha, E- Gineceu, F- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (M. Kuhlmann & S. Jimbo 364, UEC); G-L: *M. cavalcantei*: G- Hábito, H- Detalhe do ápice do ramo, evidenciando inflorescência, I- Face inferior da folha, J- Estames e estaminódios, K- Gineceu, L- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (F.S. Santos-Filho 955, PEUFR); M-R: *M. dardanoi*: M- Hábito, N- Detalhe do ramo, evidenciando flor solitária, O- Estames e estaminódios, P- Face inferior da folha, evidenciando indumento crispado, Q- Gineceu, R- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (P.B. Lima & E.B.Almeida Jr. 856).

ou seja, também apresenta declínio na área de ocupação e tem uma população estimada em menos de 50 indivíduos maduros. Portanto, essa espécie deveria ser alterada para a categoria em perigo crítico (CR, D).

Espécimes selecionados - BRASIL. **Pernambuco:** Barreiros, 14 jul 2007, *E. B. Almeida Jr. & P. B. Lima* 834 (IPA); Barreiros, 14 mai 2008, *E. B. Almeida Jr. & P. B. Lima* 856 (PEUFR); Barreiros, 29 set 2008, *E. B. Almeida Jr. & R. C. Soares Jr.* 850 (PEUFR); Camaragibe, 24 jul 1950, *D. Andrade-Lima* 613 (IPA); Camaragibe, 8 out 1951, *Ducke et al.* 8 (R); Camaragibe, 15 fev 1952, *D. Andrade-Lima* 980 (PEUFR); Camaragibe, jul 1952, *D. Andrade-Lima & M. Magalhães s/n* (HB); Camaragibe, 19 jul 1950, *C. G. Leal & O. A. da Silva* 302 (RB).

4. *Manilkara decrescens* T.D. Penn., Flora Neotropica, Monograph 52, p.75, figs. 9, 10, 1990. *Typus:* Brasil. Bahia, Marauá, I.1982, (fl), A.M. de Carvalho & G.P. Lewis 1113 (*holotypus:* CEPEC!). Fig. 2: A - G.

Árvore com 8 a 15 metros de altura. Ramo marrom escuro, pubescente a glabro, leves fissuras, lenticelas esparsas, cicatriz do pecíolo ovóide. Pecíolo 1-3,3 cm, piloso a glabro. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, 6,3-8,9(12,5) x 3,2-5,5 cm, obovada, largamente oblonga, ápice retuso a arredondado (com ruptura do ápice na linha da nervura central), base aguda a atenuada, margem inteira, acentuadamente revoluta (recurvando-se até 2/3 da lâmina foliar), coriácea, face superior glabra (com pontos escuros em toda lâmina), face inferior glabra, nervura central superior impressa, glabra, nervura central inferior proeminente, glabra, venação quaternária areolada (visível na face inferior), 17 a 21 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo 1,7-2,7(3,5) cm, pubescente a glabrescente, ferrugíneo. Flor 6-12, com 6-8 mm. Sépala externa 5,5-6 x 3-3,1 mm, puberulenta a glabrescente, ferrugínea a esbranquiçada, interna 5 x 2,5 mm, tomentosa, ferrugínea a esbranquiçada, lobo triangular, ápice agudo a redondo. Corola 6-7 pétalas, 3,5 mm, tubo da corola 1,3 mm. Estames 6-7, com 3 mm, antera 2 mm; estaminódio 6-7, com 2,2 mm, lobos irregulares ou denteados. Ovário 0,9-1,4 mm, glabro, 7-8-locular, estilete 5-7 mm. Fruto globoso-elipsóide a ovóide, glabro, 12,4-19,6 x 8,2-13,1 mm, verde, vermelho-vináceo. Semente 8,9-10,7 x 5,3-6,2 mm, hilo 3,6 mm, obovóide.

Comentários - *Manilkara decrescens* pode ser reconhecida pelo maior comprimento do pedicelo (1,7-3,5), textura da folha coriácea, ruptura do ápice na linha nervura central (que divide a lâmina foliar quando desidratada) e margem inteira, acentuadamente revoluta (recurvando-se até 2/3 da lâmina foliar). Essa espécie é confundida com *M. salzmannii* devido às características da folha (forma e tamanho da folha, presença de estrias paralelas as nervuras secundárias, textura) e por ocorrerem em áreas de restinga. Porém pode ser diferenciadas por *M. decrescens* maior comprimento do pedicelo e margem acentuadamente revoluta, enquanto *M. salzmannii* possui pedicelo com (0,3)0,5-1,2 cm e margem levemente revoluta. *M. decrescens* foi descrita com ovário ínfero, no entanto, a partir das análises de um número maior de espécimes, foi constatado o ovário súpero. Esse estudo contribui com adendos taxonômicos em relação a posição do ovário, fruto e semente.

Fenologia - Floresce entre maio e novembro, com pico de floração nos meses de setembro e outubro; frutifica entre os meses de janeiro a maio.

Distribuição - *Manilkara decrescens* ocorre em áreas de restinga e é endêmica do estado da Bahia.

Conservação - *M. decrescens* apresenta-se na categoria em perigo de extinção (EN, B1+2c) (IUCN 2001). Essa espécie merece ter um ajuste do critério em relação a sua extensão de ocorrência. Apesar desta espécie ser endêmica das restingas da Bahia, à área de ocupação estimada apresenta-se superior a 500km² e não inferior a este valor, como conforme indicado na atual categoria (2c). Desta forma, para adequar-se a extensão de ocorrência deste táxon, que é estimada em pelo menos de 5000km² (1c), *M. decrescens* ficaria enquadrada na categoria (EN, B1+1c).

Espécimes selecionados - BRASIL. **Bahia**: Camaçari, 15 out 1997, *M. Alves et al.* 862 (PEUFR); Camaçari, 15 fev 2004, *M. I. B. Silva et al.* 2 (ALCB); Canavieiras, 8 set 1965, *R. P. Belém 1735* (CEPEC); Conde, 23 set 1996, *G. P. Silva et al.* 3661 (SPF); Entre Rios, 30 ago 1998, *M. Fonseca et al.* 1095 (CEPEC); Esplanada, 25 ago 1995, *M. Clara Ferreira e T. Jost 766* (IPA); Ilhéus, 30 jun 2000, *F. Juchum et al.* 40 (CEPEC); Lauro de Freitas, 12 set 1989, *R. Soeiro 94* (HUEFS); Lauro de Freitas, 2 set 1998, *C. B. Costa 308* (ALCB); Maraú, 07 jan 1982, *A. M. de Carvalho & G. P. Lewis 1113* (CEPEC); Mata de São João, 25 jan 2006, *A. M. Miranda 5433* (HST); Porto Seguro, 9 dez 1994, *A. C. C. Almeida 94* (JPB);

Salvador, 12 set 1976, *J. S. Araujo et al.* 53 (CEPEC); Salvador, 30 out 1991, *L. P. Queiroz* 2494 (UEC).

5. *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach., *Phytologia* 4(2):101, 1952. *Mimusops elata* Allemão ex Miq. in Martius, *Fl. bras.* 7: 42. 1863. *Typus*: Brasil. Bahia: “Ad Ferradas” 1819 (st), Martius s.n. (*holotypus*: M, *isotypus*: M, fotografia!). Fig. 2: H - N.

Manilkara huberi (Ducke) Chev., *Rev. Int. Appl. Agric. Trop.* 12: 276. 1932. *Mimusops huberi* Ducke, *Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro* 2: 14. 1918. *Typus*: Brasil. Pará. Estrada Ferro de Bragança, Santa Isabel, II.1909 (fl), coletor desconhecido, s.n. 10177 (*lectotypus*: MG, *isotypus*: G, R!). **syn nov.**

Árvore com 5 a 30 metros de altura. Ramo marrom escuro a acinzentado, estriado, glabro, cicatriz do pecíolo plano-convexo a elíptica. Pecíolo (1,3)1,6-4,4 cm, puberulento a glabrescente. Folha alterna, disposta no ápice do ramo 8,7-15,4 x 4,7-8,3 cm, obovada, oboelíptica, elíptica, largamente elíptica, ápice agudo a levemente retuso, base aguda, margem inteira e levemente revoluta, coriácea, face superior glabra, face inferior indumento muito fino, adpresso, formando uma película amarelada, brilhosa, nervura central superior impressa, glabra, nervura central inferior proeminente, glabra, alta ordem de venação areolada, 15 a 25 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo 1-1,6 cm, pubescente a glabrescente, ferrugíneo. Flor 3-10, com 0,9-1 cm. Sépala externa 4,7-5,6 x 2,2-3,5 mm, pubescente a glabrescente, esbranquiçada a ferrugínea, lobo triangular, interna 4,2-7,1 x 1,7-2,9 mm, tomentosa, esbranquiçada a ferrugínea, lobo elíptico a triangular, ápice agudo. Corola 6-7 pétalas, 3 x 0,9 mm, tubo da corola 0,9-1,3 mm. Estame 6-7, com 3 mm, antera 1,3 mm; estaminódio 6-7, com 2,3 mm, lobo bifido-irregular, trifido, tetráfido (fenda 0,9-1,4 mm). Ovário 1-3 x 0,9-1,8 mm, pubescente a glabro, esbranquiçado, 8-11-locular, estilete 3,4-9 mm. Fruto 25-26 x 24-25 mm, globoso, glabro, quando maduros verde-amarelado, laranja, às vezes um pouco arroxeadado. Semente 21,3 x 9,8 mm, hilo 12,96 mm, fusiforme a oblongo.

Comentários – *Manilkara elata* pode ser reconhecida pela quantidade de flores no fascículo (3-10), estaminódio com lobo bifido-irregular, trifido, tetráfido (fig. 2L), ovário pubescente a glabro. Ducke (1950) havia mencionado sobre as espécies *M. elata* e *M. huberi*, questionando a semelhança florística entre as áreas do sul da Bahia e norte do Espírito Santo com as da

região Amazônica, dessa forma, apenas *M. huberi* deveria ser considerada para as áreas. Monachino (1952) considerou *M. elata* como uma co-espécie de *M. huberi*, porém levantou a discussão sobre a semelhança entre essas espécies. Ambos estudos recomendavam cautela quanto a separação. A descontinuidade geográfica fez Pennington (1990) as considerar como duas espécies distintas. Todavia, considerando a semelhança morfológica, a distribuição disjunta de *M. elata*, confirmada pelas análises de modelagem de distribuição geográfica potencial (Almeida Jr. et al. inédito), e complementados com análises morfoanatômicas (Almeida Jr. et al., inédito), estamos propondo a sinonimização da espécie.

Recentes estudos moleculares realizados com populações de *M. elata* (= *M. huberi*) (Azevedo et al. 2007; 2008), registraram um alto grau de polimorfismo para a espécie. Foi observada a existência de estruturação genética em distâncias de até 250 m, indicando dispersão de sementes restrita. Isso mostrou que o padrão de organização espacial da variabilidade genética evidenciou a necessidade de manutenção de grandes áreas de floresta primária para garantir a sobrevivência de um maior número de subpopulações para não comprometer a variabilidade genética das populações.

Fenologia - Nas formações florestais Atlântica, foram registradas flores apenas nos meses de novembro e dezembro e frutos em janeiro. No bioma Amazônico foi observado floração nos meses de abril, maio e novembro; frutifica entre fevereiro e agosto, com pico de frutificação em março. Segundo Azevedo (2007) essa espécie pode apresentar intervalo de floração variando de 3 a 5 anos.

Distribuição - *Manilkara elata* apresenta distribuição disjunta, ocorrendo no bioma Amazônico e Atlântico, com registros nos estados do Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e no estado da Bahia, em vegetação de floresta higrófila.

Conservação - Quanto ao *status* de conservação, a espécie *M. elata* (devido a proposta de sinonimização) ficou com registro de ocorrência nos biomas Atlântico e Amazônico. Dessa forma, não se enquadraria nos critérios da IUCN (2001) devido à extensão de ocorrência.

Espécimes selecionados - BRASIL. Amazonas: Manaus-Itacoatiara, 25 mar 1969, D. Coelho s/n (UEC); Manaus, 26 fev 1969, G. T. Prance et al. 10251 (INPA); Manaus, 11 abr 1992, C. Dick 106 (INPA); Manaus, mar 1993, A. A. de Oliveira et al. 1234 (ESA). Bahia: Ituberá/Grapiúna, 24 set 2006, R. de M. Valadão et al. 50 (ALCB); Una, 27 out 1999, J. G.

Jardim et al. 2277 (CEPEC); Ilhéus, 11 out 2005, *R. Sambuichi* 538 (HUESF). **Mato Grosso:** Aripuanã, 03 jul 1997, *G. F. Arbocz et al.* 4037 (ESA); Vila Bela da Santíssima Trindade, 3 nov 1985, *W. Thomas et al.* 4801 (INPA). **Pará:** Belém, 9 jul 1919, *A. Ducke s/n* (RB); Belém, 19 ago 1959, *M. Kuhlmann & S. Jimbo* 57 (UEC); Belém, 24 mai 1947, *J. M. Pires e G. A. Black* 1627 (ALCB); Oriximiná, 8 jun 1980, *G. Martinelli* 6834 (INPA); Tucuruí, 31 jan 1980, *P. Lisboa et al.* 1333 (INPA). **Rondônia:** sem localidade precisa, 7 jul 1983, *M. G. Silva* 6576 (INPA); sem localidade precisa, 12 nov 1968, *Prance et al.* 8336 (INPA).

6. *Manilkara longifolia* (A. DC.) Dubard, Ann. Inst. Bot. Geol. Colon. Marseille, serie 3, 3:22. 1915. *Mimusops longifolia* A. DC. in A. P. de Candolle, Prod. 8: 205. 1844. *Typus* Brasil. Bahia (fl), Blanchet 3172. (*holotypus*: G-DC). Fig. 2: O - T.

Árvore com 10 a 25 m de altura. Ramo estriado, puberulento a glabrescente, cicatriz do pecíolo elíptica. Pecíolo 2-3,6(5) cm, tomentoso a glabro, ferrugíneo. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, (12,7)14,3-20,2 x 3,3-5,9(7,0) cm, oblanceolada ou elíptica, ápice agudo, base aguda, margem inteira, coriácea, face superior glabra, face inferior tomentosa, ferrugínea, glabrescente a glabra, nervura central superior impressa, glabra, nervura central inferior proeminente, indumento tomentoso a glabrescente, ferrugíneo, alta ordem de venação areolada (visível na face superior), 36 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo 1,7-2 cm, tomentoso, ferrugíneo. Flor 4-8, com 7-9 mm. Sépala externa 7-10 x 3 mm, puberulenta, ferrugínea, lobo triangular, interna 5-8 x 2-3 mm, tricomas apenas nas margens, ferrugínea, lobo elíptico, ápice agudo. Corola 6 pétalas, 4,7-5 x 1,4-1,5 mm, tubo da corola 1-1,29 mm. Estames 6, com 3,5-5,9 mm, antera 2,1 mm; estaminódio 6, com 2,2-4,7 mm, bífido a multidentado, (fenda 1,1 a 2,7 mm). Ovário 1,3 x 1,7 mm, glabro, 9-12-locular, estilete 5,3 mm. Fruto 21 x 23 mm, subgloboso a oblato, glabro, verde imaturo, vermelho a laranjado maduro. Semente 13 x 8 mm, elipsóide; hilo 3,9 mm elipsóide.

Comentários - *Manilkara longifolia* pode ser reconhecida pelo comprimento das folhas (até 20,2cm) associado a caracteres como a forma da folha (oblanceolada a elíptica) e comprimento do pecíolo. Esses caracteres são suficientes para uma correta identificação e sem sobreposição de táxons. Uma questão levantada por Pennington (1990), refere-se a ausência de indumento nesta espécie, porém o mesmo destacou que no material da coleção de *T. S. Santos* 952 e *Bondar* s/n haviam espécimes cuja forma da folha era similar a *M. longifolia*, mas por apresentar indumento não comentou sobre a identificação desse material, deixando o

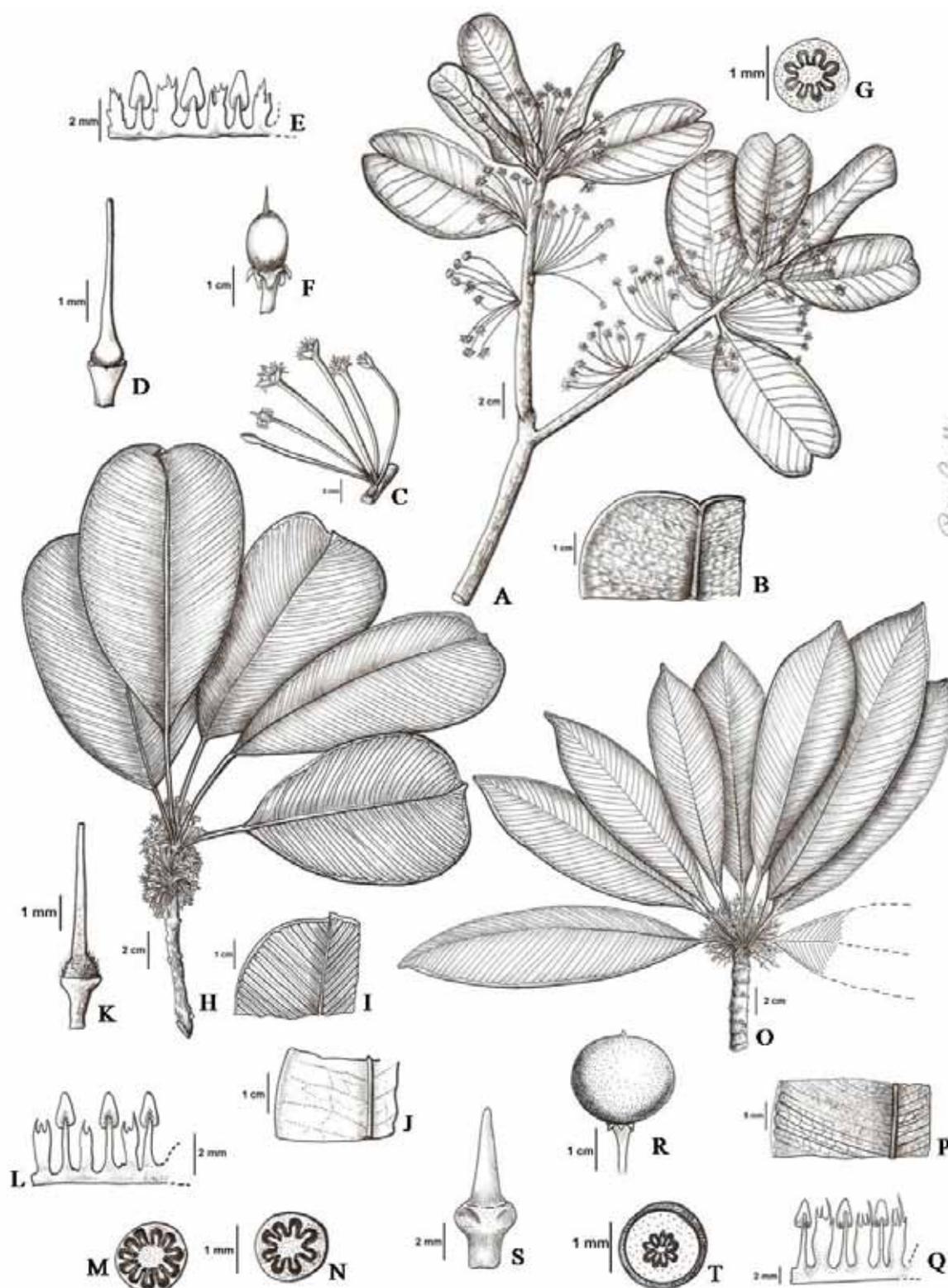


Figura 2 - A-G: *M. decrescens*: A- Hábito, B- Face inferior da folha, C- Detalhe da inflorescência, D- Gineceu, E- Estames e estaminódios, F- Fruto, G- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (R. Soeiro 94; HUEFS); H-N: *M. elata*: H- Hábito, I- Face inferior da folha, destacando o ápice, J- Face inferior da folha, evidenciando a variação da venação, K- Gineceu, L- Estames e estaminódios, M-N- Corte do ovário, evidenciando a variação de lóculos (J. G. Jardim et al. 2277, CEPEC, A. O. Moraes et al. 117, HUEFS); O-T: *M. longifolia*: O- Hábito, P- Face inferior da folha, destacando o indumento, Q- Estames e estaminódios, R- Fruto, S- Gineceu, T- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (F. Z. Saiter 290, MBML).

material como duvidoso. Nas observações realizadas nestas exsicatas citada foi comprovada a presença de indumento na face inferior da folha, podendo a espécie apresentar folhas com face inferior tomentosa ferrugínea, glabrescente a glabra, acrescentando este caráter a descrição da espécie.

Fenologia - Floresce entre outubro e janeiro; frutifica nos meses de junho e julho, com registro de frutos no mês de janeiro.

Distribuição - Espécie endêmica da floresta atlântica *latu senso* ocorrendo no estado da Bahia e Espírito Santo.

Conservação - *M. longifolia* apresenta-se na categoria em perigo de extinção (EN, A1c, B1+2c) (IUCN 2001). Apesar de ter sido coletada em dois Estados e ocorrer em maior extensão territorial, em o baixo número de registro dessa espécie justifica a permanência na categoria devido à severa fragmentação da área de ocupação.

Espécimes selecionados - BRASIL. **Bahia**: Conde, 06 out 1995, *M. C. Ferreira & L. N. Silva* 804 (IPA); Entre Rios, 23 jan 1997, *N. G. Jesus et al.* 181 (ALCB); Entre Rios, 15 jan 2001, *N. G. Jesus* 1143 (HUESF); Ilhéus, 14 ago 1996, *M. S. Ferrucci et al.* 1036 (CEPEC); Itamaraju, 22 jul 1971, *M. I. Monteiro* 23494 (PEUFR); Una, 20 set 1998, *S. C. Sant'Ana et al.* 675 (CEPEC). **Espírito Santo**: Linhares, 8 jul 1980, *I. A. Silva* 172 (UEC); Linhares, 25 jul 1990, *D. A. Folli* 1322 (CVRD); Linhares, 25 jul 1990, *D. A. Folli* 3128 (UEC); Linhares, 15 jul 1970, *T. S. Santos* 952 (CEPEC); Santa Teresa, 15 jun 2006, *F. Z. Saiter* 290 (MBML).

7. *Manilkara maxima* T.D. Penn., Flora Neotropica, Monograph 52, p.48, figs. 3 e 4, 1990. *Typus*: Brasil. Bahia. Entre Camamú e Ibirapitanga, VII.1972 (fl), R.S. Pinheiro 1848 (*holotypus*: FHO, *isotypus*: CEPEC!). Fig. 3: A-E.

Árvore com 9 a 25 metros de altura. Ramo avermelhado ou vermelho-enegrecido, glabro, brilhoso, lenticela esparsas, esbranquiçada, cicatriz do pecíolo largamente oboelíptica. Pecíolo 2,3-4,2(5) cm, glabro. Folha alterna, disposta no ápice do ramo 12,1-19,2 x (6,3)7,2-11,2 cm, obovada, largamente obovada, ápice arredondado, retuso, base aguda, margem inteira, coriácea, face superior glabra, face inferior pilosa (folha jovem) a glabrescente, formando uma película resinosa, com aspecto de camada de cera, ferrugíneo-escuro tendendo para o

vermelho, nervura central superior impressa, glabra, nervura central inferior proeminente, puberulenta a glabrescente, finas estrias paralelas as nervuras secundárias da face superior (por vezes obscuras), de coloração avermelhada, 25 a 35 pares nervuras de secundárias. Pedicelo 2,5-5,3 cm, pubérulo, ferrugíneo-esbranquiçado, lenticelas agrupadas próximo ao cálice. Flor solitária, axilar, com 1,3-1,5 cm. Sépala externa 10,2-10,6(13) x 6,3-11,2 mm, glabra, ferrugínea, interna 9,3-10,1(12,9) x 7,-1-8 mm, tomentosa, ferrugíneo-dourada, glabra na margem, lobo triangular, ápice agudo. Corola 6 pétalas, 9,4-12 x 3,9-4,1 mm, tubo da corola 1,5mm. Estame 6, com 6,3mm, antera 5,5 mm; estaminódio 6, com 3,4 mm, indiviso, denteado na lateral. Ovário 10-13 x 3,7 mm, glabro, 8-12-locular, estilete 11,7 mm. Fruto 38 x 38 mm, globoso, glabro, verde imaturo, amarronzado maduro. Semente 21,8 x 12,5 mm, ovóide, hilo 6 mm, obovóide a elípsóide.

Comentários - *Manilkara maxima* pode ser reconhecida por sua forma de folha obovada, largamente obovada, com as dimensões 12,1-19,2 x (6,3)7,2-11,2 cm e com indumento ferrugíneo-escuro tendendo para o vermelho na face inferior da folha (quando desidratadas). *M. maxima* apresenta flor solitária como *M. dardanoi*, porém cada flor varia de 13 a 15 mm, tamanho superior ao da flor de *M. dardanoi* (4 a 4,5 mm). O presente estudo apresenta adendo taxonômico com a caracterização do ovário, fruto e semente.

Fenologia - Floresce entre maio e novembro, frutifica entre agosto e novembro, com registros nos meses de janeiro e junho. Pessoa (2008), em seus estudos, registrou floração anual da espécie, sendo bastante visitada por aves e primatas; e possui dispersão do tipo zoocórica.

Distribuição – Espécie endêmica da floresta Atlântica no estado da Bahia. Possui importância nos fragmentos do sul da Bahia, por fazer parte, como fonte de recurso (flores e frutos), da dieta alimentícia do *Leontopithecus rosalia*, uma espécie de macaco que está ameaçada de extinção (Pessoa 2008).

Conservação - *M. maxima* apresenta-se na categoria vulnerável (VU, B1+2c) (IUCN 2001). Mesmo enquadrando-se na categoria, que estima área de ocupação em 2000km², a análise de várias excisatas permitiu ampliar o registro de ocorrência da espécie. Assim, sugere-se a adição do item (a) à categoria, por ser reconhecida em mais de dez localidades, devendo ficar (VU, B1+2ac).

Espécimes selecionados - BRASIL. **Bahia:** Camamu, 3 jul 1972, *R. S. Pinheiro 1848* (CEPEC); Canavieiras, 21 jul 1981, *L. A. Matos Silva et al. 1322* (CEPEC); Ilhéus, 26 out 1972, *D. P. Lima 13106* (PEUFR); Ilhéus, 14 ago 1996, *M. S. Ferrucci et al. 1036* (CEPEC); Itacaré, 30 set 1970, *T. S. Santos 1071* (CEPEC); Itacaré, 26 out 2004, *P. Fiaschi et al. 2575* (CEPEC); Jaguari, 22 set 1971, *F. B. Ramalho 13* (PEUFR); Mata de São João, 25 jan 2006, *C. M. Menezes 339* (HUEFS); Una, 23 set 1969, *M. T. Monteiro 23088* (IPA); Una, 1 jun 2000, *S. C. de Sant'Ana et al. 884* (SPF); Una, 20 nov 1998, *S. C. de Sant'Ana et al. 670* (CEPEC); Una, 6 nov 1994, *S.C.de Sant'Ana et al. 553* (CEPEC); Una, 7 jan 1993, *J. G. Jardim et al. 4* (SPF); Uruçuca, 12 jul 1991, *W. W. Thomas et al. 8766* (CEPEC); Uruçuca, 12 jul 1991, *W. W. Thomas et al. 7420* (CEPEC).

8. *Manilkara multifida* T.D. Penn., Flora Neotropica, Monograph 52, p.76, figs. 10 e 12. 1990. *Typus:* Brasil. Bahia: Estação Experimenta de Belmonte. T.S. Santos 1094, IX.1970 (fl) (*holotypus:* FHO, *isotypus:* CEPEC!). Fig. 3: F-K.

Árvore com 10 a 14 metros de altura. Ramo amarronzado, glabro, cicatriz do pecíolo elíptica. Pecíolo canaliculado, 3-3,8 cm, escuro, glabro a glabrescente, brilhante. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, (6,3)8,9-15,4 x 7,7-9 cm, largamente elíptica, ápice retuso, base aguda, margem inteira, coriácea, face superior glabra, face inferior pubescente, com indumento muito fino, adpresso, formando uma película amarelada, brilhosa, nervura central superior impressa, glabra, nervura central inferior proeminente, glabrescente, tricoma adpresso amarelado-esbranquiçado, alta ordem de venação areolada (visível na face superior), 15 a 19 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo 0,6-0,8 cm, tricoma adpresso, ferrugíneo, brilhante. Flor 4-6, congesta, com 0,5-0,9 cm. Sépala externa 3-4 x 3,6 mm, triangular, tomentosa, esbranquiçada, interna 3,8-5,6 x 2,5-2,9 mm, tomentosa, esbranquiçada, elíptica. Corola 7-9 pétalas, 3-4 x 1,9 mm. Estame 7-9, com 3 mm, antera 1,6 mm; estaminódio 7-9, com 2 mm, multifido ou bifido com filamentos longos na lateral (fenda 0,5 mm). Ovário 2,9 x 1,7 mm, pubescente a glabrescente, 11-13-locular, estilete 6,1 mm. Fruto não observado.

Comentário – *Manilkara multifida* pode ser reconhecida pela inflorescência muito congesta de flores pequenas, com pedicelo curto (0,6-0,8 cm). Essa espécie compartilha com *M. elata* e *M. cavalcantei* a coloração amarelada na face abaxial da folha. Essa coloração deve-se aos

tricomas muito finos, adpressos, cobertos por uma camada de cera amarelada que dificulta a visualização do indumento e das nervuras secundárias da face inferior da lâmina foliar.

Fenologia - Registro de floração entre agosto e outubro.

Distribuição - Essa espécie é endêmica de floresta Atlântica do estado da Bahia.

Conservação - *M. multifida* apresenta-se na categoria em perigo (EN, B1+2c) (IUCN 2001). Todavia, a partir do material examinado, *M. multifida* apresentou registro de ocorrência apenas para o sul do estado da Bahia. De acordo com os critérios, estima-se para a espécie uma extensão de ocorrência de 2.000 km². Contudo, a população estimada apresenta menos de 50 indivíduos maduros, dessa forma, essa espécie deveria ser alterada para a categoria em perigo crítico (CR, D).

Espécimes selecionados - BRASIL. **Bahia**: Belmonte, 15 set 1970, *T. S. Santos 1094* (CEPEC); Santa Cruz de Cabrália, 18 set 1984, *F. Souza Santos et al. 342* (CEPEC); Santa Cruz de Cabrália, 19 out 1999, *S. dos S. Lima et al. 122* (ALCB); Uruçuca, 12 jul 1991, *W. W. Thomas et al. 8519* (CEPEC).

9. *Manilkara paraensis* (Huber) Standl., Trop. Woods 34: 41. 1933. *Mimusops paraensis* Huber, Bol. Mus. Paraense Hist. Nat. 4: 435. 1904. *Typus*: Brasil. Pará: Rio Capim. VI.1897 (fl), Huber 855b (*holotypus*: RB!, *isotypus*: BM). Fig. 3: L-O.

Árvore com 35 metros de altura. Ramo acinzentado, glabro, lenticelas na base do ramo, cicatriz do pecíolo elíptica a arredondada; estípula 1 mm, lanceolada. Pecíolo (0,8)1,2-1,5 cm, pubescente a glabro. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, 5,9-8,7 x 2-3 cm, oblanceolada a oblanceolada, ápice retuso, agudo, base aguda a atenuada, margem inteira, face superior glabra, face inferior formando uma película branco-amarelada, por vezes acinzentada, brilhosa, folhas jovens com indumento ferrugíneo (às vezes com brilho acinzentado), cartácea, nervura central superior impressa, glabra, estrias paralelas as nervuras secundárias, nervura central inferior proeminente, puberulenta, 14 a 17 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo 0,6-0,7 cm, puberulento, esbranquiçado. Flor 5-6, com 6,7 mm. Sépala externa 3-4 x 2 mm, puberulenta, ferrugíneo a esbranquiçada, interna 3-4 mm, triangular, tricoma ferrugíneo, presente apenas na margem. Corola 6 pétalas, 1,2 x 0,5 mm, tubo da

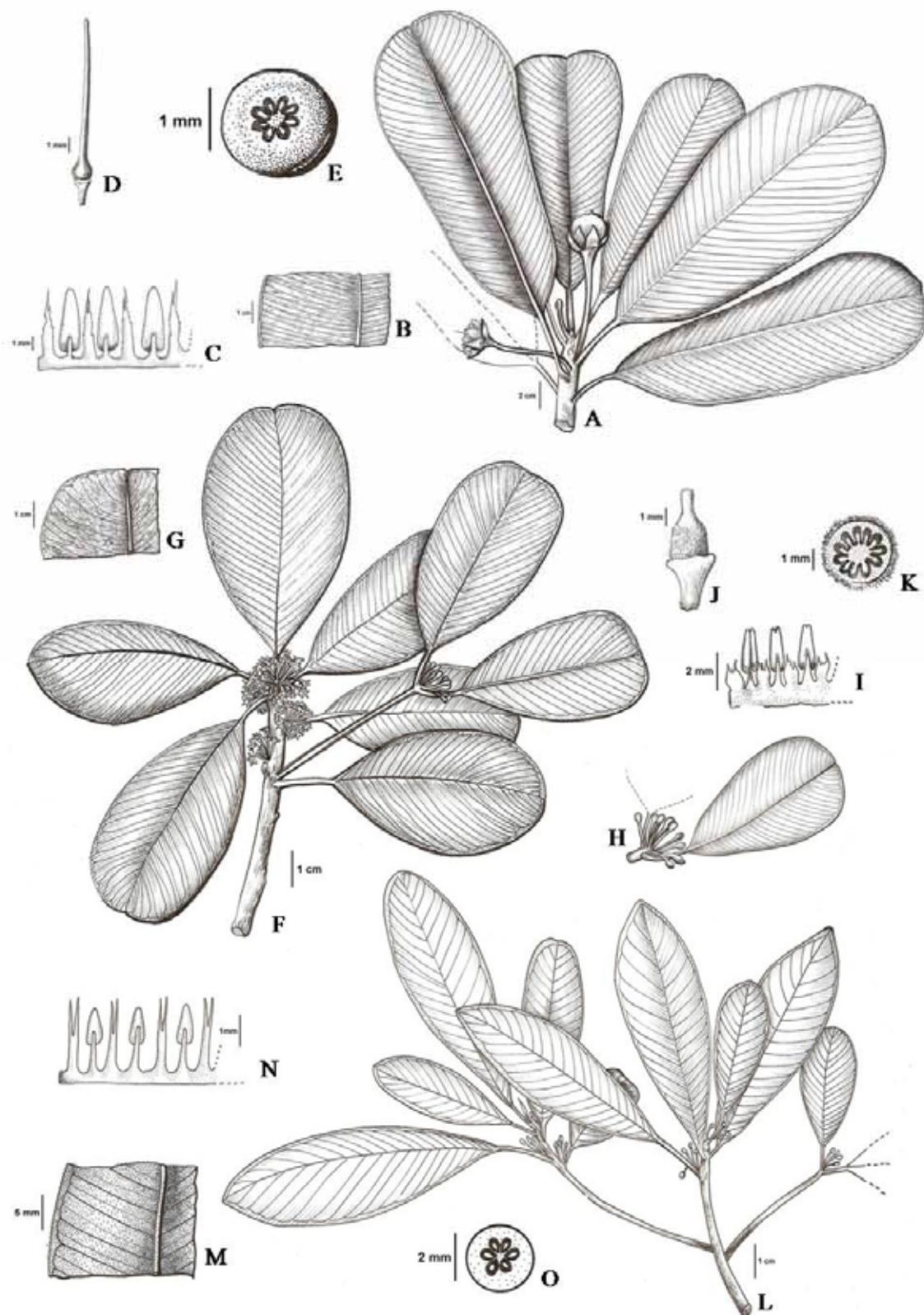


Figura 3 – A-E: *M. maxima*: A- Hábito, B- Face inferior da folha, C- Estames e estaminódios, D- Gineceu, E- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (C. M. Menezes 339, HUEFS); F-K: *M. multifida*: F- Hábito, G- Face inferior da folha, H- Detalhe do ramo, evidenciando a inflorescência, I- Estames e estaminódios, J- Gineceu, K- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (T. S. Santos 1094, CEPEC); L-O: *M. paraensis*: L- Hábito, M- Face inferior da folha, N- Estames e estaminódios, O- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (M. Kuhlmann & S. Jimbo 347, UEC).

corola 0,9 mm. Estame 6, com 3 mm, antera 1-1,2 mm; estaminódio 6, com 3 mm, unicamente bífido (fenda 1,5 mm). Ovário 2,5 x 1,7 mm, glabro, 6-locular, estilete 7,2 mm. Fruto elipsóide a globoso, glabro, esverdeado. Semente não observada.

Comentário - *Manilkara paraensis* pode ser reconhecida pelo tamanho (5,9-8,7 x 2,0-3,0 cm), forma da folha (oblanceolada, oblonga, elíptica) e estaminódio unicamente bífido. Pode ser confundida com *M. cavalcantei* devido a forma da folha e face inferior amarelo-esbranquiçada, mas difere de *M. paraensis* pelo estaminódio com lobo indiviso.

Fenologia - Foi possível observar registro de floração nos meses de junho, setembro e outubro; não havendo registro de coleta da espécie com fruto.

Distribuição - *Manilkara paraensis* ocorre em áreas de floresta Amazônica, com registros no Pará e em trechos do Maranhão.

Conservação - *M. paraensis* apresenta-se na categoria de baixo risco (LR/cd) (IUCN 2001) por ocorrer em diferentes biomas. Por ser o Maranhão um Estado de transição geográfica, pode-se considerar que muitas áreas podem servir de corredores ecológicos no processo de distribuição das espécies. Além disso, é onde ocorre o ponto extremo oriental da distribuição das formações Amazônicas, e extremo Nordeste das formações de Cerrado e Caatinga (Barreto 2001). A categoria de baixo risco caracteriza uma espécie dependente de medidas de conservação. Diante disso, projetos para transformar áreas florestais em Unidades de Conservação e o manejo de impacto reduzido devem ser executados para que a espécie não entre na categoria de ameaça.

Espécimes selecionados - BRASIL. **Maranhão:** Monção, jun 1944, *Froés 20351* (UEC).

Pará: Belém, 12 out 1959, *M. Kuhlmann & S. Jimbo 347* (UEC); Belém, 11 set 1959, *M. Kuhlmann & S. Jimbo 222* (HUEFS); Belém, 31 out 1926, *A. Ducke s/n* (RB 12.125); Belém, sem data, *J. M. Pires & G. A. Black 27* (RB); Gurupá, 14 ago 1918, *A. Ducke 17205* (RB).

10. *Manilkara rufula* (Miq.) H.J. Lam, Blumea 4(2): 356. 1941. *Mimusops rufula* Miq. in Martius, Fl. bras. 7:44. 1863. *Typus*. Brasil. Piauí: Serra da Batalha, IX.1839 (fl), Gardner 2910 (*holotypus*: K, fotografia!). Fig. 4: A-E.

Árvore com 5 a 10 metros de altura. Ramo acinzentado, indumento tomentoso a puberulento, ferrugíneo a esbranquiçado, poucas lenticelas, cicatriz do pecíolo plano-convexo. Pecíolo estriado, canaliculado, 1,3-2 cm, indumento tomentoso a glabrescente, ferrugíneo a esbranquiçado. Folha alterna, distribuída ao longo do ramo, raro no ápice do ramo, 5,1-8 x 2,2-3,9(4,8) cm, obovada, ápice arredondado, retuso, base aguda, margem inteira, coriácea, face superior glabra, face inferior densamente tomentosa, ferrugíneo a avermelhado, nervura central superior impressa, tricoma, quando presente, próximo ao pecíolo, estrias paralelas as nervuras secundárias, nervura central inferior proeminente, tomentosa, alta ordem de venação areolada, 10-12 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo 1,8-2,5(3) cm, tomentoso, ferrugíneo. Flor 5-8, com 6 mm. Sépala externa 4-5 x 2 mm, puberulenta, ferrugínea, interna 5 x 1,8 mm, glabra, elíptico-triangular, ápice agudo. Corola 6 pétalas, 4 x 0,6 mm, tubo da corola 1 mm. Estame 6, com 2,5-3 mm, antera 2 mm; estaminódio 6, com 3 mm, bífido (fenda 0,6-0,8 mm). Ovário 1-2 x 1,3 mm, glabro, 8-10-locular, estilete 5 mm. Fruto 17,6-26,3 x 12,3-19 mm, oblongo-elipsóide, glabro, vermelho, laranjado, marrom. Semente 11-12 x 8-9 mm, hilo 8,15-7,25 mm, obovóide a elipsóide.

Comentário - *Manilkara rufula* pode ser reconhecida apresentar folhas distribuídas ao longo do ramo, raro no ápice do ramo, além do indumento (densamente tomentosa, ferrugíneo-avermelhada) na face inferior de folhas jovens e maduras. *M. rufula* compartilha caracteres com *M. dardanoi*, diferindo por *M. rufula* apresentar com inflorescência de 5 a 8 flores, enquanto *M. dardanoi* possui flor solitária.

Fenologia - Floresce entre outubro e janeiro, com maior intensidade de floração registrada no mês de outubro; frutifica entre janeiro a maio, com pico de frutificação no mês de março.

Distribuição – Ocorre na região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Piauí e Sergipe), em áreas de caatinga, cerrado e na transição caatinga-cerrado. Apresenta nova ocorrência na Paraíba e Rio Grande do Norte, além do registro na divisa entre os estados de Tocantins e Bahia em vegetação de cerrado.

Conservação - Essa espécie apresenta-se na categoria de baixo risco (LR/nt) (IUCN 2001). O item (nt) associado a categoria indica que a espécie, em um futuro próximo, pode ser classificada ou provavelmente qualificável para ser incluída numa das categorias de ameaça (IUCN 2001). Um dos maiores problemas deve-se a acelerada destruição e perda das áreas de

Caatinga e Cerrado. Assim, medidas e projetos para conservação das populações de *M. rufula* devem ser efetuados para manutenção desses espécimes *in situ*.

Espécimes selecionados - BRASIL. **Alagoas:** São Miguel dos Campos, 16 dez 1968, *M. T. Monteiro* 22924 (HST). **Bahia:** Jandaíra, 11 mai 2000, *N. G. Jesus et al.* 938 (SPF). **Ceará:** Guaramiranga, 15 out 1993, *M. R. L. Oliveira* 106 (EAC). **Paraíba:** Areia, 11 fev 1954, *F. Carneiro s/n* (JPB); Sapé, 22 dez 2000, *G. O. Dionísio* 81 (JPB). **Pernambuco:** Arcoverde, 29 mar 2006, *M. B. Costa e Silva et al.* 2126 (IPA); Bezerros, 5 out 1995, *M. F. A. Lucena* 51 (PEUFR); Brejo da Madre de Deus, 18 out 1999, *L. M. Nascimento et al.* 256 (PEUFR); Buíque, 24 fev 1996, *M. J. Campelo et al.* 78 (PEUFR); Camocim de São Félix, 14 nov 1959, *D. Andrade-Lima* 3405 (PEUFR); Chã-Grande, 19 fev 2001, *C. Schlindwein et al.* 1125 (UFP); Garanhuns, 18 out 1979, *D. Andrade-Lima et al.* 9532 (IPA); Gravatá, 11 nov 2007, *E. B. Almeida Jr. et al.* 875 (IPA); Pesqueira, 8 set 1956, *D. Andrade-Lima* 2592 (PEUFR); Tacaimbó, 6 set 1992, *Rita Pereira et al. s/n* (IPA); Vitória de Santo Antão, 2 ago 1973, *M. Ataíde* 82 (IPA). **Rio Grande do Norte:** Portalegre, 6 set 1984, *G. C. P. Pinto et al.* 302 (HUEFS). **Sergipe:** Itabaiana, 23 set 1988, *M. Fonseca* 867 (ASE). **Tocantins:** Jardim Novo-Barreiras, 21 jul 2000, *V. C. Souza et al.* 24429 (HUEFS).

11. *Manilkara salzmannii* (A. DC.) H.J. Lam, Blumea 4(2):356. 1941. *Mimusops salzmannii* A. DC., Prod. 8:205. 1844. *Typus*. Brasil. Bahia, sem localização precisa (fl), Salzmann s.n. (*lectotypus*: G-DC, *isotypus*: K, fotografia!). Fig. 4: F-K.

Árvore com 5 a 10 metros de altura. Ramo acinzentado, glabro, com leves fissuras, cicatriz do pecíolo arredondada a elíptica. Pecíolo estriado, canaliculado, (0,7)1,1-2 cm, pubérulo, glabrescente a glabro, lenticelas pequenas nos ramos. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, 6,7-11,5 x 3-5,2 cm, obovada, oboelíptica, ápice retuso, obtuso, base aguda a atenuada, margem inteira, coriácea a cartácea, face superior glabra, face inferior glabra, as vezes pubescente, esbranquiçada, nervura central superior impressa, glabra, estrias paralelas as nervuras secundárias da face superior, nervura central inferior proeminente, sulcada, glabra, 14 a 17 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo (0,8)1,2-2,4 cm, pubescente a glabrescente, indumento ferrugíneo a esbranquiçado. Flor 4-11, com 1,2-2 mm. Sépala externa 1,2-2 x 0,5-0,6 mm, tomentosa, ferrugínea, interna 3-4 mm, tricoma apenas na margem, ferrugínea a esbranquiçada, lobo triangular, ápice agudo. Corola 6 pétalas, 3 x 0,5 mm, tubo da corola 0,5 mm. Estame 6, com 1,8-2 mm, antera 1,4 mm; estaminódio 6,

com 1-1,5 mm, bífido, trífido ou tetráfido (fenda 0,3-0,4mm). Ovário 1-1,2 x 1-1,2 mm, glabro, 6-7-locular, estilete 1,8 mm. Fruto 14,5-23,6 x 16,1-28,6 mm, globoso, glabro, vermelho a vermelho-alaranjado, marrom. Semente 10,6-15,4 x 7,4-9,7 mm, elipsóide, hilo 5-7 mm, obovóide.

Comentário - Para a identificação segura de *Manilkara salzmannii*, um conjunto de caracteres deve ser observado: folha madura sempre glabra, pecíolo de (0,7)1,1-2 cm, pedicelo pubescente a glabrescente, indumento ferrugíneo a esbranquiçado (apenas em folhas jovens) número de flores na inflorescência, fruto globoso, vermelho a vermelho-alaranjado, marrom e hilo 5-7 mm. *M. salzmannii* possui uma alta plasticidade fenotípica, com folhas variando de 4,5-9,0 x 2,0-4,8 cm em áreas de restingas a 8,2-12,5x3,5-5,4 cm em áreas de floresta Atlântica. Já as estruturas como pecíolo, flores e frutos não variaram tanto entre os ambientes. O tamanho e a forma do hilo foram mencionados por Pennington (1990) como característica para identificar essa espécie. *M. salzmannii* assemelha-se a *M. decrescens*, *M. bidentata* e *M. triflora* devido aos caracteres vegetativos foliares (forma e tamanho da folha, presença de estrias paralelas as nervuras secundárias), ver diferenças na descrição das respectivas espécies.

Fenologia - Floresce entre os meses de junho a dezembro e frutifica entre novembro e abril. Nos estudos realizados em áreas de restinga no litoral sul de Pernambuco, Medeiros et al. (2007) observaram frutos durante oito meses com picos de floração no mês de agosto; Silva et al. (2010) registraram frutos durante quatro meses.

Distribuição - A espécie ocorre em floresta Atlântica, podendo ser encontrada em áreas de floresta Montana, restinga e tabuleiro costeiro. Na região Nordeste possui registros entre os estados do Piauí até a Bahia. Possui registro também nas restingas e formações de floresta Atlântica do sudeste do Brasil, nos estado do Espírito Santo e São Paulo.

Conservação - Essa espécie não está na lista de espécies ameaçadas por apresentar ampla distribuição no bioma Atlântico, não se enquadrando nos critérios da IUCN (2001).

Espécimes selecionados - BRASIL. **Alagoas**: Piaçabuçu, 29 set 1981, R. F. A. Rocha 51 (IPA); Marechal Deodoro, 30 jan 2003, R. P. Lyra-Lemos 7338 (UFRN); Marechal Deodoro, 28 nov 2006, E. B. Almeida Jr. & D. P. W. Medeiros 747 (IPA). **Bahia**: Amargosa, 27 jan

2007, *D. Cardoso et al.* 1672 (HUEFS); Itacaré, 18 mar 2006, *J. G. Carvalho-Sobrinho et al.* 781 (HUEFS); Prado, 22 out 1993, *W. W. Thomas et al.* 10153 (IPA). **Ceará:** Caucaia, 17 ago 2005, *M. G. S. Vieira* 18 (EAC). **Espírito Santo:** Linhares, 22 jan 1991, *D. A. Folli* 1296 (UEC); Linhares, 10 nov 1993, *G. Hatschbach e J. M. Silva* 60081 (CEPEC). **Paraíba:** Mamanguape, 22 set 1963, *D. Andrade-Lima* 4178 (IPA); Mataraca, 15 jan 1990, *A. T. Oliveira-Filho* 387 (ESAL); João Pessoa, 21 fev 1968, *J. Mattos & N. Mattos* 9723 (SP). **Pernambuco:** Ipojuca, 28 mar 2007, *E. B. Almeida Jr. & P. B. Lima* 785 (PEUFR); Paulista, 10 jan 2007, *L. M. Pessoa & T. S. Pinheiro s/n* (PEUFR); Tamandaré, 30 out 2002, *S. S. Lira et al.* 406 (PEUFR). **Piauí,** 4 mar 2007, *Almeida Jr. et al.* 429 (IPA). **Rio Grande do Norte:** Baía Formosa, 18 set 2007, *E. B. Almeida Jr. & M. C. Abreu* 839 (IPA); Macaíba, 26 jan 2001, *L. A. Cestaro* 11 (IPA); Natal, 1 mar 1990, *A. Trindade s/n* (PEUFR); Parnamirim, 20 set 1984, *A. Dantas et al.* 34 (UFRN); Tibau do Sul, 30 ago 2000, *K. Y. Arns & E. B. Almeida Jr. s/n* (PEUFR). **São Paulo:** Ilha do Cardoso, 5 dez 1985, *H. F. Leitão-Filho e J. Y. Tamashiro* 18047 (TEPB); Parelheiros, 21 jun 1995, *S. A. P. Godoy et al.* 590 (SPF). **Sergipe:** Ilha das Flores, 26 set 1981, *G. Viana* 162 (ASE); Santo Amaro da Brotas, 16 jun 2000, *G. Sousa et al.* 376 (CEPEC).

12. *Manilkara triflora* (Allemão) Monach., Phytologia 4(2): 107. 1952. *Mimusops triflora* Allemão, Trab. Comm. Sci. Expl. Secção Bot. Rio de Janeiro 1:50, t.13. 1866. *Typus*. Brasil. Ceará. F. Allemão, s/n, (fl) (*holotypus*: R!). Fig. 4: L-P

Arbusto ou árvore de 2 a 5 metros de altura. Ramo acinzentado a castanho-escuro no ápice, glabro, lenticela ferrugínea, cicatriz do pecíolo arredondada. Pecíolo estriado, 0,2-0,4(0,5) cm, glabro. Folha alterna, disposta no ápice do ramo, 2,4-6,9 x 1,8-2,5 cm, obovada, oboelíptica, ápice retuso, base aguda, atenuada, margem inteira e levemente revoluta, face superior e inferior glabra, coriácea a cartácea, nervura central superior impressa, glabra, nervura central inferior proeminente, glabra, alta ordem de venação areolada na visível face superior, 13 a 17 pares de nervuras secundárias. Inflorescência fascículo, axilar. Pedicelo (0,3)0,5-1,2 cm, tomentoso próximo ao cálice, às vezes glabrescente. Flor 3-5, com 6,6-7,6 mm. Sépala externa 3 x 2 mm, tomentosa, ferrugínea, interna 3,4 x 1,6 mm, tricoma apenas na margem, esbranquiçado, triangular, ápice agudo. Corola 6 pétalas, 1,4 x 0,8 mm, tubo da corola 0,4 mm. Estame 6, com 2,5 mm, antera 1,5 mm; estaminódio 6, com 0,3 mm, ápice indiviso. Ovário 0,98 x 0,8 mm, glabro, 6-locular, estilete 3,2 mm. Fruto 11,4-13,2 x 7,1-8,9 mm,

ovóide a elipsóide, alongado, marrom-arroxeadado. Semente 8,2–9 x 5,1–6,2 mm, hilo 4,6–3,8 mm, obovóide a fusiforme.

Comentários - *Manilkara triflora* apresenta porte arbustivo, folhas de 2,4–6,9 x 1,8–2,5 cm, estaminódio com ápice indiviso e pecíolo inferior a 0,5 cm, sendo este o caráter mais forte para separação da espécie, e venação areolada fortemente marcada na face superior. *M. triflora* pode ser confundida com *M. salzmannii* quanto a forma da folha (obovada, oboelíptica), presença de estrias paralelas as nervuras secundárias e ausência de indumento. No entanto, diferencia-se por *M. triflora* apresentar pecíolo inferior a 0,5 cm, enquanto *M. salzmannii* apresentar pecíolo de (0,7)1,1–2 cm. Essa espécie, como o próprio epíteto indica, apresenta três flores por fascículo (Ducke 1950; Pennington 1990), no entanto, foram observados espécimes apresentando até cinco flores por fascículo na inflorescência.

Fenologia - Floresce entre março e novembro e frutifica entre julho e novembro.

Distribuição - Possui registro de ocorrência em áreas de Caatinga e transição Caatinga-Cerrado (Bahia, Ceará, Piauí), áreas de restinga no litoral do Piauí (Santos-Filho 2009), Rio Grande do Norte e na região Amazônica (Maranhão, Pará).

Conservação - Essa espécie não está na lista de ameaçadas por apresentar ampla distribuição nas Províncias de Caatinga e Cerrado, e não se enquadra nos critérios da IUCN (2001).

Espécimes selecionados - BRASIL. **Bahia**: Barreiros-Santana, 7 ago 1996, *F. S. Araujo & F. R. Martins 1277* (UEC); Botuporã, 13 mar 1981, *S. B. da Silva 203* (ALCB); Casa Nova, 10 nov 1981, *G. C. P. Pinto 351* (ALCB); Cristópolis, 10 out 1981, *G. Hatschbach 44144* (CEPEC); São Desidério, 8 nov 1997, *F. C. A. Oliveira et al. s/n* (HUEFS). **Ceará**: Aquiraz, 9 ago 1986, *A. Fernandes & E. Silva s/n* (EAC); Fortaleza, 12 jun 1957, *A. Ducke 2604* (RB). **Goiás**: Guarani de Goiás, 16 ago 1990, *T. B. Cavalcanti et al. 739* (HUEFS). **Maranhão**: Alcântara, 28 set 1908, *A. Ducke s/n* (RB); Cururupu, jul 1914, *A. Lisboa 3* (RB). **Pará**: Salinas, 17 dez 1944, *A. Ducke 1675* (RB); Tucuruí-Goianésia, 19 ago 1980, *W. Rodrigues et al. 10229* (RB). **Piauí**: Eliseu Martins, 19 ago 2008, *L. M. Pessoa s/n* (PEUFR); Luis Correia, 11 mar 2007, *F. S. Santos-Filho 665* (PEUFR); Parnaíba, 3 out 1973, *D. Araujo et al. 449* (RB); Portinho, 3 out 1973, *D. Sucre et al. 10269* (RB). **Rio Grande do Norte**: Tibau do Sul, 12 out 2002, *E. B. Almeida Jr. et al. 325* (PEUFR).

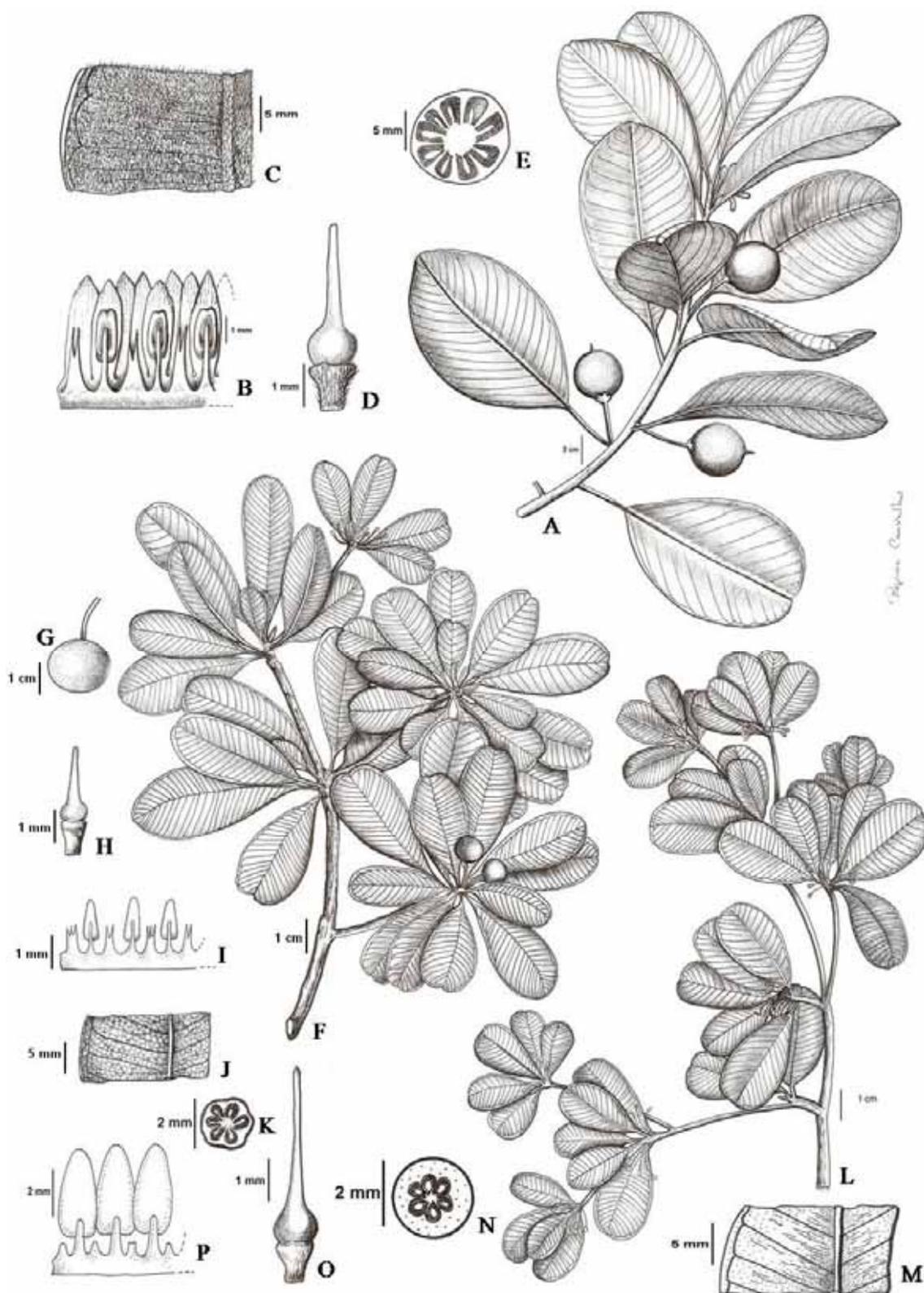


Figura 4 - A-E: *M. rufula*: A- Hábito, B- Estames e estaminódios, C- Face inferior da folha, evidenciando o indumento tomentoso, D- Gineceu, E- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (Costa e Silva et al. 2126, IPA); F-K: *M. salzmannii*: F- Hábito, G- Fruto, H- Gineceu, I- Estames e estaminódios, J- Face inferior da folha, evidenciando as estrias paralelas a nervura secundária, K- Corte do ovário, evidenciando os lóculos (E. B. Almeida Jr. & D. P. W. Medeiros 747, IPA); L-P: *M. triflora*: L- Hábito, M- Face inferior da folha, N- Corte do ovário, evidenciando os lóculos, O- Gineceu, P- Estames e estaminódios (F. S. Araujo & F. R. Martins 1277, UEC).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo dos caracteres morfológicos e dos registros de distribuição das espécies de *Manilkara* ameaçadas de extinção do Nordeste, é importante sugerir áreas prioritárias para conservação, principalmente das espécies endêmicas.

Entre as áreas com necessidade extrema de conservação destaca-se um fragmento de floresta Atlântica, conhecida como mata da Gia, no município de Barreiros, Pernambuco, onde foi re-coletada a espécie *Manilkara dardanoi*, que é endêmica do Estado que está sendo considerada em perigo crítico de extinção, com uma pequena população madura. A espécie *M. multifida*, também considerada em perigo crítico de extinção, é mais uma com necessidade de conservação por apresentar registro de ocorrência apenas em três áreas do estado da Bahia.

Como exemplo, tem-se a criação da Reserva Biológica de Una; medida tomada para preservar uma espécie de primata (*Leontopithecus rchrysomelas*) no sudeste da Bahia. Nessa Reserva são registradas populações de *M. longifolia* e *M. maxima* cujas flores e frutos servem de alimento deste primata, também ameaçado de extinção. O fato acima mostra a importância da criação de Unidades de Conservação, legalmente instituídas, por constituírem a melhor estratégia de conservação da biodiversidade, haja vista que, possuindo limites definidos e um programa de monitoramento e gestão específicos, existe uma maior garantia de persistência destas áreas em longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida Jr., E. B.; Lima, P. B.; Lima, L. F. e Zickel, C. S. 2009a. Status de conservação das espécies de *Manilkara* Adans. (Sapotaceae) no Nordeste do Brasil. In: *IX Congresso de Ecologia do Brasil*. São Lourenço, Minas Gerais.

Almeida Jr., E. B.; Carneiro, C. E.; Monteiro, M. H. e Zickel, C. S. 2009b. Sapotaceae. in *Plantas de Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro*, eds. J. R. Stehmann, R. C. Forzza, M. Sobral, A. Salino e L. H. Y. Kamino. (<http://www.icb.ufmg.br/bot/mataatlantica/> acessado em 17/05/2009).

Aubréville, A. 1964. *Les Sapotacées taxonomie et phytogeographie*. Adansonia, Mémoire v.1, 157p.

Azevedo, V. C. R. 2007. *Desenvolvimento e aplicações de microsatélites, análise de cpDNA e modelagem computacional para estudos da estrutura e dinâmica genética de maçaranduba*

– *Manilkara huberi* (Ducke) Chev. Sapotaceae. Tese de Doutorado. Brasília: Universidade de Brasília.

Azevedo, V. C. R.; Kanashiro, M.; Ciampi, A. Y. e Grattapaglia, D. 2007. Genetic structure and mating system of *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., a heavily logged Amazonian timber species. *Journal of Heredity* 98(7): 646–654.

Azevedo, V. C. R.; Kanashiro, M.; Grattapaglia, D. e Ciampi, A. Y. 2008. Variabilidade no cpDNA em *Manilkara huberi*, espécie sob manejo sustentável na Amazônia brasileira. *Revista Agropecuária Brasileira* 43(7): 859-867.

Baehni, C. 1965. Mémoires sur les Sapotacées. 3. Inventaire des genres. *Boissiera*, v.11, 262p.

Barreto, L. 2001. *Mapeamento das potencialidades da biodiversidade do cerrado maranhense - Região Gerais de Balsas*. (Disponível em <http://www.funaguas.org.br/cerrados/expedicoes.htm>, consultado em 04/02/2010).

Barroso, G. M.; Amorim, M. P.; Peixoto, A. L. e Ichaso, C. L. F. 1999. *Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas*. Viçosa: UFV, 443p.

Brummitt, R. F. e Powell, C. E. 1992. *Authors of plant names*. Londres: Royal Botanic Gardens, Kew. 732p.

Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, IPE, SMA-SP e SEMAD-MG. 2000. *Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/SBF.

Ducke, A. 1950. As maçarandubas amazonicas. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal* 3(3): 231-244.

Ducke, A. 1957. The genus *Manilkara* Adans. in Brazil, seen by a field botanist. *Journal of the Linnean Society, Botany* 55: 644-656.

Gayot, M. 2001-2002. *Evaluation de la vulnérabilité des populations de trois espèces (Manilkara spp) face à l'exploitation forestière sélective en Amazonie*. Mémoire de stage de DESS. 62p.

Harris, J. G. e Harris, M. W. 1994. *Plant identification terminology*. 2nd ed. An illustrated glossary. Spring Lake.

Holmgren, P. K. e Holmgren. N.H. 1998. Onwards (continuously updated). *Index Herbariorum*. New York Botanical Garden.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2001. *Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2004. *The 2004 IUCN Red List of Threatened Species*. Disponível em: <http://www.redlist.org>. Consultado em: 27/10/2005.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2006. *The 2006 IUCN Red List of Threatened Species*. Disponível em: <http://www.redlist.org>. Consultado em: 27/05/2007.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2009. *The 2009 IUCN Red List of Threatened Species*. Disponível em: <http://www.redlist.org>. Consultado em: 10/06/2009.

Medeiros, D. P. W.; Lopes, A. V. e Zickel, C. S. 2007. Phenology of woody species in tropical coastal vegetation, northeastern Brazil. *Flora*. *Flora* 202(7): 513-520.

Monachino, J. V. 1952. The South American species of *Manilkara*. *Phytologia* 4(2): 94-118.

Mori, S. A.; Silva, L. A. M.; Lisboa, G. e Corandin, L. 1989. *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus. 103p.

Pennington, T. D. 1990. Sapotaceae. In *Flora Neotropica*. The New York Botanical Garden, New York. v.52. 770p.

Pennington, T.D. 2006. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Sapotaceae. *Rodriguésia* 57(2): 251-366.

Pessoa, M. C. 2008. *Comparação da comunidade arbórea e fenologia reprodutiva de duas fisionomias em floresta atlântica no sul da Bahia, Brasil*. 81p. Dissertação de Mestrado. Bahia: Universidade Estadual de Santa Cruz.

Radford, A. E.; Dickson, W. C.; Massey, J. R. e Bell, C. R. 1974. *Vascular plant systematics*. New York: Happer & Row. 891p.

Santos-Filho, F. S. 2009. *Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí*. Tese de Doutorado. Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Silva, S. S. L.; Medeiros, D. P. W.; Almeida Jr., E. B.; Pessoa, L. M. e Zickel, C. S. 2010. Fenologia de espécies lenhosas de uma restinga na APA de Guadalupe, litoral sul de Pernambuco. Pp. 413-435. In: Albuquerque, U.P.; Moura, A.N.; Araújo, E.L. (orgs.). *Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos – V.2*. Comunigraf, Recife.

Swenson, U. e Anderberg, A.A. 2005. Phylogeny, character evolution, and classification of Sapotaceae (Ericales). *Cladistics* 21: 101–130.

Tabarelli, M.; Pinto, L.P.; Silva, J.M.C. e Costa, C.M.R. 2005. Espécies ameaçadas e planejamento da conservação. Pp.86-94. In: C. Galindo-Leal & I.G. Câmara. (eds.). *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional.

Waterman, P. G. e Mahmoud, E. N. 1991. In *The genera of Sapotaceae*, ed. T. D. Pennington. United Kingdom: Royal Botanic Garden, Kew e New York Botanical Garden.

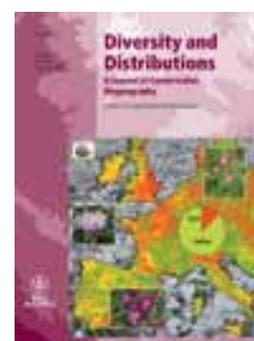


MANUSCRITO 2

Distribuição geográfica potencial das espécies de *Manilkara* Adans.
(Sapotaceae) para o Nordeste do Brasil

A ser enviado ao Periódico

DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS



Distribuição geográfica potencial das espécies de *Manilkara* Adans. (Sapotaceae) para o Nordeste do Brasil

^{1,4}Eduardo Bezerra de Almeida Jr.

²Ary Teixeira de Oliveira-Filho

³Carmen Sílvia Zickel

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – Depto de Biologia, Área Botânica, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

²Prof. Dr. da Universidade Federal de Minas Gerais.

³Profa. Dra. da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

⁴Autor para correspondência: ebaj25@yahoo.com.br

Resumo

Objetivos Estudos relacionados à distribuição geográfica das espécies vegetais são importantes por contribuir com dados sobre as áreas com maior registro de espécies e os ambientes preferenciais, dando subsídios para apontar quais áreas são prioritárias para conservação. Os objetivos deste estudo foram verificar a distribuição geográfica das espécies de *Manilkara* do Nordeste, aplicar o método de modelagem de distribuição geográfica potencial e assim prever novas áreas de ocorrência e relacionar a distribuição das espécies com as variáveis ambientais. Desta maneira, poderá subsidiar estratégias de conservação através da predição de áreas potenciais de ocorrência das espécies.

Localização Todas as regiões do Brasil

Métodos A modelagem preditiva da distribuição eco-geográfica potencial das 13 espécies de *Manilkara* do Brasil, após a compilação dos dados foram eliminados os registros duvidosos e as repetições, deixando apenas um por localidade, totalizando 358 registros de coleta, variando de quatro a 124 registros por espécie. Foram utilizadas sete variáveis ambientais, sendo uma topográfica e seis bioclimáticas. Utilizou-se técnica do Maxent e para salientar padrões de distribuição das espécies em relação às variáveis ambientais utilizadas na modelagem, foi efetuada uma análise de componentes principais (PCA) destas mesmas variáveis nos 358 locais de coleta.

Resultados A partir das procedências geográficas das coletas das 13 espécies de *Manilkara*, os mapas gerados permitiram visualizar quatro padrões de distribuição das espécies: padrão Amazônico, Amazônico-Atlântico, Atlântico e Caatinga-Cerrado. E que as principais variantes ambientais mostradas no PCA foram temperatura e precipitação com maior ou menor influência em cada região do Brasil

Principais conclusões As espécies de *Manilkara* apresentaram áreas de distribuição geográfica bastante variável, havendo desde as amplamente distribuídas (*M. salzmannii*), até casos de ocorrência restritas (espécies do litoral bahiano) e de endemismo (*M. dardanoi*, no estado de Pernambuco), a explanação dessas espécies em blocos facilitaria o entendimento em relação a distribuição real das espécies. Reforça-se, a partir dos dados obtidos, a necessidade de conservação das áreas de floresta Atlântica, por abrigar uma grande diversidade biológica com muitas espécies endêmicas e ou ameaçadas de extinção.

Palavras-chaves *Manilkara*, Brasil, modelo de distribuição de espécie, endemismo

Introdução

Estudos relacionados à distribuição geográfica das espécies vegetais são importantes por contribuir com dados sobre as áreas com maior registro de espécies e os ambientes preferenciais, dando subsídios para apontar quais áreas são prioritárias para conservação. Junto a esse conhecimento vem a necessidade de mais estudos que tratem dos padrões de distribuição geográfica, principalmente das espécies de distribuição restrita e/ou ameaçadas de extinção (Marchioretto *et al.*, 2004).

Para entender a distribuição das espécies, alguns fatores devem ser considerados frente às diferentes influências dos ecossistemas. O conhecimento da distribuição geográfica das espécies e dos fatores que limitam essa distribuição são focos da biogeografia e da biologia da conservação (Brown & Gibson, 1983; Brown *et al.*, 1996; Grehan, 1992). Dessa forma, a correlação das espécies vegetais com fatores como os tipos vegetacionais, edáficos, climáticos e altitudinais podem apresentar padrões comuns de distribuição geográfica. Tal fato deve-se, principalmente, as conexões climáticas passadas e, especialmente, vegetacionais entre as diversas regiões do planeta (Marchioretto *et al.*, 2004).

Através dos padrões de distribuição geográfica pode-se melhor entender diversas questões fitogeográficas, tais como as ligações florísticas entre ecossistemas, as relações florísticas continentais e intercontinentais; a amplitude de distribuição de espécies; a restrição física e ecológica de grupos nos ecossistemas e endemismos em escalas amplas e restritas (Kamino, 2009), permitindo maior conhecimento da biodiversidade.

Diante da necessidade em conhecer as áreas de ocorrência, principalmente de espécies em risco de extinção, os estudos de modelagem de distribuição potencial de espécies (Figueiredo & Gelle, 2009) vem contribuindo com análises preditivas, apontando possíveis áreas de ocorrência baseado nas condições ambientais a partir do registro de ocorrência das espécies. O conhecimento de prováveis áreas de ocorrência permite a aplicação dessas informações em estudos de conservação, ecologia, evolução e prioridade de áreas para conservação (Peterson & Shaw, 2003; Phillips *et al.*, 2006).

A partir dos dados de distribuição das espécies de *Manilkara*, os algoritmos de modelagem de distribuição geográfica potencial permitem ampliar a possibilitam de registro de ocorrência das espécies. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivos verificar a distribuição geográfica das espécies de *Manilkara* do Nordeste, aplicar o método de modelagem de distribuição geográfica potencial para prever novas áreas de ocorrência e relacionar a distribuição das espécies com as variáveis ambientais para subsidiar estratégias de conservação das espécies.

Métodos

Coleta de dados

Para realizar a modelagem preditiva da distribuição eco-geográfica potencial das espécies de *Manilkara*, foram compilados registros georreferenciados obtidos de exsicatas depositadas nos principais herbários do país (ALCB, ASE, BHCB, CEPEC, EAC, HB, HST, HUESF, IPA, INPA, JPB, MAC, MBM, MBML, PEUFR, RB, SP, SPSF, TEPB, UEC, UFP, UFRN, UFPR, VIC – siglas de acordo com Holmgren & Holmgren, 1998). Para as exsicatas que não possuíam coordenadas geográficas, o georreferenciamento foi atribuído através da ferramenta geoLoc da rede speciesLink (<http://splink.cria.org.br/tools>). Para os espécimes que informavam apenas a local de coleta, foram atribuídas as coordenadas geográficas da sede do município, segundo IBGE, através da ferramenta geoLoc. Estes dados foram complementados por registros citados na bibliografia e espécimes coletados em campo pelos autores. Após a compilação dos dados foram eliminados os registros duvidosos e repetidos, deixando apenas um por localidade, totalizando 358 registros de coleta, variando de quatro a 124 registros por espécie (Tabela 1).

Os registros de coleta compreenderam não apenas aqueles situados na região Nordeste, mas em toda a amplitude de ocorrência das espécies, que incluíram as regiões Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. A espécie *Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard, que ocorre nas regiões Sudeste e Sul e não apresenta registros para a região Nordeste, também foi incluída na análise devido à possibilidade da modelagem prever a adequabilidade de ocorrência dessa espécie na região Nordeste. Para caracterizar os padrões de distribuição, seguiu-se a classificação proposta por Veloso *et al.* (1991).

Variáveis ambientais

Na modelagem, foram utilizadas sete variáveis ambientais, sendo uma topográfica e seis bioclimáticas. A variável topográfica ‘inclinação do relevo’ foi extraída do site U.S. Geological Survey’s Hydro-1K (<http://eros.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html>), na resolução espacial de 1 km². As variáveis bioclimáticas foram extraídas do banco de dados do WorldClim (<http://www.worldclim.org>), com resolução espacial de 0,98 km² e consistiram da temperatura média anual, temperatura máxima do mês mais quente, temperatura mínima do mês mais frio, precipitação anual, precipitação do mês mais úmido e precipitação do mês mais seco. Essas variáveis são procedentes de interpolações de

temperatura e pluviosidade obtidas de estações meteorológicas para um período de 1950 a 2000 (Hijmans *et al.*, 2005).

Análise dos dados

Máxima Entropia - Maxent

A modelagem de distribuição geográfica potencial foi realizada através do programa Maxent ("Maximum Entropy") (Phillips *et al.*, 2006), que considera a máxima entropia e utiliza procedimentos de otimização a fim de relacionar a presença das espécies com características do ambiente.

O Maxent tem se mostrado melhor que outros programas para um conjunto de dados restritos com poucos pontos de ocorrência (Pearson *et al.*, 2007). O Maxent é um método de aplicação geral para fazer previsões ou inferências a partir de informações incompletas (Phillips *et al.*, 2006). Este método pressupõe que a distribuição que se conhece de uma espécie é a representação adequada do seu nicho ecológico. A partir daí, o método atribui valores de 0-1 para os demais quadrantes (pixels) da área geográfica e, diferentemente de outros métodos, modela a distribuição das espécies apenas com dados de presença. Neste estudo foi utilizada a versão 3.2.19 do software¹⁸, mantendo os valores padrões do programa.

Para validar e interpretar o modelo é recomendado definir um limite de corte para distinguir áreas ambientalmente adequadas para um determinado táxon. Os pixels que apresentam valores acima do limite de corte são considerados como possíveis áreas de presença (Pearson *et al.*, 2007). Neste estudo foi adotado o Limite de Corte T10% (T10), que aplica um limite fixo que aceita 10% de taxa de omissão das partes de presença das espécies (Anderson *et al.*, 2003).

Os mapas de distribuição potencial das espécies de *Manilkara* foram elaborados, visualizados e analisados através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis9.

Análise de componentes principais - PCA

Com o intuito de salientar padrões de distribuição das espécies em relação às variáveis ambientais utilizadas na modelagem, foi efetuada uma análise de componentes principais (PCA) destas mesmas variáveis nos 358 locais de coleta. A PCA foi processada no programa PC-ORD for Windows versão 5.3 (McCune & Mefford, 1999) e as 13 espécies foram evidenciadas com símbolos diferentes no diagrama de ordenação com o intuito de facilitar a identificação de padrões comuns e distintos entre as espécies.

Resultados

O algoritmo Maxent produziu mapas de distribuição potencial para as 13 espécies de *Manilkara*; apontando, para algumas espécies, uma área de distribuição potencialmente maior que a área de distribuição geográfica real de ocorrência. A partir das procedências geográficas, os mapas gerados permitiram visualizar quatro padrões de distribuição das espécies: padrão Amazônico, Amazônico-Atlântico, Atlântico e Caatinga-Cerrado. Na tabela 1 são listadas as espécies de *Manilkara* utilizadas na distribuição e na modelagem, a quantidade de registros das espécies e o limite de corte, da modelagem, para cada espécie.

Tabela 1- Lista das espécies de *Manilkara* utilizadas na modelagem de distribuição geográfica potencial.

Padrão de distribuição	Espécies	Quantidade de pontos	Limite de corte (T10)
Amazônico	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	27	0,283
	<i>Manilkara cavalcantei</i> Pires & W.A. Rodrigues ex T.D. Penn.	7	0,341
	<i>Manilkara paraensis</i> (Huber) Standl.	13	0,420
Amazônico-Atlântico	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.	31	0,338
Atlântico (Nordeste)	<i>Manilkara dardanoi</i> Ducke	5	0,582
	<i>Manilkara decrescens</i> T.D. Penn.	25	0,538
	<i>Manilkara longifolia</i> (A. DC.) Dubard	12	0,358
	<i>Manilkara maxima</i> T.D. Penn.	10	0,067
	<i>Manilkara multifida</i> T.D. Penn.	4	0,608
Atlântico (Sudeste)	<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	25	0,082
Atlântico (ampla distribuição)	<i>Manilkara salzmannii</i> (A. DC.) H.J. Lam	124	0,171
Cerrado-Caatinga	<i>Manilkara rufula</i> (Miq.) H.J. Lam	38	0,212
	<i>Manilkara triflora</i> (Allemão) Monach.	37	0,237

Em uma visão geral, os mapas apresentaram extensas áreas de ocorrência potencial das espécies nos diferentes ecossistemas, ultrapassando os limites geográficos da região

Nordeste, prevendo áreas sob o domínio Amazônico (AM, PA, RR, AC, MT), Cerrado e Caatinga (TO, GO), e floresta Atlântica (ES, RJ, SP, PR). Os mapas finais de distribuição potencial foram gerados a partir dos valores de cortes T10 (apresentados na tabela 1), esse limite de corte mostrou-se mais adequado para a distribuição potencial apontando as áreas com maior adequabilidade ambiental e predição de ocorrência das espécies de *Manilkara* (Figuras 1 a 13).

A distribuição real de *Manilkara bidentata*, *M. cavalcantei* e *M. paraensis* foram registradas nos estados do Maranhão e Piauí, abrangendo áreas de floresta Amazônica e restinga. A modelagem apontou os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Tocantins e Goiás, como prováveis áreas de ocorrência das espécies, devido à influência amazônica, além de apontar uma maior área no Pará, Amazonas e Acre. A modelagem confirmou o que já se esperava quanto à distribuição real das espécies, caracterizando-as no padrão Amazônico. Para a espécie *Manilkara elata*, que possui distribuição real na província Amazônica (AM, PA, RO, RR) até o Maranhão, e na costa leste, na Província Atlântica (BA, ES), a modelagem aponta adequabilidade ambiental na província do Cerrado (GO e MG) e em parte da região do pantanal (MT e MS), o que a caracteriza em um padrão Amazônico-Atlântico.

As espécies com registro na província Atlântica apresentaram diferenças quanto ao padrão de distribuição, dessa forma, o padrão Atlântico, foi dividido para melhor visualização das espécies. Assim, as espécies *M. decrescens*, *M. longifolia*, *M. maxima*, *M. multifida* e *M. dardanoi* ficaram estabelecidas no padrão Atlântico-Nordeste; *M. salzmannii* com um padrão Atlântico, com grande amplitude de distribuição e *M. subsericea* com padrão Atlântico-Sudeste.

Os dados do modelo confirmaram *M. salzmannii* como característica dos ecossistemas florestais litorâneos, distribuindo-se ao longo de toda a costa atlântica brasileira, desde o estado do Maranhão até o Paraná. Devido à amplitude de ocorrência, justificado pela correlação com as variáveis ambientais, essa espécie pode ser considerada como generalista de ampla distribuição no bioma Atlântico; sendo comum nos ecossistemas de restinga e Floresta Ombrófila, principalmente da região Nordeste.

M. subsericea, apesar da ocorrência no Sul-Sudeste do país, foi apontada pela modelagem com provável ocorrência no estado da Bahia. Essa indicação direciona a necessidade de mais estudos para testar a predição do modelo quanto à possibilidade de ocorrência nas áreas florestais do sul da Bahia. Cabe destacar que *M. subsericea* é uma espécie que se desenvolve nas áreas de restinga do Rio de Janeiro e Espírito Santo, enquanto no estado de São Paulo e no Paraná, essa espécie coloniza áreas de Floresta Ombrófila e

Planícies Costeiras. A espécie foi registrada nos estados do Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Quanto à correlação das variáveis ambientais com as distribuição das espécies, os autovalores foram 3,298 para o eixo 1 e 1,601 para o eixo 2. O primeiro e o segundo eixos da PCA (Figura 14) resumiram, respectivamente, 47% e 23% da variância total dos dados ambientais dos locais de coleta de *Manilkara*, explicando, portanto 70% da variação. O primeiro eixo discriminou do lado esquerdo do diagrama as espécies com ocorrência amazônica e que se estendem até o Maranhão e Piauí, (*M. bidentata*, *M. cavalcantei* e *M. paraensis*) das espécies extra-amazônicas, que aparecem mais à direita. Coerentemente, *M. elata*, que ocorre nos biomas Amazônico e Atlântico, distribui-se nos dois campos. Esta discriminação é fortemente relacionada a maiores valores de precipitação e temperatura anuais na Província Amazônica. O segundo eixo discriminou, na parte superior do diagrama, o conjunto de espécies com distribuição centrada na Hiléia Baiana (*M. decrescens*, *M. longifolia*, *M. maxima* e *M. multifida*) e, na parte inferior, as espécies com distribuição mais interiorana nas Províncias da Caatinga e Cerrado (*M. rufula* e *M. triflora*). A variável mais fortemente correlacionada neste eixo foi a precipitação na estação seca. No contexto das espécies extra-amazônicas, *M. salzmannii* e *M. subsericea* mostram uma grande dispersão no diagrama, sugerindo maior variação ambiental em suas áreas de distribuição. *M. dardanoi*, com seus poucos pontos de ocorrência no leste de Pernambuco, aproximou-se das espécies da Hiléia Baiana.

Discussão

Os dados obtidos foram influenciados pelos pontos de ocorrência, variáveis ambientais e pelo algoritmo, definindo limite de distribuição nas dimensões ambientais representadas pelos pontos de ocorrência das espécies. Cabrera & Willink (1980) já relatavam que a província Amazônica envolvia o norte do Brasil (vários Estados), o noroeste do Maranhão e norte do Mato Grosso do Sul, sob o clima quente e úmido, temperaturas pouco variáveis (ca. 26°C), precipitação entre 2000-2600mm/ano, e diferentes formações vegetais. Nessa província, esses seriam os fatores mais importantes e estariam fortemente relacionadas com a possibilidade de ocorrência das espécies, com árvores mais altas e de folhas mais grossas.

A previsão de ocorrência apontada pela modelagem de *M. elata* (Almeida Jr. & Zickel, inédito), confirma os relatos de Ducke (1950), que havia mencionado sobre a conexão florística entre as áreas do sul da Bahia e norte do Espírito Santo com as espécies da Amazônia. A afinidade da floresta Atlântica com a floresta Amazônica acontece em

decorrência das relações paleo-ecológicas entre ambas as floras, que permitiram a formação de áreas disjuntas, com estreitas relações biogeográficas (Cavalcanti, 2001). Contudo, o efeito vicariante, apesar de explicar a coexistência de uma espécie em domínios vegetacionais geograficamente separados (Crisci & Marrone, 1990), contribui com a diminuição do fluxo gênico, podendo levar a especiação.

A modelagem confirmou a ocorrência restrita de *M. decrescens* e *M. multifida* para as áreas do litoral da Bahia, principalmente para as restingas e áreas de floresta da região cacauera do sul do Estado. As espécies *M. longifolia* e *M. maxima* foram apontadas, pela modelagem, com possibilidade de ocorrência entre os estados de Sergipe até o Ceará. Para *M. longifolia* o Maxent previu adequabilidade de ocorrência nas áreas do litoral oriental e em pontos com vegetação de Caatinga-Cerrado. O modelo também mostra áreas do Espírito Santo com possibilidade de ocorrência dessa espécie. Para *M. maxima*, o modelo apontou áreas no litoral oriental nordestino e na região amazônica. Cabe salientar que os resultados revelam apenas novas áreas de ocorrência potencial, devido às condições ambientais similares aos pontos de registro conhecido das espécies (Giovanelli *et al.*, 2008). A distribuição real das espécies *Manilkara decrescens*, *M. longifolia*, *M. maxima* e *M. multifida* foi restrita ao estado da Bahia devido a semelhança das variáveis ambientais registradas nas áreas litorâneas do Estado.

Para *M. dardanoi*, a modelagem mostrou-se eficiente por sua redescoberta (Almeida Jr. & Zickel, inédito) ter ocorrido em uma área prevista pelo modelo. Apesar dos poucos pontos de ocorrência (Tabela 1), essa predição contribui com novas possibilidades de áreas que apresentam adequabilidade de ocorrência, aumentando as chances de encontrar novas populações dessa espécie endêmica e ameaçada de extinção. Visto que resultados semelhantes foram obtidos em outros estudos (Pearson *et al.*, 2007, Thorn *et al.*, 2008). Kamino (2009) também validou o modelo através das visitas de campo realizadas, onde obteve taxa de acerto de 87% de previsão.

Siqueira (1994) considerou a existência de dois grandes blocos florísticos na floresta Atlântica brasileira: um bloco formado pela região Nordeste (da Bahia ao Ceará) e outro representado pelas florestas da região Sudeste e Sul, considerando diferentes fatores (altitude, pluviosidade, exposição, sazonalidade entre outros). Como as espécies de *Manilkara* apresentaram áreas de distribuição geográfica bastante variável, havendo desde as amplamente distribuídas (*M. salzmannii*), até casos de ocorrência restrita (espécies do litoral bahiano) e de endemismo (*M. dardanoi*, no estado de Pernambuco), a explanação dessas espécies em blocos facilitaria o entendimento em relação à distribuição real das espécies.

Reforça-se, a partir dos dados obtidos, a necessidade de conservação das áreas de floresta Atlântica, por abrigar uma grande diversidade biológica com muitas espécies endêmicas e ou ameaçadas de extinção (Peixoto & Gentry, 1990).

Os resultados da modelagem sugerem adequabilidade de ocorrência das espécies *Manilkara rufula* e *M. triflora* no litoral setentrional do Brasil, com registro de ocorrência nas áreas de Caatinga, Cerrado e na transição entre esses biomas, podendo ocorrer no bioma Atlântico. *M. rufula* se distribui desde o estado do Piauí ao extremo sul da Bahia, penetrando as províncias do Cerrado no estado de Tocantins. Para *M. triflora*, por sua vez, o modelo sugeriu adequabilidade de ocorrência no litoral setentrional do Brasil, confirmada pela ocorrência dessa espécie nas restingas do Piauí (Santos-Filho, 2009) e Ceará (Santos-Filho *et al.*, inédito). Essa espécie ocorre desde o Maranhão e vai penetrando nas províncias do Cerrado em Minas Gerais, com a modelagem apontando os estados de Goiás e Tocantins como áreas de provável ocorrência (em vegetações de cerrado e campo rupestre). De acordo com Brown & Gibson (1983), determinadas espécies evidenciam a preferência por ambientes particulares, notando-se os limites impostos pelo ambiente na distribuição. Nota-se que as espécies tendem a seguir seu ótimo climático absoluto, retraindo suas áreas de ocorrência quando as condições se tornam inadequadas e expandindo-as quando melhoram (Peters, 1997).

Diante da ocorrência real em áreas interioranas, *Manilkara rufula* e *M. triflora* foram agrupadas no padrão de distribuição Cerrado-Caatinga, podendo *M. triflora*, apresentar registros no litoral da província Atlântica. A análise do componente principal demonstrou que as variáveis ambientais (precipitação do mês mais seco e a precipitação do mês mais úmido) justificaram a distribuição das espécies na região Nordeste, contribuindo para a separação das espécies *M. rufula* e *M. triflora*, confirmando a modelagem e caracterizando o bloco do bioma Caatinga-Cerrado.

De acordo com os dados levantados, as áreas litorâneas do estado da Bahia e as áreas de vegetação com influência do bioma Amazônico apresentaram maior registro de ocorrência, permitindo classificar essas áreas como centros de diversidade das espécies de *Manilkara*. A modelagem evidenciou as diferentes necessidades ambientais e fatores limitantes para a distribuição das espécies. Dessa forma, os mapas preditivos contribuem com o direcionamento de novas amostragens, permitindo encontrar mais populações e conseqüentemente áreas para serem protegidas.

A análise de componente principal apontou a temperatura média anual, temperatura mínima do mês mais frio, temperatura máxima do mês mais quente, precipitação anual e a

precipitação do mês mais úmido como fatores que contribuíram para a distribuição dessas espécies no bioma Amazônico. As variáveis, precipitação do mês mais úmido e precipitação do mês mais seco foram mais marcantes para a ocorrência das espécies restritas ao litoral da Bahia. Estudos comprovaram que a distribuição das espécies em áreas de floresta Atlântica estão correlacionadas com as variáveis precipitação e temperatura (Oliveira-Filho & Fontes, 2000; Oliveira-Filho *et al.*, 2006).

Diante do exposto, pode-se observar que o uso da modelagem pode auxiliar no entendimento dos padrões de distribuição das espécies de *Manilkara* nos diferentes biomas ou ecossistemas do Nordeste. Sendo necessário, portanto, maior intensidade de coleta no estado da Bahia, por ser um centro de diversidade das espécies; nos estados do Maranhão, Piauí (devido a influência Amazônica) e extremo norte do Rio Grande do Norte. A partir dos dados da modelagem foi possível observar que as áreas potenciais de ocorrência das espécies são mais amplas do que as áreas onde as espécies de *Manilkara* foram registradas. Assim, espera-se contribuir para direcionar novos esforços de coleta para possíveis áreas de ocorrência previstas pelo modelo, assim como indicar áreas potencialmente importantes para conservação.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos. A FACEPE pelo Auxílio a Modalidade Discente, concedido para execução desse estudo em parceria com pesquisadores da UFMG. A Edson Moura-Júnior, Liliane Lima, Patrícia Lima e Tássia Pinheiro pelo importante auxílio na pesquisa e montagem do banco de dados com as coordenadas geográficas dos locais de coleta das espécies.

Referências Bibliográficas

Anderson, R.P., Lew, D. & Peterson, A.T. (2003) Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling*, **162**, 211-232.

Brown, J.H. & Gibson, A.C. (1983) *Biogeography*. C. V. Mosby, St. Louis.

Brown, J.H., Stevens, G.C. & Kaufman, D.M. (1996) The geographic range: Size, shape, boundaries, and internal structure. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **27**, 597-623.

- Cabrera, A.L. & Willink, A. (1980) *Biogeografia de América Latina*. OEA. Washington.
- Ducke, A. (1950) As maçarandubas Amazônicas. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, **3**, 231-244.
- Figueiredo, M.S.L. & Grelle, C.E.V. (2009) Predicting global abundance of a threatened species from its occurrence: implications for conservation planning *Diversity and Distributions*, **15**, 117–121.
- Giovanelli, J.G.R., Araujo, C.O., Haddad, C.F.B. & Alexandrino, J. (2008) Modelagem do nicho ecológico de *Phyllomedusa ayeaye* (Anura: Hylidae): previsão de novas áreas de ocorrência para uma espécie rara. *Neotropical Biology and Conservation*, **3**, 59-65.
- Grehan, J.R. (1992) Biogeography and conservation in the real world. *Global. Ecol. Biogeogr. Lett.*, **2**, 96-97
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **25**, 1965-1978.
- Holmgren, P.K. & Holmgren, N.H. (1998) Onwards (continuously updated). *Index Herbariorum*. New York Botanical Garden.
- Kamino, L.H.Y. (2009) *Modelos de distribuição geográfica potencial: aplicação com plantas ameaçadas de extinção da floresta Atlântica*. 124p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais.
- Marchioretto, M.S., Windisch, P.G. & Siqueira, J.C. (2004) Padrões de distribuição geográfica das espécies de *Froelichia* Moench e *Froelichiella* R. E. Fries (Amaranthaceae) no Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, **59**, 149-159.
- Mccune, B. & Mefford, M.J. (1999) *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*, Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 237 p.

Oliveira-Filho, A.T. & Fontes, M.A.L. (2000) Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica*, **32**, 793-810.

Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M. & Peterson, A.T. (2007) Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, **34**, 102-117.

Peixoto, A.L. & Gentry, A. (1990) Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica*, **13**, 19-25.

Peterson, T.A. & Shaw, J. (2003) Lutzomyia vectors for cutaneous leishmaniasis in Southern Brazil: ecological niche models, predicted geographic distributions, and climate change effects. *Int J. Parasitol*, **33**, 919-931.

Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190**, 231-259.

Santos-Filho, F.S. (2009) *Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí*. Tese (Doutorado em Botânica). Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

Siqueira, M.F. (1994) *Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Veloso, H.P., Rangel-Filho, A.L. & Lima, J.C.A. (1991) *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.

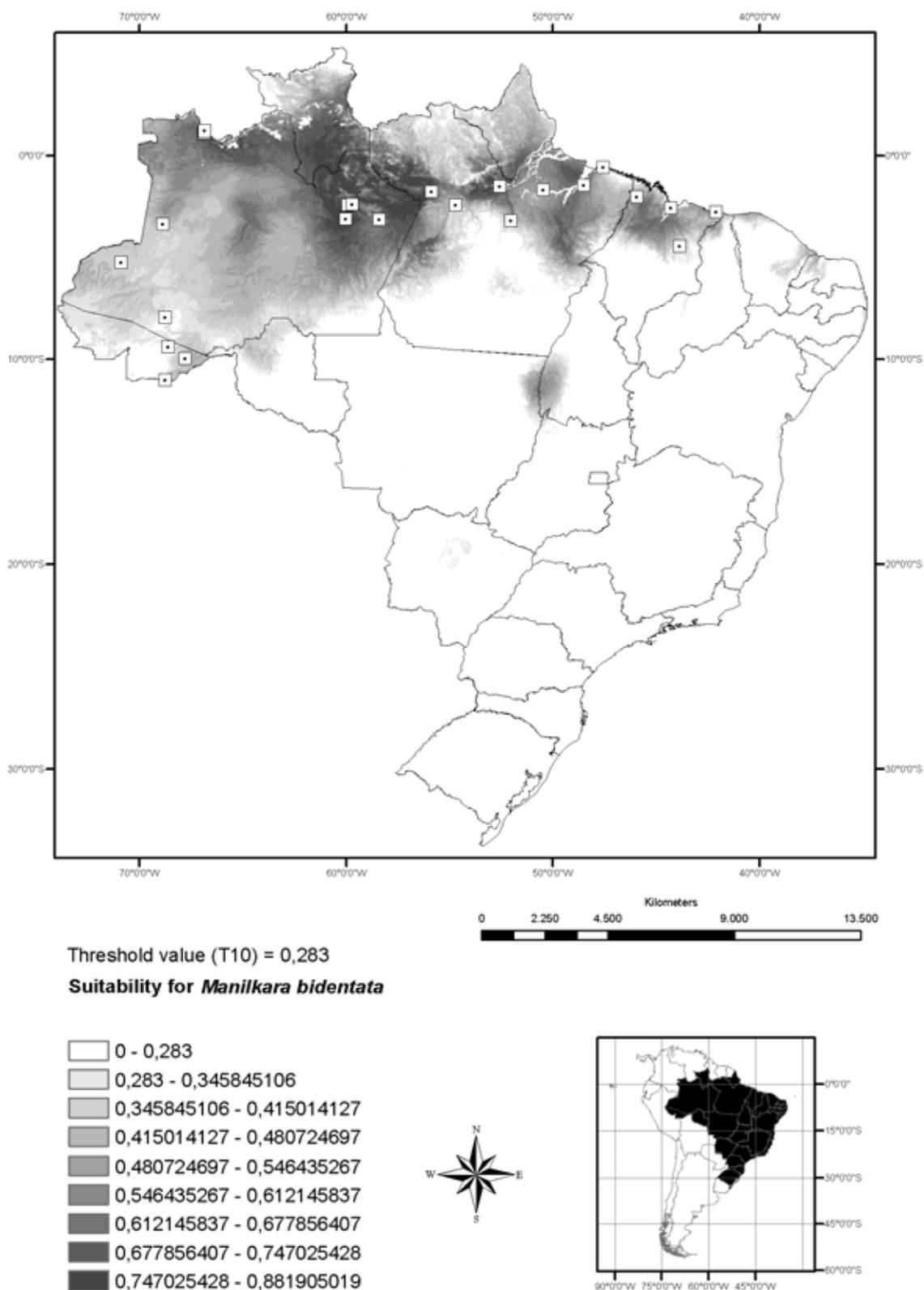


Figura 1 – Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. bidentata* com padrão Amazônico.

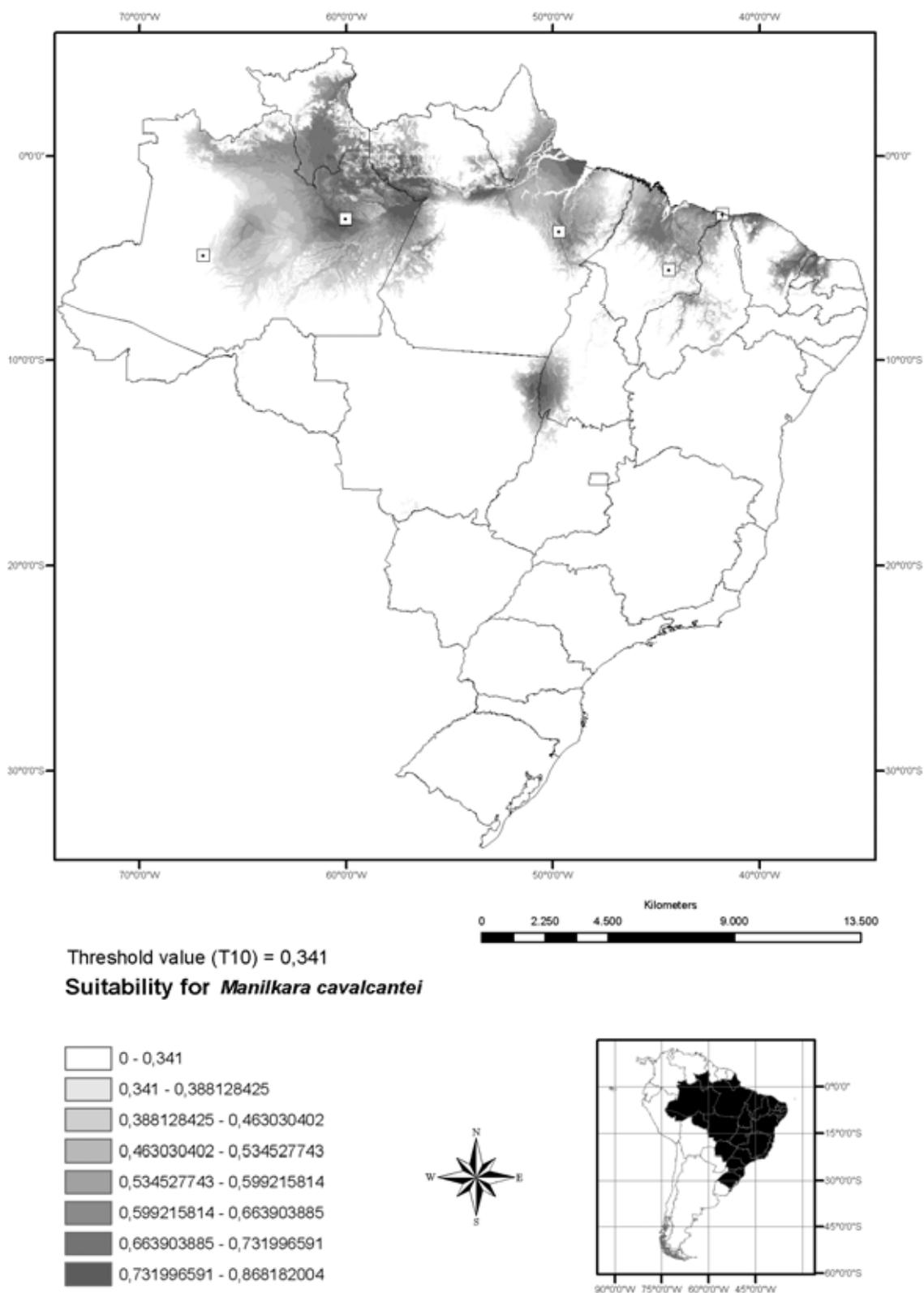


Figura 2 – Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. cavalcantei* com padrão Amazônico.

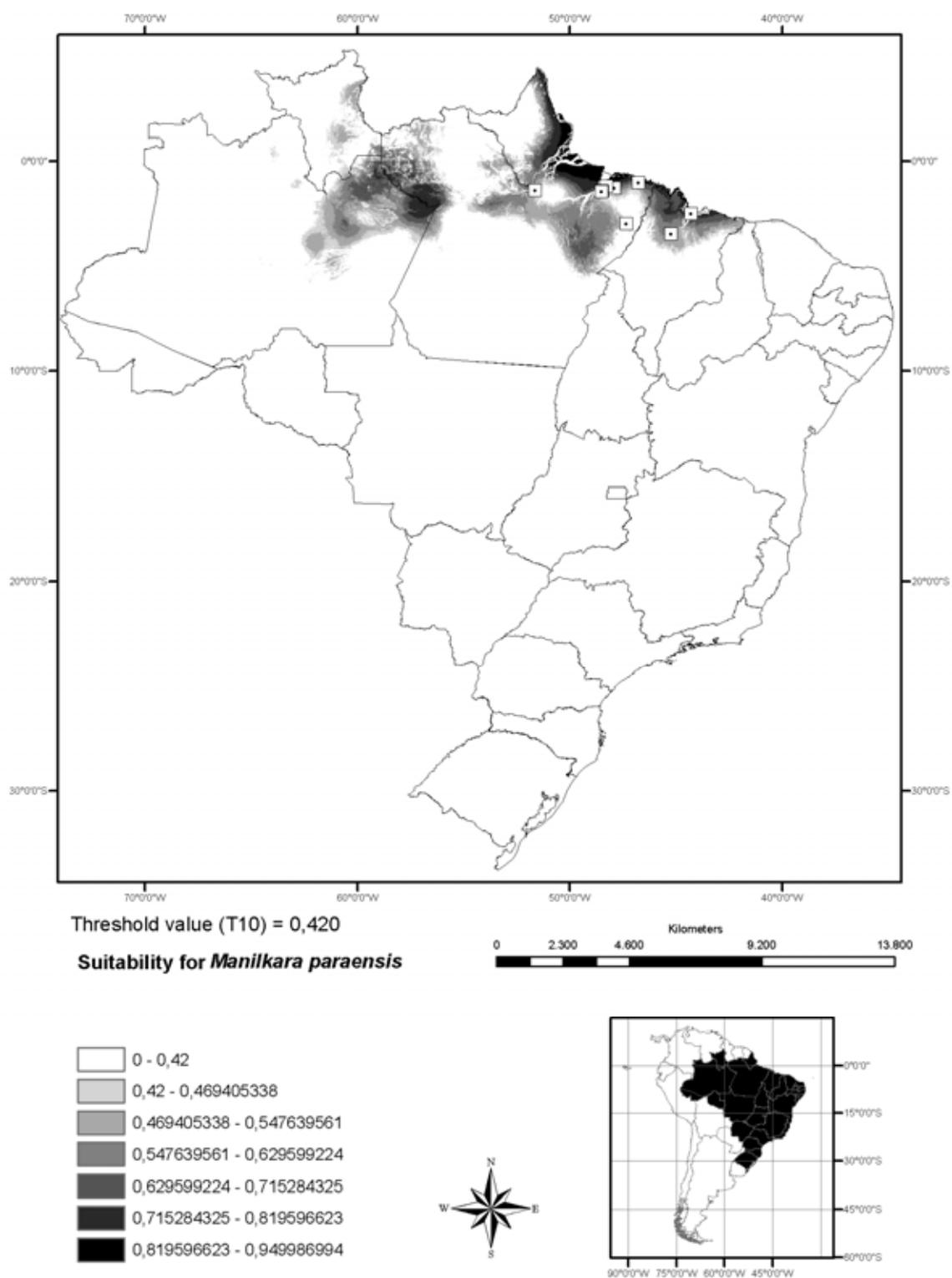


Figura 3 – Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. paraensis* com padrão Amazônico.

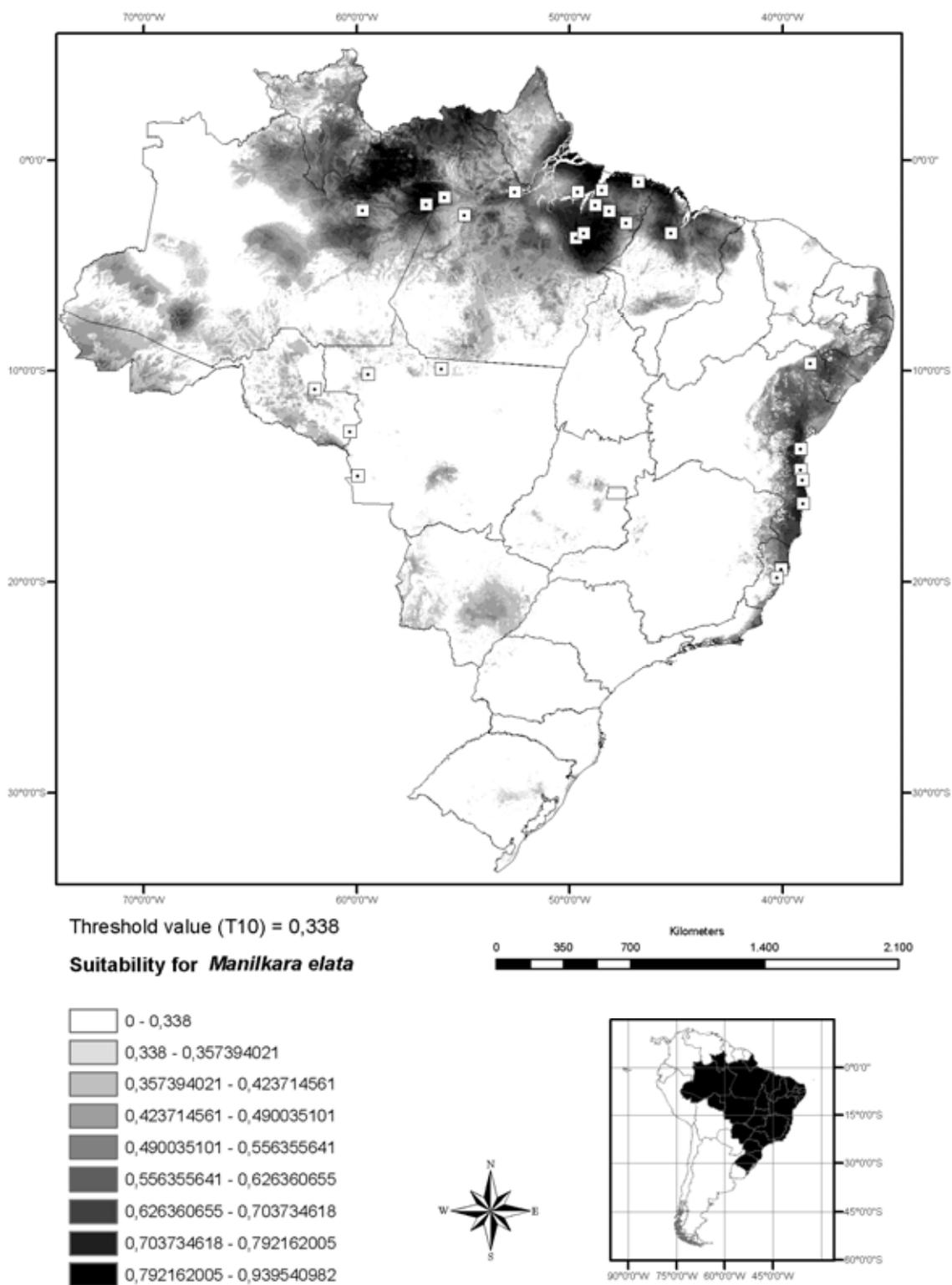


Figura 4 – Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. elata* com padrão Amazônico-Atlântico.

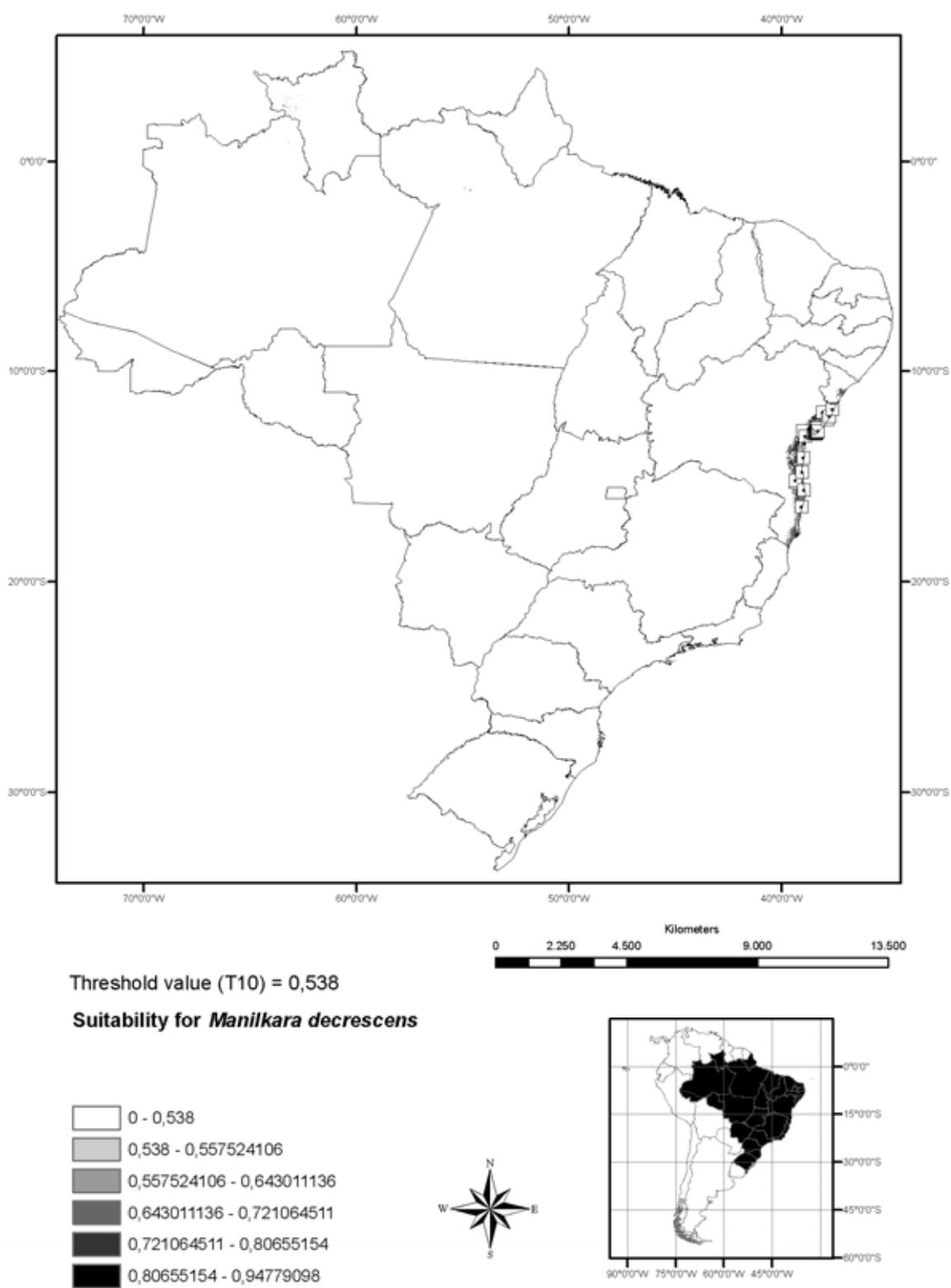


Figura 5 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. decrescens* com padrão Atlântico-Nordeste.

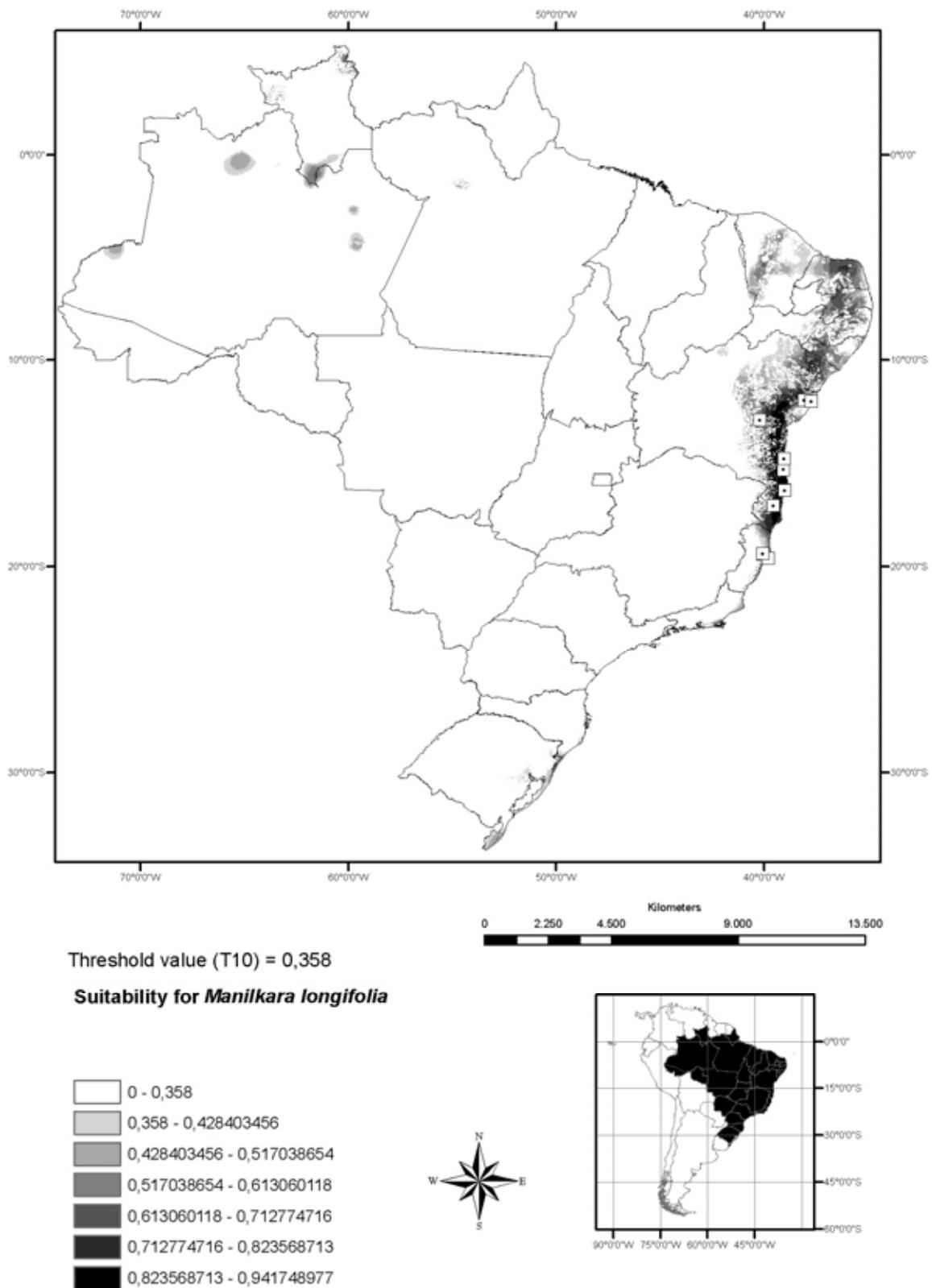


Figura 6 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. longifolia* com padrão Atlântico-Nordeste.

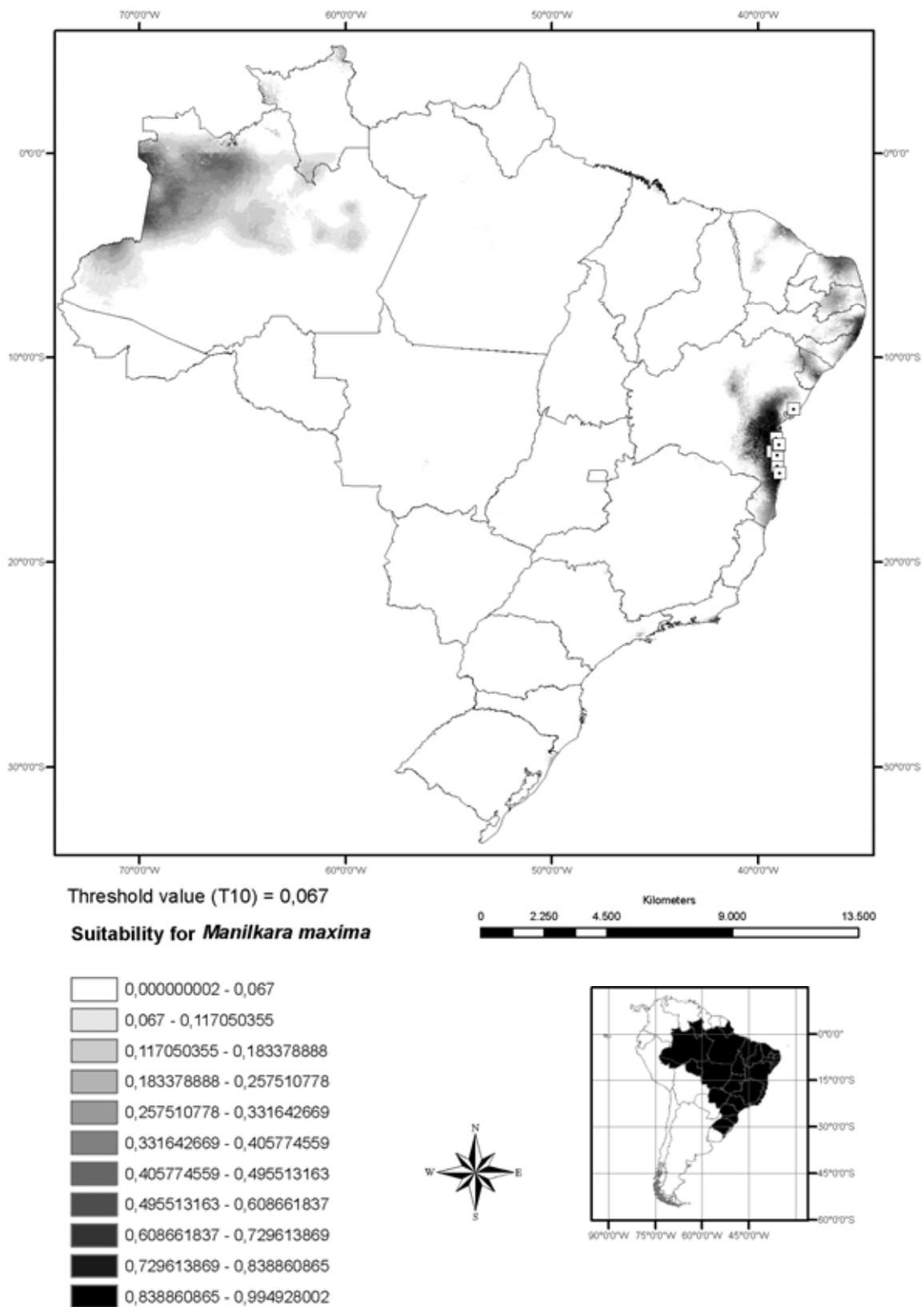


Figura 7 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. maxima* com padrão Atlântico-Nordeste.

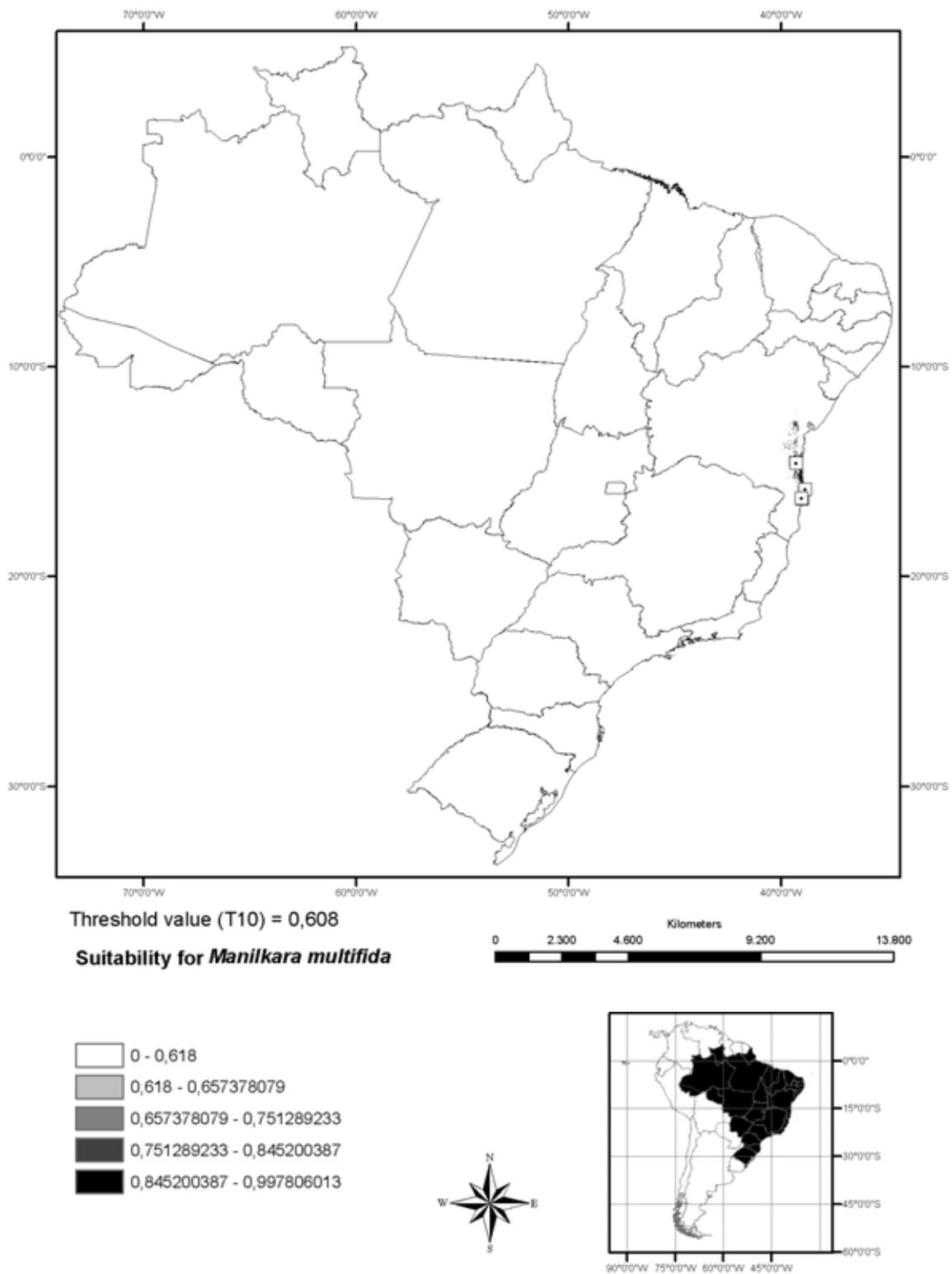


Figura 8 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. multifida* com padrão Atlântico-Nordeste.

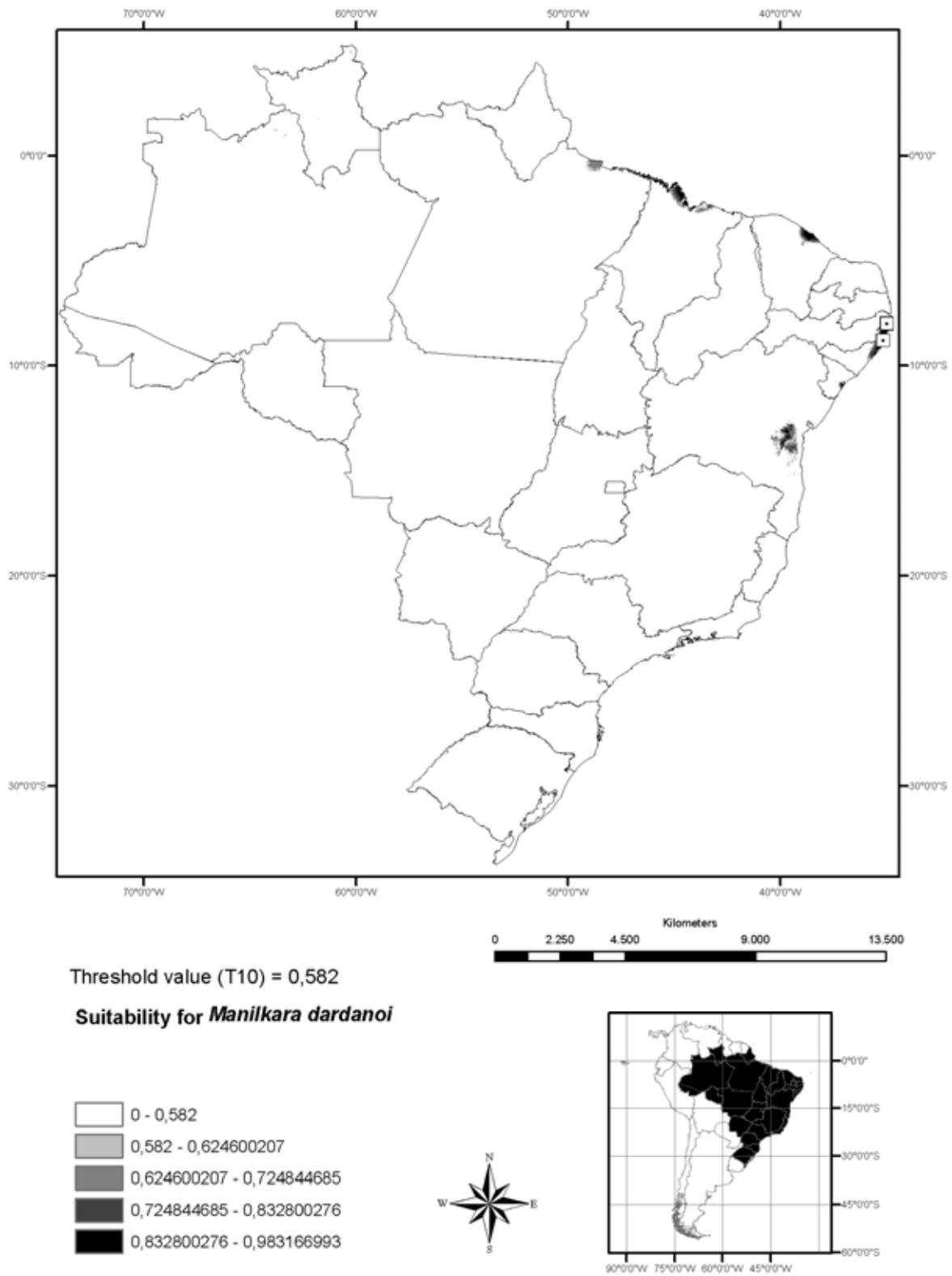


Figura 9 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. dardanoi* com padrão Atlântico (Nordeste).

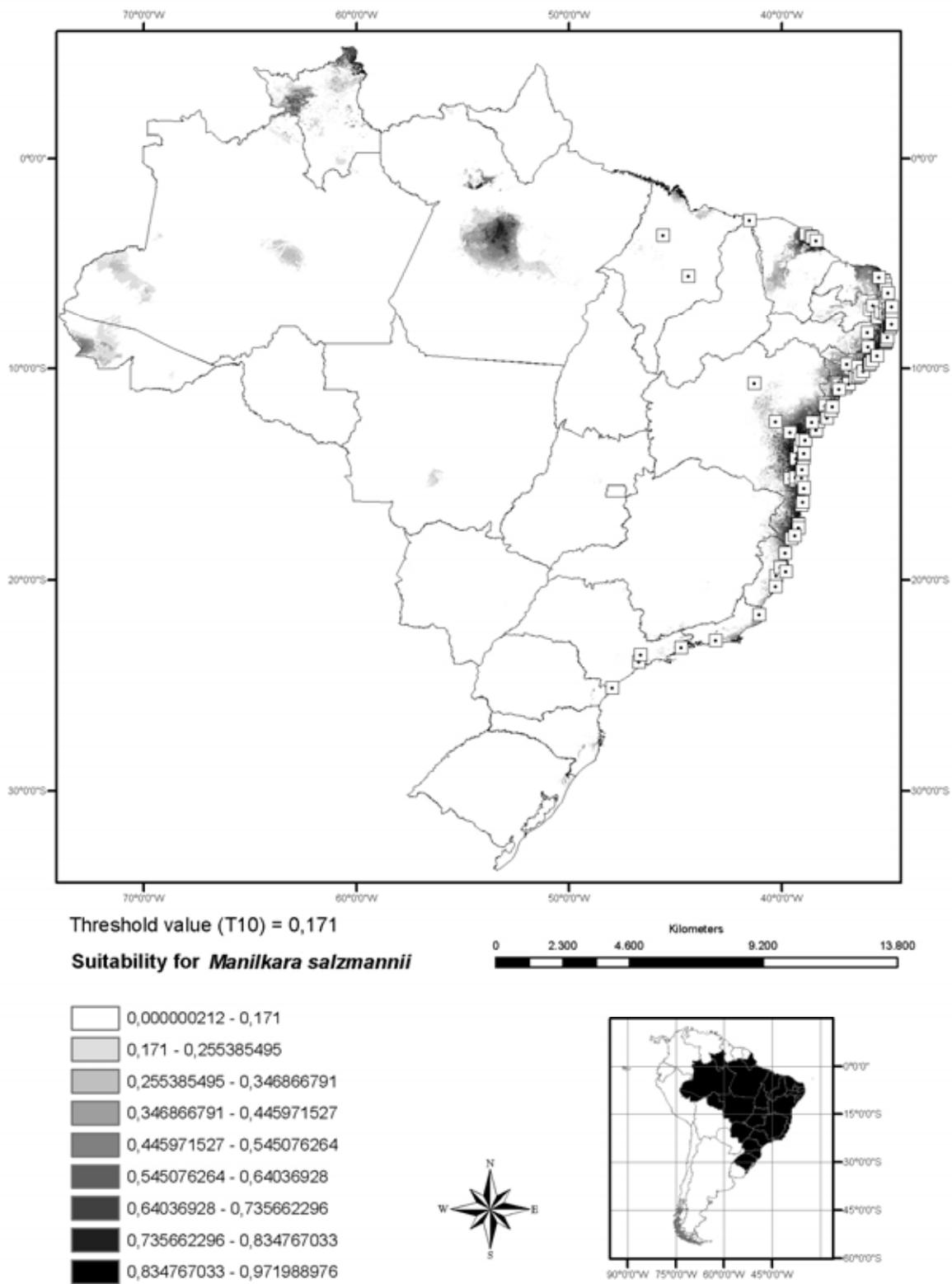


Figura 10 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. salzmannii* com padrão Atlântico (ampla distribuição).

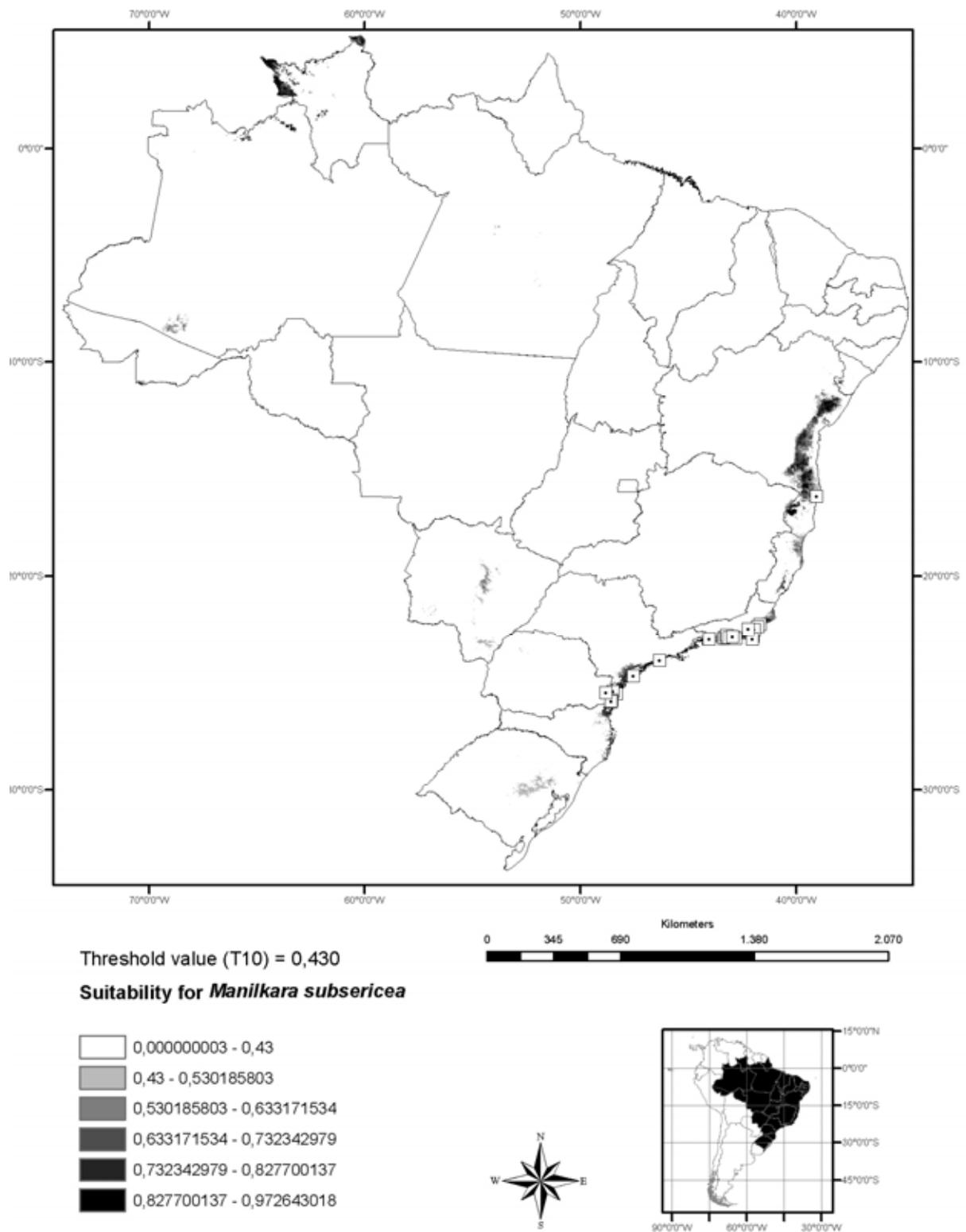


Figura 11 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. subsericea* com padrão Atlântico (Sudeste).

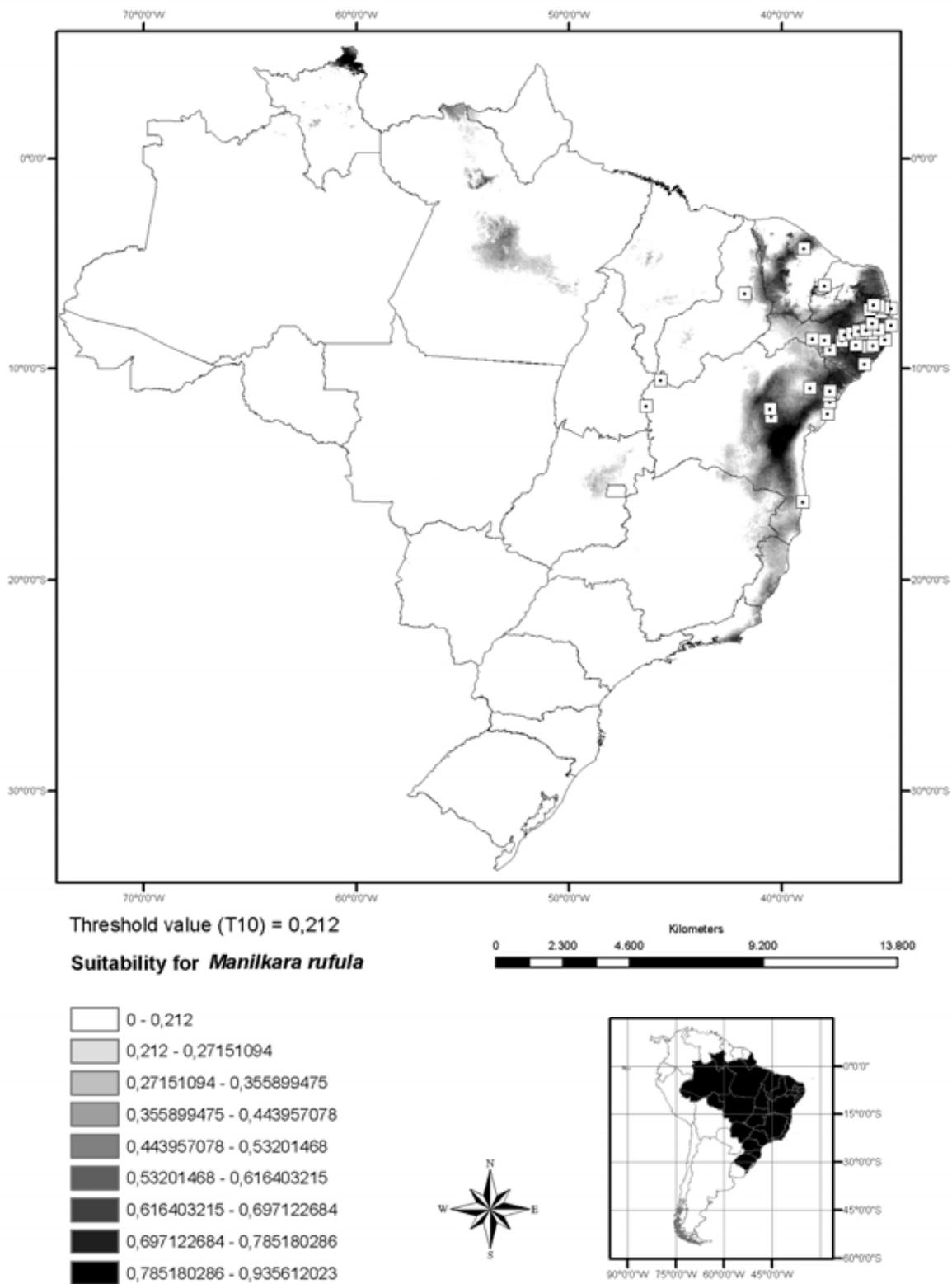


Figura 12 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. rufula* com padrão Caatinga-Cerrado.

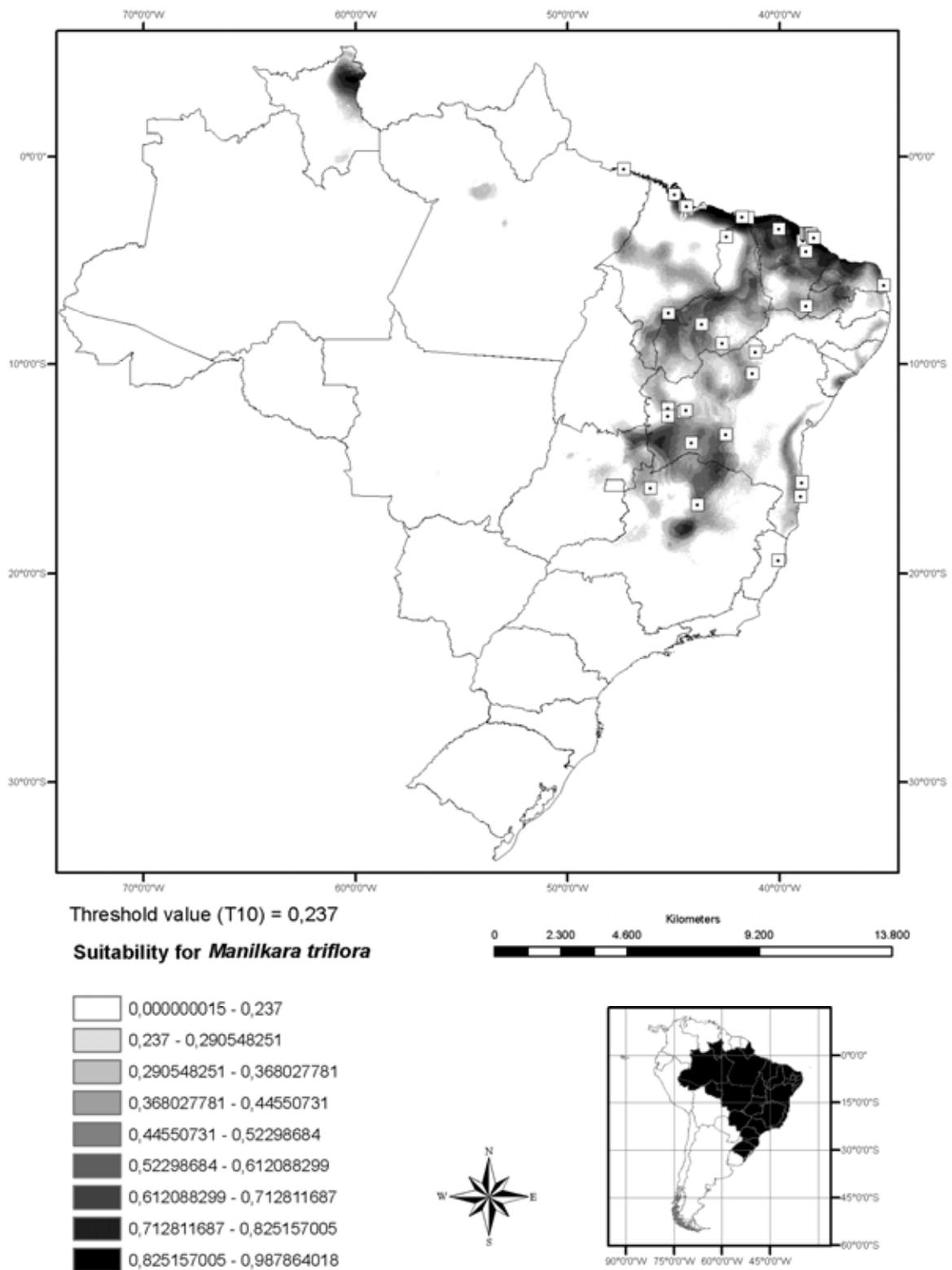


Figura 13 - Mapa de distribuição geográfica potencial da espécie *M. triflora* com padrão Caatinga-Cerrado.

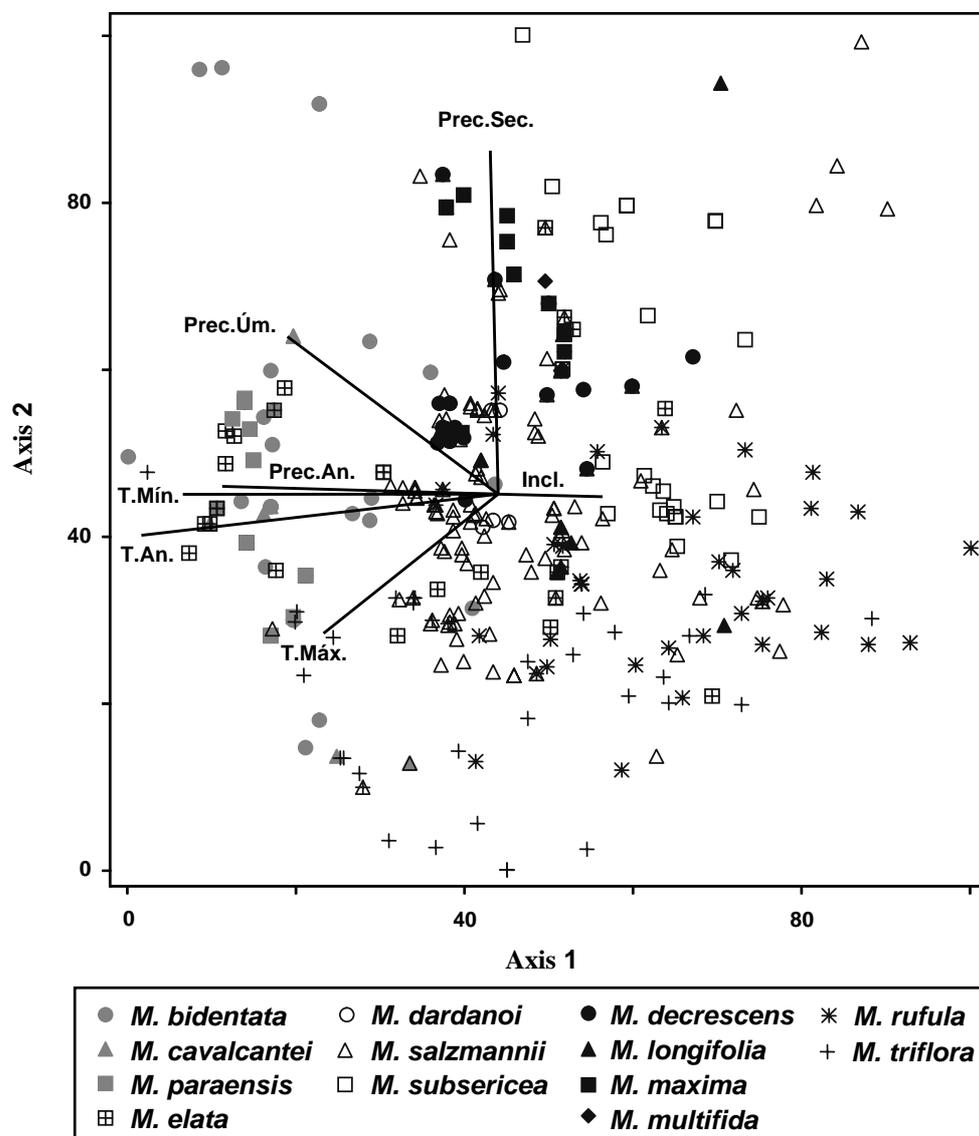


Figura 14 - Diagrama de ordenação dos locais de coleta das espécies de *Manilkara* produzido por análise de componentes principais de sete variáveis ambientais: Prec. Incl. - inclinação do relevo; T.Máx - temperatura máxima do mês mais quente; T.An. - temperatura média anual; T.Min. - temperatura mínima do mês mais frio; Prec.An. - precipitação anual; Prec.Úm. - precipitação do mês mais úmido; Prec.Sec. - precipitação do mês mais seco.



MANUSCRITO 3

Morfoanatomia foliar de *Manilkara* Adans. (Sapotaceae) do Nordeste
Brasileiro

A ser enviado ao Periódico

ACTA BOTANICA BRASILICA



MORFOANATOMIA FOLIAR DE *MANILKARA* ADANS. (SAPOTACEAE) DO NORDESTE BRASILEIRO¹Eduardo Bezerra de Almeida Jr.²Josiane Silva Araújo³Francisco Soares Santos-Filho⁴Carmen Sílvia Zickel⁵**Resumo**

Com o intuito de complementar a taxonomia do grupo, o presente trabalho tem como objetivo descrever e caracterizar a anatomia foliar, buscando padrões morfoanatômicos das espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste do Brasil. Foram analisadas as folhas das espécies de *Manilkara* provenientes de herbários e de algumas coletas realizadas em campo pelos autores. As lâminas foram montadas de acordo com os protocolos usuais em anatomia vegetal. Os resultados mostraram que o gênero *Manilkara* Adans. apresenta como caracteres anatômicos diagnósticos pecíolos com cutícula espessa, epiderme uniestratificada, uma bainha esclerenquimática envolvendo os feixes vasculares e laticíferos presentes nas regiões cortical e medular. Os dados anatômicos reforçaram a sinonimização de *M. elata* e *M. huberi* que foi proposta no estudo da morfologia externa da espécie, e mostram a importância da anatomia como ferramenta complementar à taxonomia

Palavras-chave: Anatomia taxonômica – laticífero - *Manilkara* – Sapotaceae

¹ Trabalho integrante da Tese do primeiro autor. Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

² Doutorando PPGB – UFRPE.

³ Professora Assistente I da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) – Campus Dep. Jesualdo Cavalcanti – Corrente (PI)

⁴ Professor Adjunto I da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) – Campus Poeta Torquato Neto – Teresina (PI)

⁵ Professora Adjunto IV – Departamento de Biologia – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Introdução

A família Sapotaceae compreende aproximadamente 53 gêneros e 800 espécies, com distribuição pantropical (Pennington 1991). No Brasil, a família é representada por 14 gêneros, compreendendo 200 espécies, principalmente na floresta Amazônica (Barroso *et al.* 1991; Souza & Lorenzi 2008). A família caracteriza-se por indivíduos arbóreos e arbustivos, latescentes, com ou sem estípulas, folhas simples, alternas, agrupadas no ápice dos ramos, flores solitárias ou agrupadas, pequenas, não vistosas, sépalas em número de 4-12 em 1-2 séries, normalmente livres ou unidos na base; corola gamopétala 4-12; estames 6-10; ovário súpero, 6-12 locular, fruto baga (Pennington 1990).

Manilkara Adans. é o quarto maior gênero da família e possui aproximadamente 30 espécies para o Neotrópico. Conhecidas popularmente como maçaranduba apresentam forte potencial econômico devido a qualidade da madeira e do látex (Ricardi 1992). No Brasil, são registradas 19 espécies, distribuídas em áreas de floresta Atlântica (*latu senso*) – 11 registros e floresta Amazônica – oito registros (Almeida Jr. *et al.* 2009; Pennington 1990). No Nordeste, o gênero *Manilkara* apresenta 12 espécies, distribuídas nas áreas litorâneas, com registros também em áreas de floresta Atlântica (*stricto senso*), Restinga, Caatinga, Cerrado e em áreas com influência do bioma Amazônico. Atualmente, Almeida Jr. & Zickel (não publicado), que realizaram o estudo do gênero *Manilkara*, avaliando os principais caracteres morfológicos para a delimitação das espécies, atualizando a distribuição fitogeográfica, além de comentar o *status* de conservação.

Os estudos morfoanatômicos podem servir como mais uma ferramenta para a caracterização do grupo e a folha é o órgão mais analisado nos estudos anatômicos. Embora seja anatomicamente muito variável, tanto considerando os diversos níveis hierárquicos (espécie, gênero ou até mesmo família) quanto a influência dos fatores ambientais, os numerosos caracteres anatômicos são valiosos para a sistemática, sendo a epiderme foliar particularmente útil para tal finalidade (Metcalf & Chalk 1979; Dickison 2000). Desta forma, desde o século XIX, os taxonomistas têm buscado caracteres anatômicos que possam auxiliar a identificação das espécies (Solereder 1908; Metcalfe & Chalk 1950; 1979).

Dentre os trabalhos mais recentes de anatomia aplicada à taxonomia, destacam-se aqueles realizados em espécies da flora brasileira (Gomes *et al.* 2005; Rio *et al.* 2005; Fonseca *et al.* 2007; Araújo 2008). Entretanto, na família Sapotaceae, foram encontradas poucas referências que abordassem anatomia aplicada à taxonomia (Kukachka 1981; Monteiro *et al.* 2007), o que demonstra a escassez deste tipo de estudo.

Metcalf & Chalk (1979) comentaram que a família Sapotaceae apresentava muitos problemas taxonômicos, especialmente no que se refere às distinções intergenéricas. Estes autores citaram especialistas da família, Baehni (1942) e Lam (1939) que, em posições antagônicas, discordaram e trataram de modo mais detalhado a morfologia da família. Enquanto Baehni (1942) buscou a simplificação da taxonomia do grupo e considerou pouco relevante o uso da anatomia na definição de táxons, realizando a fusão de vários *taxa*. Lam (1939) considerou de grande importância uma caracterização mais detalhada e que aproveitasse menos caracteres exomórficos; sendo importante a associação com dados anatômicos.

Diante dessas correntes contrárias e com o intuito de complementar a taxonomia do grupo, o presente trabalho tem como objetivo descrever e caracterizar a anatomia foliar, buscando padrões morfoanatômicos, das espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste do Brasil.

Material e Métodos

Foram analisadas folhas das doze espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste. As amostras foram provenientes de exsicatas de herbários (Tab. 1) e de algumas coletas realizadas em campo pelos autores. Amostras de *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier (UEC 33168; INPA 149910) também foram analisadas para confirmar a proposta de sinonimização dessa espécie por Almeida Jr. & Zickel (não publicado).

Os critérios estabelecidos para seleção das folhas foram: 1 – o estado de preservação do material herborizado; 2 – o comprimento atingido pelas folhas para coleta de folhas totalmente expandidas e 3 – identificação confiável.

As folhas foram fervidas em água destilada até que submergissem, tratadas com hidróxido de potássio 2% durante 2 horas a temperatura ambiente (Smith & Smith 1942) e desidratadas em série etílica sendo estocadas em etanol 70%. Os cortes foram feitos a mão livre com auxílio de lâmina de barbear e clarificados em hipoclorito de sódio a 50%, corados com fucsina básica/azul de alcian (Luque *et al.* 1996). As lâminas foram montadas em glicerina 50% e lutadas com esmalte incolor (Kraus & Arduin 1997).

Parte do material foi submetido ao processo diafanização segundo técnica de Shobe & Lersten (1967), para análise do padrão de venação, segundo Metcalf & Chalk (1979). Amostras das folhas foram colocadas em uma solução de hidróxido de sódio por aproximadamente duas horas, lavadas com água destilada por várias vezes, e, em seguida, colocadas em hipoclorito de sódio a 20% por aproximadamente 18 horas ou até que

estivessem transparentes. Depois de bem lavadas, as amostras foram desidratadas em uma série etílica até etanol 100% e coradas com safranina alcoólica e as lâminas, montadas em resina sintética (Permout – SP15-500, Fisher Scientific, New Jersey, USA).

Os caracteres anatômicos e análise da venação foram utilizados para comparar as espécies através de análise multivariada. Foi montada uma matriz de presença/ausência (Tab. 2) e as espécies foram comparadas utilizando-se o índice de Sorensen, através da técnica de ligação da média de grupo (UPGMA) usando o pacote estatístico MVSP 3.13r (Mueller-Dombois & Elleberg 1974). A definição dos valores máximos de similaridade foi feita utilizando-se o software RANDMAT 1.0. Foram utilizadas 2.000 replicações ($\alpha=1\%$).

Resultados

O gênero *Manilkara* apresenta como caracteres anatômicos diagnósticos pecíolos com cutícula espessa, epiderme uniestratificada, uma bainha esclerenquimática envolvendo os feixes vasculares e laticíferos presentes nas regiões cortical e medular.

A forma do pecíolo apresentou variações entre as espécies estudadas observando-se desde a forma circular em *M. decrescens*, *M. elata*, *M. huberi*, *M. longifolia*, *M. maxima*, *M. multifida* e *M. triflora* (Fig. 1.2, 1.3, 1.4, 1.8); plano-convexo em indivíduos de *M. bidentata* (Fig. 1.11, 1.12), e côncava convexa em indivíduos de *M. cavalcantei*, *M. paraensis*, *M. rufula*, *M. dardanoi*, *M. salzmännii* (Fig. 1.1, 1.5, 1.6, 1.7, 1.9). Os indivíduos analisados de *M. bidentata* apresentaram variação na forma do pecíolo, tendo sido observado tanto as formas plano convexo como côncavo convexo (Fig. 2.1, 2.2, 2.3).

A conformação do feixe vascular do pecíolo foi outro caráter que variou nas espécies analisadas entre plano convexo formado por dois feixes, um plano e outro convexo, tal conformação ocorreu em *M. cavalcantei*, *M. rufula*, *M. dardanoi* e *M. salzmännii* (Fig. 1.1, 1.6, 1.7, 1.9). A forma plano-convexo em *M. decrescens* e *M. multifida* (Fig. 1.2, 1.8). Côncavo convexo em *M. elata*, *M. huberi*, *M. longifolia* e *M. maxima* (Fig. 1.3, 1.4, 2.5, 2.6). E em forma de arco aberto com extremidades convolutas em *M. paraensis*, *M. triflora* (Fig. 1.5, 2.4). Na espécie *M. bidentata* (Fig. 2.1 – 2.3) foi observada uma variação do caráter nos indivíduos, sendo registrada as formas plano-convexo, côncavo-convexo e em forma de arco aberto com extremidades convolutas.

Feixes acessórios estavam presentes apenas em *M. dardanoi* (Fig. 1.7) e *M. salzmännii* (Fig. 1.9), ocorrendo variação quanto ao número entre um e dois, respectivamente. Tricomas malpiguiáceos foram observados na maioria das espécies, exceto em *M. bidentata*, *M. dardanoi*, *M. decrescens*, *M. salzmännii* e *M. triflora* que apresentaram pecíolos glabros.

A presença de cristais prismáticos foi detectada apenas em *M. elata*, *M. bidentata*, *M. dardanoi* e *M. salzmannii*. As espécies *M. salzmannii* e *M. dardanoi* foram as únicas que apresentaram epiderme biestratificada no mesofilo (Fig. 3.1).

Foi comum a quase todas as espécies a presença de bainha de esclereides em volta do feixe vascular, tal caráter está ausente apenas em *M. elata* e *M. huberi*. A presença de laticíferos foi comum na região do pecíolo de todas as espécies analisadas.

É importante ressaltar que algumas espécies apresentavam pecíolos longos como é o caso de *M. rufula*, *M. decrescens*, *M. longifolia*, *M. huberi*, *M. paraensis*, *M. multifida*, *M. maxima* e *M. elata*. E neste caso não se observou variação com relação aos caracteres analisados para essa região da folha, exceto em *M. huberi* que apresentou dois feixes acessórios, regiões apical e basal e em *M. elata*, que apresentou quatro feixes acessórios apenas na região apical.

A lâmina foliar apresenta cutícula espessa, células epidérmicas de quadrangulares a retangulares, estômatos situados apenas na face abaxial, presença de bainha esclerenquimática (Fig. 3.3), feixes concêntricos na região da medula, laticíferos (Fig. 3.3) presentes na região da nervura principal e mesofilo do tipo dorsiventral (Fig. 3.1, 3.2) com esclereides atravessando a face abaxial e adaxial (Fig. 3.1). Todas as espécies analisadas apresentaram cutícula espessa e epiderme da face abaxial uniestratificada. Quanto à face adaxial da folha, as espécies *M. salzmannii*, *M. dardanoi* e *M. rufula* apresentaram epiderme biestratificada, as demais espécies apresentaram epiderme uniestratificada. Apenas as espécies *M. bidentata*, *M. dardanoi*, *M. decrescens*, *M. salzmannii* e *M. triflora* mostraram-se glabras, nas outras espécies os tricomas observados eram do tipo malpigiúceo. Os estômatos foram observados apenas na face abaxial da folha.

Na nervura mediana foi possível observar abaixo da epiderme colênquima angular e o número de camadas desse tipo de tecido variou de uma espécie para outra. Latíceros do tipo articulado (Fig. 3.5) também estão presentes tanto na região cortical, medular como no floema. Os feixes são do tipo colaterais e estão envolvidos por uma bainha esclerenquimática. A presença de floema na região medular, observado no pecíolo, também esteve presente na nervura mediana.

Em média, a espessura relativa das nervuras secundárias foi moderada, curvando-se uniformemente em todas as espécies analisadas. *M. bidentata* e *M. rufula* apresentaram ramificações que formam *loops* superadjacentes à ramificação secundária em ângulo agudo (Fig. 4.5), enquanto *M. cavalcantei*, *M. dardanoi* e *M. longifolia* apresentaram ramificações que formam *loops* superadjacentes à ramificação secundária em ângulo obtuso (Fig. 4.1). As

espécies *M. decrescens*, *M. elata*, *M. maxima*, *M. multifida*, *M. paraensis*, *M. salzmännii*, *M. triflora*, e também *M. bidentata* e *M. dardanoi* apresentaram ramificações formando *loops* fechados por arcos secundários, terciários ou quaternários (Fig. 4.2, 4.3, 4.4 e 4.6). Nervura intersecundária simples (Fig. 4.1 e 4.5) foi observada em *M. bidentata*, *M. cavalcantei*, *M. dardanoi*, *M. huberi*, *M. maxima*, *M. paraensis* e *M. rufula*, enquanto as outras espécies incluindo um dos indivíduos de *M. bidentata* e *M. dardanoi* apresentaram nervura intersecundária composta (Fig. 4.2, 4.3, 4.4 e 4.6). Todas as espécies analisadas apresentaram nervura terciária reticulada ao acaso (Fig. 4.2 – 4.5), exceto *M. cavalcantei* e *M. multifida* onde as nervuras secundárias mostraram-se reticuladas ortogonais (Fig. 4.1 e 4.6). *M. cavalcantei*, *M. elata*, *M. huberi*, *M. longifolia*, *M. paraensis* e *M. triflora* apresentam última venação marginal incompleta, enquanto *M. decrescens*, *M. maxima*, *M. multifida*, *M. paraensis*, a última venação marginal formava *loop*. Nas espécies *M. bidentata*, *M. dardanoi* e *M. salzmännii* foi observada as duas formas de venação marginal (incompleta e *loop*).

O arranjo das aréolas também teve variações entre as espécies e os indivíduos de *M. bidentata* analisados apresentaram três arranjos diferentes que foram: orientado, ao acaso e bem desenvolvido; as outras espécies analisadas tiveram arranjo ao acaso. Aréolas com desenvolvimento imperfeito foram observadas em todas as espécies exceto, *M. dardanoi*, *M. longifolia* e *M. rufula*.

A comparação de caracteres anatômicos indicou que *M. longifolia* e *M. elata* e *M. multifida* e *M. decrescens* foram as mais similares entre si, com índice superior a 90% (Fig. 5). *M. longifolia* e *M. elata* formaram *group-sister* com *M. triflora* (>84%). Este, por sua vez, forma *group-sister* com *M. multifida* – *M. decrescens* dentro da margem de similaridade (>80%). Foram ainda bastante similares as espécies *M. salzmännii* e *M. dardanoi* (>84%) e *M. rufula* e *M. cavalcantei* (>80%). Os caracteres anatômicos isolaram este último grupo que se apresenta como *group-sister* com todas as demais espécies.

Discussão

A análise das espécies de Sapotaceae possibilitou a observação de caracteres taxonômicos importantes para o grupo. Sendo essencial ressaltar que há muito tempo pesquisadores buscam outras áreas da botânica para auxiliar na identificação de espécies (Metcalf & Chalk 1950; 1979).

O contorno do pecíolo foi um caráter importante na diferenciação de algumas espécies, cuja forma circular foi a mais comum entre as espécies (ocorrente em sete espécies); seguidas da forma côncavo-convexo (seis spp.) e plano-convexo, encontrada em apenas um indivíduo.

A análise do pecíolo dos indivíduos de *Manilkara bidentata* mostrou cutícula espessa, caráter este, geralmente, relacionado às condições ambientais, principalmente para evitar perdas de água. No mesofilo foram encontradas presença de drusas e cristais prismáticos (Fig. 2.4), fator ocorrente também em espécies de *Pouteria* (Monteiro *et al.* 2007a).

A análise de agrupamento apontou como mais similares *M. longifolia*, *M. elata*, *M. multifida* e *M. decrescens*, contudo, a semelhança na forma do pecíolo e na conformação de feixes vasculares das espécies *M. elata* e *M. huberi* associadas às características morfológicas externas das duas espécies (Almeida Jr & Zickel, não publicado) reforçam a sinonimização proposta pelos autores. Além disso, nas análises de modelagem de distribuição geográfica potencial, *M. elata* apresentou distribuição disjunta, com registro na Província Amazônica e na Hiléia Baiana (Almeida Jr *et al.*, não publicado).

Quanto a conformação do sistema vascular Araújo & Carneiro (dados não publicados) observando a anatomia das espécies de *Manilkara decrescens*, *M. multifida*, *M. rufula*, *M. salzmannii* e *M. triflora* puderam perceber a configuração do feixe vascular na forma plano convexo, confirmando os dados encontrados no presente estudo para as referidas espécies. Além do tipo de conformação acima citado também foram observados a forma côncavo-convexo e em arco aberto com extremidades convolutas. Diversos estudos de anatomia taxonômica consideram a conformação do sistema vascular como um caráter relevante para distinção de espécies como em trabalhos realizados com Celastraceae, Melastomataceae, Malpighiaceae (Gomes *et al.* 2005; Reis *et al.* 2004; Araújo 2008).

A presença e a quantidade de feixes acessórios são considerados relevantes para diferenciação de espécies, mas apenas duas espécies (*M. dardanoi* e *M. salzmannii*) apresentaram feixes acessórios (com variação um ou dois feixes). Em um estudo realizado com Erythroxylaceae, Bieras & Sajo (2004) destacaram que algumas espécies são caracterizadas exatamente pela presença ou ausência de feixes acessórios; ou ainda em Celastraceae onde esta característica foi importante para distinção das espécies (Gomes *et al.* 2005).

Com relação aos tricomas, Metcalfe & Chalk (1950) sugerem a presença de diversos tipos de tricomas para a família, porém foi observado apenas o tipo “malpiguiáceo”, ou seja, possuem conformação bífida longa e haste curta. Entre as espécies que apresentaram folhas glabras, apenas *M. dardanoi* possui variação nesse caráter uma vez que essa espécie pode apresentar folhas com indumento crispado, glabrescente a glabra (Almeida Jr. & Zickel, não publicado); esta característica pode ter ocorrido devido à qualidade da amostra utilizada.

Metcalf & Chalk (1950) também citam para a família a presença de epiderme biestratificada, dado observado na lâmina foliar de três (*M. dardanoi*, *M. rufula* e *M. salzmännii*) das 12 espécies analisadas, podendo esse ser mais um caráter de separação.

Caracteres como presença de bainhas esclerenquimáticas, estômatos situados apenas na face abaxial e laticíferos são típicos da família Sapotaceae, segundo Solereder (1908) e Metcalfe & Chalk (1979). A presença de laticíferos é uma característica dominante para os diferentes gêneros da família, sendo encontrados em praticamente todos os órgãos de Sapotaceae (Monteiro *et al.* 2007b). Todas as espécies analisadas apresentaram mesofilo dorsiventral, diferente do que ocorre com algumas espécies do gênero *Pouteria*, que podem apresentar mesofilo isobilateral (Monteiro *et al.* 2007a).

Foram observadas que as espécies do gênero *Manilkara* apresentaram variações na estrutura interna do pecíolo, reforçando a idéia de Lam (1939) que acreditava que estas diferenças poderiam ajudar a dirimir dúvidas na separação de espécies para este grupo. Além disso, o presente estudo subsidia a proposta de sinonimização, mostrando os estudos anatômicos como ferramenta complementar a morfologia, como já demonstraram outros trabalhos para a família Sapotaceae (Monteiro *et al.* 2007a) e de outros grupos taxonômicos (Stern & Carlward 2006; Oliveira 2007; Araújo 2008; Dunthorn 2009).

Referências Bibliográficas

- Almeida Jr., E.B.; Carneiro, C.E.; Monteiro, M.H. & Zickel, C.S. 2009. Sapotaceae. In: J. R. Stehmann, R. C. Forzza, M. Sobral, A. Salino e L. H. Y. Kamino (Eds.). **Plantas de Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro** (<http://www.icb.ufmg.br/bot/mataatlantica/> acessado em 17/05/2009).
- Araújo, J.S. 2008. **Anatomia foliar de 16 espécies de Malpighiaceae ocorrentes na área do cerrado (MG)**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Botânica, UFV, Viçosa.
- Baehni, C. 1942. Mémoires sur les Sapotacées 2: Le genre *Pouteria*. **Candollea** 9: 147-476.
- Barroso, G.M. 1991. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. II, Viçosa: Imprensa Universitária-UFV.
- Dickson, W.C. 2000. **Integrative Plant Anatomy**. New York, Harcourt Academic Press.
- Dunthorn, M. 2009. Foliar anatomy and fiber motifs in *Mammea* (Clusiaceae, Kilmeyeroideae). **Plant Systematic and Evolution** 280:153–166.
- Holmgren, P.K. & Holmgren, N.H. 1998. Onwards (continuously updated). **Index Herbariorum**. New York Botanical Garden.

- Joly, A.B. 1979. **Botânica, introdução à taxonomia vegetal**. Companhia Editora Nacional, São Paulo. 777p.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F. & Donoghue, M. J. 2009. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 612p.
- Kraus, J.E. & Arduin, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Kukachka, B.F. 1981. **Wood Anatomy of the Neotropical Sapotaceae: XX. *Manilkara***. U.S. Department of Agriculture, Madison. 14p.
- Lam, H.J. 1939. On the system of the Sapotaceae, with some remarks on taxonomical methods. **Rec. Trav. Bot. Néerl.** **36**: 509-525.
- Luque, R.; Sousa, H.C. & Kraus, J.E. 1996. Métodos de coloração de Roeser (1972) modificado – e Kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alcião 8GS ou 8GX. **Acta Botanica Brasilica** **10**: 199-212.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1950. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford, Clarendon Press. 1500p.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1979. Anatomy of dicotyledons. v. 1. **Systematic anatomy of leaf and stem**. 2nd. Edition. Oxford. Oxford Clarendon Press.
- Monteiro, M.H.D.A.; Neves, L.J. & Andreato, R.H.P. 2007a. Taxonomia e anatomia das espécies de *Pouteria* Aublet (Sapotaceae) do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Pesquisas, Botânica** **58**: 7-118.
- Monteiro, M.H.D.A.; Andreato, R.H.P. & Neves, L.J. 2007b. Estruturas secretoras em Sapotaceae. **Pesquisas, Botânica** **58**: 253-262.
- Mueller-Dombois, D. & Ellemberg, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Willey and Sons.
- Oliveira, J.B.S. 2007. **Anatomia foliar como subsídio à taxonomia de *Miconia Pavan et Ruiz* (Melastomataceae) em Pernambuco, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Botânica, UFRPE, Recife.
- Pennington, T.D. 1990. Sapotaceae. **In Flora Neotropica** (Organization for Flora Neotropica, ed.). The New York Botanical Garden, New York. v.52. 770p.
- Pennington, T.D. 1991. **The genera of Sapotaceae**. United Kingdom: New York Botanical Garden e Kew.
- Reis, C.; Proença, S.L.; Sajo, M.G. 2004. Vascularização foliar e anatomia do pecíolo de Melastomataceae do Cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **18**: 987-999.

- Ricardi, S.M.H. 1992. **Famílias de Dicotiledôneas Venezolonas I**. Mérida: Venezuela, MCMXCII, 170p.
- Rizzini, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Ed. Ltda. 747p.
- Shobe, W.R. & Lersten, N.R. 1967. A technique for clearing and staining Gymnosperm leaves. **Botanical Gazette** **128**(2): 150-152.
- Smith, F.H. & Smith, E.C. 1942. Anatomy of the inferior ovary of *Darbya*. **American Journal of Botany** **29**: 464-471.
- Solereider, H. 1908 - **Systematic anatomy of dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press. 1182p.
- Souza, V.C.; Lorenzi, H. 2008. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2 ed. Nova Odessa, São Paulo. Instituto Plantarum. 704p.
- Stern, W. L. & Carlsward, B. S. 2006. Comparative vegetative anatomy and systematics of the Oncidiinae (Maxillarieae, Orchidaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society** **152**: 91–107.

Tabela 1 – Lista de espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste que foram analisadas em relação a anatomia do pecíolo e da lâmina foliar.

Espécie	Voucher (Herbário e registro)
<i>Manilkara bidentada</i> (A. DC.) A. Chev.	RBR 23783; ALCB 06862; INPA 188372
<i>Manilkara cavalcantei</i> Pires & W.A. Rodrigues ex T.D. Penn.	HAF 153; UEC 28641; HAF 955
<i>Manilkara dardanoi</i> Ducke	PEUFR 32275; HB 33886; PEUFR 52356
<i>Manilkara decrescens</i> T.D. Penn.	CEPEC 31088; CEPEC 60106; PEUFR 21011
<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.	ALCB 73835; HUEFS 113529
<i>Manilkara longifolia</i> (A. DC.) Dubard	CVRD 611; CVRD 2539
<i>Manilkara maxima</i> T.D. Penn.	HUEFS 127452; PEUFR 9274
<i>Manilkara multifida</i> T.D. Penn.	CEPEC 35580
<i>Manilkara paraensis</i> (Huber) Standl.	UFC 23234
<i>Manilkara rufula</i> (Miq.) H.J. Lam	PEUFR 33215; PEUFR 9274
<i>Manilkara salzmannii</i> (A. DC.) H.J. Lam	PEUFR 43787; PEUFR 41275; IPA 66744
<i>Manilkara triflora</i> (Allemão) Monach.	EAC 15149; ALCB 22839; HAF 645

Tabela 2 – Matriz de presença (1) e ausência (0) das espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste do Brasil.

Características avaliadas	Mbi	Mca	Mda	Mde	Mel	Mhu	Mlo	Mma	Mmu	Mpa	Mru	Msa	Mtr
Contorno do pecíolo circular	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Contorno do pecíolo plano convexo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contorno do pecíolo côncavo convexo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Epiderme uniestratificada em ambas as faces na lâmina foliar	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
Epiderme biestratificada em algumas regiões na face adaxial na lâmina foliar	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Tricomas tectores malpighiáceos	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Sistema vascular do pecíolo em forma de arco aberto com extremidades convolutas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Sistema vascular do pecíolo em forma plano convexo	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
Sistema vascular do pecíolo em forma côncavo convexo	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1 feixe acessório conspicuo no pecíolo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 feixes acessórios conspicuos no pecíolo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Bainha de esclereídes em volta dos feixes	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Presença de laticíferos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mesofilo dorsiventral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Floema medular	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Espessura relativa das nervuras secundárias moderada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nervura secundária curso curvado uniformemente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ramificações que formam <i>loops</i> superadjacente a secundária em ângulo agudo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ramificações que formam <i>loops</i> fechadas por arcos secundários, terciários ou quaternários	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ramificações que formam <i>loops</i> superadjacente a secundária em ângulo obtuso	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Nervura intersecundária simples	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nervura intersecundária composta	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
Nervuras terciárias reticuladas ao acaso	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Nervuras terciárias reticuladas ortogonais	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Venações de ordens superiores formando um retículo onde as ordens de venações não podem ser distinguidas	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
Venações de ordens superiores podem ser distinguidas	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1

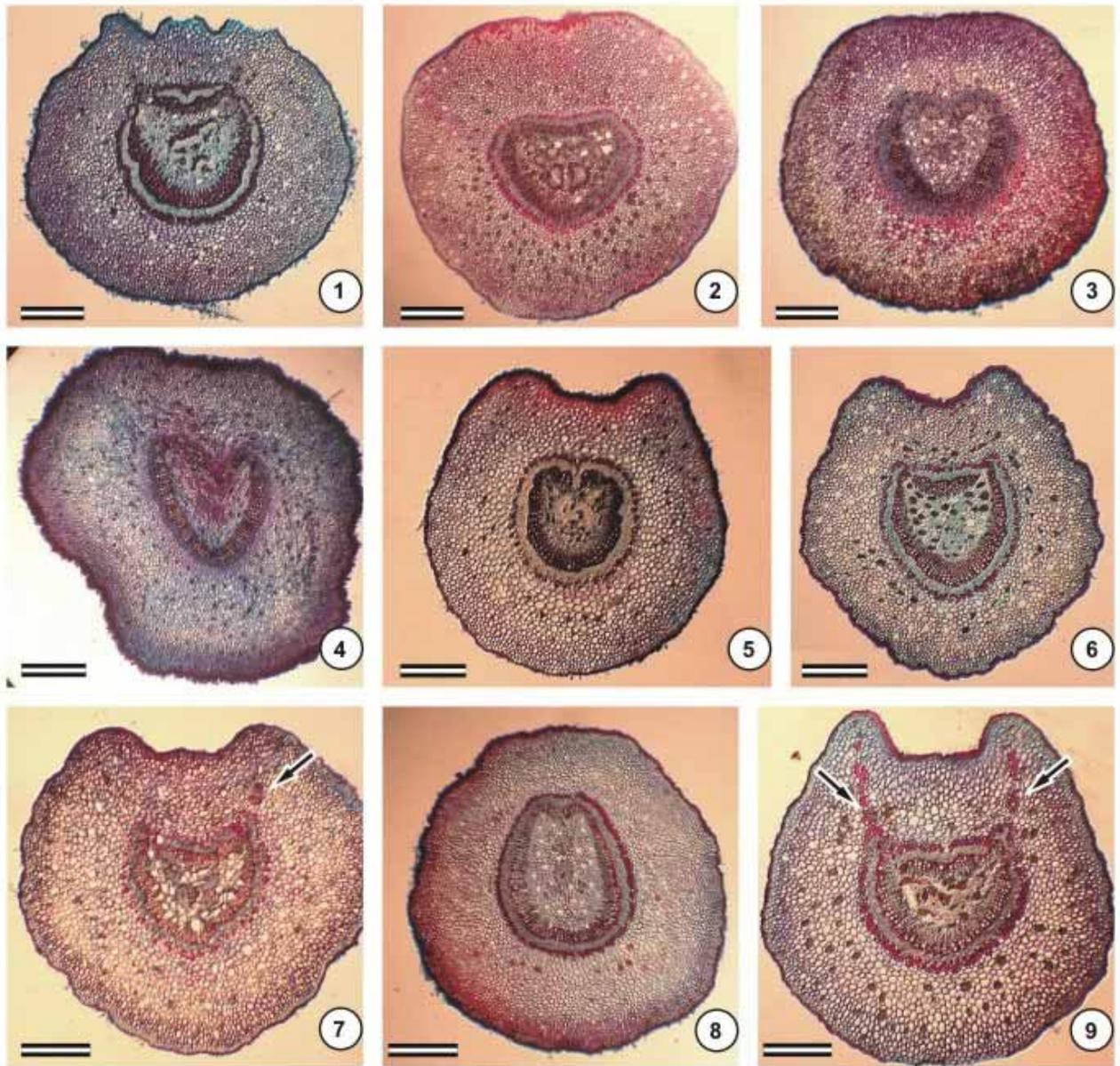


Figura 1 - Corte transversal dos pecíolos de espécies de *Manilkara*: 1. *M. cavalcantei*; 2. *M. decrescens*; 3. *M. elata*; 4. *M. huberi*; 5. *M. paraensis*; 6. *M. rufula*; 7. *M. dardanoi*; 8. *M. multifida*; 9. *M. salzmannii*. Legenda – seta: feixes acessórios. Escala 400 μ m.

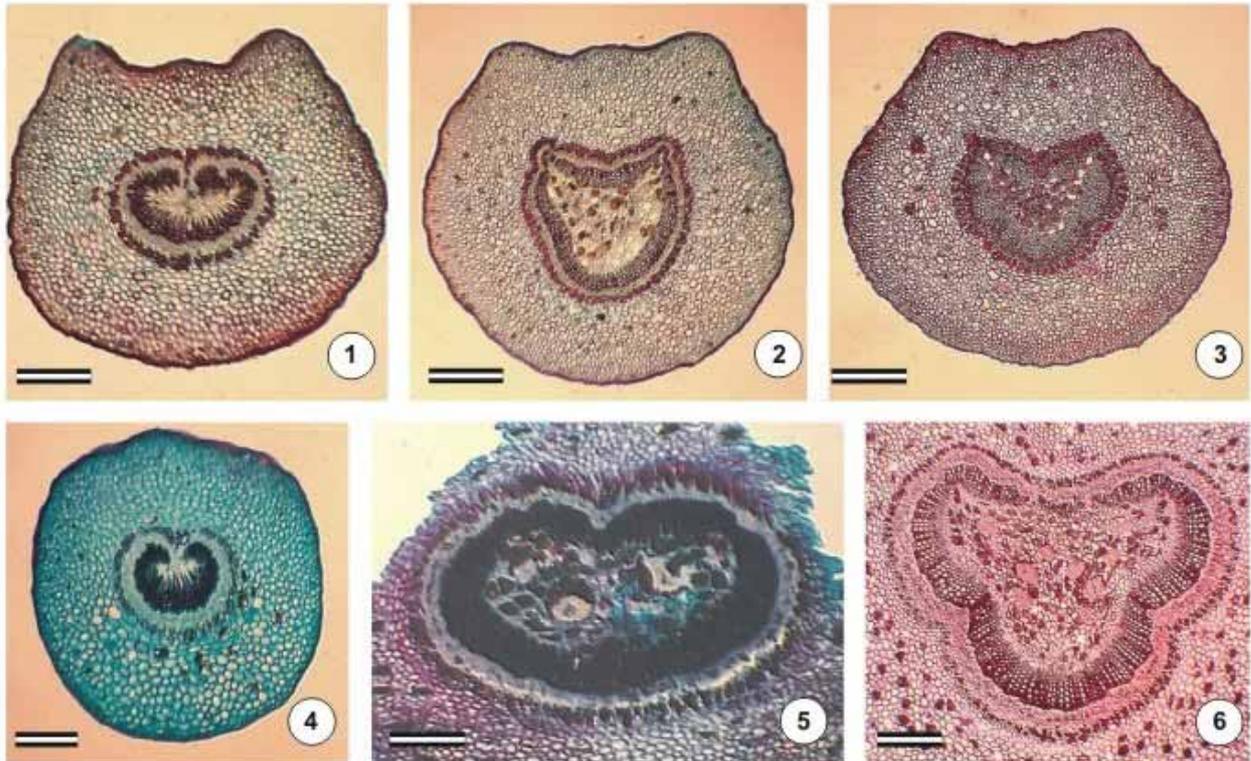


Figura 2 - Corte transversal dos pecíolos de espécies de *Manilkara*: 1-3. *M. bidentata*; 4. *M. triflora*; 5. *M. longifolia*: detalhe da conformação do feixe; 6. *M. maxima*: detalhe da conformação do feixe. Escala 400 μ m.

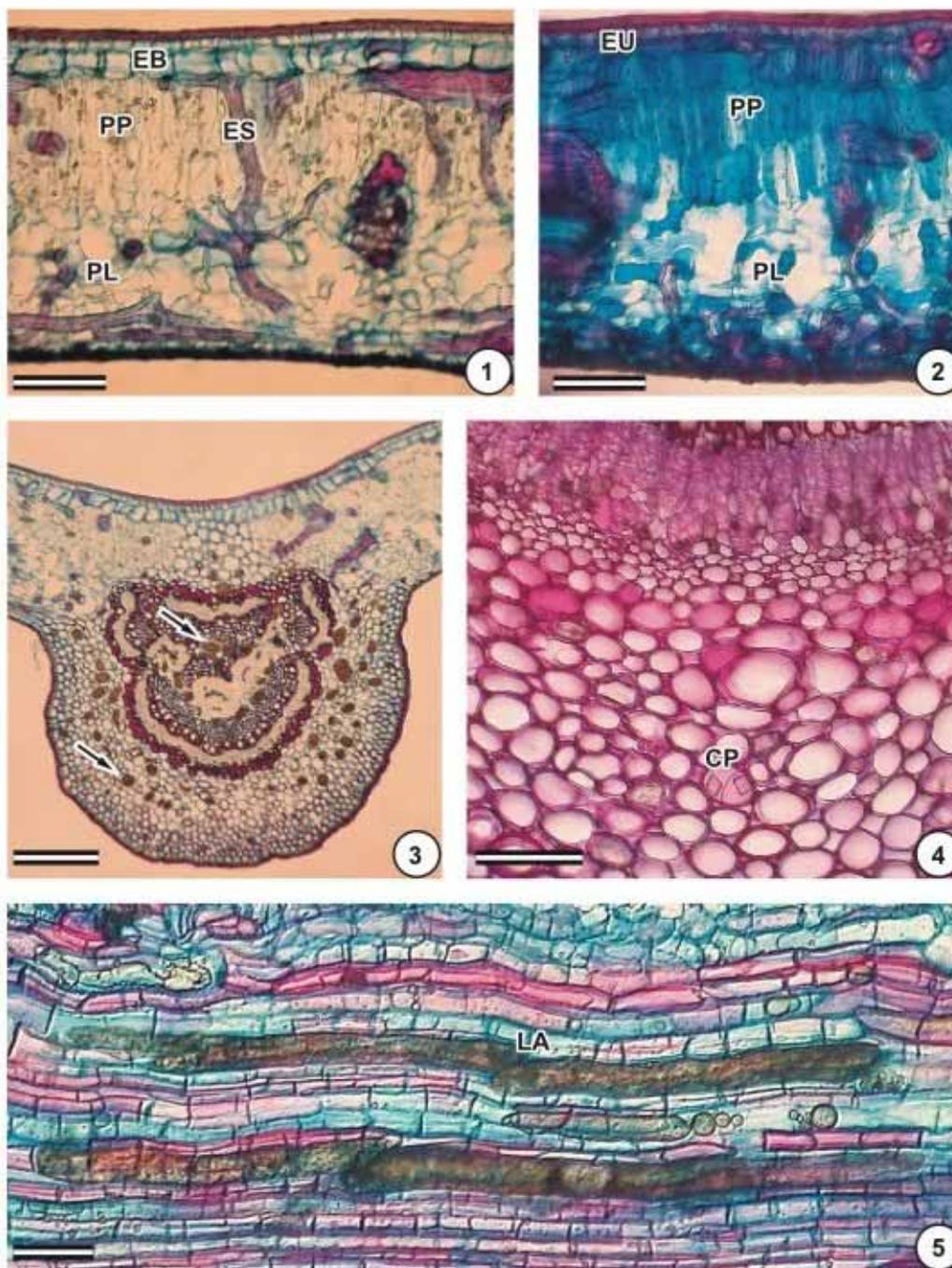


Figura 3 - Corte transversal da lâmina foliar de espécies de *Manilkara*: 1. *M. salzmannii*; 2. *M. triflora*; 3. *M. bidentata*; 4. *M. elata*. 5. Corte longitudinal de *M. triflora*. Legenda – CP: cristais prismáticos, EB: epiderme biestratificada, ES: esclereide, EU: epiderme uniestratificada, LA: laticíferos articulados, PP: parênquima paliádico, PL: parênquima lacunoso, seta: laticíferos. Escala 200 μ m, 100 μ m, 400 μ m e 100 μ m.

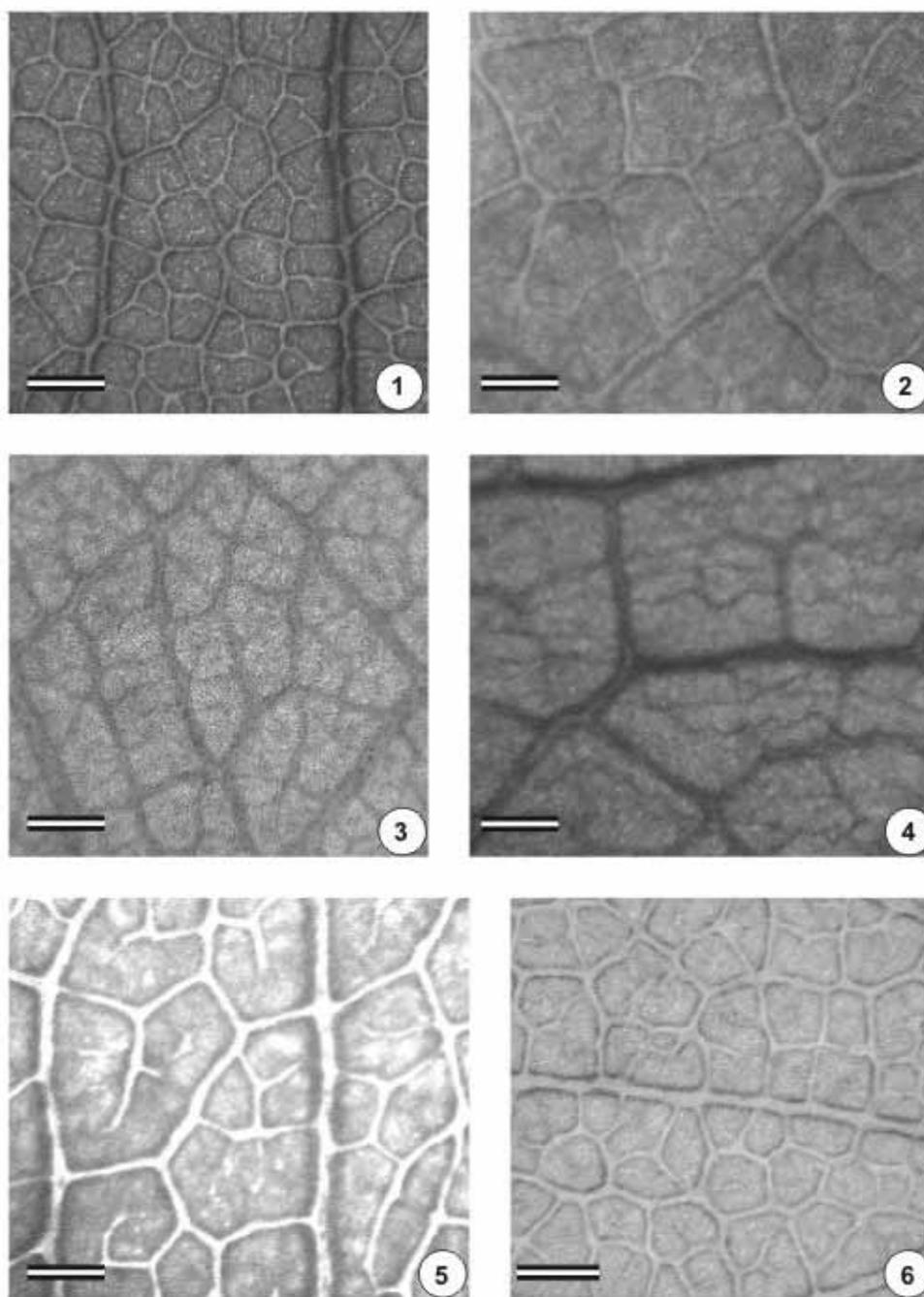


Figura 4 - Padrões de venação em lâminas foliares diafanizadas de espécies de Sapotaceae. 01. *M. cavalcantei*: ramificações com “loops” superadjacentes à ramificação secundária em ângulo obtuso, nervura intersecundária simples e nervuras secundárias reticuladas ortogonais. 02. *M. decrescens*: ramificações com “loops” fechados por arcos secundários, terciários ou quaternários, nervura intersecundária composta e nervura terciária reticulada ao acaso. 03. *M. elata*: ramificações com “loops” fechados por arcos secundários, terciários ou quaternários, nervura intersecundária composta e nervura terciária reticulada ao acaso. 04. *M. maxima*: ramificações com “loops” fechados por arcos secundários, terciários ou quaternários, nervura intersecundária simples, nervura secundária reticulada ao acaso. 05. *M. rufula*: ramificações com “loops” superadjacentes a ramificação secundária em ângulo agudo, nervura intersecundária composta e nervura terciária reticulada ao acaso. 06. *M. multifida*: ramificação com “loops” fechados por arcos secundários, terciários e quaternários, nervura intersecundária composta e nervuras secundárias reticuladas ortogonais. Escala 400µm.

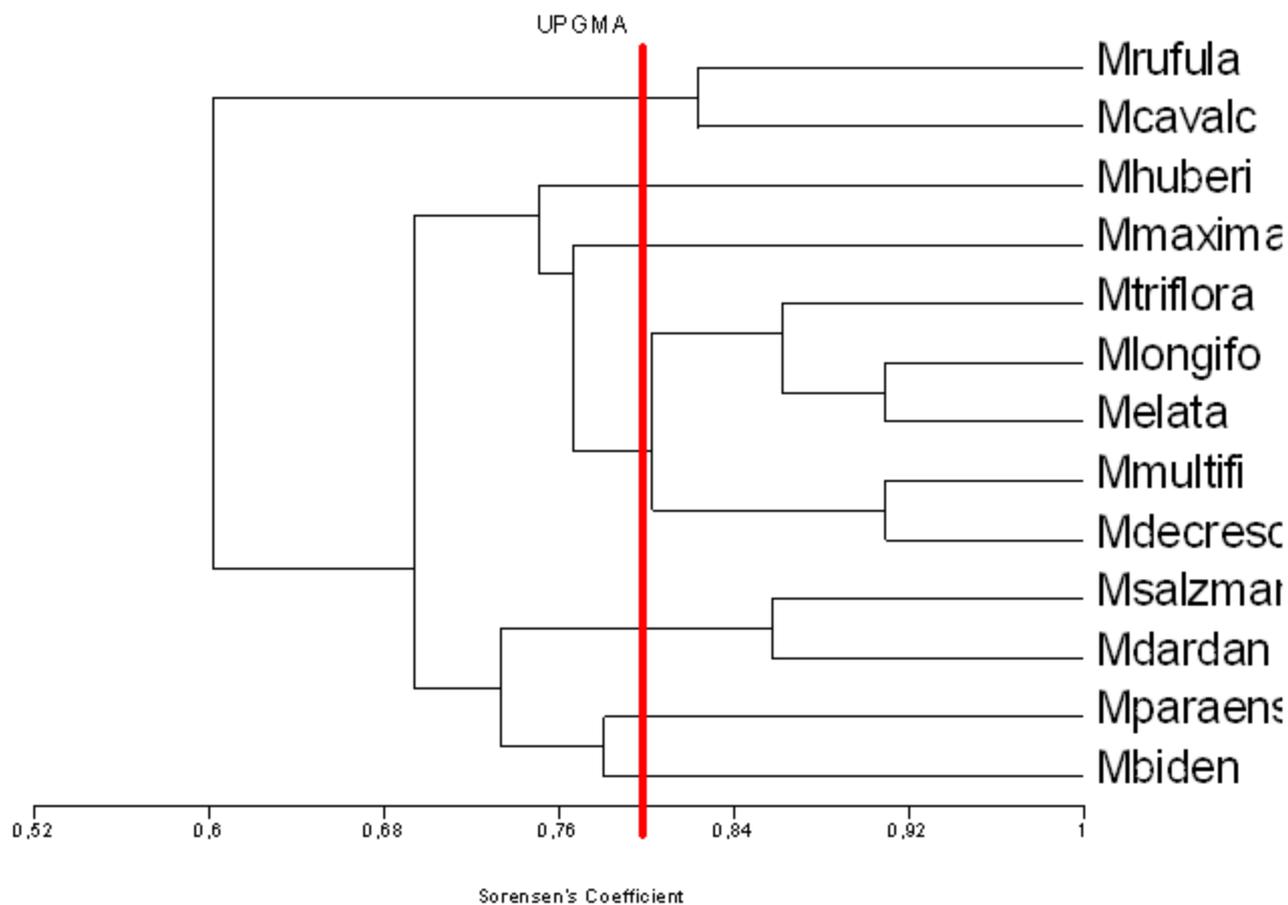


Figura 5 – Análise de agrupamento das espécies de *Manilkara*, acompanhado do teste de permutação Monte Carlo = 0,80 (com 2.000 replicações, $\alpha = 1\%$). Abreviaturas: **Mbinden**: *Manilkara bidentata*; **Mcavalc**: *M. cavancatei*; **Mdardan**: *M. dardanoi*; **Mdecresc**: *M. decrescens*; **Melata**: *M. elata*; **Mhuberi**: *M. huberi*; **Mlongifo**: *M. longiflora*; **Mmaxima**: *M. maxima*; **Mmultifi**: *M. multifida*; **Mparaens**: *M. paraensis*; **Mrufula**: *M. rufula*; **Msalzmar**: *M. salzmannii*; **Mtriflora**: *M. triflora*. A reta perpendicular vermelha – valor mínimo de similaridade.



MANUSCRITO 4

Seleção de *primers* ISSR polimórficos para uso no estudo da diversidade genética de espécies de *Manilkara* Adans.

A ser enviado ao Periódico

***BRAZILIAN ARCHIVES
BIOLOGY AND TECHNOLOGY***



Seleção de *primers* ISSR polimórficos para uso no estudo da diversidade genética de espécies de *Manilkara* Adans.

Eduardo Bezerra de Almeida Jr.¹, Iêda Ferreira de Oliveira², Carmen Sílvia Zickel³ & Reginaldo de Carvalho^{2,4}

¹ Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP 52171- 900, Recife, Pernambuco, Brasil; e-mail: ebaj25@yahoo.com.br

² Departamento de Biologia, Área de Genética, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP 52171- 900, Recife, Pernambuco, Brasil;

³ Departamento de Biologia, Área de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP 52171- 900, Recife, Pernambuco, Brasil;

⁴e-mail: reginaldo.ufrpe@gmail.com

Resumo. Este estudo teve como objetivo testar a eficiência dos primers ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) e listar quais os mais informativos na geração de bandas para uso em estudos de diversidade genética do gênero para ampliar o conhecimento das espécies através de estudos moleculares. Após testes prévios, foram selecionadas três espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste do Brasil (*M. rufula*, *M. salzmannii*, *M. dardanoi*) para amplificação via PCR, seguindo protocolos estabelecidos, e averiguar a geração de bandas polimórficas. Os primers 844, 853, 855, 856 e 857 amplificaram bandas de melhor qualidade, contabilizando uma maior quantidade de bandas polimórficas. Os dados preliminares obtidos apresentaram-se informativos para *Manilkara* podendo ser utilizados em projeto de programas de conservação das espécies.

Palavras-chave: Conservação, ISSR, *Manilkara*, marcadores moleculares

Introdução

A diminuição das populações vegetais tem gerado uma alteração ambiental que vem contribuindo para a perda gradativa da variabilidade genética e até a modificação na estrutura genética devido às alterações no fluxo gênico da população remanescente, afetando principalmente a capacidade reprodutiva dos indivíduos (Azevedo, 2007), gerada pela exploração predatória. Zucchi (2002) acrescentou que o declínio na variação genética pode limitar o potencial evolucionário da espécie, levando essas populações a extinção diante das mudanças ambientais.

Nesse processo de degradação e perda da biodiversidade, a família Sapotaceae, particularmente o gênero *Manilkara*, devido a exploração quanto ao uso da madeira, do látex e até pelo reduzido número de indivíduos na população, possui no Brasil 12 espécies em vias de extinção, sendo nove com registro no Nordeste, segundo listagem da IUCN (2009). O aumento de famílias e espécies que compõem a lista de espécies ameaçadas deve-se a destruição acelerada dos ecossistemas brasileiros, principalmente, o bioma Atlântico e Amazônico, que apresentam grande diversidade de *Manilkara*.

Apesar das diversas metodologias disponíveis para detecção do polimorfismo genético, poucos têm sido os trabalhos referentes a estudos genéticos da família Sapotaceae. Informações a respeito da diversidade genética intra e interespecífica constituem-se como uma importante ferramenta no estudo da preservação de espécies em processo de diminuição da população (Ferreira & Grattapaglia, 1998). Essas informações são úteis para estudos filogenéticos e evolutivos, além de permitir um melhor gerenciamento do “pool” gênico, bem como a conservação e a seleção dos recursos genéticos (Gepts, 1993). Os estudos moleculares desenvolvidos com espécies arbóreas analisaram os impactos da atividade extrativista e possibilitaram a definição de estratégias de manejo adequadas, permitindo a conservação de uma maior diversidade gênica.

Dentre os estudos moleculares que auxiliam os estudos taxonômicos, os marcadores moleculares comportam-se, em alguns casos, como ferramentas eficazes por detectarem o polimorfismo diretamente ao nível do DNA, não sofrendo influência ambiental, sendo independentes do estágio de desenvolvimento da planta (Ferreira & Grattapaglia, 1998). Com base nesse polimorfismo, tem sido possível fazer inferências sobre as relações entre o genótipo e o fenótipo dos indivíduos.

Azevedo et al. (2008) avaliaram espécies de *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier para verificar a existência de estruturação genética matrilinear. Foi detectada a existência de

estruturação genética significativa, indicando dispersão de sementes restrita e a necessidade de manutenção de grandes áreas de floresta primária para garantir a sobrevivência de maior número de subpopulações (Azevedo et al. 2008), ou seja, faz-se necessária um distanciamento maior entre as espécies, por serem espécies clímax e apresentarem dispersão por gravidade.

Nesse contexto, o marcador molecular ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) tem sido utilizado com bastante sucesso para revelar o polimorfismo molecular em diversas espécies vegetais (ver Pissard et al., 2006; Azevedo et al. 2008), sendo considerados como um dos marcadores amplamente variáveis devido a grande ocorrência e distribuição no genoma (Ellegren, 2004). O presente estudo tem como objetivo de selecionar e avaliar a eficiência de primers ISSR na geração de bandas polimórficas em diferentes espécies de *Manilkara*, para usos em estudos futuros de diversidade genética no gênero.

Material e Métodos

Material vegetal

O DNA foi isolado utilizando cerca de 50 mg de folhas de exsiccatas e/ou material coletado, recentemente, desidratado em sílica gel, e conservado até o início da extração. Foram utilizados material foliar das 12 espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste do Brasil, além de amostras de *Manilkara huberi* (C. Dick 106, 11/IV/1992, Manaus, AM – INPA). Para algumas espécies foram utilizadas apenas material proveniente de herbário; para outras foi utilizado tanto material proveniente de amostras de exsiccatas quanto de espécimes coletadas em viagens de campo (Tabela 1).

Extração e quantificação de DNA genômico

O isolamento do DNA foi realizado segundo o protocolo de Ferreira & Grattapaglia (1998), com modificações feitas por Silva (2009), através da adição de 10% do volume (~50 µl) de tampão de precipitação (CTAB 10%) na amostra, após a transferência das três alíquotas de 180 µl da fase aquosa (sobrenadante) para o novo microtubo.

A quantificação do DNA genômico foi estimada através de eletroforese em gel de agarose 0,8% coradas com SYBR Gold 1X (Invitrogen) utilizando um marcador de concentração molecular λ-DNA e foto-documentada com câmera digital.

Amplificação de DNA

Um conjunto de 35 *primers* (UBC) (Tabela 2), obtidos do Laboratório de Biotecnologia da Universidade de British Columbia, foi testado para amplificação via PCR, em três espécies de *Manilkara* (*M. rufula*, *M. salzmannii* e *M. dardanoi*), selecionadas por serem coletas recentes e apresentarem melhor qualidade de DNA.

Tabela 1 – Espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste do Brasil, utilizadas nas análises moleculares. *Espécies selecionadas para amplificação.

Espécie	Data de coleta	Coletor e Local de coleta	Herbário
<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	12/I/1985	C.S. Rosário & J. Ubiratan 756, Oriximiná, PA	SP
<i>Manilkara cavalcantei</i> Pires & W.A. Rodrigues ex T.D. Penn.	14/III/2006	F.S. Santos-Filho 955, Ilha Grande, PI	PEUFR
<i>Manilkara dardanoi</i> Ducke*	14/VII/2007	E.B. Almeida Jr. & P.B. Lima 834, Barreiros, PE	PEUFR
<i>Manilkara decrescens</i> T.D. Penn.	30/VI/2000	F. Juchum et al. 40, Ilhéus, BA	CEPEC
<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.	24/IX/2006	R.M.Valadão et al. 50, Ituberá/ Gapiúna, BA	ALCB
<i>Manilkara longifolia</i> (A. DC.) Dubard.	8/VII/1980	I.A.S. 172, Linhares, ES	UEC
<i>Manilkara maxima</i> T. D. Penn.	25/I/2006	C.M. Menezes 339, Mata de São João, BA	HUEFS
<i>Manilkara multifida</i> T.D. Penn.	19/X/1999	S.S.Lima et al. 122, Santa Cruz de Cabralia, BA	ALCB
<i>Manilkara paraensis</i> (Huber) Standl.	12/X/1959	M. Kuhlmann & S. Jimbo 347, Belém, PA	UEC
<i>Manilkara rufula</i> (Miq.) H.J. Lam*	11/XI/2007	E.B.Almeida Jr et al. 875, Gravatá, PE	PEUFR
<i>Manilkara salzmannii</i> (A. DC.) H.J. Lam*	28/III/2007	E.B.Almeida Jr. et al. 785, Ipojuca, PE	PEUFR
<i>Manilkara triflora</i> (Allemão) Monach.	11/III/2007	F.S.Santos-Filho 665, Luis Correia, PI.	PEUFR

As amplificações do DNA genômico foram realizadas em um termociclador PTC 100 (MJ Research, Waltham, Mass). Cada reação possuía um volume total de 25µl, composta por 2,5 µl de tampão 10x para Taq DNA polimerase, 1,8 mM de MgCl₂, 0,3 mM de cada dNTP, 200 pmol de cada iniciador, 1 U de Taq DNA polimerase (Fermentas) e 20 ng de DNA molde de cada indivíduo.

Os primers utilizados para a amplificação do(s) DNA(s) estão listados na Tabela 2. As condições de amplificação foram realizadas em ciclos: iniciando com a desnaturação a 96°C

por 1 minuto e 35 ciclos a 94°C por 30 segundos; 55°C por 30 segundos e 72°C por 1 minuto e 20 segundos, finalizando com um passo de extensão a 72°C por 5 minutos.

Os produtos das ampliações foram visualizados através de eletroforese em gel de agarose 1,5% corados com SYBR Gold 1X (Invitrogen) em tampão TBE 1x, a 120V, com corrida de 60 minutos. Os fragmentos foram identificados pela comparação com padrões conhecidos do marcador de peso molecular DNA Ladder 1 kb (Fermentas).

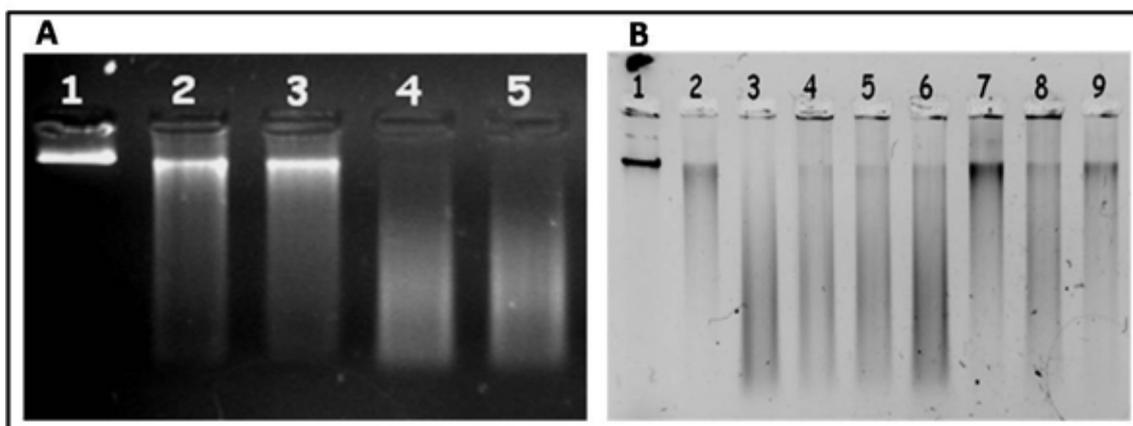
Tabela 2 – Lista com todos os primers utilizados nas análises das espécies de *Manilkara* ocorrentes no Nordeste do Brasil. *primers mais informativos.

Primer	Sequência	Primer	Sequência
807	AGAGAGAGAGAGAGAGT	840	GAGAGAGAGAGAGAGAYT
808	AGAGAGAGAGAGAGAGC	841	GAGAGAGAGAGAGAGAYC
809	AGAGAGAGAGAGAGAGG	842	GAGAGAGAGAGAGAGAYG
810	GAGAGAGAGAGAGAGAT	843	CTCTCTCTCTCTCTRA
811	GAGAGAGAGAGAGAGAC	844*	CTCTCTCTCTCTCTRC
812	GAGAGAGAGAGAGAGAA	845	CTCTCTCTCTCTCTTRG
815	CTCTCTCTCTCTCTCTG	846	CACACACACACACACART
817	CACACACACACACACAA	847	CACACACACACACACARC
818	CACACACACACACACAG	848	CACACACACACACACARG
819	GTGTGTGTGTGTGTGTA	849	GTGTGTGTGTGTGTGTYA
823	TCTCTCTCTCTCTCTCC	850	GTGTGTGTGTGTGTGTYC
826	ACACACACACACACACC	851	GTGTGTGTGTGTGTGTYG
827	ACACACACACACACACG	852	TCTCTCTCTCTCTCTCRA
828	TGTGTGTGTGTGTGTGA	853*	TCTCTCTCTCTCTCTCRT
830	TGTGTGTGTGTGTGTGG	855*	ACACACACACACACACYT
834	AGAGAGAGAGAGAGAGYT	856*	ACACACACACACACACYA
835	AGAGAGAGAGAGAGAYC	857*	ACACACACACACACACYG
836	AGAGAGAGAGAGAGAGYA		

Resultados

A extração de DNA apresentou resultados distintos de acordo com a origem e o tempo de conservação do material foliar utilizado. As amostras de folhas de coletas recentes, que foram desidratadas e acondicionadas em sílica gel, tiveram seu DNA isolado e apresentaram

alta qualidade e peso molecular (Figura 1A). Algumas amostras, porém, apresentaram-se na forma de ‘rastros’ mais ou menos intenso, caracterizando uma qualidade intermediária dessas amostras (Figura 1A e 1B). A presença de rastro observada em algumas amostras ocorreu, provavelmente, devido à formação de produtos inespecíficos.



Figuras 1. DNA extraído pelo método CTAB 2% em folhas de coletas recentes. **A** - isolamento do DNA de tecido foliar considerado de alta qualidade: 1- DNA - λ a 100 ng; 2 e 3- *M. rufula* (E.B. Almeida Jr et al. 875); 4 e 5- *M. triflora* (F.S.Santos-Filho 665). **B** - isolamento do DNA de tecido foliar considerado de qualidade intermediária: 1- DNA - λ a 100 ng; 2- *M. rufula* (E.B. Almeida Jr. et al. 875); 3- *M. triflora* (Santos-Filho 665); 4- *M. salzmannii* (E.B. Almeida Jr. et al. 785); 5- *M. salzmannii* (E.B. Almeida Jr. 456); 6- *M. rufula* (M.J. Campelo et al. 78); 7- *Manilkara dardanoi* (E.B. Almeida Jr. & P.B. Lima 856); 8- *M. salzmannii* (E.B. Almeida Jr. & M.C. Abreu 839); 9- *Manilkara dardanoi* (E.B. Almeida Jr. & P.B. Lima 834).

Quanto a extração de DNA realizada com material de exsiccatas, não foi obtido qualidade e não teve seu DNA isolado (Figura 2), apresentando-se muito fragmentado, por serem amostras de folhas secas e armazenadas a mais de 10 anos.

Do total de 35 primers testados, 18 foram pré-selecionados para geração de bandas polimórficas e cinco apresentaram-se mais informativos. O número de banda por primer variou entre três (UBC 852), oito (UCB 855), nove (UBC 853), 10 (UCB 856), 13 (UCB 857) e 15 (UBC 844). Na figura 3 podem ser observados os perfis eletroforéticos dos fragmentos gerados pelos primers UBC 852, 853, 855, 856 e 857. Os fragmentos variaram de tamanho entre 200 a 1100 pares de base.

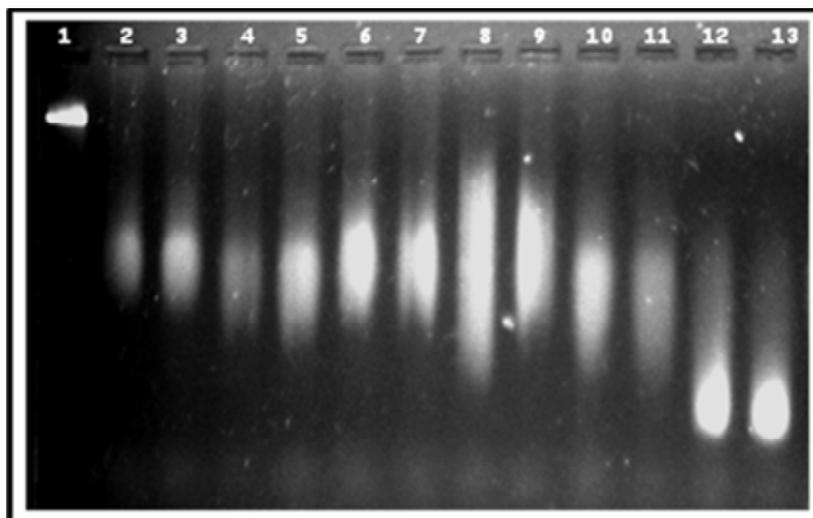


Figura 2. DNA extraído pelo método CTAB 2% de material foliar proveniente de exsiccatas. 1- DNA - λ a 100 ng; 2 a 13 - amostras das espécies de *Manilkara* spp.

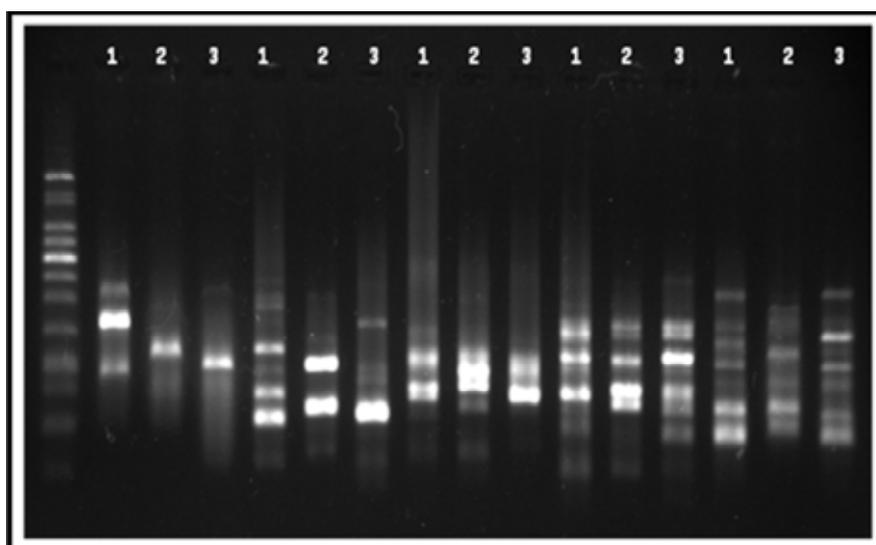


Figura 3. Perfis eletroforéticos dos fragmentos gerados, respectivamente, pelos primers UBC 852, 853, 855, 856 e 857, em cada uma das três espécies de *Manilkara*. Legenda: 1- *M. rufula*, 2 - *M. salzmannii*, 3 – *Manilkara dardanoi*.

Discussão

A seleção de primers testados contribuirá para estudos que visam caracterizar e conservar a diversidade genética do gênero *Manilkara* para o qual, os dados moleculares ainda são bastante escassos. Neste estudo, a técnica de ISSR foi utilizada na seleção de primers polimórficos para utilização posterior no entendimento da diversidade genética das

espécies e/ou solucionar questões controversas em relação a sua taxonomia. Os marcadores ISSR mostraram-se um método multi-locus eficaz (Yao et al., 2007), por produzir bandas mais confiáveis e reprodutíveis por causa da maior sequência de primers (Tsumura et al., 1996; Nagaoka & Ogihara, 1997).

Azevedo et al. (2008) avaliaram a diversidade genética de *M. huberi*, espécie dominante no bioma Amazônico, que revelaram polimorfismo haplotípico, contribuindo com dados sobre a diversidade das populações dessa espécie nas áreas de floresta Amazônica. Nos estudos realizados com a espécie *Oxalis tuberosa* e com *Apostichopus japonicus* (pepino do mar), a estimativa da diversidade genética com o uso de primers ISSR forneceram resultados importantes para estudos taxonômicos (Yao et al., 2007; Malice et al., 2007). Rossato et al. (2007) também testaram os marcadores ISSR na caracterização molecular de palmeiras do gênero *Butia* spp. e apontaram a eficiência de quatro primers que confirmaram a separação taxonômica das espécies que agruparam as amostras das populações testadas.

Contudo, como a amplificação via PCR depende de um DNA de boa qualidade ou de material com amostras menos fragmentada, isso foi obtido apenas nas espécies que foram coletadas recentemente, ficaram armazenadas em sílica gel e que tiveram os DNA's extraídos dias ou meses após a coleta. Os marcadores UBC 852, 853, 855, 856 e 857 foram considerados como informativos para o gênero. Outro fato observado deve a utilização de DNA degradado em reações de PCR que pode ocasionar a não amplificação dos produtos correspondentes a cada iniciador. Todavia, neste caso, pode não significar ausência da região gênica, mas alteração no local de anelamento dos primers.

Savolainen et al. (1995) já apontavam essa dificuldade em extração de DNA de exsicatas, apesar de comentar sobre a necessidade do uso de material de herbário devido a difícil obtenção de material vivo de algumas espécies raras ou endêmicas. Apesar das tentativas de extração de DNA, as folhas rígidas *Manilkara* necessitam de mais tempo de estufa para ficarem secas. Esse maior tempo (ca. de 72h) sob alta temperatura (ca. de 60°C) contribui para a degradação do DNA. (K. Proite, comunicação pessoal), além disso, o material com mais de 10 anos de armazenamento também contribui para a degradação do DNA.

A partir dessa seleção prévia de primers ISSR, estudos de diversidade taxonômica poderão ser realizados através do método de agrupamento estatístico para gerar dendrograma de similaridade. Podendo esclarecer alguns pontos taxonômicos a partir do sequenciamento dos produtos de amplificação gerados, possibilitando assim o desenvolvimento de estudos relacionados a diversidade molecular das espécies, permitindo subsidiar estratégias e

planejamento para execução de programas de conservação da variabilidade genética destas espécies.

Literatura Citada

- Azevedo, V.C.R.** 2007. Desenvolvimento e aplicações de microssatélites, análise de cpDNA e modelagem computacional para estudos da estrutura e dinâmica genética de maçaranduba – *Manilkara huberi* (Ducke) Chev. Sapotaceae. Tese de Doutorado. Brasília: Universidade de Brasília.
- Azevedo, V.C.R.; M. Kanashiro; D. Grattapaglia & A.Y. Ciampi.** 2008. Variabilidade no cpDNA em *Manilkara huberi*, espécie sob manejo sustentável na Amazônia brasileira. *Revista Agropecuária Brasileira*. 43(7): 859-867.
- Ellegren, H.** 2004. Microsatellites: Simple sequence with complex evolution. *Nature Reviews Genetics* 5: 435-445.
- Ferreira, M.E. & D. Grattapaglia.** 1998. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 3. ed. Brasília: EMBRAPA/CENARGEN, 220p.
- Gepts, P.** 1993. The use of molecular and biochemical markers in crop evolution studies. *Evolution Biology* 27: 51–94.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature.** 2009. The 2009 IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.redlist.org>. Consultado em: 10/06/2009.
- Malice, M., N. Martin, A. Pissard, J. A. Rojas-Beltran, A. Gandarillas, P. Bertin & J. P. Baudoin.** 2007. A preliminary study of the genetic diversity of Bolivian oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) varieties maintained in situ and ex situ through the utilization of ISSR molecular markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 685-690.
- Nagaoka, T. & Y. Ogihara.** 1997. Applicability of inter-simple sequence repeat polymorphisms in wheat for use as DNA markers in comparison to RFLP and RAPD markers. *Theoretical and Applied Genetics* 94: 597-602.
- Pissard, A., M. Ghislain & P. Bertin.** 2006. Genetic diversity of the Andean tuber-bearing species, oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), investigated by Inter-Simple Sequence Repeats. *Genome* 49:8–16.
- Pennington, T.D.** 1990. Sapotaceae. In *Flora Neotropica*. The New York Botanical Garden, New York. v.52. 770p.

- Pollito, P.A.Z.** 2004. Dendrologia, anatomia do lenho e “status” de conservação das espécies lenhosas dos gêneros *Cinchona*, *Croton* e *Uncaria* no estado do Acre, Brasil. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Piracicaba, SP. 181p.
- Rossato, M., R.L. Barbieri, A. Schäfer & J. Zacaria.** 2007. Caracterização molecular de populações de palmeiras do gênero *Butia* do Rio Grande do Sul através de marcadores ISSR. *Magistra* 19(4): 311-318.
- Silva, C.J.D.** 2009. Caracterização genética de cajazeiras (*Spondias mombin* L.) (Anacardiaceae) por meio de marcadores moleculares. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas, UFRPE, Recife.
- Savolainen, V., P. Cuénoud, R. Spichiger & M. D. P. Martinez.** 1995. Crèvecoeur, M. & Manen, J.F.. 1995. The use of herbarium specimens in DNA phylogenetics: evaluation and improvement. P1. *Syst. Evol.* 197:87-98.
- Tsumura, Y., K. Ohba & S. H. Strauss.** 1996. Diversity and inheritance of inter-simple sequence repeat polymorphisms in Douglas-r (*Pseudotsuga menziesii*) and Sugi (*Cryptomeria japonica*). *Theoretical and Applied Genetics* 92: 40-45.
- Vijayan, K. & S.N. Chatterjee.** 2003. ISSR profiling of indian cultivar of mulberry (*Morus* spp.) and its relevance to breeding programs. *Euphytica*, 131: 53-63.
- Yao, B., X. Hu, Z. Bao, W. Lu & J. Hu.** 2007. Genetic variation in two sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) stocks revealed by ISSR markers. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 25(1): 91-96.
- Zucchi, M.I.** 2002. Análise da estrutura genética de *Eugenia dysenterica* DC. utilizando marcadores RAPD e SSR. Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Piracicaba, SP. 130p.

ANEXOS

NORMAS DOS PERIÓDICOS

SYSTEMATIC BOTANY
CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS
 August 2009

Check items (X = done; 0 = n.a.), rename file (e.g., Smith Checklist.doc),
 and submit with manuscript

I. General Instructions

Membership in ASPT is required for at least one author from date of manuscript submission through to publication. Not a member? Contact the ASPT Business Office to join now (aspt@uwo.edu).

Consult current issues for guidance on format.

Read Information for Authors on inside back cover of most recent issue or the web site.

Double-space throughout. Do not justify right margin. Either American or international spelling is acceptable.

Use line numbering on initial submission to facilitate reviews of electronic manuscripts (do not use on revised manuscripts submitted for final acceptance).

Font formatting in manuscript corresponds to that used in the journal (e.g., *italics* for genus and species names; LARGE AND SMALL CAPITALS for primary headings and short title on title page; ***Bold Italics*** for second level headings, etc.).

Do not italicize common Latin words or phrases (e.g., et al., i.e., sensu, etc.).

Include surname(s) of author(s) and page number as a header on all manuscript pages.

Assemble manuscript in this order: 1) Title page, 2) Abstract page, 3) Text, 4) Literature Cited, 5) Tables, 6) Appendices, if any, 7) Figure legends, 8) Figures.

II. Title Page (Page 1)

Running head 6-8 lines below top of page, in all capital letters, no italics, and right justified. Include author(s) surname(s), colon, and a short title (total characters including spaces must not exceed 70).

Center title, in upper and lower case, bold. Omit authors of scientific names. Include family in parentheses unless the genus is the type for the family.

Below title, list all author names in bold upper and lower case in one centered paragraph. Author names are followed by author addresses starting on next line. Each address is a separate, centered paragraph. Addresses are written out in full without abbreviation. Include country in address, including those in the U.S.A.

Use superscript numbers following author names and preceding addresses to associate each author and the appropriate address. Commas between author names precede superscripts. Example- John J. Jones,^{1,3} Amy A. Anderson,² and Steve S. Staley¹. Superscript number(s) following author(s) name(s) are also used to indicate any new addresses. New addresses are numbered sequentially *after* all author primary addresses.

Author for correspondence may be designated using a superscript number. The "Author for correspondence" follows on a new line following author addresses and should be the final superscript number used. Include email address in parentheses.

III. Abstract Page (Page 2)

Abstract must be one paragraph and begins with the word "Abstract" followed by a dash. For example, ***Abstract***—Morphology and molecular data....

Do not cite references, taxonomic authorities, or use abbreviations in the abstract.

Be concise (usually not more than 200 words), but include brief statements about the paper's intent, materials and methods, results, and findings.

Include all new taxonomic names and new combinations, in boldface.

Below abstract, as a separate paragraph, include up to six non-title keywords (or short phrases such as 'adaptive radiation') in alphabetical order, separated by commas, and with a period following the final term. This section should begin with 'Keywords' in bold italics. The keywords themselves should not be in bold. For example, ***Keywords***—Adaptive radiation, chloroplast DNA, nuclear nitrate reductase gene, phylogeography, *Ulmus*.

IV. Text (Page 3, etc.)

Cite each figure and table in the text. Organize text, as far as possible, so that they are cited in numerical order. Use "Figure" only to start a sentence; otherwise, "Fig." or "Figs."

Use these abbreviations without spelling out or punctuation: hr, min, sec, yr, mo, wk, d, diam, m, cm, mm, µm; designate temperature as 30°C.

Write out other abbreviations first time used in the text; abbreviate thereafter. "Transmission electron microscopy (TEM) was used...."

Numbers: Write out one to nine unless a measurement or in taxonomic descriptions (e.g., four samples, 3 mm, 35 sites, 6 yr). Use 1,000 instead of 1000; 0.13 instead of .13; % instead of percent.

If three or more words are joined by a conjunction, use a comma after each word except the last. Example - red, black, and white.

Each reference cited in the text must be listed in Literature Cited section, and vice versa.

Literature citations in the text are as follows:

One author- Jones (1990) or (Jones 1990). No comma is used.

Two authors- Jones and Jackson (1990) or (Jones and Jackson 1990). No comma is used.

Three or more authors- Jones et al. (1990) or (Jones et al. 1990). No comma is used.

Multiple references for same author- Jones (1990, 1994) or (Jones 1990, 1994).

Jones and Smith (in press) or (Jones and Smith, in press)

J. Jones (unpubl. data); J. Jones (in mss.); (J. Jones, pers. obs.); or J. Jones (pers. comm.)

Within parentheses, use a semicolon to separate different types of citation (Fig. 4; Table 2) and (Felix and Smith 1988; Jones and Anderson 1989). Cite several references within parentheses by year, with the oldest one first.

Main headings are large and small capital letters and centered on one line. The following are typical main headings: MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, TAXONOMIC TREATMENT (no Introduction, Conclusion, or Summary sections). Summary or conclusions must be incorporated in discussion.

Second level headings are ***Bold Italics*** with normal indentation. Capitalize first letter of each word. Headings are followed by a dash.

Third level headings are LARGE AND SMALL CAPITALS followed by a dash, with normal indentation.

Taxonomic authorities should be cited for all taxon names at generic rank and below at their first usage in the text, or referenced in a table.

ACKNOWLEDGEMENTS follows discussion section. Style is same as third level heading - the paragraph begins with ACKNOWLEDGEMENTS in large and small capitals followed by a dash, indent first line.

V. Taxonomic Treatment

For nomenclatural matter (i.e., synonymy, typification) use one paragraph per homotypic

basionym (see recent *Systematic Botany* or *Regnum Vegetabile* 58:39-40. 1968). Heterotypic basionyms are in separate paragraphs.

New names and new combinations should be in bold (not italicized). All other names of accepted taxa should be in large and small capitals (not italicized). Names of synonyms are italicized in upper and lower case.

Use *Authors of Plant Names* (Brummitt and Powell 1992, Royal Botanic Gardens, Kew) for authors of botanical names. Authors should be given the first time a name is mentioned, or alternately in a table where all relevant names are listed (e.g., table of voucher specimens).

References cited only as part of nomenclatural matter and not elsewhere are not included in literature cited; use TL-2 for abbreviations.

Use *Index Herbariorum* acronyms for designations of herbaria.

If specimens are cited, use the following forms:

TYPE: MEXICO. Nuevo León: 24 km S of San Roberto Jct., 26 Sep 1970, *Turner 6214* (holotype: TEX!; isotype: UC!).

Representative Specimens Examined. U.S.A. Michigan: Lapeer Co., along Flint River, 1.5 mi NE Columbiaville, 5 Jul 1955, *Beal s.n.* (NCSC). Ohio: Wood Co., just W Scotch ridge, 7 Jun 1955, *Beal 1073* (US).

Each country begins a new paragraph.

Descriptions of new taxa (species and below) should include the following: 1) an illustration (line drawing) clearly showing the diagnostic characters, 2) a comparison with related (or sympatric, or similar) taxa in a dichotomous key or table, and 3) a discussion of the characteristics, ecology, geography, or reproductive biology, etc. that are the basis for its distinctiveness.

Abbreviate subspecies as subsp.

VI. Literature Cited

(Continue page numbering, include in same file as text. Not a separate file.)

Verify all entries against original sources, especially journal titles, volume and page numbers, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English. Capitalize all nouns in German.

Cite references in strict alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multiauthored works by same senior author, regardless of date. Of those multiauthored works, 1) references with two authors precede all other multiauthored works and are listed in alphabetical order, and 2) references with three or more authors are listed in alphabetical order of

authors, regardless of the number of authors involved.

List works by the same author(s) chronologically, beginning with earliest date of publication.

Write out all authors' names, even if the first author is the same for succeeding citations. "In press" citations must have been accepted for publication and the name of the journal or publisher included.

Insert a period and space after each initial of an author's name.

Leave one space between the colon following the volume number and the page number(s).

Write out journal titles in full using italics font. **Do not** use abbreviations.

Write author's names in upper and lower case. Citations should be in the format:

Authors. Year. Title. Pp. no.-no. in *Book title*, ed. Editor. City: Publisher.

Examples of various citations:

Kim, S.-C., D. J. Crawford, J. Francisco-Ortega, and A. Santos-Guerra. 1996. A common origin for woody *Sonchus* and five related genera in the Macaronesian islands: molecular evidence for extensive radiation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 93: 7743-7748.

Specht, C. D. and D. W. Stevenson. In press. A new generic taxonomy for the monocot family Costaceae (Zingiberales). *Taxon*.

Smith, C. F. 1998. *A flora of the Santa Barbara region, California*. Ed. 2. Santa Barbara: Santa Barbara Botanic Garden.

Nooteboom, H. P. 2003. Symplocaceae. Pp. 443–449 in *The families and genera of vascular plants* vol. 6, ed. K. Kubitzki. Berlin: Springer Verlag.

Swofford, D. L. 1998. PAUP* Phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods), v. 4.0 beta 10. Sunderland: Sinauer Associates.

Bauml, J. A. 1979. *A study of the genus Hymenocallis (Amaryllidaceae) in Mexico*. M.S. thesis. Ithaca, New York: Cornell University.

DO NOT USE TABS TO MAKE HANGING INDENTS. Use paragraph formatting command.

VII. Tables and Appendices (Continue page numbering, include in manuscript file following literature cited.)

Each table must start on a separate page, double-spaced.

Include tables in manuscript file, use page or section breaks and landscape layout as necessary to

fit the table on the page. Use legal-size paper if necessary to allow adequate margins.

The title should be indented and begin with the word TABLE (large and small caps.) and number (in Arabic) followed by a period.

Do not use footnotes; instead, add notes to the end of the table caption.

Do not use vertical lines in tables.

DO NOT use tabs or spaces to align columns. Use the table building and formatting tools in your word processing package.

Lists of voucher specimens, GenBank numbers, character lists, and any material that is long enough to disrupt the readability of the manuscript should be an appendix, not a table.

VIII. Figure Legends (Continue page numbering, include in same file as text. Not a separate file)

Double-space legends and group them according to figure arrangements. Quadruple space between groups. Do not use a separate page for each group.

Type legends in paragraph form, starting with statement of inclusive numbers:

FIGS. 3-5. Seeds of orchids. 3. At germination. 4. 2 wk after germination. 5. Seedlings.

FIG. 6. *Ipomopsis spicata* subsp. *robruthii*. A. Habit. B. Flower.

IX. Preparation of Illustrations

Important: Illustrations are either black and white half-tones (photographs), drawings, or graphs. Authors must pay costs for color illustrations.

Prepare illustrations using professional standards. Lines should meet in sharp corners without inappropriate gaps or irregularities, Latin plant names should be italicized, letters and objects should be sharp and not evidently pixellated. Proofread figures carefully. They are the most difficult part of the paper to revise on short notice, or in proof. Printer will not edit or otherwise alter digital figure files in any way.

Final figures should be submitted as tiff files. Line art (e.g., cladograms, botanical illustrations) **must** be at least 1200 pixels per inch (473 pixels per cm). Photographs (grayscale or color) **must** be a minimum of 350 dpi (138 pixels per cm). Images with mixed line art and grayscale **must** be at least 900 pixels per inch (473 pixels per cm). Be sure to check resolution when the figure is printed at the appropriate size for the journal.

Two widths are possible for figures: a full-page width figure is **177** mm wide, and a one-column width figure is **85** mm wide. Full page height is **240** mm (9.5 inches), but allow space for the caption if possible.

Files must be rasterized or scanned at the full resolution. Rasterizing at a low resolution and later re-saving at a higher resolution will NOT improve the image quality. If you are scanning a paper illustration, make sure the hardcopy is sharp and clear, and both it and the scanning glass are clean. Dust removal/image editing is the author's responsibility.

Color graphics **must** be CMYK mode (**not** RGB). For color graphics, the printer requires a hardcopy printout of the digital image that must match the digital file and show the colors as you want them to appear—submit this hardcopy with the digital images and the final manuscript.

Illustrations of highly magnified areas require a scale bar; a numerical magnification may also be included in the caption. Be sure to calculate magnification accordingly if reproduction is not at 100%.

Include a scale and references to latitude and longitude on each map.

Group several drawings to form a plate of drawings, in the same order as discussed in the text. If several photos are included, group them into one or more plates.

Be sure to save black and white images as grayscale or bitmap, not color (images saved as color take up **much** more memory).

Do not save layers! (in Photoshop, choose "Flatten Image" from the Layer menu).

Crop the image so the image extends from edge to edge - there should be **no** blank white margins.

Save as a tiff file using LZW compression (an option in Photoshop). (Do not use jpeg, which degrades images - line art is especially badly degraded in jpegs).

If you follow these recommendations, most illustrations will be small enough to email.

Consult with editor if uncertain whether image file will be acceptable.

X. Data

All sequences used as data must be deposited in one of the international nucleotide sequence databases,

preferably GenBank. Post-review final manuscript will not be accepted until sequence database accession numbers are included. Newly reported sequences **must** be documented by an herbarium specimen. Previously published sequences may cite the voucher or a literature reference where voucher information is given.

All data sets for phylogenetic analyses must be submitted to TreeBASE (<http://www.treeBASE.org>). A TreeBASE accession number (study number alone is acceptable) should be cited in the Materials and Methods section in the final version of the manuscript. For manuscript review, either submit the data file together with the manuscript (if data not yet in TreeBASE) or provide the name and P.I.N. of the author who submitted the data to TreeBASE. Referees will need this information to gain access to the submitted data sets.

Italicize the full name of a gene, e.g., *rbcL*, *matK*.

Representative photographic figures should be provided to document interpretations of isozymes/allozymes.

In addition to character state distributions, consistency index, and retention index (where appropriate), some measure of support for clades (e.g., bootstrap values, decay indices ["Bremer support"], jackknife, etc.) must be provided for phylogenetic analyses.

Indicate in Materials and Methods the percentage of data matrix cells scored as missing data.

When the data matrix is not part of the manuscript the data file or TreeBASE access information must be provided with submitted manuscript for use by reviewers.

Voucher specimens should be cited in an appendix to document sources of morphological and molecular data. Vouchers are herbarium specimens, not living plant accession numbers from botanical gardens or DNA tube numbers, etc.

Additional analyses or bulky non-cladistic data sets can be placed on the ASPT website as online supplemental material. Online posting should be used sparingly, and data and analyses essential to the conclusions in the paper should appear in the published manuscript unless the length is prohibitive. Online supplemental material should not duplicate materials available on TreeBASE, GenBank, or other online sources.

Materials for online posting should usually be pdf files. Data sets may be in Excel format, or formatted for an appropriate analytical program. Keep files under 1 MB if possible.

XI. Commentaries

Contributions to the Commentary Section may be submitted that discuss recent articles or current topics in systematics. These should be no more than five printed pages. In general, the format for longer articles should be followed.

An attempt will be made to solicit a "Counterpoint" view to be published immediately following the commentary to facilitate more timely discussion on topics of particular interest. The commentary author will receive the counterpoint text before final manuscript is submitted.

XII. What and Where to Submit

Before submission, have all coauthors read the manuscript critically.

Papers longer than 50 printed pages should be sent to Editor-in-Chief of Systematic Botany Monographs.

Initial Submission

All parts of the manuscript, including figures, must be included in *one single file*. Microsoft Word format is preferred; contact the Editor in Chief if you are unable to submit in Word format. Ensure that the manuscript file is free of hidden comments or tracked changes.

In initial submission for review, all figures should be inserted at the end of the manuscript in numerical order, separated by page breaks.

For review copy, keep manuscript file size down by using jpeg format and reduced pixel density for figures (keep good quality figure files for later submission of final revised manuscript). If possible, keep files under 3 MB.

File name must include the surname of the first author and date of submission (e.g., Clark20Nov02.doc)

Cover letter (in the form of an email message; a separate file is not necessary). This should include any special instructions, any address change during the next several months, and phone and fax number and email address for the corresponding author. Names, addresses, and email addresses of possible objective reviewers should also be included.

Submit cover letter, manuscript file, data file(s), and completed checklist (download file, complete, and save- file name: "surname checklist.doc") as email attachments to Editor-in-Chief at address below.

The author will receive an email message acknowledging receipt of the new submission. The manuscript will be forwarded to an Associate Editor for review.

Revised Manuscript

Final revised manuscript is submitted to the Associate Editor.

The revised manuscript file should include all parts of the paper (except figures) in one file. File name takes the form: "Clark MS02-80 Final.doc" [the manuscript number is assigned when a new manuscript is received]. The final version **must** be submitted as a word processing file. **Do not** send PDF files.

Please send digital illustration files to the Associate Editor along with information on software, platform, and version used to create them. Files may be sent on CD, by email, or (if too large for email) by online file-transfer services such as www.dropload.com or www.yousendit.com. If files are too large for email, you may send compressed files to the Associate Editor for checking, then send the final tiff files directly to the Editor in Chief. File names for figures include author surname, manuscript number, and figure number (e.g., "Clark MS02-80 Fig 1.tif").

For color illustrations, please also submit one set of high quality hard copy images (protected, for example between cardboard, to the Editor-in-Chief (see IX above).

Proofread figures carefully. They are the most difficult part of the paper to revise on short notice, or in proof. Editors and publisher **cannot** edit figures - author must provide revised files. The full cost of illustration changes in proof will be billed to the author.

Send manuscript file and electronic figure files to Associate Editor as email attachments. Please remember to remove line numbering, remove figures from manuscript file, include final TreeBASE study number, and update information for "in press" citations.

Final revised manuscripts requiring significant editing by the Managing Editor to conform to Syst. Bot. style will be returned to authors causing significant delay in publication.

Proofs and reprint order forms are sent to authors via email attachment as PDF files. Authors send corrected proof to Managing Editor and reprint orders to printer. Authors should make only necessary changes in proof. There is a mandatory charge for more than five changes made in proof.

Cover Illustrations

Authors of accepted manuscripts may submit illustrations relevant to their manuscript to be considered for the cover as digital files directly to the Managing Editor for consideration. Cover illustrations should be square, a minimum of 750 x 750 pixels (8-bit color in CMYK or 8-bit grayscale for black and white photographs) or 2250 x 2250

pixels (black and white line drawings). The name of the species, family, manuscript author names, and manuscript number should be included with the file. Permission of copyright holders is required for any files submitted.

Submit manuscripts to
systbot@gmail.com

Note: All manuscript submissions (electronic, paper) are promptly acknowledged via email. If you do not receive an acknowledgement you should inquire to be sure it was received!

Questions? Contact the Editorial Office:
systbot@gmail.com

Submit manuscripts to systbot@gmail.com

Note: All manuscript submissions (electronic, paper) are promptly acknowledged via email. If you do not receive an acknowledgement you should inquire to be sure it was received!

Questions? Contact the Editorial Office:
systbot@gmail.com

Diversity and Distributions

A Journal of Conservation Biogeography

has five main categories of articles: -

1. Biodiversions. These are editorial items solicited directly by the Editor. Unsolicited material will not normally be considered. If you have an idea for such a contribution (up to 2000 words), please contact the Editor, who will provide you with the necessary guidance for submission.

Manuscript preparation and submission

Diversity and Distributions requires online submission of manuscripts at <http://mc.manuscriptcentral.com/ddi>. Submission online is an intuitive, step-by-step process. By submitting online, you will benefit from quicker peer-review, web-based manuscript tracking, online reviewing and faster response. You will need your manuscript and figures in a digital format. When submitting, authors should upload a single file that contains all text (including a short running title, references, tables, figure captions and appendices) and figures, which should be embedded into the document. A PDF file will then automatically be created for reviewing purposes. Full instructions and support for authors can be found at the Site. To use the Site you will need a user ID and password. Go to the Journal's submission homepage (<http://mc.manuscriptcentral.com/ddi>) and click 'Create a new account' if you have not registered before, or click 'Check for existing account' if you have submitted online or reviewed online before for the Journal (or if you have forgotten your details). If you at any time experience difficulty with your online submission, please contact the Editorial Assistant at ddi@sun.ac.za.

Contributing authors are requested to submit, at the time of submission of their manuscripts, a list of at least five persons that they consider well qualified to review the submitted work (e-mail addresses should be included). The list should NOT include any current or recent collaborators in work that is closely related to the topic of the submitted paper, or any persons within the same organization as any of the authors of the submitted work.

All enquiries should be directed to:

Prof. David M. Richardson
Centre for Invasion Biology (CIB)
Science Faculty
University of Stellenbosch
Private Bag X1
Matieland 7602
South Africa
Tel: +2782 902-9024
Fax: +2721 808-2995
E-mail: rich@sun.ac.za
CIB website: www.sun.ac.za/cib

Pages and lines should be numbered to aid cross-referencing (in MSWord, go to "Page Setup" then "Layout"; select "Line numbers"; click on "Add line numbers" and select "continuous").

Only papers written in English will be accepted. The journal cannot provide detailed editing of manuscripts to correct English. Where necessary, authors should have their manuscripts checked by a native English speaker before submitting their work.

Abbreviations and units

SI units (metre, kilogram, etc.) are essential. Statistics and measurements should be given in figures, i.e. 10†mm, except where the number begins the paragraph. When the number does not refer to a unit of measurement, it is spelt out, except where the number is greater than 10. A list of preferred abbreviations and naming conventions is available [here](#).

Tables

Tables must be positioned on separate sheets and numbered consecutively (Table 1, Table 2, etc.). Column headings should be brief: with units of measurement in parentheses. Tables should be typed as text, using 'tabs' (not spaces) to align columns. The use of table editors should be avoided. Do not use graphics software to create tables.

Methods

Please ensure that this section is entitled 'METHODS', and not 'MATERIALS AND METHODS'.

Figures, Illustrations and Maps

All illustrations (including photographs) are classified as figures and should be numbered consecutively (Fig. 1, Fig. 2, etc.). When submitting a manuscript to Manuscript Central, authors should upload a single text file with embedded figures. **Upon your manuscript being accepted for publication, please supply separate files containing electronic versions of your figures (see File Formats, below).** Please note that your paper will go through production more quickly if instructions on content and format are followed carefully. Each figure must have a legend that makes the material completely understandable. Legends should be presented separately from the figures, in a list at the end of the manuscript. Label multi-panel figures (a), (b), (c), etc., preferably in the upper left corner, and refer to them in the text as, for example, Fig. 1(a). Please ensure that electronic artwork is prepared such that, after reduction to fit across one or two columns or two-thirds width (80 mm, 169 mm or 110 mm, respectively) as required, all lettering and symbols

will be clear and easy to read, i.e. no labels should be too large or too small. Avoid using tints if possible; if they are essential to the understanding of the figure, try to make them coarse.

Maps that display area data and organism distribution at a continental, hemispheric, or world scale must always use an equal-area map projection (e.g. Mollweide or Aitoff's). Note especially that Mercator's projection is not acceptable for such data. Please indicate the precise projection employed in the caption. On these maps, the equatorial scale should be indicated, while scale information should be provided, preferably as a scale bar within the figure, for all maps of whatever size and area.

File Formats: After acceptance of your manuscript for publication, figure files should be supplied as follows. **Photographic figures** should be saved in tif format at 300 d.p.i. (or failing that in jpg format with low compression). **Line figures** should be saved as vector graphics (i.e. composed of lines, curves, points and fonts; not pixels) in eps or pdf format, or embedded as such in Word, as this enhances their display when published online. **Combination figures** (those composed of vector and pixel/raster elements) should also be saved in eps or pdf format where possible (or embedded as such in Word). If line figures and combination figures cannot be saved in vector graphics format, they should be saved in tif format at high resolution (i.e. 600 d.p.i.) (do not save them in jpg format). If you are unsure about the resolution of your tif files, please zoom in and check that fonts, curves and diagonal lines are smooth-edged and do not appear blocky when viewed at high magnification. **Note that line and combination figures supplied in tif format are downsampled for online publication and so authors should preferentially opt for vector graphic formats for these figure types (full resolution tif files are used for print publication).**

If there is **colour artwork** in your manuscript when it is accepted for publication, Wiley-Blackwell require you to complete and return a Colourwork Agreement Form before your paper can be published. Once completed, please return the form to the Production Editor at the address below:

Production Editor

Diversity and Distributions
Wiley-Blackwell
600 North Bridge Road #05-01
Parkview Square
Singapore 188778.
Fax: +65 6295 6202
E-mail: ddi@wiley.com

Any article received by Wiley-Blackwell with colour work will not be published until the form has been returned

Under exceptional circumstances, authors may request the above charges to be waived. This must be done, in writing, at the time of submission of the manuscript, and authors must justify to the Editor that inclusion of the figure(s) in colour is essential for interpretation of the results presented. If authors wish to apply for funds to cover the costs of colour printing, the Editor will provide relevant support letters to funding bodies, indicating acceptance of the paper. Note that we offer a free Colour on the Web option whereby authors can have figures printed in black and white in the journal but in colour in the online version, free of charge.

Appendices and Supporting Information

Appendices may be provided for important primary data, which needs to be included in the paper. If, however, these data are very extensive, or if they are of only indirect relevance to the paper, they will normally be made available in an electronic form through the Journal's web pages. Mention of the first supporting appendix, table or figure, etc., in the text should be in the form 'see Appendix S1 in Supporting Information' [where 'S' indicates Supporting], subsequent mention should be in the form 'see Appendix S2'. Authors should then include a Supporting Information section after the References section, which should be in the following form (text in curly brackets is for completion by the author, see instructions below):

Supporting Information

Additional Supporting Information may be found in the online version of this article:

Appendix S1 {Insert short legend to online Appendix S1}

Figure S1 {Insert short legend to online Figure S1}

Table S1 {Insert short legend to online Table S1}

As a service to our authors and readers, this journal provides supporting information supplied by the authors. Such materials are peer-reviewed and may be re-organized for online delivery, but are not copy-edited or typeset. Technical support issues arising from supporting information (other than missing files) should be addressed to the authors.

For reasons of space, only **short titles** to Supporting Information should be given in this section; full titles (if different) can be given with the Supporting Information itself; full titles can include a fuller description of content, definition of abbreviations, etc. Supporting Information files are hosted by the Publisher in the format supplied by the author and are not copy-edited by the Publisher. **It is the responsibility of the author to supply**

Supporting Information in an appropriate file format and to ensure that it is accurate and correct. Authors should therefore prepare Supporting Information with the same rigour as their main paper, including adherence to journal style (e.g. formatting of references). Supporting Information can be provided as separate files or as one combined file. Authors are discouraged from supplying very large files or files in non-standard file formats, both of which may reduce their use to the readership. Files should be prepared without line numbers or wide line spacing, and with all track-change edits accepted. Further information on Supporting Information is available [here](#).

At proof correction stage authors will be given access to their Supporting Information (via the web) and should check it for accuracy and updates. If changes are required corrected versions of the files received with the proof must be emailed to the Production Editor, with a brief description of the changes made. Supporting Information **must be checked alongside the main proof** and corrections for both returned to the Production Editor at the same time.

Biosketch/Biosketches

A short Biosketch/Biosketches entry (30-100 words for one author/150 words for the first three authors, respectively) describing the research interests of the author(s) should be provided. For papers with 4 or more authors, biosketch details should be supplied for the first author only; alternatively, a general statement of the focus of the research team (a link to a group web page is encouraged) should be provided, together with a statement of author roles, e.g. Author contributions: A.S. and K.J. conceived the ideas; K.J. and R.L.M. collected the data; R.L.M. and P.A.K. analysed the data; and A.S. and K.J. led the writing.

References

We recommend the use of a tool such as EndNote for reference management and formatting. Click [here](#) to download the most up to date EndNote reference style for *Diversity and Distributions*. References should be made by giving the author's name with the year of publication in parentheses. When reference is made to a work by three authors or more, only the first name and et al. should be given in the citation. All authors' names should be listed in the reference itself. If several papers by the same author and from the same year are cited, a, b, c, etc., should be inserted after the year of publication. References must be listed in alphabetical order at the end of the paper in the following standard form:

Cox, C. B. & Moore, P. D. (1999) *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*, 6th edn. Blackwell Science Ltd, Oxford.

May, R.M. (1994) The effects of spatial scale on ecological questions and answers. *Large-scale ecology and conservation biology* (ed. by P.J. Edwards, R.M. May and N.R. Webb), pp. 1-17. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Prentice, I.C., Guiot, J., Huntley, B., Jolly, D. & Cheddadi, R. (1996) Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics*, **12**, 185-194.

Please note that titles of journals should be written in full. Unpublished data, works in preparation and papers submitted but not yet accepted may be cited in the text, giving the author's initials and surname, but should *not* be included in the reference list.

Copyright Transfer Agreement

Authors will be required to sign an Copyright Transfer Agreement (CTA) for all papers accepted for publication. Signature of the CTA is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production unless a signed form has been received. Please note that signature of the CTA does not affect ownership of copyright in the material. (Government employees need to complete the Author Warranty sections, although copyright in such cases does not need to be assigned). After submission authors will retain the right to publish their paper in various medium/circumstances (please see the form for further details). To assist authors an appropriate form will be supplied by the editorial office. Alternatively, authors may like to download a copy of the form www.wiley.com/go/ctaaglobal. The form should be returned by post, fax or e-mail attachment to: Production Editor, Diversity and Distributions, Wiley-Blackwell, 600 North Bridge Road #05-01, Parkview Square, Singapore 188778. Fax: +65 6295 6202. E-mail: ddi@wiley.com

Online Open

OnlineOpen is a pay-to-publish service from Wiley-Blackwell that offers authors whose papers are accepted for publication the opportunity to pay upfront for their manuscript to become open access (i.e. free for all to view and download) via the Wiley InterScience (WIS)/Wiley Online Library (WOL) website. Each Online Open article will be subject to a one-off fee of US\$3000 to be met by or on behalf of the Author in advance of publication. Upon online publication, the article (both full-text and PDF versions) will be available to all for viewing and download free of charge. For the full list of terms and conditions, see http://www3.interscience.wiley.com/authorresources/onlineopen.html#OnlineOpen_Terms.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: <http://www3.interscience.wiley.com/authorresources>

s/funded_access_order_form.pdf

(Please note this form is for use with OnlineOpen material ONLY.)

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

Proofs

The corresponding author will receive an email alert to download an PDF file of the proof. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following Web site:

<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>

This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Proofs will be posted if no e-mail address is available. **The proofs should be returned to the Production Editor within two weeks of receipt.** Major alterations to the text and illustrations are only accepted when absolutely necessary; the additional costs may be charged to the author.

Offprints

The corresponding author will receive a PDF offprint upon publication of the manuscript. This replaces any free paper copies. Additional paper copies may be purchased and should be ordered when proofs are returned. Offprints are normally sent out about 3 weeks after publication.

Policy on the use of RAPD markers

The appropriateness of RAPD markers for population genetic inference is increasingly

questioned by our reviewers and editors because of concerns about reproducibility, dominance, and homology. Given these worries, and the ready availability of other kinds of markers that do not suffer from all of these problems, studies based primarily on RAPDs only rarely pass the scrutiny of peer review in *Diversity and Distributions*. Of course, there may be situations in which RAPDs are appropriate, such as in genetic mapping studies or in searches for diagnostic markers for a given species or trait. These latter kinds of studies will continue to be reviewed by the journal.

Policy on molecular sequences

It is a condition of publication that papers using new molecular sequences must place the sequences in an appropriate database (e.g. GenBank). Relevant accession numbers should be provided in the final manuscript. Accession numbers are required for all sequences used in analyses, including existing sequences in databases.

NEW: Online production tracking is now available for your article through **Wiley-Blackwell's Author Services**.

Author Services enables authors to track their article – once it has been accepted – through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript.

Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Acta Botanica Brasilica Diretrizes para Autores

A Acta Botanica Brasilica (Acta bot. bras.) publica artigos originais, comunicações curtas e artigos de revisão, estes últimos apenas a convite do Corpo Editorial. Os artigos são publicados em Português, Espanhol e Inglês e devem ser motivados por uma pergunta central que mostre a originalidade e o potencial interesse dos mesmos aos leitores nacionais e internacionais da Revista. A Revista possui um espectro amplo, abrangendo todas as áreas da Botânica. Os artigos submetidos à Acta bot. bras. devem ser inéditos, sendo vedada a apresentação simultânea em outro periódico.

Sumário do Processo de Submissão. Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores, em português, inglês ou espanhol. Para facilitar a rápida publicação e minimizar os custos administrativos, a *Acta Botanica Brasilica* aceita somente Submissões On-line. **Não envie documentos impressos pelo correio.** O processo de submissão on-line é compatível com os navegadores Internet Explorer versão 3.0 ou superior, Netscape Navigator e Mozilla Firefox. Outros navegadores não foram testados.

O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e por todo o acompanhamento do processo de avaliação. Figuras e tabelas deverão ser organizadas em arquivos que serão submetidos separadamente, como **documentos suplementares**. Documentos suplementares de qualquer outro tipo, como filmes, animações, ou arquivos de dados originais, poderão ser submetidos como parte da publicação. Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de 'Cadastro' e registre-se, criando um 'login' e 'senha'. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em 'Esqueceu sua senha'. O processo de submissão on-line é fácil e autoexplicativo. São apenas 5 (cinco) passos. Tutorial do processo de submissão pode ser obtido em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/tutorialautores.pdf>. Se você tiver problemas de acesso ao sistema, cadastro ou envio de manuscrito (documentos principal e suplementares), por favor, entre em contato com o nosso Suporte Técnico.

Custos de publicação. O artigo terá publicação gratuita, se pelo menos um dos autores do manuscrito for **associado da SBB, quite com o exercício correspondente ao ano de publicação**, e desde que o número de páginas impressas (editadas em programa de editoração eletrônica) não ultrapasse o limite máximo de 14 páginas (incluindo figuras e tabelas). Para cada página

excedente assim impressa, será cobrado o valor de R\$ 35,00. A critério do Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos que o limite poderão ser aceitos, **sendo o excedente de páginas impressas custeado pelo(s) autor(es)**. Aos autores não associados ou associados em atraso com as anuidades, serão cobrados os custos da publicação por página impressa (R\$ 35,00 por página), a serem pagos quando da solicitação de leitura de prova editorada, para correção dos autores. No caso de submissão de figuras coloridas, **as despesas de impressão a cores serão repassadas aos autores (associados ou não-associados)**. Consulte o Editor-Chefe para maiores detalhes. Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe® PDF (Portable Document Format). Os autores não mais receberão cópias impressas do seu manuscrito publicado.

Publicação e processo de avaliação. Durante o processo de submissão, os autores deverão enviar uma carta de submissão (como um documento suplementar), explicando motivo de publicar na Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo. Os manuscritos submetidos serão enviados para assessores, a menos que não se enquadrem no escopo da Revista. Os manuscritos serão sempre avaliados por dois especialistas que terão a tarefa de fornecer um parecer, tão logo quanto possível. Um terceiro assessor será consultado caso seja necessário. Os assessores não serão obrigados a assinar os seus relatórios de avaliação, mas serão convidados a fazê-lo. O autor responsável pela submissão poderá acompanhar o progresso de avaliação do seu manuscrito, a qualquer tempo, **desde que esteja logado no sistema da Revista.**

Preparando os arquivos. Os textos do manuscrito deverão ser formatados usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5 e **numeração contínua de linhas**, desde a primeira página. Todas as margens deverão ser ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. Todas as páginas deverão ser numeradas seqüencialmente. O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC. O documento deverá ser compatível com a versão 2002. Arquivos em formato RTF também serão aceitos. Arquivos em formato Adobe® PDF não serão aceitos. **O documento principal não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela.** Estas deverão ser submetidas como **documentos suplementares**, separadamente. **O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos**

suplementares, como figuras e tabelas), poderá conter até 25 páginas (equivalentes a 14 páginas impressas, editadas em programa de editoração eletrônica). Assim, antes de submeter um manuscrito com mais de 25 páginas, entre em contato com o Editor-Chefe. Todos os manuscritos submetidos deverão ser subdivididos nas seguintes seções:

1. DOCUMENTO PRINCIPAL

1.1. Primeira página. Deverá conter as seguintes informações: a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo. b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a filiação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações. c) Autor para contato e respectivo e-mail. **O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito.**

1.2. Segunda página. Deverá conter as seguintes informações: a) RESUMO: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até **5 (cinco) palavras-chave** à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título. b) ABSTRACT: em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Inglês, entre parênteses. Ao final do abstract, citar até **5 (cinco) palavras-chave** à escolha do(s) autor(es), em ordem de alfabética. Resumo e abstract deverão conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões.

1.3. Terceira página e subsequentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em **Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas**, seguidos de uma lista completa das legendas das figuras e tabelas (se houver), lista das figuras e tabelas (se houver) e descrição dos documentos suplementares (se houver).

1.3.1. Introdução. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter: a) abordagem e contextualização do problema; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; d) objetivos.

1.3.2. Material e métodos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho. Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em Resultados deverá, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e métodos.

1.3.3. Resultados e discussão. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. **Não insira figuras ou tabelas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares.** Dependendo da estrutura do trabalho, Resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

1.3.4. Agradecimentos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos.

1.3.5. Referências bibliográficas. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir

o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva *et al.* (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es). **Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito.** Exemplos:

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae*. **Hoehnea** 33(2): 38-45.

Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em Juncaceae. Pp. 5-22. In: **Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica**.

Aracaju 1992. São Paulo, HUCITEC Ed. v.I. Silva, A. & Santos, J. 1997. Rubiaceae. Pp. 27-55. In: F.C.

Hoehne (ed.). **Flora Brasílica**. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Endress, P.K. 1994. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Oxford. Pergamon Press. Furness, C.A.; Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002.

Evolution of microsporogenesis in Angiosperms. <http://www.journals.uchicago>.

edu/IJPS/journal/issues/v163n2/020022/020022.html (acesso em 03/01/2006).

Não serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao máximo e serão aceitas com justificativas consistentes.

1.3.6. Legendas das figuras e tabelas. As legendas deverão estar incluídas no fim do documento principal, imediatamente após as Referências bibliográficas. Para cada Diretrizes para autores 3 figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações, em ordem numérica crescente: número da figura, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie); legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços). Legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, deverão ser escritos por extenso na legenda. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas legendas das tabelas.

Normas gerais para todo o texto. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, *et al.* deverão estar grafadas em *itálico*. Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em *itálico*. Citar nomes das espécies por extenso, na primeira menção do parágrafo, acompanhados de autor, na primeira menção no texto. Se houver uma tabela geral das espécies citadas, o nome dos autores deverá aparecer somente na tabela. Evitar notas de rodapé. As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo 11 cm, 2,4 µm). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de porcentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90%, 17°46'17" S, por exemplo). Para unidades compostas, usar o símbolo de cada unidade individualmente, separado por um espaço apenas. Ex.: MG kg-1, µmol m-2 s-1, mg L-1. Litro e suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, µL. Quando vários números forem citados em seqüência, grafar a unidade da medida apenas no último (Ex.: 20, 25, 30 e 35 °C). Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsicatas. Para normatização do uso de **notações matemáticas**, obtenha o arquivo contendo as instruções específicas em <http://www.botanica.org.br/>

[ojs/public/matematica.pdf](http://www.botanica.org.br/ojs/public/matematica.pdf). O Equation, um acessório do Word, está programado para obedecer as demais convenções matemáticas, como espaçamentos entre sinais e elementos das expressões, alinhamento das frações e outros. Assim, o uso desse acessório é recomendado. Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e obedecendo o tipo de fonte das letras: **PAÍS. Estado:** Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário). Exemplo:

BRASIL. São Paulo: Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP). No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de *et al.* Ex.: Silva *et al.* Chaves de identificação deverão ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética.

Exemplo:

1. Plantas terrestres
2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm.
..... 2. *S. orbicularis*
2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr.
..... 4. *S. sagittalis*
1. Plantas aquáticas
3. Flores brancas 1. *S. albicans*
3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deverá reservar o *itálico* e o **negrito** simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecerão apenas em *itálico*. Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas). Exemplo:

1. *Seppulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753. *Pertencia albicans* Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870. Fig. 1-12

Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha. Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

2. DOCUMENTOS SUPLEMENTARES

2.1. Carta de submissão. Deverá ser enviada como um arquivo separado. Use a carta de submissão para explicitar o motivo da escolha da *Acta Botanica Brasílica*, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo.

2.2. Figuras. Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Todas as imagens (ilustrações, fotografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas como 'figuras'. **Figuras coloridas poderão ser**

aceitas, a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultado. O(s) autor(es) deverão se

responsabilizar pelos custos de impressão. Não envie figuras com legendas na base das mesmas. **As legendas deverão ser enviadas no final do documento principal.** As figuras deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Fig.1, por exemplo). As figuras deverão ser numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no canto inferior direito. Na editoração final, a largura máxima das figuras será de: 175 mm, para duas colunas, e de 82 mm, para uma coluna. Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas com espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração. Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores 4 Acta Botanica Brasilica apropriados e deverão fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe® Photoshop, por exemplo), sendo posicionadas no canto inferior esquerdo, sempre que possível. Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIF. Ilustrações mais detalhadas, como ilustrações botânicas ou zoológicas, deverão ser fornecidas com resoluções de, pelo menos, 600 dpi, em formato TIF. Para fotografias (em preto e branco ou coloridas) e eletromicrografias, forneça imagens em formato TIF, com pelo menos, 300 dpi (ou 600 dpi se as imagens forem uma mistura de fotografias e ilustrações em preto e branco). **Contudo, atenção!** Como na editoração final dos trabalhos, **o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura das figuras não deverá exceder os 2000 pixels. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura máxima das figuras (para 300 dpi), não deverá exceder 970 pixels.** Não fornecer imagens em arquivos Microsoft® PowerPoint, geralmente geradas com baixa resolução, nem inseridas em arquivos DOC. Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF não serão aceitos. Figuras deverão ser fornecidas como arquivos separados (documentos suplementares), não incluídas no texto do trabalho. As imagens que não contiverem cor deverão ser salvas como 'grayscale', sem qualquer tipo de camada ('layer'), como as geradas no Adobe® Photoshop, por exemplo. Estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIF e JPG. A *Acta Botanica Brasilica* não aceitará figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo RAR ou ZIP. Se as figuras no formato TIF forem um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, estas poderão ser convertidas para o formato JPG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a

compressão no formato JPG poderá causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPG sejam salvos nas qualidades 'Máxima' (Maximum). O tipo de fonte nos textos das figuras deverá ser o Times New Roman. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) deverão ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas com o uso de um editor de imagens (Adobe® Photoshop, por exemplo). Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como "caixas de texto" do Microsoft® Word. **Recomenda-se a criação de uma única estampa,** contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 175 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 235 mm (página inteira). No caso de estampa, a letra indicadora de cada figura deverá estar posicionada no canto inferior direito. Inclua "A" e "B" para distingui-las, colocando na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B e assim por diante. Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras. É responsabilidade dos autores obter permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente publicadas.

2.3. Tabelas. As tabelas deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Tab. 1, por exemplo). **Todas as tabelas apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto.** As tabelas deverão ser seqüencialmente numeradas, em arábico (Tabela 1, 2, 3, etc; não abrevie), com numeração independente das figuras. O título das tabelas deverá estar acima das mesmas. Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas ('Tabela') do Microsoft® Word. Colunas e linhas da tabela deverão ser visíveis, optando-se por usar linhas pretas que serão removidas no processo de edição final. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cores nas tabelas. Dados mais extensos poderão ser enviados como documentos suplementares, os quais estarão disponíveis como links para consulta pelo público. Mais detalhes poderão ser consultados nos últimos números da Revista.

Brazilian Archives of Biology and Technology

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivo

Brazilian Archives of Biology and Technology - BAPT publica artigos originais de pesquisa, notas curtas e artigos de revisão em Inglês em áreas interdisciplinares das ciências biológicas e de engenharia/tecnologia.

Preparação de manuscritos

A submissão dos artigos implica que não tenha sido publicado ou seja considerado para publicação em outra revista. Cuidados devem ser tomados para preparar um manuscrito compacto com apresentação precisa, o que ajudará os avaliadores na hora de sua aceitação. Todos os artigos estão sujeitos à revisão pelos pares.

MANUSCRITO

Devendo ser enviadas três cópias do manuscrito digitado com espaço simples (máximo de 12 páginas), em papel tamanho A-4 (210x297mm), com margens (2,5 mm esquerda, direita 2,0 mm, superiores e inferior 3,0 mm), sendo preparados com a seguinte disposição de cabeçalhos: ABSTRACT (SUMÁRIO), INTRODUÇÃO, MATERIAIS E MÉTODOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO, AGRADECIMENTO, RESUMO, REFERÊNCIAS. Estes cabeçalhos devem ser digitados com letras maiúsculas e em negrito (fonte 12). Para artigos de revisão, os autores devem fazer seus próprios cabeçalhos juntamente com o Resumo e Introdução.

TÍTULO

O título (fonte 18, negrito), iniciais em maiúscula do artigo deve refletir claramente seu conteúdo. Devendo ser seguido pelo nome completo do autor com as iniciais em maiúsculas (fonte 12, negrito) e o endereço (fonte 10, itálico) da instituição onde o trabalho foi executado.

ABSTRACT

Cada trabalho deve ser fornecido com um abstract (*itálico*) de 100-150 palavras, descrevendo brevemente o propósito e os resultados do estudo. Deve ser o mais conciso possível.

PALAVRAS -CHAVE

Os autores devem fornecer três a seis palavras-chave que serão usadas na indexação do trabalho.

INTRODUÇÃO

Deve descrever a base da pesquisa e as informações relevantes sobre o trabalho. Deve indicar também o objetivo do trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os autores devem tomar cuidado quanto ao fornecimento de detalhes suficientes para que outros possam repetir o trabalho. Procedimentos padronizados não precisam ser descritos em detalhes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões podem ser apresentados separadamente ou de forma conjunta (autores podem optar pela forma mais fácil). Trabalhos preliminares ou resultados menos relevantes não devem ser descritos. A reprodução dos resultados, incluindo o número de vezes que o experimento foi conduzido e o número de amostras replicadas devem ser expressados claramente.

RESUMO

Todo artigo deve possuir um resumo do em Português e posicionado antes da lista de Referências. Autores de outros países da América Latina podem procurar por ajuda na Editoração da revista, para preparar o resumo em Português de seus artigos.

REFERÊNCIAS

Referências no texto devem ser citadas no local apropriado pelo(s) nome(s) do(s) autor(es) e ano (p. ex.: Raimbault & Roussos, 1996; Raimbault et al., 1997). Uma lista de referências, em ordem alfabética (fonte 10), deve aparecer no final do manuscrito. Todas as referências na lista devem ser indicadas em algum ponto no texto e vice versa. Resultados não publicados não devem ser incluídos na lista. Exemplos de referências são fornecidas abaixo:

Jornais: Pandey, A. (1992), Recent developments in solid state fermentation. *Process Biochem.*, **27**, 109-117

Teses: Chang, C. W. (1975), Effect of fluoride pollution on plants and cattle. PhD Thesis, Banaras Hindu University, Varanasi, India

Livros: Tengerdy, R. P. (1998), Solid substrate fermentation for enzyme production. In *Advances in Biotechnology*, ed. A. Pandey. Educational Publishers & Distributors, New Delhi, pp. 13-16
Pandey, A. (1998), Threads of Life. National Institute of Science Communication, New Delhi

Conferências: Davison, A. W. (1982), Uptake, transport and accumulation of soil and airborne

fluorides by vegetation. Paper presented at 6th International Fluoride Symposium, 1-3 May, Logan, Utah

TABELAS E FIGURAS

Tabelas e figuras, numeradas consecutivamente com numerais arábico devem ser inseridas no local apropriado no corpo do texto. Devendo ser utilizados somente para apresentar estes dados, os quais não podem ser descritos no texto.

UNIDADES E ABREVIATURAS

O sistema SI deve ser usado para todos dados experimentais. No caso de outras unidades serem usadas, estas devem ser adicionadas em parênteses. Somente as abreviaturas padrões para as unidades devem ser usadas. Pontos não devem ser incluídos nas abreviaturas (por exemplo: m, e não m. ou rpm, e não r.p.m.), também devem ser usados '%' e '/' no lugar de 'porcento' e 'per'.

LAY-OUT DO MANUSCRITO

Sugere-se que os autores sempre consultem a última edição da revista para ver o estilo e lay-out. Com exceção do título, abstract e palavras-chave, todo o texto deve ser disposto em duas colunas em todas as páginas. No rodapé da primeira página (fonte 8) deve estar sendo indicado o autor para correspondência. Todo o manuscrito deve ser preparado na fonte "Times New Roman", tamanho 11 (exceto na lista de referências, que deve ser em tamanho 10).

ESPAÇAMENTO

Deve ser deixado um espaço entre o título do artigo e o nome dos autores, e entre o cabeçalho e o texto, entre as colunas deixar espaçamento de 0,6 cm. Não deixar espaços entre os parágrafos do texto.

ENVIO ELETRÔNICO

O manuscrito deve estar acompanhado de um disquete indicando o nome e versão do programa editor de texto usado (usar somente MS Word 6/7 ou compatível).

PARES

Ao submeter o manuscrito, solicitamos ao autor sugerir até três pares, fornecendo: nome completo, endereço e quando possível e-mail. Os autores podem solicitar que certos revisores sejam excluídos da revisão de seus manuscritos, caso sintam que estes revisores possam ser tendencialmente desfavoráveis. Contudo, a escolha final dos referees permanecerá com o Editor.

TARIFAS POR PÁGINAS E SEPARATAS

Não há tarifas por páginas. As separatas deverão ser solicitadas sob a aceitação do artigo.

O manuscritos e toda correspondência deve ser enviada ao Editor, Prof. Dr. Carlos R. Soccol, no endereço abaixo.