

**VARIABILIDADE MORFOLÓGICA FOLIAR EM *Daustinia* BURIL
& A. R. SIMÕES (CONVOLVULACEAE) E CORRELAÇÃO COM
SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

Juliana Aureliano de Alencar Monteiro Lourenço

Recife, 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**VARIABILIDADE MORFOLÓGICA FOLIAR EM *Daustinia* BURIL
& A. R. SIMÕES (CONVOLVULACEAE) E CORRELAÇÃO COM
SUA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

Juliana Aureliano de Alencar Monteiro Lourenço

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Botânica, como requisito para
obtenção do título de Mestra em Botânica.

Orientadora: Maria Teresa Buril

Co-orientador: Paulo José Duarte Neto

Recife, 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

L892v Lourenço, Juliana Aureliano de Alencar Monteiro
Variabilidade morfológica foliar em *Daustinia* Buril & A.
R. Simões (Convolvulaceae) e correlação com sua distribuição
geográfica / Juliana Aureliano de Alencar Monteiro Lourenço. –
2017.

80 f.: il.

Orientadora: Maria Teresa Aureliano Buril Vital Rodrigues.

Coorientador: Paulo José Duarte Neto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Recife,
BR-PE, 2017.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Morfometria 2. Plasticidade 3. Polimorfismo I. Rodrigues,
Maria Teresa Aureliano Buril Vital, orient. II. Duarte Neto, Paulo
José, coorient. III. Título

CDD 581

VARIABILIDADE MORFOLÓGICA FOLIAR EM *Daustinia* BURIL &
A. R. SIMÕES (CONVOLVULACEAE) E CORRELAÇÃO COM SUA
DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Juliana Aureliano de Alencar Monteiro Lourenço

Dissertação defendida e _____ em ___/___/_____

Orientador:

Dra. Maria Teresa Aureliano Buril Vital Rodrigues
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Coorientador:

Dr. Paulo José Duarte Neto
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Examinadores:

Dra. Sarah Maria Athiê de Souza
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Dr. Jefferson Rodrigues Maciel
(Jardim Botânico do Recife)

Dr. Edlley Max Pessoa da Silva
(Universidade Federal de Pernambuco)

Suplente

Dra. Margareth Ferreira de Sales
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

À Deus que, na plenitude de Sua criação, nos deu uma natureza ímpar e perfeita. E à natureza dos homens, de estudá-la e compreendê-la.



À minha família, por seu amor e apoio.

*“Não há, não,
duas folhas iguais em toda a criação.
Ou nervura a menos, ou célula a mais,
não há, de certeza, duas folhas iguais.
Limbo todas têm,
que é próprio das folhas;
pecíolo algumas;
bainha nem todas.
Umhas são fendidas,
crenadas, lobadas,
inteiras, partidas,
singelas, dobradas.
Outras acerosas,
redondas, agudas,
macias, viscosas,
fibrosas, carnudas.
Nas formas presentes,
nos actos distantes,
mesmo semelhantes
são sempre diferentes...”*



António Gedeão (Pastoral)

Agradecimentos

Ao CNPQ, pela concessão da bolsa e financiamento do Projeto “Convolvuláceas da América do Sul”; ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); ao Laboratório de Sistemática de Angiospermas (LASEA).

Ao ICMBIO, pelas autorizações de coletas. Aos gestores das diversas unidades de conservação em que coletei, agradeço pela acolhida generosa e pelo esforço árduo em manter o mais conservado possível esses tesouros naturais. Grata aos curadores e técnicos dos herbários pela receptividade. Sua contribuição foi inestimável para o meu trabalho.

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original” (Albert Einstein)
Por isso sou grata aos professores que compartilharam comigo seu saber e abriram minha mente a outros horizontes.*

À Kênia, pela sua alegria e presteza. Sempre pronta para ajudar e abrir meus “chamados”. Pense numa secretária arretada... E na fase final chegou Cynara, que me aguentou perguntar tudo muitas vezes.

Agradeço ao Paulo, meu co-orientador, por sua paciência em infinitas quartas-feiras, sempre me fazendo enxergar o que eu não estava vendo. E um agradecimento mais do que especial à minha orientadora, Teresa (melhor orientadora do mundo!). Que confiou, guiou e instigou! Agradeço a George, que dividiu comigo um tanto de seu conhecimento. Mesmo quando o idioma era incompreensível, os gestos traduziam.

Agradeço ao André por sua grande e estatística colaboração. No meio de tanta análise, ainda sobrava tempo para compartilhar informações (ele entende!).

Regina, só posso agradecer a Deus pela sua sensibilidade! Você conseguiu reproduzir a beleza das “minhas” folhas.

Aos avaliadores: Sarah, Jefferson e Edlley agradeço pela disponibilidade e contribuições ao meu trabalho.

Obrigada, Ricardo (Cado)! Fizemos (ele!) muitos mapas em todo esse processo. Ainda tem mais!

Ao Juan (UFRN) e ao Jonas (UFRPE), vocês foram muito importantes para o norte dos meus primeiros passos na morfometria.

Muitas mãos.... não... braços inteiros surgiram para me ajudar pelo caminho: Prof. Gustavo, Lucas e Genialdo. Nossa história só começou...

Agradeço demais a Wesley, meu melhor companheiro de coleta (e compras!).

Tive ótimos momentos de cafezinho na companhia de Juliana e Leidiana com calor, conversa e risada... muita risada. Calorosa e alegremente, eu agradeço.

Me tornei Rainha... dos IC's! Apelido carinhoso que ganhei de Deibson, Livia, Silmara e Tainá. Obrigada meninos! Vocês pintaram de cores o laboratório.

E pelo dia a dia, colaboração e convivência, sou grata aos meus colegas Felipe, Geadelande, Nahila, Ramon, Antoniel, Diego, Joilson e Swami.

No meio desse caminho que percorri encontrei, em cada coleta, pessoas que me deram mais que uma informação, uma dica. Descobri que coleta também é aprendizado de vida! Grata do fundo da minha alma.

Wan e João Gabriel, marido e filho amados. Sou grata sem medida a eles que compreenderam as mais de doze horas diárias que passava na universidade, as muitas viagens e os comentários botânicos durante a rotina do dia a dia.

Agradeço às minhas fadas-madrinhas de sempre – Flor, Dadá e Teca (que até me acompanhou nas coletas) pelo sorriso de cada passo e pelo suporte nos tempos difíceis. E à Tia Zu, “irmã gêmea da minha mãe”, sempre acompanhando interessada o meu desenvolvimento.

À Célia Mariza e Luiza, que me incluíram em suas orações e acreditaram em mim mais do que eu mesma, muito obrigada!

Mas, meu agradecimento mais do que especial àquela que foi meu maior exemplo de vida. Minha Mãe! Você é especial mesmo quando não se faz mais presente.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema das medidas adotadas (mm) e sigla utilizada na análise: A= Comprimento da nervura central (comp); B= Distância entre os lobos laterais (distlobos); C= Distância formação do lobo até inserção do pecíolo (lobopec); D= Distância entre o ápice do lobo central e o ápice do último lobo lateral (compapll); E= Comprimento mucro (mucro); F= Maior largura lobo central (larg); G= Comprimento nervura formadora do lobo lateral (nervlat).....	62
Figura 2- Tipos de margens. Da esquerda para a direita: ondulada, dentada, bidentada, serrreada e bisserreada.....	62
Figura 3- Variação morfológica das folhas de <i>Daustinia montana</i> (Moric.) Buril & Simões.....	63
Figura 4- Gráfico da correlação entre as medidas lineares de <i>Daustinia montana</i> ...	64
Figura 5- Esquema explicativa da medida de arco obtido entre os lobos laterais (distlobos).....	64
Figura 6-Árvore de agrupamento baseada nos descritores de Fourier a partir de 20 harmônicas.....	64
Figura 7- Representação do contorno dos seis Morfotipos observados no dendrograma baseados nos descritores de Fourier	65
Figura 8- Gráfico da variância explicada (%) para cada eingevalue da PCA	66
Figura 9- Variação da forma de <i>Daustinia montana</i> explicada por cada Componente Principal.....	66
Figura 10- Dispersão de indivíduos de <i>Daustinia montana</i> em função dos componentes principais x latitude	67
Figura 11- (A) Frequência da ocorrência de morfotipos em todos os habitat; (B) frequência da ocorrência dos dois grandes grupos visualizados no comprimento 2.0 do cluster para cada habitat	67
Figura 12- Mapa de regionalização das populações de <i>D. montana</i> baseado nos registros de ocorrência	68
Figura 13- Frequência da ocorrência de morfotipos nas populações de <i>Daustinia montana</i>	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Correlação entre comprimento e largura das folhas x habitat.....	60
Tabela 2- Resultado da Permanova pairwise entre habitats em relação a divisão do limbo e o indumento.....	60
Tabela 3-Variância proporcional de cada eigenvalue (%) e variância acumulada (%) da PCA	61
Tabela 4- Análise da MANOVA entre os Componentes Principais , Morfotipos e Habitat.....	61
Tabela 5- Resultado do Teste HSDTukey entre PCs e morfotipos.....	61
Tabela 6- Resultado da correlação entre os morfotipos, PCs e coordenadas geográficas (latitude e longitude).....	61

SUMÁRIO	
RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO GERAL	15
REVISÃO DE LITERATURA	16
1. <i>Daustinia</i> : Histórico da classificação e caracterização morfológica	16
1.1. Relevância ecológica e econômica de <i>Daustinia montana</i> (Moric.) Buriel & A.R. Simões	18
2. Variabilidade morfológica foliar	18
2.1. Variabilidade das folhas em diversas linhagens.....	20
2.2 A variabilidade das folhas em Convolvulaceae Juss.....	24
3. Morfometria aplicada à taxonomia.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CAPÍTULO 1	36
RESUMO	38
ABSTRACT	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAIS E MÉTODOS	41
<i>Coleta e processamento de dados</i>	41
<i>Obtenção das imagens</i>	42
<i>Análises morfométricas</i>	43
Medidas lineares	43
Análises Multivariadas	43
Elíptica de Fourier – EFA e Análise de componentes Principais (PCA)	44
Terminologia morfológica	46

RESULTADOS	44
DISCUSSÃO	51
AGRADECIMENTOS	56
REFERÊNCIAS	56
LEGENDAS DAS FIGURAS	59
TABELAS	60
FIGURAS	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
NORMAS DA REVISTA	71
APÊNDICE	72

RESUMO

Daustinia Buriel & A.R. Simões, gênero monoespecífico de Convolvulaceae Juss., recentemente estabelecido, é endêmico do Brasil e pode ser encontrado em diversos domínios fitogeográficos dos estados do nordeste e sudeste. Destaca-se por sua alta plasticidade fenotípica, apresentando uma diversidade de formas foliares. Com o objetivo de analisar a variabilidade morfológica de *Daustinia montana* (Moric.) Buriel & A.R. Simões e detectar se essa pluralidade foliar se justifica pela sua distribuição geográfica foram analisados 348 indivíduos herborizados através de técnicas morfométricas (medidas lineares e contornos de forma) para estudo da forma e delimitação de morfotipos. Todos os indivíduos foram fotografados e as informações de suas etiquetas organizadas em *dataframe*. Foram obtidas medidas lineares nas folhas selecionadas, de acordo com requisitos pré-estabelecidos. Com base nos dados obtidos foi realizada análise multivariada para testar a força da relação entre características morfológicas, habitats e coordenadas geográficas. Através da Análise Elíptica de Fourier, baseada em 20 harmônicas, foram gerados descritores de forma, resultando em 9 componentes principais. Com os descritores elípticos de Fourier foi criada uma Árvore de agrupamento que sugere a existência de seis morfotipos a partir da forma das folhas de *D. montana*, e estes estão relacionados principalmente à latitude. Além disso, foi observada a correlação entre outras características, como o tipo de indumento e a formação de lobos nas folhas e o ambiente.

Palavras-chave: morfometria, plasticidade, polimorfismo.

ABSTRACT

Daustinia Buriel & A.R. Simões, monospecific genus of Convolvulaceae Juss., recently established, is endemic in Brazil and can be found in several phytogeographical domains of the Northeast and Southeastern regions. It stands out for its high phenotypic plasticity, presenting a wide variety of foliar forms. With the objective of understand the morphological variability of *Daustinia montana* (Moric.) Buriel & A.R. Simões and evaluate if this plasticity is related to abiotic factors, we applied a morphometric analysis. All specimens have been photographed and as information of their labels arranged in dataframe. Linear measurements were obtained on the selected leaves, according to pre-established requirements. Based on the data obtained, multivariate analysis was completed to test the strength of the relationship between morphological characteristics, habitats and geographical coordinates. Through the Elliptic Fourier Analysis based, in 20 harmonics, shape descriptors were generate, resulting in 9 major components. With the general concepts of Fourier a grouping tree was created that suggests an existence of six morphotypes from the form of the leaves of *D. montana*, and these are related mainly to the latitude. In addition to that, a correlation was observed between other characteristics, such as the type of indument and the formation of lobes in leaves with the environment where they grow.

Key words: morphometrics, plasticity, polimorfism.

INTRODUÇÃO GERAL

A delimitação específica tem sido um dos grandes desafios dos taxonomistas modernos. Caracteres foliares são normalmente pouco utilizados para este propósito, em detrimento das características florais. Porém são mais efetivos que estas devido ao número e ocorrência periódica. Além disso, é um dado disponível muito importante quando outros caracteres da planta não são muito informativos (Souza, 2012).

A compreensão sobre os fatores que afetam a forma da folha, cor e outros aspectos da aparência ainda carece de esclarecimento científico, quando comparado ao conhecimento acerca da diversidade das flores. Entretanto, esta variabilidade foliar intra e interespecífica tem chamado a atenção de diversos pesquisadores, principalmente ilustrando respostas às pressões ambientais (Stinchcombe Laboratory Plant Evolutionary Ecology, 2015).

Daustinia Buril & A. R. Simões é um gênero monoespecífico de Convolvulaceae que foi recentemente descrito. Apresenta uma ampla diversidade de formas e tamanhos de suas folhas, fato que intrigou os pesquisadores que não conseguiram estabelecer morfotipos a partir de estudo taxonômico convencional. Este trabalho se propôs a estudar *Daustinia montana* (Morici.) Buril & A. R. Simões, seus possíveis morfotipos e sua relação com o ambiente, utilizando-se da morfometria.

REVISÃO DE LITERATURA

***I. Daustinia*: Histórico da classificação, caracterização morfológica e distribuição**

Buril et al. (2014) propuseram um novo gênero de Convolvulaceae, *Daustinia*, endêmico do Brasil. Este estabelecimento ocorreu a partir de duas espécies, e suas variedades, que estavam incorretamente alocadas em *Jacquemontia* Choisy. Ao passo que descreveram o novo gênero, também consideraram estas duas entidades como sinônimos e, portanto, *Daustinia* é hoje considerado como monoespecífico.

Os dois taxa em questão foram inicialmente descritos sob o gênero *Ipomoea* L. – *I. montana* Moricand (1837), e *I. serrata* Choisy (1837). Estas espécies foram combinadas em *Jacquemontia* por Meisner (1869) na *Flora Brasiliensis*, que as incluiu na seção Capitatae, a qual se caracterizava pela presença de inflorescências capitadas, com muitas flores e brácteas. House (1906), por considerar as espécies desta seção bastante distintas das demais *Jacquemontia*, estabeleceu um novo gênero, *Thyella*, para agrupá-las. Apesar de ter destacado a peculiaridade deste grupo, a proposta de House não foi seguida por nenhum especialista em Convolvulaceae, por ser pouco consistente e se basear em caracteres taxonomicamente pouco informativos no grupo, como o tipo de inflorescência (Buril et al 2014).

Buril et al. (2014) demonstraram que as características de *J. montana* e *J. serrata* eram incongruentes com o gênero *Jacquemontia*. As duas eram as únicas a possuir corola amarela ao invés de azul ou branca, tricomas simples em contraste com o tricoma ramificado encontrado nas demais espécies daquele gênero, lobos estigmáticos globosos, ao invés de achatados dorsiventralmente ou elipsoides, e cápsulas com quatro valvas e não oito. Com base nestas características, além de evidências moleculares, os

autores verificaram que estas taxa não eram congruentes com nenhum outro gênero previamente descrito na família.

Simões et al (2015) na revisão da classificação de Merremieae, através de estudo filogenético molecular, confirmaram que *D. montana* (Moric.) Buril & Simões é um grupo monofilético, fortemente suportado nas análises de máxima verossimilhança (100), inferência bayesiana (1,00) e de Máxima Parcimônia (91). Neste estudo, o clado emergiu como grupo-irmão da tribo Ipomoeae e com membros da tribo Merremieae. Porém, *Daustinia* não apresenta sinapomorfias morfológicas suficientes para ser encaixada em nenhuma das duas tribos. E, com a dissolução recente da tribo Merremieae por Simões & Staples (2017), o gênero foi juntamente com os da extinta tribo considerados como “*incertae sedis*”.

Para Meisner (1869), as duas espécies – *J. montana* e *J. serrata* – se distinguiam pela forma das brácteas, e descreveu cinco variedades de *J. serrata* a partir da variabilidade das folhas (var. *minor*, *major*, *acutifolia*, *triloba* e *obtusata*). Contudo, Buril et al. (2014) consideraram que estes caracteres eram contínuos, e por isso, consideraram *J. serrata* e suas variedades sob a sinonímia de *D. montana*. Além disso, sugeriram que a notável plasticidade fenotípica foliar (tamanho, forma, margem e indumento), apesar de impossibilitar a delimitação de morfotipos claros, ou de taxa infraespecíficos, poderia estar relacionada com fatores ambientais.

Daustinia montana (Moric.) Buril & Simões é amplamente distribuída e ocorre em diferentes formações vegetacionais, desde o Piauí ao Rio de Janeiro, em áreas de caatinga, campos rupestres, cerrado e mata atlântica (tabuleiros e restinga). É comumente encontrada em bordas de mata, em áreas abertas, de vegetação arbustiva ou afloramentos rochosos (Buril et al 2014).

1.1 Relevância ecológica e econômica de *Daustinia montana* (Moric.) Buril & A.R. Simões

Por ser uma espécie relativamente comum em solos arenosos e apresentar ramos volúveis e por vezes prostrados, é citada como potencial fixadora de dunas (Emygdio, R n°s 200260, 200265)¹. Devido à coloração da corola atraente e guias de néctar indicadores da localização da câmara nectarífera, as flores de *D. montana* são bastante atrativas a insetos polinizadores, sendo visitadas por abelhas solitárias (Maia-Silva, 2012), machos e fêmeas de *Dialictus* spp. (Halictidae) conforme observado na região de Mucugê, Bahia (Silva, 2010), por *Apsis* sp. e Meliponidae (Gonzaga, RB n° 343064)¹ e por borboletas (Cordeiro, PEUFR n°47078). Seu período de antese estaria relacionado com a atividade forrageira, fornecendo pólen pela manhã e néctar ao final da tarde (Silva, 2010).

Sua importância melífera a leva ao status de planta recomendada em áreas de preservação e criação de espécies de abelhas nativas (Maia-Silva, 2012). Apesar de ainda pouco explorada do ponto de vista de suas propriedades fármaco-químicas, *D. montana* tem seu uso relatado como fitoterápico na produção de florais (Florais da Terra, 2017); e referida como venenosa para o gado (Noblick, CEPEC n°35023)¹.

2. Variabilidade morfológica foliar

Em 1751 Linnaeus desenhou as bases da morfologia utilizada atualmente (Gonçalves & Lorenzi, 2007) e sugeriu que, apesar de seu sistema de classificação artificial se basear em caracteres de flores e frutos, o “*Habitus occulte consulendus est*”

¹ Informações obtidas a partir de etiquetas depositadas em herbários – foram citados os coletores e respectivos acrônimos e números de tombo.

– “o hábito deve ser consultado em secreto”, compreendendo que todas as partes da planta que não apenas flores e frutos, incluindo caracteres foliares, também poderiam ser utilizados para separar famílias (Judd et al, 2009). O termo morfologia, entretanto, é atribuído a Johann Wolfgang Von Goethe, que após conhecer o trabalho de Linnaeus, interessou-se pela mutabilidade das formas vegetais, e que considerava a folha como o órgão central da planta, supondo que todos os outros órgãos derivavam deste (Gonçalves & Lorenzi, 2007).

A folha é o órgão lateral da planta, com grande variedade de forma, cores, tamanhos; sendo encarregada, principalmente, das funções de fotossíntese e transpiração. É o órgão que responde mais facilmente às condições do ambiente e apresenta, geneticamente, uma amplitude de tolerância a essas variações que são capazes de promover respostas às mudanças no microambiente, sejam elas grandes ou pequenas (Chagas et al. 2008)

Vários são os caracteres morfológicos da folha suscetíveis à variabilidade. Os principais aspectos sujeitos a modificação são a venação, a divisão do limbo e formas do ápice, margem e base. Reconhecer uma espécie exclusivamente por suas características foliares não se apresenta como uma tarefa simples e é necessário se ter uma amostragem que elimine as causas de variações morfológicas (Mouton, 1976).

A plasticidade é um aspecto integrante do comportamento da planta, sendo essencial para a sobrevivência destas na natureza (Weiner, 2004). De acordo com Bradshaw (1965), a plasticidade pode ocorrer a partir de manifestação morfológica ou fisiológica. Porém, como todas as alterações são fisiológicas na origem, então fundamentalmente toda plasticidade é fisiológica. As alterações exclusivamente fisiológicas são mais difíceis de serem observadas do que alterações morfológicas, então é inevitável que a maioria das evidências acerca da plasticidade sejam atribuídas a esta

última. Por serem as plantas organismos estáticos e impossibilitados de se locomoverem em busca de condições mais favoráveis, a plasticidade pode ter considerável significado adaptativo.

Essa adaptabilidade ao meio funciona, provavelmente, como tampão ambiental para permitir a ocupação da espécie em um leque variado de habitats (Menadue & Crowden 1990), demonstrando grande capacidade de adaptação às condições climáticas (Techio et al 2009). A adaptabilidade é uma condição da espécie de alcançar um estado de equilíbrio com as condições estabelecidas no meio. Assim que essas condições mudam elas induzem a um novo equilíbrio metabólico traduzido por uma morfologia diferente (Jacques-Félix 1961).

Então, diferentes ambientes podem causar diferenciação, entre populações de uma mesma espécie, no tamanho das folhas e a alometria causar modificações de forma. Isto explicaria o papel da alometria foliar na adaptação de plantas a diferentes ambientes e a diferenciação morfológica a longo prazo de populações isoladas (Viscosi 2015).

2.1. Variabilidade das folhas em diversas linhagens

A plasticidade foliar intraespecífica tem intrigado especialistas em diversas famílias. Em um estudo sobre a variabilidade morfológica de *Pistacia atlantica* Desf. (Anacardiaceae), Belhadj et al (2008) demonstraram que não houve variação significativa da textura foliar em decorrência da mudança de temperatura presente no espectro de distribuição da variedade.

Araújo & Alves (2007) demonstraram que populações de *Passiflora foetida* L. (Passifloraceae) apresentaram variabilidade na gradação de indumento, na presença de tricomas glandulares e no comprimento do pecíolo possivelmente associado a pressões

ambientais intrínsecas ou variações genotípicas e fenotípicas. Hipótese corroborada por Bünger et al (2015), que verificou que a forma e a textura das folhas são os caracteres morfológicos mais variáveis em relação a fatores ambientais como pluviosidade e altitude em *Eugenia involucrata* sect. *Phyllocalyx* (O. Berg) Nied.

Boeger et al. (2008, 2009) em seus estudos sobre a variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae), corroboraram a ideia de variação foliar em resposta ao ambiente, a partir da análise de diversos parâmetros. Populações de áreas com alta intensidade luminosa, solo raso e baixa capacidade de retenção de água demonstraram ter menores áreas foliares e massas secas, maiores densidades estomáticas e de tricomas da face abaxial, maiores espessuras da cutícula da face adaxial, do parênquima esponjoso e espessura total. Enquanto que plantas originadas de áreas com maior sombreamento, solo relativamente fértil e maior capacidade de retenção de água tendem a ter as maiores áreas e massas foliares, menores densidades estomáticas e de tricomas da face abaxial, menores espessuras da lâmina, menores espessuras da cutícula da face abaxial e menores espessuras do parênquima esponjoso.

Para testar se a variabilidade sazonal das folhas está relacionada à capacidade de sobrevivência em ambientes desérticos, Cunningham & Strain (1969) observaram três grupos característicos de plantas na região do Deserto de Sonora; o primeiro grupo, sempre verdes, desenvolveu mecanismos para tolerar o estresse hídrico com retenção do tecido foliar; o segundo, desenvolveu mecanismos de deciduidade, com perda do tecido foliar em períodos secos e rápida produção em condições favoráveis; o terceiro grupo, intermediário, produzem folhas novas em resposta à precipitação mas retém as folhas em parte ou durante toda estação seca. Os autores citam que Shreve (1924) descreveu que durante os períodos mais quentes e secos do ano, *Encelia farinosa* Gray

(pertencendo ao terceiro grupo) perde as folhas ou permanece com poucas, pequenas e densamente pubescentes; enquanto que durante e após períodos de alta precipitação, as folhas são maiores e menos pubescentes. Além disso, as folhas são descritas como formas de verão e de inverno, variando de 50 cm² em condições úmidas favoráveis a 0,5cm² em condições secas; e que, as menores folhas têm o mesófilo mais compacto e menos espaços intercelulares. Concluindo que, quando a umidade do solo diminui as folhas assumem uma estrutura mais densa do tecido foliar aumentando a capacidade de acumulação fotossintética, resultando na variabilidade sazonal da folha e permitindo um balanço hídrico favorável sob condições de estresse.

Um estudo sobre polimorfismo foliar em *Ranunculus nanus* Hook (Ranunculaceae), espécie endêmica da Tasmânia com morfologia foliar variável, sugere que as variações morfológicas inter e intra populacionais são respostas fenotípicas às pressões seletivas resultantes das características de cada habitat (Menadue & Crowden 1990). Os autores concluíram que o espectro das formas é um reflexo das condições exatas de uma localidade sobrepostas a um conjunto mais amplo de condições ambientais gerais. As populações experimentais que apresentaram morfologia das folhas semelhantes ocupavam habitats com características em comum. Algumas populações experimentais com folhas morfologicamente distintas, quando foram transplantadas para uma mesma localidade ao nível do mar, convergiram para uma morfologia foliar em comum.

Zhu et al (2015) mostraram que as folhas de *Acer ginnala* Maxim. (Sapindaceae) apresentavam folhas mais profundamente lobadas nas regiões de altas latitudes, atribuindo essa característica a ocorrência de barreiras físicas que impediram o fluxo gênico entre populações. Gurevitch (1988) demonstrou que em relação à altitude, as folhas de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) de populações em altas altitudes

mantiveram-se mais compactas enquanto que populações de menor altitude se mostraram mais dissecadas.

Ainda testando a influência das diferenças geográficas na morfologia das folhas, Coelho et al (2002), analisaram e obtiveram dados quantitativos (área, perímetro, comprimento, largura máxima, distância entre a largura máxima e base da lâmina, ângulo da base e biomassa) da diversidade morfológica foliar em três populações de *Ilex paraguariensis* A. St.- Hill (Aquifoliaceae). Ressaltando que as três populações estão sob condições similares de manejo e, neste caso, as alterações morfológicas seriam respostas ao ambiente. Os autores sugerem que a diminuição do ângulo da base poderia aumentar a proporção da área sobre a metade apical da lamina aumentando a exposição à luz, em resposta a um ambiente mais sombreado. Em oposição, um aumento no ângulo da base seria uma resposta adaptativa a um ambiente com elevada intensidade luminosa e/ou limitações edáficas, criando condições de auto sombreamento.

Levantando a hipótese de que as características biométricas das folhas e o equilíbrio catiônico dependem do grau de poluição ambiental, medidos através do nível de poeiras e de metais pesados presentes no solo, Kosiba (2007) analisou a superfície foliar, largura e simetria de 80 espécimes de *Tilia cordata* Mill, cujos resultados demonstraram que locais com níveis altos de poeira e elevada concentração de elementos no solo correspondem a conteúdos superiores desses elementos nas folhas. O estudo mostrou que a elevada poluição do ar em locais altamente poluídos alterou o equilíbrio catiônico e apresentou maior variabilidade nas características morfométricas das folhas.

Franiel & Więski (2004), buscando descrever diferenças biométricas nas características foliares em espécimes de *Betula pendula* Roth. (Betulaceae), realizaram estudo com duas populações provenientes de áreas com solos contaminados ou não. Os

autores verificaram diferenças na forma e tamanho das folhas, confirmando que a espécie apresenta variabilidade local e que as condições do habitat desempenham um importante papel. As folhas na área poluída têm a base mais larga e seção da lâmina mais larga próximo da base com as seções superiores mais estreitas; essa redução no tamanho da lâmina pode ter sido causada pela vitalidade geralmente baixa das árvores. Os autores presumem que a atividade fotossintética também pode ter seus processos reduzidos pelo contato com os poluentes do ar.

Os autores supracitados nos confirmam a capacidade que a planta possui de modificar sua fisiologia, morfologia ou desenvolvimento em resposta às variações ambientais - plasticidade fenotípica - sendo uma importante ferramenta da qual as plantas dispõem para se ajustar à heterogeneidade ambiental (González & Gianoli, 2004); a variação no tamanho e no posicionamento dos órgãos de aquisição de recursos, como as folhas que desempenham um papel importante na aquisição de recursos pelas plantas, é fundamental para o ajuste da planta à disponibilidade de recursos (Sattarian et al, 2011). Essas variações presentes entre populações de uma mesma espécie a tornam capazes de evoluir sob a influência da seleção natural (Franiel & Więski, 2004).

2.2. A variabilidade das folhas em Convolvulaceae Juss.

Em Convolvulaceae, que inclui principalmente espécies trepadeiras e de reconhecida plasticidade na forma das folhas, alguns estudos podem ser destacados. Gianoli & González-Teuber (2005), ao estudarem uma espécie de *Convolvulus* L., observaram que a diminuição da intensidade luminosa experimental teve um efeito significativo sobre os caracteres morfológicos das plantas estudadas; os maiores níveis

de sombreamento produziram pecíolos mais longos, folhas maiores, com lobos menos proeminentes.

Em estudo de competição por luz e nutrientes com *Ipomoea tricolor* Cav., Weiner (1986) concluiu que a competição por luz é assimétrica, por produzir plantas com grande variabilidade de tamanho, quando são plantadas sem adensamento e com baixa concorrência por nutrientes do solo; enquanto que as cultivadas mais adensadas competiam entre si pelos nutrientes e possuíam o tamanho médio menor.

Em estudo da morfogênese de folhas de *Ipomoea nil* (L.) Roth., Njoku (1956a, b) também constatou que a intensidade luminosa tem efeito marcante sobre a forma das folhas. O autor observou que a forma da folha na espécie estudada é determinada desde a ontogenia da folha e que, uma vez determinado, o formato é mantido sem alteração durante crescimento vegetativo posterior. Porém, a influência (nutricional ou hormonal) que determina a forma da folha, deve agir no momento em que o primórdio foliar é iniciado ou em uma fase muito precoce de seu desenvolvimento. A formação de lobos na folha diminuiu proporcionalmente à intensidade luminosa. No experimento, plantas que produziam folhas lobadas à luz plena reverteram para inteiras quando transferidas para locais com forte sombreamento e, inversamente, plantas que produziam folhas inteiras começaram a apresentar novas folhas lobadas à luz plena; e que um leve sombreamento altera o curso do desenvolvimento heteroblástico nesta espécie.

Através de um conjunto de experimentos de campo, Bright & Rausher (2008) evidenciaram que o polimorfismo na forma da folha em *Ipomoea hederacea* (L.) Jacq. está sujeito a forte seleção natural. Embora Campitelli & Stinchcombe (2013) concordem que as evidências suportam que a seleção natural atua na forma das folhas, não excluem a possibilidade de que um *locus* diferente aja interferindo no *locus* responsável pela morfologia da folha. Além disso o polimorfismo da folha de *Ipomoea*

hederacea, mostrou obedecer a um gradiente de latitude e os prováveis mecanismos ecológicos para a formação de lobos nas folhas incluiriam a regulação da temperatura noturna, resistência aos agentes patogênicos, pragas ou à combinação desses fatores.

Njoku (1957) testou o efeito da nutrição mineral e da temperatura na forma das folhas de *Ipomoea nil* (L.) Roth. O experimento mostrou que plantas supridas de altos níveis de nitrogênio (N) crescem mais vigorosas e suas folhas apresentam tonalidade verde escuro; enquanto que baixo nível de N produzem folhas mais lobadas. A nutrição mineral nitrogenada teve efeito mais significativo que o fósforo (P) e o potássio (K), porém a interação PK produziu aumento de lobos nas folhas. Ainda no mesmo experimento, o autor testou o efeito da temperatura noturna na forma das folhas de *Ipomoea nil* (L.) Roth, separando as plantas em dois grupos concluiu que as plantas sob temperatura noturna mais elevada (30°C) cresceram mais lentamente, com coloração verde claro e tiveram maior taxa de produção foliar. Enquanto que as plantas sob temperatura noturna mais baixa (22°C) eram profundamente mais lobadas que as demais. A esse respeito, Campitelli et al (2013) relataram em estudo sobre o efeito da termorregulação em folhas de *I. hederacea* que as folhas lobadas se mantêm mais quentes em relação às folhas cordiformes durante noites claras e frias; levando-os a considerar a hipótese de que a dissecação do limbo pode ser uma adaptação a climas mais frios.

A análise comparativa entre duas populações de *Convolvulus arvensis* L. realizada a partir de sementes provenientes de dois habitats diferentes (área de monocultura de cereais e área ruderal), testado com tratamentos diferentes de luz e umidade para verificar respostas fenotípicas, mostrou que há uma relação positiva entre o estresse ambiental e a morfologia. E que as populações provenientes de áreas ruderais apresentam-se mais homogêneas do que as de áreas cultivadas, em função que estas

recebem suprimento de água dependente do ciclo da cultura, enquanto aquelas são mais estáveis em termos de luminosidade e disponibilidade de água (Gianoli 2004).

Baseado nas diferenças de heterogeneidade ambiental (regime de chuvas), a hipótese da variação da plasticidade fenotípica à umidade do solo em populações de *Convolvulus chilensis* Pers. demonstrou que indivíduos submetidos a tratamento com umidade reduzida geralmente apresentavam folhas menores e maior densidade de tricomas (Gianoli & González-Teuber, 2005).

Relatada como erva daninha ocorrente em estação chuvosa de regiões áridas da Índia, *Ipomoea pes-tigridis* L. apresenta alto polimorfismo adaptativo; com folhas simples, inteira a ligeiramente dissectas a folhas profundamente dissectas 3-11 lobadas, tendo sua propagação apenas através de sementes. Bhati & Sen (1978) correlacionaram esse polimorfismo às características da semente. As plantas com folhas simples, inteiras a ligeiramente dissectas produziam sementes amarelas, marrom amareladas, marrom com tricomas ou castanho-escuro glabras; sendo as amarelas e marrom amareladas as maiores, com alto percentual de germinação e as plantas apresentavam flores e frutos mais cedo que as demais. As plantas que possuíam folhas profundamente dissectas produziam sementes mais leves e altamente latentes. Além disso, as de folhas simples, inteiras a ligeiramente dissectas, estavam restritas a habitats sombreados e úmidos enquanto que os indivíduos de folhas mais profundamente dissectas preferiam crescer sob a luz difusa da sombra de outras plantas.

Os estudos acima nos mostram que fatores (como luz, umidade e temperatura) e a disponibilidade nutricional do solo tem importância sobre o fenótipo da planta. Alguns destes fatores combinados à ação de agentes externos (pragas, doenças e localização) também podem interferir na forma adaptativa da folha.

4. Morfometria aplicada à taxonomia

A morfometria é o estudo matemático das formas (Reis 1988); e o uso de técnica morfométrica nos permite comparar as alterações da forma em função do tamanho e testar até que ponto as divergências alométricas dão origem a diferenças de forma (Peres-Neto et al. 1995). A análise multivariada nos possibilita detectar e descrever padrões espaciais e temporais, utilizando técnicas que permitem que parâmetros biológicos subjacentes às relações morfológicas entre os indivíduos ou grupos possam ser mais facilmente detectados e interpretados. Esta ferramenta tem apresentado uma importante aplicabilidade na taxonomia, cujo objetivo é mensurar as diferenças existentes entre as espécies e criar referências para comparação (Peres-Neto et al., 1995). A análise da morfometria foliar é utilizada no estudo da distinção entre grupos e separação de espécies, na delimitação de morfotipos e na distribuição geográfica em virtude da sua área de ocorrência (Souza, 2012).

Apesar de serem pouco frequentes os estudos envolvendo a análise morfométrica em órgãos vegetais, estes são de relevante importância no avanço da taxonomia vegetal e alguns exemplos podem ser destacados. Jensen et al. (2002) confirmaram a hipótese de que a utilização de três tipos de análise de dados na morfometria de *Acer rubrum* L., *A. saccharinum* L. e seus híbridos (medidas lineares e angulares, contornos foliares e configurações de landmarks), testadas apenas com caracteres foliares, permitiriam diferenciar claramente os táxons.

Vieira et al. (2014) testaram a delimitação dos taxa de *Anacardium microcarpum* Ducke e *A. occidentale* L. através da morfometria geométrica de suas folhas. A hipótese dos autores era de que estas espécies são diferenciadas a partir da morfologia de seus frutos e de dimensões foliares. Apesar de considerarem que as populações estudadas

apresentam uma diferença estatística significativa entre as formas foliares, devido ao grande número de sobreposição, os autores acreditam que não é possível usar este caráter como diagnóstico.

Na análise das variações morfométricas e correlação da variabilidade morfológica com a distribuição geográfica de populações de *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland, Watanabe (2009) refutou a hipótese de que esta espécie poderia ser separada em dois taxa distintos. Concluindo, então, que *S. nitens* é uma espécie altamente polimórfica, e que esta variabilidade não está relacionada com a distribuição geográfica das populações. Enquanto que Bünger et al (2015), a partir de uma análise morfométrica, verificaram que o conjunto de espécies do complexo *Eugenia involucrata* sect. *Phyllocalyx* (O. Berg) Nied, se referem a uma única espécie com conjuntos similares de características.

Sattarian et al (2011) conduziram uma análise de padrões de diversidade morfológica e assimetria característica em quatro populações naturais de *Parrotia persica* C. A. Mey. Os autores concluíram que uma análise multivariada mostrou diferenças significativas entre as populações, provavelmente, reflexos de adaptação morfológica a diferentes condições climáticas. Ainda que, análises discriminantes sugerem uma adaptação morfológica a diferentes condições de umidade.

Baseados em 37 caracteres morfológicos, sendo 22 quantitativos e 15 qualitativos, Peichoto et al. (2015) realizaram análises multivariadas em *Schizachyrium* (Poaceae) em 27 espécimes. Como resultado, as análises morfométricas revelaram duas novas espécies, *S. angustispiculatum* Peichoto & Welker e *S. valsii* Peichoto & Welker. Além disso, sugeriram que *Andropogon luxurians* Ekman que, até então, era considerado sinônimo de *S. sanguineum* (Retz.) Alston seria suficientemente diferente

para ser considerado como um novo táxon, levando a uma nova combinação de nomes,
S. luxurians (Ekman) Peichoto and Welker.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ARAÚJO, D.; ALVES, M.. Variabilidade morfológica de *Passiflora foetida* L.: Quantas variedades existem no Estado de Pernambuco? **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 852-854, 2007.
- BHATI, P.; SEN, D. N.. Adaptive Polymorphism in *Ipomoea pes-tigridis* (*Convolvulaceae*), a Common Rainy Season Weed of the Indian Arid Zone. **Plant Systematic and Evolution**, v. 129, p. 111-117, 1978.
- BELHADJ, S.; DERRIDJ, A.; AUDA, Y.; GERS, C.; GAUQUELIN, T.. Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie. **Canadian Journal of Botany**. v. 86, p. 520-532, 2008.
- BOEGER, M. R. T.; GLUZEZAK, R. M.; PIL, M. W.; GOLDENBERG, R.; MEDRI, M.. Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. **Revista Brasil. Bot.**, v.31, n.3, p.443-452, 2008.
- BOEGER, M. R. T.; BIU, C.; GOLDENBERG, R.. Arquitetura foliar comparativa de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 23, n.3, p. 657-665, 2009.
- BRADSHAW, A. D.. 1965. **Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants**. *Advances in Genetics* 13: 115-155. Disponível em: http://bulbrose.x10.mx/Hereditiy/Bradshaw/bradshaw2_files/bradshaw2.html. Acessado em 22 fev. 2016.
- BRIGHT, K. L.; RAUSHER, M. D. Natural selection on a leaf-shape polymorphism in the Ivyleaf Morning Glory (*Ipomoea hederacea*). **Evolution**. v. 62, n.8, p. 1978–1990, 2008.
- BÜNGER, M. O.; EINSEHLOR, P.; FIGUEIREDO, M. L. N.; STEHMANN, J. R.. Resolving Species Delimitations in the *Eugenia involucrata* Group (*Eugenia* sect. *Phyllocalyx* - Myrtaceae) with Morphometric Analysis. **Systematic Botany** 40(4), dec. 2015.
- BURIL, M. T.; SIMÕES, A. R.; CARINE, M.; ALVES, M. *Austinia*, a new genus of Convolvulaceae from Brazil. **Phytotaxa**. v. 186, n. 5, p. 254 – 260, 2014.

-
- _____. *Daustinia*, a replacement name for *Austinia* (Convolvulaceae). **Phytotaxa**. v. 197, n. 1, p. 60, 2015.
- CAMPITELLI, B. E.; GORTON, A. J.; OSTEVIK, K.; STINCHCOMBE, J. R.. The effect of leaf shape on the thermoregulation and frost tolerance of an annual vine, *Ipomoea hederacea* (Convolvulaceae). **American Journal of Botany**. v. 100, n. 11, p. 2175–2182, 2013.
- CAMPITELLI, B. E.; STINCHCOMBE, J. R. Natural selection maintains a single-locus leaf shape cline in Ivy leaf morning glory, *Ipomoea hederacea*. **Molecular Ecology**. v. 22, p. 552–564, 2013.
- CHAGAS, M. G. S.; SILVA, M. L. da; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. M. Variações Foliares em Grupos Funcionais Vegetais de uma Paisagem de Restinga, Pernambuco-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife. v.1, n.2, p. 50-63, 2008.
- COELHO, G.C.; MARIATH, J.E.de A.; SCHENKEL, E.P. Populational diversity on leaf morphology of Maté (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill, Aquifoliaceae). **Brazilian archives of biology and technology**. v. 45, n.1, p. 47 – 51, 2002.
- CUNNINGHAM, G. L.; STRAIN, B. R. An ecological significance of seasonal leaf variability in a desert shrub. **Ecology**. v. 50, n. 3, p. 400-408, 1969.
- FLORAIS DA TERRA. Disponível em:
http://floraisdaterrabh.blogspot.com.br/p/chapada-diamantina_02.html. Acesso em: 29 ago 2016.
- FRANIEL, I.; WIĘSKI, K. Leaf features of silver birch (*Betula pendula* Roth). Variability within and between two populations (uncontaminated vs Pb-contaminated and Zn-contaminated site). **Tress**. v. 19, p. 81-88, 2004.
- GIANOLI, E. 2004. Plasticity of traits and correlations in two populations of *Convolvulus arvensis* (Convolvulaceae) differing in environmental heterogeneity. **International Journal of Plant Sciences**, v. 165, n. 5, p. 825–832, 2004.
- GIANOLI, E.; GONZÁLEZ-TEUBER, M. Environmental heterogeneity and population differentiation in plasticity to drought in *Convolvulus chilensis* (Convolvulaceae). **Evolutionary Ecology**. v. 19, p. 603–613, 2005.

- GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. Morfologia vegetal: Organografia e dicionário ilustrado de morfologia de plantas vasculares. São Paulo: **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**. 2007.
- GONZÁLEZ, A.V.; GIANOLI, E. Morphological plasticity in response to shading in three *Convolvulus* species of different ecological breadth. **Acta Oecologica**. v. 26, p.185–190, 2004.
- GUREVITCH, J. Variation in leaf dissection and leaf energy budgets among populations of *Achillea* from an altitudinal gradient. **American Journal of Botany**. v.75, n. 9, p 1298-1306, 1988.
- JACQUES-FÉLIX, H. Observations sur la variabilité morphologique de *Coix Lacryna-Jobi* (XVe note sur les Graminées d'Afrique Tropicale). **Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée**. v. 8, n. 1-3, p. 44-56, 1961.
- JENSEN, R. J.; CIOFANI, K. M.; MIRAMONTES, L. C. Lines, outlines, and landmarks: Morphometrics analyses of leaves of *Acer rubrum*, *Acer saccharinum* (Aceraceae) and their hybrid. **Táxon**. v. 51, n. 3, p. 475-49, 2002.
- JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. Sistemática vegetal: um enfoque filogenético. Porto Alegre: **Artmed**, p.39-52, 2009.
- KOSIBA, P.. Variability of morphometric leaf traits in small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) under the influence of air pollution. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**. v. 77, n. 2, p. 125- 137, 2007.
- MAIA-SILVA, C.; SILVA, C. I. da; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T. de; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga. **Editora Fundação Brasil Cidadão**, 1ª ed., Fortaleza, CE, pg. 176 e 177, 2012.
- MENADUE, Y.; CROWDEN, R. K. Leaf polymorphism in *Ranunculus nanus* Hook. (Ranunculaceae). **New Phytologist**. v. 114, p. 265-274, 1990.
- MOUTON, J. A. La biométrie du limbe: mise au point de nos connaissances. **Bulletin de la Société Botanique de France**, v. 123, n. 3-4, p. 145-157, 1976.

NJOKU, E. Studies in the morphogenesis of leaves. XI. The effect of light intensity on leaf shape in *Ipomoea caerulea*. **New Phytologist**, v. 55, n. 1, p. 91- 110. 1956.

_____. The effect of defoliation on leaf shape in *Ipomoea caerulea*. **New Phytologist**, v. 55, n. 2, p. 213- 228, 1956.

NJOKU, E. The effect of mineral nutrition and temperature on leaf shape in *Ipomoea caerulea*. **New Phytologist**, v. 56, n. 2, p. 154-171, 1957.

PEICHOTO, M. C.; WELKER, C. A. D.; NEFFA, V. G. S. Morphometric Analysis of *Schizachyrium* (Poaceae–Andropogoneae) Reveals Two New Species from South America. **Systematic Botany**, v. 40, n.2, p. 461–473, 2015.

PERES-NETO, P.R; VALENTIN, J.L; FERNANDEZ, F.A.S (editores). Introdução a análises morfométricas. **Oecologia brasiliensis**, v.II: tópicos em tratamento de dados biológicos. Rio de Janeiro, RJ, p. 57-89, 1995.

REIS, S. F. Morfometria e estatística multivariada em biologia evolutiva. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.5(4), p. 571-580, 1988.

SATTARIAN, A.; AKBARIAN, M. R.; ZARAFSHAR, M.; BRUSCHI, P.; FAYYAZ, P. Phenotypic variation and leaf fluctuating asymmetry in natural populations of *Parrotia persica* (Hamamelidaceae), an endemic species from the Hyrcanian Forest (Iran). **Acta Botanica Mexicana**, v. 97, p. 65-81, 2011.

SILVA, F. O.; KEVAN, S. D.; ROQUE, N.; VIANA, B. F.; KEVAN, P. G. Records on floral biology and visitors of *Jacquemontia montana* (Moric.) Meisn. (Convolvulaceae) in Mucugê, Bahia. **Brazilian Journal Biology**, v. 70, n. 3, p. 671-676, 2010.

SIMÕES, A. R.; CULHAM, A.; CARINE, M. Resolving the unresolved tribe: a molecular phylogenetic framework for the Merremieae (Convolvulaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 179, p. 374-387, 2015.

SIMÕES, A. R; STAPLES, G. Dissolution of Convolvulaceae tribe Merremieae and a new classification of the constituent genera. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 183, p. 561-586, 2017.

SOUZA, E. N. F. de. **Taxonomia e morfometria foliar de *Tapura amazonica* Poepp. & Endl. (Dichapetalaceae)**. Brasília, 2012. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Brasília.

STINCHCOMBE LABORATORY PLANT EVOLUTIONARY ECOLOGY.

Disponível em: <<http://labs.eeb.utoronto.ca/stinchcombe/leaves.htm>>.

Acessado em 23 sept. 2015.

TECHIO, V. H.; CAGLIARI, A.; FLOSS, P. A.; CROCE, D. M. Morfometria e nervação foliar em procedências de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) (Aquifoliaceae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, n. 4, p. 433-437, 2009.

VIEIRA, M.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. de. Geometric morphometrics of leaves of *Anacardium microcarpum* Ducke and *A. occidentale* L. (Anacardiaceae) from the coastal region of Piauí, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**. 2014.

VISCOSI, V. Geometric morphometrics and leaf phenotypic plasticity: assessing fluctuating asymmetry and allometry in European White oaks. **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 179, p. 335-348, 2015.

WATANABE, M.T.C. 2009. **Análise morfométrica e variabilidade morfológica em Populações de *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae)**. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo.

WEINER, J. Allocation, plasticity and allometry in plants. **Elsevier GmbH**, v. 6, n. 4, p. 207–215, 2004.

_____. How competition for light and nutrients affects size variability in *Ipomoea tricolor* populations. **Ecology**, v. 67, n. 5, p. 1425-1427, 1986.

ZHU, J; CHENG, H-M.; ZHU, Y-P.; CAO, W.; CHEN, B.; TIAN, X-J. Geographic variations in leaf shape of *Acer ginnala* (Aceraceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 301, p. 1017- 1028, 2015.

Capítulo 1

Desembaraçando a morfologia foliar em *Daustinia montana* (Moric.) Buril & A. R.

Simões (Convolvulaceae)

A ser submetido ao periódico Botanical Journal of the Linnean Society

Desembaraçando a morfologia foliar em *Daustinia montana* (Moric.) Buril & A. R.

Simões (Convolvulaceae)

Juliana Aureliano de Alencar Monteiro Lourenço^{1,4}, André Luiz Borba do Nascimento¹, Paulo Duarte-Neto², George Staples³, Maria Teresa Buril¹

¹ Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Av. Dom Manoel de Medeiros, sn, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Biometria e Estatística, Departamento de Estatística e Informática, Av. Dom Manoel de Medeiros, sn, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil

³HRA, Herbarium, Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey TW9 3AB, U.K.

⁴Author for correspondence: alencal@hotmail.com

RESUMO

Daustinia montana (Moric.) Buril & A.R. Simões (Convolvulaceae), única espécie do gênero, é notável por sua ampla variabilidade foliar. Com o objetivo de entender se essa plasticidade pode estar correlacionada à distribuição da espécie, este estudo propõe uma análise morfométrica linear e de contorno foliar. Espécimes herborizados foram fotografados e foram obtidas medidas lineares a partir de seleção pré-estabelecida. Com base nos dados obtidos foi realizada análise multivariada para testar a força da relação entre características morfológicas, habitats e distribuição. Através da Análise Elíptica de Fourier, baseada em 20 harmônicas, foram gerados descritores de forma, resultando em nove componentes principais. Com descritores elípticos de Fourier foi criada Árvore de agrupamento que sugere existência de seis morfotipos em *D. montana*. Por outro lado, o cluster possibilitou a observação de dois grandes grupos, diferenciados principalmente pela largura das folhas. Nossas análises demonstraram que os morfotipos estão fortemente relacionados à latitude de ocorrência da espécie, e que outras características, como a formação de lobos nas folhas e o tipo de indumento estão relacionados ao habitat.

Palavras-chave: Análise multivariada - morfometria - morfotipos - plasticidade - polimorfismo foliar - taxonomia.

ABSTRACT

Daustinia montana (Moric.) Buril & A.R. Simões (Convolvulaceae), the only species of the genus, is notable for its wide leaf variability. In order to understand if this plasticity can be correlated to the distribution of the species, this study proposes a linear morphometric and leaf contour analysis. Herbarium specimens were photographed and linear measurements were obtained from pre-established selection. Based on the data obtained, a multivariate analysis was performed to test the strength of the relationship between morphological characteristics, habitats and distribution. Through the Elliptic Fourier Analysis, based on 20 harmonics, shape descriptors were generated, resulting in nine main components. With elliptic Fourier descriptors a grouping tree was created that suggests the existence of six morphotypes in *D. montana*. On the other hand, the cluster made possible the observation of two large groups, distinguished mainly by the width of the leaves. Our analyzes have shown that the morphotypes are strongly related to the latitude of the species occurrence, and that other characteristics, such as the formation of lobes in the leaves and the type of indument are related to the habitat.

Key words: Multivariate analysis - morphometry - morphotypes - plasticity - foliar polymorphism - taxonomy.

INTRODUÇÃO

Daustinia Buriil & A.R. Simões é um gênero monoespecífico de Convolvulaceae Juss, endêmico do Brasil. Foi recentemente estabelecido a partir de duas espécies com um complexo histórico taxonômico (Buriil et al. 2014), os dois táxons em questão foram originalmente descritos sob o gênero *Ipomoea* – *I. montana* Moricand (1838) e *I. serrata* Choisy (1837); sendo posteriormente combinadas em *Jacquemontia* Choisy por Meisner (1869) na *Flora Brasiliensis*, que as incluiu na seção Capitatae (caracterizada pelas inflorescências capitadas) e as distinguiu principalmente pela forma de suas brácteas. Na mesma obra, Meisner também descreveu cinco novas variedades de *J. serrata*, diferenciando-as pela morfologia foliar, principalmente a divisão do limbo e tipo de indumento.

Ao revisarem o gênero *Jacquemontia* para o Brasil, Buriil et al. (2014) observaram que estas duas espécies haviam sido equivocadamente alocadas no gênero, visto que não apresentavam nenhuma das sinapomorfias como os tricomas estrelados (vs. simples em *J. montana* e *J. serrata*), lobos estigmáticos achatados dorsiventralmente ou elipsoides (vs. lobos estigmáticos globosos), cápsula 8-valvar (vs. cápsula 4-valvar). Baseados nestas evidências, os autores estabeleceram o novo gênero. No ano seguinte, Simões et al. (2015) confirmaram *Daustinia* como grupo monofilético e irmão da tribo *Ipomoeae*, a partir de um estudo filogenético da tribo Merremieae. Mais recentemente, com a dissolução da tribo Merremieae por Simões & Staples (2017), o gênero foi considerado como “*incertae sedis*”.

Com a revisão dos espécimes para descrição do novo gênero, Buriil et al. (2014) se depararam com uma ampla plasticidade fenotípica dos caracteres vegetativos, enquanto que os caracteres florais eram notavelmente homogêneos. E por considerarem

que o caráter da forma das brácteas, utilizado até então para diferenciar as duas espécies, pareciam ser um contínuo de variação, sinonimizaram *J. serrata* e suas variedades em *Daustinia montana* (Moric.) Buril & A.R. Simões.

Nesta circunscrição, *D. montana* é amplamente distribuída, desde o Piauí ao Rio de Janeiro; presente em formações vegetacionais variadas, mas geralmente marcadas pela intensa incidência luminosa: caatinga, campos rupestres, cerrado, restinga, mata atlântica (tabuleiros) e regiões de transição entre esses domínios fitogeográficos. Diante deste amplo espectro de distribuição, Buril et al (2014) sugeriram que a intensa variabilidade das folhas – quanto à forma, divisão, tamanho e indumento – poderia estar relacionada à influência do ambiente sobre o fenótipo.

Essa plasticidade dificultou a delimitação de morfotipos e não pôde ser observada a distinção de unidades dentro do complexo, e por isso, os táxons supracitados são agora considerados como única espécie supostamente polimórfica. E este polimorfismo foliar não seria exclusividade dentro de Convolvulaceae, tendo sido observado e estudado em outras linhagens (Belhadj *et al.* 2008, Boeger, Biu & Goldenberg 2009, Zhu et al. 2015).

Com o objetivo de dirimir essa problemática dentro do gênero, o presente estudo propõe-se, a partir de análises morfométricas de medidas lineares e de contorno foliar, verificar se existem morfotipos para *D. montana*, bem como entender se, de fato, estas variações estão relacionadas à sua distribuição.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta e processamento de dados

Foram analisados espécimes herborizados, depositados nos herbários ALCB, ASE, CEPEC, EAC, HST, HUEFS, HUESC, HUFNR, HURB, IAN, INPA, IPA, MAC, MBML, MOSS, PEUFR, RB, R, TEPB e VIES (acrônimos de acordo com Thiers, atualizado continuamente). Além disso, foram realizadas expedições de coletas às áreas de ocorrência da espécie, nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Os espécimes foram coletados seguindo as técnicas usuais em taxonomia (Mori *et al.* 1989) e depositados no herbário PEUFR e duplicatas serão enviadas para os herbários RB e K. Ao todo, 348 exsiccatas (incluindo duplicatas) foram analisadas.

Para completar o banco de dados de informações sobre os espécimes, as coletas que não dispunham de coordenadas geográficas, tiveram suas coordenadas aproximadas pelo software Google Earth. Informações sobre os habitats, quando ausentes nas etiquetas ou proveniente de localidades desconhecidas pelos autores, foram obtidas a partir do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2017).

A seleção das folhas para as análises morfométricas seguiu os requisitos: folhas visualmente expandidas (sem dobramento), sem danos provenientes de herbivoria ou do processo de fixação; e consideradas maduras, ou seja, aquelas abaixo do quarto nó terminal.

Obtenção das imagens

As imagens foram obtidas utilizando uma câmera fotográfica digital da marca Sony, modelo Nex-5, lente 18–55 mm com resolução de 14.2 megapixels e sensor CMOS de 23.4 × 15.6 mm. Para garantir a equidade das fotos, utilizou-se um tripé fotográfico com altura de 22 cm aferida de cada pé à lente e da lente à base de apoio. A

lente da câmera foi ajustada para foco centralizado e todas as exsicatas fotografadas com escalímetro em escala 1:100.

O material coletado em campo somente foi fotografado após herborização para evitar ondulações e distorções ao ser comparado aos demais espécimes depositados nas coleções. Não foi possível padronizar a superfície do limbo (adaxial ou abaxial) porque os espécimes herborizados não permitem o manejo de suas partes.

Análises morfométricas

MEDIDAS LINEARES

A partir do material fotografado foram adotadas sete medidas lineares (Fig. 1), constituindo-se em dados quantitativos contínuos, com o auxílio do software ImageJ. Cada imagem foi calibrada, medida e os dados armazenados em arquivo no Microsoft Office Excel. Para estas mensurações foram analisadas 694 folhas viáveis (todas as que permitiam visualização das medidas acima) pertencentes a 191 indivíduos.

ANÁLISES MULTIVARIADAS

As análises foram conduzidas no programa R (R Project for Statistical computing, 2015) e os caracteres foram organizados em um *dataframe* centrado nos caracteres categóricos: 1. Divisão do limbo (inteira, lobada), 2. Tipo de indumento (pubescente, seríceo, tomentoso), 3. Margens (dentada, serreada, bidentada, bisserreada e ondulada), 4. Medidas lineares citadas acima, 5. Coordenadas geográficas (latitude e longitude), 6. Habitats (caatinga, campo rupestre, cerrado, restinga e áreas de transição de cerrado e caatinga – ecótonos).

Para medir a dissimilaridade da matriz de coordenadas geográficas, utilizou-se a distância euclidiana; para a matriz de presença e ausência (P/A) de lobos na folha foi usado o Índice de similaridade de Jaccard. Esse mesmo índice foi utilizado para montar a matriz de similaridade de margem e indumento. Testou-se a correlação entre as variáveis (medidas lineares) pelo coeficiente de correlação linear de Pearson. O estudo alométrico testou, segundo o mesmo coeficiente, a correlação entre comprimento e largura x habitat. Foi realizada uma PERMANOVA entre as matrizes de coordenada e P/A de indumento e lóbulo. E, em caso de significância, procedeu-se a PERMANOVA par a par entre as variáveis. O pacote indicpecies (ISA), foi utilizado para mensurar a força da relação entre as medidas lineares e os habitats, predizendo os caracteres mais discriminatórios em cada domínio estudado.

ELÍPTICA DE FOURIER – EFA E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

Para essa análise foram selecionadas apenas 01 (uma) folha por indivíduo, sendo esta a mais representativa em termos de forma. Ou seja, se o indivíduo apresentava folhas inteiras e lobadas foi selecionada aquela que representava melhor o conjunto em sua maioria. Selecionamos 105 folhas inteiras e 69 folhas lobadas nesta análise, totalizando 174 espécimes. Dos indivíduos com folha inteira, 25 deles também possuíam folha lobada; e, dos de folha lobada, 21 possuíam raras folhas inteiras.

As imagens das folhas foram processadas no programa Adobe Photoshop CS6 para isolamento das folhas, subtração dos pecíolos, digitalização dos contornos e uniformização de background. Depois de editadas, as fotos foram padronizadas em 640 × 480 pixels e resolução de 72 pixels.

Em seguida, as imagens foram processadas no pacote computacional SHAPE v.1.3 (Iwata & Ukai, 2002) para avaliação da forma do contorno baseado em descritores

de elíptica de Fourier (EFDs), para quantificar as diferenças entre as amostras. O SHAPE agrega quatro programas (ChainCoder, Chc2Nef, PrinComp e PrinPrint) para digitalização de imagens, esboço de contorno, EFD's, análise de componentes principais e visualização da variação das formas estimada pelos EFD's. O ChainCoder extrai o contorno das folhas e grava um "código de corrente", sistema que converte informações geométricas dos contornos em números compreendidos entre 0 e 7, converte imagens em códigos binários e apresenta um histograma em escala de cinza dos pixels. O segundo programa, Chc2Nef, calcula os EFD's normalizados a partir dos contornos codificados em cadeia. PrinComp executa uma análise de componentes principais (PCA) dos EFDs normalizados no programa anterior baseado na matriz de variância-covariância dos coeficientes. O último programa, PrinPrint, permite visualizar a variação dos contornos explicado por cada componente principal.

A análise elíptica de Fourier (EFA) caracteriza quantitativamente formas de contorno fechado gerando descritores de forma a partir dessa codificação do contorno da folha. É utilizada principalmente quando o objeto possui poucos pontos homólogos, como no presente estudo em que a clara homologia entre as folhas seriam os dois pontos extremos da nervura central. Para a EFA foram selecionadas 20 harmônicas.

Com o resultado da PCA foi realizada uma análise multivariada de variância (MANOVA) para determinar quais fatores (morfotipos e habitat) tinham influência na variação dos componentes principais. Em caso de significância foi testada a Análise de variância (ANOVA) para analisar as variáveis individualmente e explicar as diferenças significativas detectadas; a posteriori foi utilizado o teste HSDTukey, que aponta as diferenças significantes entre as variáveis (componentes principais, morfotipos e habitat) comparando as médias duas a duas (pairwise comparison). Ainda com o

resultado da PCA e os valores referenciados a latitude de cada indivíduo, foram criados diagramas de dispersão para compreender a relação e influência entre as variáveis.

Representamos graficamente a frequência em que cada morfotipo ocorre nos habitats estudados. Por último, foi elaborado um mapa para facilitar a percepção espacial das populações ocorrentes de *D. montana* e diagrama de frequência dos morfotipos em cada população.

Terminologia morfológica

Os termos utilizados para as descrições taxonômicas seguiram os seguintes autores: venação, Leaf Architecture Working Group (1999); forma, base, ápice, indumento, Harris & Harris (2001); margens, Hickey & King (2000) e Harris & Harris (2001).

RESULTADOS

Apesar de não observarmos modificações em seus caracteres florais no material analisado, as folhas de *Daustinia montana* (Moric.) Buriel & A. R. Simões apresentam uma ampla variação quanto ao indumento: seríceas ou tomentosas, pubescentes, tricomas simples, esbranquiçados ou cinéreos quando vivas; forma: inteira ou 3-5(7) lobadas; margem: dentada, bidentada, serreada, bisserreada, sinuosa (Fig. 2); forma: deltoide, elíptico, oblanceolado, oval, oblonga, triangular, quadrada ou lanceolado; ápice geralmente mucronado, mucronulado, às vezes retuso ou agudo; base truncada, hastada, arredondada, às vezes reniforme ou obtusa, raramente oblíqua (Fig. 3).

A correlação entre as medidas lineares (Fig. 4) mostrou que as medidas foliares que possuem com relação mais forte, por serem dependentes entre si, são o

comprimento da nervura do lobo lateral (nervlat), a distância medida da forquedura do lobo lateral até a linha transversal ao ponto de inserção do pecíolo (lobopec) e a distância medida entre o ápice do lobo central e o ápice do último lobo lateral (compapll).

As variáveis comprimento e largura x habitat e coordenadas geográficas (Tab. 1) demonstraram uma correlação em relação à latitude para comprimento (16%) e largura (15%), porém sem expressão significativa. A longitude apresentou maior significância quando correlacionada ao comprimento (21%). Os outros componentes não apresentaram resultados significativos.

A PERMANOVA encontrou os seguintes resultados: quando se relacionou a matriz presença/ausência de lobos aos habitats, o teste apresentou significância ($R^2=0.043$, $p<0.05$) mas foi bastante significativo ($R^2=0,304$, $p<0.001$) para a relação matriz P/A de indumento e habitats. A PERMANOVA par a par (Tab. 2) revelou que houve variação entre habitats em relação à divisão do limbo com significância apenas entre: caatinga - ecótono ($p<0.05$, $F=7,74$, $R^2=0.0674$) e ecótono - restinga ($p<0.05$, $F=9.68$, $R^2=0.0693$), entendemos que embora haja diferença entre esses ecossistemas, a diferença é sutil (6,74% e 6,93%, respectivamente).

A variação entre habitats em relação ao indumento foi mais significativa, com valores fortes entre os ambientes caatinga- restinga ($p<0.05$, $F=42.858$, $R^2=0.1985$), campo rupestre- ecótono ($p<0.05$, $F=37.969$, $R^2=0.2877$), cerrado- ecótono ($p<0.05$, $F=21.441$, $R^2=0.3276$), cerrado - restinga ($p<0.05$, $F=75.147$, $R^2=0.4059$) e campo rupestre - restinga ($p<0.05$, $F=135.81$, $R^2=0.4591$) com significâncias respectivas de 29%, 33%, 40,6% e 46%; a análise indicou que as populações ocorrentes na restinga são as mais diferenciadas dos demais ambientes. Inicialmente, foram inseridos na análise os

tipos de margens das folhas, porém esse caráter não apresentou relação com nenhuma outra variável.

A análise realizada no pacote *indicspecies* mostra que existe uma relação significativa entre as medidas lineares e os habitats compreendidos no estudo ($R^2=0.22$, $F<0.001$). Para os habitats cerrado, campo rupestre e áreas de ecótono a medida *distlobos* é a mais discriminatória ($p<0.01$). Nestes habitats a medida mais indicativa das folhas, e que os diferencia dos demais, é a distância entre o 2º e o 3º lobos laterais (Fig. 5); indicando que no cerrado, campo rupestre e áreas de ecótono teríamos uma proporção maior de folhas lobadas e mais largas, cujos lobos de ponta a ponta de seus ápices formam medidas de arco maiores. Enquanto que as medições *nervlat* ($p<0.001$), *compall* ($p<0.001$) e *lobopec* ($p<0.001$) são discriminatórias em todos habitats com exceção das áreas de restinga; levando-nos a concluir que as folhas lobadas presentes nesses habitats possuem o lobo central de comprimento maior.

Na análise baseada nos contornos foliares, o dendrograma gerado a partir dos descritores de Fourier (Fig. 6) mostra o agrupamento de seis morfotipos, determinados de maneira subjetiva baseada na inspeção visual das ramificações, no comprimento 1.0 da árvore. O Morfotipo I apresenta as folhas mais estreitas, por serem em sua maioria inteiras e com destaque do lobo central; o Morfotipo II revela a assimetria bilateral das folhas; as formas mais largas da segunda metade da folha à base são destacadas pelo Morfotipo III; os Morfotipos IV, V e VI são mais estreitamente relacionados, o IV e o VI agrupam as formas mais lobadas, enquanto que o V apresenta as formas com maior largura na linha mediana do limbo (Fig. 7).

Se dobrarmos o ponto de corte da árvore para 2.0 do comprimento máximo, teríamos a formação de dois grandes grupos. O agrupamento dos morfotipos 1, 2 e 3, com folhas mais estreitas e menores, predominantemente inteiras ou com lobos pouco

proeminentes. Enquanto que o segundo agrupamento (morfotipos 4, 5 e 6) com folhas mais largas, inteiras ou lobadas. Nessa condição, observamos que os grupos parecem estar mais bem relacionados e agrupando morfotipos que, apesar de morfologicamente parecidos, se manteriam isolados na primeira análise.

A PCA resultou em nove componentes principais mais significativos, utilizamos até o PC5 que explica 85,12% da variância total, sendo que o PC1 corresponde a 43,92% da variância total (Tab.3, Fig.8). Em relação à forma e observando as características de cada componente (média ± 2 S.D), temos que: o PC1, que resume a maior variação dos dados, está relacionado à elipsidade da forma da folha; o PC2, à forma do limbo e formação de lobos; o PC3 explica a simetria das folhas; o PC4 relaciona-se com as formas das bases foliares; por fim, o PC5 explica a irregularidade da forma (Fig. 9).

A MANOVA (Tab. 4) indica uma forte significância entre PC's e morfotipos ($p < 0.001$). A análise de variância mostrou significância na relação com os morfotipos para os seguintes componentes principais: PC1 ($f_{5, 164} = 46.29, p < 0.001$), PC2 ($f_{5, 164} = 37.16, p < 0.001$), PC3 ($f_{5, 164} = 10.84, p < 0.001$) e PC4 ($f_{5, 164} = 4.29, p < 0.001$). Enquanto que apenas o PC4 apresentou resultado significativo com o habitat ($f_{4, 164} = 2.58, p < 0.05$). Não foi encontrada diferença significativa do PC5 quando relacionado aos morfotipos e habitat.

Ao considerar um nível de significância de 5% do teste HSD de Tukey, quando comparamos as médias par a par dos morfotipos, encontramos diferenças significativas nos PC1, PC2, PC3 e PC4 (Tab.5). Não foi encontrada diferença significativa do PC5 em nenhum dos grupos.

Na correlação entre morfotipos, PCs e coordenadas geográficas, percebemos que existe uma correlação forte entre a latitude e os morfotipos (34%), o PC1 (36%) e o PC4

(18%). A longitude não apresentou correlação significativa em nenhum dos resultados (Tab. 6).

Os gráficos de dispersão baseados nos escores dos componentes principais (Fig.10) sugerem que as folhas são mais largas nas latitudes mais altas (Fig 10-A); que a plasticidade fenotípica seria mais intensa e com folhas mais lobadas à medida que aumenta a latitude, enquanto que nas latitudes mais baixas as folhas seriam mais regulares (Fig 10-B); essa tendência à regularidade pode ser observada também nas figuras 10-C, D e E. Constata-se em todos os gráficos as maiores tendências de dispersão da forma entre os graus -10 a -15 de latitude.

A figura 11 apresenta a frequência dos seis morfotipos nos domínios (A), onde podemos perceber que a caatinga e a restinga abrigariam a maior diversidade de tipos, uma maior frequência absoluta do Morfotipo II e uma regularidade de ocorrência do Morfotipo III. Enquanto que a restinga registra o maior número de indivíduos do Morfotipo V. O gráfico que representa os dois grandes grupos formados no ponto de corte 2.0 do comprimento máximo (B) mostra a clara frequência absoluta do grupo I – que agrupa os morfotipos I, II e III – e que a restinga abriga a maior quantidade de indivíduos dos dois grupos. Em ambos os gráficos verificamos que o cerrado é o ambiente menos diverso, com ocorrência apenas dos três primeiros morfotipos.

Podemos observar a distribuição dos morfotipos nas populações ocorrentes de *D. montana* (Fig.12) no diagrama de frequência (Fig.13). Na área de caatinga dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas ocorre predominantemente o Morfotipo II, e em menor quantidade os Morfotipos III e V. A área designada como “ecótono 1” corresponde ao Parque Nacional (PARNA) de Sete Cidades, no Piauí, e entorno; onde se observa a ocorrência dos Morfotipos I, II, III e V. O “ecótono 2” corresponde ao Parque Nacional da Serra de Itabaiana, em Sergipe; onde registra-se a

presença de indivíduos de todos os Morfotipos, com exceção do Morfotipo VI. Na “restinga 1” também temos a ocorrência de tipos similar ao “ecótono 2”, porém com destaque do Morfotipo II, seguido do Morfotipo III. Na “restinga 2”, região costeira do estado da Bahia, ocorrem os Morfotipos I, II, IV e V; vale salientar que nessa população a predominância é do Morfotipo I. A “restinga 3”, localizada na Região dos Lagos do estado do Rio de Janeiro, apresenta ocorrência dos Morfotipos IV, V (em maior número) e VI. Já no Espinhaço baiano, registramos indivíduos de todos os morfotipos.

DISCUSSÃO

De acordo com nossas análises qualitativas, *D. montana*, como atualmente circunscrita, apresenta oito tipos de forma foliar, cinco tipos de margem, três tipos de indumento e constatada heterofilia. Esta variabilidade representa um incremento de forma e margens quando comparado ao descrito por Buriel *et al.* (2014), configurando a espécie como ainda mais variável do que antes reportado.

As análises multivariadas revelaram que dois caracteres parecem ser selecionados pelo habitat: tipo de indumento e presença de lobos nas folhas. A relação entre indumento e ambiente era esperada, e tem sido frequentemente relatada na literatura (Araújo & Alves 2007; Boeger *et al.* 2008, 2009). Caatinga, restingas e as áreas de ecótono se distinguem do cerrado e do campo rupestre; se compararmos com os indivíduos coletados nessas regiões verificamos que no cerrado e campo rupestre o indumento é mais denso (seríceo ou tomentoso) do que nas outras áreas. Esta relação pode ser explicada por uma associação à intensidade luminosa recebida pela planta (Boeger *et al.*, 2008), à oferta de umidade no solo (Gianoli & González-Teuber, 2005); ou à capacidade de adaptação a situações adversas (Cunningham & Strain, 1969).

A predominância de folhas lobadas em plantas ocorrentes no cerrado, campo rupestre, caatinga e nas áreas de ecótono pode ser explicada pela maior exposição à luz solar proporcionada pelo tipo de vegetação arbustiva-herbácea ou com estrato arbóreo esparso (Ab'Saber 2003, Eiten 1972, Sampaio *et al.* 2002). Nesses casos a incidência solar pode agir de maneira diretamente proporcional na formação de lobos nas folhas, ou seja, quanto maior a intensidade luminosa maior será a tendência da planta de formar lobos.

Alguns estudos em Convolvulaceae apresentaram resultados dessa alteração morfológica em resposta ao ambiente: espécimes de *Ipomoea nil* (L.) Roth que possuíam folhas inteiras em locais sombreados começaram a apresentar novas folhas lobadas à luz plena (Njoku 1956a, b); indivíduos *Ipomoea pes-tigridis* L. apresentava folhas inteiras ou ligeiramente dissectas em habitats sombreados e úmidos (Bhati & Sen 1978); *Convolvulus* sp. apresentou lobos menos proeminentes quando exposta a níveis maiores de sombreamento (González & Gianoli 2004). Outras linhagens também apresentam esse comportamento influenciado pela luz, *Campanula rotundifolia* (L.) apresenta folhas arredondadas quando expostas a luz fraca e folhas estreitas sob intensa luminosidade (Bresinsky *et al.* 2012).

No entanto, não é possível afirmar que a luminosidade é o único fator abiótico influenciando a formação de lobos em *D. montana*. Visto que na caatinga, cuja estrutura vegetacional é comparável ao cerrado e aos campos rupestres e, portanto, similar à disponibilidade de luz às plantas herbáceas, não observamos uma relação direta de maior proporção de folhas lobadas.

Outro fator abiótico que pode influenciar a forma das folhas e a gradação do indumento pode ser atribuído à umidade, que possui gradientes diferentes entre os

habitats, seja pela disponibilidade do regime de chuvas ou característica intrínseca ao clima local (Gianoli & González-Teuber 2005, Bünger *et al.* 2015).

Existe uma relação direta entre os morfotipos encontrados na espécie e sua distribuição geográfica, comprovada pelas análises. A área de ocorrência de *Daustinia montana* está localizada entre as coordenadas 2°47'51"S, 40°30'49"W e 22°53'12"S, 42°01'34"W, portanto abaixo da linha do Equador. Assim teríamos uma variação maior de morfotipos na medida em que avançamos para o Trópico de Capricórnio, com o aumento da latitude; fato observável em *D. montana* que possui menor diversidade nos estados mais próximos à linha do Equador (Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte) e cuja variedade aumenta ao longo dos outros estados. Alguns estudos relatam esta relação entre a variação latitudinal e a morfologia das folhas, como formação de lobos em *Ipomoea hederacea* (L.) Jacquin (Campitelli & Stinchcombe 2013) e em *Acer ginnala* Maxim. (Zhu *et al.* 2015). Devido à imprecisão ou incipiência das informações das etiquetas depositadas nos herbários, não foi possível incluir as altitudes nas nossas análises. Porém, a partir de nossas observações de campo e do material herborizado podemos atestar que os indivíduos encontrados mais acima do nível do mar são mais robustos (caules mais espessos, folhas maiores), enquanto os que se encontram mais a leste, em áreas de restinga, tem muitas vezes folhas inteiras ou com lobos menos proeminentes.

Além da variação clinal do fenótipo com a latitude evidencia-se, ainda, uma tendência de aumento da plasticidade em indivíduos de *D. montana* na região compreendida entre as latitudes -10° e -15°. Esta porção corresponde, na área de ocorrência da espécie, aos Estados da Bahia e de Sergipe, incluindo parte da Cadeia do Espinhaço e a Serra de Itabaiana (ecótono). De acordo com nossa observação dos

espécimes analisados, neste intervalo ocorre toda a variação morfológica de *D. montana*, com algumas ressalvas.

A distribuição de frequência revela a caatinga e restinga como os ambientes mais propícios à diversidade morfológica da espécie, mas com notável pendor à assimetria do Morfotipo II. Essa predisposição se mantém quando observamos o segundo gráfico. O cerrado aparece como o ambiente menos diverso, porém acreditamos que este pode estar apenas pouco representado devido ao esforço de coleta.

A aptidão dos ambientes na caracterização dos tipos morfológicos pode ser melhor compreendido quando regionalizamos as populações de *D. montana*. As áreas de restinga podem ser divididas em três, com características fenotípicas diferentes para cada uma delas. E, frequentemente, com ocorrência de indumento menos denso que no campo rupestre, cerrado e caatinga. Do Piauí a Sergipe, as populações possuem folhas predominantemente inteiras; apesar de registrarmos representantes de cinco morfotipos nessa região, é destacada a predominância dos Morfotipo II, com folhas inteiras e assimetria lateral. No litoral da Bahia encontramos espécimes com folhas inteiras a 3-lobada com lobos laterais estreitos e menores que o lobo central; predominando a ocorrência do Morfotipo I. No estado do Rio de Janeiro, todos os registros concentram-se na Região dos Lagos (Cabo Frio e Arraial do Cabo); nessa região as folhas são lobadas, com formas mais arredondadas e indumento tomentoso, destacando-se visualmente dos demais habitats; essa conjuntura confirma-se no diagrama de morfotipos x população (Fig. 13), que indica a predominância do Morfotipo V. Nas restingas da Região dos Lagos, os indivíduos possuem folhas mais semelhantes às da caatinga quanto ao indumento e diferenciadas de qualquer outro habitat quanto à forma. Essa região é considerada como o “único reduto de caatingas extra-sertanejo do país”,

com condições climáticas e vegetacionais do semiárido nordestino (Ab'Sáber 2003, Coe *et al.* 2007).

Nos domínios da caatinga nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas as folhas tendem a ser pequenas, inteiras ou levemente lobadas, irregulares; com expressiva dominância do Morfotipo II. O Espinhaço baiano, assim considerado por ser a porção norte da Cadeia do Espinhaço, abriga fitofisionomias de caatinga, cerrado e todas as gradações (Gontijo, 2008). No âmbito da cordilheira encontramos indivíduos com aspecto mais robusto, folhas mais largas, inteiras ou lobadas, com dentes das margens bem destacados e indumento denso (seríceo ou tomentoso). É nessa população em que se registra a presença de todos os morfotipos e também o maior número de indivíduos de cada morfotipo; com exceção do Morfotipo V, cujo maior registro de indivíduos está indicado para o estado do Rio de Janeiro.

São claras as diferenças entre as plantas das duas áreas de ecótono compreendidas nesse estudo, porém convém salientar que ambas são regiões de transição entre a caatinga e o cerrado. A primeira área, localizada no Parque Nacional de Sete Cidades (PI) e entorno, apresenta indivíduos com folhas pequenas e inteiras; geralmente com populações diminutas; nela registramos a presença de indivíduos dos morfotipos I, II, III e V. A segunda, localizada no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, tem folhas 3-5 lobadas, com nervura bem marcada e indumento seríceo; nota-se nessa população a incidência igualitária dos Morfotipos III e IV.

As análises realizadas mostraram que *D. montana*, a partir de suas folhas, pode ser arranjada em morfotipos com características semelhantes e que estes se correlacionam com os habitats em que se encontram, a latitude e, provavelmente, com as condições ambientais suportadas. Esses morfotipos se distinguem pela largura de suas folhas, comprimento do lobo central, gradação da pilosidade e formação de lobos.

Apesar de reconhecermos estes tipos foliares, não é possível segmentar espécies dentro de *D. montana*; corroborando a atual circunscrição, realizada de acordo com a taxonomia clássica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Jonas Vasconcelos Filho e a Juan Pablo Zurano pela ajuda na edição das imagens e obtenção de dados; aos gestores das unidades de conservação federais ou estaduais visitados; ao ICMBIO pelas autorizações de coleta; aos herbários e curadores; ao CNPQ, pela concessão da bolsa de estudo do primeiro autor e financiamento do Projeto “Convolvuláceas da América do Sul” (PVE 314725/2014-8) e à ilustradora Regina Carvalho.

REFERÊNCIAS

Ab’Sáber AN. 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 151 p.

Bhati P, Sen DN. 1978. Adaptive Polymorphism in *Ipomoea pes-tigridis* (*Convolvulaceae*), a Common Rainy Season Weed of the Indian Arid Zone. *Plant Systematic and Evolution* 129: 111-117.

Belhadj S, Derridj A, Auda Y, Gers C, Gauquelin T. 2008. Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie. *Canadian Journal of Botany* 86: 520-532.

Boeger MRT, Gluzezak RM, Pil MW, Goldenberg R, Medri M. 2008. Variabilidade morfológica foliar de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Botânica*, V.31, n.3, p.443-452.

Boeger MRT, Biu C, Goldenberg R. 2009. Arquitetura foliar comparativa de *Miconia sellowiana* (DC.) Naudin (Melastomataceae) em diferentes fitofisionomias no Estado do Paraná, Brasil. *Acta bot. bras.* 23(3): 657-665.

- Bresinsky A, Körner C, Kadereit JW, Neuhaus G, Sonnewald U. 2012. Tratado de botânica de Strasburger. 36. ed. Porto Alegre: Artmed, 1192 p.
- Bünger MO, Einsehl P, Figueiredo MLN, Stehmann JR. 2015. Resolving Species Delimitations in the *Eugenia involucrata* Group (*Eugenia* sect. *Phyllocalyx* - Myrtaceae) with Morphometric Analysis. Systematic Botany 40(4).
- Buril MT, Simões AR, Carine M, Alves M. 2014. *Austinia*, a new genus of Convolvulaceae from Brazil. Phytotaxa 186: 254 – 260.
- _____. 2015. *Daustinia*, a replacement name for *Austinia* (Convolvulaceae). Phytotaxa 197: 060.
- Campitelli BE, Stinchcombe JR. 2013. Natural selection maintains a single-locus leaf shape cline in Ivyleaf morning glory, *Ipomoea hederacea*. Molecular Ecology 22: 552–564.
- Coe HHG, Carvalho CN de, Souza LOF de, Soares A. 2007. Peculiaridades ecológicas da região de Cabo Frio, RJ. Revista Tamoios – Departamento de Geografia FPP-UERJ, v.3, n.2.
- Cunningham GL, Strain BR. 1969. An ecological significance of seasonal leaf variability in a desert shrub. Ecology, Vol. 50, No. 3, 400-408.
- Eiten G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review, vol. 38, n. 2.
- Gianoli E, González-Teuber M. 2005. Environmental heterogeneity and population differentiation in plasticity to drought in *Convolvulus chilensis* (Convolvulaceae). Evolutionary Ecology. 19: 603–613.
- Gontijo BM. 2008. Uma Geografia para Cadeia do Espinhaço. In: Megadiversidade. Cadeia do Espinhaço: avaliação do conhecimento científico e prioridades de conservação. Minas Gerais, v4, n.12, 7-15.
- González AV, Gianoli E. 2004. Morphological plasticity in response to shading in three *Convolvulus* species of different ecological breadth. Acta Oecologica. 26:185–190.
- Harris JG, Harris MW. 2001. Plant identification terminology: an illustrated glossary. 2^a ed., Spring Lake, Utah, 216p.
- Hickey M, King C. 2000. The Cambridge illustrated glossary of botanical terms. Cambridge, UK. Pg 108.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 jan.
- Iwata H, Ukai Y. 2002. SHAPE: A computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors. Journal of Heredity 93: 384-385.

Leaf Architecture Working Group. 1999. Manual of leaf Architecture – Morphological description and categorization of dicotyledonous and netveined monocotyledonous angiosperms. Department of Paleobiology, Smithsonian Institution, Washington, DC. 65 p.

Meisner, CF. 1869. Convolvulaceae: Jacquemontia. In: Martius, CPF & Eichler, AG (eds). Flora Brasiliensis 7: 304-305.

Mori AS, Silva LAM, Lisboa G, Coradin L. 1989. Manual de Manejo do Herbário Fanerogâmico. 2ª ed. Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus, Bahia.

Njoku E. 1956. The effect of light intensity on leaf shape in *Ipomoea caerulea*. In: Studies in the morphogenesis of leaves. New Phytologist, vol. 55, Issue 1, pages 91-110.

_____. The effect of defoliation on leaf shape in *Ipomoea caerulea*. 1956. New Phytologist, vol. 55, Issue 2, pages 213- 228.

R Project for Statistical computing, 2015. Disponível em: <https://www.r-project.org>. (último acesso em julho 2016)

Sampaio EVSB, Giulietti AM, Virgínio J, Gamarra-Rojas CFL. 2002. Vegetação e flora da caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste – APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP, 176 p.

Simões AR, Culham A, Carine M. Resolving the unresolved tribe: a molecular phylogenetic framework for the Merremieae (Convolvulaceae). 2015. Botanical Journal of the Linnean Society 179: 374-387.

Simões AR, Staples G. 2017. Dissolution of Convolvulaceae tribe Merremieae and a new classification of the constituent genera. Botanical Journal of the Linnean Society 183: 561-586.

Thiers B. 2017. [atualizado continuamente] *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (último acesso maio 2017)

Zhu J, Cheng H-M, Zhu Y-P, Cao W, Chen B, Tian X-J. 2015. Geographic variations in leaf shape of *Acer ginnala* (Aceraceae). Plant Systematic and Evolution 301: 1017-1028.

LEGENDAS DAS FIGURAS

Figura 1- Esquema das medidas adotadas (mm) e sigla utilizada na análise: A= Comprimento da nervura central (comp); B= Distância entre os lobos laterais (distlobos); C= Distância formação do lobo até inserção do pecíolo (lobopec); D= Distância entre o ápice do lobo central e o ápice do último lobo lateral (compapll); E= Comprimento mucro (mucro); F= Maior largura lobo central (larg); G= Comprimento nervura formadora do lobo lateral (nervlat).

Figura 2- Tipos de margens: A) ondulada, B) dentada, C) bidentada, D) serrreada e E) bissserrreada.

Figura 3- Variação morfológica das folhas de *Daustinia montana* (Moric.) Buril & Simões

Figura 4- Gráfico da correlação entre as medidas lineares de *Daustinia montana*

Figura 5- Esquema explicativa da medida de arco obtido entre os lobos laterais (distlobos)

Figura 6-Árvore de agrupamento baseada nos descritores de Fourier a partir de 20 harmônicas

Figura 7- Representação do contorno dos seis Morfotipos observados no dendrograma baseados nos descritores de Fourier

Figura 8- Gráfico da variância explicada (%) para cada eingevalue da Análise de Componentes Principais.

Figura 9- Variação da forma de *Daustinia montana* explicada por cada Componente Principal.

Figura 10- Dispersão de indivíduos de *Daustinia montana* em função dos componentes principais x latitude

Figura 11- (A) Frequência da ocorrência de morfotipos em todos os habitat; (B) Frequência da ocorrência dos dois grandes grupos visualizados no comprimento 2.0 do cluster para cada habitat.

Figura 12- Mapa de regionalização das populações de *D. montana* baseado nos registros de ocorrência.

Figura 13- Frequência da ocorrência de morfotipos nas populações de *Daustinia montana*

TABELAS

Tabela 1- Correlação entre comprimento e largura das folhas versus habitat

	Habitat	Latitude	Longitude
Comprimento	p>0.05 r=-0.009	p<0.05 r=0.160	p<0.05 r=0.212
Largura	p>0.05 r=-0.024	p<0.05 r=0.147	p>0.05 r=0.042

Tabela 2- Resultado da Permanova pairwise entre habitats em relação à divisão do limbo e o indumento

<i>Habitats</i>	<i>Divisão limbo</i>			<i>Indumento</i>		
	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>R</i> ²	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>R</i> ²
caatinga/cerrado	>0.05	-0.015775	-0.00018	<0.05	3.4001	0.04995
caatinga/campo rupestre	>0.05	1.2378	0.00895	<0.05	9.6771	0.06598
caatinga/ ecótono	<0.05	7.7384	0.06744	<0.05	9.7241	0.08331
caatinga/ restinga	>0.05	-0.16891	-0.00098	<0.05	42.858	0.19855
cerrado/ campo rupestre	>0.05	0.1216	0.00164	>0.05	0.031265	0.00042
cerrado/ ecótono	>0.05	1.5843	0.03476	<0.05	21.441	0.32764
cerrado/ restinga	>0.05	-0.12687	-0.00115	<0.05	75.147	0.40588
campo rupestre/ ecótono	>0.05	2.411	0.02501	<0.05	37.969	0.28771
campo rupestre/ restinga	>0.05	1.4173	0.00878	<0.05	135.81	0.45911
ecótono/ restinga	<0.05	9.6798	0.0693	>0.05	2.8464	0.02143

Tabela 3- Variância explicativa dos eigenvalue (%) para cada eixo e variância acumulada (%) da Análise de Componentes Principais

Component	Eigenvalue	Proportion (%)	Cumulative (%)
1	3.11E+04	43.9247	43.9247
2	1.43E+04	20.2151	64.1398
3	8.20E+03	11.5764	75.7162
4	4.05E+03	5.7095	81.4257
5	2.62E+03	3.6967	85.1224
6	2.14E+03	3.0207	88.1431
7	1.37E+03	1.9366	90.0797
8	1.31E+03	1.8558	91.9354
9	1.01E+03	1.4248	93.3603
Total Variance : 7,085851E-002			

Tabela 4- Análise da MANOVA entre os Componentes Principais, Morfotipos e Habitat

	Df	Pillai	approx F	num Df	den Df	Pr(>F)	
MORF	5	1.51697	14.2854	25	820	< 2e-16	***
HAB	4	0.20739	1.7826	20	652	0.01913	*
Residuals	164						
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1							

Tabela 5- Resultado do Teste HSDTukey entre PCs e morfotipos

Morfotipos	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
II-I	1.61E-05	1	0.965769	1	0.982631
III-I	0	0.9715	0.999085	0.946059	0.675906
IV-I	0	0	0.824258	0.268839	0.994854
V-I	0	0.0042	0.004108	0.152816	0.93401
VI-I	0	0	0.000138	0.972153	0.98747
III-II	2.5E-06	0.9264	0.996832	0.875668	0.898123
IV-II	0	0	0.256167	0.124539	0.807844
V-II	0	0.0004	0.006253	0.057544	0.997413
VI-II	1E-07	0	5.3E-06	0.962003	0.999664
IV-III	0.051023	0	0.543212	0.020818	0.368981
V-III	0.000298	6E-05	0.003923	0.458714	0.999149
VI-III	0.007308	0	2.55E-05	0.771534	0.999961
V-IV	0.80666	0	9.07E-05	0.000324	0.723843
VI-IV	0.588612	0	0.004295	0.988514	0.926574
VI-V	0.971204	2E-06	0	0.196491	1

Tabela 6- Resultado da correlação entre os morfotipos, PCs e coordenadas geográficas (latitude e longitude)

	Morfotipos	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Latitude	p<0.05 r= 0.337	p<0.05 r= 0.363	p>0.05 r= - 0.052	p>0.05 r= 0.091	p<0.05 r= 0.180	p>0.05 r= -0.055
Longitude	p>0.05 r= 0.120	p>0.05 r= 0.060	p>0.05 r= -0.142	p>0.05 r= 0.040	p>0.05 r= 0.102	p>0.05 r= -0.088

FIGURAS

Fig. 1

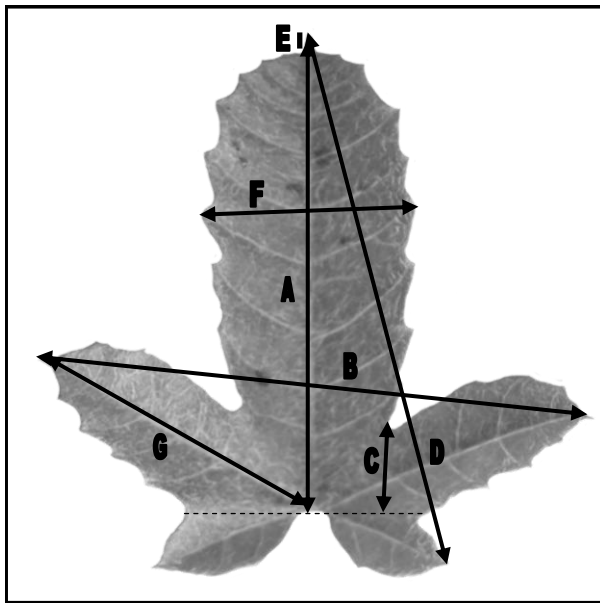


Fig. 2

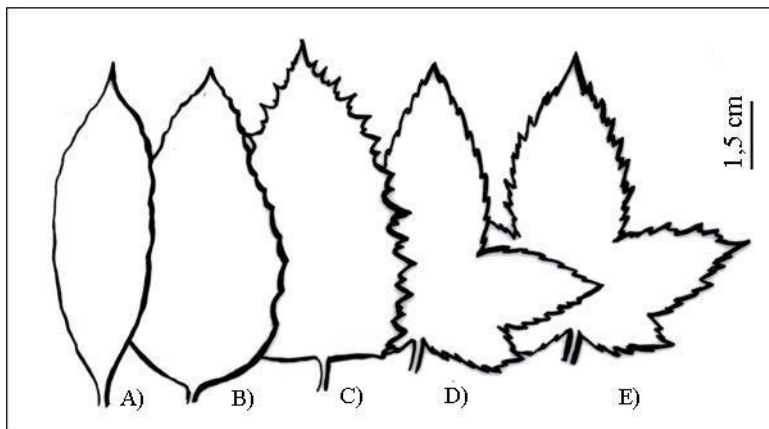


Fig. 3



Fig. 4

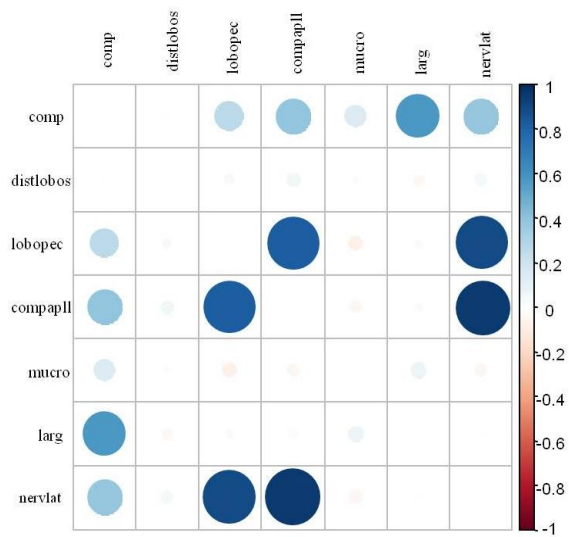


Fig. 5

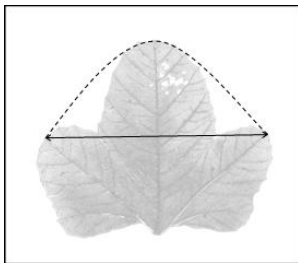


Fig. 6

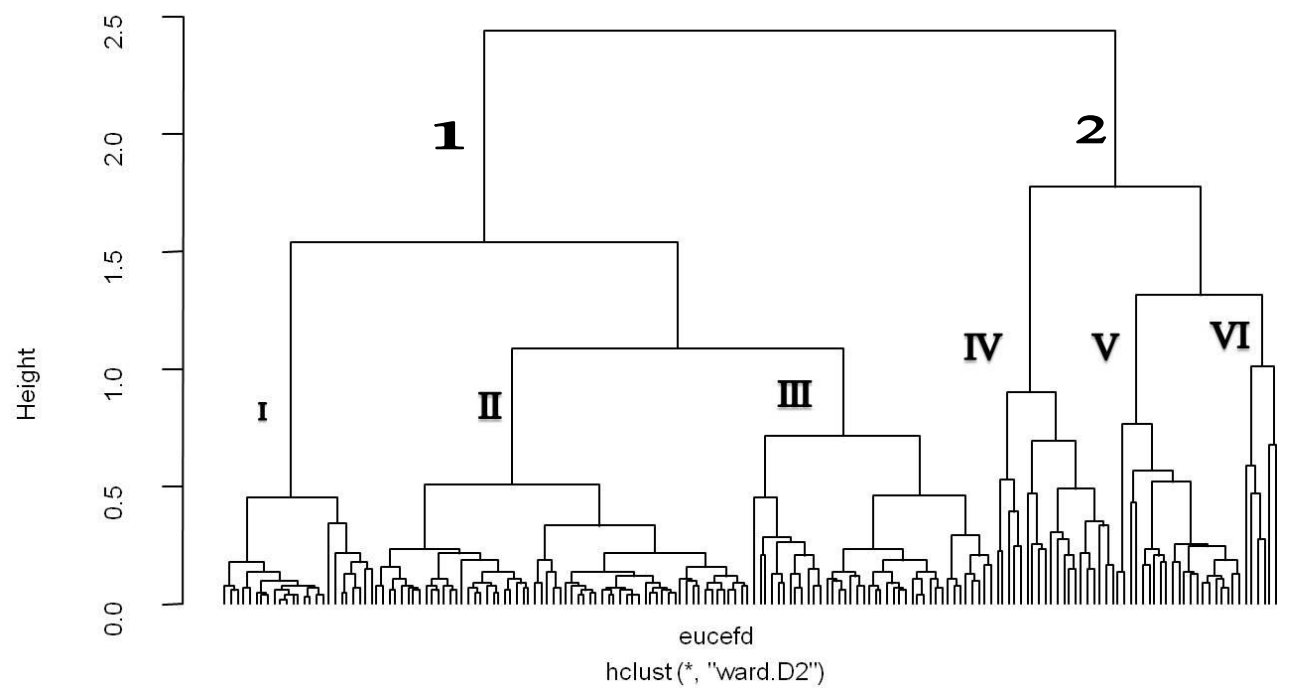


Fig. 7

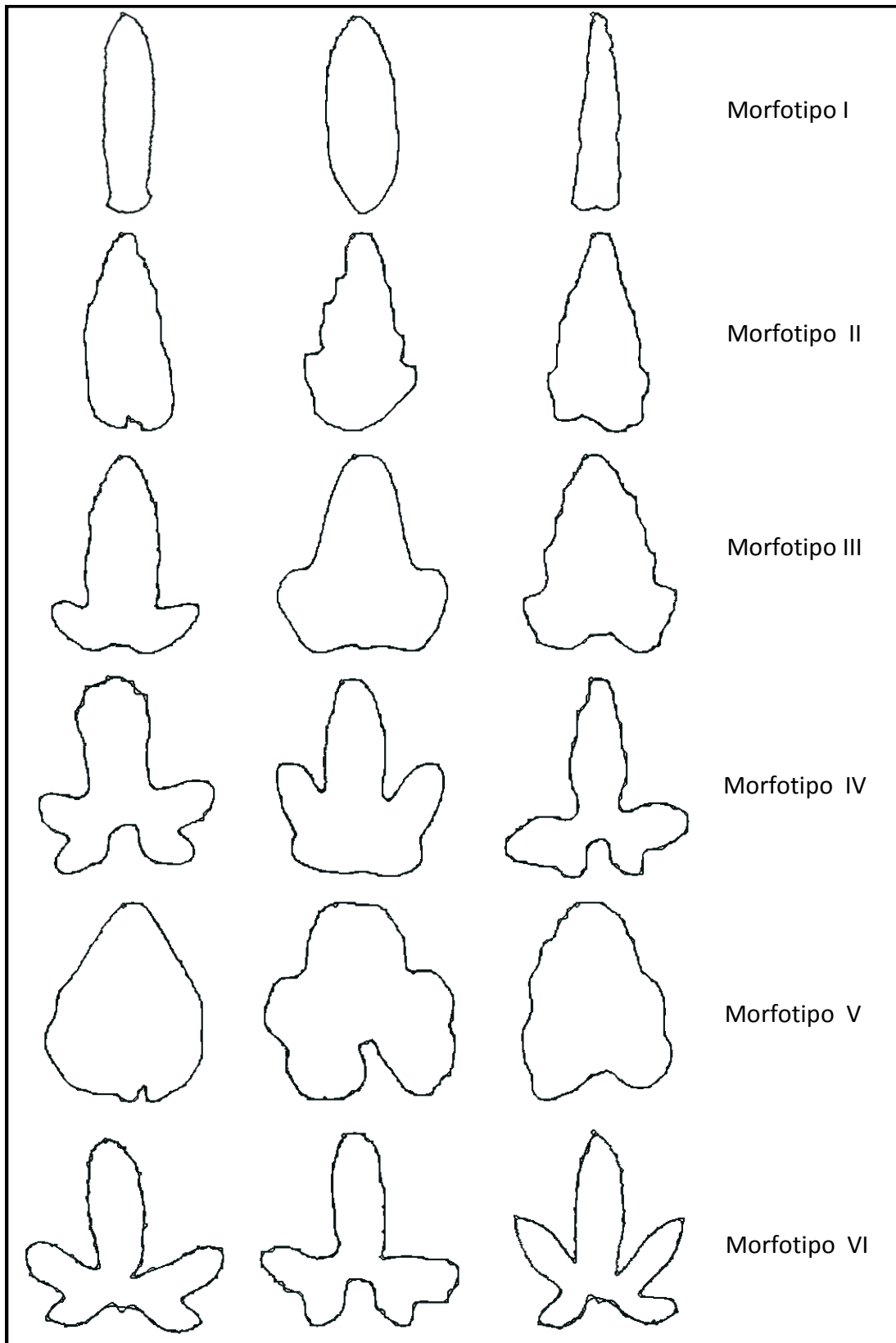


Fig. 8

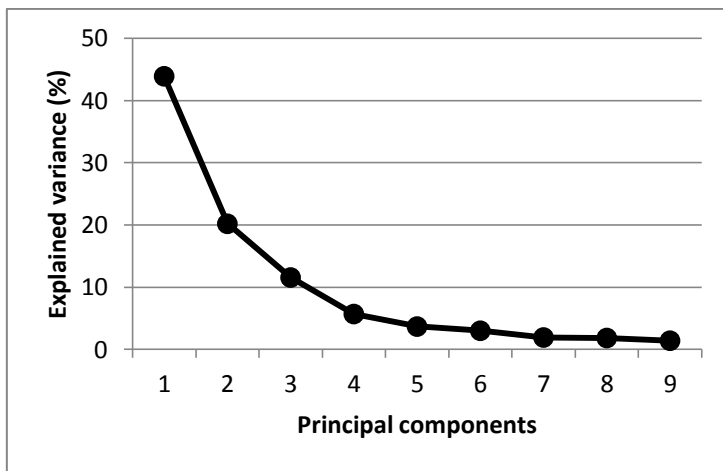


Fig. 9

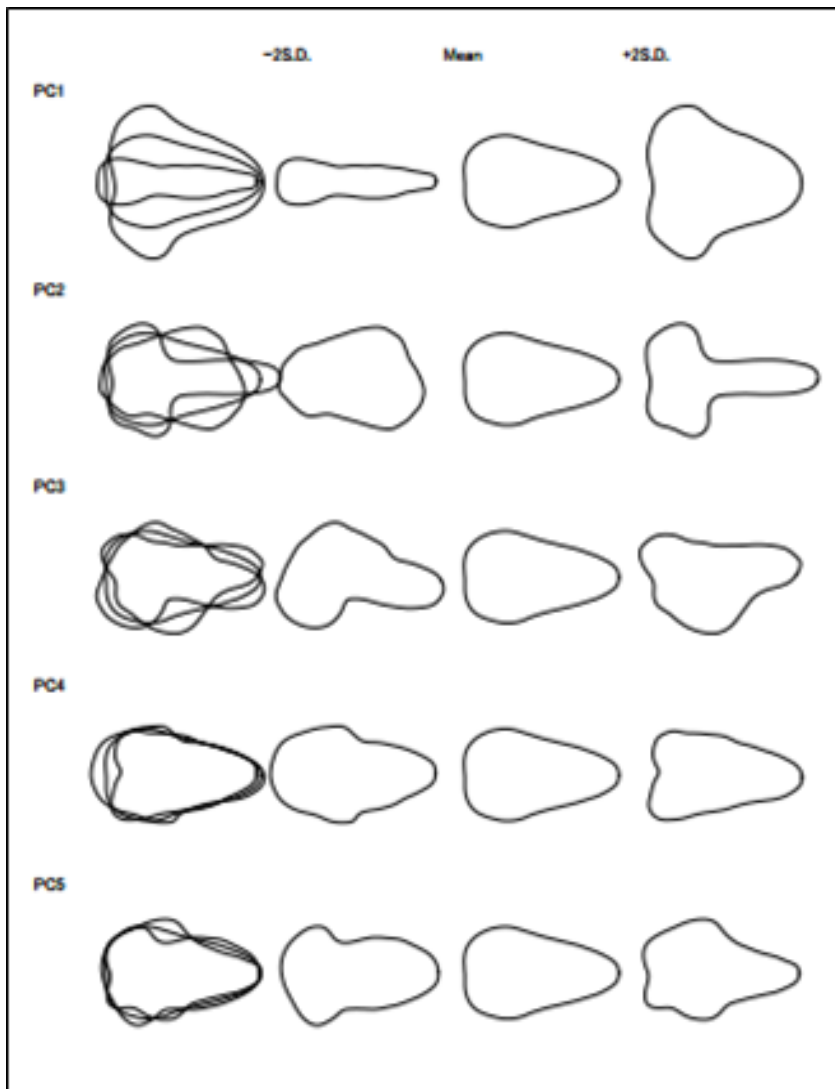


Fig. 10

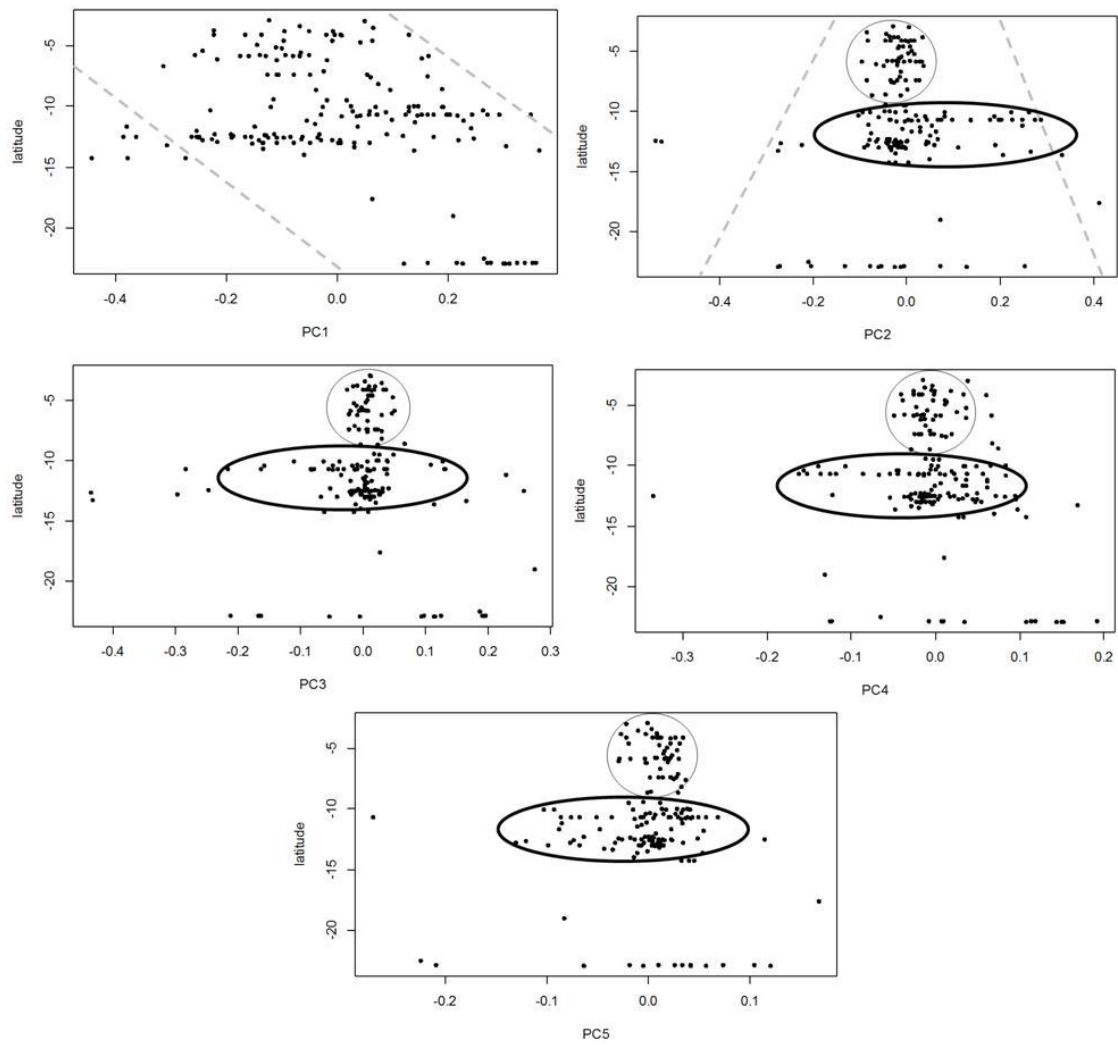


Fig. 11

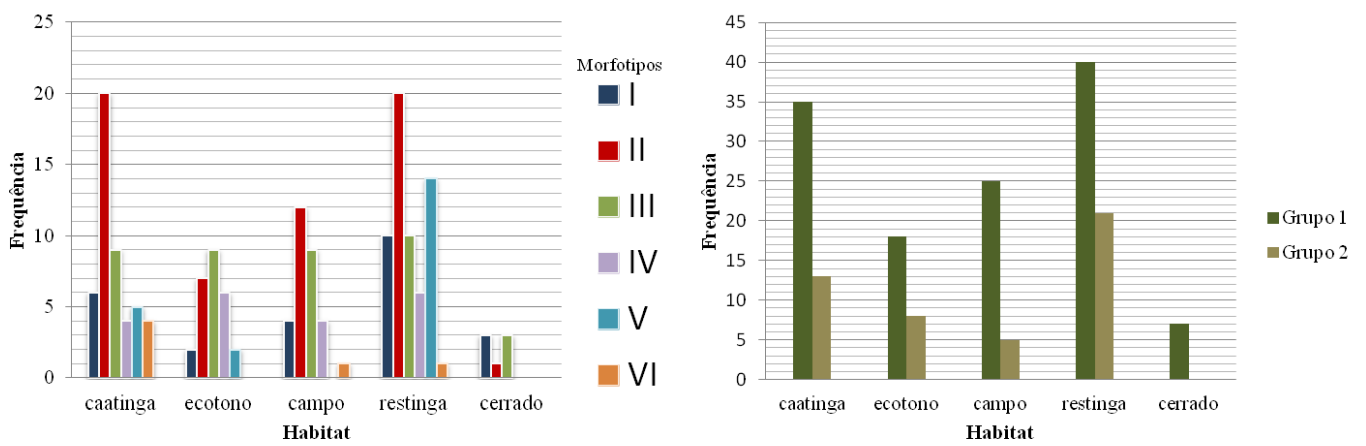


Fig. 12

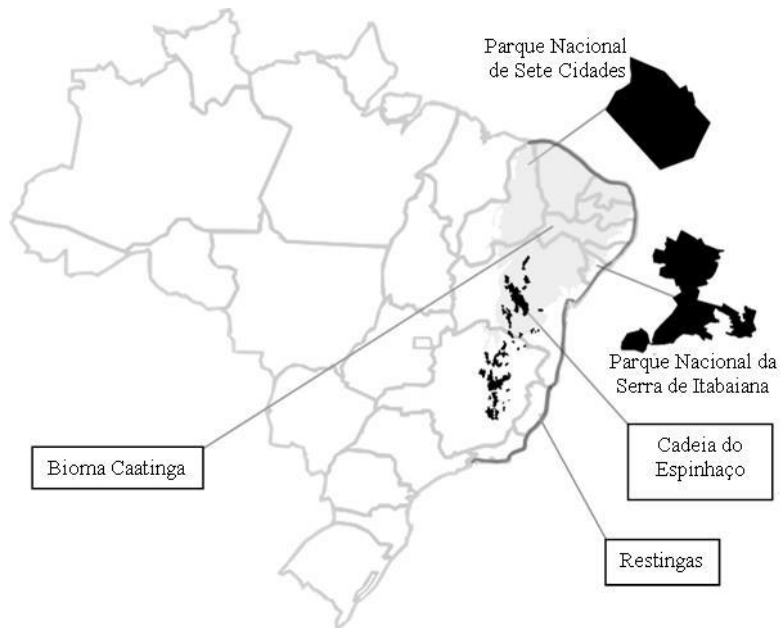
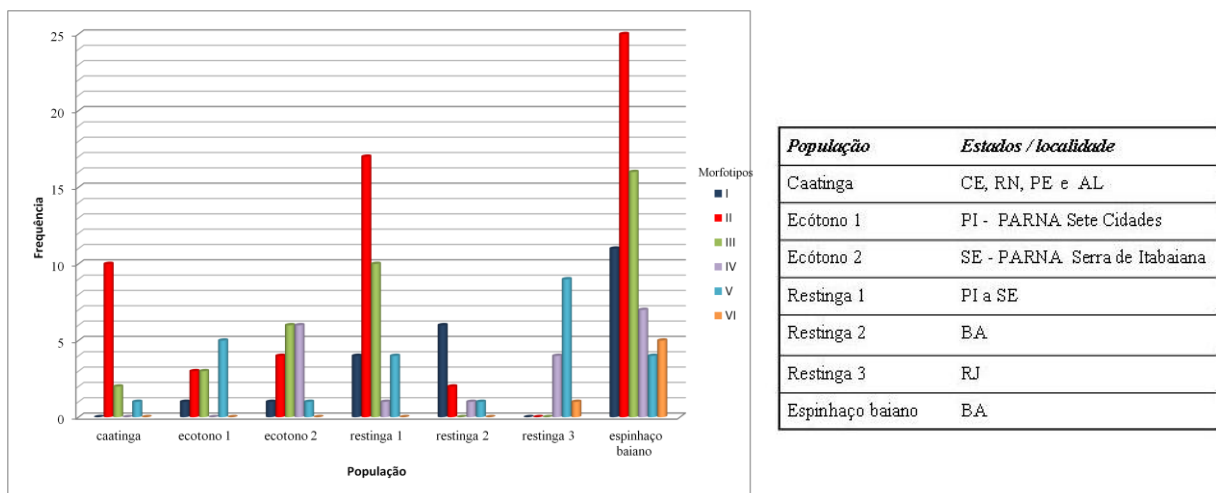


Fig. 13



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o término deste trabalho, podemos concluir que a morfometria é uma ferramenta importante na delimitação de espécies ou morfotipos, aliada poderosa da morfometria clássica. Porém, nenhuma ferramenta pode apresentar resultados satisfatórios sem a estreita afinidade do taxonomista com as plantas depositadas em herbários e a observação do comportamento desta no campo.

Além disso, que:

- *Daustinia montana* (Moric.) Buril & A.R. Simões apresenta-se como uma espécie bastante variável quanto à forma, margem e indumento;
- O tipo de indumento e a divisão da folha se correlacionam com o habitat em que se encontram as plantas;
- As populações do cerrado, caatinga e campo rupestre possuem indumento mais denso em comparação aos demais ambientes;
- No cerrado, campo rupestre e nas áreas de ecótono evidencia-se uma maior incidência de folhas largas e lobadas;
- A espécie apresenta seis morfotipos baseados na forma do contorno de suas folhas;
- A variação dos morfotipos está relacionada com sua distribuição geográfica, especialmente com a latitude;
- Essa variação fenotípica ocorre, em maior proporção, nos estados da Bahia e Sergipe, incluindo parte da Cadeia do Espinhaço e a Serra de Itabaiana;
- A caatinga e a restinga são os habitats com maior diversidade morfológica;
- As populações ocorrentes nas restingas podem ser divididas em três grupos, com características fenotípicas diferentes;

- Os grupos populacionais da caatinga (CE, RN, PE e AL) têm folhas pequenas, predominantemente inteiras;
- A porção da Cadeia do Espinhaço localizada no estado da Bahia apresenta indivíduos mais robustos, com folhas mais largas, inteiras ou lobadas e com indumento mais denso.

NORMAS DA REVISTA

Botanical Journal of the Linnean Society

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1095-8339/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1095-8339/homepage/ForAuthors.html)

APÊNDICE

Apêndice 1 - Tabela de material analisado

<i>order number</i>	<i>collector</i>	<i>number</i>	<i>herbarium</i>	<i>catalogue number</i>	<i>state</i>	<i>municipality</i>	<i>multivariate analysis</i>	<i>EFA</i>
1	Alunos de Bot. III t02	s/n	CEPEC	107638	BA	Lençóis		
2	Alves, M.	EBNN1076	PEUFR	94243	BA	Lençóis	x	x
3	Alves, M.	EBNN1076	IPA	56407	BA	Lençóis	x	x
4	Amorim, B. S.	177	RB	509649	SE	Areia Branca	x	x
5	Andrade, A. B	17	ASE	23416	SE	Itabaiana	x	x
6	Aona, L. Y. S.	3982	HUEFS	219898	BA	Jaguaripe	x	x
7	Aona, L. Y. S.	3982	HURB	9312	BA	Jaguaripe	x	x
8	Araújo, A. A. M.	43	RB	604120	PB	João Pessoa	x	x
9	Arbo, M. M.	7554	CEPEC	73795	BA	Mucugê		
10	Assis, E. L. M.	1060	RB	561888	BA	Lençóis	x	x
11	Ataide, M.	573	RB	339509	RN	Mossoró		
12	Ataide, M.	573	IPA	42554	RN	Mossoró		
13	Aurêlio, M.	9	ASE	12355	SE	Areia Branca	x	x
14	Barreto, A. C. C.	326	ASE	326	SE	Itabaiana		
15	Barreto, M. I.	30	ASE	24830	SE	Itabaiana		
16	Barreto, V.	48	HUEFS	107569	BA	Miguel Calmon	x	x
17	Barros, R.	2334	TEPB	21739	PI	Piracuruca	x	x
18	Bautista, H. P.	UMS27	HUEFS	31776	BA	Mucugê	x	x
19	Bautista, H. P.	UMS27	CEPEC	75756	BA	Mucugê	x	x
20	Bautista, H. P.	UMS27	RB	376582	BA	Mucugê	x	x
21	Bautista, H.P.	27	INPA	212340	BA	Mucugê	x	x
22	Belém, R. P.	1694	CEPEC	1278	BA	Camacan		
23	Belém, R. P.	2110	CEPEC	2464	BA	Maraú		
24	Bezerra, P.	s/n	EAC	333	CE	Fortaleza	x	x
25	Bezerra, P.	s/n	RB	268753	CE	Fortaleza	x	x
26	Borges, R. A. X.	656	CEPEC	116186	BA	Maraú		
27	Brito, J. C.	17	HUEFS	168276	BA	Lençóis	x	x
28	Brito, J. C.	116	HUEFS	168375	BA	Palmeiras	x	
29	Buril, M.T	389	HUEFS	212561	BA	Andaraí	x	x
30	Buril, M.T	389	HUEFS	214404	BA	Andaraí	x	x
31	Buril, M.T	344	HUEFS	214410	BA	Pindobaçu	x	x
32	Buril, M.T	384	HUEFS	214414	BA	Andaraí		
33	Buril, M.T	388	HUEFS	214415	BA	Andaraí	x	x
34	Buril, M.T.	312	PEUFR		CE	Mauriti	x	x
35	Buril, M.T.	311	PEUFR		CE	Mauriti	x	x
36	Buril, M.T.	310	PEUFR		CE	Mauriti	x	x
37	Buril, M.T.	308	PEUFR		CE	Mauriti		
38	Buril, M.T.	314	PEUFR		CE	Mauriti	x	x
39	Buril, M.T.	313	PEUFR		CE	Mauriti	x	x

40	Buril, M.T.	249	PEUFR		BA	Igatu	x	x
41	Buta, J. M.	1	ASE	12901	SE	Itabaiana		
42	Camarotti, F.	22	PEUFR	40320	PB	Mamanguape	x	x
43	Cardoso, D.	319	HUEFS	93265	BA	Rui Barbosa	x	x
44	Cardoso, D.	679	HUEFS	97845	BA	Senhor do Bonfim	x	
45	Carneiro, E. M.	356	ASE	2287	SE	Itabaiana	x	x
46	Carneiro, E. M.	393	ASE	2578	SE	Japoatã	x	x
47	Carneiro, E.	393	RB	483962	SE	Lençóis	x	x
48	Carvalho, A.	113	HUEFS	62107	PI	Brasileira	x	x
49	Carvalho, A.	113	TEPB	17221	PI	Brasileira	x	x
50	Carvalho, A. M.	1032	CEPEC	28872	BA	Lençóis	x	x
51	Carvalho, A. M.	2919	CEPEC	46898	BA	Lençóis	x	x
52	Carvalho, A. M.	3088	CEPEC	47024	BA	Mucugê		
53	Carvalho, A. M.	6454	CEPEC	77620	BA	Rio de contas		
54	Carvalho, A. M.	2919	RB	565469	BA	Lençóis		x
55	Carvalho, A. M. M.	s/n	EAC	52585	CE	Aracati	x	x
56	Castellanos, A.	22949	R	110039	RN	Tibau		
57	Castro, A. S. F.	2220	EAC	46047	CE	Beberibe	x	
58	Castro, A. S. F.	1708	EAC	39574	CE	São gonçalo do amarante		
59	Castro, A. S. F.	s/n	EAC	24574	CE	Caucaia	x	
60	Castro, M. S.	s/n	CEPEC	107663	BA	Canudos	x	x
61	Chagas-Mota	10900	MAC	52810	AL	Coruripe		
62	Cintha	8	ASE	24997	SE	Itabaiana		
63	Colla, F.	18	UFRN	2107	RN	Natal	x	x
64	Conceição, A. S.	472	HUEFS	42302	BA	Catolés	x	x
65	Conceição, S. F.	239	HUEFS	99890	BA	Lençóis		
66	Coradin, L.	6520	HUEFS	32291	BA	Lençóis		
67	Coradin, L.	6520	RB	257627	BA	Lençóis		
68	Cordeiro, A.	s/n	IPA	18177	CE	Aracati		
69	Cordeiro, L. M.	591	PEUFR	47078	AL	Olho d'agua do casado	x	x
70	Costa	s/n	EAC	30396	CE	Icapui	x	x
71	Costa, J.	234	HUEFS	34788	BA	Mucugê		
72	Costa, J.	1817	CEPEC	69510	BA	Lençóis		
73	Costa, J.	234	CEPEC	100605	BA	Mucugê		
74	Costa, R. A.	47	UFRN	4714	RN	Touros	x	
75	Couceiro, J.E.M.	s/n	IPA	18177	CE	Aracati		
76	Couto, A. P. L.	145	HUEFS	108094	BA	Lençóis	x	x
77	Couto, A. P. L.	145	CEPEC	119111	BA	Lençóis	x	x
78	Dantas, A.	104	IPA	50894	RN	Nísia Floresta	x	x
79	Dantas, A.	104	UFRN	245	RN	Nísia Floresta	x	x
80	Delgado Jr, G.C.	811	PEUFR		PE	Buíque	x	x
81	Duarte, A. P.	5794	RB	318820	RJ	Cabo Frio		x
82	Ducke, A	851	IAN		PI	Parníba		
83	Emygdio, L.	4544	R	200259	RN	Capim		

84	Emygdio, L.	4532	R	200260	RN	Natal		
85	Emygdio, L.	4484	R	200265	RN	Natal		
86	Emygdio, L.	6193	R	200267	RJ	Cabo Frio	x	x
87	Emygdio, L.	6172	R	200268	RJ	Cabo Frio	x	x
88	Farney, C.	4666	RB	451019	RJ	Cabo Frio	x	x
89	Felix, L. P.	6792	HST	5761	BA	Andaraí	x	x
90	Felix, L. P.	7165	HST	7719	PB	Pedra de Fogo	x	x
91	Felix, L. P.	8206	HST	8139	PI	Pq. Nacional de sete cidades		
92	Fernandes, A.	s/n	RB	268750	CE	Fortaleza	x	x
93	Fernandes, A.	s/n	RB	330388	CE	Fortaleza	x	x
94	Fernandes, A.	s/n	EAC	29818	CE	Camocim	x	x
95	Fernandes, A.	s/n	EAC	12188	CE	Fortaleza	x	x
96	Ferreira, E. S.	57	ASE	32748	SE	Pirambu		
97	Ferreira, M. C.	188	RB	287340	BA	Andaraí		
98	Ferreira, M.C.	571	HUESC	8142	BA	Camaçari	x	x
99	Ferreira, M.C.	188	INPA	161267	BA	Andaraí		
100	Ferreira, V. S.	46	HUEFS	99507	BA	Mucugê	x	x
101	Ferreira-Silva, A.	23	HUEFS	93805	BA	Mucugê	x	x
102	Fiaschi, P.	2459	CEPEC	106437	BA	Umburanas		
103	Figueiredo, M. A.	s/n	EAC	17414	CE	Cascavel	x	
104	Fonseca, M.	1097	CEPEC	80395	BA	Entre Rios		
105	França, F.	1196	HUEFS	19779	BA	Andaraí		
106	França, F.	2655	HUEFS	36336	BA	Rui Barbosa	x	x
107	França, F.	1196	CEPEC	72370	BA	Andaraí		
108	Funch, R.	64	HUEFS	40699	BA	Lençóis	x	
109	Funch, R.	21	HUEFS	80612	BA	Palmeiras		
110	Ganev, W.	2230	HUEFS	15769	BA	Abaíra	x	x
111	Giulietti, A. M.	PCD26	HUEFS	20726	BA	Lençóis		
112	Giulietti, A. M.	CFCR1422	HUEFS	32295	BA	Mucugê		
113	Giulietti, A. M.	1482	HUEFS	39590	BA	Rio de Contas	x	x
114	Giulietti, A. M.	26	CEPEC	70705	BA	Lençóis	x	x
115	Giulietti, A. M.	891	CEPEC	79259	BA	Lençóis		
116	Gonzaga, L.P.	2	RB	232619	BA	Canudos	x	x
117	Gonzaga, L.P.	23	RB	232640	BA	canudos		
118	Gonzaga, L.P.	2	RB	343064	BA	canudos	x	x
119	Guedes, M. L.	1082	CEPEC	41399	BA	Morro do Chapéu	x	x
120	Guedes, M. L.	1976	CEPEC	79253	BA	Palmeiras	x	x
121	Guedes, M. L.	19127	EAC	52914	BA	Mucugê	x	x
122	Guedes, M. L. S.	1082	HUEFS	8023	BA	Lençóis		x
123	Guedes, M. L. S.	1082	HUEFS	8735	BA	Lençóis		x
124	Guedes, M. L. S.	PCD1976	HUEFS	28979	BA	Palmeiras		x
125	Harley, R. M.	15900	CEPEC	12362	BA	Mucugê	x	x
126	Harley, R. M.	16564	CEPEC	12363	BA	Serra da Jacobina	x	x
127	Harley, R. M.	19935	CEPEC	21979	BA	Mato Grosso		

128	Harley, R. M.	20850	CEPEC	25233	BA	Serra de Sincorá		
129	Harley, R. M.	20613	CEPEC	25323	BA	Mucugê		
130	Harley, R. M.	22254	CEPEC	30594	BA	Palmeiras		
131	Harley, R. M.	23022	CEPEC	30752	BA	Morro do Chapéu		
132	Harley, R. M.	22666	CEPEC	32289	BA	Lençóis		
133	Harley, R. M.	26094	CEPEC	48466	BA	Rio de contas		
134	Harley, R. M.	15900	RB	189947	BA	mucugê	x	x
135	Harley, R. M.	16564	RB	213179	BA	Serra da jacobina	x	x
136	Harley, R. M.	15900	IPA	23195	BA	Mucugê	x	x
137	Harley, R. M.	16564	IPA	23237	BA	jacobina	x	x
138	Harley, R. M.	22249	IPA	32775	BA	Palmeiras		
139	Hatschbach, G.	47512	CEPEC	62871	BA	Mucugê		
140	Jardim, J. G.	5639	UFRN	10414	RN	Natal	x	
141	Jesus, J. A. de	411	CEPEC	82683	BA	Maraú	x	
142	Jesus, N. G.	842	HUEFS	127727	BA	Alagoinhas		
143	Jesus, N.G.	842	HUESC	13392	BA	Alagoinhas		
144	Jost, T.	26	HUEFS	65547	BA	Conde	x	x
145	Junqueira, M. E. R.	41	HUEFS	54340	BA	Jacobina	x	x
146	Junqueira, M. E. R.	176	HUEFS	66890	BA	Morro do Chapéu	x	x
147	Junqueira, M. E. R.	188	HUEFS	71153	BA	Rio de Contas	x	
148	Lacerda, A. C.	s/n	HST	10114	PE	Buique	x	x
149	Loiola, M. I. B.	1160	UFRN	4701	CE	Beberibe	x	x
150	Loiola, M. I. B.	2615	EAC	58066	CE	Aracati	x	
151	Loiola, M. I. B.	2120	EAC	56018	CE		x	x
152	Loiola, M. I. B.	1061	UFRN	3491	RN	Natal	x	x
153	Loiola, M. I. B.	1061	UFRN	4703	RN	Natal	x	x
154	Lourenço, J.A.A.M.	79	PEUFR		PI	Piracuruca	x	x
155	Lourenço, J.A.A.M.	90	PEUFR		PI	Piracuruca	x	x
156	Lourenço, J.A.A.M.	84	PEUFR		PI	Piracuruca	x	x
157	Lourenço, J.A.A.M.	89	PEUFR		PI	Piracuruca	x	x
158	Lourenço, J.A.A.M.	5	PEUFR		PB	Conde	x	x
159	Lourenço, J.A.A.M.	21	PEUFR		RN	Natal	x	x
160	Lourenço, J.A.A.M.	22	PEUFR		RN	Natal	x	x
161	Lourenço, J.A.A.M.	23	PEUFR		RN	Nísia Floresta	x	x
162	Lourenço, J.A.A.M.	24	PEUFR		RN	Ceará-Mirim	x	x
163	Lourenço, J.A.A.M.	20	PEUFR		RN	Natal	x	x
164	Lourenço, J.A.A.M.	34	PEUFR		SE	Itabaiana	x	x
165	Lourenço, J.A.A.M.	36	PEUFR		SE	Itabaiana	x	x
166	Lourenço, J.A.A.M.	37	PEUFR		SE	Itabaiana	x	x
167	Lourenço, J.A.A.M.	38	PEUFR		SE	Itabaiana	x	
168	Lourenço, J.A.A.M.	39	PEUFR		SE	Itabaiana	x	x
169	Lourenço, J.A.A.M.	40	PEUFR		SE	Itabaiana	x	x
170	Lourenço, J.A.A.M.	75	PEUFR		RJ	Arraial do Cabo	x	x
171	Lourenço, J.A.A.M.	76	PEUFR		RJ	Arraial do Cabo	x	x

172	Lucena, M. F. A.	1570	ASE	16308	SE	Areia Branca	x	x
173	Lucena, M. F. A.	1570	HUEFS	165176	SE	Areia Branca	x	x
174	Lucena, M.F.A.	454	PEUFR	28332	PE	Igarassu		
175	Lyra-Lemos, P.P.	11337	MAC	33625	AL	Barra de São Miguel		
176	Lyra-Lemos, P.P.	9903	MAC	25827	AL	Marechal deodoro		
177	Machado Filho, H.O.	s/n	IPA	88425	PB	Conde		
178	Machado, W. J.	1201	ASE	32881	SE	Itabaiana		
179	Magalhães, H.	122	EAC	27624	CE	Jijoca de Jericoacoara	x	
180	Marinho, A. M.	25	UFRN	3791	RN	São Miguel de touros		x
181	Marinho, A. M.	151	UFRN	11240	RN	Natal	x	x
182	Martinelli, G.	11066	CEPEC	37528	BA	Maraú		
183	Martinelli, G.	2220	RB	213034	ES	São Mateus	x	x
184	Martinelli, G.	11066	RB	233386	BA	Maraú		
185	Martinelli, G.	2220	RB	342844	ES	São Mateus	x	
186	Martins, P.	s/n	RB	330355	CE	Guaraciaba do Norte		
187	Martins, P.	s/n	EAC	10261	CE	Fortaleza	x	x
188	Martins, P.	s/n	EAC	11203	CE	Guaraciaba do Norte	x	x
189	Matos Silva, L. A.	1598	CEPEC	30899	BA	Andaraí		
190	Matos Silva, L. A.	2823	CEPEC	45110	BA	Andaraí		
191	Matos, E. N.	509	HUEFS	180339	BA	Caravelas	x	x
192	Matos-Silva, L. A.	4341	CEPEC	91687	BA	Maraú	x	x
193	Mattos-Silva, L. A.	4341	HUEFS	60010	BA	Maraú	x	x
194	Melo, E.	3368	HUEFS	53430	BA	Morro do Chapéu	x	x
195	Melo, E.	5137	HUEFS	126833	BA	Utinga	x	
196	Melo, E.	8488	HUEFS	167020	BA	Morro do Chapéu		
197	Melo, G. A.R.	150	HUEFS	53303	BA	Palmeiras		
198	Mendes, M. R. A.	464	TEPB	28018	PI	Piracuruca	x	x
199	Mendes, M. R. A.	53	TEPB	25936	PI	Piracuruca	x	x
200	Mendes, M. S.	342	HUEFS	150602	BA	Caitité		
201	Miranda- Silva, E.	142	RB	448568	BA	Pindobaçu	x	x
202	Miranda, A. M.	6538	HST	19528	BA	Mun. Mata de São João	x	x
203	Miranda, A. M.	6538	HUEFS	89323	BA	Mata de São João	x	x
204	Miranda, A. M.	6538	RB	555466	BA	Mata de São João	x	x
205	Miranda, A. M.	6538	EAC	53756	BA	Mata de São João	x	x
206	Miranda, A. M.	3902	HST	11027	BA	Andaraí	x	x
207	Miranda, E. B.	142	HUEFS	39105	BA	Pindobaçu	x	x
208	Moraes, A.	39	HUEFS	96788	BA	Lençóis		
209	Mori, S. A.	11932	CEPEC	17312	BA	Maraú	x	x
210	Mori, S. A.	12786	CEPEC	17378	BA	Maraú		
211	Mori, S. A.	12632	CEPEC	17642	BA	Mucugê		x
212	Mori, S. A.	14318	CEPEC	27139	BA	Lençóis		
213	Mori, S. A.	14288	CEPEC	27149	BA	Lençóis		

214	Mori, S. A.	s/n	RB	361994	BA	Lençóis	x	x
215	Moro, M. F.	513	EAC	44283	CE	Fortaleza	x	x
216	Nascimento - Júnior, J. E.	85	ASE	12074	SE	Areia Branca	x	x
217	Nascimento - Júnior, J. E.	1033	ASE	22954	SE	Santo Amaro das Brotas	x	x
218	Nascimento - Júnior, J. E.	1092	ASE	22984	SE	Santo Amaro das Brotas	x	x
219	Nascimento, J. G. A	180	HUEFS	91357	BA	Morro do Chapéu	x	
220	Nascimento, J. G. A	303	HUEFS	91674	BA	Mucugê	x	x
221	Neves, S. P. S.	98	HUEFS	111172	BA	Lençóis	x	x
222	Neves, S. P. S.	136	HUEFS	113483	BA	Lençóis		
223	Neves, S. P. S.	226	HUEFS	160967	BA	Palmeiras		
224	Noblick, L. R.	1749	HUEFS	35	BA	Lençóis	x	x
225	Noblick, L. R.	2237	HUEFS	1696	BA	Camaçari	x	
226	Noblick, L. R.	2728	HUEFS	2508	BA	Feira de Santana	x	x
227	Noblick, L. R.	2873	HUEFS	2876	BA	Andaraí	x	x
228	Noblick, L. R.	2237	CEPEC	33566	BA	Camaçari	x	
229	Noblick, L. R.	2728	CEPEC	34658	BA	Feira de Santana	x	
230	Noblick, L. R.	2873	CEPEC	35023	BA	Andaraí	x	
231	Noblick, L. R.	1432	IPA	27107	BA	Lençóis	x	x
232	Nonato, F. R.	879	HUEFS	55623	BA	Jacobina	x	x
233	Nunes, E.	s/n	EAC	15277	CE	Aracati	x	x
234	Nunes, T. S.	175	HUEFS	49412	BA	Lençóis		
235	Nunes, T. S.	210	HUEFS	49447	BA	Mucugê		
236	Nunes, T. S.	344	HUEFS	53727	BA	Jacobina		
237	Nunes, T. S.	1203	HUEFS	98367	BA	Senhor do Bonfim	x	x
238	Nunes, T. S.	1326	HUEFS	101411	BA	Camaçari	x	x
239	Oliveira, A. A.	172	HUEFS	72861	BA	Canudos	x	x
240	Oliveira, A. C. P.	709	UFRN	7202	RN	Catolé	x	x
241	Oliveira, E. C.	32	HUEFS	66375	BA	Mucugê	x	x
242	Oliveira, E. V. S.	475	ASE	32762	SE	Aracaju		
243	Oliveira, N.	115	UFRN	246	RN	Mossoró		
244	Oliveira, R. C.	1768	UFRN	8439	RN	Touros	x	x
245	Oliveira, R. C.	1768	UFRN	10091	RN	Touros	x	x
246	Oliveira, R. C.	1768	EAC	45263	RN	Touros	x	x
247	Oliveira, R. P.	2032	HUEFS	181272	BA	Mucugê		
248	Paula, C. H. R de	380	RB	530602	RJ	Arraial do Cabo	x	x
249	Paula, J.E.	4258	MAC	10483	AL	Marechal deodoro		
250	Perdiz, R. de O.	809	CEPEC	128947	BA	Santa Luzia		
251	Perdiz, R. O.	809	RB	576783	BA	Santa Luzia		
252	Pereira, A.	PCD250	HUEFS	20740	BA	Lençóis		
253	Pereira, A.	250	CEPEC	70651	BA	Lençóis		
254	Periquito, E.	19	IPA	66614	RN	tibau do sul	x	x
255	Pickel, B.	3859	IPA	4649	PE	Goiana	x	x
256	Pickel, B.	3330	IPA	6970	PE		x	x

257	Pigozzo, C. M.	53	HUEFS	127827	BA	Mucugê		
258	Pigozzo, C. M.	230	HUEFS	158168	BA	Mucugê		
259	Pinto, G.	s/n	MBML	2399	BA	Cruz das Almas	x	x
260	Pirani, J. R.	CFCR2074	HUEFS	32248	BA	Mucugê	x	x
261	Pontual, I.	68- 708	PEUFR	2265	BA	Juazeiro da Bahia	x	x
262	Prata, A. P.	3015	ASE	23702	SE	Pacatuba	x	x
263	Prata, A. P.	3120	ASE	23858	SE	Pirambu		
264	Projeto Pq. das Dunas	66	MOSS	2123	RN	Natal	x	x
265	Projeto Pq. das Dunas	161	MOSS	2130	RN	Natal	x	x
266	Projeto Pq. das Dunas	208	MOSS	2131	RN	Natal	x	x
267	projeto radam	s/n	RB	202717	RN	Natal		
268	Queiroz, L. P.	605	HUEFS	6000	BA	Lençóis		
269	Queiroz, L. P.	3498	HUEFS	14140	BA	Jacobina	x	x
270	Queiroz, L. P.	5270	HUEFS	36839	BA	Umburanas	x	x
271	Queiroz, L. P.	5624	HUEFS	43067	BA	Mucugê	x	x
272	Queiroz, L. P.	7252	HUEFS	60961	BA	Canudos	x	x
273	Queiroz, L. P.	9339	HUEFS	84501	BA	Rui Barbosa	x	
274	Queiroz, L. P.	9520	HUEFS	85588	BA	Rui Barbosa	x	x
275	Ribeiro, A.	535	HUEFS	101584	SE	Serra de Itabaiana	x	x
276	Ribeiro, P. L.	143	HUEFS	117158	BA	Rio de Contas	x	x
277	Ribeiro-Filho, A. A.	102	HUEFS	48193	BA	Lençóis	x	x
278	Rocha, H. O.	10	ASE	13786	SE	Itabaiana	x	x
279	Roque, A. A.	1643	UFRN	3606	RN	Natal		
280	Roque, A. A.	171	UFRN	4796	RN	Grossos		
281	Roque, A. A.	81	UFRN	4208	RN	Grossos	x	x
282	Roque, N.	522	HUEFS	58345	BA	Lençóis	x	x
283	Roque, N.	522	CEPEC	99743	BA	Lençóis	x	x
284	Russ, B. R.	24	HUEFS	147758	BA	Igatu	x	x
285	Sá, I. M. B.	97	EAC	20806	CE	Fortaleza	x	
286	Saar, E.	37	HUEFS	50790	BA	Conde	x	x
287	Saar, E.	37	HUEFS	55424	BA	Conde	x	x
288	Saar, E.	37	CEPEC	90142	BA	Conde	x	x
289	Santos Filho, F. S.	525	HST	14904	PI	Cajueiro da Praia	x	x
290	Santos, L. A. S	463	ASE	19717	SE	Areia Branca	x	x
291	Santos, L. B.	1	UFRN	5812	RN	Natal	x	x
292	Santos, M. L.	84	ASE	5162	SE	Itabaiana		
293	São-Mateus, W. M. B.	199	HUEFS	213023	RN	Nísia Floresta	x	x
294	São-Mateus, W. M. B.	199	UFRN	14515	RN	Nísia Floresta	x	x
295	Schmidt, S.	233	ASE	16307	SE	Itabaiana	x	x
296	Segadas-Vianna, F.	786	R	109664	RJ	Cabo frio	x	x
297	Segadas-Vianna, F.	1338	R	109665	RJ	Cabo Frio		
298	Segadas-Vianna, F.	1347	R	109666	RJ	Cabo Frio	x	x
299	Segadas-Vianna, F.	1348	R	200540	RJ	Cabo frio		
300	Segadas-Vianna, F.	1337	R	200542	RJ	Cabo frio		

301	Segadas-Vianna, F.	1349	R	200543	RJ	Cabo frio		
302	Segadas-Vianna, F.	1341	R	200544	RJ	Casimiro de Abreu		
303	Segadas-Vianna, F.	786	R	200545	RJ	Cabo frio	x	x
304	Segadas-Vianna, F.	1347	R	200546	RJ	Cabo frio	x	x
305	Segadas-Vianna, F.	1338	R	200553	RJ	Cabo frio		
306	Silva, B. D.	41	ASE	34567	SE	Itabaiana		
307	Silva, E. A.	9	HUEFS	190883	BA	Lençóis		
308	Silva, E. A.	65	HUEFS	190931	BA	Lençóis		
309	Silva, F. H. M	406	HUEFS	73391	BA	Canudos	x	x
310	Silva, J.W.A.	8	MAC		AL	Marechal Deodoro		
311	Silva, R. A.	1651	RB	364703	AL	Olho d'água do casado	x	x
312	Silva, T. C.	46	ASE	30471	SE	Aracaju		
313	Simão-Bianchini, R.	1766	ASE	17273	SE	Areia Branca	x	x
314	Smith, N. P.	33	HUEFS	149722	BA	Mucugê	x	x
315	Sousa, L. A.	100	HUEFS	153376	BA	Pindobaçu		
316	Sousa, L. A.	262	HUEFS	153461	BA	Pindobaçu		
317	Souza, A.	1512	R	156964	RJ	Arraial do Cabo	x	x
318	Souza, A.	s/n	R	159564	RJ	Cabo Frio	x	x
319	Souza, A.	2329	R	168775	RJ	Arraial do Cabo		
320	Souza, A.	s/n	R	178093	RJ	Arraial do Cabo		x
321	Souza, A.	1511	R	200554	RJ	Arraial do Cabo	x	x
322	Souza, C. L.	18	ASE	1559	SE	Itabaiana	x	x
323	Souza, E. B.	1380	HUEFS	98609	BA	Senhor do Bonfim	x	x
324	Souza, E. R.	98	HUEFS	54251	BA	Morro do Chapéu	x	x
325	Souza, E. R.	396	HUEFS	77286	PE	Buique	x	x
326	Souza, E. R.	396	HST	14332	PE	Buique	x	x
327	Staples, G.	1674	PEUFR		BA	Andaraí	x	x
328	Staples, G.	1657	PEUFR		BA	Lençóis	x	x
329	Staples, G.	1693	PEUFR		BA	Palmeiras	x	x
330	Sucre, D.	3727	RB	140775	RJ	Rio de Janeiro	x	x
331	Trigueiro, E.	s/n	EAC	30607	CE	Itapipoca	x	x
332	Ule, E.	s/n	R	40374	RJ	Cabo Frio	x	x
333	Valadares, R. T.	345	VIES	26144	ES			
334	Vasconcelos, L. V.	421	HUEFS	187040	BA	Palmeiras	x	x
335	Vasconcelos, L. V.	514	HUEFS	207641	MG	Jequitinhonha	x	
336	Viana, G.	7	ASE	958	SE	Itabaiana	x	x
337	Viana, G.	361	ASE	2480	SE	Itabaiana	x	x
338	Viana, G.	1117	ASE	3502	SE	Itabaiana	x	x
339	Viana, G.	1240	ASE	3859	SE	Itabaiana		
340	Viana, G.	1085	ASE	3999	SE	Itabaiana		
341	Viana, G.	1265	ASE	4010	SE	Itabaiana	x	x
342	Viana, G.	1720	ASE	4670	SE	Itabaiana		
343	Viana, G.	1855	ASE	4811	SE	Itabaiana	x	x
344	Vieira, A. V.	s/n	EAC	34221	CE	São Gonçalo do	x	

						Amarante		
345	Vinha, S. G.	49	CEPEC	2929	BA	Maraú	x	x
346	Walmor	268	RB	209726	BA	Jacobina	x	x
347	Walmor	1143	RB	342845	BA	Jacobina		
348	Ximenes, G.	19	EAC	30391	CE	Icapui	x	