
**ANÁLISE DE AGRUPAMENTO BASEADO EM CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS DE LEGUMINOSAS DE VÁRZEA COM FINS
TAXONÔMICOS**

**ANALYSIS OF GROUPING BASED ON MORPHOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF FLOODPLAIN LEGUMES FOR TAXONOMIC
PURPOSES**

RUBIENE NETO SOARES¹
RONALDO OLIVEIRA DOS SANTOS²
ROBSON BORGES DE LIMA³
BRENO MARQUES DA SILVA E SILVA⁴

Resumo

Objetivou-se verificar a viabilidade de um agrupamento taxonômico das espécies arbóreas de floresta de várzea da família Leguminosae por meio das características morfométricas do fruto, semente e plântulas. As seleções das espécies para a realização das análises foram com base em trabalhos fitossociológicos realizados no estado do Amapá. Em seguida, realizou-se um levantamento bibliográfico referente às características morfométricas de fruto, semente e plântula para cada espécie, disponíveis em periódicos científicos, além de consultas em exsicatas nos herbários. Utilizou-se apenas 41 caracteres para análise de agrupamento, considerando aquelas mais presentes entre as espécies. Para o agrupamento, utilizou-se do coeficiente de Jaccard e da técnica de classificação por média de grupos (UPGMA). As características de frutos e sementes mostraram-se bastantes eficientes na diferenciação e classificação das espécies em nível de subfamília e gênero. A utilização de características de plântulas em análise de similaridade mostrou-se mais eficiente em estudos considerando o agrupamento em nível de gêneros seguindo uma padronização prévia. Assim, entende-se que com a correta descrição morfológica das espécies em ambientes naturais é possível realizar análise de classificação e diferenciação entre gêneros ou subfamílias, a qual acaba se tornando uma abordagem de baixo custo em comparação aos estudos que utilizam análise genética.

Palavras-chave: Florestas alagadas. Fabaceae. Aspectos morfométricos.

Abstract

The objective of this study was to verify the feasibility of a taxonomic grouping of tree species in the lowland forest of the Leguminosae family through the morphometric characteristics of the fruit, seed and seedlings. The species selections for the analyzes were based on phytosociological studies carried out in the state of Amapá. Then, a bibliographic survey was carried out regarding the morphometric characteristics of fruit, seed and seedling for each species, available in scientific journals, in addition to consultations with exsiccates in the herbariums. Only 41 characters were used for cluster analysis, considering those most present among species. For the grouping, the Jaccard coefficient and the technique

¹Laboratório de Análise de Sementes Florestais, Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil.

²Laboratório de Manejo Florestal, Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil.

³Laboratório de Manejo Florestal, Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil.

⁴Laboratório de Análise de Sementes Florestais, Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP, Brasil.

of classification by means of groups (UPGMA) were used. The characteristics of fruits and seeds proved to be quite efficient in differentiating and classifying species at the level of subfamily and genus. The use of seedling characteristics in similarity analysis proved to be more efficient in studies considering the grouping at the level of genera following a previous standardization. Thus, it is understood that with the correct morphological description of species in natural environments, it is possible to carry out classification and differentiation analysis between genera or subfamilies, which ends up becoming a low-cost approach compared to studies that use genetic analysis.

Keywords: Flooded forests. Fabaceae. Morphometric aspects.

1. INTRODUÇÃO

No estado do Amapá as florestas de várzeas constituem o segundo maior ambiente florestado, considerando estrutura, diversidade e representatividade espacial (IEPA, 2008), ocupando 4,85% do território (CARIM et al., 2008). Nos inventários florestais realizados nesse ambiente a família Leguminosae está entre as que mais se destaca por riqueza florística. Wittmann et al. (2006) mencionam esta família como a mais importante em florestas de várzea, com base em 44 inventários realizados na bacia Amazônica, seguida pelas famílias Malvaceae (incluindo Bombacaceae, Sterculiaceae, e Tiliaceae), Euphorbiaceae, Moraceae, Arecaceae e Salicaceae.

Esses ambientes propiciam condições limitantes para o estabelecimento de espécies vegetais, visto que as mesmas estão sujeitas a um regime de inundação sazonal de até 8 m de altura e períodos anuais de inundação de até 230 dias.ano⁻¹ na Amazônia Central (JUNK, 1989; WITTMANN et al., 2004). Tais condições possibilitam que as espécies desenvolvam mecanismos de adaptação que propiciam o estabelecimento e perpetuação das mesmas no ambiente. Assim, o período de inundação regular e previsível com água doce tem um forte impacto no crescimento, fenologia e ecofisiologia das árvores (SCHÖNGART et al., 2004; PAROLIN et al., 2010), e sobre os fatores bióticos ligados a elas.

A análise considerando em nível de família botânica é uma abordagem importante

para compreensão sobre as espécies que apresentam características morfológicas similares em termos de frutos, semente e plântulas e até que ponto tais caracteres diferem umas das outras, considerando a influência dos fatores bióticos e abióticos do meio. Por essa razão, se faz necessário utilizar ferramentas que possam auxiliar na construção de grupos que apresentem características taxonômicas semelhantes, em especial para as espécies de famílias mais representativas em inventários florísticos, em destaque as Leguminosae.

A técnica de análise multivariada é uma ferramenta amplamente empregada em diferentes ramos da ciência florestal, seja para auxiliar em tomadas de decisão dentro do manejo florestal, principalmente em análises dentro das florestas, bem como para seleção de árvores com base em outras características dos indivíduos, como por exemplo, as propriedades físico-mecânicas (LOPES et al., 2004). Por outro lado, são incipientes os estudos que visam empregar esta técnica para o agrupamento de espécies arbóreas no tocante as suas características morfológicas, tendo em vista a importância desse agrupamento para auxiliar na correta classificação taxonômica das mesmas em nível de família, subfamílias e gêneros.

Diante do exposto, este estudo objetivou verificar a viabilidade de um agrupamento taxonômico das espécies arbóreas em floresta de várzea da família Leguminosae no Estado do Amapá baseado em características morfométricas do fruto, semente e plântulas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As seleções das espécies para a realização das análises foram com base em trabalhos fitossociológicos realizados no Estado do Amapá em ambiente de várzea (QUEIROZ et al., 2005; QUEIROZ et al., 2007; CARIM et al., 2008; SANTOS et al., 2016), sendo escolhidas apenas aquelas pertencentes a família Leguminosae (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de espécies da família Leguminosae presentes em estudos fitossociológicos realizados em ambientes de várzea no Estado do Amapá.

Subfamília	Nome científico	Referência*
Caesalpinioideae	<i>Batesia floribunda</i> Spruce ex Benth.	22
	<i>Campsiandra laurifolia</i> Benth.	22; 24
	<i>Crudia oblonga</i> Benth.	24
	<i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F. Macbr.	-
	<i>Cynometra marginata</i> Benth.	-
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	4
	<i>Hymenaea intermedia</i> Ducke	2; 12
	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	1; 28
	<i>Macrolobium acaciifolium</i> (Benth.) Benth.	5; 6; 11; 24
	<i>Macrolobium angustifolium</i> (Benth.) R.S. Cowan	6; 26
	<i>Macrolobium pendulum</i> Willd. ex Vogel	5; 6
	<i>Mora paraensis</i> (Ducke) Ducke	9; 14; 15
	<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	-

Papilionoideae	<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	24	
	<i>Diploptropis martiusii</i> Benth.	21	
	<i>Ormosia coutinhoi</i> Ducke	-	
	<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	23	
	<i>Platymiscium filipes</i> Benth.	-	
	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	3; 24	
	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	3; 18	
	<i>Swartzia cardiosperma</i> Spr. Ex. Benth.	-	
	<i>Swartzia corrugata</i> Benth.	-	
	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.	10; 24	
	<i>Swartzia racemosa</i> Benth.	-	
	<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	17; 21; 28	
	Mimosoideae	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	7
		<i>Inga bourgoni</i> (Aubl.) DC.	-
		<i>Inga cinnamomea</i> Spruce ex Benth.	13
<i>Inga edulis</i> Mart.		8; 16; 20; 27	
<i>Inga heterophylla</i> Willd.		20; 27	
<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze		19; 25	
<i>Zygia inaequalis</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Pittier		23	

*Costa et al. (2015)¹; Cruz et al. (2001)²; Da Silva et al. (2008)³; Duarte et al. (2016)⁴; Feitoza et al. (2014)⁶; Félix-da-Silva (2008)⁶; Gomes et al. (2014)⁷; Gurgel et al. (2012)⁸; Isacksson et al. (2014)⁹; Jesus (2003)¹⁰; Maia et al. (2005)¹¹; Melo et al. (2004)¹²; Menezes e Ferraz (2013)¹³; Orellana et al. (2015)¹⁴; Miranda (2009)¹⁵; Possette e Rodrigues (2010)¹⁶; Ramos et al. (2015)¹⁷; Ribeiro et al. (2011)¹⁸; Ribeiro et al. (2012)¹⁹; Rios et al. (2011)²⁰; Rodrigues e Tozzi (2007)²¹; Rodrigues et al. (2012)²²; Silva (2008)²³; Silva et al. (1988)²⁴; Soares (2017)²⁵; Souza (2012)²⁶; Sousa et al. (2011)²⁷; Vasconcelos et al. (2013)²⁸.

Após seleção das espécies, realizou-se um levantamento bibliográfico no que tange às características morfométricas dos seguintes parâmetros: fruto, semente e plântula, disponíveis em periódicos científicos, livros, anais científicos, monografias, dissertações e teses, assim como foram consultadas exsicatas disponíveis em herbários online (Neotropical Herbarium Specimens, Herbario Virtual FMB e Missouri Botanical Garden) e o herbário Amapaense (HAMAB).

Com base na compilação dos estudos na literatura, foi confeccionada uma matriz principal com dados de 71 caracteres morfométricos, sendo 67 qualitativos e quatro quantitativos. Destes, apenas 41 foram selecionados para análise de agrupamento, considerando aqueles mais representativos (acima de 50%) entre as espécies (Tabela 1). Os caracteres utilizados de acordo com cada parâmetro foram:

1. Fruto – consistência do pericarpo, deiscência, tipo, forma, ápice, base, comprimento, largura, espessura e número de sementes/fruto (10 caracteres);
2. Semente – forma, apêndices, consistência dos cotilédones, comprimento, largura e espessura (06 caracteres);
3. Plântula – posição do cotilédone em relação ao solo, posição do cotilédone em relação ao caule, visualização dos cotilédones, tipo de cotilédone, presença de catáfilos, protófilos (filotaxia, divisão do limbo, ápice, base, forma, indumentos, pecíolo, estípulas, glândulas), metáfilos (filotaxia, divisão do limbo, ápice, base, forma, indumentos, pecíolo, estípulas, glândulas), (25 caracteres).

Buscando definir uma padronização na construção da matriz principal contendo os dados referentes aos caracteres morfológicos analisados foram adotados os estudos de Barroso et al. (2012) para o parâmetro fruto; Martin (1946) e Damião-Filho e Môro (2005) para semente; e Garwood (1996) e Vidal e Vidal (2003) para plântulas.

Para análise de agrupamento foram utilizados dados qualitativos (características externa e interna do fruto, semente e plântulas) e quantitativos (comprimento, largura e

espessura do fruto e semente; número de semente/fruto). Os dados qualitativos foram organizados de modo a formar uma matriz com variáveis categóricas, pois segundo Bassab et al. (1990) esta metodologia pode causar perda de sensibilidade dos valores, mas torna-se a melhor alternativa de organizar os dados qualitativos e quantitativos em uma única matriz de dados, possibilitando uma melhor visualização dos mesmos.

Após a confecção da matriz morfológica, com dados de presença e ausência e por meio do coeficiente de similaridade de Jaccard foi gerado o dendrograma a partir do método de agrupamento hierárquico aglomerativo com ligações pela média dos grupos (UPGMA) conforme descrito por Ruokolainen e Tuormisto (1998). Para tanto, utilizou-se o software R (R CORE TEAM, 2013) com auxílio do pacote Vegan (OKSANEN et al., 2013).

O coeficiente de correlação cofinético (CCC) foi utilizado para avaliar a distorção provocada pelo agrupamento, sendo obtido com auxílio software R (R CORE TEAM, 2013). A correlação cofenética mede o grau de ajuste entre a matriz de similaridade original (matriz S) e a matriz resultante da simplificação proporcionada pelo método de agrupamento (matriz C). Neste caso, quanto mais próximo de 1 é o valor obtido menor é a distorção provocada, sendo o mesmo calculado pela expressão (BASSAB et al., 1990):

CCC

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (C_{ij} - \bar{C})(S_{ij} - \bar{S})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (C_{ij} - \bar{C})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (S_{ij} - \bar{S})^2}}$$

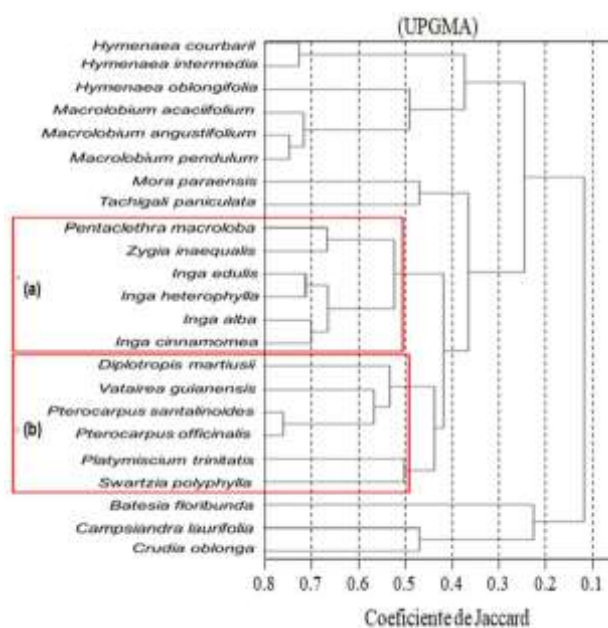
Em que: C_{ij} : valor de similaridade entre as espécies i e j , obtidos a partir da matriz cofenética; S_{ij} : valor de similaridade entre as espécies i e j , obtidos a partir da matriz de similaridade; $\bar{C} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n C_{ij}$; $\bar{S} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n S_{ij}$.

3. RESULTADOS

Foram registradas 32 espécies da família Leguminosae em levantamentos florísticos compilados em floresta de várzea no Amapá. Destas espécies, 28,1% não foram obtidas informações morfológicas de frutos, sementes ou plântulas, sendo elas: *Crudia glaberrima* (Steud.) J.F. Macbr. (Cumarurana), *Cynometra marginata* Benth. (Coração de negro1), *Tachigali myrmecophila* (Ducke) Ducke (Taxi-preto), *Ormosia coutinhoi* Ducke (Bole-bole), *Platymiscium filipes* Benth. (Macacaúba), *Swartzia cardiosperma* Spr. Ex. Benth. (Pacapeuá1), *Swartzia corrugata* Benth. (Coração-negro2), *Swartzia racemosa* Benth. (Pacapeuá 2), *Inga bourgoni* (Aubl.) DC.

As características morfológicas dos frutos possibilitaram agrupar as espécies em nível de subfamília e gênero, bem como na diferenciação das espécies entre si (Figura 1).

Figura 1 – Representação dos agrupamentos das características dos frutos das espécies de Leguminosa em floresta de várzea do estuário amapaense, sendo (a) – subfamília Mimosoideae e (b) – subfamília Papilionoideae.



No grupo (a) encontram-se as espécies pertencentes à subfamília Mimosoideae, em que nota-se a similaridade com gênero *Inga* formando um grupo com maior grau de semelhança. Já no grupo (b) houve o agrupamento das espécies da subfamília Papilionoideae, formando uma chave com maior grau de similaridade entre as espécies do gênero *Pterocarpus*. As demais espécies formaram um grupo maior, a Caesalpinioideae, sendo observado um maior grau de similaridade entre as espécies do gênero *Hymenaea* e *Macrolobium* com formação de grupos irmãos (Figura 1a-b).

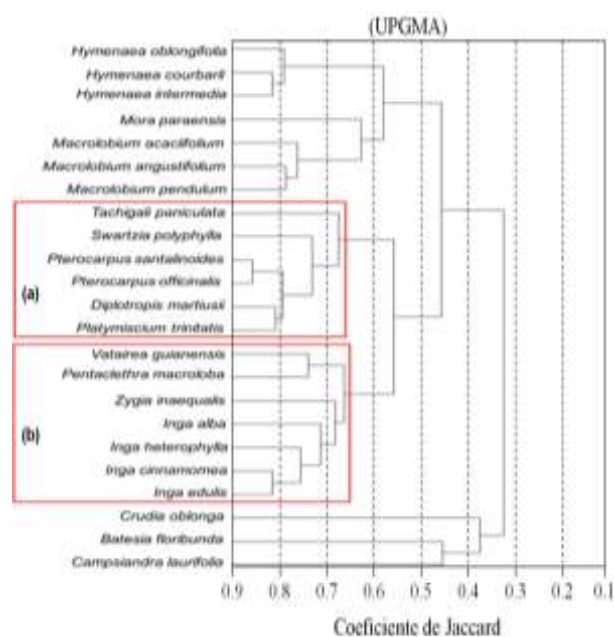
A formação dos grupos irmãos entre os gêneros *Hymenaea* e *Macrolobium* tem relação direta com a afinidade filogenética entre os clados às quais pertencem: Detarieae e Daniellia, respectivamente. Considerando que a subfamília Caesalpinioideae é um grupo parafilético da qual se ramificaram as demais subfamílias (LPWG, 2013), esse fato justifica a formação de um grupo maior no dendrograma, gerando os demais grupos (Figura 1).

Foram registrados oito tipos de frutos, a saber: folículo (8,7%), legume (34,8%), núcula (17,4%), legume bacóide (8,7%), sâmara (4,3%), legume nucóide (17,4%), legume samaróide (4,3%) e criptossâmara (4,3%), destacando que o fruto legume é o mais representativo entre as espécies estudadas. Os frutos mais presentes por subfamílias foram: Caesalpinioideae o tipo legume (54,5%), em Papilionoideae tipo núcula (66,7%) e Mimosoideae legume nucóide (66,7%). Com relação à deiscência a maioria das espécies (56,5%) apresentou o fruto do tipo indeiscente, ou seja, as sementes permanecem no interior do mesmo após a dispersão e 43,5% são deiscentes, sendo aquelas onde as sementes se liberam do interior dos frutos no processo de dispersão.

Com relação às características morfológicas das sementes, as espécies apresentaram comportamento de agrupamento semelhante ao obtido como os dados

morfológicos de frutos, tanto em nível de subfamília, gênero e espécie (Figura 2).

Figura 2 – Representação dos agrupamentos das características das sementes das espécies de Leguminosa em floresta de várzea do estuário amapaense, sendo (a) – subfamília Papilionoideae e (b) – subfamília Mimosoideae.



No grupo (a) encontram-se as espécies da subfamília Papilionoideae, com exceção de *Tachigali paniculata* Aubl. (Caesalpinioideae) que demonstrou características em comum com as demais espécies deste grupo (Figura 2a). Esse resultado pode estar atrelado ao fato desta espécie ter apresentado informações escassas na literatura para os caracteres do parâmetro (semente) analisado, o mesmo foi observado com as espécies do gênero Papilionoideae, o que podem ter ocasionando tendência de agrupamento.

A subfamília Mimosoideae formou o grupo (b), com exceção de *Vatairea guianensis* Aubl. (Papilionoideae) que apresentou características em comum com *Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze formando uma chave. As principais características que contribuíram para esta formação foram comprimento, largura e

espessura de sementes. Por outro lado, características como a presença de sarcotesta na superfície das sementes contribuíram significativamente para o agrupamento das espécies do gênero *Inga*.

A chave formada por *Zygia inaequalis* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Pittier e as espécies do gênero *Inga* pode provavelmente ter relação com o clado a qual pertencem: *Zygia* e *Ingeae*, respectivamente. Esse comportamento pode ser observado no estudo de LPWG (2013) na formação de grupos com características genéticas semelhantes, ou seja, fechando um grupo com características próximas entre si.

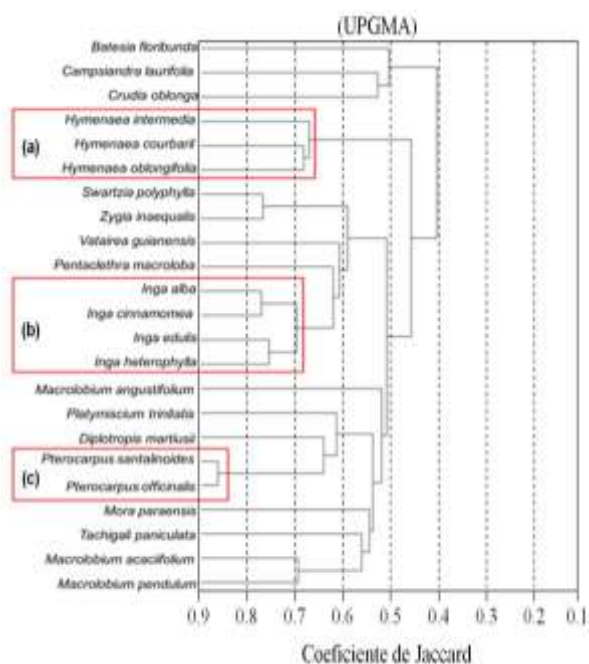
O grupo Caesalpinioideae revelou o mesmo comportamento da análise anterior, isto é, permaneceu como maior grupo, derivando desta as demais subfamílias. Com relação aos gêneros, observou-se que os mesmos seguiram a tendência do agrupamento anterior utilizando características morfológicas dos frutos (Figura 2), a qual nota-se a formação de grupos irmãos entre *Hymenaea*, *Macrolobium* e *Mora*, bem como o agrupamento das espécies do gênero *Inga*. Além disto, o maior grau de similaridade permaneceu entre as espécies do gênero *Pterocarpus*.

Com relação às plântulas das espécies estudadas, a maioria (72%) apresentou germinação hipógea e 28% epígea, sendo que 68% são fanerocotiledonar e 32% criptocotiledonar. Esses resultados corroboram com os estudos de Moreira e Moreira (1996) que estudaram as leguminosas nativas da Amazônia que predominam ambientes inundáveis, e concluíram que a maioria (59%) apresenta a germinação hipógea. De forma semelhante, o estudo de Parolin et al. (2003), demonstraram que a germinação hipógea mostra-se mais eficiente para as espécies de ambiente inundados, tornam-se desta forma mais frequentes.

As principais características do gênero *Inga* são metáfilos alternos, folhas paripinadas, com presença de glândulas e germinação hipógea-fânoro-armazenador,

favorecendo o agrupamento entre estas espécies de gênero (Figura 3b). Já *Hymenaea* tem como características marcantes protófilos opostos, simples, sésseis e metáfilos bifolioladas, bem como germinação epígea-fânero-armazenador, sendo esses aspectos que explicam a afinidade do agrupamento das espécies desse gênero (Figura 3a). Por outro lado em *Pterocarpus* observou-se que as espécies apresentam germinação hipógea-cripto-armazenador, protófilos alternos, metáfilos imparipinados e presença de estípulas, sendo estes atributos o que permitiu a forte congruência da formação do agrupamento das espécies (Figura 3c).

Figura 3 – Representação dos agrupamentos das características das plântulas das espécies de Leguminosa em floresta de várzea do estuário amapaense, sendo (a) – gênero *Hymenaea*; (b) – gênero *Inga*; (c) – gênero *Pterocarpus*.



Os demais grupos foram formados por espécies de diferentes subfamílias que apresentaram características morfológicas de plântulas semelhantes. Dentre elas menciona-se *Swartzia polyphylla* DC e *Zygia inaequalis* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Pittier que

apresentam metáfilos alternos, folha bifoliolada, sesséis, com presença de glândulas e indumentos, possibilitando a formação de chave entre si. Já a presença de catáfilos em *Vatairea guianensis* Aubl. e *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze., foi o fator preponderante para que ambas pertencessem ao mesmo agrupamento.

Em *Macrolobium angustifolium* (Benth.) R.S. Cowan, *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex DC e *Diplotropis martiusii* Benth observou-se que suas plântulas apresentam como características em comum as folhas elípticas e presença de estípulas. As demais espécies de *Macrolobium*, juntamente com *Mora paraensis* Ducke e *Tachigali paniculata* Aubl. demonstram protófilos e metáfilos alternos com presença de estípulas, possibilitando dessa forma com que estas formassem chave no dendrograma (Figura 3).

Os valores das correlações cofenéticas foram todas de magnitude elevada (CCC = 0,7821; 0,9299 e 0,8780) para os parâmetros fruto, semente e plântula, respectivamente. Isso demonstra que há boa representação das matrizes de similaridade na forma dos dendrogramas gerados com base no coeficiente de Jaccard e do método de agrupamento UPGMA utilizados.

4. DISCUSSÃO

Tendo em vista o resultado da compilação do levantamento sobre composição florística das essências florestais de várzea há a necessidade de mais estudos que buscam conhecer as características morfológicas de frutos, sementes e plântulas das espécies arbóreas desse ecossistema, visto que a maioria delas apresenta interesse madeireiro. Por outro lado as pesquisas atuais limitam-se apenas na descrição de levantamentos fitossociológicos, não sendo possível em muitos casos encontrar estudos sobre a autoecologia das mesmas, o que dificulta a elaboração de planos de manejo e

condução da regeneração natural. Conforme Gama et al. (2003), devido a fragilidade desse ecossistema é importante realizar pesquisas direcionadas a condução da regeneração natural em várzea dentre elas cita-se os estudos de caracterização morfológica, caso contrário, poderá facilmente haver a extinção de espécies florestais nesse ambiente devido à grande pressão sobre os recursos florestais.

A explicação para a formação de grupos irmãos entre os gêneros *Hymenaea* e *Macrobium* considerando os caracteres do fruto conforme observado na Figura 1, tem relação com filogenia dos cladogramas conforme reportado no estudo de LPWG (2013), na qual observaram uma maior afinidade entre esses cladogramas na formação de chaves de grupos compartilhando o mesmo nó no cladograma, a qual significa afirmar que esses gêneros compartilham de atributos morfológicos e genéticos semelhantes na história evolutiva das angiospermas. De forma análoga, o clado *Dimorphandra* (gênero *Mora*) e *Tachigali* (gênero *Tachigali*) apresentam uma relação direta com a subfamília Mimosoideae, uma vez que compartilham de um mesmo nó (LPWG, 2013), isto justifica a formação de chave entre *Mora paraensis* Ducke e *Tachigali paniculata* Aubl. (Figura 1).

De acordo com Barroso et al. (2012) existe uma grande diversidade morfológica entre os frutos das Leguminosae, pois estes no decorrer de sua evolução, passaram por uma série de adaptações adquirindo formas diferenciadas. Diante disto, é necessário em estudos taxonômicos que existia uma classificação padrão para fruto, podendo assim empregá-la no reconhecimento dos vários táxons das três subfamílias das Leguminosae, visto que no agrupamento realizado o fruto apresentou um caráter sistemático. Por outro lado, embora já se tenha conhecimento de classificações de frutos apoiados em várias literaturas específicas, ainda nota-se a divergência de informações entre elas, o que dificulta na sistematização das informações para análise de cluster.

Ainda conforme estes autores, o fruto do tipo legume é originado de ovário súpero, unicarpelar, deiscente no ponto de junção das bordas do carpelo e na região dorsal, sobre a nervura mediana, formando duas valvas, característico da família Leguminosae. Os caracteres morfológicos em frutos de espécies desta família torna-se um critério fundamental em estudos taxonômicos, pois os mesmos apresentam características específicas que podem auxiliar na classificação das espécies em nível de família, subfamília e gênero.

A não congruência do agrupamento observado entre as espécies pertencentes ao mesmo gênero ou subfamília considerando o parâmetro semente (Figura 2), pode ser explicada pela falta de informações qualitativas sobre as sementes das espécies florestais, principalmente daquelas oriundas de ambientes alagáveis. Todavia, os seis caracteres adotados foram suficientes para classificar e agrupar as plantas nas suas respectivas subfamílias, conforme demonstraram os valores do coeficiente cofinético.

Os padrões morfológicos de plântulas das espécies estudadas possibilitaram o agrupamento apenas em nível de gênero, não seguindo o mesmo padrão de agrupamento quando comparada com as análises de fruto e semente para diferenciação das subfamílias de Leguminosae. Por outro lado, alguns gêneros como *Hymenaea*, *Inga* e *Pterocarpus* mantiveram-se com o mesmo padrão de agrupamento apresentado nas análises considerando os parâmetros fruto e semente (Figura 3a-c).

Ressalta-se a formação de um grupo isolado composto por *Batesia floribunda* Spruce ex Benth., *Campsiandra laurifolia* Benth. e *Crudia oblonga* Benth. nas três análises realizadas, isto ocorreu provavelmente pela pouca informação obtida para os caracteres analisados dessas espécies, considerando que no presente estudo utilizou-se de uma matriz de presença e ausência, logo a falta de algumas informações referentes aos

parâmetros adotados contribuiu para o agrupamento das mesmas em um único grupo.

Outro fator que pode explicar à divergência do agrupamento das espécies em subfamílias utilizando-se de características morfológicas de plântulas está na falta de padronização de alguns termos morfológicos utilizados nos estudos pesquisados, como por exemplo, a descrição morfológica das folhas na qual se observou o uso de metodologias que variam entre os pesquisadores para determinar filotaxia, forma, ápice, base e divisão do limbo. Dessa forma são utilizados vários termos para descrever, em sua maioria, a mesma espécie, o que causa divergência de informações dificultando os estudos de análise de agrupamento. Por essa razão, para a realização deste estudo foram feitas algumas padronizações tendo como base o trabalho de Damião-Filho e Môro (2005), Garwood (1996) e Vidal e Vidal (2003) na qual proporcionaram agrupar as espécies em gênero.

Enfatiza-se que pela escassez de estudos na literatura especializada houve limitações em termos de comparações dos resultados apresentados. O estudo base que serviu de comparação foi LPWG (2013), em que esta pesquisa buscou por meio de sequenciamentos de caracteres genéticos e de bioinformática solucionar como a morfologia pode ser incorporada em filogenia de Leguminosas para solucionar questões em biologia comparativa e classificação de táxon. Dessa forma, é possível inferir que as análises das características morfológicas das espécies avaliadas mostraram-se uma abordagem promissora em termos de comparação das espécies da família em questão.

Assim, entende-se que com a correta descrição morfológica das espécies em ambientes naturais é possível realizar análise de classificação e diferenciação entre gêneros ou subfamílias, a qual acaba se tornando uma abordagem de baixo custo em comparação aos estudos que utilizam análise genética, bem como fornece informações relevantes em estudos taxonômicos. Logo, ressalta-se a

importância de ampliar as contribuições científicas referentes às análises de agrupamento com essa temática, tendo em vista a possibilidade de subsidiar outros estudos taxonômicos, botânicos e ecológicos em nível de família botânica em florestas nativas da Amazônia.

5. CONCLUSÃO

As características morfométricas de frutos e sementes mostraram-se bastantes eficientes na diferenciação e classificação das espécies da família Leguminosae em nível de subfamília e gênero. A utilização de características de plântulas em análise de similaridade mostrou-se mais eficiente em estudos considerando o agrupamento em nível de gêneros seguindo uma padronização prévia. Portanto, recomenda-se a ampliação deste estudo considerando novas abordagens incluindo outras famílias botânicas.

6. REFERÊNCIAS

- BARROSO, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Editora: UFV, 2012. 443p.
- BASSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. **Introdução à análise de agrupamentos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 105p.
- CARIM, M. J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS TDS. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, Estado do Pará, Brasil. **Scientia Forestalis**. v. 36, n. 79, p. 191-201, 2008.
- COSTA, A. L. S.; COSTA, J. B. P.; LIRA-GUEDES, A. C. Frutos e sementes de *Hymenaea oblongifolia* Huber var. *oblongifolia* (Fabaceae) em floresta de várzea.

2015. In: **Jornada Científica da Embrapa Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2015.

CRUZ, D. E.; MARTINS, P. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae – Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**. v. 24, n. 2, p. 161-165, 2001.

DA SILVA, M. J. S.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; SECCO, R. S. Levantamento de plantas conhecidas como mututi, com ênfase ao estudo morfológico de espécies de *Pterocarpus* Jacq. (Leguminosae). In: **6º Seminário de Iniciação Científica da UFRA e 12º Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém: UFRA/Embrapa, 2008.

DAMIÃO-FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. **Morfologia Vegetal**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2005. 172p.

DUARTE, M. M.; PAULA, S. R. P. D.; FERREIRA, F. R. D. L.; NOGUEIRA, A. C. Morphological characterization of fruit, seed and seedling and germination of *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) (Jatobá). **Journal of Seed Science**. v. 38, n. 3, p. 204-211, 2016.

FEITOZA, G. V.; SANTOS, J. M. U.; GURGEL, E. S. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Morphology of fruits, seeds, seedlings and saplings of three species of *Macrolobium* Schreb. (Leguminosae, Caesalpinioideae) in the Brazilian Amazon floodplain. **Acta Botanica Brasilica**. v. 28, p. 422-433, 2014.

FÉLIX-DA-SILVA, M. M. *Macrolobium Schreb., Peltogyne Vog. e Eperua Aubl. (Leguminosae: Caesalpinioideae: Detarieae) da Floresta Nacional de Caxiuanã, com ênfase na grade do PPBio, Pará, Brasil*. 2008. 90 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, A. S.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**. v. 13, n. 2, p. 71-82, 2003.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: Swaine, M.D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Unesco, Paris, 1996, p. 59-129.

GOMES, J. I.; BONADEU, F.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; COSTA, C. C.; MARGALHO, L. F.; CARVALHO, L. T. **Conhecendo espécies de plantas da Amazônia: ingá-vermelha [*Inga alba* (Sw.) Willd. – Leguminosae – Mimosoideae]**. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 5p. Comunicado Técnico.

GURGEL, E. S. C.; SANTOS, J. U. M.; CARMO-BASTOS, M. D. N.; LUCAS, F. C. A. Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. **Rodriguésia**. v. 63, n. 1, p. 65-73, 2012.

IEPA. **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá**: Primeira aproximação do ZEE. Macapá, 2008, 139p.

ISACKSSON, J. G. L.; COSTA, J. B. P.; RIBEIRO, G. G.; GUEDES, A. C. L.; GUEDES, M. C. Frutos e sementes de *Mora Paraensis* (Ducke) Ducke (Fabaceae) em uma floresta de várzea do Estuário Amazônico, Amapá. In: **Congresso Latinoamericano de Botânica, 11; Congresso Nacional de Botânica, 65; Encontro Regional de Botânicos - MG, BA, ES, 34**. Salvador, 2014.

JESUS, M. A. D. Efeito dos extratos obtidos de *Swartzia argentea Spruce ex Benth.*, *S. laevicarpa Amshoff*, *S. panacoco (Aublet) Cowan*, *S. polyphylla DC.* e de *S. sericea Vogel* da Amazônia Central sobre fungos degradadores de madeira. 2003. 97p. Tese

(Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

JUNK, W. J. Flood tolerance and tree distribution in Central Amazonian floodplains. In: **L.B., Holm-Nielsen IC. Nielsen and H. Balslev (eds.), Tropical Forests: Botanical dynamics, speciation and diversity.** Academic Press Limited, London, p. 47-64, 1989.

LPWG. Legume phylogeny and classification in the 21st century: progress, prospects and lessons for other species-rich clades. **Taxon.** v. 62, n. 2, p. 217-248, 2013.

LOPES, M. D. C.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; LONGHI, S. J.; ROSSO, S.; FERNANDES, D. L.; MENEZES, L. F. D. Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira. **Ciência Florestal.** v. 14, n. 2, p. 133-144, 2004.

MAIA, L. A.; MAIA, S.; PAROLIN, P. Seedling morphology of non-pioneer trees in Central Amazonian floodplain forests. **Ecotropica.** v. 11, n. 2, p. 1-8, 2005.

MARTIN, A. C. The comparative internal morphology of seeds. **The American Midland Naturalist.** v. 36, n. 3, p. 513-660, 1946.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. adenotricha (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Acta Amazonica.** v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MENEZES, V. S.; FERRAZ, I. D. K. Avaliação da germinação das sementes de 25 espécies da Amazônia. In: **II Congresso de iniciação científica PIBIC/CNPq** -

PAIC/FAPEAM, 2013. Ano internacional de cooperação pela água. Manaus. AM. Disponível em: <<http://repositorio.inpa.gov.br/handle/123/569>>. Acessado em: 24/03/2017.

MIRANDA, Z. P. **Aspectos Morfofisiológicos e Ecológicos de *Mora paraensis* (Ducke) Ducke (Leguminosae-Caesalpinioideae).** 2009. 73p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá. Macapá.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazonica.** v. 26, n. 2, p. 3-16, 1996.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, O. S.; STEVENS, M. H. H.; WAGNER, H. **Vegan: Community ecology Package: R package version 2.0-9.** 2013.

ORELLANA, B. B. M. A.; ORELLANA, J. B. P.; CESARINO, F. Emergência de plântulas e germinação de sementes de *Mora paraensis* Ducke em diferentes profundidades de semeadura. **Revista Scientia Amazonia.** v. 4, n. 1, p. 47-53, 2015.

PAROLIN, P.; FERREIRA, L. V.; JUNK, W. J. Germination characteristics and establishment of trees from Central Amazonian floodplains. **Tropical Ecology.** v. 44, p. 155-167, 2003.

PAROLIN, P.; WALDHOFF, D.; ZERM, M. Photochemical capacity after submersion in darkness: How Amazonian floodplain trees cope with extreme flooding. **Aquatic Botany.** v. 93, p. 83-88, 2010.

POSSETTE, R. F. S.; RODRIGUES, W. A. O gênero *Inga* Miller (Leguminosae-Mimosoideae) no estado do Paraná, Brasil.

Acta Botanica Brasilica. v. 24, n. 2, p. 354-368, 2010.

QUEIROZ, J. A. L.; MOCHIUTTI, S.; MACHADO, A. S.; GALVÃO, F. Composição florística e estrutura de floresta em várzea alta estuarina amazônica. **Floresta**. v. 35, n. 1, p. 41-46, 2005.

QUEIROZ, J. A. L.; MACHADO, A. S. Estrutura e dinâmica de floresta de várzea no estuário amazônico no estado do Amapá. **Floresta**. v. 37, n. 3, p. 339-352, 2007.

R Core Team. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 15 maio 2014.

RAMOS, R. A. L.; PASTANA, D. N. B.; ISACKSSON, J. G. L.; COSTA, J. B. P.; LIRA, G. A. C. Morfologia de frutos e sementes de *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae), espécie de floresta de várzea do estuário amazônico, Amapá. **In: Informativo ABRATES**, Brasília, DF, v. 25, n. 2, 2015.

RIBEIRO, G. G.; GUEDES, M. C.; SARQUIS, R. S. F. R.; COSTA, J. B. P.; LIRA, A. C. S. Morfologia de plântulas de macacaúba (*Platymiscium ulei* harms) e mututi (*Pterocarpus officinalis* jacq.), árvores nativas do estuário amazônico. **In: Congresso amapaense de iniciação científica, 2.; Amostra de TCC's, 6.; Exposição de pesquisa científica, 2., Macapá, 2010**. Macapá: SETEC; Embrapa Amapá; UEAP.

RIBEIRO, O. M. D.; CRUZ, E. D.; PEREIRA, A. G.; CRUZ, E. D. Caracterização biométrica de frutos e sementes de matrizes de pracaxi [*Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze]. **In: Congresso brasileiro de recursos genéticos, 2., 2012**. Belém, PA. Brasília: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos.

RIOS, M. N. S.; PASTORE, J. R. F. **Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011, 3140p.

RODRIGUES, M. S.; MARTINS-DASILVA, R. C.; SECCO, R. S. Caesalpinieae (Leguminosae-Caesalpinioideae) from the Experimental field of the Embrapa Eastern Amazon, Moju, Pará State, Brazil. **Hoehnea**. v. 39, n. 3, p. 489-516, 2012.

RODRIGUES, R. S.; TOZZI, A. M. G. A. Seedling morphology of five genistoid legume trees from Brazil (Leguminosae-Papilionoideae). **Acta Botanica Brasilica**. v. 21, n. 3, p. 599-607, 2007.

RUOKOAINEN, K.; TUOMISTO, H. Vegetación natural de la Zona de Iquitos. **In: Kalliola, R.; Flores, P.S. (Eds.). Geocología y Desarrollo Amazônico: Estudio integrado em la zona de Iquitos, Perú**. 1998. Annales Universitatis Turkuensis Ser.

SANTOS, R. O.; SOARES, R. N.; DANTAS, B. S.; ABREU, J. C.; LIMA, R. B. Processos amostrais para estimativa de parâmetros estruturais de uma floresta estuária no estado do Amapá. **Nativa**. v. 4, n. 5, p. 308-316, 2016.

SCHÖNGART, J.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. P.; AYRES, J. M.; HÜTTERMANN, A.; WORBES, M. Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El Niño–Southern Oscillation effect. **Global Change Biology**. v. 10, p. 683–692, 2004.

SILVA, M. F. D.; GOLDMAN, G. H.; MAGALHÃES, F. M.; MOREIRA, F. W. Germinação natural de 10 leguminosas arbóreas da Amazônia. **Acta Amazonica**. v. 18, n. 2, p. 9-26, 1988.

SILVA, M. C. R.; ZYGIA, P. **Browne (Leguminosae-Mimosoideae) na Amazônia brasileira**. 2008. 83 p. Dissertação (Mestrado em Botânica estrutural; Ecologia e Sistemática) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SOARES, N. R. **Morfo-anatomia de fruto, semente e plântula de pracaxi (*Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze)**. 2017. 84 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Amapá.

SOUSA, J. S.; BASTOS, M. C.; GURGEL S. C. O gênero *Inga* (Leguminosae-Mimosoideae) na província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas, Brasil. **Rodriguésia**. v. 62, n. 2, p. 283-297, 2011.

SOUZA, L. D. **Guia da biodiversidade de Fabaceae do Alto Rio Negro**. Manaus: INPA. 2012. 118p.

VASCONCELOS, C. C.; COSTA, J. B. P.; RIBEIRO, G. G.; GUEDES, A. C. L.; GUEDES, M. C. Germinação e morfologia de plântulas de *Hymenaea oblongifolia* var. *oblongifolia* (Fabaceae) em floresta de várzea do Estuário, Amapá. 2013. **In: Congresso nacional de botânica, 64.; Encontro regional de botânicos MG, BA e ES, 23**. Belo Horizonte, 2013.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica-Organográfica: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamas**. 4 ed. ver. Ampl. Viçosa: UFV, 2003. 124 p.

WITTMANN, F.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management**. v. 196, p. 199–212, 2004.

WITTMANN, F.; SCHONGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W.

J.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L.; WORBES, M. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. **Journal of biogeography**. v. 33, n.8, p. 1334-1347, 2006.

Submissão: 14/06/2020.

Aceito: 11/12/2020.

Publicado: 12/03/2021.