



# Classificação ecológica de espécies arbóreas por meio da análise da distribuição diamétrica

## Ecological classification of tree species through the analysis of the diametrical distribution

Larissa Corrêa Lopes Quadros OLIVEIRA [1](#); Fernando Cristóvam da Silva JARDIM [2](#); Jaqueline Macedo GOMES [3](#); Edson Marcos Leal Soares RAMOS [4](#)

Recibido: 11/04/2017 • Aprobado: 12/05/2017

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Material e Métodos](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Conclusão](#)
- [Referências bibliográficas](#)
- [Anexos](#)

#### RESUMO:

Avaliar a formação de grupos ecológicos com base na distribuição diamétrica das espécies arbóreas. O estudo foi realizado em Moju, PA. Selecionou-se 9 clareiras em torno das quais instalou-se 4 parcelas de 500m<sup>2</sup>. Foram medidos todos os indivíduos com DAP  $\geq$  5 cm. A classificação em grupos ecológicos dividiu as espécies em tolerantes, intolerantes e intermediárias. Aplicou-se a análise discriminante para verificar a pertinência dos grupos formados. Comprovou-se que a distribuição diamétrica pode ser utilizada para classificar as espécies em grupos.

**Palavras-chaves** Floresta tropical; Manejo florestal; Estrutura diamétrica.

#### ABSTRACT:

Evaluate the formation of ecological groups based on the diametric distribution. The study was conducted in Moju, PA. 9 gaps were selected around which 4 plots of 500m<sup>2</sup> were installed. All individuals with DBH  $\geq$  5 cm were measured. The classification in ecological groups divided the species into tolerant, intolerant, intermediate. The discriminant analysis was applied to verify the pertinence of the groups formed. It was verified that the diameter distribution can be used to classify the species into groups.

**Keywords** Rainforest; Forest management; Diametric structure Species.

## 1. Introdução

Pesquisas sobre o comportamento das espécies arbóreas são imprescindíveis para manejar a floresta de acordo com os princípios da sustentabilidade, garantindo recursos florestais para as

futuras gerações, conforme preconiza o conceito de manejo sustentável na Lei Federal brasileira nº 12.651 de 2012. O artigo 3º do Decreto Federal brasileiro nº 5.975 de 2006 estabelece os fundamentos técnicos e científicos que o Plano de Manejo Florestal Sustentável deve atender, e para que isso ocorra é fundamental que se conheça a estrutura, dinâmica e as características ecofisiológicas e silviculturais das árvores presentes na floresta a ser explorada.

Para facilitar os estudos, considerando a diversidade de espécies existentes, é necessário um sistema de classificação que proporcione agrupar as espécies de características ecológicas e silviculturais semelhantes, facilitando a proposição de metodologias aplicáveis a cada agrupamento, a escolha das espécies a serem exploradas e definição do diâmetro mínimo de corte e ciclo de corte. De acordo com Vale *et al.* (2011), em meio às dificuldades de se analisar todas as espécies e suas funções no ambiente, agrupar as espécies quanto as suas características funcionais é fundamental para se compreender as suas relações com o local onde elas se encontram distribuídas. Ferraz *et al.* (2004) afirmam que uma classificação facilitará modelar a dinâmica da floresta e o conhecimento pode ser aplicado diretamente na conservação, no manejo sustentado e na reabilitação de áreas degradadas.

Algumas pesquisas têm buscado agrupar as espécies em função de fatores, como formas de vidas, tipos funcionais, estratégias de vida, forma de crescimento, fixação de nitrogênio, densidade da madeira, entre outros (Cornelissen *et al.*, 2003; Coelho, Miranda e Mitja, 2012). Entretanto, a classificação baseada na demanda por radiação solar é a mais antiga e comum (Baker, 1949; Budowski, 1965; Denslow, 1980; Hartshorn; 1980; Whitmore, 1984; Swaine e Whitmore, 1988; Kageyama e Castro, 1989; Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra, 1995; Hawthorne, 1995; Kageyama e Gandara, 2004; Humbert *et al.*, 2007; Duah-Gyamfi *et al.*, 2014; Soares *et al.*, 2016).

A maior ou menor heliofilia de uma espécie pode ser, preliminarmente, inferida da análise da distribuição diamétrica da mesma (Jones, 1955; Pires, 1981). Souza, Souza e Meira Neto (2012) afirmam que a distribuição diamétrica de uma espécie e de um grupo de espécies está em função, principalmente, das suas exigências ecofisiológicas, e que estas influenciam os regimes de manejo e os tratamentos silviculturais. De acordo com Jardim (2015):

Se uma espécie apresenta distribuição diamétrica na forma exponencial negativa isso indica que, em relação à luz, essa espécie não tem restrições no processo de regeneração natural, ou seja, o recrutamento de plântulas é regular e constante, compensado pela mortalidade. Espécies com essa característica ecológica são classificadas como tolerantes à sombra, isto é, regeneram e crescem no ambiente de luz difusa do interior da floresta. Se uma espécie apresenta descontinuidades na sua distribuição diamétrica ou mesmo ausência de indivíduos nas classes de DAP inferiores, isso reflete problemas na regeneração natural, muitas vezes devido à dependência de luz para germinação das sementes. Essas espécies são chamadas intolerantes à sombra ou à luz difusa. Espécies cuja distribuição diamétrica têm forma intermediária entre esses dois extremos são chamadas oportunistas ou intermediárias, podendo ser de grandes ou pequenas clareiras, conforme demandem mais ou menos luz para se estabelecerem.

Analisar a distribuição diamétrica das espécies arbóreas fornece informações importantes sobre o comportamento da floresta que são essenciais para as práticas de silvicultura e manejo florestal. Nesse contexto, a pesquisa tem como pergunta: É possível detectar grupos ecológicos a partir da análise da distribuição diamétrica? Para responder à pergunta foi testada a seguinte hipótese: se a distribuição diamétrica classifica as espécies em grupos ecológicos, então a classificação poderá ser comprovada estatisticamente. Com isso, o objetivo da pesquisa foi avaliar a formação de grupos ecológicos com base na distribuição diamétrica.

---

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Área de estudo**

A área de coleta de dados localiza-se no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, Km 30 da Rodovia PA 150, no município de Moju, Pará, situado entre as latitudes 2°07'30"S e 2°12'06"S e longitudes 48°46'57"W e 48°48'30"W do meridiano de Greenwich. A área possui 1.059 ha, na qual foram explorados seletivamente 200 ha.

O clima da região é do tipo Am (clima quente e úmido), segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias mensais oscilando entre 21°C e 33°C e a média anual é em torno de 26°C. A precipitação pluviométrica anual varia de 2.000 a 3.000 mm, distribuída irregularmente. A umidade relativa do ar está em torno de 85% (Silva *et al.*, 2001). O relevo é plano, com pequenas ondulações. Predomina na área o Latossolo Amarelo distrófico com diferentes texturas ocorrendo também solos Podzólicos Vermelhos-Amarelos, Glei Pouco Úmico e Plintossolo. A tipologia da área experimental é Floresta Ombrófila Densa de terra firme (Silva *et al.*, 2001).

## 2.2. Coleta de dados

Dentro da Estação Experimental da Embrapa, foi selecionada uma área de 200 ha, a qual sofreu exploração florestal seletiva em 1997, através de uma parceria entre a Embrapa e a empresa madeireira Perachi. Nessa área foram selecionadas nove clareiras provenientes da exploração, em torno das quais foi realizada a marcação das parcelas amostrais do projeto "Avaliação da dinâmica florestal após exploração madeireira seletiva".

Em cada uma das nove clareiras selecionadas foram instaladas faixas de 10m x 50m, começando na bordadura da clareira para dentro da floresta, nas direções norte, sul, leste e oeste, portanto, quatro faixas por clareira. Dentro dessas parcelas foram inventariadas árvores com DAP  $\geq$  5 cm, consideradas da população adulta.

No início do estudo os espécimes desconhecidos foram identificados por nomes vulgares e tiveram material vegetativo coletado para a determinação a partir da comparação nos Herbários IAN da Embrapa Amazônia Oriental e do Museu Emílio Goeldi. O sistema de classificação botânica utilizado foi o de "Angiosperm Phylogeny Group" (APG III, 2009) e a nomenclatura botânica conferida com o banco de dados eletrônico disponibilizado pelo Missouri Botanical Garden (Mobot, 2016).

As medições foram iniciadas em 1998 e finalizaram em 2007. Para a análise será utilizada a última medição.

## 2.3. Análise dos dados

### 2.3.1. Grupos ecológicos

Para a pesquisa utilizou-se como critério de classificação das espécies em grupos ecológicos o mesmo utilizado por Jardim *et al* (1996), Araújo (2011) e descrito por Jardim (2015), em que se considera o agrupamento ecológico com base na análise da distribuição diamétrica (Tabela 1).

**Tabela 1.** Forma e amplitude da distribuição diamétrica, de acordo com Jardim (2015).

Tolerantes	Intermediárias	Intolerantes
Distribuição diamétrica contínua e decrescente com grande número de indivíduos nas classes de tamanho inferiores	Distribuição diamétrica contínua ou não, mais achatada que as tolerantes	Distribuição diamétrica descontínua, carência de indivíduos jovens e muitos indivíduos nas classes superiores

Dessa forma, foram estabelecidos três grupos ecológicos: Espécies tolerantes à sombra (T): distribuição diamétrica contínua e decrescente (J-invertido); espécies intolerantes à sombra (I): distribuição diamétrica descontínua, com ausência de indivíduos nas classes diamétricas de tamanhos menores; espécies intermediárias (In): qualquer espécie que não seja considerada nos grupos anteriores.

A distribuição diamétrica das espécies arbóreas foi analisada a partir do DAP  $\geq 5$  cm para cada espécie com classe diamétrica com amplitude de 10 cm de diâmetro, conforme Instrução Normativa Brasileira nº 05 de 2006 do Ministério do Meio Ambiente (Tabela 2).

**Tabela 2.** Classes de diâmetro para distribuição diamétrica de espécies arbóreas com DAP  $\geq 5$ cm, em floresta manejada na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental em Moju-Pará.

<b>Intervalo de diâmetro (cm)</b>	<b>Classe</b>
$05 \leq \text{DAP} < 15$	1
$15 \leq \text{DAP} < 25$	2
$25 \leq \text{DAP} < 35$	3
$35 \leq \text{DAP} < 45$	4
$45 \leq \text{DAP} < 55$	5
$55 \leq \text{DAP} < 65$	6
$\text{DAP} \leq 65$	7

### 2.3.2. Análise discriminante

Após a classificação dos grupos ecológicos baseados na distribuição diamétrica foi aplicada a análise discriminante para verificar a pertinência dos grupos formados e determinar funções que permitissem classificar as espécies dentro dos grupos ecológicos para os quais apresentam maior probabilidade de pertencerem, bem como verificar a precisão da classificação. Neste caso foi utilizado um procedimento Stepwise conhecido como método do lambda de Wilks para selecionar as variáveis independentes, que são as classes diamétricas, conforme a seguinte equação:

$$\text{Lambda de Wilks} = (SQ_{dg} / SQ_T);$$

Em que:  $SQ_{dg}$  é a soma dos erros (dentro dos grupos) e  $SQ_T$ : soma dos quadrados total.

Após selecionar a primeira variável para a análise, esta foi pareada com as demais, uma vez de cada, para selecionar a segunda melhor variável discriminante. Após a definição das variáveis discriminantes procedeu-se a determinação das funções discriminantes importantes na análise das contribuições dessas variáveis. Para a determinação dos coeficientes de classificação da função discriminante linear de Fisher utilizou-se a equação:

$$Z_n = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n;$$

Em que:  $Z_n$ : variável dependente;  $A$ : intercepto;  $X_n$ : variáveis explicativas;  $B_n$ : coeficientes discriminantes para cada variável explicativa.

Com a determinação das funções discriminantes de Fisher foi possível separar ou discriminar os grupos ecológicos (tolerante, intolerante e intermediária), tornando-se viável a classificação de novos indivíduos, em um dos grupos determinados.

Foi utilizado o pacote estatístico SPSS 20, em que se aplicou a técnica estatística multivariada Análise Discriminante.

### 3. Resultados e discussão

Fez-se a análise de 90 espécies arbóreas, totalizando 59 gêneros e 28 famílias. Após a análise da distribuição de indivíduos por classe de diâmetro foi possível classificar as espécies tolerantes, intolerantes e intermediárias (figuras 2, 3, 4, 5 e 6 do anexo). Verificou-se que os grupos das tolerantes e intermediárias foram os mais expressivos em número de espécies, com o mesmo número de indivíduos (45,55%), seguido do grupo das intolerantes (8,9%) (tabela 1 do anexo).

Ressalta-se que os dados analisados foram coletados 12 anos após exploração florestal seletiva e as clareiras maiores, conseqüentemente, já estão fechadas, existindo apenas as clareiras naturais. Com isso, era esperado que as espécies tolerantes e intermediárias fossem mais abundantes na floresta.

Esse resultado é consequência das espécies tolerantes não dependerem das clareiras para germinar suas sementes, que explica a sua forma contínua e decrescente da distribuição de tamanhos de suas populações. Espécies intolerantes, que também podem produzir sementes com regularidade, apresentam distribuição descontínua por depender da formação de clareiras para germinar suas sementes. Espécies intermediárias, que não apresentam padrões típicos de distribuição de tamanho e alternam entre as características de um ou de outro grupo ecológico, podendo ser de pequenas e grandes clareiras. As distribuições de tamanhos intermediários entre os dois extremos poderiam mostrar-se de forma contínua, mas não decrescente.

Whitmore (1989) sugeriu que em florestas tropicais onde predominam clareiras pequenas, espécies tolerantes à sombra seriam mais abundantes do que as intolerantes, compondo todas as fases sucessionais do mosaico florestal. Resultado semelhante foi encontrado por Tabarelli e Mantovani (1997), ao estudarem duas florestas no sudeste do Brasil, em que verificaram que as clareiras naturais apresentaram padrão comum de colonização, caracterizado pela dominância de indivíduos e espécies tolerantes à sombra, principalmente aquelas de sub-bosque. Oliveira *et al* (2005), ao estudarem as mudanças ocorridas na composição florística e na diversidade de espécies em uma área na Floresta Nacional do Tapajós, após 22 anos de intervenção, constataram que as espécies tolerantes são mais abundantes que as intolerantes, apesar das espécies pioneiras terem se beneficiado da abertura do dossel gerando um aumento no número de indivíduos.

Após a obtenção dos grupos, procedeu-se a Análise Discriminante. Determinaram-se os valores de *Lambda* de Wilks ( $\lambda$ ), *F* e a significância obtida para cada variável, permitindo interpretar a real capacidade de discriminação das classes diamétricas na formação dos grupos (Tabela 3). O nível de probabilidade de *F* utilizado foi de 95%.

**Tabela 3.** Resultado do teste de igualdade de Médias dos grupos

Classes	$\lambda$	<i>F</i>	<i>p</i>
1	0,703	17,992	0,000
2	0,969	1,385	0,256
3	0,926	3,473	0,035

<b>4</b>	0,916	4,008	0,022
<b>5</b>	0,610	27,784	0,000
<b>6</b>	0,682	20,300	0,000
<b>7</b>	0,597	29,343	0,000

A determinação das variáveis com alto poder de discriminação na formação dos grupos é feita comparando-se os menores valores de Lambda de Wilks ( $\lambda$ ) e a significância estatística dos maiores valores de F (Santos, 2014). Observa-se que a classe diamétrica 7 apresentou o maior valor de F (29,343), e conseqüentemente, menor valor de lambda de Wilks (0,597), sendo essa a primeira variável a entrar na análise pelo procedimento *stepwise*. Mesmo sabendo que a classe diamétrica 2 não apresentou boas propriedades discriminantes, optou-se por mantê-la na análise, por considerá-la importante no processo de classificação. Após a definição das variáveis discriminantes, procedeu-se a determinação das funções discriminantes Lineares de Fisher. Como há somente três grupos (Intermediária; Tolerante e Intolerante), duas funções discriminantes foram definidas para representar 100% da variância total. Na tabela 4 são apresentados os autovalores, porcentagem da variância e correlação canônica dessas funções, os quais testam a capacidade relativa na separação dos grupos.

**Tabela 4.** Autovalor (componentes principais), Percentual de Variância e Correlação Canônica da Função Discriminante.

Função	Autovalor	% de Variância	Correlação Canônica
1	2,244	80,30	0,83
2	0,550	19,70	0,60

A primeira função discriminante contribui com 80,3% do total de variância entre os grupos e a segunda com 19,7%. A correlação canônica foi de 0,83 para a primeira função e 0,60 para segunda função. Quanto mais próximos de 1 forem estes valores, mais forte é a correlação entre os escores discriminantes e os grupos formados. Desta forma, as duas funções discriminantes geradas se mostraram necessárias para explicar 100% da variância total.

De acordo com os resultados da classificação da função discriminante linear de Fisher, foram encontrados os coeficientes para cada uma das três funções discriminantes (tabela 5). Os valores foram relacionados às classes diamétricas das árvores, para a definição do grupo a que pertence, conforme a função discriminante. Com os resultados obtidos, pôde-se então, afirmar, a qual grupo (Intermediária; Tolerante e Intolerante) pertence cada espécie. De acordo com Hair *et al.* (2005), neste método de classificação, os valores de uma observação para as variáveis independentes são inseridos nas funções de classificação e um escore de classificação para cada grupo é calculado para aquela observação. A observação é então classificada no grupo com maior escore de classificação. Dessa forma, cada espécie foi classificada no grupo em que o escore discriminante foi maior.

**Tabela 5.** Coeficientes de Classificação da Função Discriminante Linear de Fisher.

Classes diamétricas	Grupos Ecológicos		
	Intermediária	Tolerante	Intolerante

Constante	-0,679	-9,794	-4,950
5-15	0,012	-0,006	-0,021
15-25	0,075	0,081	0,147
25-35	-0,131	-0,207	-0,010
35-45	0,261	-1,044	-0,196
45-55	0,057	1,294	3,986
55-65	-0,634	11,521	5,387
> 65	-0,256	10,140	4,546

De acordo com a análise discriminante, 92,22% das espécies foram corretamente classificadas, sendo que o grupo das tolerantes atingiu a porcentagem de acerto de 90,2%; o grupo das intermediárias 92,7% e o grupo das intolerantes 100% (tabela 6). Logo, esta seria a classificação recomendável na formação dos três grupos ecológicos, levando-se em conta a variável analisada (classes diamétricas). Ressalta-se que o comportamento das espécies arbóreas varia de acordo com a localidade, portanto, outros estudos são necessários com essas espécies em diferentes locais para aprimorar a classificação.

**Tabela 6.** Quantidade e Percentual de Observações Classificadas.

Grupo	Reclassificação dos Grupos			Total	Classificada corretamente
	Intermediária	Tolerante	Intolerante		
Intermediária	38 (92,7%)	3 (7,3%)	0(0,0%)	41	92,22%
Tolerante	4(9,8%)	37(90,2%)	0(0,0%)	41	
Intolerante	0(0,0%)	0(0,0%)	8(100%)	8	

Resultado semelhante foi encontrado por Lima, Aparicio e Silva (2014) que obtiveram 96,76% de acerto ao classificar as espécies de várzea em grupos ecológicos utilizando técnicas de análise multivariada, e por Santos *et al* (2004), que obtiveram 92,86% ao classificar 37 espécies arbóreas em uma Floresta Estacional Semidecidual Secundária de Transição.

Com a aplicação da análise discriminante, observou-se que sete espécies não correspondem à classificação proposta por Jardim (2015), sendo necessário reclassificar 7,3% das espécies intermediárias para o grupo das tolerantes (*Pouteria gongrijpii*, *Manilkara paraenses*, *Lecythis pisonis* e *Sacoglottis amazônica*) e 9,8% das espécies tolerantes para o grupo das intermediárias (*Protium paraense*, *Parkia gigantocarpa* e *Clarisia racemosa*).

Estudos classificaram as espécies *Pouteria gongrijpii*, *Manilkara paraenses*, *Lecythis pisonis* e *Sacoglottis amazônica* como tolerantes (Carvalho *et al*, 2006; Pinheiro *et al*, 2007; Reis *et al* 2013; Carrero *et al*, 2014) e *Protium paraense*, *Parkia gigantocarpa* e *Clarisia racemosa* como intermediárias (Santos, Camargo, e Ferraz, 2008; Silva, 2004; Santos, 2008; Gualberto *et al*,

2014; Reis *et al*, 2014). Esse resultado em comparação aos estudos dos autores supracitados ratifica a reclassificação da Análise Discriminante, evidenciando a sua aplicação juntamente com a análise da distribuição diamétrica para obter melhores resultados.

---

## 4. Conclusão

Para obter um resultado definitivo e com menos subjetividade é imprescindível a análise da distribuição em diâmetro associada a fatores intra e interespecíficos. Entretanto, para facilitar os estudos, comprovou-se que a distribuição diamétrica é uma variável que proporciona à espécie externalizar como esta se comporta diante de vários fatores que influenciam a sua dinâmica e a sua relação com o ambiente, podendo ser utilizada para classificar as espécies em grupos ecológicos.

A aplicação de técnicas estatísticas multivariadas, como a Análise Discriminante, mostrou-se prática e indispensável para auxiliar na correta classificação das espécies, subsidiando as decisões referentes à exploração e posterior recuperação florestal.

---

## Referências bibliográficas

- APG III. 2009. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105- 121.
- Araújo, C. B. 2011. *Composição florística e estrutura de uma floresta densa de terra firme explorada seletivamente no município de Moju*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém-Pará.
- Baker, F. S. 1949. A revised tolerance table. *Journal of Forestry*, 47, 179-181.
- Budowski, G. (1965). Distribución de las especies del bosque lluvioso tropical americano a la luz de los procesos sucesionales. *Turrialba*, 15 (1), 40-42.
- Carrero, G. C.; Pereira, R. S.; Jacaúna, M. A.; Lima Júnior, M. J. V. 2014. *Árvores do Sul do Amazonas: guia de espécies de interesse econômico e ecológico*. Manaus-AM.
- Carvalho, L. R. de; Silva, E. A. A. da; Davide, A. C. 2006. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. *Revista Brasileira de sementes*, 28 (2), 15-25.
- Coelho, R. de F. R.; Miranda, I. S.; Mitja, D. 2012. Caracterização do processo sucessional no Projeto de Assentamento Benfica, sudeste do estado do Pará, Amazônia oriental. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, 7 (3), 251-282.
- Cornelissen, J. H. C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Díaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D. E.; Reich, P. B.; Steege, H. ter; Morgan, H. D.; Heijden, M. G. A. van der; Pausas, J. G.; Poorter, H. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51.
- Decreto N° 5.975 de 30 de novembro de 2006 (2006). *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília – Distrito Federal - Brasil.
- Denslow, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica*, 12, 47-55.
- Duah-Gyamfi, A.; Swaine, E. K.; Adam, K. A.; Pinard, M. A.; Swaine, M. D. 2014. Can harvesting for timber in tropical forest enhance timber tree regeneration? *Forest ecology and Management*, 314, 26-37.
- Ferraz, I. D. K.; Leal Filho, N.; Imakawa, A. M.; Varela, V. P.; Piña-Rodrigues, F. C. M. 2004. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 34 (4), 621-633.
- Gandolfi, S.; Leitão Filho, H. F.; Bezerra, C. L. E. 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, 55 (4), 753-767.
- Gualberto, M. L. C.; Ribeiro, R. B. da S.; Gama, J. R. V.; Vieira, D. dos S. 2014. Fitossociologia

- e potencial de espécies arbóreas em ecossistemas sucessional na floresta nacional do Tapajós, Pará. *Agroecossistemas*, 6 (1), 42-57.
- Hair, J. F.; Tatham, R.; Anderson, R.; Black, W. 2005. *Análise Multivariada de Dados*. 5 edição. Printice-Hall.
- Hartshorn, G.S. 1980. Neotropical forests dynamics. *Biotropica*, 12, 23-30.
- Hawthorne, W.D. 1995. *Ecological Profiles of Ghanaian Forest Trees Tropical Forestry Papers 29*. Doi: Oxford Forestry Institute, Oxford.
- Humbert, L.; Gagnon, D.; Kneeshaw, D.; Messier, C. 2007. A shade tolerance index for common understory species of northeastern North America. *Ecological Indicators*, 7, 195-207.
- Instrução Normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006 do Ministério do Meio Ambiente. 2006. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília – Distrito Federal - Brasil.
- Jardim, F. C. S.; Souza, A. L.; Barros, N. F.; Silva, E.; Machado, C. C. e Silva, A. F. 1996. Agrupamento das espécies arbóreas de uma floresta equatorial na região de Manaus-AM. *Boletim da Fcap*, 26, 7 - 29.
- Jardim, F. C. da S. 2015. Natural regeneration in tropical forests. *Revista de Ciências Agrárias*, 58 (1), 105-113.
- Jones, E. W. 1955. Ecological studies on the rain forest of southern Nigeria. IV. The plateau forest of the Okomu forest reserve. I part. *Journal of Ecology*, 43, 564-594.
- Kageyama, P. Y.; Castro, C. E. A. 1989. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. *IPEF*, 41/42, 83-93.
- Kageyama, P. Y.; Gandara, F. B. 2004. *Recuperação de áreas ciliares*. In: RODRIGUES, R. R.; LOURENÇO FILHO, H. F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: USP/FAPESP, 249-270.
- Lei Federal Brasileira Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (2012). *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília – Distrito Federal - Brasil.
- Lima, R. C.; Aparicio, P. da S.; Silva, W. C. da. 2014. Classificação ecológica de uma floresta de várzea submetida à ação antrópica. *Revista de Ciências da Amazônia*, 2 (2), 9-19.
- MOBOT, Missouri Botanical Garden. 2010. Trópicos Search. Disponível em: <http://www.tropicos.org/Home.aspx>
- Oliveira, L. C. de; Couto, H. T. Z. do; Silva, J. N. M.; Carvalho, J. O. P. de. 2005. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. *Scientia Forestalis*, 69, 62-76.
- Pinheiro, K. A. O.; Carvalho, J. O. P. de; Quanz, B.; Francez, L. M. de B.; Schwartz, G. 2007. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: Indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas. *Floresta*, 37 (2), 175-187.
- Pires, J. M. 1981. O conceito de floresta tropical. *CVRD Revista*, 2 (5), 17-20.
- Reis, L. P.; Silva, J. N. M.; Reis, P. C. M. dos; Carvalho, J. O. P. de; Queiroz, W. T. De; Ruschel, A. R. 2013. Efeito da Exploração de impacto reduzido em algumas espécies de sapotaceae no leste da Amazônia. *Floresta*, 43 (3), 395-406.
- Reis, L. P.; Carvalho, J. O. P. de; Reis, P. C. M. dos; Gomes, J. M.; Ruschel, A. R.; Silva, M. G. da. 2014. Crescimento de mudas de *Parkia gigantocarpa* Ducke, em um sistema de enriquecimento em clareiras após a colheita de madeira. *Ciência Florestal*, 24 (2), 431-436.
- Santos, J. H. da S. 2004. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. *Revista Árvore*, 28 (3).
- Santos, L. M. dos. 2008. *Germinação de sementes e produção de mudas de guariúba (Clarisia racemosa Ruiz et Pavon) – Moraceae*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação

em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade do Amazonas. Manaus-AM.

Santos, B. A.; Camargo, J. L. C.; Ferraz, I. D. K. 2008. *Guariúba Clarisia Racemosa Ruiz & Pav. Moraceae*. Manual de sementes da Amazônia, fascículo 7.

Santos, A. A. P. dos. 2014. *Avaliação florística e estrutural de uma floresta ombrófila mista montana urbana*. (Dissertação de mestrado). Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PA.

Silva, S. M. A. S.; Silva, J. N. M.; Baima, A. M. V.; Lobato, N. M.; Thompson, I. S.; Costa Filho, P. P. 2001. Impacto da exploração madeireira em floresta de terra firme no município de Moju, estado do Pará. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. (Eds.). *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID*. Belém-PA.

Silva, E. J. V. da. 2004. *Dinâmica de florestas manejadas e sob exploração convencional na Amazônia Oriental*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Universidade de São Paulo. São Carlos-SP.

Soares, A. A. V.; Botelho, S. A.; Davide, A. C.; Faria, J. M. R. 2016. Influence of ecological group composition, plantation spacing and arrangement in the restoration of riparian forest on reservoir shores. *Ciência Florestal*, 26 (4), 1107-1118.

Souza, P. B. de; Souza, A. L. de; Meira Neto, J. A. A. 2012. Estrutura diamétrica dos estratos e grupos ecológicos de uma área de floresta estacional semidecidual, em Dionísio, MG. *Revista Árvore*, 36 (1), 151-160.

Swaine, M. D.; Whitmore, T. C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, 75, 81-86.

Tabarelli, M.; Mantovani, W. 1997. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. 20 (1), 57-66.

Vale, V. S.; Dorneles, M. C.; Schiavini, I.; Mendonça, E. T.; Almeida, C. G.; Silva, P. A.; Crespilho, R. F. 2011. Grupos funcionais e sua importância ecológica na vegetação arbórea em um remanescente florestal urbano, Uberlândia, MG. *Natureza on line*, 9 (2), 67-75.

Whitmore, T. C. 1984. *Tropical rainforest of the far east*. 2 edição. Oxford, Oxford University Press.

Whitmore, T.C. 1989. Canopy gaps and two major groups of forest trees. *Ecology*, 70, 536-538.

## Anexos

**Tabela 1** - Lista das espécies arbóreas com DAP  $\geq$  5 cm por grupos ecológicos em uma floresta tropical de terra firme localizada em Moju, Pará.

G.E.: grupos ecológicos; G.E.2: grupos ecológicos após análise discriminante;

T: espécies tolerantes; I: espécies intolerantes; IN: espécies intermediárias.

Família	Nome científico	G. E.	G. E. 2
Anacardiaceae	<i>Anacardium giganteum</i> Hanc ex. Engl.	Tolerante	
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Intermediária	
Annonaceae	<i>Annona exsucca</i> DC.	Tolerante	
	<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	Tolerante	
	<i>Aspidosperma album</i> (Vahl) Benoist ex Pichon	Tolerante	

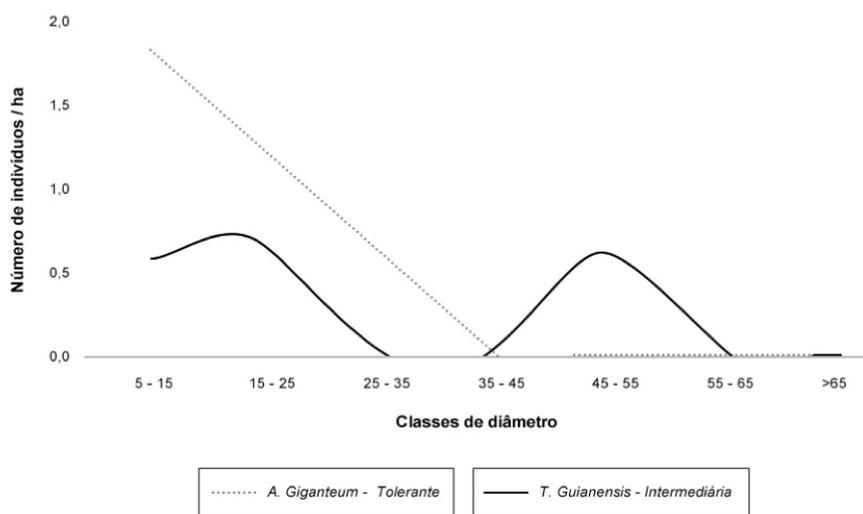
Apocynaceae	<i>Lacmellea floribunda</i> (Poepp.) Benth.	Tolerante	
	<i>Ambelania acida</i> Aubl.	Tolerante	
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC.)	Intolerante	
	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.	Intolerante	
Boraginaceae	<i>Cordia exaltata</i> Lam.	Tolerante	
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	Tolerante	
	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Intermediária	
	<i>Protium altsonii</i> Sandwith	Tolerante	Intermediária
	<i>Protium</i> sp.	Tolerante	
	<i>Protium</i> sp.	Tolerante	
	<i>Protium pilosum</i> (Cuatrec) Daly	Tolerante	
	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart.	Intermediária	
	<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	Intermediária	
Cardiopteridaceae	<i>Dendrobangia boliviana</i> Rusby	Tolerante	
Caryocaraceae	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Intermediária	
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Intermediária	
Chrysobalanaceae	<i>Licania macrophylla</i> Benth.	Intermediária	
	<i>Licania lata</i> J.F. Macbr.	Tolerante	
	<i>Licania bracteata</i> Prance	Intermediária	
	<i>Licania coriacea</i> Benth.	Intermediária	
	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Intermediária	
	<i>Couepia bracteosa</i> Benth.	Intermediária	
Dichapetalaceae	<i>Tapura guianensis</i> Aubl.	Intermediária	
Ebenaceae	<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gürke	Intermediária	
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	Tolerante	

Fabaceae	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	Intermediária	
	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby	Tolerante	
	<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	Tolerante	Intermediária
	<i>Macrolobium microcalyx</i> Ducke	Tolerante	
	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Intolerante	
	<i>Macrolobium</i> sp.	Tolerante	
	<i>Inga</i> sp.	Tolerante	
	<i>Inga velutina</i> Willd	Tolerante	
	<i>Inga</i> sp.	Intermediária	
	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	Intermediária	
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Intolerante	
	<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	Tolerante	
	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth.	Intolerante	
	<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.).	Tolerante	
	<i>Tachigali chrysophylla</i> (Poepp.)	Intermediária	
	<i>Tachigali glauca</i> Tul.	Intermediária	
	<i>Tachigali</i> sp.	Intermediária	
	<i>Abarema mataybifolia</i> (Sandwith) Barneby & J. W. Grimes	Intermediária	
	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W. Grimes	Intermediária	
	Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Intermediária
Humiriaceae	<i>Sacoglottis amazonica</i> Mart.	Intermediária	Tolerante
Lauraceae	<i>Ocotea amazonica</i> (Meisn.) Mez	Intermediária	
	<i>Licaria brasiliensis</i> (Nees) Kosterm.	Intermediária	

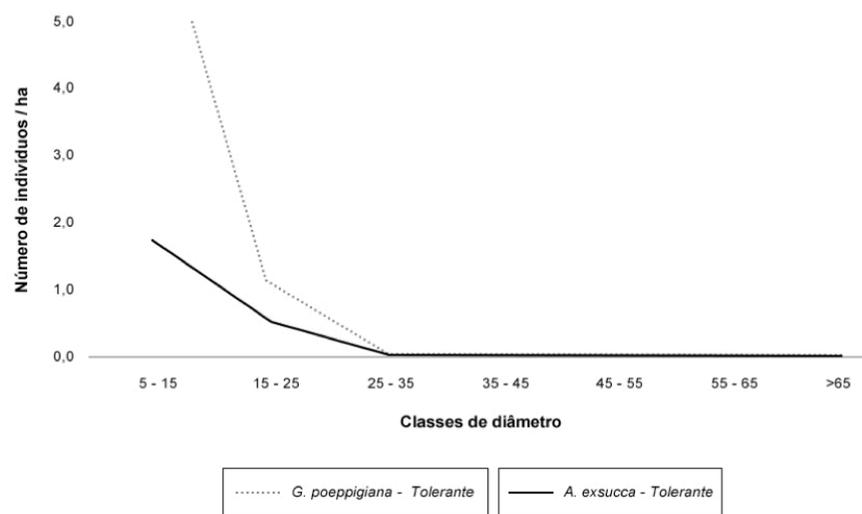
	<i>Aniba parviflora</i> (Meisn.) Mez	Tolerante	
Lecythidaceae	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	Intolerante	
	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Tolerante	
	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Intermediária	
	<i>Eschweilera</i> sp.	Tolerante	
	<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.	Intermediária	
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Intermediária	Tolerante
Malvaceae	<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	Intermediária	
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Tolerante	
	<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	Intermediária	
Moraceae	<i>Brosimum</i> sp.	Tolerante	
	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Tolerante	Intermediária
	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Intermediária	
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Intermediária	
	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	Tolerante	
	<i>Brosimum utile</i> subsp. <i>ovatifolium</i>	Intermediária	
Myristicaceae	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Tolerante	
	<i>Virola michelii</i> Heckel	Tolerante	
	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Tolerante	
Nyctaginaceae	<i>Neea</i> sp.	Tolerante	
Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Tolerante	
	<i>Pouteria decorticans</i> T. D. Penn	Intermediária	
	<i>Chrysophyllum</i> sp	Tolerante	
	<i>Pouteria</i> sp.	Tolerante	
	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Tolerante	

Sapotaceae	<i>Pouteria gongrijpii</i> Eyma	Intermediária	Tolerante
	<i>Pouteria cuspidata</i> (A.DC.) Baeh	Tolerante	
	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.)	Intermediária	
	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Intermediária	
	<i>Manilkara paraensis</i> (Huber) Standl.	Intermediária	Tolerante
Simarubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Intolerante	
Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Tolerante	
	<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	Intermediária	
	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Intermediária	
	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Intermediária	
Violaceae	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Tolerante	
Vochysiaceae	<i>Ruizterania albiflora</i> (Warm.)	Intolerante	

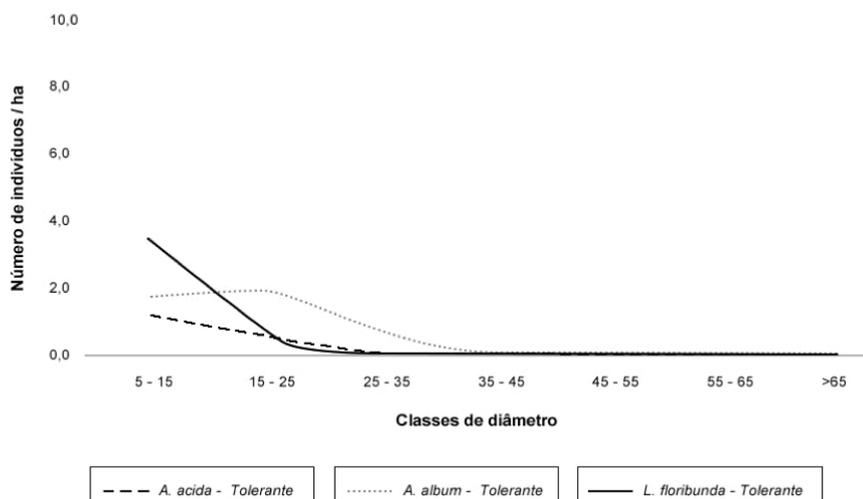
Anacardiaceae



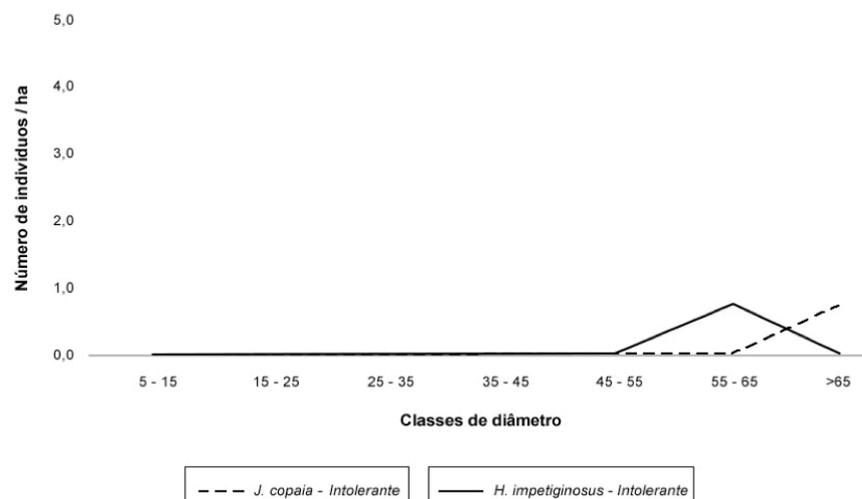
Annonaceae



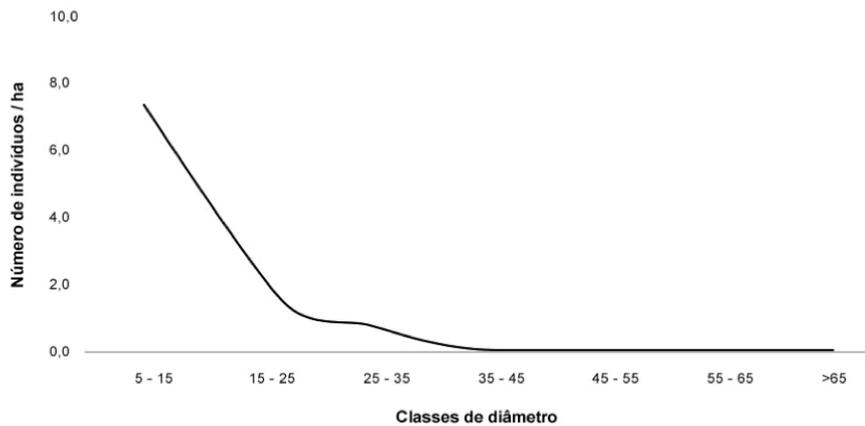
Apocynaceae



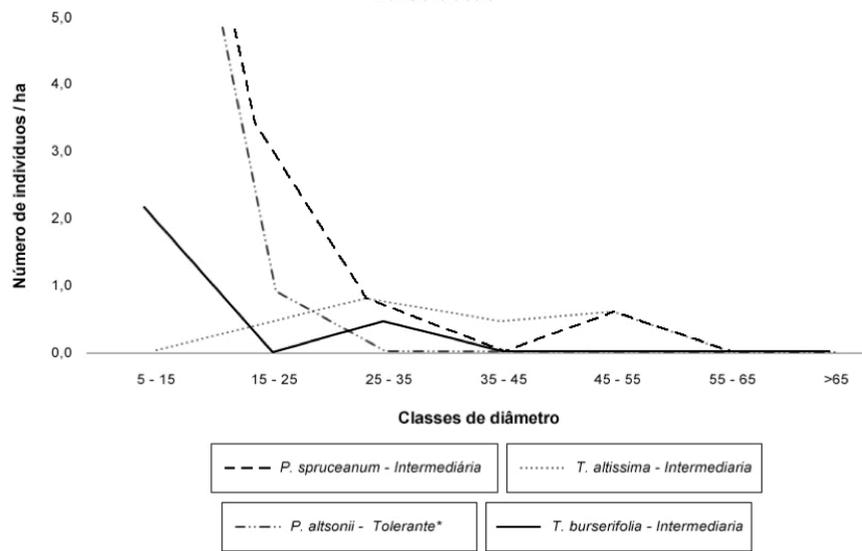
Bignoniaceae



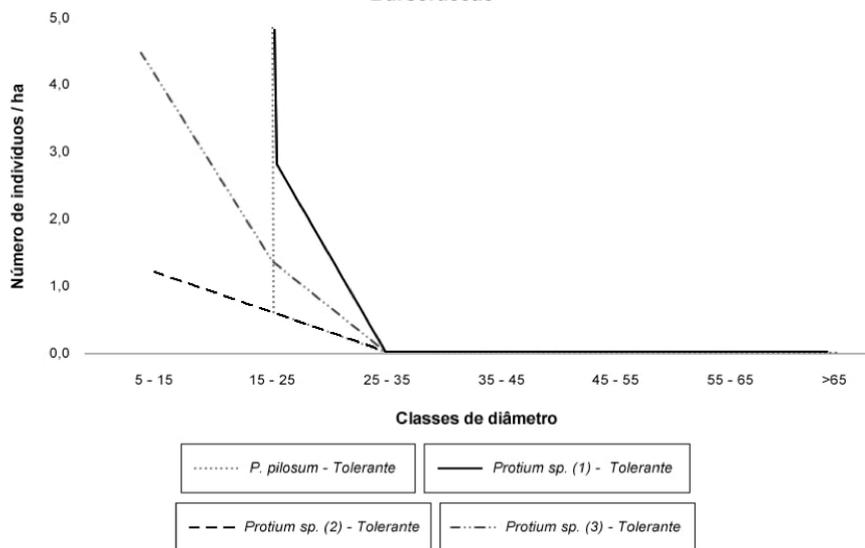
**Boraginaceae**



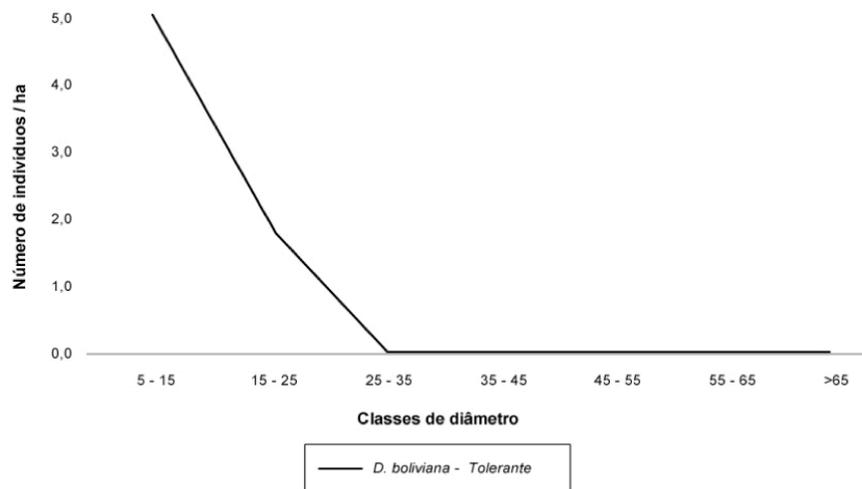
**Burseraceae**



**Burseraceae**

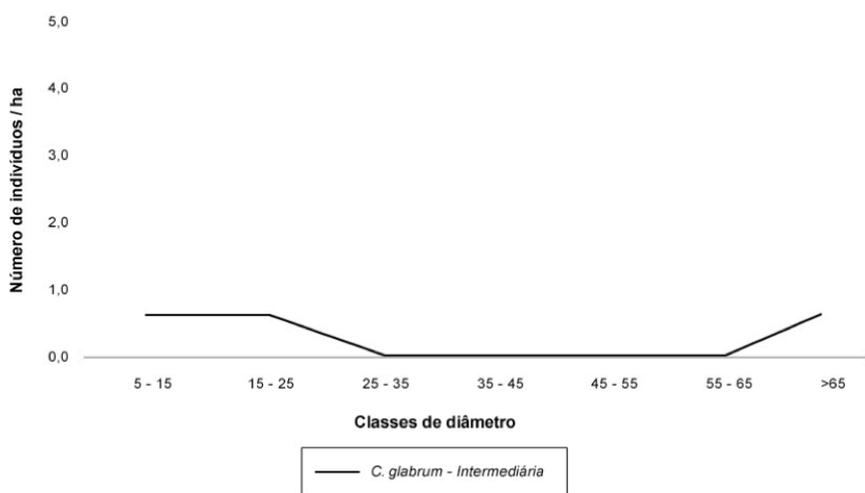


**Cardiopteridaceae**

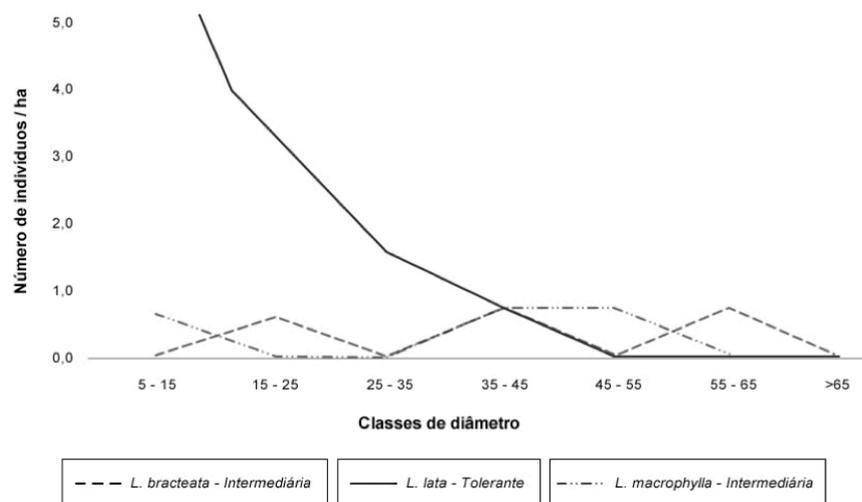


**Figura 1-** Distribuição diamétrica das espécies presentes em uma floresta manejada na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental em Moju-Pará. (famílias anacardiaceae, annonaceae, apocynaceae, bignoniaceae, boraginaceae, burseraceae e cardiopteraceae). \* Espécies que mudaram de grupo ecológico após análise discriminante.

**Caryocaraceae**



**Chrysobalanaceae**

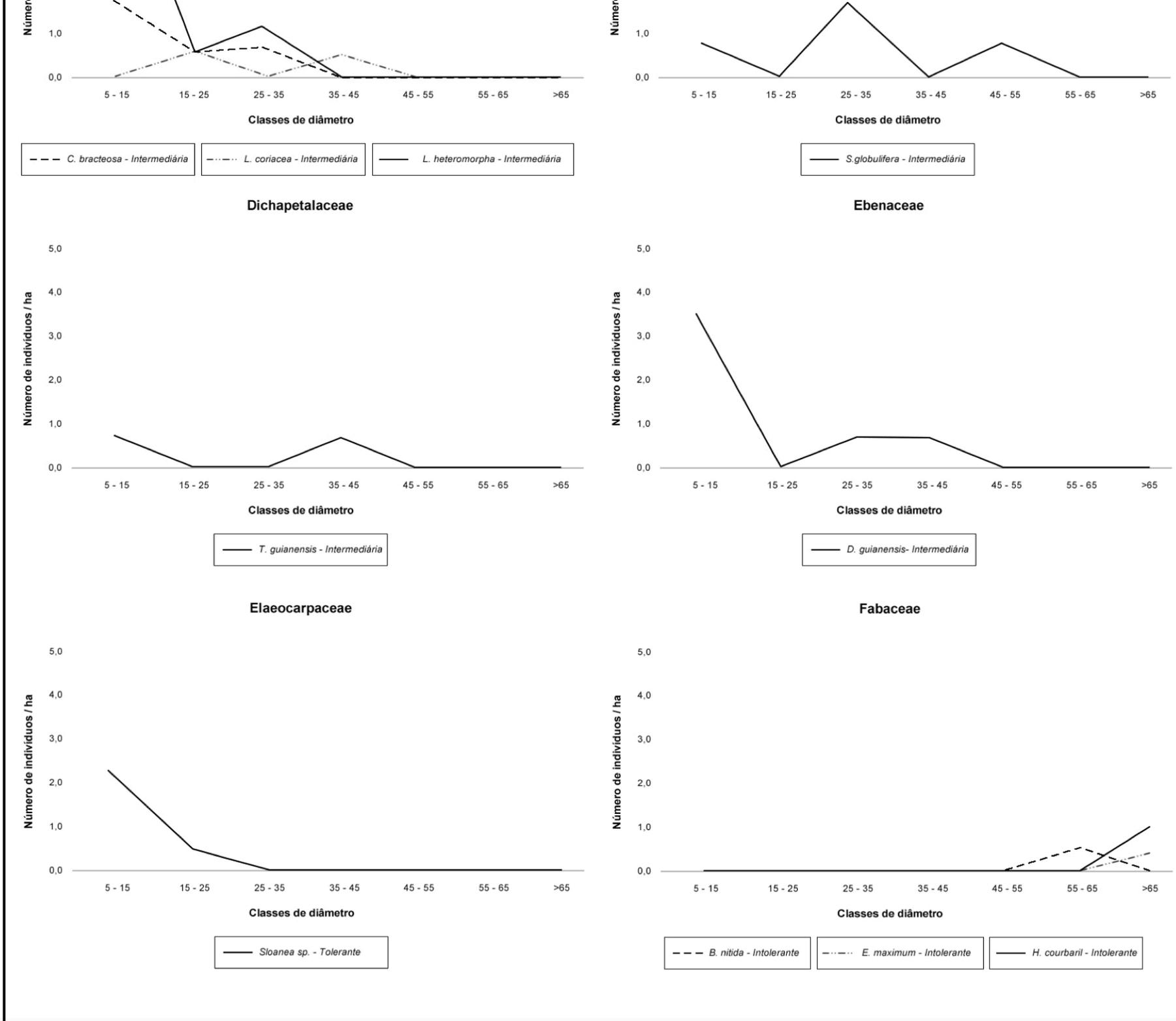


**Chrysobalanaceae**

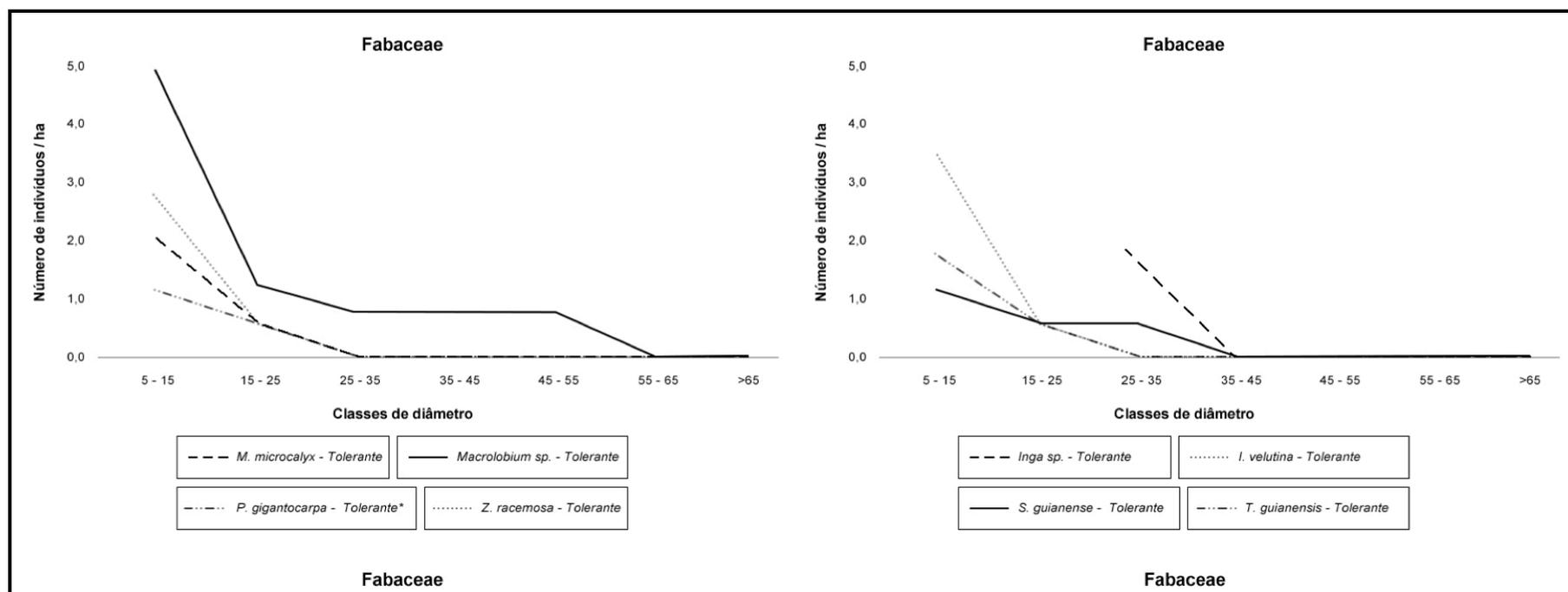


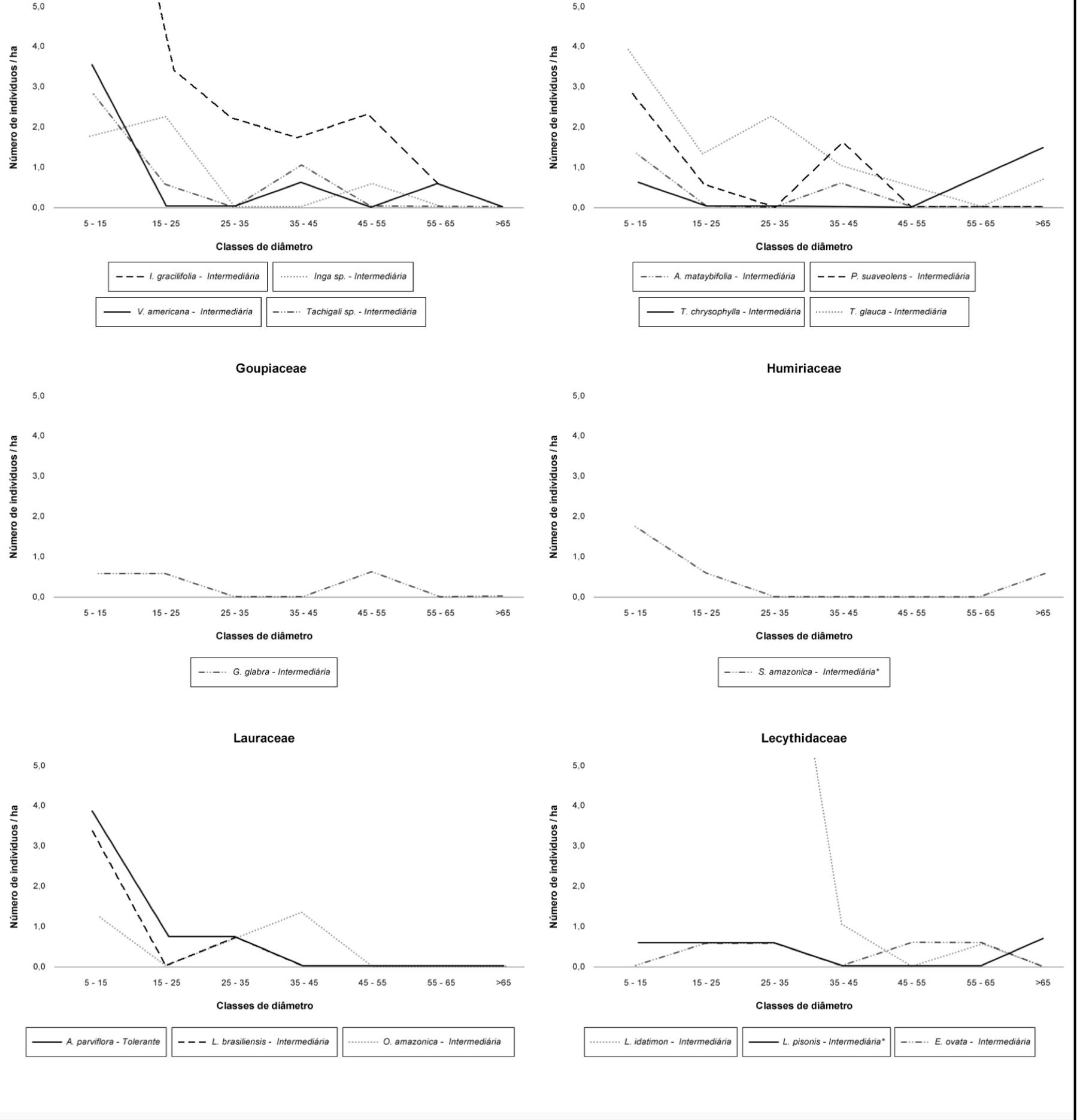
**Clusiaceae**



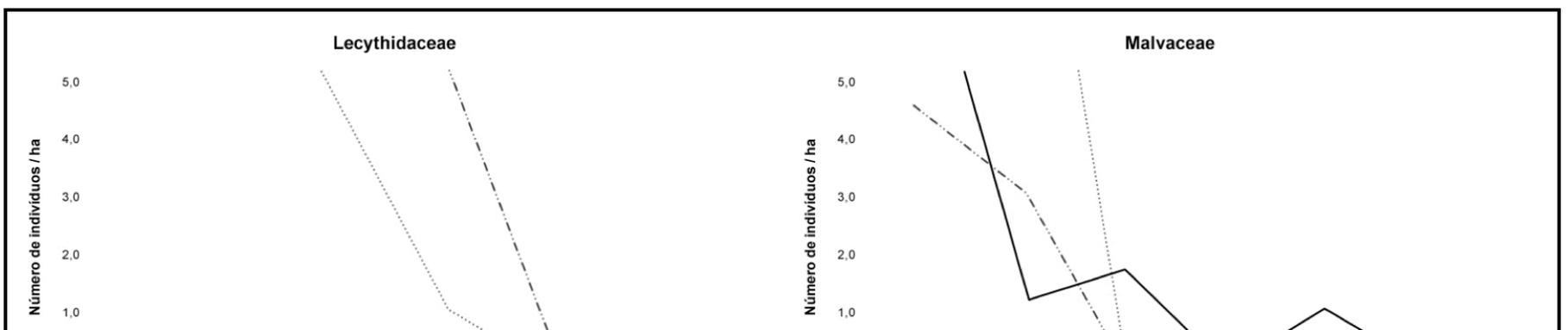


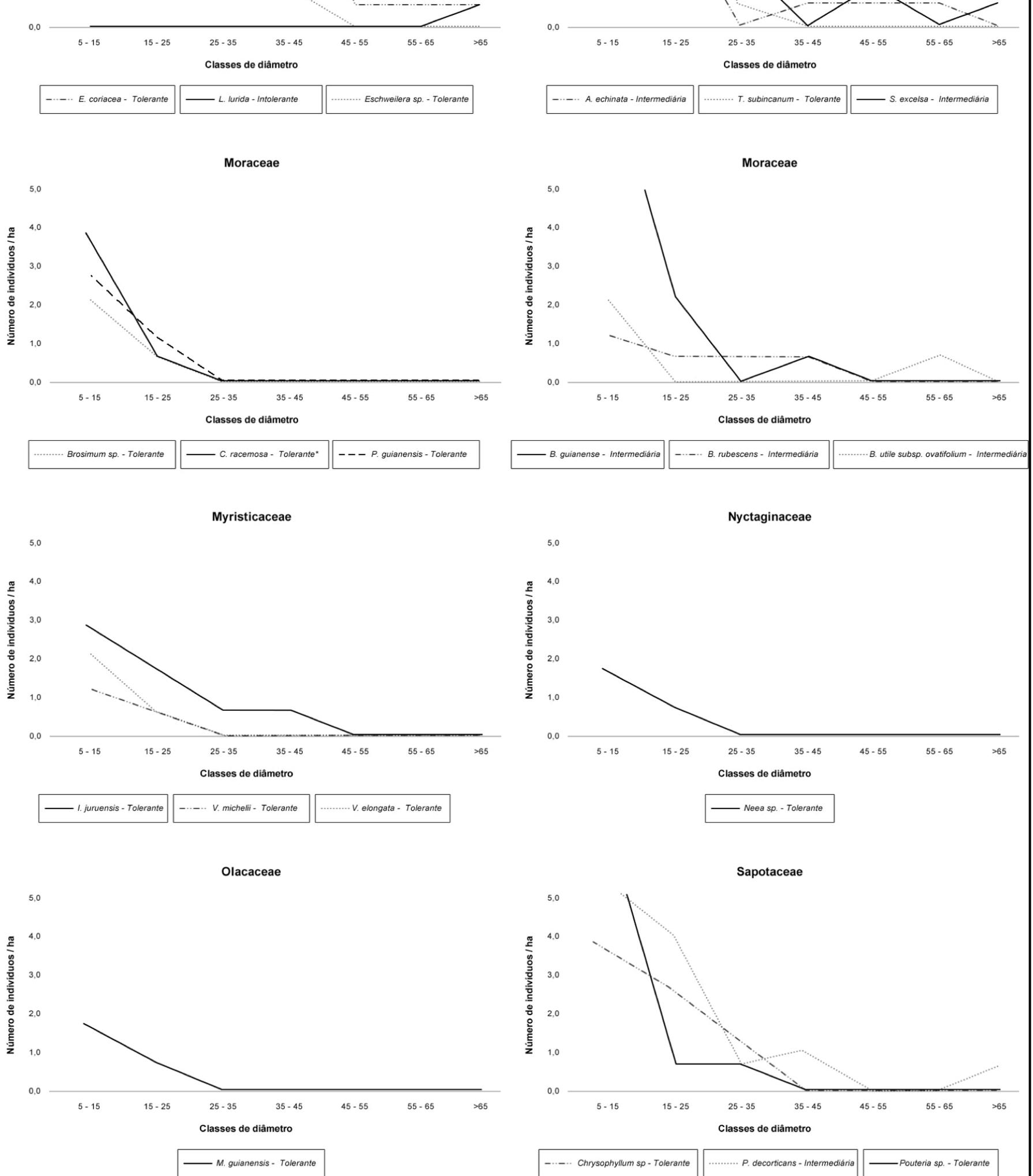
**Figura 2-** Distribuição diamétrica das espécies presentes em uma floresta manejada na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental em Moju-Pará. (famílias caryocaraceae, chrysobalanaceae, clusiaceae, dichapetalaceae, ebenaceae, elaeocarpaceae, fabaceae). \* Espécies que mudaram de grupo ecológico após análise discriminante.



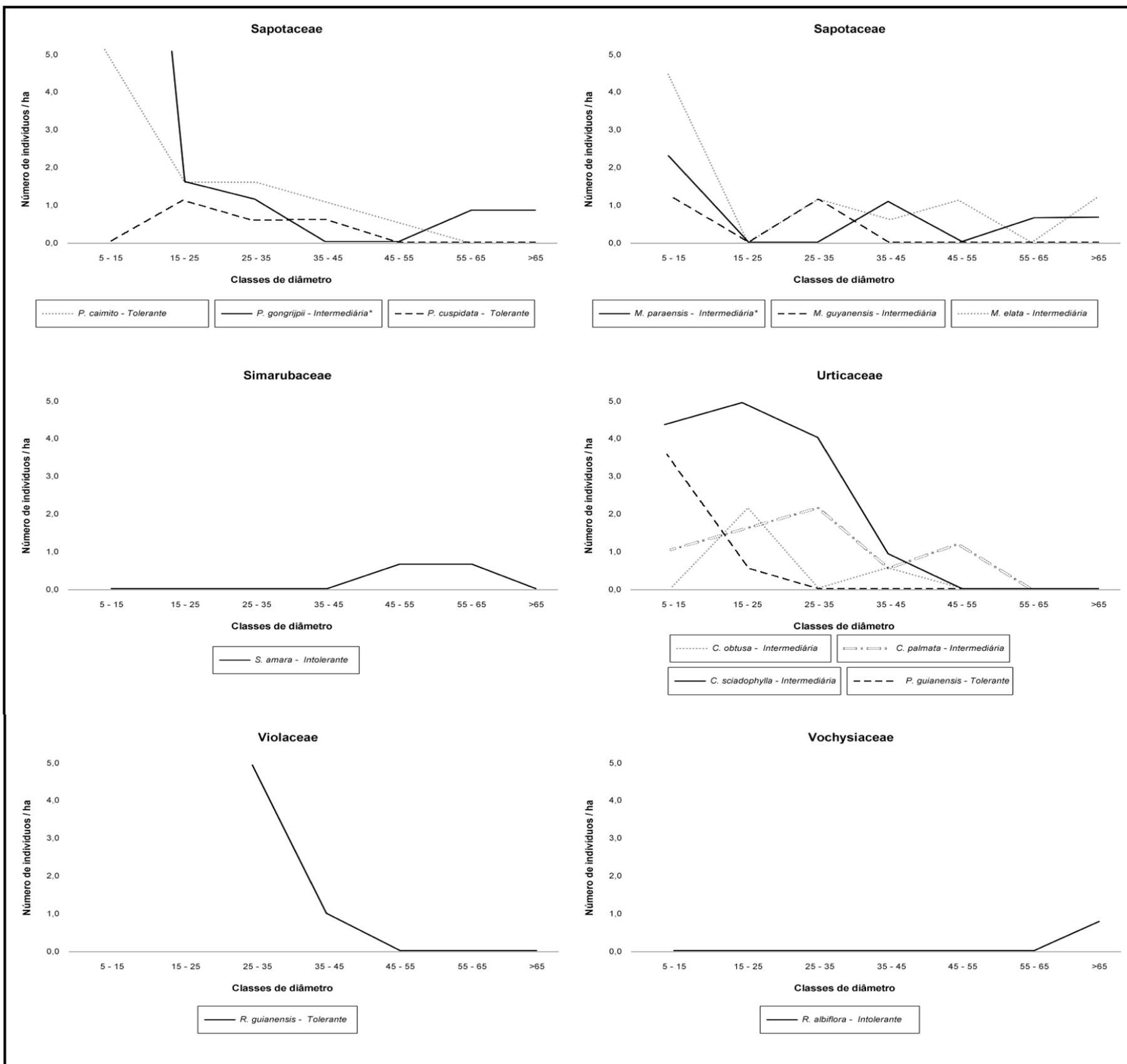


**Figura 3-** Distribuição diamétrica das espécies presentes em uma floresta manejada na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental em Moju-Pará. (famílias fabaceae, goupiaceae, humiriaceae, lauraceae e lecythidaceae). \* Espécies que mudaram de grupo ecológico após análise discriminante.





**Figura 4** - Distribuição diamétrica das espécies presentes em uma floresta manejada na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental em Moju-Pará. (famílias lecythidaceae, malvaceae, moraceae, myristicaceae, nyctaginaceae, olacaceae e sapotaceae). \* Espécies que mudaram de grupo ecológico após análise discriminante.



**Figura 5-** Distribuição diamétrica das espécies presentes em uma floresta manejada na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental em Moju-Pará. (famílias sapotaceae, simarubaceae, urticaceae, violaceae e vochysiaceae). \* Espécies que mudaram de grupo ecológico após análise discriminante.

1. Engenheira Florestal, Doutoranda em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA, Brasil. Email: [larissaclquadros@gmail.com](mailto:larissaclquadros@gmail.com)
2. Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais. Professor da Universidade Federal da Amazônia, Belém-PA, Brasil.
3. Engenheira Florestal, Doutoranda em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA, Brasil.
4. Bacharel em Estatística, Doutor em Engenharia de Produção. Professor da Universidade Federal do Pará, Belém-PA, Brasil.

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados