



## Predição da estrutura diamétrica de *Mora paraensis* (ducke) em uma floresta de várzea na Amazônia estuarina

Rafael Lucas Figueiredo de Souza<sup>1</sup>, Luís Rennan da Silva da Silva<sup>2</sup>, Carlos Roberto de Nazaré Carvalho Júnior<sup>3</sup>, Marcelino Carneiro Guedes<sup>4</sup>, Anderson Pedro Bernardina Batista<sup>5</sup>

### Resumo

Na Amazônia, a floresta de várzea representa 1,6% do bioma e é um ambiente com grande diversidade de espécies, e entre elas a pracuúba (*Mora paraensis* Ducke), sua madeira possui grande valor comercial e sofre com a exploração predatória. A utilização de matrizes de transição tem auxiliado em estudos para compreender a dinâmica de crescimento de populações, através de inventários contínuos e modelos para a predição da distribuição de frequências em classes de diâmetro. Com isso, o objetivo do trabalho foi realizar a prognose da estrutura diamétrica de *Mora paraensis* em uma floresta de várzea. O estudo foi realizado no município de Mazagão no Estado do Amapá. Foram instalados quatro transectos com um espaçamento de um quilometro, dentro de cada transecto foram instaladas sub-parcelas de 10 x 25 m, todos os indivíduos de *Mora paraensis* com DAP  $\geq$  5 cm foram mensurados. Foi utilizado a cadeia de transição de Markov para analisar a dinâmica de crescimento e o teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para verificar a eficácia do modelo. A distribuição diamétrica é do tipo "J" invertido, característico de florestas nativas. Foi observado que a porcentagem de permanência da espécie em cada classe é estável por conta das poucas alterações na distribuição do número de indivíduos ocorridas nos períodos de medição, principalmente nas classes de maiores diâmetros. O teste Qui-quadrado mostrou que não existe diferença significativa entre os valores observados e estimados, indicando que a cadeia de markov é eficaz na predição da estrutura diamétrica de *Mora paraensis*.

**Palavras-chave:** Projeção, Markov, Monitoramento.

### **Prediction of diameter structure of *mora paraensis* (ducke) in a floodplain forest in the amazonian estuary.**

In the Amazon, the lowland forest represents 1.6% of the biome and is an environment with great diversity of species, and among them the pracuúba (*Mora paraensis* Ducke), its wood has great commercial value and suffers from predatory exploitation. The use of transition matrices has assisted in studies to understand the dynamics of population growth, through continuous inventories and models for predicting the distribution of frequencies in diameter classes. Therefore, the aim of this work was to perform the prognosis of the diametric structure of *Mora paraensis* in a

<sup>1</sup> Mestrando Ciências Florestais, UFLA, Lavras, MG. [rafaelflorestal55@gmail.com](mailto:rafaelflorestal55@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduando Engenharia Florestal, UNIFAP, Macapá, AP. [luisrennan.lr@gmail.com](mailto:luisrennan.lr@gmail.com)

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, UNIFAP, Macapá, AP. [croberto1231@gmail.com](mailto:croberto1231@gmail.com)

<sup>4</sup> Pesquisador Embrapa, Prof PPGGIO/UNIFAP, Macapá, AP, [marcelino.guedes@embrapa.br](mailto:marcelino.guedes@embrapa.br)

<sup>5</sup> - Prof Instituto Federal do Amapá, Laranjal do Jari, [AP.anderson\\_pedro22@yahoo.com.br](mailto:AP.anderson_pedro22@yahoo.com.br)



lowland forest. The study was carried out in the municipality of Mazagão in the Amapá State. Four transects with a spacing of one kilometer were installed, within each transect, subplots of 10 x 25 m were installed, all individuals of *Mora paraensis* with DAP  $\geq$  5 cm were measured. The Markov transition chain was used to analyze the growth dynamics and the Chi-square test ( $\chi^2$ ) to verify the model efficacy. The diametric distribution is of type "J" inverted, characteristic of native forests. It was observed that the percentage of permanence of the species in each class is stable due to the few changes in the distribution of the number of individuals occurred in the measurement periods, especially in the classes of larger diameters. The Chi-square test showed that there is no significant difference between the observed and estimated values, indicating that the markov chain is effective in predicting the diametric structure of *Mora paraensis*.

**Keywords:** Projection, Markov, Monitoring.

## 1. Introdução

A floresta de várzea é a segunda vegetação mais abundante na Amazônia, cobrindo 75.880,8 km<sup>2</sup> (aproximadamente 1,6% do bioma) (BRAGA et al., 2015). Em planície estuarina, ocorre a sedimentação constante de partículas provenientes das águas dos rios, formando solos aluviais que favorecem a formação de vegetação, que é sujeita a inundações diárias devido ao fluxo das marés, sofrendo várias adaptações ecológicas, fisiológicas e morfológicas (SANTOS et al., 2004).

Uma espécie dominante e endêmica em florestas de várzea estuarina é a *Mora paraensis* Ducke da família Leguminosae, ou pracuúba, como é comumente conhecida (CUNHA et al., 2017). A pracuúba é uma das espécies mais encontradas em áreas de várzea e é submetida ao corte seletivo, o que altera sua dominância e distribuição espacial pela redução da população e queda na produção de sementes (GAMA et al., 2002). A exploração madeireira nessas florestas começou na década de 1950, época em que os primeiros estudos florestais foram realizados, já chamando a atenção para a importância da análise da regeneração natural para a compreensão da dinâmica florestal (REIS et al., 2018).

A análise da distribuição em diâmetros é uma ferramenta que pode utilizada para compreender a dinâmica florestal, inferindo sobre o passado e o futuro de um povoamento florestal (PANTOJA, 2018), utilizando como principal variável o diâmetro com medições anuais. A prognose da distribuição diamétrica é usualmente utilizada para o planejamento e logística florestal, visando orientar as atividades do manejador a respeito do volume de madeira por classes diamétricas (PULZ et al., 2015). Entre as técnicas empregadas para projetar a estrutura diamétrica de povoamentos florestais, diversos trabalhos têm sido realizados utilizando a matriz de transição probabilística de Markov para a prognose da estrutura diamétrica em florestas (COLPINI et al., 2017; LONGHI et al., 2017; MACHADO et al., 2017; MIRANDA et al., 2018; VILLANOVA et al., 2018).

A matriz de transição é um processo estocástico e assume que uma árvore, em uma determinada classe de diâmetro, tem a probabilidade de mover-se para outra classe, dependendo apenas do seu estado atual (CALLEGARO et al., 2016). Durante um período, a árvore deverá permanecer em uma determinada classe, crescer para outra ou morrer. Mesmo com algumas limitações, na maioria dos estudos realizados no Brasil,

utilizando-se metodologias de prognose da estrutura diamétrica em florestas nativas por meio da matriz de transição e da razão de movimentação, observou-se boa acuracidade entre as predições e os valores reais das florestas, dando maior credibilidade a esses modelos e sugerindo que sejam usados para prever a produção futura com erros admissíveis (DALLA LANA et al., 2015).

A necessidade de informações sobre a estrutura e a dinâmica de uma população é considerada essencial para o entendimento dos processos que regulam uma comunidade, bem como para o manejo e a conservação de uma espécie (PAIVA et al., 2007). Essas informações são valiosas quanto às forças seletivas que atuam sobre os indivíduos de uma população, o que é primordial para a compreensão dos padrões de regeneração e equilíbrio populacional (KAGEYAMA, 1987).

A hipótese teste neste trabalho é de que a floresta de várzea não explorada, na região de Mazagão, pode ser avaliada com previsões futuras, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. A distribuição diamétrica da floresta foi utilizada como variável principal. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi realizar a prognose da estrutura diamétrica de *Mora paraensis* Ducke em uma floresta de várzea, no estuário amazônico com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov.

## 2. Materiais e métodos

### Dados utilizados

O presente estudo foi desenvolvido no município de Mazagão, Estado do Amapá ( $0^{\circ}13'00''$  S,  $51^{\circ}26'00''$  W), em três áreas da foz do rio Mazagão Velho no estuário do rio Amazonas (Figura 1).

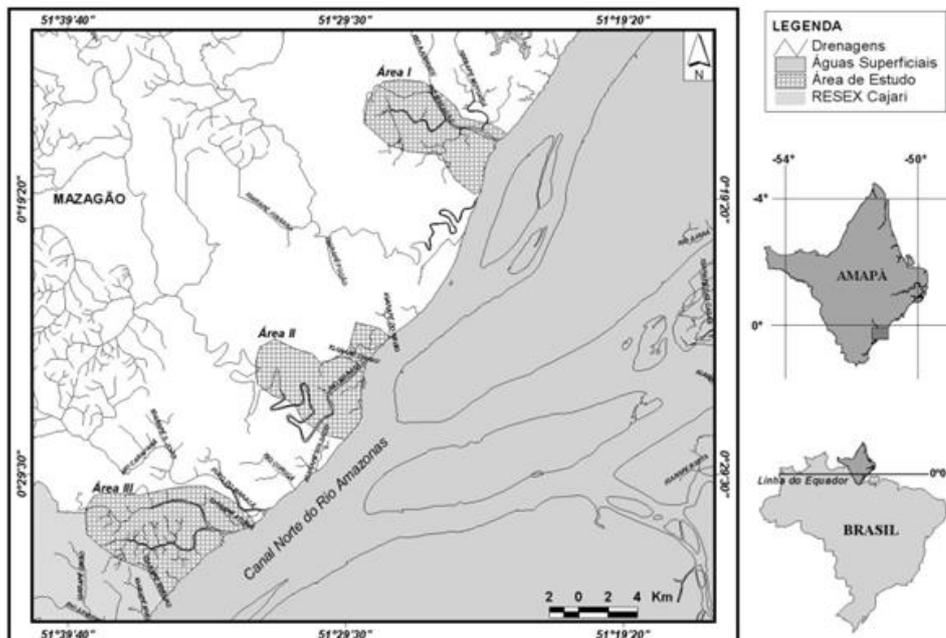


Figura 1. Localização das três regiões de estudo no município de Mazagão, sul do Estado do Amapá, definidas em função da confluência dos afluentes primários com o canal norte do rio Amazonas. Fonte: projeto FLORESTAM (2009).



Foram implantados três transectos de 1 km cada, de maneira que se formam um gradiente de distância em relação ao rio Amazonas. Cada transecto foi distanciados um do outro no mínimo 1 km, para garantir independência entre as amostras. Dentro de cada transecto foram alocadas 20 parcelas de 250 m<sup>2</sup> (10 m x 25 m), totalizando uma área amostral de 2 ha por região. As parcelas foram distribuídas em função do relevo da área de estudo e selecionadas pela facilidade de acesso e maior controle ambiental por parte da população ribeirinha. Foram utilizados dados de monitoramentos realizados nos anos de 2011 e 2013, para ajustar a matriz de transição e projetar a estrutura diamétrica para o ano de 2015.

Foram inventariadas todas as árvores regenerantes e adultas de *Mora paraensis* Ducke, existente nas parcelas, com diâmetro à altura do peito DAP  $\geq$  5 cm. O inventário foi realizado percorrendo os transectos e fazendo as medições nas parcelas demarcadas. Durante o percurso, todas as árvores de *Mora paraensis* foram marcadas com placas de alumínio enumeradas e o local da medição foi marcado com tinta vermelha para que todas as medições fossem realizadas, exatamente, no mesmo local. Foram realizadas três medições anuais do diâmetro, durante os anos de 2011 a 2015.

### **Prognose da distribuição diamétrica**

Neste estudo, o sistema foi composto por 16 classes. A classe 1 foi o recrutamento (R), de 2 a 15 foram classes de diâmetro com intervalos de classes de 10 cm a partir do diâmetro mínimo de 5 cm, e 16 foi a classe de mortalidade (M). A construção de cada matriz de transição probabilística foi feita utilizando-se uma matriz das frequências absolutas de transições

entre as classes, considerando o intervalo de tempo (t) conforme (SOUZA & SOARES, 2013; BATISTA et al., 2016).

A dinâmica do sistema foi representada em cada intervalo de tempo considerando: mudança para classes diamétricas superiores, permanência na mesma classe diamétrica (o incremento em diâmetro foi insuficiente para uma mudança de classe); mortalidade (mudança de qualquer classe para a classe M); e recrutamento (entrada de indivíduos para a classe R). Após a preparação da matriz de transição, foi derivada uma matriz de transição probabilística ( $p_{ij}$ ) para cada intervalo de predição.

Para as entradas de matriz, foram calculadas as probabilidades associadas a uma transição entre classes usando as frequências absolutas em cada classe analisada, dada pela relação: número de indivíduos na classe  $j$  no tempo  $t+1$ , dado a classe  $i$  no tempo  $t$ ;  $E$  o número total de indivíduos na classe  $i$  no tempo  $t$ . Foi derivado uma matriz de transição probabilística ( $p_{ij}$ ) para cada intervalo de predição.

Uma probabilidade de transição  $p_{ij}$  pode ser de  $n$  passos, assumindo a forma de  $p_{ij}^{(n)}$ , em que  $n$  indica o número de tentativas, ou seja, a probabilidade de que a população passe do estado  $i$  ao estado  $j$  em uma tentativa ou  $n$  tentativas depois (SOUZA & SOARES, 2013). Neste caso, foi considerado  $t$  = inventário 1 e  $t + 1$  = inventário 2. A predição foi realizada para um passo adiante ( $t + 2$ ).

Para verificar a eficiência do modelo de Markov foi verificada a distribuição de frequência projetada pela cadeia de Markov para o ano de 2015 e comparado ao inventário realizado, frequência observada nas parcelas permanentes para o ano de 2015, e assim comprovar a eficiência do modelo. As comparações entre as

frequências projetadas e observadas foram feitas usando teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) a um nível de significância de 5% (TEIXEIRA et al., 2007; VASCONCELOS et al., 2009; BATISTA et al., 2016). Todas as análises foram realizadas em planilha eletrônica.

### **Mortalidade e recrutamento**

A mortalidade foi obtida pela razão entre o número de indivíduos mortos no período observado, pela abundância de indivíduos arbóreos referente ao ano de 2011:

$$TM = TM / (NT - TR)$$

Para o recrutamento foram consideradas como recrutas todas as árvores que na segunda medição (2013) passaram a apresentar DAP  $\geq 10$  cm. A taxa de recrutamento foi obtida pela razão entre o número de indivíduos arbóreos ingressantes no período observado e a abundância referente ao número de indivíduos de 2013:

$$TR = TR / (NT - TM)$$

Onde: TM = Número de indivíduos mortos durante o período observado. TR = Número de indivíduos recrutados durante o período observado. NT = Número total de indivíduos no período observado.

## **3. Resultados e discussão**

### **Distribuição diamétrica observada**

Para a distribuição do número de árvores por classe diamétrica, com amplitude de 10 cm, foi verificada a distribuição em padrão de exponencial negativo, também conhecido como "J" invertido (Figura 1), com alta proporção de árvores jovens com DAP  $< 15$  cm, e conforme o diâmetro aumenta, diminui o número de árvores nas classes, como esperado para as florestas inequidâneas. Nas florestas de várzea é comum o

maior número de indivíduos jovens, por serem áreas periodicamente inundadas, sendo uma barreira para a permanência das árvores até a fase adulta.

### **Taxas de mortalidade e recrutamento**

Algumas das causas comuns da morte de árvores em florestas tropicais são: idade, estado fitossanitário, estresse hídrico e vento. Em períodos que ocorrem eventos climáticos como o El Niño, a mortalidade pode aumentar por conta das secas. Em períodos de chuvas intensas (como em períodos de La Niña), as árvores são derrubadas por ação do vento e, conseqüentemente, provocando a queda de árvores vizinhas (ROCHA et al., 2003).

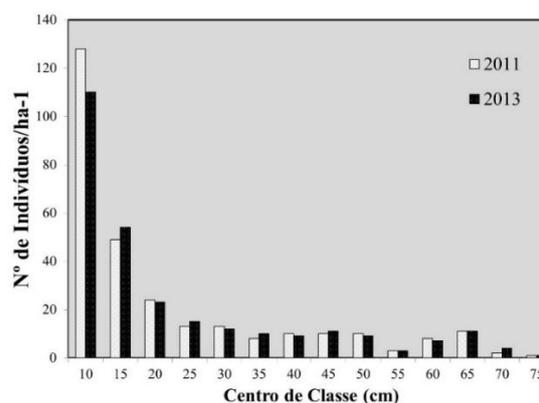


Figura 2. Distribuição diamétrica de *Mora paraensis* em uma Floresta de Várzea, Amapá, Amazônia.

No período em estudo (2011-2013), a taxa de recrutamento foi de  $5,5\% \pm 3,66$  (IC 95%) e a taxa de mortalidade de  $3,43\% \pm 2,28$  (IC 95%) para os três transectos. A média anual da taxa de recrutamento foi de 1,83%. Esse valor foi inferior às taxas obtidas por Miranda et al., 2018 e Longhi et al., 2017 com (17 e 4,13%, respectivamente), porém, foi superior ao encontrado em outros sítios como Villanova et al., 2018 (1,69%). A taxa de mortalidade média anual foi de 1,08 %, sendo superior às taxas obtidas Longhi et al., 2017. Porém foi inferior



quando comparado a Machado et al., 2017 e Miranda et al., 2018 com (10,05% e 55%, respectivamente). Durante o período observado, somente 10 árvores morreram (média de  $3,33 \pm 6,66$  árvores por transecto). No ano de 2013, a mortalidade foi inferior quando comparada com a projeção para 2015.

### **Projeção da distribuição diamétrica utilizando a cadeia de Markov**

As matrizes de transição foram montadas com base na distribuição diamétrica dos anos de (2011 e 2013). A transição de um estado para outro é obtido quando uma árvore que foi medida em 2011 passa por mais classes seguintes ou morrer, ou pode permanecer na mesma classe de diâmetro ou estado em todo o período. A matriz de transição é composta por 16 estados, sendo o primeiro estado referente a classe R (Recrutamento); do 2º ao 15º estados correspondem às 14 classes diamétricas, a partir do DAP  $\geq 5$  cm; e o 14º estado (última classe

diamétrica) que corresponde aos indivíduos com DAP  $\geq 75$  cm. E por último, o 16º estado ou classe M (mortalidade), composto pelas árvores que morreram durante o período, ou seja, pelas árvores que estiveram presentes no primeiro ano (2011) e ausentes no segundo (2013).

A Tabela 1 apresenta a transição entre os estados, ocorrida durante o período 2011 - 2013 usando as observações dos três transectos. Observou-se que o estado R obteve 17 árvores, ou seja, 17 indivíduos ingressaram no banco de dados, pois passaram a possuir o DAP  $\geq 10$  cm. O estado M apresentou somente 10 indivíduos, ou seja, 10 indivíduos saíram do sistema por fatores ambientais. Em geral, as árvores têm maior probabilidade de permanecer nas mesmas classes diamétrica, principalmente considerando um período curto como três anos.

Tabela 1: Transição de frequência das árvores por classe diamétrica (cm), durante o período de 2011 a 2013 na floresta de várzea. CC representa o centro de classe de diâmetro.

CC	R	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	M	2011
R		17															18
10		110	11														7
15			43	5													1
20				18	6												
25					9	4											
30						8	4										1
35							6	2									
40								7	3								
45									8	1							1
50										8	2						
55											1	2					
60												5	3				
65													8	2			
70														2			
75															1		
M																	
2013		127	54	23	15	12	10	9	11	8	3	7	12	4	1	10	308

Por exemplo, a probabilidade associada à permanência de árvores do centro de classe 10 cm no período de

2011–2013 foi de 85,93%. A mortalidade no período observado na mesma classe foi 5,46% para o mesmo período. No



centro de classe 15 cm, observamos que a probabilidade associada à permanência das árvores é de 87,75%, ou seja, não há um padrão definido, as árvores com diâmetros menores têm a mesma probabilidade de morrer que as árvores de diâmetros maiores. De acordo com Rocha (2001), esse comportamento estocástico é típico da floresta tropical úmida, dificultando os trabalhos de modelagem da dinâmica florestal.

É possível verificar um decréscimo no número de indivíduos nos anos de monitoramento na primeira classe de diâmetro (CC 10 cm) e um aumento no número de indivíduos nos centros de classes entre 15 e 20 cm. Os povoamentos inequidanos são caracterizados por um decréscimo na frequência de árvores à medida que os diâmetros das árvores aumentam. A mortalidade não seguiu um padrão definido, os indivíduos pertencentes às classes diamétricas menores têm as mesmas probabilidades de morrerem que os indivíduos das classes diamétricas

maiores. Esse comportamento dificulta os trabalhos de modelagem da dinâmica de florestas nativas, outros autores encontraram resultados semelhantes, Vasconcelos et al. (2009) na floresta amazônica e Batista et al. (2016).

### **Projeção para o ano de 2015**

A Cadeia de Markov gera projeções em porcentagem da distribuição do número de árvores dos diferentes estados (recrutamento, mortalidade e as classes diamétricas), para um período seguinte de mesmo intervalo de tempo. A projeção para o período mostrou que a probabilidade dos indivíduos da 1ª classe permanecerem com DAP ≤ 15 cm é de 73,8%. Porém, 14,9% passarão para a 2ª classe e 0,008 % passarão para a 3ª classe, conforme mostrado na tabela 2. As projeções também indicam que as probabilidades de permanência são superiores a 50% para a maioria das classes diamétricas.

Tabela 2. Matriz de transição probabilística ( $p_{ij}^2$ ) para o ano de 2015. Em que: R = recrutamento; M = mortalidade.

CD	R	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	M
<b>R</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>10</b>	0	0,73*	0,149	0,008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04
<b>15</b>	0	0	0,77*	0,16	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
<b>20</b>	0	0	0	0,56*	0,36	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>25</b>	0	0	0	0	0,47	0,4	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
<b>30</b>	0	0	0	0	0	0,378	0,42	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0,04
<b>35</b>	0	0	0	0	0	0	0,56*	0,36	0,07	0	0	0	0	0	0	0
<b>40</b>	0	0	0	0	0	0	0	0,49	0,45	0,03	0	0	0	0	0	0,03
<b>45</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,64*	0,16	0,02	0	0	0	0	0,08
<b>50</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,64*	0,22	0,13	0	0	0	0
<b>55</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,111	0,63*	0,25	0	0	0
<b>60</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,39	0,50*	0,06	0	0
<b>65</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,52*	0,31	0	0
<b>70</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>75</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>M</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\*Classes com a porcentagem de permanência ≤ 50%.

A projeção para um período seguinte de mesmo intervalo (2015), com base na transição probabilística do ano de 2013 e a ocasião imediatamente anterior (2011), indica que a taxa de

mortalidade seria de 21 árvores, bem próxima à observada em 2013 (10 árvores). Para 2015, o número total de árvores seria de 270, sem incluir a taxa de recrutamento, mas este valor também



está próximo do observado para o mesmo ano.

Para avaliar a qualidade das projeções feitas para o ano de 2015 e confirmar o uso da Cadeia de Markov como ferramenta de avaliação para a projeção da dinâmica da *Mora paraensis* em floresta de várzea e do comportamento futuro da espécie, foram comparadas as frequências projetadas e observadas nos transectos pelo teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) ao nível de 5% de significância. Foi observada certa estabilidade nas classes em decorrência das poucas alterações na distribuição do número de indivíduos ocorridas nos períodos de medição (2011 e 2013) principalmente nas classes de maiores diâmetros. Tal estabilidade pode ser reflexo do curto intervalo entre medições.

Foram observadas subestimativas do modelo de Markov para as classes: 1 (10 cm) e 9 (50 cm), porém, de acordo com a Tabela 3, o teste Quiquadrado

( $\chi^2$ ) mostra que não existe diferença significativa entre as frequências observadas e projetadas na distribuição do número de árvores em cada classe diamétrica para o ano de 2015 ( $\chi^2$  cal = 22,36). Este resultado não rejeita a hipótese apresentada neste estudo, indicando que a floresta de várzea não explorada pode ser avaliada com previsões futuras utilizando a cadeia de Markov como instrumento para projetar a dinâmica do crescimento da *Mora paraensis*, pois contribui para o planejamento em curto prazo de atividades que envolvam a utilização desse recurso florestal pelas comunidades da região.

A matriz de transição de Markov pode fornecer subsídios para a projeção da dinâmica de florestas naturais, contribuindo para o planejamento em curto prazo para as atividades que envolvam a utilização dos recursos florestais (VASCONCELOS et al., 2009).

Tabela 3. Frequência observada (Fobs/ha<sup>-1</sup>) em 2015, frequência estimada (Fest) para o ano de 2015 do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$  calculado) calculado por classe de diâmetro. Sendo:  $\chi^2$  tabelado (5%) = 22,36.

Classes Diamétricas	Frequências		$\chi^2$ cal	Mortalidade	
	Fest <sub>2015</sub>	Fobs <sub>2015</sub>		2013	2015
5 < 10	94,53	121	7,41		
10 < 15	56,840	57	0,0004	7	12
15 < 20	23,32	21	0,2313	1	4
20 < 25	16,49	15	0,1355		
25 < 30	12,07	12	0,0004		
30 < 35	11,19	10	0,1270	1	2
35 < 40	8,8	8	0,0727		
40 < 45	10,86	12	0,1196		
45 < 50	8,14	10	0,4250	1	3
50 < 55	2,78	3	0,01741		
55 < 60	6,37	7	0,0612		
60 < 65	10,62	12	0,1779		
65 < 70	6	3	1,5		
>70	2	6	8		
Total	270,03	297	18,280	10	21

\*Sem incluir a taxa de recrutamento.



#### 4. Conclusões

A cadeia de Markov foi eficaz para realizar projeções e descrever a estrutura diamétrica de *Mora paraensis* Ducke, o teste Qui-quadrado não mostrou diferença significativa entre as frequências observadas e projetadas para a distribuição do número de árvores em cada classe diamétrica, indicando a Cadeia de Markov como instrumento para a projeção de frequência da distribuição diamétrica, do recrutamento e da mortalidade de florestas similares às da região de Mazagão.

A projeção da dinâmica da floresta pode contribuir para o manejo florestal em florestas tropicais na determinação do ciclo de corte ou ainda mostrar as tendências que a floresta apresentará num futuro próximo, para que o técnico ou empreendedor florestal saiba o momento ideal para manejar a floresta tropical em regiões estuarinas.

#### Agradecimentos

A Universidade do Estado do Amapá pelo fomento à pesquisa. Ao laboratório de manejo florestal e a Embrapa Amapá pelo apoio dos pesquisadores e estrutura para o desenvolvimento do trabalho.

#### Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

#### Referências

BATISTA, A.P.B.; RODAL, M.J.N.; SILVA, J.A.A.; SILVA, A.C.B.L.; ALVES JUNIOR, F.T.; MELLO,

J.M. Dynamics and Prediction of Diametric Structure in Two Atlantic Forest Fragments in Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 40, n. 2, p. 307-317, 2016.

BRAGA, E. O.; SILVA, J. A.; PANTOJA, M. V.; JARDIM, M. A. G. Florística, estrutura fitossociológica e formas de vida do estrato inferior em uma floresta de várzea Amazônica. **Acta Amazônica**, v. 5, n. 3, p. 59-65, 2015.

CALLEGARO, R.M.; ANDRZEJEWSKI, A.; LONGHI, S.J., LONGHI, R.V.; BIALI, L.J. Composição das categorias sucessionais na estrutura horizontal, vertical e diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista Montana. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.11, n.4, p.350-358, 2016.

COLPINI, C.; SILVA, V. S. M.; SOARES, T. S. Prognose da estrutura diamétrica e da produção de uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional. **Advances in Forestry Science**, v.4, n.3, p.147-150, 2017.

CUNHA, A.C.; MUSTIN, K.; SANTOS, E.S.; SANTOS, E.W.G.; GUEDES, M.C.; CUNHA, H.F.A.; ROSMAN, P.C.C.; STERNBERG, L.S.L. Hydrodynamics and seed dispersal in the lower Amazon. *Freshw. Biol.* 2017, 62, 1721–1729.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. de M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 559-566, 2002.

KAGEYAMA, P. Y. Conservação "in situ" de recursos genéticos de plantas. **IPEF**, v. 35, p. 7-37, 1987.

LANA, M. D.; NETTO, S. P.; CORTE, A. P. D; SANQUETTA, C. R.; EGLING, A. A. Prognose da estrutura diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 71-78, 2015.

LONGHI, R. V.; SCHNEIDER, P. R.; LIRA, D. F. S.; LISBOA, G. S. Projeção da distribuição diamétrica em floresta com araucária explorada seletivamente no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.2, p.210-219, 2017.

MACHADO, S.; CYSNEIROS, V.; NASCIMENTO, R. G.; MARTINS, A.; SCHMIDT, LUCIANE. Projeção da Estrutura Diamétrica de Grupos Ecológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 24, n.1, 2017.



MIRANDA, Z. P.; GUEDES, M; C.; BATISTA, A. P. B.; SILVA, D. A. S. Natural Regeneration Dynamics of *Mora paraensis* (Ducke) in Estuarine Floodplain Forests of the Amazon River. **Forests**, v. 9, n. 2, p. 54, 2018.

PAIVA, L. V.; ARAÚJO, G. M.; PEDRONI, F. Structure and dynamics of a Woody plant community of a tropical semi-deciduous seasonal forest in the "Estação Ecológica do Panga", municipality of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 365-373, jul./set.2007.

PANTOJA, E. B. Processos Estocásticos aplicados à Dinâmica Florestal. 198p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

PULZ, F. A.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; FILHO, T. O. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiana com a matriz de transição. **CERNE**, V.5, N.1, P.001-014, 2015.

REIS, L. P.; TORRES, C. M. M. E.; SOUZA, A. L.; FREITAS, L. J. M.; REIS, P. C. M. R.; SILVA, L. F.; LEITE, R. V. Prognose da distribuição diamétrica por matriz de transição em floresta após colheita no leste da amazônia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 715-724, abr. - jun., 2018.

ROCHA, R. M. **Taxas de recrutamento e mortalidade da floresta de terra-firme da bacia do Rio Cueiras na região de Manaus-AM**. 2001. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Universidade do Amazonas, Manaus, AM, 2001.

Rocha, R.M.; Higuchi, N.; Santos, J.; Nakamura, S.; Silva, R.P.; Pinto, A.C.M.; Tribuzy, E.S. 2003.

Taxas de recrutamento e mortalidade e mudanças de estoques de fitomassa da floresta primária na região de Manaus-Am. In: Higuchi, N; Santos, J. dos; Sampaio, P. B. T.; Marengo, R. A.; Ferraz, J.; Sales, P.C.; Saito, M.; Matsumoto, S. (Eds). Pesquisas Florestais na Amazônia Central. Projeto Jacaranda Fase II. 43-54.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M. Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. **Acta Amazonica**, v.34, n.2, p.251-263, 2004.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa, MG: Ed. UFV, 322p. 2013.

TEIXEIRA, L. M.; CHAMBERS, J. Q.; SILVA, A. R.; LIMA, A. J. N.; CARNEIRO, V. M. C.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 3, p. 377-384, 2007.

VASCONCELOS, S. S.; HIGUCHI, N.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. Projeção da distribuição diamétrica de uma floresta explorada seletivamente na Amazônia Ocidental. **Embrapa Acre-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2009.

VILLANOVA, P. H.; TORRES, C. M. M. E.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; SILVA, L. F.; SCHETTINI, B. L. S.; ROCHA, S. J. S. S. Prognosis of the diameter distribution and carbon stock in a secondary atlantic forest by markov chain. **Revista Árvore**, 2018;42(2):e420208.