

Prognose da estrutura diamétrica e da produção de uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional

Chirle Colpini^{1*} Versides Sebastião Moraes e Silva² Thelma Shirlen Soares³

¹ Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, Superintendência Regional de Mato Grosso, R. E, S/N - Centro Político Administrativo, Cuiabá - MT, CEP 78049-929.

² Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Av. Fernando Correa da Costa, s/n, Cuiabá-MT CEP 78060-900.

³ Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Curso de Engenharia Florestal, Caixa Postal 3, Jataí-GO, CEP 75801-610.

*Author for correspondence: chcolpini@yahoo.com.br

Received: 14 March 2017 / Accepted: 18 June 2017 / Published: 30 September 2017

Resumo

Este estudo teve como objetivo realizar, por meio da matriz de transição, a prognose do número de árvores, área basal e volume por unidade de área nas classes de diâmetro no período subsequente ao considerado. Foram empregados dados de uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional localizada em Marcelândia – MT que foi medido em 2001, explorado em 2002 e remeido em 2003 e 2007. Na prognose foram utilizados os dados obtidos na primeira e na terceira medição. A prognose da área basal foi obtida a partir de cada valor da área transversal do respectivo centro de classe e em seguida multiplicado pelo número de árvores projetadas pela matriz de transição em cada classe. O recrutamento foi maior na segunda classe de diâmetro, representando 60,53% das informações, e que as árvores têm maiores probabilidades de permanecerem na mesma classe. A metodologia aplicada permitiu realizar a projeção do número de árvores distribuídas em classes de diâmetro e prever a produção da floresta em volume, área basal e determinar o ciclo de corte.

Palavras-chave: matriz de transição, recrutamento, mortalidade.

Abstract

This study aimed to obtain a prognosis, through the transitional matrix, of the number of trees, basal area and volume per area unit in the diameter classes in the period following the one considered. Data were used of a transitional forest from open shaded to seasonal in Marcelândia - MT, Brazil. The population was measured in 2001, exploited in 2002 and measured again in 2003 and 2007. In the prognosis the data used were obtained in the first and third measurement. The prognosis of the basal area was obtained from each transversal area value of its class center and then multiplied by the number of trees projected by the transitional matrix in each class. It was found that recruitment was highest in the second diameter class, with 60.53%, and that the trees have a higher probability of remaining in the same class. The applied methodology allowed for projections of the number of trees distributed in the diameter classes and foresees the production of the forest in volume, basal area and to determine the cutting cycle.

Key words: transitional matrix, recruitment, mortality

Introdução

O conhecimento da estrutura diamétrica de uma floresta permite avaliar o comportamento da espécie, tendo em vista os vários fatores que possam interferir em seu crescimento, dentre os quais o manejo e as atividades de exploração comercial (Bartoszeck et al. 2004).

A análise da distribuição em diâmetros é uma ferramenta que pode utilizada para se inferir sobre o passado e o futuro de um povoamento florestal (Scolforo et al. 1998), sendo a prognose da distribuição diamétrica é usualmente utilizada

para o planejamento florestal, visando orientar as atividades do manejador a respeito do volume de madeira por classes diamétricas (Corte et al. 2004).

Entre as técnicas empregadas para projetar a estrutura diamétrica de povoamentos florestais, a cadeia de Markov ou matriz de transição, que se baseia em probabilidades de ocorrência dos eventos que propiciam a dinâmica florestal (Teixeira et al. 2007), tem sido amplamente utilizada e difundida.

Considerando a importância do conhecimento da tendência de evolução e sucessão florestal em áreas em que ocorre a transição entre dois ou mais tipos de vegetação denominadas de áreas de tensão ecológica, desenvolveu-se o presente estudo cujo objetivo foi realizar a projeção do número de árvores por meio da matriz de transição e fazer a prognose para área basal e volume em de um fragmento florestal localizado em área de tensão ecológica na região norte do Estado de Mato Grosso.

Materiais e Métodos

A área de estudo localiza-se nas coordenadas de 10°36'03"e 11°07'35" de Latitude Sul e 53°25'50" e 54°03'40" de longitude Oeste, no município de Marcelândia no Estado de Mato Grosso. O clima é do tipo Awi (Köppen) e temperatura média anual de 28oC, com um período seco entre os meses de julho a agosto e período chuvoso entre os meses de janeiro a março. Os solos predominantes são Latossolos Vermelho/Amarelo distróficos, de textura média, que predominam associados à Latossolos Vermelho Escuro distróficos, de textura média e Areias Quartzosas distróficas (Brasil 1981).

Segundo Brasil (1981), trata-se de área de tensão ecológica, na região de contato floresta ombrófila/floresta estacional, com predominância da formação denominada floresta semidecidual, submontana, dossel emergente.

Os dados utilizados são provenientes de 69 parcelas permanentes de 10 m x 250 m instaladas pelo método de amostragem de área fixa empregando-se o processo de amostragem sistemática em múltiplos estágios em que a primeira amostra foi selecionada aleatoriamente e as demais de forma sistemática com distancias fixas entre amostras na linha e entre linhas conforme descrito por Péllico Neto e Brena (1997).

O levantamento amostral ocorreu em três ocasiões: a primeira medição ocorreu antes da exploração no segundo semestre de 2001, a segunda logo após a exploração, 2003, e a terceira ocorreu quatro anos após a exploração, em 2007.

Em cada parcela amostral as arvores com *dap* (diâmetro medido a 1,30 m de altura do solo) maior ou igual a 17 cm foram medidas, identificadas e plaqueteadas. As árvores mortas (mortalidade), bem como os indivíduos que passaram a atingir o tamanho mínimo de medição a cada ocasião (recrutamento), foram registradas e computadas.

A identificação dos indivíduos foi realizada, na floresta, por mateiros experientes da região e paralelo à identificação o material botânico de algumas espécies não identificadas em campo foram coletadas para posterior identificação por meio do Herbário Central da UFMT, onde as exsicatas foram depositadas.

Para a prognose foram utilizados os dados obtidos na primeira e na terceira medição, ou seja, 2001 e 2007. A projeção foi realizada para 6 e 12 anos, ou seja, para 2013 e 2019.

Ao todo foram considerados 24 estados (i, j = 1, 2, ...24), em que: estado 1 = recrutamento (R); estados de 2 a 23 = classes de diâmetro. As classes de *dap* foram com intervalos de 5 cm para cada classe, iniciando com o *dap* de 15 cm, passando pela classe truncada $dap \geq 115$ e a classe “próxima” superior a classe truncada; estado 24 = mortalidade (M).

A determinação da mortalidade foi dada pela contagem do número de árvores que saíram do sistema entre os dois inventários considerados, e que representa a mortalidade periódica, em termos de valores discretos e absolutos.

O recrutamento ou ingresso foi quantificado por ocasião das remedições, visto que representa o número de árvores que surgem entre os dois inventários.

A probabilidade de transição de cada período de projeção foi obtida da matriz de transição (G) cujos elementos são descritos a seguir:

$$G = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & c_5 & b_5 & a_5 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_n & b_n & a_n \\ m_j & m_2 & m_3 & m_4 & m_5 & \dots & m_n \end{bmatrix}$$

em que:
 a_i = i-ésima classe de diâmetro;
 a_i, b_i, c_i = probabilidades de uma árvore viva permanecer na mesma classe diamétrica (a_i), mudar para a classe diamétrica subsequente (b_i) ou ainda mudar duas classes (c_i);
 m_i = probabilidade das árvores morrerem no período estudado.

Foi determinado, para cada classe diamétrica, o número de árvores que permaneceram, morreram ou passaram para a(s) classe(s) seguinte(s), durante o período considerado. A partir destes valores, foram calculadas as probabilidades de permanência na classe, transição entre classes e mortalidade das árvores. A mortalidade foi incluída na matriz de transição na última linha e coluna.

A projeção (Eq. 1) da estrutura da floresta foi realizada de acordo com Buongiorno e Michie (1980):

$$Y_t + D_t = G_n \times Y_{it} + I_{it} \quad (1)$$

em que:

$Y_t + D_t$ = número de árvores no tempo t + D_t;

G = matriz de probabilidade de transição por classe diamétrica;

Y_{it} = vetor número de árvores por classe de diâmetro no tempo t, com dimensão 1 x k;

I_{it} = vetor número de árvores ingresso no tempo t, com dimensão 1 x k;

n = período de prognose.

A prognose da área basal foi obtida a partir de cada valor da área transversal do respectivo centro de classe e em seguida multiplicado pelo número de árvores projetadas pela matriz de transição em cada classe pela Equação 2.

$$G = \left(\frac{\pi}{4}\right) d_{cl}^2 \times N \quad (2)$$

em que:

G=área basal em m²/ha;

d_{cl} =centro da classe do diâmetro em cm;

N=número de indivíduos na classe.

A prognose do volume foi realizada por meio da aplicação da equação ajustada por Colpini et al. (2010) sendo o resultado multiplicado pelo número de indivíduos na classe.

$$\ln V = -7,56601 + 2,08812 \ln d_{cl} \quad (3)$$

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta a transição, do ponto de vista absoluto, de um estado para outro, ocorrido durante o período de 2001 a 2007. A matriz de transição probabilística criada a partir da Tabela 1 está apresentada na Tabela 2. Nesta é possível observar, em bases probabilísticas, as chances de cada árvore em cada estado, seja para permanecer na mesma classe, mudar para uma ou mais classes posteriores, ou morrer.

Verificou-se que o recrutamento foi maior na segunda classe de diâmetro (20 cm ≤ *dap* < 25 cm), 138 indivíduos, representando 60,53%, seguido de 25%, 8,77%, 3,51%, 1,75% e 0,44% respectivamente nas classes: 1, 3, 4, 5 e 7 (Tabela 1).

Tabela 1. Número de árvores que mudaram do estado i para o estado j, durante o intervalo de seis anos

Estado j	Estado i																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1 R	57	138	20	8	4			1																	228
2 15<20	161	188	3																						49 401
3 20<25			834	268	18	6	1																		194 1321
4 25<30				467	200	13	1																		130 811
5 30<35					276	135	6	4	1																80 502
6 35<40						211	105	4	2	1															73 396
7 40<45							108	59	2																25 194
8 45<50								68	38	5															30 141
9 50<55									43	25	1														15 84
10 55<60										31	14	1	1												7 54
11 60<65											28	14	4												4 50
12 65<70												17	5	1		1									2 26
13 70<75													12	9	3										3 27
14 75<80														12	4		2								18
15 80<85															3	5									1 9
16 85<90																6	5								1 12
17 90<95																	5	4							9
18 95<100																		3	1						4
19 100<105																				3	1				1 5
20 105<110																					2	1			1 4
21 110<115																						1	1		2
22 >=115																							1		1
23 Prox.																									
24 Mort																									
Total	218	1160	758	502	369	221	136	86	61	44	32	22	22	10	12	7	4	3	2	1	1	616	4299		

Conforme mostrado na Tabela 2, as árvores têm maiores probabilidades de permanecerem na mesma classe, fato este também constatado por Scolforo et al. (1996), Austregésilo et al. (2004), Azevedo et al. (2007) e Stepka et al. (2010).

Tabela 2. Matriz de transição probabilística do estado i para o estado j, durante o intervalo de 6 anos

Estado j	Estado i																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1 R	0,25	0,61	0,09	0,04	0,02																				0,12
2 15<20	0,40	0,47	0,01																						0,15
3 20<25	0	0,63	0,20	0,01	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	
4 25<30	0	0	0,58	0,25	0,02	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	
5 30<35	0	0	0	0,55	0,27	0,01	0,01	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	
6 35<40	0	0	0	0	0,53	0,27	0,01	0,01	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	
7 40<45	0	0	0	0	0	0,56	0,30	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	
8 45<50	0	0	0	0	0	0	0,48	0,27	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	
9 50<55	0	0	0	0	0	0	0	0,51	0,30	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	
10 55<60	0	0	0	0	0	0	0	0	0,57	0,26	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	
11 60<65	0	0	0	0	0	0	0	0	0,56	0,28	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	
12 65<70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,65	0,19	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	
13 70<75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,44	0,33	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	
14 75<80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67	0,22	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15 80<85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	
16 85<90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50	0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	
17 90<95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,56	0,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18 95<100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19 100<105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0,20	
20 105<110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	
21 110<115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50	0,50	0	0	0	0	0	0	
22 >=115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 0	
23 PROX.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24 MORTAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Para a mortalidade, foi observado que não há um padrão definido pois as árvores pertencentes às classes diamétricas menores têm as mesmas probabilidades de morrerem que as árvores das classes diamétricas maiores. Esse comportamento é típico de floresta tropical úmida o que dificulta os trabalhos de modelagem da dinâmica da floresta, principalmente quando se usam modelos determinísticos (Higuchi 1987). Essa tendência também foi observada por Teixeira et al. (2007) e Vasconcelos et al. (2009) em estudos realizados em florestas da Amazônia.

A partir das matrizes de transição e dos vetores de frequência inicial, recrutamento e mortalidade nos diferentes

estados, foram prognosticadas as frequências para os anos de 2013 e 2019 (Tabela 3).

Tabela 3. Projeção do número de árvores por hectare por classe de diâmetro, para os anos de 2013 a 2019 para a floresta de contato ombrófila aberta/estacional semidecidual localizada no município de Marcelândia-MT

Estado	Centro de classe diamétrica	Árvores (n)				Mortalidade			
		2001	2007	2013	2019	2007	2013	2019	
1	R		228	195	166	33	29	228	
2	15<20	17,5	401	218	304	261	49	48	44
3	20<25	22,5	1321	1160	957	811	194	170	147
4	25<30	27,5	811	758	572	479	130	109	93
5	30<35	32,5	502	502	351	293	80	71	59
6	35<40	37,5	396	369	269	225	73	54	44
7	40<45	42,5	194	221	142	118	25	27	24
8	45<50	47,5	141	136	89	73	30	22	16
9	50<55	52,5	84	86	58	50	15	11	8
10	55<60	57,5	54	61	42	37	7	5	4
11	60<65	62,5	50	44	42	39	4	4	3
12	65<70	67,5	26	32	22	20	2	2	2
13	70<75	72,5	27	22	22	21	3	2	1
14	75<80	77,5	18	22	18	17		0	1
15	80<85	82,5	9	10	7	7	1	1	0
16	85<90	87,5	12	12	11	10	1	1	0
17	90<95	92,5	9	12	9	9		0	0
18	95<100	97,5	4	7	4	3		0	0
19	100<105	102,5	5	4	3	3	1	1	1
20	105<110	107,5	4	3	3	2	1	1	0
21	110<115	112,5	2	2	2	1		0	0
22	>=115	115	1	1	0			0	0
23	Próximo	>=115		1	0			0	0
Total Geral			4.071	3.911	3.123	2.645	616	559	477
Total p/ha			236,00	226,72	181,04	153,33	35,71	32,41	27,65

Observou-se, na Tabela 3 que a prognose do número de árvores, baseada no período de 2001-2007, apresenta uma redução progressiva no número de indivíduos para todas as classes de diâmetro, fato também observado por Umaña e Alencar (1998) e Lima et al. (2013), ambos em florestas multiâneas heterogêneas. Houve mortalidade em todas as classes aliado ao baixo número de árvores recrutadas, esses fatos contribuíram para a redução do número de indivíduos nas projeções efetuadas para 2013 e 2019. As prognoses das variáveis área basal e volume estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Projeção da área basal e do volume por classe de diâmetro para os anos de 2013 e 2019 para a floresta de contato ombrófila aberta/estacional semidecidual em Marcelândia-MT

Estado	Área basal (m ²)				Volume (m ³)				
	2001	2007	2013	2019	2001	2007	2013	2019	
1	0,000	4,029	3,452	2,939	0,000	33,719	28,889	24,597	
2	15<20	9,645	5,244	7,318	6,266	81,824	44,483	62,079	53,160
3	20<25	52,52	46,12	38,06	32,23	455,56	400,03	330,18	279,62
4	25<30	48,17	45,02	33,95	28,43	425,25	397,45	299,79	251,04
5	30<35	41,64	41,64	29,14	24,27	373,09	373,09	261,11	217,44
6	35<40	43,73	40,755	29,742	24,871	396,812	369,757	269,837	225,64
7	40<45	27,52	31,35	20,16	16,71	252,46	287,59	185,01	153,31
8	45<50	24,98	24,10	15,78	12,94	231,46	223,25	146,26	119,94
9	50<55	18,18	18,61	12,55	10,78	169,94	173,98	117,34	100,81
10	55<60	14,02	15,84	10,82	9,719	132,10	149,22	101,94	91,557
11	60<65	15,34	13,49	12,95	11,91	145,58	128,11	122,98	113,08
12	65<70	9,304	11,45	7,892	7,302	88,900	109,41	75,406	69,772
13	70<75	11,14	9,082	9,220	8,719	107,17	87,328	88,652	83,837
14	75<80	8,491	10,37	8,282	7,985	82,127	100,37	80,099	77,226
15	80<85	4,811	5,346	3,876	3,631	46,790	51,989	37,692	35,309
16	85<90	7,216	7,216	6,314	6,164	70,543	70,543	61,725	60,255
17	90<95	6,048	8,064	6,048	5,914	59,416	79,222	59,416	58,096
18	95<100	2,987	5,226	2,837	2,598	29,476	51,582	28,002	25,644
19	100<105	4,126	3,301	2,599	2,075	40,900	32,720	25,767	20,573
20	105<110	3,631	2,723	2,269	2,042	36,142	27,106	22,589	20,330
21	110<115	1,988	1,988	1,988	0,994	19,870	19,870	19,870	9,935
22	>=115	1,039	1,039	0,000	0,000	10,402	10,402	0,000	0,000
23	Próximo	0,000	1,057	0,000	0,000	0,000	10,592	0,000	0,000

Total Geral	355,5	346,9	261,8	225,5	3255,8	3231,8	2424,6	2091,2
Total p/ha	20,61	20,11	15,18	13,07	188,74	187,35	140,56	121,22

Percebe-se que a redução do número de indivíduos subsequentes nas classes de diâmetro representa um fenômeno natural e ainda associado a dominância de algumas poucas espécies que ocupam a área impedindo de certa maneira o recrutamento (regeneração natural) o que só vai acontecer com a mortalidade de grandes indivíduos que permitem a abertura de clareiras. O volume e área basal das árvores que sofreram mortalidade no período considerado não são recompostas necessitando de um período de tempo maior do que o estudado. As práticas de manejo conduzem a regulação desse processo permitindo que a dinâmica das árvores maduras não seja feita pela mortalidade e sim por sua retirada proporcionando uma acelerada abertura de dossel, facilitando dessa maneira a regeneração.

Conclusões

A matriz de transição demonstrou-se adequada para projetar a distribuição de frequência das classes de diâmetro, recrutamento e mortalidade para florestas de contato ombrófila aberta/estacional semidecidual.

Referências

- Austregésilo SL, Ferreira RLC, Silva JAA, Souza AL, Meunier IMJ, Santos ES (2004). Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional semidecidual secundária. *Revista Árvore*, 28(2):227-232.
- Azevedo CP, Sanquetta CR, Silva JNM, Machado SA, Souza CR, Oliveira MM (2007) Predição da distribuição diamétrica de uma floresta manejada experimentalmente através de um sistema de equações diferenciais. *Acta Amazônica*, 37 (4): 521-532.
- Bartoszeck ACPS, Machado SA, Figueiredo Filho A, Oliveira EB (2004) A distribuição diamétrica para bracingais em diferentes idades, sítios e densidades da região metropolitana de Curitiba. *Floresta*, 34(3): 305-324.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. (1981) *Projeto RADAMBRASIL: Volume 22 Folha Sc 22 - Tocantins*. Rio de Janeiro.
- Buongiorno J, Michie BR (1980) A matrix model of uneven-aged forest management. *Forest Science*, (26): 609-625.
- Colpini C, Silva VSM, Soares TS, Higuchi N, Travagin DP, Assumpção JVL (2010). Incremento, ingresso e mortalidade em uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional em Marcelândia, Estado do Mato Grosso. *Acta Amazônica*, 40(3), 549-555.
- Corte APD, Sanquetta CR, Berni DM (2004) Modelos de simulação para classe diamétrica em *Populus* sp. *Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 2 (3): 33-40.
- Higuchi N (1987) *Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon*. Thesis, Michigan State University. 129p.
- Lima RB, Aparício OS, Silva WC, Silva DAS, Guedes ACL (2013) Emprego da distribuição diamétrica na predição do estado de perturbação em floresta de várzea, Macapá-AP. *Enciclopédia Biosfera*, 9(16): 1016-1026.

- Péllico Neto S, Brena DA (1997) *Inventário florestal*. Curitiba: [s.e.]. 316p.
- Scolforo JRS (1998) *Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas*. Lavras: UFLA/FAEPE. 441p.
- Scolforo JRS, Pulz FA, Mello JM, Oliveira Filho AT (1996) Modelo de produção para floresta nativa como base para o manejo sustentado. *Cerne*, 2(1): 112-137.
- Stepka TF, Dias NA, Figueiredo Filho A, Machado SA, Sawczuk AR (2010) Prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista com os métodos razão de movimentos e matriz de transição. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 30(64): 327-335.
- Teixeira LM, Chambers JQ, Silva AR, Lima AJN, Carneiro VMC, Santos J, Higuchi N (2007) 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*, 37 (3): 377-384
- Umaña CLA, Alencar JC (1998) Distribuições diamétricas da floresta tropical úmida em uma área no município de Itacoatiara-AM. *Acta Amazônica*, 28(2): 167-190.
- Vasconcelos SS, Higuchi N, Oliveira MVN (2009). Projeção da distribuição diamétrica de uma floresta explorada seletivamente na Amazônia Ocidental. *Acta Amazônica*, 39(1), 71-80.