



LUIZ CARLOS DA SILVA JÚNIOR

**PROGNOSE DA ÁREA BASAL EM UMA FLORESTA
NEBULAR NO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA**

**LAVRAS – MG
2019**

LUIZ CARLOS DA SILVA JÚNIOR

**PROGNOSE DA ÁREA BASAL EM UMA FLORESTA NEBULAR NO PARQUE
ESTADUAL DO IBITIPOCA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes

Co-orientador

Dr. Ravi Fernandes Mariano

**LAVRAS – MG
2019**

LUIZ CARLOS DA SILVA JÚNIOR

**PROGNOSE DA ÁREA BASAL EM UMA FLORESTA NEBULAR NO PARQUE
ESTADUAL DO IBITIPOCA
BASAL AREA PROGNOSIS FOR A CLOUD FOREST IN THE IBITIPOCA
STATE PARK**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 29 de novembro de 2019.

Dr. Marco Aurélio Leite Fontes UFLA

Dr. Ravi Fernandes Mariano UFLA

MSc. Luiz Otávio Rodrigues Pinto UFLA

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo próprio autor.

Silva Júnior, Luiz Carlos da.

Prognose da área basal em uma Floresta Nebular no Parque
Estadual do Ibitipoca / Luiz Carlos da Silva Júnior. - 2019.

30 p. : il.

Orientador: Marco Aurélio Leite Fontes.

Coorientador: Ravi Fernandes Mariano.

Monografia (graduação) - Universidade Federal de Lavras,
2019.

Bibliografia.

1. Manejo Florestal. 2. Matriz de transição. 3. Floresta
Ombrófila Densa Altomontana. I. Fontes, Marco Aurélio Leite. II.
Mariano, Ravi Fernandes. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Luiz e Elenice, que sempre acreditaram em mim e na minha capacidade de alçar voos altos, me apoiando em todas as decisões, além de dar todo o suporte e apoio para que esta fase fosse concluída com êxito.

Às demais pessoas da minha família, pelas quais tenho um apreço imenso (em especial, minha avó Terezinha, Tia Enaura, Tia Lúcia e Tia Elza), e que fizeram parte da minha formação como pessoa, sempre me mostrando os melhores caminhos para que eu chegasse até aqui.

Ao meu orientador, o professor e poeta Marco Aurélio, com quem fiz a minha primeira viagem para o Parque Nacional da Serra da Canastra e, desde então, tive a certeza de que trabalharia com ecologia.

Ao meu co-orientador e amigo, Ravi Mariano, que me aplicou o Clube da Esquina e tantos outros discos fantásticos, de onde veio toda a inspiração e equilíbrio para a realização deste trabalho.

Ao Luiz Otávio, por ter aceitado o convite para integrar a banca da minha defesa, contribuindo com o aprendizado acerca do manejo florestal e da ciência de maneira geral.

Ao meu primeiro orientador, o professor Eduardo Van den Berg, do Laboratório de Ecologia Vegetal do Departamento de Biologia (Ufla), pela oportunidade de participar de projetos de pesquisas incríveis com pessoas maravilhosas (em especial, Evelyn Alecrim e Gabi Meirelles), dando meus primeiros passos na busca do entendimento das florestas tropicais, sua flora e suas dinâmicas.

À professora de botânica mais incrível que tive na vida, Mariana Mansanares, pessoa que detectou o meu amor pela botânica nas aulas da disciplina de Morfologia e Sistemática Vegetal, e que me levou para trabalhar com o Prof. Eduardo Van den Berg.

Às amigas que construí ao longo destes anos acadêmicos, com pessoas incríveis de vários lugares do mundo. Mas também às amigas que me acompanham desde antes da faculdade e, até mesmo, desde a infância, sempre presentes na minha vida da melhor maneira que podem estar. Em especial, à Thaís Mendes, amizade mais antiga.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais (núcleos de estudos, professores, técnicos administrativos, funcionários terceirizados etc), por oferecerem este ambiente agradável, aconchegante, amigo e extremamente apto para formar profissionais altamente capacitados.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Pretendeu-se, neste trabalho, realizar a aplicação da Cadeia de Markov a fim de obter previsões futuras da área basal de uma Floresta Nebular, localizada no Parque Estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte, Minas Gerais, Brasil. Parte-se da hipótese de que a prognose será precisa para intervalos temporais de cinco anos, uma amplitude maior do que geralmente se é estudada, porém, em função desta amplitude, também a hipótese de que processos ecológicos que ocorreram neste intervalo influenciarão na prognose pelo método da Cadeia de Markov. Os inventários florestais realizados nesta floresta aconteceram nos anos de 1995, 2000 e 2005, totalizando 48 parcelas de 10 x 20 m (200 m²), compondo uma amostra de 0,96 ha. Todos os indivíduos arbóreos vivos com diâmetro à altura de 1,30 m do solo maiores ou iguais a 5 cm ($D_{1,3} \geq 5$ cm) foram mensurados. Os anos de 1995 e 2000 foram utilizados para a confecção da matriz da Cadeia de Markov, em que foi projetada a área basal da floresta para o ano de 2005. A hipótese foi confirmada, com prognose apresentando boa acurácia, baseado no Teste Qui-quadrado de Pearson, uma vez que pôde-se comparar os dados estimados com os dados reais do inventário. Há evidências de possíveis distúrbios que aconteceram nos intervalos entre os inventários de monitoramento (entre 1995 e 2000 e/ou entre 2000 e 2005), implicando no decréscimo da área basal, tanto para os valores observados quanto para os valores estimados em 2005.

Palavras-chave: Manejo Florestal. Matriz de transição. Cadeia de Markov. Floresta Ombrófila Densa Altomontana. Ecologia Florestal.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1.	Florestas tropicais.....	9
2.1.1.	Florestas Nebulares.....	10
2.2.	Prognose em florestas nativas.....	10
2.2.1.	Cadeia de Markov.....	11
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1.	Área de estudos	12
3.2.	Coleta de dados	14
3.2.1.	Outras informações relevantes.....	16
3.3.	Cadeia de Markov	16
3.4.	Teste Qui-quadrado de Pearson.....	17
4.	RESULTADOS.....	18
5.	DISCUSSÃO	22
6.	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

Para o entendimento e gerenciamento das florestas nativas brasileiras é indispensável o estudo do seu comportamento ao longo do tempo (SCOLFORO, 2006), que auxilia na definição das melhores e mais eficientes estratégias para o manejo e conservação, visando a sustentabilidade (SANQUETA et al., 1995). A prognose florestal se trata de um estudo importante, pois permite predizer ou estimar os parâmetros da população florestal em um momento futuro, utilizando modelos biomatemáticos e matriz de transição, este último também chamado de Cadeia de Markov (ENRIGHT; OGDEN, 1979). A Cadeia de Markov é um processo estocástico e assume que uma árvore, em uma determinada classe de diâmetro, tem probabilidade de mover-se para outra classe, dependendo apenas do seu estado atual (ENRIGHT; OGDEN, 1979).

A tipologia florestal tem efeito sobre a prognose, sendo que as projeções ficam condicionadas à dinâmica da floresta, aos fatores e distúrbios que a afetam dentro de uma amplitude temporal (LANA et al., 2015). A altitude é um destes fatores e apresenta correlação negativa com o incremento em área basal, influenciando a produtividade líquida e, conseqüentemente, o crescimento das árvores (CARVALHO, 2010).

Nas elevadas altitudes das florestas tropicais são encontradas tipologias florestais onde há presença de nuvens durante grande parte do ano, inclusive no período seco: as florestas nebulares, também conhecidas como matas nebulares ou matas de neblina (BUBB et al., 2004; FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995; FONTES, 1997; FONTES, 2008; HUECK, 1956; WEBSTER, 1995;). De acordo com IBGE (2012) são classificadas como Florestas Ombrófilas Densas Altomontana.

Nas regiões neotropicais as florestas nebulares podem ocupar altitudes que variam entre 1000 e 3000 m (WEBSTER, 1995). No Brasil esta amplitude altimétrica varia entre 1000 e 2500 m (WALTER, 1986), estando estas formações presentes, no domínio da Mata Atlântica, nos topos das cordilheiras da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira. As florestas nebulares também estão presentes no domínio Amazônico (FONTES, 2008).

O estudo destas florestas ainda é escasso, havendo poucos trabalhos científicos contemplando os aspectos florísticos, estruturais e de dinâmica destes ambientes (CARVALHO et al., 2005; FALKENBERG, 2003; FONTES, 1997; FONTES, 2008; MARIANO et al., 2019). Para conhecimento, não foram encontrados registros na literatura

sobre estudos de prognose em florestas nebulares, muito menos quanto à amplitude temporal adequada para realizar predições nestas áreas. A dinâmica das florestas nebulares se dá de forma pouco intensa, podendo em intervalos de cinco anos, não ser possível detectar diferenças significativas de parâmetros populacionais, como área basal e volume por classes de diâmetro (MENINO, 2013). Diante do exposto, este trabalho visou prever a área basal de uma floresta nebulosa, utilizando a Cadeia de Markov, e avaliar sua acuracidade, testando uma amplitude temporal de cinco anos. Partimos da hipótese de que a prognose será precisa para intervalos temporais de cinco anos na construção da matriz de transição, uma amplitude maior do que geralmente se é estudada. Em contrapartida, devido a esta amplitude temporal, levantamos também a hipótese de que processos ecológicos que ocorreram neste intervalo influenciarão na prognose pelo método da Cadeia de Markov.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Florestas tropicais

A Mata Atlântica, segunda maior floresta tropical pluvial do continente americano (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2002), já se estendeu por uma área de aproximadamente 1,3 milhões de km², equivalente a 15% do território nacional, em uma extensa faixa latitudinal ao longo da costa leste brasileira (RIZZINI, 1997). Também se estendia a oeste, atingindo o interior de estados não localizados junto à costa, como Mato Grosso do Sul e Piauí; e Minas Gerais, onde ainda há remanescentes.

É o terceiro bioma em extensão no Brasil, depois da Amazônia e do Cerrado, cujas áreas correspondem a, respectivamente, 56 e 21% do território nacional (BORLAUG, 2002; PIERANTI; SILVA, 2007). Contudo, mesmo com cerca de 14% do que resta da sua área original, incluindo florestas degradadas e em diferentes estágios de sucessão (RIBEIRO et al., 2009), a Mata Atlântica ainda possui alta diversidade de espécies arbóreas, sendo superior às observadas em alguns trechos de floresta amazônica (SILVA; LEITÃO FILHO, 1982). Esta diversidade de espécies, muitas delas endêmicas, associada a alto nível de degradação, fizeram com que a Mata Atlântica fosse incluída na lista dos *Hotspots* mundiais, que, juntamente com outros 24 biomas, configuram áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade ali presente (MYERS et al., 2000).

A rica biodiversidade das florestas atlânticas se dá devido a um conjunto de variáveis climáticas e geográficas que a difere da maioria das florestas tropicais espalhadas pelo mundo (MÜLLER, 1973; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000), com grandes variações de temperatura (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005), grande extensão latitudinal, apesar de já ter sido muito maior antes do descobrimento do Brasil, e variação longitudinal, sendo as florestas do interior significativamente diferente das florestas do litoral (RIZZINI, 1997) e topografia que pode variar do nível do mar até 2700 m de altitude (BUZZETTI, 2000). Além disso, as elevadas latitudes (região Sul) e altitudes (região Sudeste) podem favorecer a ocorrências de temperaturas negativas.

2.1.1. Florestas Nebulares

As formações florestais que se encontram nas maiores elevações deste domínio fitogeográfico recebem o nome de Florestas Nebulares, devido à presença da cobertura de nuvens durante grande parte do ano, inclusive no período seco (FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995; FONTES, 1997; HUECK, 1956; WEBSTER, 1995). São classificadas também como Florestas Ombrófilas Densas Altomontana (IBGE, 2012). No Brasil, são encontradas nas cordilheiras da Serra do Mar e da Serra Mantiqueira, mas não possuem uma altitude definida, podendo variar entre 1000 e 2500 m (WALTER, 1986).

As florestas nebulares são ecossistemas florestais raros, representando no continente americano e no mundo, uma fração de, respectivamente, 1,2 e 2,5% das florestas tropicais (BUBB et al., 2004). Rara também é a condução de estudos florísticos e fitossociológicos nestes ambientes (MARIANO et al., 2019), em função do difícil acesso a estas florestas, o que eleva o custo das pesquisas de dinâmica realizadas em intervalos curtos de tempo (anualmente e/ou bianualmente).

2.2. Prognose em florestas nativas

O estudo da prognose em florestas nativas, contudo em florestas nativas brasileiras, têm apresentado boa acuracidade na predição da estrutura diamétrica quando comparados os valores estimados com os reais das florestas, obtendo erros admissíveis (AUSTREGÉSILO et al., 2004; EBLING et al. 2012; LANA et al., 2015; STEPKA et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2007; VASCONCELOS et al., 2009).

Há também trabalhos que testam diferentes amplitudes temporais na prognose. Por exemplo, Lana et al. (2015) mostraram que a maior acuracidade na prognose em sua área de estudo – Floresta Ombrófila Mista, em São João do Triunfo, PR – foi obtida para intervalos temporais de dois anos, enquanto que Ebling et al. (2012), para uma mesma tipologia florestal, no Rio Grande do Sul, obtiveram as melhores estimativas totais para uma amplitude de quatro anos.

2.2.1. Cadeia de Markov

A Cadeia de Markov é um processo estocástico e, quando aplicada à prognose florestal, assume que uma árvore, em uma determinada classe de diâmetro, tem probabilidade de mover-se para outra classe, dependendo apenas do seu estado atual (VANCLAY, 1995). Desta forma, para a utilização deste modelo é necessário que se separe a população florestal em classes de diâmetro e que exista transição de uma classe para outra com o passar do tempo, onde cada indivíduo poderá permanecer na mesma classe, crescer para a classe seguinte ou morrer (ENRIGHT; OGDEN, 1979; VANCLAY, 1995).

Os elementos da Cadeia de Markov, de acordo com Sanguetta et al. (2001), permitem interpretações numéricas objetivas na mudança da vegetação. Nas florestas plantadas, ou mesmo nas florestas temperadas do hemisfério norte, a idade é uma variável importantíssima para este estudo, além de fácil obtenção. Contudo, Enright e Odgen (1979) afirmam que, para florestas tropicais, o conhecimento da área basal pode ser mais importante do que a idade, pois é ecologicamente mais informativa e mais facilmente obtida.

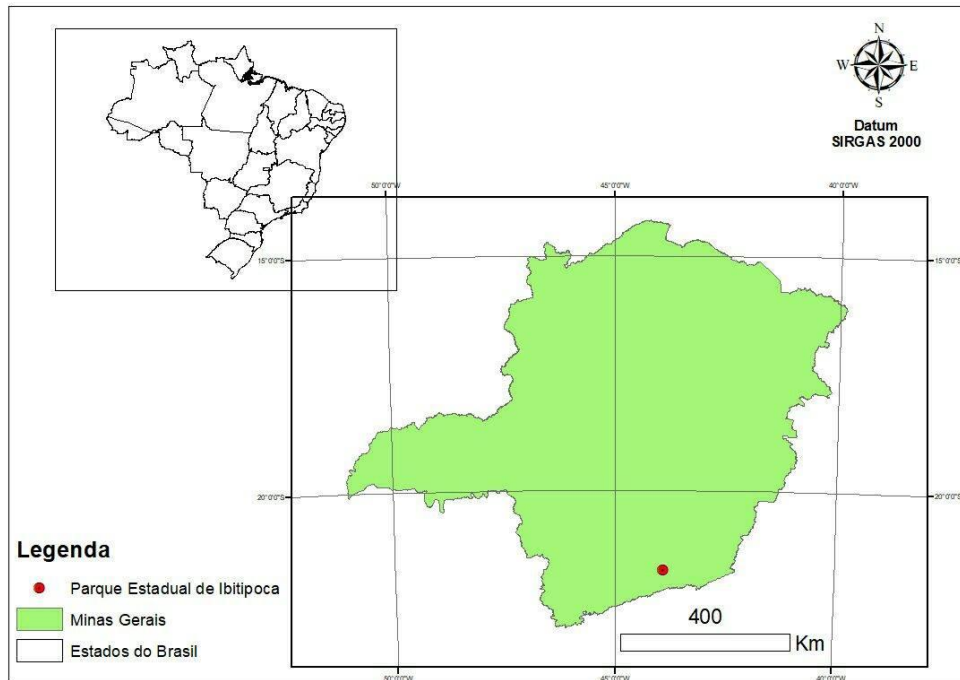
3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O Parque Estadual do Ibitipoca (PEI), cuja localização está representada na Figura 1, é uma Unidade de Conservação de proteção integral criada em 4 de julho de 1973 (IEF, 1994). A região do PEI se encontra mais elevada topograficamente que o seu arredor, devido à sua evolução geológica e geomorfológica, propiciando o surgimento de um mosaico de fitofisnomias diversas, contendo Cerrado, Campo Rupestre, Campo de Altitude, além de diversas tipologias de florestas (BENTO; RODRIGUES, 2013). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cwb (mesotérmico úmido), caracterizado por invernos secos e verões amenos (SÁ JÚNIOR et al., 2012). A precipitação e temperatura média anual são em torno de 2200 mm e 18,9 °C, respectivamente (CETEC, 1983; TARIFA, 2002), com altitudes variando entre 1350 a 1700 m (MENINO, 2013).

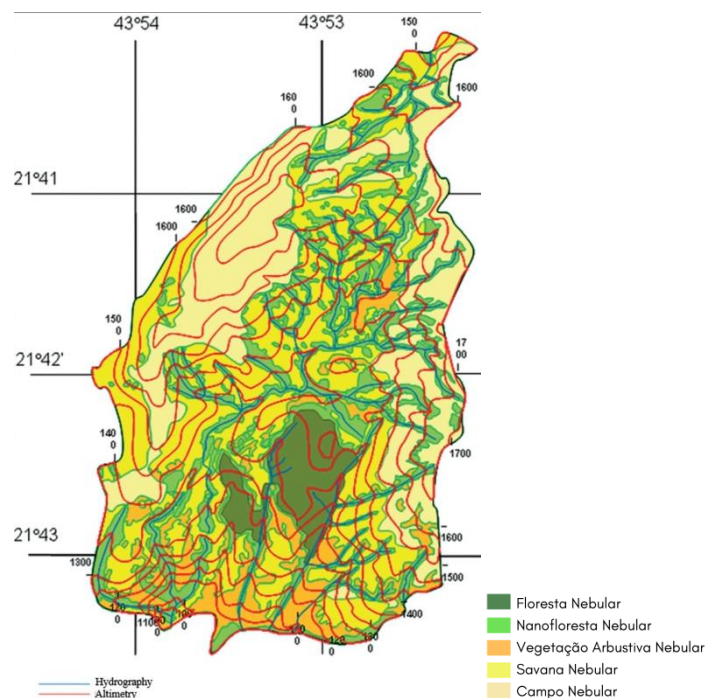
Este estudo foi conduzido em um fragmento florestal com área de 94 hectares, situado dentro dos limites do PEI. Com altitude variando entre 1400 e 1500 m, e com as coordenadas do seu ponto central 21°42'36'' S e 43°53'08'' O (Figura 2), o fragmento é classificado como Floresta Nebular, segundo Hamilton et al. (2011), e também pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa Altomontana, segundo IBGE (2012).

Figura 1 – Localização geográfica do Parque Estadual de Ibitipoca (PEI), sudeste do Brasil.



Fonte: Do autor (2019)

Figura 2 – Localização geográfica do Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste do Brasil, com ênfase na sua fitofisionomia, hidrografia e altimetria.



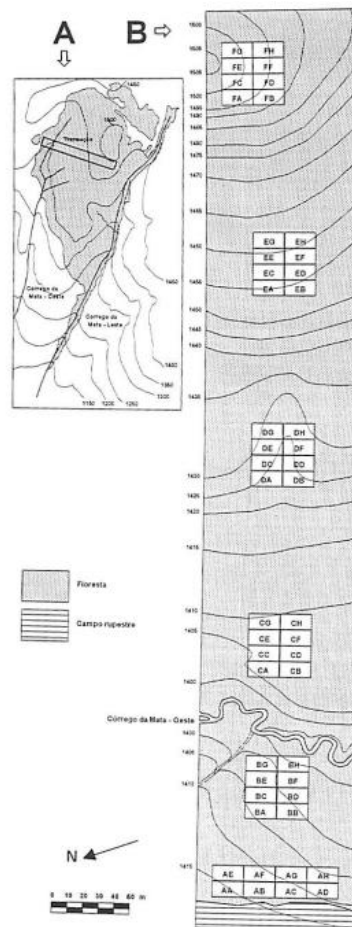
Fonte: Carvalho, Neto e Salimena (2019)

3.2. Coleta de dados

O primeiro levantamento fitossociológico nesta floresta ocorreu entre maio de 1995 e junho de 1996, em que foram distribuídas 48 parcelas de 10 x 20 m (200 m²), totalizando uma amostra de 0,96 hectares ao longo de uma transeção amostral. As parcelas foram alocadas em seis blocos de 2 x 4 unidades (Figura 3). Em cada parcela foram coletados e identificados todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com diâmetro à altura de 1,30 m do solo (D_{1,3}) maior ou igual a 5 cm.

O acompanhamento da dinâmica destas florestas ocorreu em uma amplitude temporal de, aproximadamente, cinco anos, onde foram realizadas novas medições do DAP nestas mesmas 48 parcelas, atualizando também os táxons à medida que estes sofreram alterações em cada *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016).

Figura 3 – (A) Situação da transeção amostral no interior de uma Floresta Nebular do sudeste do Brasil. (B) Mapa planialtimétrico indicando a disposição das parcelas no interior da transeção amostral.



Fonte: Fontes (1997).

Para este estudo, foram realizadas medições (inventários de monitoramento) nos anos de 1995, 2000 e 2005. Na primeira, em 1995, foram mensurados todos os fustes com $D_{1,3}$ maior ou igual a 5 cm. O mesmo foi feito para o ano 2000, além da inclusão de novos fustes que atingiram o $D_{1,3}$ mínimo de 5 cm (Recrutamento). Também foram contabilizados os fustes que morreram no período entre 1995 e 2000 (Mortalidade).

A análise se deu com base nos fustes (e não nos indivíduos), pois para os indivíduos perfilhados, o $D_{1,3}$ equivalente, calculado pela raiz quadrada da soma de quadrado dos diâmetros dos fustes, é uma estimativa. Desta forma, não houve estimativas (prognose) em cima estimativas ($D_{1,3}$ equivalente).

O mais importante para a Cadeia de Markov é a distribuição da variável de interesse por classes diamétricas que, para este estudo, tratamos da área basal. O crescimento da floresta foi analisado por meio dos seguintes parâmetros:

- a) Número de fustes, contabilizados em 1995 e 2000, em todas as parcelas;
- b) Área seccional dos fustes, em m^2 , calculada a partir dos dados de $D_{1,3}$ coletados nos anos 1995 e 2000;
- c) Área basal dos fustes e da floresta, em $m^2.ha^{-1}$, foi estimada através da razão da área seccional pela área amostrada;
- d) Mortalidade: obtida pela diferença entre o número de fustes mortos no ano 2000 pela abundância de fustes referente ao ano de 1995;
- e) Recrutamento: foram considerados recrutas todos os fustes que na segunda medição (2000) passaram a apresentar $D_{1,3} \geq 5$ cm. Foi obtido pela diferença entre o número de fustes ingressantes no período observado e a abundância referente ao número de fustes já existentes em 1995.

3.2.1. Outras informações relevantes

Por meio de comunicação pessoal, obteve-se a informação de que a área de estudo não sofre com incidência de incêndios florestais deste 1965. Contudo, foram encontrados dentro de algumas parcelas bambus do gênero *Merostachys*, ocupando clareiras de tamanhos variados.

3.3. Cadeia de Markov

A população foi dividida em classes de diâmetro com amplitude de 5 cm, totalizando 15 classes. As probabilidades de transição para cada intervalo de medição foram obtidas dividindo-se o somatório da área basal que morreu, mudou de classe ou permaneceu na mesma classe pelo valor total da área basal naquela classe no início do período de crescimento.

A distribuição diamétrica do povoamento, a ser projetada do tempo t para $t+\theta$, e a situação do povoamento no tempo $t+\theta$ podem ser totalmente determinadas pela situação no tempo t e pelo ingresso ocorrido no intervalo de tempo em que se usou o modelo em sua forma matricial (AZEVEDO; SOUZA; JESUS, 1995):

$$G = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots & c_n & b_n & a_n \end{bmatrix}$$

Em que: a_i = a probabilidade de determinada área basal que está viva numa classe de diâmetro i , no tempo t , permaneça viva na mesma classe de diâmetro i , no tempo $t+\theta$; b_i = probabilidade de determinada área basal que está viva na classe de diâmetro $i-1$, no tempo t , esteja viva e na classe de diâmetro i , no tempo $t+\theta$; c_i = probabilidade de determinada área basal que está viva na classe de diâmetro $i-2$, no tempo t , esteja viva e na classe de diâmetro i , no tempo $t+\theta$ e θ = período de crescimento entre t_0 e t_1 .

A área basal final do período de crescimento, em cada classe de diâmetro (AZEVEDO et al., 1994) é dado pela equação matricial de Chapman-Komogorov:

$$Y_{t+\theta} = G(Y_0) + C_1 \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} y_{1t+\theta} \\ y_{2t+\theta} \\ y_{3t+\theta} \\ y_{4t+\theta} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ y_{nt+\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & c_n & b_n & a_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ y_{3t} \\ y_{4t} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ y_{nt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{I}_t \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

Em que: $Y_{t+\theta}$ = vetor coluna da área basal por classe de diâmetro, depois de decorrido um período (θ); G = matriz de probabilidade de transição; Y_{it} = vetor coluna da área basal por classe de diâmetro, no tempo zero; e C_1 = vetor coluna da área basal que ingressou durante um período.

3.4. Teste Qui-quadrado de Pearson

O Teste Qui-quadrado compara a distribuição de frequência observada com a estimada, avaliando se as proporções observadas destes eventos mostram ou não diferenças significativas ou se as amostras diferem significativamente quanto às proporções desses acontecimentos (MARQUES, 2003).

A distribuição diamétrica da floresta foi a variável principal e os anos de 1995 e 2000 foram utilizados para fazer previsões da área basal da população para o ano de 2005. Como existe a medição real do ano de 2005, foi aplicado o Teste Qui-quadrado de Pearson para avaliar a hipótese, utilizando o software Excel.

4. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a matriz de transição G, que indica as proporções de áreas basais que irão morrer, permanecer ou se movimentarem para um próximo estado.

Tabela 1 – Matriz de probabilidade de transição da área basal, no período de 1995 e 2000, para a comunidade arbórea amostrada em uma Floresta Nebular situada no Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste do Brasil.

CD	5 – 10	10 – 15	15 – 20	20 – 25	25 – 30	30 – 35	35 – 40	40 – 45
5 – 10	0,751	0,002						
10 – 15	0,149	0,799						
15 – 20		0,129	0,758					
20 – 25			0,193	0,737				
25 – 30				0,228	0,655	0,033		0,084
30 – 35					0,195	0,743		
35 – 40						0,183	1,000	
40 – 45								0,494
45 – 50								0,422
50 – 55								
55 – 60								
60 – 65								
65 – 70								
70 – 75								
75 –								
M	0,100	0,070	0,049	0,035	0,150	0,041	0,000	0,000

CD	45 – 50	50 – 55	55 – 60	60 – 65	65 – 70	70 – 75	75,0 –
5 – 10							
10 – 15							
15 – 20							
20 – 25							
25 – 30							
30 – 35							
35 – 40							
40 – 45							
45 – 50	0,605						
50 – 55	0,317	0,733	0,120				
55 – 60		0,267	0,880				
60 – 65				0,327			
65 – 70				0,673	0,474		
70 – 75						1,000	
75 –							1,000
M	0,078	0,000	0,000	0,000	0,526	0,000	0,000

CD: Classes de diâmetro; M: Mortalidade.

Fonte: Do autor (2019)

Para melhor entendimento, pode-se afirmar que existe a probabilidade de 75,1% da área basal total da primeira classe (5–10 cm) permanecer nela, enquanto 14,9% pode se mover para a classe seguinte. Assim, a classe 10,0–15,0 cm pode receber, em um intervalo de cinco anos, 14,9 % da área basal que estava na classe anterior e que, por sua vez, também perdeu, nestes mesmos cinco anos, 12,9% da sua área basal para a classe 15,0–20,0 cm.

As classes com maiores probabilidades de permanência, seguidas dos seus respectivos percentuais, são 75– (100%), 70–75 (100%), 35–40 (100%) e 55–60 (88%); as classes em que há maior probabilidade de mudança para a classe seguinte são 60–65 (67,3%) e 40–45 (42,2%); e as classes em que há maior probabilidade de mortalidade são as classes 65–70 (52,6%), 25–30 (15%) e 5–10 (10%). Existe também a probabilidade de regressão para a classe anterior, como previsto para a classe 55–60 (12%).

A Tabela 2 apresenta os valores de área basal observados em cada ano inventariado, a estimada deste mesmo parâmetro para o ano de 2005, além dos valores parciais de total de χ^2 pelo Teste Qui-quadrado de Pearson.

Tabela 2 – Área Basal observada (G_{obs}) em cada ano e a estimativa (G_{est}) para o ano de 2005, utilizando a Cadeia de Markov, para a comunidade arbórea amostrada em uma Floresta Nebular situada no Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste do Brasil.

CD	G_{obs} 1995 ($m^2 \cdot ha^{-1}$)	G_{obs} 2000 ($m^2 \cdot ha^{-1}$)	G_{obs} 2005 ($m^2 \cdot ha^{-1}$)	G_{est} 2005 ($m^2 \cdot ha^{-1}$)	χ^2
5 – 10	4,12	4,34	4,33	3,80	0,07
10 – 15	4,34	4,83	4,71	4,17	0,07
15 – 20	3,88	3,96	3,99	3,50	0,07
20 – 25	3,08	3,35	3,49	3,02	0,07
25 – 30	2,52	2,81	2,30	2,58	0,03
30 – 35	2,43	2,45	3,22	2,29	0,37
35 – 40	1,56	2,19	1,72	2,00	0,04
40 – 45	1,83	0,93	1,49	0,90	0,39
45 – 50	2,41	2,38	2,41	2,23	0,01
50 – 55	1,80	2,46	2,02	2,34	0,05
55 – 60	2,14	2,43	2,14	2,37	0,02
60 – 65	0,97	0,34	0,31	0,32	0,00
65 – 70	0,74	1,10	1,10	1,00	0,01
70 – 75	0,86	0,86	0,88	0,86	0,00
75 –	4,69	4,84	4,85	4,69	0,01
Total	37,35	39,25	38,94	36,06	1,2

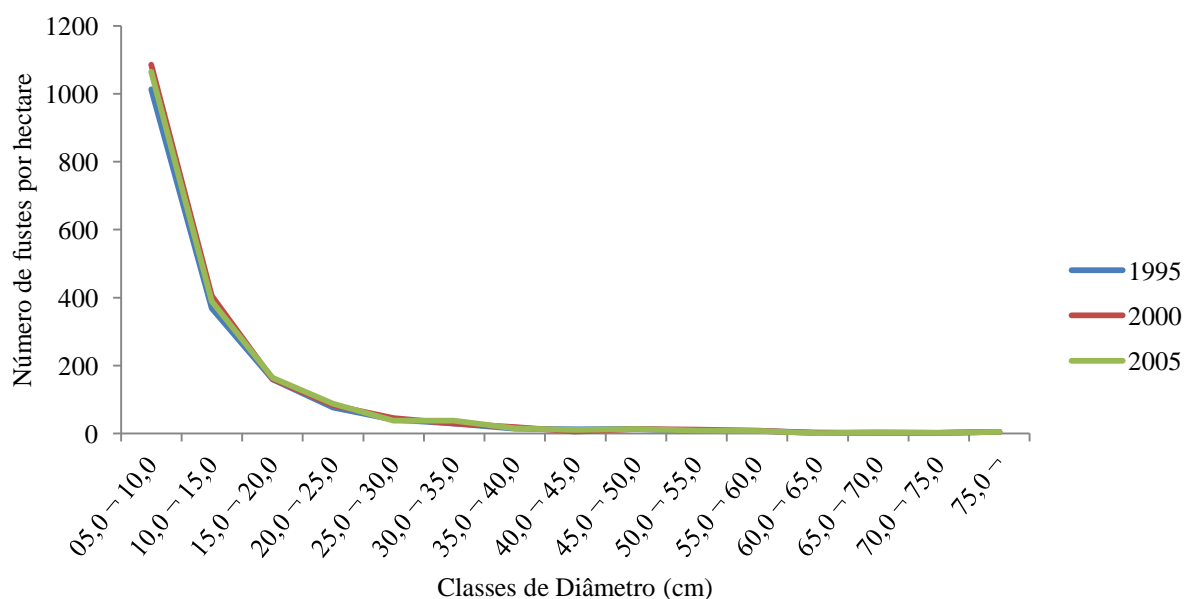
CD: Classes de Diâmetro; Gobs: área basal observada; Gest: área basal estimada; X²: Teste Qui-Quadrado de Pearson.

Fonte: Do autor (2019)

O Teste Qui-quadrado de Person (χ^2) confirma a hipótese inicial de que não há diferenças significativas entre a área basal observada e a estimada para o ano de 2005 ($1,2 \chi^2_{\text{calculado}} < 4,66 \chi^2_{\text{tabelado}}$), em nível de 99% de confiança. A área basal total apresentou decréscimo nos valores estimados para o ano de 2005, considerando que foi este parâmetro foi crescente entre 1995 e 2000, anos dos inventários utilizados na confecção da matriz. Contudo, a redução também foi confirmada através do inventário realizado em 2005.

A estrutura diamétrica da floresta na forma de *J-invertido* ocorreu em todos os anos observados (Figura 4), sendo o esperado para florestas nativas com regeneração em fluxo contínuo (ORELLANA et al., 2017). É notável também a estabilidade do número de fustes por classes em diâmetro nos períodos entre 1995 e 2005, principalmente nas maiores classes.

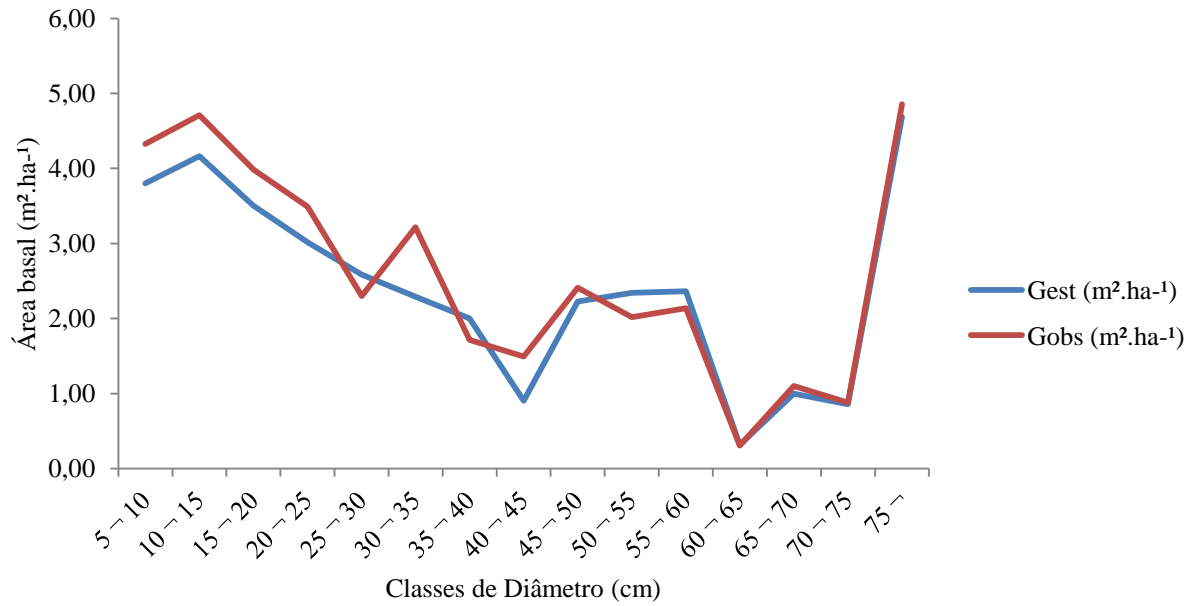
Figura 4 – Densidade de fustes observados nos anos de 1995, 2000 e 2005 para a comunidade arbórea amostrada em uma Floresta Nebular situada no Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste do Brasil.



Fonte: Do autor (2019)

A Figura 5 evidencia comportamento similar, baseado no Teste Qui-quadrado de Pearson, ao longo das classes entre os resultados das medições das áreas basais e suas projeções.

Figura 5 – Valores de área basal estimada (G_{est}) e observada (G_{obs}) em $m^2 \cdot ha^{-1}$ para o ano de 2005, através do uso da Cadeia de Markov para a comunidade arbórea amostrada em uma Floresta Nebular situada no Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste do Brasil.



Fonte: Do autor (2019)

5. DISCUSSÃO

Santos et al. (dados não publicados) estudaram amplitudes temporais de dois anos em Floresta Ombrófila Densa, obtendo precisão na sua prognose, porém detectando uma dinâmica pouca intensa. Isso pode significar que a amplitude temporal da matriz no referido trabalho talvez precisasse contemplar um intervalo de tempo maior. Entretanto, também encontramos resultados similares mesmo trabalhando com projeções em um intervalo de cinco anos na construção da matriz, um dos maiores já estudados para florestas nativas no Brasil. Tal estabilidade pode ser consequência de um lento processo de dinâmica, em função da altitude na qual a floresta se encontra, promovendo menor crescimento das árvores (CARVALHO, 2010).

Menino (2013) verificou que nas florestas nebulares do Parque Estadual de Ibitipoca não houve equilíbrio nas taxas de perda e ganho de área basal entre os anos de 1995 e 2005, mas sim um pico de recrutamento em um período e um pico de mortalidade no outro, o que pode afetar o uso da Cadeia de Markov com precisão.

Algumas possibilidades de distúrbio podem ser discutidas. Primeiramente, buscamos entender o histórico do fogo na área estudada, pois, segundo Sambuichi (1991), o fogo pode causar baixo recrutamento de espécies lenhosas, reduzindo a densidade arbórea e, conseqüentemente, parâmetros como área basal e volume da população. Contudo, não há registros de fogo na Mata Grande desde 1965 (Menino, 2013).

Outra possível causa do distúrbio são os bambus, que são os maiores e os mais bem sucedidos organismos pertencentes à família Poaceae nas florestas tropicais (SENDULSKY, 1997; APG IV, 2016). Bambus florescem em intervalos que variam de três a 120 anos, com floração e frutificação simultânea de todos os indivíduos da espécie (WIDMER, 1998), produzindo grandes quantidades de sementes até a morte sincronizada deles (JANZEN, 1976). Encerrada a floração simultânea, a dinâmica das clareiras dependerá totalmente do estabelecimento e crescimento dos bambus que emergem no ano seguinte (LI et al., 2006).

A presença de bambus do gênero *Merostachys* ocupando clareiras de tamanhos variados foi detectada nas florestas nebulares de Ibitipoca por Fontes (1997) e discutido também por Menino (2013) em seu trabalho. Este gênero, em especial, floresce, frutifica e morre em períodos de aproximadamente 32 anos, segundo Oliveira-Filho et al. (1995). Negrelle e Veiga (2015) afirmaram que o início massivo dos florescimentos e, conseqüentemente, da mortalidade, se deu no ano de 2003. Para as florestas estudadas, a

morte do bambu ocorreu no ano de 2004 (M A L FONTES, comunicação pessoal), influenciando nos parâmetros do inventário florestal realizado em 2005, ano em que possivelmente começaram a emergir.

Os bambus, devido ao seu rápido crescimento, interferem na luminosidade que chega ao subdossel, gerando sombra, afetando o crescimento e o desenvolvimento dos indivíduos arbóreos regenerantes e causando sua mortalidade (MAROD et al., 1999). Além disso, o gênero *Merostachys*, vulgarmente chamado de taquara-lixia, apresenta capacidade de recolonizar as áreas abertas após o evento sincrônico de mortalidade (NEGRELLE; VEIGA, 2015).

Entretanto, os resultados obtidos sugerem que algum distúrbio possa ter ocorrido entre os anos de 1995 e 2000, pois a prognose para o ano de 2005 também previu um decréscimo da área basal total. Além disso, a predição dos valores para o ano de 2005 não capta o período de mortalidade dos bambus (que ocorreu entre 2004 e 2005), pois a Cadeia de Markov utiliza apenas o intervalo entre a primeira e a segunda medição. Arce et al. (1997) questionam um aspecto importante da matriz de transição, que é a suposição de que as probabilidades, uma vez calculadas e inseridas na matriz, permanecerão constantes ao longo de toda a vida da floresta. Então, a previsão de uma área basal menor para o ano de 2005 pode ter ocorrido em função da grande perda de área basal (mortalidade) que ocorreu nas classes 40,0–45,0 e 60,0–65,0 cm. Sendo assim, o modelo aplicado utiliza esta taxa de perda como um valor constante a cada período de cinco anos.

O El Niño é um fenômeno oceânico-atmosférico que afeta o clima regional e global, mudando a circulação geral da atmosfera. Também é responsável por períodos de intensas chuvas ou intensas secas (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007). Seus efeitos na região sudeste do Brasil são a intensificação das chuvas e o aumento da temperatura média no inverno. A temperatura média, como destacada por Pompeu (2015) é o mais importante dos filtros nos ambientes nebulares, diminuindo 1,2°C a cada variação de 200 metros de altitude. Nos anos de 1997 e 1998 houve o acontecimento do fenômeno El Niño no Brasil, com intensidade forte (CPTEC/INPE, 2008), o que pode ter ocasionado mudanças na temperatura média da floresta e, conseqüentemente, a colonização destas áreas por espécies altamente competitivas e de rápido crescimento que estavam situadas nas cotas altimétricas inferiores.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho visa iniciar, mas também subsidiar, os estudos de prognose em florestas nebulares, cujo foco pode ser direcionado para parâmetros provenientes de variáveis dendrométricos ou, até mesmo, biomassa e carbono.

A prognose da área basal através da aplicação da Cadeia de Markov foi precisa para a floresta estudada, considerando uma amplitude temporal de cinco anos. Entretanto, a amplitude temporal de cinco anos não contempla de maneira precisa fatores que influenciam a dinâmica desta floresta. Devido à sua dinâmica pouco intensa é necessário realizar o estudo da prognose construindo matrizes com amplitudes temporais maiores. Além disso, distúrbios ambientais que alteram drasticamente o ritmo da dinâmica da floresta afetam a prognose pelo método da Cadeia de Markov.

REFERÊNCIAS

- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, 2016, v. 181, p. 1-20, 10, jan. 2016.
- ARCE, J. E.; PIZATTO, W.; SANQUETTA, C. R.; WENDLING, J. L. G.; MAESTRI, R. Utilização das matrizes de transição na avaliação e simulação precoce do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Floresta**, Curitiba, v.27, n.1/2, p. 83-98, 1997. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v27i12.2299>.
- AUSTREGÉSILO, S. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. da; SOUZA, A. L. de; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, E. de S. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional semidecidual secundária. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 227-232, 2004.
- AZEVEDO, C. P.; SOUZA, A. L.; CAMPOS, J. C. C.; PAULA JÚNIOR, G. G. Predição da distribuição diamétrica de povoamentos florestais inequiano pelo emprego da matriz de transição. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n.3, p. 179-193, 1994.
- AZEVEDO, C. P.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Um modelo de matriz de transição para prognose de crescimento de povoamento natural remanescente de Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 167-199, 1995.
- BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. Geoturismo em Unidades de Conservação: uma nova tendência ou uma necessidade real? **Revista do Departamento de Geografia - USP**, São Paulo, v. 25, p. 77-97, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2013.0025.0005>
- BORLAUG, N. E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. **In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant**, v. 38, n. 2, p. 221-228, mar./apr., 2002. DOI: 10.1079/1VP2001279
- BUBB, D. H.; THOM, T. J., LUCAS, M. C. Movement dispersal of the invasive signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in upland rivers. **Freshwater Biology**, v. 49, n.3, p. 357-368, 2004.
- BUZZETTI, D. R. C. Distribuição altitudinal de aves em Angra dos Reis e Parati, sul do Estado do Rio de Janeiro. In: ALVES, M. A. S.; SILVA, J. M. C.; VAN SLUYS, M.; BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D. (Orgs.). **A ornitologia no Brasil: pesquisa atual e perspectivas**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2000. p. 131-148.
- CARVALHO, F. A. Síndromes de dispersão de espécies arbóreas de florestas ombrófilas submontanas do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1017-1023, 2010.
- CARVALHO, L. M. T.; SCOLFORO, J. R. S. (Eds.). **Inventário Florestal de Minas Gerais - Monitoramento da Flora Nativa 2005-2007**. Lavras: Ed. UFLA, 2008. 357 p.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - CPTEC/INPE. **El Nino e La Nina**. Disponível em: http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml. Acesso em: 21 nov. 2019.

EBLINGI, A. A.; WATZLAWICKI, F. L.; RODRIGUES, A. L.; LONGH, S. J.; LONGHI, R. V.; ABRÃO, S. F. Acuracidade da distribuição diamétrica entre métodos de projeção em Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1020-1026, jun. 2012.

ENRIGHT, N.; ODGEN, J. Applications of Transition Matrix Models in Forest Dynamics: Araucaria in Papua New Guinea and Nothofagus in New Zealand. *J. of Ecology*, v. 4, n. 1, p. 3-23, 1979. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1979.tb01195.x>

FALKENBERG, D. B.; VOLTOLINI, J. C. The montane cloud forest in southern Brazil. In: HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N. (Eds.). **Tropical montane cloud forests**. New York: Springer Verlag, 1995. p. 138-149.

FONTES, M. A. L. **Análise da composição florística das florestas nebulares do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil**. 1997. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

FONTES, M. A. L. **Dinâmica de comunidades arbóreas de florestas altimontanas de Minas Gerais**. 2008. 83 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC, 1983. 158p., il.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica; período de 1995-2000**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, 2002. 45 p.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: _____. (Eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Belo Horizonte: Conservação Internacional. 2005. p. 3-11.

HAMILTON, L. S.; JUVIK, J. O.; SCATENA, F. N (Eds.). **Tropical montane cloud forests: Science for Conservation and Management**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. 768 p.

HUECK, K. **Mapa fitogeográfico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Boletim Paulista de Geografia, v. 22, p. 19-25. 1956.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: sistema fitogeográfico; inventário das formações florestais e campestres; técnicas e manejo de coleções botânicas; procedimentos para mapeamentos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2. ed., rev. e aum., 2012. 275 p.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF. **Parque Florestal Estadual do Ibitipoca (apostila)**. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 1994. [S. n.].

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Ocorrência de El Niño**. Disponível em: http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml. Acesso em: 20 nov. 2019.

JANZEN, D. H. Why bamboos wait so long to flower. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v. 7, p. 347-391, 1976.

LANA, M. D.; NETTO, S. P.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; EBLING, A. A. Prognose da Estrutura Diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 71-78, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.072914>

MARIANO, R. F.; MENDES, C. N.; BIONDI, M.; POMPEU, P. V.; MOURA, A. S.; MACHADO, F. S.; SANTOS, R. M. DOS; FONTES, M. A. L. Myrtaceae em uma Floresta Tropical Montana Nebular na Serra da Mantiqueira, sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, T. DE A.; LEANDRO NETO, J.; GALVÃO, D. O. (Orgs.). **Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 5**. Ponta Grossa: Atena Editora, v. 5, 2019. p. 172-180. DOI 10.22533/at.ed.31619160420

MAROD, D.; KUTINTARA, U.; YARWUDHI, C.; TANAKA, H.; NAKASHISUKA, T. Structural dynamics of a natural mixed deciduous forest in western Thailand. **Journal of Vegetation Science**, v. 10, n. 6, p. 777-786, 1999. DOI: <https://doi.org/10.2307/3237302>

MARQUES, J. M. **Estatística**: cursos de engenharia. Curitiba: UFPR, 2003. 191p.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia**: Noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficinas de Textos, 2007. 206 p.

MENINO, G. C. de O. **Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta nebulosa na Serra de Ibitipoca, Minas Gerais**. 2013. 64 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MÜLLER, P. **The dispersal centers of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm**. A Study in the evolution of the neotropical biota and its native landscapes. [S. l.]: Junk, The Hague, 1973. 244 p., il.

MYERS, N; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, feb. 2000.

NEGRELLE, R. R. B.; VEIGA, F. H. Dinâmica de regeneração de *Merostachys skvortzovii* Send. em remanescente de Floresta com Araucária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p. 1198-1204, jul. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr6428>

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, Hoboken, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x>

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de matas ciliares do alto médio Rio Grande**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 27p.

ORELLANA, E; FIGUEIREDO FILHO, A.; PÉLLICO NETTO, S.; DIAS, A. N. Métodos de ajuste e procedimentos de seleção de funções probabilísticas para modelar a distribuição diamétrica em floresta nativa de Araucária. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.3, p.969-980, jul.-set., 2017.

PIERANTI, O. P.; SILVA, L. H. R. A questão amazônica e a política de defesa nacional. **Caderno EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, 2007.

POMPEU, P.V. **Modelagem da distribuição das Florestas Atlânticas Nebulares na Serra da Mantiqueira**. 2015. 59 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

RIBEIRO, M., C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. DOI: doi:10.1016/j.biocon.2009.02.021

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997. 747 p.

SÁ JÚNIOR, A. DE; CARVALHO, L. G. DE; SILVA, F. F. DA; ALVES, M. DE C. Application of the Koppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, p. 1-7, 2012. DOI: 10.1007/s00704-011-0507-8

SAMBUICHI, R. H. R. **Efeitos de longo prazo do fogo periódico sobre a fitossociologia da camada lenhosa de um cerrado em Brasília, DF**. 1991. 144 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1991.

SANQUETTA, C. R.; ANGELO, H.; BRENA, D. A.; MENDES, J. B. Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com matriz Markoviana de potência. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 23-26, 1995.

SANQUETTA, C. R.; CUNHA, U. S. da; WATZLAWICK, L. F.; CAMPOS, M. L. B. Projeção da distribuição diamétrica de fragmentos de florestas semicidúas com matriz de transição. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 3, n. 1, p. 75-85, jan./jul. 2001.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 393 p.

SENDULSKY, T. Twelve new species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) from Brazil. **Novon**, v. 7, n.3, p. 285-307, 1997.

SILVA, A. F.; LEITÃO FILHO, H. F. Composição florística e estrutura de um trecho da mata atlântica de encosta no município de Ubatuba (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 5, p. 43-52, 1982.

STEPKA, T. F.; DIAS, A. N.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; SAWCZUK, A. R. Prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista com os métodos

razão de movimentos e matriz de transição. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n.64, p. 327-335, 2010. DOI: 10.4336/2010.pfb.30.64.327

TARIFA, J. R. **Os climas nos maciços litorâneos da Juréia-Itains: um ensaio de ritmanálise**. 2002. 477 p. Tese (Doutorado em Filosofia, Letras e Ciências Humanas) – São Paulo, Universidade de São Paulo, 2002.

TEIXEIRA, L. M.; Chambers, J. Q.; Silva, A. R. e; Lima, A. J. N.; Carneiro, V. M. C.; Santos, J. dos; Higuch, 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**, v., 37, n.3, p. 377-384, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000300009>

VANCLAY JK. Growth models for tropical forests: a synthesis of models and methods. **Forest Science**, v. 41, n.1, p. 7-42, 1995.

VASCONCELOS, S. S.; HIGUCHO, N.; OLIVEIRA, M. V. N. Projeção da distribuição diamétrica de uma floresta explorada seletivamente na Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, v. 39, n.1, p. 71-80, 2009.

WALTER, H. **Vegetação e Zonas Climáticas**. São Paulo: E.P.U., 1986. 325 p.

WEBSTER, G.L. The panorama of Neotropical cloud forests. In: CHURCHILL, S.P.; BALSLEV, H.; FORERO, E.; LUTEYN, J. L. (Eds.). **Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests**. New York: The New York Botanical Garden, 1995. p.53-77.

WIDMER, Y. Flowering phenology of Chusquea bamboo with special to *Chusquea talamancensis* in Costa Rica. **The Journal of the American Bamboo Society**, v.1, n.2, p.1-20, 1998.

ZHAO-HUA, L.; DENICH, M.; BORSCH, T. Simultaneous flowering of umbrella bamboo (*Fargesia murieliae*) at its native home in Central China. **Journal of Forestry Research**, Beijing, v.17, n.4, p.293-297, 2006. DOI: 10.1007/s11676-006-0067-4