



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS



ANDERSON PEDRO BERNARDINA BATISTA

**DINÂMICA E PREDIÇÃO DA ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE DOIS FRAGMENTOS
DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL**

Recife - Pernambuco
2014

ANDERSON PEDRO BERNARDINA BATISTA

**DINÂMICA E PREDIÇÃO DA ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE DOIS FRAGMENTOS
DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientadora:

Prof^a. Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal

Coorientadores:

Prof^o. Ph.D. José Antonio Aleixo da Silva

Dr. Francisco Tarcísio Alves Junior

Recife - Pernambuco
2014

Ficha catalográfica

B326d Batista, Anderson Pedro Bernardina
 Dinâmica e predição da estrutura diamétrica de dois
 fragmentos de floresta atlântica no nordeste do Brasil /
 Anderson Pedro Bernardina Batista. – Recife, 2014.
 76 f. : il.

 Orientadora: Maria Jesus Nogueira Rodal.
 Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) –
 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
 de Ciência Florestal, Recife, 2014.
 Referências.

 1. Crescimento 2. Markov 3. Monitoramento
 4. Projeção I. Rodal, Maria Jesus Nogueira, orientadora
 II. Título

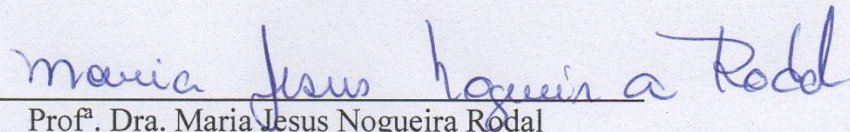
CDD 634.9

ANDERSON PEDRO BERNARDINA BATISTA

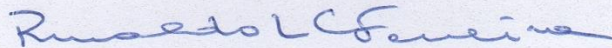
**DINÂMICA E PREDIÇÃO DA ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE DOIS
FRAGMENTOS DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL**

Aprovada em 17 de fevereiro de 2014.

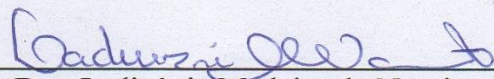
Banca examinadora:



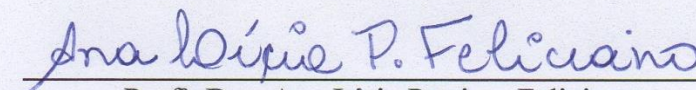
Prof.^a. Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal
(Orientadora - Departamento de Biologia/UFRPE)



Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira
(Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)



Dra. Ladvânia Medeiro do Nascimento
(Jardim Botânico/Prefeitura do Recife)



Prof.^a. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano
(Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)

Recife – Pernambuco
2014

A minha mãe Mariana das Graças Bernardina
Batista pela educação e por me orientar e
incentivar nessa jornada. E aos meus irmãos
Andres, Suzane e Júnior pela união, apoio,
respeito, amizade e afeto.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre guiar meus caminhos, me manter forte e com saúde.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela estrutura oferecida.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais (PPGCF-UFRPE) que oportunizou a realização desse trabalho.

Aos professores do PPGCF-UFRPE: Maria Rodal, José Aleixo, Rinaldo Ferreira, Luiz Carlos Marangon, Ana Licia Feliciano, Tarcísio Alves Jr., José Ferraz (*in memoriam*)...pela troca de conhecimentos.

Em especial a Professora Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal pela orientação, ensinamentos, respeito, confiança, paciência, incentivo, sugestões...

A todos do Projeto Fragmentos III, principalmente a Prof^a Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal, que disponibilizou os dados para realização deste trabalho.

Aos coorientadores: Prof^o Ph.D. José Antonio Aleixo da Silva e Dr. Tarcísio Alves Júnior pela contribuição.

Aos colegas do LAFIT-UFRPE pelo convívio e troca de experiências.

A todos os colegas do PPGCF, em especial a turma 2012.1: Edson, Paulo, Wedson, Vanessa, Robson, Lúcia, Cibele, Renata, Sabine, Mariana..., pelo convívio e troca de experiências.

A Mayara pela ajuda e troca de experiências com o modelo.

Em especial a Vanessa Silva dos Santos, pelo companheirismo, amizade, convivência, cumplicidade, apoio, união, amor e sinceridade.

Em especial a minha família, meus pais Mariana das Graças Bernardina Batista e Antonio Pantoja Vilhena, meus irmãos Andres Batista, Suzane Batista e Antonio Júnior Batista que foram minha base nessa caminhada.

Em especial aos meus orientadores de graduação da UEAP: Wegliane Campelo e Perseu Aparício, pelos ensinamentos e amizade, cujo serei eternamente grato.

Aos amigos contrerrâneos Robson Borges, Jadson, Robson Lima, Adelson e Vanessa pela convivência durante esse período na cidade do Recife.

A todos os amigos de Pernambuco, em especial ao Edson, Felipe, Paulo, Ivan, Wedson, Lúcia, Cibele, Sabine, entre outros... pelo convívio e amizade.

Ao parataxônomo Marquinhos pela ajuda e ensinamentos em campo.

A todas as pessoas que contribuíram para realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

O aprendizado foi gigantesco, a experiência foi gratificante.

Obrigado a todos!!!!

BATISTA, ANDERSON PEDRO BERNARDINA. **Dinâmica e predição da estrutura diamétrica de dois fragmentos de floresta atlântica no nordeste do Brasil.** Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal.

RESUMO

Análises de monitoramento possibilitam o entendimento dos processos que levam as mudanças na estrutura de uma floresta e juntamente com estudos de predição da estrutura podem auxiliar no planejamento de ações de conservação e manejo dos remanescentes florestais. O objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica de fragmentos de Floresta Atlântica no nordeste do Brasil e prever a estrutura diamétrica empregando o modelo de cadeia de Markov. Foram utilizados dados do inventário florestal contínuo (IFC) com três ocasiões, para dois fragmentos. Foram calculadas as taxas anuais de mortalidade (mortos - indivíduos não encontrados nas parcelas do IFC) e de recrutamento (recrutas - indivíduos que passaram a atingir o nível de inclusão mínimo pré-definido circunferência a altura do peito (CAP) ≥ 15 cm). Foram realizados cálculos de incremento médio anual e área basal para todos os períodos analisados para os dois fragmentos. Para realizar a predição foi utilizado a matriz de transição (cadeia de Markov). Os dados obtidos na 1^a ocasião e 2^a ocasião foram utilizados para realizar a projeção para uma 3^a ocasião. Posteriormente esse resultado foi comparado com o observado nas parcelas permanentes, empregando o teste Qui-quadrado (0,05). Em Cruzinha houve o ganho de houve um ganho de três espécies em seis anos e uma redução no número de indivíduos. As taxas de mortalidade foram superiores ao recrutamento em todos os períodos analisados. Apesar da redução do número de indivíduos esse fragmento apresentou um ganho de área basal. As predições da estrutura diamétrica pelo modelo de cadeia Markov, usando intervalo de 3 e 5 de diâmetro, mostraram diferenças estatísticas nas frequências projetadas e observadas. No fragmento Zambana o número de espécies permaneceu constante havendo aumento na área basal e no número de indivíduos no período de seis anos em função da taxa de recrutamento ser superior a mortalidade nesse período. Todavia, foi observada instabilidade no comportamento das taxas de mortalidade e recrutamento, durante os seis anos de intervalo. Sobre a predição, foram encontradas diferenças estatísticas nas frequências projetadas e observadas, considerando as duas tentativas (12 classes com 3 cm e oito classes com 5 cm) indicando que o modelo não foi eficaz para realizar a predição. Portanto, para os fragmentos estudados as taxas demográficas influenciaram mais a densidade do que a composição florística. Mesmo com a intensa dinâmica, os fragmentos mostraram crescimento ativo.

Palavras chave: Crescimento. Markov. Monitoramento. Projeção.

BATISTA, PEDRO ANDERSON BERNARDINA. **Dynamics and prediction of diameter structure in two fragments of Atlantic Forest in northeastern Brazil**. Advisor: Prof. Dra. Maria Jesus Nogueira Rodal.

ABSTRACT

Monitoring analysis allow understanding the processes that drive changes in the structure of a forest and, together with studies of structure prediction can assist in planning of conservation and management of forest remaining. This study was carried out with the aim of analyzing the dynamics of forest fragments in Atlantic Forest in Northeast Brazil and predicts the diameter structure employing the Markov chain model. Was used data from continuous forest inventory (IFC) with three occasions, for the two fragments. Were calculated annual mortality rates (deaths - individuals not found in plots of the IFC) and recruitment (recruits - individuals who have come to achieve the minimum level of pre-defined inclusion girth at 1,30 m of soil level ≥ 15 cm). Calculations of mean annual increment and basal area for all periods analyzed for the two fragments were performed. To perform the prediction was use the transition matrix (Markov chain). The data obtained during the 1st and 2nd occasion were used to perform the projection for a 3rd time. Later this result was compared with the findings observed in permanent plots, using the chi-square (0.05). In Cruzinha there was a gain of three species in six and a reduction in the number of individuals. Mortality rates were higher recruitment in all analyzed periods. Despite the reduction in the number of individuals this fragment showed a gain of basal area. The prediction of diameter structure using Markov chain, by intervals of 3 and 5 cm of diameter, indicated statistical differences in the frequencies projected and observed. In Zambana fragment the number of species remained constant with an increase in basal area and number of individuals in six years due to recruitment rate is greater than the mortality. However, instability was observed in the behavior of mortality and recruitment, during the interval of six years. About prediction, were found statistical differences on projected and observed frequencies, considering both attempts (12 classes with 3 cm and 5 cm with eight classes) demonstrating that the model was not effective to prediction. Therefore, for the fragments studied demographic rates influenced more density than the floristic composition. Even with the intense dynamics, the fragments showed active growth.

Keywords: Growth. Markov. Monitoring. Projection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Perímetro dos dois fragmentos estudados: Zambana (387,8 ha) e Cruzinha (87 ha). Fonte: Google Earth.....	24
Figura 2.	Taxas anuais de recrutamento e mortalidade de espécies arbóreas nos períodos 2004-2007, 2007-2010 e 2004-2010 para o fragmento Cruzinha, Goiana, PE.....	34
Figura 3.	Comportamento da área basal G (m ² ha ⁻¹) nos períodos de 2004, 2007 e 2010, para o fragmento Cruzinha, Goiana, PE.....	40
Figura 4.	Comportamento do diâmetro médio (cm) dos indivíduos no fragmento Cruzinha, Goiana, PE, para os anos de 2004, 2007 e 2010.....	41
Figura 5.	Distribuição diamétrica dos indivíduos no fragmento Cruzinha, Goiana, PE, para os anos 2004, 2007 e 2010.....	42
Figura 6.	Distribuição diamétrica dos indivíduos de <i>Eschweilera ovata</i> (A) e <i>Pogonophora schomburgkiana</i> (B) no fragmento Cruzinha, Goiana, PE, para os anos 2004, 2007 e 2010.....	43
Figura 7.	Taxas anuais de recrutamento e mortalidade para espécies nos períodos 2005-2008, 2008-2011 e 2005-2010 para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE.....	49
Figura 8.	Comportamento da área basal G (m ² ha ⁻¹) nos períodos 2005, 2008 e 2011 para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE.....	55
Figura 9.	Comportamento do diâmetro médio (cm) dos indivíduos nos anos de 2005, 2008 e 2011 para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE.....	55
Figura 10.	Distribuição diamétrica dos indivíduos no fragmento Zambana, Itaquitinga, PE, para os anos 2005, 2008 e 2011.....	56
Figura 11.	Número de indivíduos mortos (M) nas classes diamétricas com intervalo de 5 cm no Fragmento Zamabana, Itaquitinga, PE.....	57
Figura 12.	Distribuição diamétrica dos indivíduos de <i>Eschweilera ovata</i> (A) e <i>Pogonophora schomburgkiana</i> (B) e <i>Thyrsodium spruceanum</i> (C) no fragmento Zambana, Itaquitinga, PE, para os anos 2005, 2008 e 2011.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Espécies e suas respectivas famílias em ordem alfabética de família, número de indivíduos por hectare (N/ha) e ano do monitoramento, para o fragmento de Cruzinha, Goiana, PE.....	25
Tabela 2.	Espécies e suas respectivas famílias em ordem alfabética de família, número de indivíduos por hectare (N/ha) e ocasião do monitoramento, para o fragmento de Zambana, Itaquitinga, PE.....	27
Tabela 3.	Estimativa dos parâmetros analisados nos monitoramentos realizados em 2004-2007-2010 para o fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE.....	33
Tabela 4.	Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano-1) por espécie dos indivíduos, correspondente o período de monitoramento de 2004-2010, para o fragmento de Cruzinha, Goiana, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.....	35
Tabela 5.	Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano-1) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2004-2007, para o fragmento de Cruzinha, Goiana, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.....	37
Tabela 6.	Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano-1) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2007-2010, para o fragmento de Cruzinha, Goiana, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.....	39
Tabela 7.	Transição do número de indivíduos arbóreos em cada classe diamétrica, durante o período de 2004-2007 para 0,3 hectares amostrados no fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.....	44
Tabela 8.	Transição probabilística de um estado (i) para outro (j), durante um período de 2004- 2007 (pij) para o fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.....	44
Tabela 9.	Matriz de transição probabilística, dois passos adiante (pij2) (2010) para o fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.....	45
Tabela 10.	Frequência observada (FO) em 2010, frequência projetada (FP) e frequência projetada com recrutamento (FP+R) para o ano de 2010 do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado (χ^2 calculado) calculado por classe de diâmetro com 5 cm de intervalo. Em que: Cc = Centro de classe. Sendo: χ^2 tabelado (1%) = 18,4; χ^2 (5%) = 14,07 para o fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE.....	46
Tabela 11.	Frequência observada (FO) e frequência projetada (FP) do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado (χ^2 calculado) calculado por classe de diâmetro com 3 cm de intervalo. Em que: Cc = Centro de classe. Sendo: χ^2 (1%) = 24,6; χ^2 (5%) = 19,6. Para o Fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE.....	47
Tabela 12.	Estimativa dos parâmetros analisados nos monitoramentos realizados em 2005-2007-2011 para o fragmento florestal Zambana, Itaquitinga, PE.....	48
Tabela 13.	Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano-1) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2005-2011, para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.....	50
Tabela 14.	Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano-1) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2005-2008, para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.....	51

Tabela 15.	Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano-1) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2008-2011, para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.....	53
Tabela 16.	Transição do número de indivíduos arbóreos em cada classe diamétrica, durante o período de 2005-2008 para 0,3 hectares amostrados no fragmento florestal Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.....	59
Tabela 17.	Transição probabilística de um estado (i) para outro (j), durante um período de 2005- 2008 (pij) para o fragmento florestal Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.....	59
Tabela 18.	Matriz de transição probabilística, dois passos adiante (pij2) (2011) para o fragmento florestal Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.....	60
Tabela 19.	Frequência observada (FO) em 2011 e frequência projetada (FP) para o ano de 2011 do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado (χ^2 calculado) calculado por classe de diâmetro com intervalos de 5 cm, para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centro de classe. Sendo: χ^2 tabelado (1%) = 18,4; χ^2 (5%) = 14,07 e Cc = Centro de classes.....	60
Tabela 20.	Frequência observada (FO) para 2011 e frequência projetada (FP) para o ano de 2011 do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado (χ^2 calculado) calculado por classe de diâmetro com intervalo de 3 cm para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centro de classe. Sendo: χ^2 tabelado (1%) = 24,6; χ^2 (5%) = 19,6 e Cc = Centro de classes.....	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Dinâmica florestal.....	15
2.2 Crescimento e Incremento.....	16
2.3 Recrutamento ou Ingresso.....	17
2.4 Mortalidade.....	18
2.5 Modelagem do crescimento.....	19
2.6 Matriz de transição ou cadeia de Markov (modelo de classe de diâmetro)	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localização e caracterização da área	23
3.2 Coleta de dados	24
3.2.1 Monitoramento da floresta	24
3.3 Análise de dados	28
3.3.1 Crescimento	29
3.3.2 Mortalidade.....	29
3.3.3 Recrutamento ou Ingresso.....	30
3.3.4 Montagem da cadeia de Markov.....	30
3.3.5 Avaliação da projeção	32
4. RESULTADOS	33
4.1 Fragmento Florestal Cruzinha, Goiana, PE	33
4.1.1 Estrutura e dinâmica florestal	33
4.1.2 Incremento	35
4.1.3 Distribuição diamétrica	42
4.1.4 Projeção	43
4.2 Fragmento Florestal Zambana, Itaquitinga, PE.....	48
4.2.1 Estrutura e dinâmica florestal	48
4.2.2 Incremento	49
4.2.3 Distribuição diamétrica – Zambana, Itaquitinga, PE	56
4.2.4 Projeção	58
5. DISCUSSÃO	62
5.1 Estrutura e dinâmica florestal.....	62
5.2 Distribuição diamétrica	65
5.3 Projeção da estrutura diamétrica por cadeia de Markov	66
6. CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	71

1. INTRODUÇÃO

Uma das primeiras ações para conservar e ou restaurar qualquer fragmento de vegetação seria a de monitoramento, pois, possibilita o acompanhamento e entendimento dos processos que levam as mudanças na vegetação como um todo (GILLESPIE, 1998; POSO, 2006; FELFILI et al., 2011). De acordo com Sanquetta et al. (2009) tal monitoramento pode ser obtido por meio de parcelas permanentes, também conhecido como inventário florestal contínuo ou de múltiplas ocasiões, as quais são requeridas para avaliar as modificações temporais na floresta. Esse procedimento resulta na obtenção de uma série de informações fundamentais para o entendimento da dinâmica de sucessão, como crescimento, ingresso, mortalidade, o que em última instancia permite conhecer o papel das espécies ao longo da sucessão (SHEIL; MAY, 1996; CHAZDON et al., 2007; HIGUCHI et al., 2008a). A remensuração de unidades amostrais permanentes é a melhor e muitas vezes, a única forma de estimar os componentes de mudança ao longo do tempo, pois muito que se conhece sobre a dinâmica de sucessão foi adquirido por meio desses pontos permanentes (DUNCAN; KALTON, 1987; SHEIL; MAY, 1996).

O uso de parcelas permanentes, de acordo com Curtis e Marshall (2005) e Campos e Leite (2009) torna-se interessante, pela possibilidade de parear uma medição posterior com uma anterior, considerando principalmente que quanto menor o intervalo entre as medições, maior o controle sobre as mudanças na estrutura da floresta. Essa forma de monitoramento em diferentes períodos proporciona a obtenção de parâmetros fundamentais para a descrição da ecologia de florestas como mudanças na estrutura populacional, taxa de crescimento da floresta, mortalidade, recrutamento ou ingresso e mudanças na composição florística, parâmetros que auxiliam na compreensão da dinâmica de sucessão da floresta (SHEIL; MAY, 1996; FELFILI et al., 2011). A esse respeito Lewis et al. (2004) observaram que estudos de comparativos são importantes para o entendimento da dinâmica florestal.

Assim, vários autores têm considerado que o fato das florestas serem sistemas biológicos dinâmicos, faz com que o acompanhamento de médio a longo prazo das parcelas permanentes auxilie na simulação da dinâmica de sucessão (ALDER; SILVA, 2000; PENG, 2000; CURTIS; MARSHALL, 2005). Além disso, o uso de modelos matemáticos também podem auxiliar na previsão das trajetórias da dinâmica da vegetação (PICKETT et al., 2009) ou para obter informações relevantes para a tomada de decisões para o manejo (PENG, 2000), pois como alerta

Vanclay (1994) em florestas multiânneas e heterogêneas a modelagem do crescimento e produção, permite a predição dos atributos globais do povoamento florestal, como por exemplo o crescimento e a distribuição diamétrica.

Um modelo de crescimento é uma abstração da dinâmica natural de um povoamento florestal, e pode abranger o crescimento, mortalidade e outras mudanças na estrutura (VANCLAY, 1994). Esses modelos podem auxiliar na avaliação das condições estruturais em que se encontram os remanescentes florestais, possibilitando previsões de cenários futuros e fornecendo informações para utilização sustentada dos recursos de uma floresta, ou na sua conservação.

Dentre os modelos de crescimento, destaca-se a matriz de transição ou cadeia de Markov, por sua fácil aplicação e eficácia (VANCLAY, 1994; GOTELLI, 2009; SOUZA; SOARES, 2013). A matriz de transição é um modelo probabilístico, que possui um número finito de estados, utilizado para estudar fenômenos que passam, a partir de um estado inicial, por uma sequência de estados, na qual a transição entre estados ocorre segundo certa probabilidade (BALZTER, 2000; ARCE et al., 2001; GOTELLI, 2009; SOUZA; SOARES, 2013). Esse modelo foi usado para descrever alterações em populações e comunidades (USHER, 1979), formalizar o curso de mudanças da sucessão na vegetação e para produzir certas previsões em forma quantitativa (KOROTKOV et al., 2001; GOTELLI, 2009; GUREVITCH et al., 2009), para auxiliar nos estudos de tempo de recuperação e restauração de florestas (TUCKER; ANAND, 2004; SILES et al., 2008) e na projeção da distribuição diamétrica de florestas nativas (OSHO, 1991; VASCONCELOS et al., 2009) e plantadas (ARCE et al., 1998).

Na perspectiva que o uso de modelos matemáticos pode ser uma ferramenta importante e poderosa na ciência florestal, no sentido de ajudar no entendimento da dinâmica de florestas permitindo inferir sobre as mudanças no decorrer do tempo, bem como, prognosticar a estrutura da floresta, este trabalho analisou a dinâmica de dois fragmentos de Floresta Atlântica no nordeste do Brasil e realizou a predição da estrutura diamétrica empregando o modelo de cadeia de Markov.

A principal hipótese que norteou este trabalho foi que por se tratar de fragmentos de floresta madura (mais de 40 anos) as taxas demográficas se comportam de forma relativamente equilibrada e por isso será possível prever a estrutura diamétrica por meio do modelo de Markov.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Dinâmica florestal

A mudança direcional na composição e estrutura da comunidade ao longo do tempo é o que se denomina sucessão, termo que significa mudança ao longo de períodos longos. A sucessão começa quando uma perturbação, um evento que remove parte ou tudo de uma comunidade, é seguida por colonização de plantas em um sítio perturbado (GOTELLI, 2009; GUREVITCH et al., 2009).

A dinâmica das populações vegetais pode ser sucintamente descrita pelo modelo $N = N_0 + N_t - M_t + I_m - E_m$. Em que N_0 é considerada a população inicial, N_t (é o número de árvores que nasce), M_t (é o número de árvores que morre), I_m é o número de árvores que imigra, ou seja, que entra no sistema pelo recrutamento no decorrer do tempo e E_m é o número de árvores que emigra, ou seja, que sai do sistema pela mortalidade durante o período analisado (VAN DEN BERG, 2000; GUREVITCH et al., 2009).

Conforme Gurevitch et al. (2009) esse modelo implica em vários processos equivalentes que podem afetar o tamanho populacional vegetal. Isso sugere que o mesmo crescimento populacional poderia ocorrer, pelo aumento no número de nascimentos ou pelo decréscimo no número de mortes. Porém, geralmente não é tão simples. Esse modelo assume que todos os indivíduos de uma população são demograficamente equivalentes (têm as mesmas probabilidades de gerar descendentes, de morrer ou de migrar) o que não costuma ser verdade já que plantas grandes de uma população exercem efeitos diferentes das pequenas, assim como plantas velhas exercem efeitos diferentes das jovens. Na maioria das vezes a adição de recrutas não equivale à redução de mortos. Sendo assim, mais itens devem ser adicionados ao modelo.

A dinâmica estrutural e florística são causadas por uma gama de fatores, resultando em heterogeneidade ambiental em diferentes escalas de tempo e espaço. Assim, o conhecimento das taxas de mortalidade e recrutamento, analisadas em conjunto com as taxas de crescimento, indicam as alterações demográficas da população e os possíveis fatores que estão influenciando este processo e ainda suas implicações para a comunidade florestal e as possíveis práticas de manejo a serem realizadas na floresta em estudo (VANCLAY, 1994).

O culminar do processo dinâmico é uma comunidade onde o ingresso, crescimento e mortalidade constituem-se nos fatores básicos ao desenvolvimento da estrutura diamétrica, os quais dependem do meio ambiente, fatores bióticos, composição de espécies e densidade. Assim, os

fatores diretamente relacionados com o desenvolvimento de distribuições diamétricas são as taxas de ingresso, crescimento e mortalidade, isto é, as mudanças em números de novos indivíduos do povoamento, incremento do diâmetro e perdas por mortalidade (SANQUETTA et al. 2001).

No estudo de Forboseh et al. (2011), avaliando diferentes gradientes altitudinais em florestas densas no Monte Camarões, encontraram efeitos significativos nas taxas de recrutamento, mortalidade e número de espécies nos diferentes graus de altitudes avaliados.

Higuchi et al. (2008a), analisando a dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos, observaram que existe uma tendência de declínio no número de árvores e estabilidade em área basal. Essa tendência é reforçada pelo fato de a proporção de indivíduos mortos terem sido maior do que a de indivíduos recrutados para a área total. Para Phillips et al. (2002) a redução do número de indivíduos e manutenção ou aumento da área basal, devido ao crescimento das árvores sobreviventes, é típico de florestas tropicais em recuperação pós-distúrbio e em processo de avanço sucessional.

Nos resultados de Jardim et al. (2007) pesquisando o efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, no estado do Pará, concluíram que o tamanho das clareiras influenciou na mortalidade da regeneração natural, ocorrendo as maiores taxas nas grandes clareiras.

Desta forma, Rolim et al. (1999) relatam a importância de se realizar monitoramentos com intervalos curtos entre medições e de períodos longos para estudos sobre a dinâmica de florestas, com intuito de evitar interpretações equivocadas sobre a dinâmica de florestas. Para esses autores, o recrutamento de árvores na floresta se iguala à mortalidade, proporcionando um balanço relativamente constante na densidade de árvores e refletindo uma flutuação na densidade que pode ser maior ou menor, em cada floresta, dependendo do tipo, intensidade e frequência de distúrbios a que a floresta está submetida.

2.2 Crescimento e Incremento

Entende-se por crescimento o aumento de dimensões de um ou mais indivíduos em uma floresta em um determinado período de tempo, essas dimensões podem ser o diâmetro, a altura, o volume, a biomassa, a área basal, etc. (POORTER; BONGERS, 1993; VANCLAY, 1994). Já a produção refere-se às dimensões finais ao término de determinado período. Portanto, a produção é o

crescimento acumulado enquanto o crescimento é a taxa de produção (VANCLAY, 1994; SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008; CAMPOS; LEITE, 2009).

As diferenças no crescimento são funções de importantes fatores como: disponibilidade de luz, fertilidade dos solos, regimes pluviométricos, idade da floresta, grupos ecológicos predominantes, características genéticas da espécie, grau de sanidade das árvores, entre outros (POORTER; BONGERS, 1993).

O incremento é o aumento de um elemento dendrométrico (diâmetro, altura, volume ou peso) dentro de um intervalo de tempo (SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008). O incremento geralmente é expresso por um dos seguintes tipos: 1) Incremento corrente anual (ICA) que corresponde ao valor do aumento da produção no período de um ano; 2) Incremento médio anual (IMA) é a produção até uma idade particular dividida por essa idade, ou seja, a taxa média do aumento da produção desde a implantação do povoamento até uma idade particular; 3) Incremento periódico (IP) é o incremento durante um determinado período de tempo; e 4) Incremento periódico anual (IPA), algumas vezes chamado incremento periódico anual médio, representa a diferença de produção entre duas idades dividida pelo período, em anos, ou seja, incremento médio num determinado período de tempo (CAMPOS; LEITE, 2009; SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008).

As taxas de crescimento de árvores são altamente variáveis. Existem variações entre espécies, bem como entre árvores da mesma espécie, diferentes tamanhos ou constituição genética, ou ainda estabelecida em diferentes habitats. Todavia, o crescimento de uma árvore individual durante períodos sucessivos é muito menos variável (SWAINE, 1990).

Indivíduos arbóreos de um dado tamanho podem representar uma grande diferença de idades, do mesmo modo que, árvores de uma dada idade podem alcançar diferentes tamanhos. Portanto, indivíduos de um dado tamanho ou idade podem crescer em diferentes taxas, refletindo na estimativa de crescimento e do tempo de vida (TERBORGH et al., 1997).

2.3 Recrutamento ou Ingresso

O recrutamento também é chamado de ingresso é definido como o processo pelo qual as árvores pequenas aparecem em um povoamento, por exemplo, em uma parcela permanente, após a primeira medição (ROSSI et al., 2007). O ingresso refere-se às árvores medidas numa idade qualquer e que não foram medidas numa idade anterior por não terem alcançado um diâmetro mínimo predeterminado (CAMPOS; LEITE, 2009; SOUZA; SOARES, 2013). Kohyama e Takada

(1998) revelaram que as taxas de recrutamento são obtidas simplesmente pela contagem dessas árvores.

O conhecimento das taxas de ingressos é de grande importância, uma vez que a sustentabilidade de uma população florestal, entre outros fatores, depende do processo de substituição de indivíduos, tanto em decorrência da renovação natural das populações quanto após algum distúrbio, a regeneração das florestas depende, principalmente, do recrutamento de indivíduos, a partir da chuva de sementes que foi dispersa no local (ALVAREZ-BUYLLA; GARCIA-BARRIOS, 1991).

Para Swaine et al. (1987b), a taxa de recrutamento de uma espécie é a manifestação da fecundidade, crescimento e sobrevivência de plantas jovens dessa espécie na população. Esses mesmos autores encontraram uma taxa média de recrutamento em uma floresta úmida semidecídua em Gana de 1,56% ao ano, para indivíduos com DAP ≥ 10 cm em um período de observação de 14 anos.

Phillips et al. (1994), em uma análise da dinâmica de florestas tropicais, estudaram 25 sítios em quatro continentes, com inclusão dos indivíduos com DAP ≥ 10 cm. As taxas anuais de recrutamento encontradas variaram de 0,397% a 2,827%, em que esses menores valores foram obtidos em Queensland (Austrália) e Belém (Pará, Brasil), e os maiores valores na Amazônia peruana e na Costa Rica.

2.4 Mortalidade

A mortalidade de árvores é um dos mais importantes fatores que influenciam a dinâmica de florestas (LEWIS et al., 2004). Refere-se ao volume, área basal, ou número de árvores existentes inicialmente e que morreram num determinado período (CAMPOS; LEITE, 2009). Diversos fatores podem causar a mortalidade em povoamentos florestais, tais como a idade, competição e supressão, doenças e pragas, alterações climáticas, fogos silvestres, tempestades convectivas, etc. (VANCLAY, 1994).

De acordo com Swaine et al. (1987b) o padrão de mortalidade das árvores está fortemente ligado a longevidade natural das espécies, à sua distribuição nas classes de tamanho, à sua abundância relativa das espécies, e ao tamanho e número de clareiras. As perdas de árvores influenciam as condições do microambiente e, conseqüentemente na taxa de crescimento de árvores vizinhas, ou seja, a morte de uma árvore pode aumentar ou decrescer a probabilidade da morte de outras.

Conforme Liberman e Lieberman (1987) a causa mais comum da morte de árvores em florestas tropicais não perturbadas é o vento, porém, frequentemente as árvores morrem em pé, resultante de várias causas, como: pragas, doenças, herbívoros, senescência, déficit hídrico ou supressão, ou a combinação destes fatores.

Shen et al. (2013) encontraram correlação positiva dos indicadores de relações de competitividade, que foram mais frequentes em associações intraespecíficas (100%) do que interespecíficas (44,7%). Isto sugere que a competição que induz a mortalidade de árvores ocorre com maior frequência em associações intraespecíficas do que interespecíficas.

No estudo de Lieberman e Lieberman (1987) em 13 anos de avaliação em florestas primárias na Costa Rica, com inclusão dos indivíduos com DAP ≥ 10 cm, relataram taxas anuais de mortalidade de 1,8%. Já Swaine et al. (1987b) avaliaram durante 12 anos uma floresta tropical úmida na localidade de Kade em Ghana, observaram uma mortalidade de 1,77% por ano, para árvores com DAP ≥ 30 cm.

Forboseh et al. (2011) em três ambientes no Monte Camarões, com 15 anos de intervalo, com inclusão de indivíduos com DAP ≥ 50 cm, encontraram taxas médias anuais de mortalidade de 2,10%, 2,47% e 3,7%. Nos resultados de Rolim et al. (2007) na Floresta Atlântica brasileira com 15 anos de intervalo, com inclusão de indivíduos com DAP ≥ 10 cm, encontraram taxas anuais de 1,5% para a mortalidade.

O tamanho da árvore não parece ser uma causa da morte, mas na prática é um bom preditor da probabilidade de mortalidade. O clima pode ser considerado como outro importante agente de mortalidade uma vez que a ocorrência de secas ou inundações prolongadas pode acelerar a morte de árvores suprimidas, doentes ou velhas, o que raramente ocorre em adultas saudáveis. Os raios e tempestades também podem matar ou danificar árvores. Os danos do vento podem ser catastróficos, os incêndios também são causas de perdas. Entretanto, muitas outras causas de mortes de árvores podem ser atribuídas ao acaso, já que nenhuma explicação é encontrada (VANCLAY, 1994).

2.5 Modelagem do crescimento

Nas ciências florestais, como em todos os ramos dentro das ciências naturais e exatas, a modelagem, a análise de sistemas e a prognose hoje é indispensável. O uso comum do termo "modelo de crescimento" geralmente se refere a um sistema de equações que podem prever o crescimento e produção de um povoamento florestal sob uma ampla variedade de condições (VANCLAY, 1994).

Modelos, não são perfeitos, sobretudo modelos de fenômenos biológicos, pois demonstram apenas uma aproximação da realidade (GOTELLI, 2009). No âmbito científico, vários são os modelos de crescimento desenvolvidos para as florestas inequiânea e equiânea.

A prognose do crescimento e produção é, geralmente, realizada mediante o emprego de modelos de crescimento, que se fundamentam em dados de crescimento obtidos do monitoramento do povoamento num determinado período de tempo (SOUZA; SOARES, 2013). Esses modelos podem ser expressos de várias maneiras, dependendo das variáveis envolvidas, podendo se considerar a seguinte ordem: modelos de povoamentos (globais); modelos por classe diamétrica e modelos para árvores individuais (VANCLAY, 1994; SCOLFORO, 1998b; CAMPOS; LEITE, 2009).

Modelos de classe diamétrica podem fornecer informações sobre a estrutura da sucessão, pois revelam informações detalhadas da comunidade, visto que são divididos em classes de tamanho. Seus resultados dependem de certa forma, no estabelecimento, manutenção e monitoramento das parcelas permanentes, para um resultado final confiável. Esses modelos podem ser usados para prever o número de árvores por classe de tamanho ou unidade de área e também podem auxiliar a realização de simulações da dinâmica de sucessão.

Os modelos de classe de tamanho ou classes diamétricas, abrangem: projeções de tabelas de povoamento, função de distribuição de probabilidade, matrizes de transição e modelos de corte (VANCLAY, 1994; AZEVEDO et al., 1995b; SOUZA; SOARES, 2013).

Para Souza e Soares (2013) esses modelos são aplicados na modelagem de sistemas complexos, como processos dinâmicos de sucessão, crescimento e produção de florestas tropicais naturais. A prognose das florestas multiâneas pode ser utilizada também para fazer previsões da dinâmica da estrutura da floresta e indicar a sustentabilidade ecológica e econômica de planos de manejo.

2.6 Matriz de transição ou cadeia de Markov (modelo de classe de diâmetro)

A matriz de transição é um modelo estocástico, utilizado para estudar fenômenos que passam, a partir de um estado inicial, por uma sequência de estados, nos quais a transição entre estados ocorre segundo certa probabilidade (VANCLAY, 1994; BALZTER, 2000; ARCE et al., 2001; SOUZA; SOARES, 2013). Os modelos estocásticos mostram a variação natural e produzem diferentes estimativas, cada uma com uma probabilidade de ocorrência (GOTELLI, 2009; GUREVITCH et al., 2009).

As matrizes são muito úteis, possibilitam o uso para dois propósitos muito diferentes: tentar prognosticar o crescimento real e a distribuição populacional em algum momento no futuro, ou pesquisar o que aconteceria com a população se as condições atuais persistissem (GUREVITCH et al., 2009).

Segundo Baca et al. (2007) a cadeia de Markov permite: analisar a dinâmica da paisagem pela forma como as classes variam em dois instantes de tempo, considerando-se o primeiro deles como tempo inicial, realizar simulações (projeções) dos estados da paisagem para datas futuras; avaliar a porcentagem de área original das classes que foram cedidas para outras classes; determinar quais classes não mudaram, isto é, apresentaram 100% na diagonal principal da matriz.

Basicamente, os trabalhos que tratam sobre prognose da estrutura diamétrica utilizaram os métodos de matriz de transição (OSHO, 1991; AZEVEDO et al., 1995b; SANQUETTA et al., 1996; PULZ et al., 1999; SANQUETTA et al., 2001; ARCE et al., 2001; ROCHA 2001; CUNHA et al., 2002; AUSTREGÉSILO et al., 2004; SILVA, 2007; TEIXEIRA et al., 2007; TERESCZUCH et al., 2007; VASCONCELOS et al., 2009; MENON et al., 2010, entre outros) e métodos da razão de movimentação (PULZ et al., 1999; AUSTREGÉSILO et al., 2004; STEPKA et al., 2010). Contudo, a grande maioria dos estudos sobre prognose diamétrica são realizados por matriz de transição probabilística (cadeia de Markov).

A prognose da estrutura diamétrica de um remanescente de floresta semidecídua montana, utilizando os métodos: matriz de transição (cadeia de Markov), método da razão de movimentação dos diâmetros e “método de Wahlenberg” realizada por Pulz et al. (1999) a partir de três diferentes períodos de medição da floresta (1987-92, 1992-96 e 1987-96), mostrou que os três métodos apresentaram o mesmo grau de eficiência para fins de prognose do número total de árvores.

Desta forma, Rocha (2001) considerando um nível de inclusão de indivíduos com DAP ≥ 10 cm, relata que o modelo cadeia de Markov, pode estimar o que acontece em uma população natural, apresentando estimativas muito próximas dos valores observados. Porém, para classes diamétricas menores, que apresentam alta frequência de recrutamento de indivíduos, ou seja, a floresta é mais dinâmica, os resultados podem ser comprometidos.

Para Arce et al. (2001) estrutura diamétrica de uma floresta pode ser estudada, de forma satisfatória, por meio da técnica da cadeia de Markov, desde que a floresta possua ritmo de crescimento lento e a projeção seja feita para períodos de tempo curtos.

Dentre os modelos por classe diamétrica mais aplicados em florestas heterogêneas, a cadeia de Markov se consagra pela fácil aplicabilidade e menor quantidade de medições necessárias para

efetuar a prognose (VANCLAY, 1994; HIGUCHI et al., 2008b; SOUZA; SOARES, 2013). Além disso, esse método pode ser utilizado para estudos de dinâmica de sucessão (LIPPE et al., 1985; GOTELLI, 2009).

Entretanto, as projeções provenientes do uso da matriz de transição não devem ser realizadas para períodos de tempo longo (SCOLFORO, 1998a; SOUZA; SOARES, 2013). Tendo em vista que, o desempenho desse modelo é condicionado a dois pontos básicos: primeiro, considera que o incremento periódico em diâmetro das árvores da floresta (obtido nas parcelas permanentes) tem comportamento no futuro semelhante ao obtido por ocasião das avaliações realizadas nas parcelas permanentes. Nesse caso assume-se que apesar das mudanças em sua estrutura, a floresta continuará no futuro a apresentar mesmo crescimento periódico que aquele detectado por ocasião da avaliação das parcelas permanentes, na qual, essa característica ou propriedade do modelo em questão, é classificada como transição estacionária; segundo ponto básico, é que a projeção da estrutura da floresta depende somente do estado atual, não sofrendo efeito de qualquer característica passada da floresta, essa característica ou propriedade do modelo é definida como propriedade Markoviana (LIPPE et al., 1985; VANCLAY, 1994; SCOLFORO, 1998a). Além disso, a matriz pode apresentar estados absorventes. A característica básica desse estado é quando a probabilidade de transição, de uma classe diamétrica para outra, é igual a zero ($p_{ij} = 0$). Existe somente probabilidade das árvores permanecerem na mesma classe diamétrica, ou seja, não podem sair (VANCLAY, 1994; PULZ et al., 1999).

Assim, Cunha et al. (2002) comentam que, tal conjunto de taxas de transição para cada classe de diâmetro sobre a distribuição diamétrica presente, a distribuição do próximo período pode ser projetada, assumindo-se que as taxas de mudanças atuais estão em equilíbrio e que serão as mesmas no futuro. Porém, vários são os fatores que influenciam na dinâmica das comunidades.

Os pressupostos de transição estacionária de Markov podem ser bastante restritivos para aplicações florestais. Tal suposição torna difícil explicar a competição e supressão, uma vez que a probabilidade de crescimento não depende de outras árvores. A suposição do estacionário significa que os parâmetros da matriz não devem mudar ao longo do tempo, e isso faz com que seja difícil realizar as projeções com taxas de crescimento reduzidas (VANCLAY, 1994).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área

Este estudo foi conduzido com dados parciais do Projeto Fragmentos, desenvolvido na propriedade da Usina São José/ Grupo Cavalcanti Petribú (USJ), que possui uma extensão de aproximadamente 270 km² na Zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, com sua porção principal no município de Igarassu e partes nos municípios de Goiana, Itaquitinga, Itapissuma, Abreu e Lima e Araçoiaba.

Segundo Trindade et al. (2008) a propriedade ainda apresenta 24% da cobertura florestal, composta por 202 manchas de vegetação nativa (Floresta Atlântica), sendo 96 áreas de floresta secundária (capoeiras) e 106 remanescentes de floresta madura, classificados como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (IBGE, 2012). Esses fragmentos estão distribuídos em meio ao mono-cultivo de cana-de-açúcar, forma predominante do uso da terra na zona da Mata Norte de Pernambuco (CPRH, 2003).

O clima local é do tipo As'(quente e úmido), conforme a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,9 °C e a precipitação anual de 1.687 mm, com estação seca no verão e chuvosa de março a agosto (dados da Estação Meteorológica da Usina São José/Posto Piedade).

A área da USJ encontra-se sobre Formação Barreiras, constituída por tabuleiros, que são relevos de topo plano, entrecortados por vales estreitos e profundos, cujas vertentes apresentam declividade alta (maiores que 30%) com solos predominantemente arenosos (CPRH, 2003).

Na área do estudo foram analisados dois fragmentos de floresta madura (acima de 40 anos) conhecido como Zambana com 387,8 ha localizado nas coordenadas geográficas (07°42'47"S e 34°59'26"W) no município de Itaquitinga e o fragmento conhecido como Cruzinha com 87 ha, nas coordenadas (7°41' 24,87"S e 34°58'13,76"W) no município de Goiana, ambos, localizados na zona da mata Norte de Pernambuco. A distância entre os fragmentos em estudo é de aproximadamente 1000 metros (Figura1). Em cada fragmento foram locadas 30 parcelas permanentes de área fixa, de 10 x 10 m (100 m²) instaladas por pesquisadores do Projeto Fragmentos.



Figura 1. Perímetro dos dois fragmentos estudados: Zambana (387,8 ha) e Cruzinha (87 ha). Fonte: Google Earth.

3.2 Coleta de dados

3.2.1 Monitoramento da floresta

Para este estudo foram utilizados dados do inventário florestal contínuo (IFC) com remedições em diferentes períodos, com intervalos de três anos, estudados anteriormente (SILVA, 2010; RABELO, 2012). As árvores que passaram a atingir o nível de inclusão mínimo pré-definido, circunferência a altura do peito a 1,30 m do solo (CAP) ≥ 15 cm a cada ocasião (períodos analisados), foram computadas como recrutamento ou ingresso, bem como os indivíduos mortos, também foram registrados. As espécies amostradas nos dois fragmentos florestais Cruzinha (87 ha) e Zambana (387,8 ha) estão nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Espécies e suas respectivas famílias em ordem alfabética de família, número de indivíduos por hectare (N/ha) e ano do monitoramento, para o fragmento de Cruzinha, Goiana, PE.

Famílias	Nome científico	Monitoramento		
		2004 N/ha	2007 N/ha	2010 N/ha
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33,33	33,33	33,33
	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	46,67	50,00	60,00
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	6,67	6,67	6,67
	<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	6,67	6,67	3,33
Apocynaceae	<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	26,67	30,00	26,67
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire , Sleyerm & Frodim	3,33	3,33	3,33
Arecaceae	<i>Bactris ferruginea</i> Burret	13,33	10,00	13,33
Bombacaceae	<i>Eriotheca crenulatalyx</i> A.Robyns	10,00	10,00	10,00
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	30,00	26,67	26,67
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	3,33	6,67	6,67
Caesalpiniaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	10,00	3,33	3,33
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	6,67	6,67	6,67
Celastraceae	<i>Maytenus distichophylla</i> Mart. ex Reissek	130,00	120,00	113,33
	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	6,67	6,67	6,67
Chrysobalanaceae	<i>Couepia rufa</i> Ducke	3,33	3,33	3,33
	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	3,33	3,33	3,33
Clusiaceae	<i>Clusia</i> cf. <i>nemorosa</i> G.Mey	166,67	160,00	150,00
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	0,00	3,33	3,33
Euphorbiaceae	<i>Chaetocarpus myrsinites</i> Baill.	16,67	13,33	13,33
	<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	13,33	13,33	13,33
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	500,00	526,67	506,67
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	10,00	13,33	10,00
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	13,33	16,67	13,33
	<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	3,33	6,67	6,67
Flacourtiaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	10,00	10,00	6,67
	<i>Casearia javitensis</i> Humb., Bonpl. & Kunth	3,33	3,33	3,33
Humiriaceae	<i>Saccoglottis matogrossensis</i> Benth.	3,33	6,67	6,67
Lauraceae	<i>Ocotea gardneri</i> (Meisn.) Mez	70,00	63,33	60,00
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.	250,00	243,33	236,67
	<i>Lecythis pisonis</i> (Cambess.) Miers.	76,67	73,33	70,00
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> A.DC.	10,00	6,67	13,33
	<i>Byrsonima</i> sp.	3,33	3,33	3,33
	<i>Mascagnia</i> sp.	3,33	0,00	0,00
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	16,67	20,00	20,00
	<i>Miconia</i> cf. <i>discolor</i> DC.	0,00	0,00	3,33
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	10,00	13,33	13,33
	<i>Miconia pyrifolia</i> Naudin	3,33	3,33	3,33

Cont...

Tabela 1. Cont...

Famílias	Nome científico	Monitoramento		
		2004 N/ha	2007 N/ha	2010 N/ha
Meliaceae	<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	16,67	16,67	16,67
Mimosaceae	<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomez) Barneby & Grimes	10,00	10,00	10,00
	<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L.Rico	6,67	6,67	6,67
	<i>Inga cayannensis</i> Sagot ex Benth.	16,67	20,00	16,67
	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	13,33	13,33	10,00
Myrtaceae	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	33,33	33,33	33,33
	<i>Campomanesia</i> sp.	3,33	3,33	3,33
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	10,00	13,33	13,33
	<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.	0,00	0,00	3,33
	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	0,00	0,00	3,33
	Myrtaceae A	3,33	3,33	3,33
	<i>Psidium</i> sp.	10,00	10,00	10,00
Nyctaginaceae	<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	16,67	16,67	13,33
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	16,67	16,67	13,33
Ochnaceae	<i>Ouratea castanaeifolia</i> (DC.) Engl.	26,67	33,33	33,33
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	196,67	153,33	153,33
	<i>Coccoloba</i> sp.	3,33	3,33	3,33
Rubiaceae	<i>Alseis</i> cf. <i>floribunda</i> Schott.	6,67	6,67	6,67
Sapindaceae	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	23,33	23,33	23,33
	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	3,33	3,33	3,33
Sapotaceae	<i>Pouteria gardneri</i> (Mart. & Miq.) Baehni	10,00	10,00	10,00
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	6,67	13,33	13,33
Tiliaceae	<i>Luehea paniculata</i> Mart.	23,33	16,67	16,67
Indeterminada A	Indeterminada A	3,33	3,33	3,33
Total		1983,33	1956,67	1906,67

Tabela 2. Espécies e suas respectivas famílias em ordem alfabética de família, número de indivíduos por hectare (N/ha) e ocasião do monitoramento, para o fragmento de Zambana, Itaquitinga, PE.

Família	Nome científico	Monitoramento		
		2005 N/ha	2008 N/ha	2011 N/ha
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	86,7	86,7	73,3
	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	203,3	243,3	220,0
Annonaceae	<i>Annona salzmanii</i> A.DC.	3,3	3,3	3,3
	<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	3,3	3,3	3,3
	<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.	26,7	26,7	20,0
Apocynaceae	<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	23,3	23,3	23,3
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Magari, Sleyrm & Frodim	53,3	60,0	60,0
Arecaceae	<i>Bactris ferruginea</i> Burret	26,7	30,0	13,3
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	26,7	26,7	26,7
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	13,3	13,3	20,0
Caesalpiniaceae	Caesalpiniaceae A	3,3	3,3	3,3
	<i>Sclerolobium densiflorum</i> Benth.	3,3	3,3	0,0
	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	20,0	20,0	20,0
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	6,7	6,7	3,3
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	10,0	16,7	10,0
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	6,7	6,7	6,7
	Chrysobalanaceae A	3,3	3,3	3,3
Clusiaceae	<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey	53,3	53,3	50,0
Combretaceae	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A.Howard	3,3	3,3	3,3
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	6,7	6,7	6,7
	<i>Erythroxylum mucronatum</i> Sw.	0,0	3,3	3,3
Euphorbiaceae	<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	53,3	53,3	46,7
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	283,3	316,7	306,7
Fabaceae	<i>Andira nitida</i> Mart. ex. Benth.	6,7	6,7	6,7
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	30,0	33,3	30,0
Flaucortiaceae	<i>Casearia javitensis</i> Humb., Bonpl. & Kunth	10,0	13,3	13,3
Humiriaceae	<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Benth.	13,3	13,3	13,3
Indeterminada A	Indeterminada A	16,7	16,7	16,7
Lauraceae	<i>Ocotea gardneri</i> (Meipn.) Mez	3,3	3,3	3,3
	<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	0,0	3,3	6,7
	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	0,0	10,0	6,7
	Lauraceae A	3,3	3,3	3,3
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.	403,3	466,7	480,0
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> A.DC.	43,3	43,3	40,0

Cont...

Tabela 2. Cont...

Família	Nome científico	Monitoramento		
		2005 N/ha	2008 N/ha	2011 N/ha
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	36,7	40,0	26,7
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	3,3	3,3	0,0
Mimosaceae	<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomez) Barneby & Grimes	23,3	26,7	20,0
	<i>Inga cayannensis</i> Sagot ex Benth.	3,3	3,3	3,3
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	13,3	13,3	6,7
	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	6,7	6,7	6,7
	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	3,3	3,3	3,3
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	6,7	6,7	6,7
Myrsinaceae	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	3,3	3,3	3,3
Myrtaceae	<i>Calyptanthes brasiliensis</i> Spreng.	30,0	30,0	20,0
	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	3,3	3,3	3,3
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	20,0	20,0	20,0
	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	10,0	13,3	10,0
Nyctaginaceae	<i>Guapira nitida</i> (Schmidt) Lundell	33,3	33,3	30,0
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	6,7	6,7	6,7
	<i>Neea</i> sp.	3,3	3,3	3,3
Ochnaceae	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	0,0	0,0	3,3
Olacaceae	<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	10,0	10,0	6,7
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	66,7	66,7	60,0
Rubiaceae	<i>Alseis pickelii</i> Pilg. & Schmale	10,0	10,0	10,0
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	3,3	3,3	3,3
	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	33,3	43,3	46,7
	<i>Cupania</i> sp.	3,3	3,3	0,0
	Sapindaceae A	3,3	3,3	0,0
Sapotaceae	<i>Pouteria grandiflora</i> (A.DC.) Baehni	3,3	3,3	3,3
	<i>Pouteria peduncularis</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Baehni	0,0	0,0	6,7
Tiliaceae	<i>Luehea paniculata</i> Mart.	10,0	10,0	10,0
Total		1800,0	1996,7	1866,7

3.3 Análise de dados

Por meio de dados dendrométricos referentes a monitoramentos realizados em dois fragmentos florestais, realizados em Cruzinha nos anos: t0=2004; t1=2007 e t2=2010 e Zambana nos anos: t0=2005; t1=2008 e t2=2011. Para avaliar a dinâmica florestal dos fragmentos, foram realizados cálculos dos incrementos periódicos para diâmetro, taxas de ingresso ou recrutamento e mortalidade. Estes valores foram calculados para todas as espécies e para cada fragmento, nos períodos: 1ª ocasião - 2ª ocasião; 2ª ocasião - 3ª ocasião e 1ª ocasião - 3ª ocasião.

3.3.1 Crescimento

O crescimento foi calculado pelo uso dos valores do incremento em diâmetro nos períodos avaliados, para cada espécie, nos dois fragmentos. A estimativa da área basal (G) foi dada pelo somatório secção transversal dos indivíduos na primeira ocasião. A estimativa da área basal final periódica (Gf) foi dada pela soma da secção transversal dos indivíduos sobreviventes, incluindo o recrutamento e excluindo a mortalidade.

O crescimento em diâmetro foi calculado a partir da diferença entre as medidas nas ocasiões (IP) e o incremento periódico anual (IPA) pela divisão do crescimento pelos anos correspondentes a cada período considerado (SOUZA; SOARES, 2013):

$$IP = D_{2i} - D_{1i}$$

posteriormente,

$$IPA = IP / P$$

Em que:

IPA = incremento periódico anual (cm ano^{-1});

D_{2i} e D_{1i} = variável considerada (diâmetro a altura do peito a 1,30 m da árvore viva) na segunda e primeira medição;

P = número total de anos do monitoramento (intervalo de medição).

Estimativa da área basal final periódica (Gf)

$$Gf = S_i + I_i - M_i$$

Em que:

Gf = área basal final em m^2 ;

S_i = somatório da área de secção transversal dos indivíduos remanescentes em m^2 ;

I_i = somatório da área da secção transversal dos indivíduos que recrutaram durante o período avaliado em m^2 ;

M_i = somatório da área da secção transversal dos indivíduos que morreram durante o período avaliado em m^2 .

3.3.2 Mortalidade

A mortalidade foi obtida pela razão entre o número de indivíduos mortos no período observado, pela abundância de indivíduos referente à 1ª ocasião do inventário florestal (TEIXEIRA et al., 2007).

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

Em que:

TM = Número de indivíduos mortos durante o período observado;

NT = Número total de indivíduos no período observado;

NR = Número de indivíduos recrutados durante o período observado.

3.3.3 Recrutamento ou Ingresso

Para o recrutamento ou ingresso foram consideradas todas as árvores que na segunda e terceira (2ª e 3ª) ocasiões passaram a apresentar o nível de inclusão mínimo pré-determinado (CAP ≥ 15 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 do 1º monitoramento (TEIXEIRA et al., 2007).

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

Em que:

TR = Número de indivíduos recrutados durante o período observado;

NT = Número total de indivíduos no período observado;

TM = Número de indivíduos mortos durante o período observado.

Os parâmetros estimados: taxa de recrutamento, mortalidade, incremento, área basal, diâmetro médio, riqueza e número de indivíduos foram comparados por ano de monitoramento pelo Teste Qui-quadrado (χ^2), tabela de contigência 2x2 (PIMENTEL-GOMES, 2009).

3.3.4 Montagem da cadeia de Markov

Para a prognose foram utilizados dados obtidos na 1ª ocasião, 2ª ocasião e na 3ª ocasião, sempre com intervalos de três anos. Os pontos essenciais na montagem de uma cadeia de Markov são: definir o espaço de estado do sistema e a construção da matriz de transição probabilística (SANQUETTA et al., 1996). Para este estudo, o espaço de estado do sistema foi composto por 11 (para tentativa com oito classes) e 15 estados (para tentativa com 12 classes) da seguinte forma:

$$E1+E2...En+EP+EF$$

Em que: E1 (recrutamento), E2 a En (classes diamétricas, com intervalos de 3 cm na primeira tentativa de ajuste e 5 cm para a segunda tentativa), EP (classe diamétrica próxima, superior a classe truncada, ou seja, última classe) e EF (mortalidade).

A mortalidade foi quantificada pela contagem do número de árvores que saíram do sistema durante as ocasiões consideradas, representando a mortalidade periódica, em valores absolutos. O recrutamento ou ingresso foi contabilizado nas remedições, ou seja, o número de árvores que atingiram o nível de inclusão mínimo pré-definido entre as ocasiões ou por alguma eventualidade não foram medidas na ocasião anterior, ou seja, entraram no sistema.

Para a construção de cada matriz de transição probabilística foi confeccionada uma matriz contendo a frequência absoluta das transições entre os estados, considerando o intervalo (t) de tempo (ROCHA, 2001; SILVA, 2007; TEIXEIRA et al., 2007; HIGUCHI et al., 2008b; VASCONCELOS et al., 2009; SOUZA; SOARES, 2013).

A dinâmica do sistema foi representada em cada intervalo de tempo considerando: mudança para classes diamétricas superiores, pelo incremento diamétrico; permanência na mesma classe diamétrica (o incremento em diâmetro foi insuficiente para uma mudança de classe); mortalidade (mudança de qualquer estado para o estado EF); e recrutamento (entrada de indivíduos no para o estado E1). Após a montagem da matriz de transição, foi obtida, para cada intervalo de projeção, a matriz de transição probabilística (p_{ij}). Para as entradas da matriz foram calculadas probabilidades associadas à transição entre estados. Para o cálculo foi utilizado frequências absolutas de cada estado, por meio da seguinte relação:

$$p_{ij} = n_{ij} / n_i$$

Em que:

n_{ij} = número de indivíduos na classe j no tempo t+1, dada a classe i no tempo t; e

n_i = número total de indivíduos na classe i no tempo t.

A matriz de transição probabilística de uma cadeia de Markov para um processo de n estados é uma matriz quadrada de $k \times k$ com elementos p_{ij} e foi montada da seguinte maneira:

$$P = p_{ij} = \begin{matrix} & \begin{matrix} j = 1 & j = 2 & j = 3 & \dots & j = m \end{matrix} \\ \begin{matrix} i = 1 \\ i = 2 \\ i = 3 \\ \dots \\ i = m \end{matrix} & \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots & p_{2m} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & \dots & p_{3m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m1} & p_{m2} & p_{m3} & \dots & p_{mm} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Sendo que as probabilidades p_{ij} são positivas e a soma de $p_{i1} + p_{i2} + \dots + p_{im}$ deve ser = 1.

A probabilidade de transição p_{ij} pode ser de n passos, tomando a forma de $p_{ij}^{(n)}$ em que n indica o número de tentativas, ou seja, a probabilidade que a população vai de um estado i de uma tentativa para o estado j , n tentativas depois (ROCHA, 2001; SILVA, 2007; HIGUCHI et al., 2008b; SOUZA; SOARES, 2013).

Neste caso, foram considerados $t = 1^{\text{a}}$ ocasião e $t + 1 = 2^{\text{a}}$ ocasião. A projeção foi realizada para um passo adiante ($t + 2$). Desta forma, com a remedição realizada (3^{a} ocasião), foi possível verificar se a distribuição de frequência projetada pela cadeia de Markov foi semelhante à frequência observada (remedição realizada nas parcelas permanentes 3^{a} ocasião).

Desta forma, foi possível comprovar a eficácia do modelo, conforme outros autores (ROCHA, 2001; SILVA, 2007; TEIXEIRA et al., 2007; VASCONCELOS et al., 2009; SOUZA; SOARES, 2013).

3.3.5 Avaliação da projeção

Foram comparadas as frequências projetadas e observadas para a 3^{a} ocasião em todas as parcelas permanentes instaladas nos fragmentos estudados. Tal avaliação foi realizada por meio do teste Qui-quadrado (χ^2) a 5% de significância, conforme outros autores (SANQUETTA et al., 1995; TEIXEIRA et al., 2007; HIGUCHI et al., 2008b; VASCONCELOS et al., 2009; SOARES et al., 2009; SOUZA; SOARES, 2013).

Também foi realizado na projeção para a distribuição diamétrica, um ajuste na frequência projetada, visando simular o recrutamento ocorrido durante o período de projeção, tendo em vista, a limitação feita pelo modelo, que é baseada apenas na mudança das árvores para classes diamétricas superiores e na saída do indivíduo do sistema pela mortalidade em cada classe. Esse procedimento consistiu na soma do número de árvores que foram recrutadas no período considerado para a projeção, nas devidas classes diamétricas (SILVA, 2007; HIGUCHI et al., 2008b; VASCONCELOS et al., 2009). Tal procedimento foi necessário, devido à limitação da cadeia de Markov que não projeta o recrutamento, além disso, as projeções analisadas para este estudo foi feita para três anos, ou seja, curto prazo.

4. RESULTADOS

A dinâmica florestal dos fragmentos foi analisada por cálculos dos incrementos periódicos para diâmetro, taxas de ingresso ou recrutamento e mortalidade. Estes valores foram calculados para todas as espécies e para cada fragmento, considerando os períodos: 1ª ocasião - 2ª ocasião; 2ª ocasião - 3ª ocasião e 1ª ocasião - 3ª ocasião.

4.1 Fragmento Florestal Cruzinha, Goiana, PE

4.1.1 Estrutura e dinâmica florestal

Para esse fragmento, conforme o teste Qui-quadrado (5%), não houve diferença estatística significativa no número de indivíduos e número de espécies para o período de monitoramento 2004-2007 ($\chi^2_{\text{calculado}} = 0,6 < \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$). Tendo em vista que o número de espécies se manteve o mesmo no período de 2004-2007, contudo, aconteceu nesse período substituição de uma espécie por outra (Tabelas 1 e 2). Já para o período de 2007-2010 mostrou que houve um ganho na riqueza de espécies, tal aumento foi significativo ($\chi^2_{\text{calculado}} = 19,2 > \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$), conforme valores observados na Tabela 1. Além disso, 11 espécies apresentaram apenas um indivíduo na amostra, em todos os monitoramentos (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa dos parâmetros analisados nos monitoramentos realizados em 2004-2007-2010 para o fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE.

Parâmetros	Cruzinha		
	2004	2007	2010
Nº indivíduos ha ⁻¹	1983,30	1956,70	1906,70
Nº espécies	57,00	57,00	60,00
Área basal (G) m ² ha ⁻¹	11,12	21,73	22,74
Diâmetro médio (cm)	12,11	12,78	12,21
Taxa recrutamento (% anual)	-	3,16	1,25
Taxa mortalidade (% anual)	-	3,72	1,93
Incremento periódico anual - IPA (cm ano ⁻¹)	-	0,88	0,28

Houve uma redução gradativa no número de indivíduos por hectare para o fragmento. O teste Qui-quadrado (5%) revelou que a redução da densidade de 2004 para o monitoramento

realizado em 2007, não foi significativa, porém, para o monitoramento realizado no ano de 2010 a redução foi significativa (Tabelas 1 e 3).

Para o período de 2004-2010 foram encontradas taxas anuais de 4,73% para o recrutamento e 6,15% para a mortalidade (Figura 2), indicando superioridade da mortalidade, ou seja, os indivíduos saíram do sistema (morreram) e não foram repostos pelo recrutamento. Foi observado que 32,35% dos indivíduos mortos nesse período ocorreram nas populações de *Pogonophora schomburgkiana*, *Eschweilera ovata* e *Clusia cf. nemorosa*. Enquanto 41,17% do recrutamento ocorrem nas populações de *Pogonophora schomburgkiana* e *Eschweilera ovata*, ou seja, as populações com maiores densidades são as que contribuem com maiores taxas de mortalidade e recrutamento (Tabela 1). De acordo com o teste Qui-quadrado (5%) a taxa de recrutamento, mortalidade (% anual) e incremento periódico anual (cm) não diferiram significativamente entre os monitoramentos de 2007 e 2010 ($\chi^2_{\text{calculado}} = 0,1 < \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$).

Vale destacar que as taxas de mortalidade de 2007-2010 foram minimizadas em relação ao período anterior (2004-2007). A redução no número de indivíduos ocorreu em virtude das taxas de mortalidade que foram superiores ao recrutamento para todos os períodos avaliados (Tabela 1 e Figura 2).

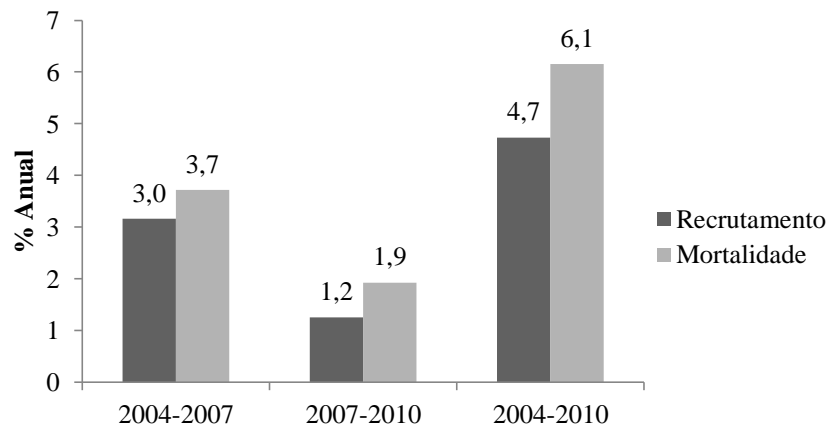


Figura 2. Taxas anuais de recrutamento e mortalidade de espécies arbóreas nos períodos 2004-2007, 2007-2010 e 2004-2010 para o fragmento Cruzinha, Goiana, PE.

Para o período de 2004-2007 foi observado que 30% dos indivíduos mortos ocorreram nas populações de *Pogonophora schomburgkiana* e *Eschweilera ovata*, já em 2007-2010 essas populações apresentaram 36,36% de indivíduos mortos. Essas populações também foram as que mais recrutaram (48% no período de 2004-2007 e 22,22% em 2007-2010).

4.1.2 Incremento

O incremento periódico anual de todas as espécies para o período 2004-2010 foi de 0,577 cm ano⁻¹, variando de 0,218 a 1,406 cm ano⁻¹ (Tabela 4). No primeiro monitoramento (2004-2007) o valor médio encontrado para todas as espécies foi de 0,83 cm ano⁻¹, variando de 0,147 a 2,434 cm (Tabela 5). Para o período 2007-2010 foi de 0,278 cm ano⁻¹, variando de 0,080 a 0,814 cm ano⁻¹ (Tabela 6). Essa redução do incremento médio está ligada diretamente com a diminuição do número de indivíduos nesse intervalo, uma vez que não é possível parear as medidas para verificar o incremento, devido à morte dos indivíduos nos monitoramentos seguintes. Além disso, as espécies com maiores médias de incremento foram as que apresentaram poucos indivíduos para todos os períodos.

Tabela 4. Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano⁻¹) por espécie dos indivíduos, correspondente o período de monitoramento de 2004-2010, para o fragmento de Cruzinha, Goiana, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
					0,05	
<i>Abarema cochliocarpos</i>	0,681	0,294	0,894	0,336	0,088	49,4
<i>Albizia pedicellaris</i>	1,081	1,081	1,081	0,000	0,000	0,0
<i>Alseis cf. floribunda</i>	0,841	0,812	0,870	0,041	0,011	4,9
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,429	0,016	1,130	0,610	0,160	142,3
<i>Annona coriacea</i>	0,108	0,032	0,184	0,107	0,028	99,1
<i>Apuleia leiocarpa</i>	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,0
<i>Bactris ferruginea</i>	0,790	0,196	1,385	0,840	0,220	106,3
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,065	0,010	0,116	0,053	0,014	81,6
<i>Byrsonima sericea</i>	0,365	0,365	0,365	0,000	0,000	0,0
<i>Byrsonima sp.</i>	0,196	0,196	0,196	0,000	0,000	0,0
<i>Campomanesia dichotoma</i>	0,681	0,017	2,706	0,840	0,220	123,3
<i>Campomanesia sp.</i>	0,043	0,043	0,043	0,000	0,000	0,0
<i>Casearia commersoniana</i>	0,214	0,112	0,315	0,144	0,038	67,2
<i>Casearia javitensis</i>	0,757	0,757	0,757	0,000	0,000	0,0
<i>Cecropia pachystachya</i>	1,290	0,302	2,277	1,397	0,366	108,3
<i>Chaetocarpus myrsinites</i>	0,984	0,026	2,218	1,075	0,282	109,3
<i>Clusia cf. nemorosa</i>	0,418	-0,281	1,836	0,437	0,114	104,5
<i>Coccoloba mollis</i>	0,474	0,014	2,610	0,558	0,146	117,8
<i>Coccoloba sp.</i>	0,190	0,190	0,190	0,000	0,000	0,0
<i>Cordia superba</i>	0,508	-0,145	1,697	0,643	0,168	126,7
<i>Couepia rufa</i>	0,167	0,167	0,167	0,000	0,000	0,0

Cont...

Tabela 4 cont...

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
<i>Cupania racemosa</i>	0,413	0,016	1,263	0,413	0,108	100,0
<i>Cupania oblongifolia</i>	-1,878	-1,878	-1,878	0,000	0,000	0,0
<i>Eriotheca crenulaticalyx</i>	0,103	0,023	0,149	0,069	0,018	67,2
<i>Eschweilera ovata</i>	0,774	-0,034	6,638	1,085	0,284	140,2
<i>Guapira laxa</i>	0,596	0,080	1,416	0,718	0,188	120,6
<i>Guapira opposita</i>	0,583	-0,038	0,939	0,443	0,116	76,0
<i>Henriettea succosa</i>	0,780	0,168	1,666	0,673	0,176	86,3
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	0,685	-0,015	2,387	0,812	0,213	118,6
Indeterminada A	1,645	1,645	1,645	0,000	0,000	0,0
<i>Inga cayannensis</i>	0,332	0,032	0,875	0,322	0,084	97,2
<i>Lecythis pisonis</i>	0,679	-0,042	2,759	0,661	0,173	97,4
<i>Licania tomentosa</i>	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,0
<i>Luehea paniculata</i>	0,505	0,061	0,752	0,274	0,072	54,1
<i>Maytenus distichophylla</i>	0,581	0,005	3,343	0,725	0,190	124,8
<i>Maytenus obtusifolia</i>	0,549	0,015	1,082	0,755	0,198	137,5
<i>Miconia prasina</i>	0,253	-0,037	0,430	0,253	0,066	100,1
<i>Miconia pyrifolia</i>	1,180	1,180	1,180	0,000	0,000	0,0
<i>Myrcia guianensis</i>	0,368	0,252	0,560	0,168	0,044	45,6
Myrtaceae A	4,531	4,531	4,531	0,000	0,000	0,0
<i>Ocotea gardneri</i>	0,547	-0,053	3,049	0,772	0,202	141,2
<i>Ouratea castanaeifolia</i>	0,350	-0,162	1,501	0,574	0,150	163,7
<i>Pera ferruginea</i>	0,225	-0,008	0,508	0,214	0,056	95,2
<i>Plathymenia reticulata</i>	0,995	0,562	1,429	0,612	0,160	61,5
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	0,765	-0,605	5,852	1,010	0,264	132,0
<i>Pouteria gardneri</i>	0,536	0,122	1,146	0,539	0,141	100,7
<i>Protium heptaphyllum</i>	0,626	0,626	0,626	0,000	0,000	0,0
<i>Psidium</i> sp.	1,241	0,024	2,297	1,145	0,300	92,3
<i>Saccoglottis matogrossensis</i>	-0,058	-0,058	-0,058	0,000	0,000	0,0
<i>Schefflera morototoni</i>	0,138	0,138	0,138	0,000	0,000	0,0
<i>Simarouba amara</i>	0,078	0,023	0,133	0,078	0,020	100,3
<i>Swartzia pickelii</i>	-0,080	-0,080	-0,080	0,000	0,000	0,0
<i>Tapirira guianensis</i>	0,865	0,111	3,154	0,919	0,241	106,2
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	0,746	0,095	2,388	0,795	0,208	106,5
<i>Trichilia lepidota</i>	1,211	0,120	4,682	1,958	0,513	161,7
<i>Xylopia frutescens</i>	0,174	0,174	0,174	0,000	0,000	0,0
Média	0,577	0,218	1,406	0,412	0,108	69,06

Tabela 5. Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano⁻¹) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2004-2007, para o fragmento de Cruzinha, Goiana, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC 0,05	CV(%)
<i>Abarema cochliocarpos</i>	1,097	0,307	1,519	0,685	0,179	62,4
<i>Albizia pedicellaris</i>	0,667	0,667	0,667	0,000	0,000	0,0
<i>Alseis cf. floribunda</i>	1,549	1,443	1,655	0,150	0,039	9,7
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,745	0,023	2,143	1,211	0,317	162,5
<i>Annona coriacea</i>	0,162	0,03	0,295	0,187	0,049	115,4
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,469	0,469	0,469	0,000	0,000	0,0
<i>Bactris ferruginea</i>	1,51	0,212	2,175	1,124	0,294	74,4
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,12	-0,043	0,344	0,171	0,045	142,8
<i>Byrsonima sericea</i>	0,329	0,329	0,329	0,000	0,000	0,0
<i>Byrsonima sp.</i>	0,123	0,123	0,123	0,000	0,000	0,0
<i>Campomanesia dichotoma</i>	1,076	-0,138	5,379	1,691	0,443	157,1
<i>Campomanesia sp.</i>	0,033	0,033	0,033	0,000	0,000	0,0
<i>Casearia commersoniana</i>	0,252	0,107	0,339	0,126	0,033	50
<i>Casearia javitensis</i>	1,468	1,468	1,468	0,000	0,000	0,0
<i>Cecropia pachystachya</i>	2,38	0,552	4,207	2,585	0,677	108,6
<i>Chaetocarpus myrsinites</i>	1,814	-0,25	4,265	2,201	0,576	121,3
<i>Clusia cf. nemorosa</i>	0,56	-0,076	3,024	0,758	0,199	135,4
<i>Coccoloba mollis</i>	0,561	-1,702	3,035	1,112	0,291	198,2
<i>Coccoloba sp.</i>	0,208	0,208	0,208	0,000	0,000	0,0
<i>Cordia superba</i>	0,501	-0,290	1,578	0,612	0,160	122
<i>Couepia rufa</i>	0,043	0,043	0,043	0,000	0,000	0,0
<i>Cupania racemosa</i>	0,519	-0,021	2,419	0,896	0,235	172,8
<i>Cupania oblongifolia</i>	-3,830	-3,830	-3,830	0,000	0,000	0,0
<i>Eriotheca crenulaticalyx</i>	0,205	0,047	0,299	0,138	0,036	67,2
<i>Eschweilera ovata</i>	1,222	-0,110	12,749	2,086	0,546	170,6
<i>Guapira laxa</i>	0,907	0,030	2,833	1,297	0,340	143,1
<i>Guapira opposita</i>	0,598	-0,043	1,899	0,773	0,203	129,2
<i>Henriettea succosa</i>	1,376	0,00	3,172	1,426	0,374	103,7
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	0,978	-0,170	4,605	1,566	0,410	160
Indeterminada A	3,279	3,279	3,279	0,000	0,000	0,0
<i>Inga cayannensis</i>	0,428	0,033	1,719	0,724	0,190	169
<i>Lecythis pisonis</i>	1,035	-0,135	4,934	1,225	0,321	118,3
<i>Licania tomentosa</i>	-0,117	-0,117	-0,117	0,000	0,000	0,0
<i>Luehea paniculata</i>	0,375	0,000	1,119	0,490	0,128	130,6
<i>Maytenus distichophylla</i>	0,934	-0,138	6,563	1,312	0,344	140,4
<i>Maytenus obtusifolia</i>	0,138	0,023	0,254	0,163	0,043	117,6
<i>Miconia prasina</i>	0,283	-0,106	0,647	0,377	0,099	133,3

Cont...

Tabela 5. Cont...

	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
<i>Miconia pyrifolia</i>	2,069	2,069	2,069	0,000	0,000	0,0
<i>Myrcia guianensis</i>	0,523	0,265	0,82	0,279	0,073	53,4
Myrtaceae A	8,626	8,626	8,626	0,000	0,000	0,0
<i>Ocotea gardneri</i>	0,846	-0,117	4,00	1,409	0,369	166,5
<i>Ouratea castanaeifolia</i>	1,173	-0,419	5,464	1,958	0,513	166,9
<i>Pera ferruginea</i>	0,255	-0,085	0,575	0,33	0,086	129,2
<i>Plathymenia reticulata</i>	1,650	0,987	2,806	1,005	0,263	60,9
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	1,351	-1,284	11,403	2,247	0,588	166,3
<i>Pouteria gardneri</i>	0,808	0,078	2,186	1,194	0,313	147,9
<i>Protium heptaphyllum</i>	0,934	0,934	0,934	0,000	0,000	0,0
<i>Psidium</i> sp.	2,278	-0,318	4,478	2,422	0,634	106,4
<i>Saccoglotis matogrossensis</i>	-0,212	-0,212	-0,212	0,000	0,000	0,0
<i>Schefflera morototoni</i>	0,149	0,149	0,149	0,000	0,000	0,00
<i>Simarouba amara</i>	0,012	-0,103	0,127	0,163	0,043	1368,6
<i>Swartzia pickelii</i>	-0,159	-0,159	-0,159	0,000	0,000	0,0
<i>Tapirira guianensis</i>	1,465	0,202	6,161	1,837	0,481	125,4
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	1,125	-0,004	3,842	1,328	0,348	118
<i>Trichilia lepidota</i>	2,338	0,186	9,228	3,891	1,019	166,4
<i>Xylopia frutescens</i>	0,044	0,036	0,051	0,010	0,003	23,6
Média	0,88	0,024	2,471	0,77	0,202	107,4

Tabela 6. Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano⁻¹) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2007-2010, para o fragmento de Cruzinha, Goiana, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
					0,05	
<i>Abarema cochliocarpos</i>	0,265	0,191	0,323	0,067	0,084	121,9
<i>Albizia pedicellaris</i>	0,93	0,366	1,495	0,798	0,388	160,7
<i>Alseis cf. floribunda</i>	0,133	-0,032	0,297	0,233	0,077	224
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,112	0,008	0,117	0,102	0,03	103,8
<i>Annona coriacea</i>	0,138	0,074	0,202	0,090	0,052	146,2
<i>Apuleia leiocarpa</i>	1,53	1,530	1,530	0,000	0,397	100
<i>Bactris ferruginea</i>	0,387	0,180	0,594	0,293	0,154	153,4
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,069	0,021	0,117	0,039	0,03	169,2
<i>Byrsonima sericea</i>	0,401	0,401	0,401	0,000	0,104	100
<i>Byrsonima sp.</i>	0,269	0,269	0,269	0,000	0,07	100
<i>Campomanesia dichotoma</i>	0,286	-0,016	0,882	0,292	0,229	308
<i>Campomanesia sp.</i>	0,053	0,053	0,053	0,000	0,014	100
<i>Casearia commersoniana</i>	0,204	0,117	0,292	0,124	0,076	142,8
<i>Casearia javitensis</i>	0,047	0,047	0,047	0,000	0,012	100
<i>Cecropia pachystachya</i>	0,200	0,053	0,348	0,208	0,090	173,5
<i>Chaetocarpus myrsinites</i>	0,154	0,032	0,302	0,114	0,078	196
<i>Clusia cf. nemorosa</i>	0,301	-0,127	2,780	0,472	0,722	924,4
<i>Coccoloba mollis</i>	0,319	-0,265	3,048	0,537	0,791	954,6
<i>Coccoloba sp.</i>	0,173	0,173	0,173	0,000	0,045	100
<i>Cordia superba</i>	0,482	0,000	2,576	0,862	0,669	534,1
<i>Couepia rufa</i>	0,29	0,290	0,290	0,000	0,075	100
<i>Cupania racemosa</i>	0,307	0,032	1,460	0,516	0,379	475,7
<i>Cupania oblongifolia</i>	0,074	0,074	0,074	0,000	0,019	100
<i>Eriotheca crenulaticalyx</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
<i>Eschweilera ovata.</i>	0,254	-0,160	3,187	0,459	0,827	1254,6
<i>Guapira laxa</i>	0,096	0,000	0,149	0,066	0,039	154,8
<i>Guapira opposita</i>	0,501	-0,032	1,581	0,758	0,410	315,8
<i>Henriettea succosa</i>	0,172	0,032	0,336	0,103	0,087	195,2
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	0,334	-0,053	0,640	0,248	0,166	191,5
Indeterminada A	0,011	0,011	0,011	0,000	0,003	100
<i>Inga cayannensis</i>	0,235	0,030	0,487	0,227	0,126	207,2
<i>Lecythis pisonis</i>	0,298	0,000	1,290	0,292	0,335	433,3
<i>Licania tomentosa</i>	0,127	0,127	0,127	0,000	0,033	100
<i>Luehea paniculata</i>	0,635	0,121	1,263	0,538	0,328	198,7
<i>Maytenus distichophylla</i>	0,246	-0,244	3,800	0,663	0,987	1546,6
<i>Maytenus obtusifolia</i>	0,959	0,007	1,911	1,347	0,496	199,3
<i>Miconia prasina</i>	0,160	-0,027	0,424	0,203	0,110	264,9

Cont...

Tabela 6. Cont...

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
<i>Miconia pyrifolia</i>	0,291	0,291	0,291	0,000	0,076	100
<i>Myrcia guianensis</i>	0,183	0,021	0,317	0,148	0,082	172,6
Myrtaceae A	0,435	0,435	0,435	0,000	0,113	100
<i>Ocotea gardneri</i>	0,423	-0,057	3,473	0,797	0,902	821,6
<i>Ouratea castanaeifolia</i>	0,163	-0,032	0,488	0,167	0,127	298,9
<i>Pera ferruginea</i>	0,194	-0,042	0,441	0,220	0,115	227,1
<i>Plathymenia reticulata</i>	0,553	0,051	1,471	0,796	0,382	265,9
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	0,224	-0,424	1,585	0,253	0,411	706,1
<i>Pouteria gardneri</i>	0,264	0,085	0,601	0,292	0,156	227,7
<i>Protium heptaphyllum</i>	0,249	0,180	0,318	0,098	0,083	127,7
<i>Psidium</i> sp.	0,204	0,117	0,367	0,141	0,095	180,1
<i>Saccoglotis matogrossensis</i>	0,191	0,095	0,286	0,135	0,074	150
<i>Schefflera morototoni</i>	0,127	0,127	0,127	0,000	0,033	100
<i>Simarouba amara</i>	0,143	0,053	0,234	0,074	0,061	163,4
<i>Swartzia pickelii</i>	0,048	0,000	0,095	0,068	0,025	200
<i>Tapirira guianensis</i>	0,246	-0,011	0,824	0,280	0,214	335,1
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	0,315	0,000	1,636	0,424	0,425	519,5
<i>Trichilia lepidota</i>	0,084	0,000	0,180	0,072	0,047	213,8
<i>Vismia guianensis</i>	0,053	0,053	0,053	0,000	0,014	100
<i>Xylopia frutescens</i>	0,312	0,312	0,312	0,000	0,081	100
Média	0,278	0,080	0,814	0,239	0,211	278,2

O fragmento florestal apresentou um ganho em área basal (G) no decorrer dos monitoramentos, considerando a área basal de 2004 para 2007 o ganho foi significativo, já a área basal de 2007 para 2010 não foi encontrada diferença significativa (Tabela 1 e Figura 3).

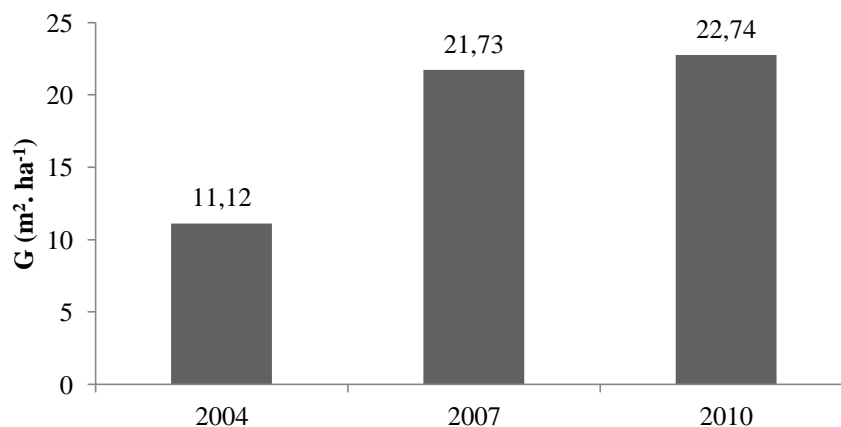


Figura 3. Comportamento da área basal G (m² ha⁻¹) nos períodos de 2004, 2007 e 2010, para o fragmento Cruzinha, Goiana, PE.

Para o diâmetro médio foram observadas diferenças significativas para o período de 2004-2007 ($\chi^2_{\text{calculado}} = 17,6 > \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$) já no período de 2007-2010 não foram encontradas diferenças significativas ($\chi^2_{\text{calculado}} = 0,5 < \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$) (Figura 4).

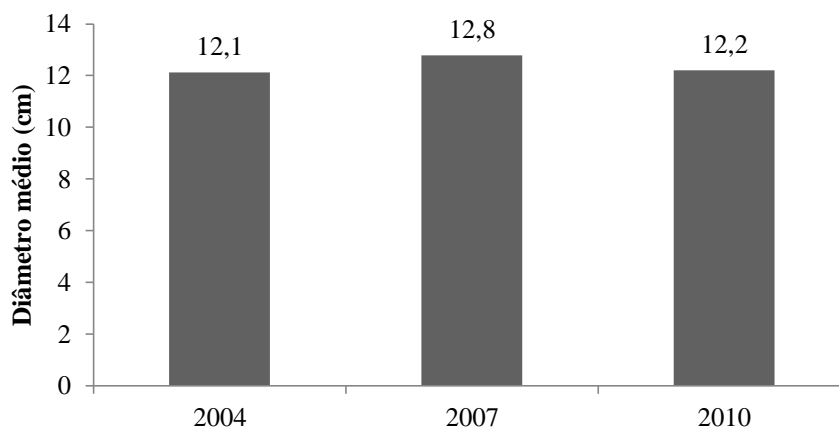


Figura 4. Comportamento do diâmetro médio (cm) dos indivíduos no fragmento Cruzinha, Goiana, PE, para os anos de 2004, 2007 e 2010.

As populações de *Pogonophora schomburgkiana* e *Eschweilera ovata* representaram juntas 39,12%, 49,20% e 42,78% da área basal para os anos de 2004, 2007 e 2010, respectivamente. O diâmetro médio para essas populações juntas foram: 8,59 cm (2004), 13,29 cm (2007) e 12,90 cm (2010).

O ganho significativo da área basal no período de 2004-2007 pode ser explicado pela alta taxa de recrutamento das populações de *P. schomburgkiana* e *E. ovata*, mesmo com a mortalidade superior ao recrutamento nesse período, considerando toda a comunidade. Além disso, os indivíduos remanescentes dessas populações apresentaram crescimento expressivo, conforme o incremento e o diâmetro médio para o ano de 2007 (Tabela 5).

É importante destacar a elevada variação entre os incrementos dos diâmetros, em relação à média do incremento para algumas espécies, demonstrado pelo coeficiente de variação (CV%). A variação média no período de 2004-2010 foi de 64%, com maior variação no período de 2007-2010 (278,2%), revelando um crescimento diamétrico variado entre indivíduos da mesma espécie. Além disso, foram constatados incrementos negativos para espécies que apresentaram apenas um indivíduo (Tabelas 4, 5 e 6).

4.1.3 Distribuição diamétrica

Foram consideradas oito classes para a distribuição dos indivíduos, com intervalo de 5 cm, sendo que a primeira classe foi de 4,77 a 9,77 cm (centro de classe 7,27) e a última classe $\geq 37,84$ cm (Figura 5).

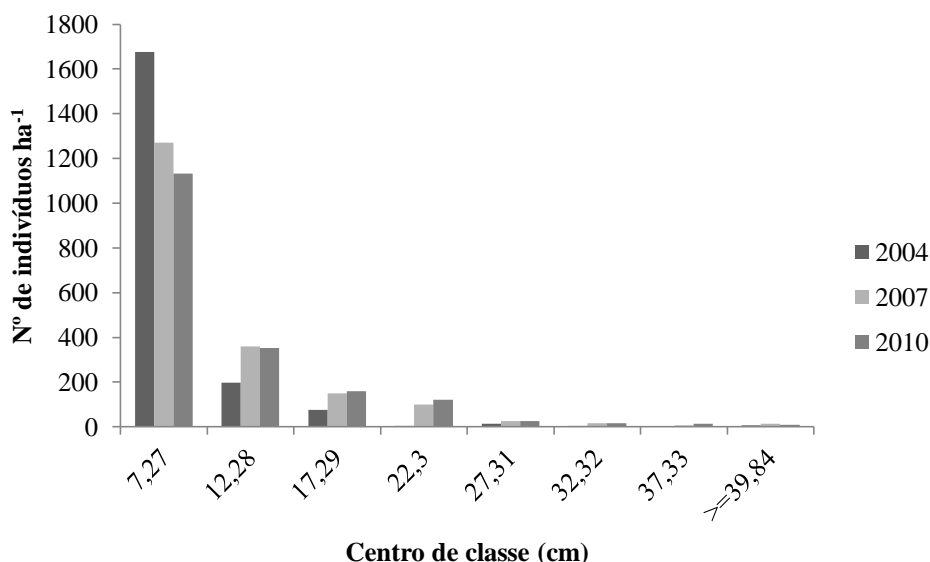


Figura 5. Distribuição diamétrica dos indivíduos no fragmento Cruzinha, Goiana, PE, para os anos 2004, 2007 e 2010.

Durante os monitoramentos a curva de distribuição diamétrica mostra que a maior frequência de indivíduos se encontra nas primeiras classes de diâmetros (centro de classes menores). À medida que aumenta o diâmetro (centro de classes maiores) diminui a frequência dos indivíduos nas classes. Esse padrão é característico de florestas nativas.

No 1º monitoramento (2004) 84% dos indivíduos estavam presentes na primeira classe de diâmetro (centro de classe 7,27 cm). Na 2ª ocasião (2007) esse percentual decresceu para 65% dos indivíduos. Para a 3ª ocasião (2010) esse percentual novamente reduziu para 61%. Na terceira classe (centro de classe 17,29 cm) em 2004 apenas 3,9% dos indivíduos estavam presentes nessa classe, já em 2007 esse percentual subiu para 7,7% e para 2010 esse percentual aumentou novamente para 8,7%. Conforme o valor calculado pelo teste Qui-quadrado (χ^2) para a distribuição diamétrica para todas as espécies no fragmento florestal no período de 2004-2007, foi de 108,3 ($\chi^2_{\text{tabelado}}=14,07/\text{gl}=7$) o que mostra que as duas distribuições são estatisticamente diferentes (5%). O valor do Qui-quadrado (χ^2) calculado para a distribuição diamétrica, no período de 2007-2010, foi

de 7,5 ($\chi^2_{\text{tabelado}}=14,07/\text{gl}=7$) que indica que as distribuições não se diferem (5%). Desta forma, é possível verificar que com o passar do tempo os indivíduos da comunidade estão migrando para as classes superiores, ou seja, estão se estabelecendo e o fragmento está tendendo para uma relativa estabilização em termos de densidade.

A maior concentração de indivíduos das populações de *Pogonophora schomburgkiana* e *Eschweilera ovata* ocorreu nas primeiras classes diamétricas, porém, a frequência nas classes maiores diminui consideravelmente, influenciando na distribuição diamétrica da comunidade. Foi verificado para essas populações, assim como, para toda comunidade que com o passar dos anos os indivíduos estão migrando para classes superiores, ou seja, estão se fixando na comunidade (Figuras 5 e 6).

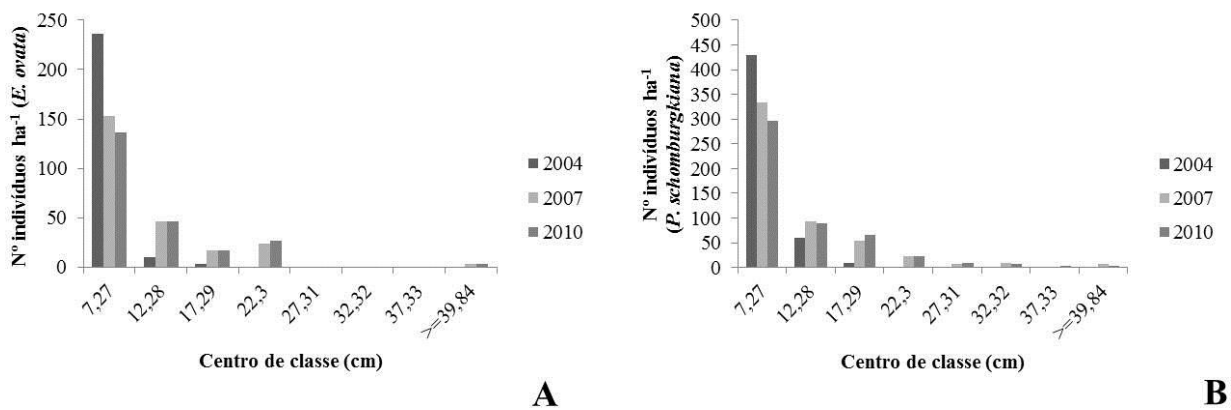


Figura 6. Distribuição diamétrica dos indivíduos de *Eschweilera ovata* (A) e *Pogonophora schomburgkiana* (B) no fragmento Cruzinha, Goiana, PE, para os anos 2004, 2007 e 2010.

4.1.4 Projeção

Utilizando os monitoramentos de 2004 e 2007, foram feitas projeções para o ano de 2010, com o objetivo de comparar o monitoramento observado nas parcelas permanentes para o mesmo ano. O número absoluto de indivíduos arbóreos e suas transições de estados durante o período de 2004-2007. Durante esse período foram recrutados 50 indivíduos, ou seja, entraram no sistema, sendo que 35 foram ingressos na primeira classe diamétrica, nove na segunda classe, três na terceira classe, um na quarta classe e dois na quinta classe, essa última possivelmente é explicada devido esses dois indivíduos não terem sido medidos na ocasião anterior e quando foram contabilizados na ocasião seguinte recrutaram direto para essa classe, devido seus diâmetros (Tabela 7).

Tabela 7. Transição do número de indivíduos arbóreos em cada classe diamétrica, durante o período de 2004-2007 para 0,3 hectares amostrados no fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.

Cc	R	7,27	12,28	17,29	22,3	27,31	32,32	37,33	≥39,84	Prox	M	2004
R	0	35	9	3	1	2	0	0	0	0	0	50
7,27	0	342	73	24	16	2	2	1	2	0	41	503
12,28	0	0	25	13	7	2	0	0	1	0	9	57
17,29	0	0	0	5	6	1	3	1	0	0	4	20
22,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
27,31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	4
32,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
37,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
≥39,84	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Prox	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	377	107	45	30	8	5	2	4	0	60	638

O estado de mortalidade (M) apresentou 60 indivíduos durante o período, ou seja, indivíduos que saíram do sistema. Além disso, a maioria (68,33%) dos indivíduos que saíram do sistema pertencia à primeira classe.

A matriz de transição probabilística montada a partir dos valores absolutos (Tabela 7), com bases probabilísticas. Foram observadas as probabilidades de cada indivíduo em cada estado, seja para permanecer na mesma classe, mudar para um ou mais estados (classes superiores) ou morrer (estado M). De um modo geral, as árvores apresentaram maiores probabilidades de permanecerem na mesma classe, principalmente considerando um período curto, de apenas três anos (Tabela 8).

Tabela 8. Transição probabilística de um estado (*i*) para outro (*j*), durante um período de 2004-2007 (p_{ij}) para o fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.

Cc	R	7,27	12,28	17,29	22,3	27,31	32,32	37,33	≥39,84	Prox	M
R	0	0,700	0,180	0,060	0,020	0,040	0	0	0	0	0
7,27	0	0,680	0,145	0,048	0,032	0,004	0,004	0,002	0,004	0	0,082
12,28	0	0	0,424	0,220	0,119	0,034	0	0	0,017	0	0,153
17,29	0	0	0	0,217	0,261	0,043	0,130	0,043	0	0	0,174
22,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000
27,31	0	0	0	0	0	0,250	0	0	0	0	0,750
32,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000
37,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
≥39,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0,500	0	0,500
Prox	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A probabilidade de mortalidade para o centro de classe 7,27 cm a foi de 8,2%, já para o centro de classe 27,31 cm foi de 75%, ou seja, as árvores de menores diâmetros apresentaram maiores probabilidades de morte do que as árvores de diâmetros maiores.

A projeção da distribuição para o ano de 2010, ou seja, as probabilidades de permanência, mudança para outras classes ou morte. Assim, para o centro de classe 7,27 cm a probabilidade das árvores permanecerem nesta classe no ano de 2010 é de 46,2%, ou seja, não apresentarão crescimento suficiente para mudar de classe, já 16% irão mudar para o centro de classe 12,28 cm (Tabela 9).

Tabela 9. Matriz de transição probabilística, dois passos adiante (p_{ij}^2) (2010) para o fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.

Cc	R	7,27	12,28	17,29	22,3	27,31	32,32	37,33	≥39,84	Prox	M
R	0	0,476	0,178	0,086	0,059	0,021	0,011	0,004	0,006	0	0,145
7,27	0	0,462	0,160	0,075	0,051	0,011	0,009	0,003	0,007	0	0,127
12,28	0	0	0,180	0,141	0,108	0,032	0,029	0,010	0,016	0	0,255
17,29	0	0	0	0,047	0,057	0,02	0,028	0,009	0	0	0,462
22,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,31	0	0	0	0	0	0,063	0	0	0	0	0,188
32,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
≥39,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0,250	0	0,250
Prox	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Com base nas Tabelas 8 e 9, foi estimado o produto final, a projeção da distribuição de frequência dos diferentes classes para o ano de 2010, com mesmo intervalo de tempo, três anos (Tabela 10).

Tabela 10. Frequência observada (FO) em 2010, frequência projetada (FP) e frequência projetada com recrutamento (FP+R) para o ano de 2010 do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado ($\chi^2_{\text{calculado}}$) calculado por classe de diâmetro com 5 cm de intervalo. Em que: Cc = Centro de classe. Sendo: χ^2 tabelado (1%) = 18,4; χ^2 (5%) = 14,07 para o fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE.

Cc	2010 FO	2010 FP	$\chi^2_{\text{calculado}}$	2010 FP+R	$\chi^2_{\text{calculado}}$
7,27	340	256	27,31	291	8,13
12,28	106	100	0,35	109	0,09
17,29	48	51	0,22	54	0,74
22,3	36	36	0,00	37	0,05
27,31	8	9	0,13	11	0,86
32,32	5	7	0,76	7	0,76
37,33	4	3	0,62	3	0,62
≥39,84	3	5	1,01	5	1,01
Total			30,40		12,26

Foram observadas subestimativas nos centros de classe: 7,27 cm e 12,28 cm. Conforme o teste do Qui-quadrado (χ^2) calculado por classe de diâmetro as frequências observadas e projetadas se diferem (5% e 1%). Porém, devido à limitação do modelo de Markov que não projeta o recrutamento, foi considerado para efeito de simulação o mesmo recrutamento ocorrido no período anterior (2004-2007). Assim, com a soma do recrutamento nas devidas classes diamétricas, o teste revelou que não houve diferença (5% e 1%) entre as frequências observadas e projetadas pelo modelo, revelando um ajuste satisfatório, conforme a avaliação utilizada pelo teste Qui-quadrado (5%) mostrando que o modelo de Markov foi eficaz para realizar predições da distribuição diamétrica para o fragmento florestal.

Vale mencionar que, como observado na metodologia, foram realizadas duas tentativas de ajuste (estimativa considerando 12 classes diamétricas com intervalo de classe de 3 cm). Contudo, conforme o teste Qui-quadrado (χ^2) utilizado para avaliação, foi observado que houve diferenças significativas (5%) entre as frequências observadas e estimadas para o mesmo ano. Em que foram observadas subestimativas no número de indivíduos por classe e uma pequena superestimativa nas classes seguintes. Sendo assim, para tal tentativa o resultado demonstrou que o modelo não foi eficaz (Tabela 11).

Tabela 11. Frequência observada (FO) e frequência projetada (FP) do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado ($\chi^2_{\text{calculado}}$) calculado por classe de diâmetro com 3 cm de intervalo. Em que: Cc = Centro de classe. Sendo: χ^2 (1%) = 24,6; χ^2 (5%) = 19,6. Para o Fragmento florestal Cruzinha, Goiana, PE.

Cc	2010 FO	2010 FP	$\chi^2_{\text{calculado}}$
6,27	237	207,4	4,2
9,28	127	92,3	13,1
12,29	67	64,7	0,1
15,3	39	41,7	0,2
18,31	24	37,4	4,8
21,32	31	36,6	0,9
24,33	6	9,1	1,1
27,34	4	8,6	2,5
30,35	6	6,9	0,1
33,36	2	2,7	0,2
36,37	4	4,6	0,1
$\geq 37,88$	3	4,6	0,5
Total	550	516,7	27,8

4.2 Fragmento Florestal Zambana, Itaquitinga, PE

4.2.1 Estrutura e dinâmica florestal

Para o monitoramento realizado no período de 2005-2008, de acordo com o teste Qui-Quadrado foram encontradas diferenças estatísticas significativas (5%) para o número de indivíduos e número de espécies ($\chi^2_{\text{calculado}} = 8,2 > \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$), isso aconteceu principalmente pelo ganho de três espécies (Tabelas 7 e 8). Já para o período de 2008-2011 não houve diferenças estatísticas ($\chi^2_{\text{calculado}} = 2,5 < \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$), porém, foi constatada a saída pela mortalidade de três espécies que apresentavam apenas um indivíduo na amostra (Tabelas 2 e 12).

Tabela 12. Estimativa dos parâmetros analisados nos monitoramentos realizados em 2005-2007-2011 para o fragmento florestal Zambana, Itaquitinga, PE.

Parâmetros	Zambana		
	2005	2008	2011
Nº indivíduos ha ⁻¹	1800,00	1996,70	1866,70
Nº espécies	56,00	59,00	56,00
Área basal (G) m ² ha ⁻¹	23,94	26,84	39,46
Diâmetro médio (cm)	13,00	13,07	16,39
Taxa recrutamento (% anual)	-	3,31	1,52
Taxa mortalidade (% anual)	-	0,31	3,54
Incremento periódico anual - IPA (cm ano ⁻¹)	-	0,19	0,64

Houve um aumento no número de indivíduos para o fragmento, a variação do número de indivíduos no monitoramento de 2005 (1800 indivíduos ha⁻¹) para 2008 (1996,7 indivíduos ha⁻¹) foi significativa, porém de 2008 para 2011 (1866,7 indivíduos ha⁻¹) não foram encontradas diferenças (Tabelas 2 e 12). No período de 2005 para 2011, foram encontradas taxas de 4,87% para o recrutamento e 3,70% para a mortalidade.

Para a taxa de recrutamento, mortalidade (% anual) e incremento periódico anual (cm) foram encontrados diferenças significativas entre os anos de 2008-2011 ($\chi^2_{\text{calculado}} = 6,9 > \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$). 63,51% dos indivíduos recrutados nesse período ocorreram nas populações de *Eschweilera ovata*, *Pogonophora schomburgkiana* e *Thyrsodium spruceanum*, com relação à taxa de mortalidade, 20,37% ocorreram nas populações de *P. schomburgkiana* e *T. spruceanum*. Da mesma forma, as populações com maiores densidades contribuíram com a grande parte da mortalidade para esse fragmento (Tabela 2).

Em 2005-2008 foi observado que as populações de *E. ovata*, *P. schomburgkiana* e *T. spruceanum* representaram 69,49% do recrutamento e nenhum indivíduo morto, em que o recrutamento nesse mesmo período foi superior à mortalidade, ou seja, essas populações estão influenciando positivamente no número de indivíduos da comunidade. No período de 2008-2011 a população de *E. ovata* contribuiu com 39,13% dos indivíduos recrutados e as populações de *E. ovata*, *P. schomburgkiana* e *T. spruceanum* contribuíram com apenas 26,31% da mortalidade. Cabe ressaltar que nesse período houve redução de número de indivíduos da comunidade, em que a taxa de mortalidade foi superior ao recrutamento (Figura 7 e Tabela 12).

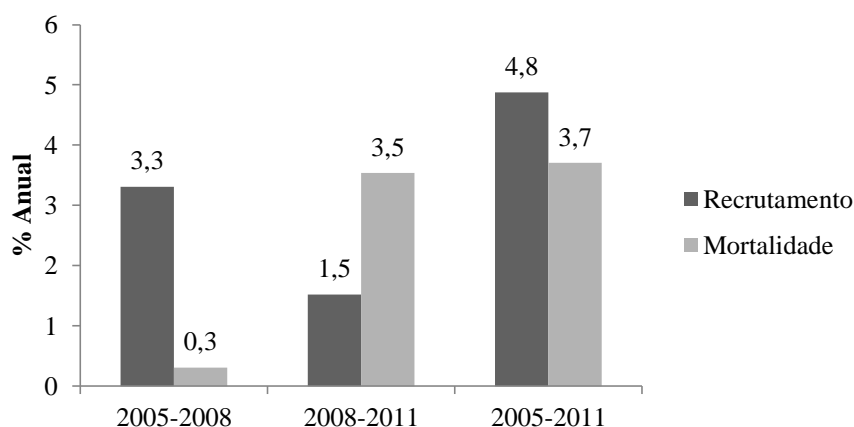


Figura 7. Taxas anuais de recrutamento e mortalidade para espécies nos períodos 2005-2008, 2008-2011 e 2005-2010 para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE.

4.2.2 Incremento

O incremento periódico anual de todas as espécies para o período 2005-2011 foi de 0,395 cm ano⁻¹, variando de 0,014 a 1,280 cm ano⁻¹ (Tabela 13). Para o primeiro período de monitoramento (2005-2008) o incremento para todas as espécies foi de 0,19 cm ano⁻¹, variando de -0,146 a 0,647 cm ano⁻¹ (Tabela 14). Para o período 2008-2011 este foi de 0,637 cm ano⁻¹, variando de 0,049 a 2,261 cm ano⁻¹ (Tabela 15).

Tabela 13. Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano⁻¹) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2005-2011, para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
					0,05	
<i>Abarema cochliocarpos</i>	0,212	0,053	0,318	0,113	0,031	53,0
<i>Alseis pickelii</i>	0,347	0,170	0,536	0,183	0,050	52,9
<i>Andira nitida</i>	0,029	0,004	0,053	0,034	0,009	119,9
<i>Annona salzmanii</i>	0,706	0,706	0,706	0,000	0,000	0,0
<i>Bactris ferruginea</i>	0,021	-0,074	0,106	0,077	0,021	362,9
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,278	-0,080	0,849	0,329	0,090	118,4
<i>Brosimum guianense</i>	0,376	0,035	0,716	0,482	0,132	128,3
<i>Buchenavia tetrphylla</i>	0,398	0,398	0,398	0,000	0,000	0,0
<i>Byrsonima sericea</i>	0,299	0,025	1,247	0,358	0,098	119,7
<i>Calyptanthes brasiliensis</i>	0,259	-0,027	1,147	0,445	0,122	171,6
<i>Campomanesia dichotoma</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
<i>Casearia javitensis</i>	0,340	0,011	0,851	0,448	0,123	131,8
Chrysobalanaceae A	0,017	0,017	0,017	0,000	0,000	0,0
<i>Clusia nemorosa</i>	0,522	0,053	2,069	0,656	0,180	125,7
<i>Coccoloba mollis</i>	1,131	-0,090	5,431	1,653	0,454	146,1
<i>Cordia superba</i>	0,080	0,000	0,239	0,081	0,022	101,6
<i>Cupania oblongifolia</i>	0,583	0,583	0,583	0,000	0,000	0,0
<i>Cupania racemosa</i>	0,379	-0,775	2,308	0,899	0,247	237,3
<i>Dialium guianense</i>	0,375	-0,015	0,987	0,400	0,110	106,6
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	0,126	0,093	0,159	0,046	0,013	36,5
<i>Eschweilera ovata</i>	0,768	-0,533	6,790	1,103	0,303	143,7
<i>Eugenia punicifolia</i>	1,050	0,000	6,077	2,463	0,676	234,5
<i>Guapira nitida</i>	0,231	0,053	0,746	0,242	0,066	104,6
<i>Guapira opposita</i>	0,340	0,255	0,424	0,120	0,033	35,4
<i>Guatteria pogonopus</i>	0,180	0,180	0,180	0,000	0,000	0,0
<i>Guatteria schomburgkiana</i>	0,171	-0,499	1,087	0,528	0,145	308,1
<i>Henriettea succosa</i>	0,433	-0,821	1,458	0,778	0,214	179,6
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	0,292	0,000	0,992	0,360	0,099	123,4
<i>Hirtella racemosa</i>	1,784	0,361	3,207	2,012	0,552	112,8
Indeterminada A	0,103	-0,027	0,451	0,199	0,055	193,3
<i>Inga cayannensis</i>	0,027	0,027	0,027	0,000	0,000	0,000
<i>Inga thibaudiana</i>	0,961	0,133	1,789	1,171	0,321	121,9
Lauraceae A	0,212	0,212	0,212	0,000	0,000	0,0
Caesalpiniaceae A	0,053	0,053	0,053	0,000	0,000	0,0
<i>Luehea paniculata</i>	0,436	0,053	0,936	0,453	0,124	104,0
<i>Maytenus obtusifolia</i>	0,857	0,000	2,554	1,470	0,403	171,6
<i>Myrcia sylvatica</i>	0,313	0,286	0,340	0,038	0,010	12,0

Cont...

Tabela 13. Cont...

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
<i>Neea</i> sp.	0,140	0,140	0,140	0,000	0,000	0,0
<i>Ocotea gardneri</i>	0,361	0,361	0,361	0,000	0,000	0,0
<i>Pera ferruginea</i>	0,351	0,000	1,581	0,466	0,128	132,8
<i>Plathymenia reticulata</i>	0,424	0,377	0,472	0,068	0,019	15,90
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	0,375	-1,761	3,534	0,722	0,198	192,6
<i>Pouteria grandiflora</i>	0,011	0,011	0,011	0,000	0,000	0,0
<i>Protium heptaphyllum</i>	0,603	0,026	1,430	0,675	0,185	111,9
<i>Rapanea guianensis</i>	0,218	0,218	0,218	0,000	0,000	0,0
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i>	0,262	0,000	0,557	0,304	0,083	115,9
<i>Schefflera morototoni</i>	0,704	-0,069	2,361	0,658	0,181	93,50
<i>Schoepfia brasiliensis</i>	0,265	-0,027	0,557	0,413	0,113	155,6
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	0,928	0,928	0,928	0,000	0,000	0,0
<i>Tapirira guianensis</i>	0,570	-0,058	5,358	1,166	0,320	204,6
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	0,231	-0,241	1,755	0,439	0,120	190,1
Média	0,395	0,014	1,280	0,432	0,119	99,4

Tabela 14. Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano⁻¹) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2005-2008, para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
					0,05	
<i>Abarema cochliocarpos</i>	0,106	-0,597	0,364	0,320	0,085	303,1
<i>Alseis pickelii</i>	0,386	0,104	0,893	0,440	0,116	114,1
<i>Andira nitida</i>	0,325	0,313	0,336	0,016	0,004	5,0
<i>Annona salzmanii</i>	0,480	0,480	0,480	0,000	0,000	0,0
<i>Bactris ferruginea</i>	0,014	-0,148	0,200	0,114	0,030	797,0
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,220	-0,232	0,980	0,370	0,098	168,0
<i>Brosimum guianense</i>	0,007	-0,030	0,045	0,053	0,014	722,0
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	0,322	0,322	0,322	0,000	0,000	0,0
<i>Byrsonima sericea</i>	0,111	-0,124	0,374	0,127	0,034	114,1
<i>Calyptanthus brasiliensis</i>	0,072	-0,084	0,193	0,120	0,032	167,0
<i>Campomanesia dichotoma</i>	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,0
<i>Casearia javitensis</i>	0,316	0,267	0,347	0,043	0,011	13,5
<i>Cecropia pachystachya</i>	0,967	0,580	1,354	0,548	0,145	56,6
Chrysobalanaceae A	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,0
<i>Clusia nemorosa</i>	0,139	-0,105	0,418	0,124	0,033	89,4
<i>Coccoloba mollis</i>	0,082	-0,847	1,973	0,518	0,137	635,1
<i>Cordia superba</i>	0,031	-0,389	0,267	0,205	0,054	668,4
<i>Cupania oblongifolia</i>	-0,007	-0,007	-0,007	0,000	0,000	0,0

Cont...

Tabela 14. Cont...

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
<i>Cupania racemosa</i>	0,426	-1,581	1,298	0,804	0,213	188,7
<i>Dialium guianense</i>	0,266	0,000	0,577	0,236	0,062	88,7
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	0,126	0,007	0,245	0,167	0,044	132,5
<i>Eschweilera ovata</i>	0,092	-2,349	2,093	0,565	0,149	616,6
<i>Eugenia puniceifolia</i>	0,048	0,001	0,214	0,084	0,022	174,0
<i>Guapira nitida</i>	0,112	0,033	0,320	0,084	0,022	74,3
<i>Guapira opposita</i>	0,224	0,097	0,352	0,181	0,048	80,6
<i>Guatteria pogonopus</i>	0,118	0,118	0,118	0,000	0,000	0,0
<i>Guatteria schomburgkiana</i>	0,057	-1,007	1,225	0,634	0,167	1106,3
<i>Henriettea succosa</i>	0,346	-0,030	0,920	0,291	0,077	84,1
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	0,229	-0,041	0,563	0,214	0,057	93,4
<i>Hirtella racemosa</i>	0,110	0,047	0,173	0,090	0,024	81,4
Indeterminada A	0,158	-0,052	0,903	0,417	0,110	264,0
<i>Inga cayannensis</i>	-0,010	-0,010	-0,010	0,000	0,000	0,0
<i>Inga thibaudiana</i>	0,313	0,032	0,570	0,249	0,066	79,6
Lauraceae A	0,312	0,312	0,312	0,000	0,000	0,0
Caesalpiniaceae A	0,096	0,096	0,096	0,000	0,000	0,0
<i>Luehea paniculata</i>	0,048	-0,076	0,123	0,109	0,029	225,2
<i>Maytenus obtusifolia</i>	0,002	0,000	0,003	0,002	0,000	102,2
<i>Miconia prasina</i>	0,181	0,181	0,181	0,000	0,000	0,0
<i>Myrcia sylvatica</i>	0,281	0,128	0,564	0,245	0,065	87,5
<i>Neea</i> sp.	0,187	0,187	0,187	0,000	0,000	0,0
<i>Ocotea gardneri</i>	0,141	0,141	0,141	0,000	0,000	0,0
<i>Pera ferruginea</i>	0,448	-0,528	2,583	0,767	0,203	171,0
<i>Plathymenia reticulata</i>	0,332	0,321	0,343	0,016	0,004	4,7
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	0,159	-1,293	1,633	0,309	0,082	194,3
<i>Pouteria grandiflora</i>	-0,030	-0,030	-0,030	0,000	0,000	0,0
<i>Protium heptaphyllum</i>	0,003	-0,113	0,147	0,119	0,031	3502,5
<i>Rapanea guianensis</i>	0,119	0,119	0,119	0,000	0,000	0,0
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i>	0,244	-0,050	0,683	0,356	0,094	145,8
Sapindaceae A	-0,443	-0,443	-0,443	0,000	0,000	0,0
<i>Schefflera morototoni</i>	0,589	-1,082	3,666	1,152	0,304	195,6
<i>Schoepfia brasiliensis</i>	0,026	-0,052	0,160	0,117	0,031	454,5
<i>Sclerolobium densiflorum</i>	0,460	0,460	0,460	0,000	0,000	0,0
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	0,907	0,907	0,907	0,000	0,000	0,0
<i>Tapirira guianensis</i>	0,391	-0,365	4,290	0,899	0,238	230,1
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	0,010	-1,643	1,339	0,319	0,084	3098,4
Média	0,194	-0,146	0,647	0,208	0,055	278,7

Tabela 15. Incremento periódico anual em diâmetro (cm ano⁻¹) por espécie, correspondente o período de monitoramento de 2008-2011, para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: IC - Intervalo de confiança (0,05) e CV(%) - Coeficiente de variação.

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
					0,05	
<i>Abarema cochliocarpos</i>	0,821	-0,003	3,941	1,536	0,410	187,1
<i>Alseis pickelii</i>	0,307	0,179	0,564	0,223	0,059	72,4
<i>Andira nitida</i>	0,232	0,126	0,339	0,151	0,040	64,8
<i>Annona salzmanii</i>	0,931	0,931	0,931	0,000	0,000	0,0
<i>Bactris ferruginea</i>	0,063	-0,001	0,211	0,101	0,027	161,0
<i>Bowdichia virgilioides</i>	0,335	0,029	1,161	0,391	0,104	116,7
<i>Brosimum guianense</i>	0,744	0,100	1,388	0,911	0,243	122,5
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	0,473	0,473	0,473	0,000	0,000	0,0
<i>Byrsonima sericea</i>	0,460	-0,001	2,490	0,733	0,195	159,3
<i>Calyptranthes brasiliensis</i>	0,441	-0,065	2,286	0,910	0,243	206,4
<i>Campomanesia dichotoma</i>	-0,001	-0,001	-0,001	0,000	0,000	0,0
<i>Casearia javitensis</i>	0,298	-0,312	1,355	0,728	0,194	244,0
Chrysobalanaceae A	0,032	0,032	0,032	0,000	0,000	0,0
<i>Clusia nemorosa</i>	0,890	-0,001	3,720	1,310	0,349	147,1
<i>Coccoloba mollis</i>	2,164	-0,001	10,836	3,271	0,872	151,2
<i>Cordia superba</i>	0,129	-0,001	0,402	0,148	0,039	114,7
<i>Cupania oblongifolia</i>	1,173	1,173	1,173	0,000	0,000	0,0
<i>Cupania racemosa</i>	0,667	-0,243	3,317	1,071	0,286	160,5
<i>Dialium guianense</i>	0,817	-0,001	1,973	0,661	0,176	81,0
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	0,126	0,073	0,179	0,075	0,020	59,4
<i>Erythroxylum mucronatum</i>	0,500	0,500	0,500	0,000	0,000	0,0
<i>Eschweilera ovata</i>	1,337	-0,338	12,906	2,044	0,545	152,9
<i>Eugenia punicifolia</i>	2,052	-0,001	12,150	4,947	1,320	241,1
<i>Guapira nitida</i>	0,342	0,010	1,379	0,447	0,119	130,5
<i>Guapira opposita</i>	0,455	0,413	0,497	0,059	0,016	13,0
<i>Guatteria pogonopus</i>	0,243	0,243	0,243	0,000	0,000	0,0
<i>Guatteria schomburgkiana</i>	0,226	-0,482	1,644	0,727	0,194	321,1
<i>Henriettea succosa</i>	0,894	-0,022	3,139	1,227	0,327	137,2
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	0,354	-0,002	1,535	0,560	0,149	158,0
<i>Hirtella racemosa</i>	3,458	0,676	6,240	3,934	1,049	113,8
Indeterminada A	0,048	-0,001	0,147	0,063	0,017	133,0
<i>Inga cayannensis</i>	0,063	0,063	0,063	0,000	0,000	0,0
<i>Inga thibaudiana</i>	1,546	0,083	3,008	2,068	0,552	133,8
Lauraceae A	0,113	0,113	0,113	0,000	0,000	0,0
Caesalpinaceae A	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,0
<i>Luehea paniculata</i>	0,823	0,008	1,749	0,876	0,234	106,4
<i>Maytenus obtusifolia</i>	1,712	-0,001	5,105	2,938	0,784	171,6

Cont...

Tabela 15. Cont...

Nome científico	Incremento em diâmetro (cm ano ⁻¹)					
	Média	Min.	Máx.	Desv.pad.	IC	CV(%)
<i>Myrcia sylvatica</i>	0,186	-0,001	0,445	0,231	0,062	124,0
<i>Neea</i> sp.	0,093	0,093	0,093	0,000	0,000	0,0
<i>Ocotea gardneri</i>	0,581	0,581	0,581	0,000	0,000	0,0
<i>Ocotea glomerata</i>	1,638	1,638	1,638	0,000	0,000	0,0
<i>Ocotea indecora</i>	0,169	0,073	0,264	0,135	0,036	80,0
<i>Pera ferruginea</i>	0,216	-1,353	1,049	0,547	0,146	253,6
<i>Plathymenia reticulata</i>	0,517	0,432	0,601	0,120	0,032	23,1
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	0,603	-3,840	7,018	1,327	0,354	220,1
<i>Pouteria grandiflora</i>	0,052	0,052	0,052	0,000	0,000	0,0
<i>Protium heptaphyllum</i>	1,202	-0,002	2,974	1,377	0,367	114,6
<i>Rapanea guianensis</i>	0,316	0,316	0,316	0,000	0,000	0,0
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i>	0,280	0,041	0,729	0,322	0,086	115,2
<i>Schefflera morototoni</i>	0,566	-0,001	1,292	0,420	0,112	74,1
<i>Schoepfia brasiliensis</i>	0,572	-0,001	1,145	0,810	0,216	141,6
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	0,950	0,950	0,950	0,000	0,000	0,0
<i>Tapirira guianensis</i>	0,818	-0,002	10,598	2,200	0,587	269,0
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	0,387	-0,075	5,154	0,874	0,233	226,1
Média	0,637	0,049	2,261	0,749	0,200	101,9

Foi observado que houve aumento do incremento anual nos períodos 2005-2008 e 2008-2011. É importante destacar que esse aumento ocorreu mesmo com a taxa de mortalidade superior ao recrutamento no período 2008-2011. Isso se deve, possivelmente devido a maioria dos indivíduos que morreram, pertencerem às classes diamétricas iniciais, além disso, os indivíduos remanescentes do monitoramento anterior, ou seja, que sobreviveram, mostraram crescimento expressivo nos monitoramentos sucessores (Tabelas 14 e 15).

O fragmento também apresentou aumento na área basal (m² ha⁻¹) no decorrer dos monitoramentos (Tabela 12 e Figura 8), todavia, tal ganho na área basal para o período de 2005-2008 não foi significativo, conforme teste Qui-quadrado ($\chi^2_{\text{calculado}} = 0,9 < \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$). Para o mesmo parâmetro no período de 2008-2011 também não foram encontradas diferenças significativas ($\chi^2_{\text{calculado}} = 2,5 < \chi^2_{\text{tabelado } 0,05} = 3,84$).

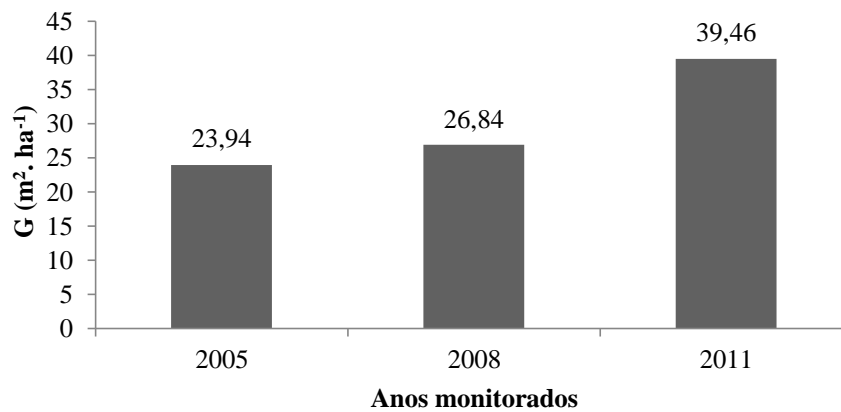


Figura 8. Comportamento da área basal G (m² ha⁻¹) nos períodos 2005, 2008 e 2011 para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE.

As análises do diâmetro médio (cm) para os anos monitorados (2005-2008-2011), também demonstraram que não houve diferenças significativas (Figura 9 e Tabela 12).

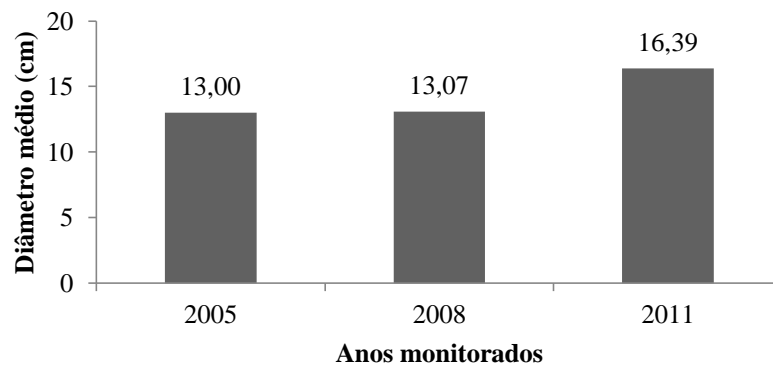


Figura 9. Comportamento do diâmetro médio (cm) dos indivíduos nos anos de 2005, 2008 e 2011 para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE.

As populações de *Eschweilera ovata*, *Pogonophora schomburgkiana* e *Thyrsodium spruceanum* contribuíram juntas com 30,80%, 30,68% e 40,42% da área basal para os anos de 2005, 2008 e 2011, respectivamente. Essas espécies juntas apresentaram diâmetro médio de 7,21 cm em 2005, 7,24 cm em 2008 e 10,42 cm em 2011.

Para esse fragmento florestal também foram observadas algumas variações entre os incrementos dos diâmetros, em relação à média do incremento, demonstrado pelo coeficiente de variação (CV%) para algumas espécies. A média da variação encontrada para todos os indivíduos no fragmento Zambana foi de 99,4% no período de seis anos (2005-2011) com maiores variações

no período de 2005-2008 (278,7 %), além de incrementos negativos. Vale mencionar que quando comparado com o fragmento Cruzinha tais variações foram maiores (Tabelas 13, 14 e 15).

4.2.3 Distribuição diamétrica – Zambana, Itaquitinga, PE

Foram consideradas oito classes para a distribuição dos indivíduos, com intervalo de 5 cm. A primeira classe foi de 4,77 a 9,77cm (centro de classe 7,27) e a última classe $\geq 39,84$ cm (Figura 10). A maior frequência de indivíduos nas primeiras classes de diâmetros (centro de classes menores) foi observada para todos os anos de monitoramento (2005-2008-2011). Verificou-se que à medida que aumenta o diâmetro (centro de classes maiores) diminui a frequência dos indivíduos nas classes.

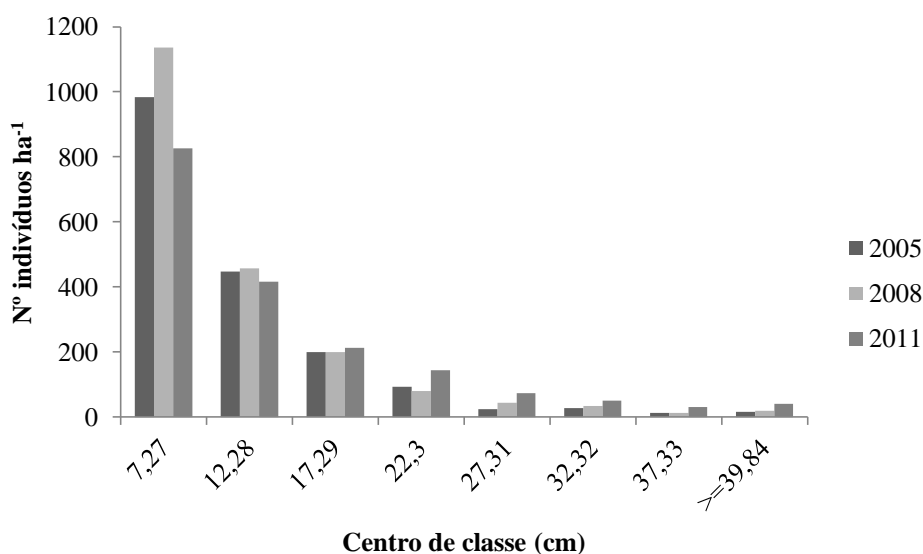


Figura 10. Distribuição diamétrica dos indivíduos no fragmento Zambana, Itaquitinga, PE, para os anos 2005, 2008 e 2011.

Foi possível observar que 54,5% dos indivíduos estavam presentes na primeira classe de diâmetro (centro de classe 7,27 cm) no ano de 2005 (tempo 0). No ano de 2008, esse percentual aumentou para 57,3% dos indivíduos. Para o ano de 2011, esse percentual reduziu para 46,1%. Para o período de 2005-2008 esse aumento na primeira classe pode ser explicado pela taxa de recrutamento que foi superior a mortalidade. A diminuição no período de 2008-2011 pode estar relacionada com a taxa de mortalidade que foi superior ao recrutamento nesse período, em que a maioria (68,4%) dos indivíduos que morreram pertencerem à primeira classe (Figura 11).

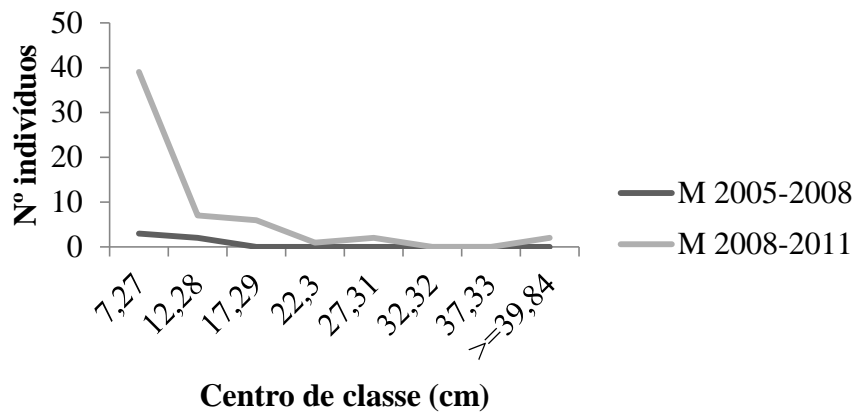


Figura 11. Número de indivíduos mortos (M) nas classes diamétricas com intervalo de 5 cm no Fragmento Zamabana, Itaquitinga, PE.

O valor calculado pelo teste Qui-quadrado (χ^2) para a distribuição diamétrica para todos os indivíduos no fragmento florestal no período de 2005-2008 foi de 10,3 ($\chi^2_{\text{tabelado}}=14,07/\text{gl}=7$) revelando que as duas distribuições são estatisticamente semelhantes (5%). Já para o período de 2008-2011 o valor do Qui-quadrado (χ^2) calculado para a distribuição diamétrica foi de 55,8, mostrando que nesse período as distribuições são estatisticamente diferentes (5%). Assim, pode-se confirmar que a redução na primeira classe diamétrica e o aumento nas classes superiores foram significativos.

A maior concentração de indivíduos das populações de *Eschweilera ovata*, *Pogonophora schomburgkiana* e *Thyrsodium spruceanum* foram concentradas nas primeiras classes diamétricas e influenciaram na distribuição diamétrica da comunidade, também foi possível observar que o aumento no número de indivíduos para o ano de 2008 aconteceu devido ao recrutamento de indivíduos dessas populações nas primeiras classes diamétricas. Além disso, essas populações com o passar do tempo estão migrando para as classes superiores, ou seja, estão se estabelecendo na área (Figura 12).

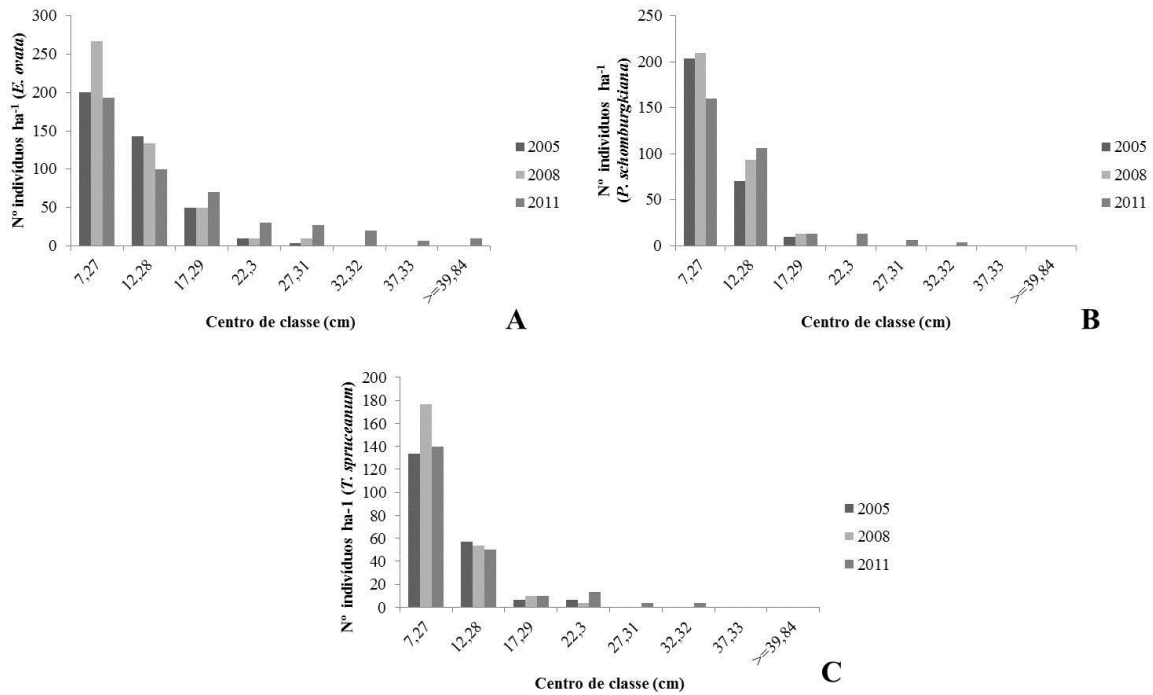


Figura 12. Distribuição diamétrica dos indivíduos de *Eschweilera ovata* (A) e *Pogonophora schomburgkiana* (B) e *Thyrsodium spruceanum* (C) no fragmento Zambana, Itaquitinga, PE, para os anos 2005, 2008 e 2011.

É possível inferir que houve redução na densidade da comunidade nesse fragmento, principalmente nas menores classes diamétricas, em contrapartida houve um aumento para as classes maiores, conforme o último ano de monitoramento (2011).

4.2.4 Projeção

Para o Fragmento Zambana também foram realizadas predições com o modelo de Markov utilizando de 12 classes diamétricas com intervalos de 3 cm e utilizando oito classes diamétricas com 5 cm de intervalo.

A Tabela 16 apresenta o número absoluto de indivíduos arbóreos e suas transições de estados durante o período de 2005-2008. Durante esse período foram recrutados 59 indivíduos, ou seja, entraram no sistema, sendo que 58 na primeira classe e um indivíduo na segunda classe (centro de classe 12,28 cm) (Tabela 16).

Tabela 16. Transição do número de indivíduos arbóreos em cada classe diamétrica, durante o período de 2005-2008 para 0,3 hectares amostrados no fragmento florestal Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.

Cc	R	7,27	12,28	17,29	22,3	27,31	32,32	37,33	≥39,84	Prox	M	2005
R	0	58	1	0	0	0	0	0	0	0	0	59
7,27	0	273	17	2	0	0	0	0	0	0	3	295
12,28	0	0	115	8	0	0	0	0	0	0	2	125
17,29	0	0	0	48	7	0	0	0	0	0	0	55
22,3	0	0	0	0	17	8	1	0	0	0	0	26
27,31	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	7
32,32	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	8
37,33	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
≥39,84	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
Prox	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	331	133	58	24	13	10	4	5	0	5	583

O estado de mortalidade (M) apresentou apenas cinco indivíduos durante o período 2005-2008, ou seja, indivíduos que saíram do sistema.

Foram observadas as probabilidades de cada indivíduo em cada estado, seja para permanecer na mesma classe, mudar para um ou mais estados (classes superiores) ou morrer (saída para o estado M) (Tabela 17).

Tabela 17. Transição probabilística de um estado (*i*) para outro (*j*), durante um período de 2005-2008 (p_{ij}) para o fragmento florestal Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.

Cc	R	7,27	12,28	17,29	22,3	27,31	32,32	37,33	≥39,84	Prox	M
R	0	0,983	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0
7,27	0	0,925	0,057	0,006	0	0	0	0	0	0	0,010
12,28	0	0	0,920	0,064	0	0	0	0	0	0	0,020
17,29	0	0	0	0,872	0,127	0	0	0	0	0	0
22,3	0	0	0	0	0,653	0,307	0,038	0	0	0	0
27,31	0	0	0	0	0	0,714	0,285	0	0	0	0
32,32	0	0	0	0	0	0	0,875	0,125	0	0	0
37,33	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
≥39,84	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Prox	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A projeção da distribuição para o ano de 2011, ou seja, as probabilidades de permanência, mudança para outras classes ou morte. Assim, para o centro de classe 7,27 cm a probabilidade das

árvores permanecerem nesta classe no ano de 2010 é de 85,6% e 10,6% irão mudar para o centro de classe 12,28 cm (Tabela 18).

Tabela 18. Matriz de transição probabilística, dois passos adiante (p_{ij}^2) (2011) para o fragmento florestal Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centros de classe; R = recrutamento; Prox = classe próxima; M = mortalidade.

Cc	R	7,27	12,28	17,29	22,3	27,31	32,32	37,33	≥39,84	Prox	M
R	0	0,909	0,072	0,007	0	0	0	0	0	0	0,010
7,27	0	0,856	0,106	0,015	0	0	0	0	0	0	0,010
12,28	0	0	0,846	0,114	0,008	0	0	0	0	0	0,010
17,29	0	0	0	0,761	0,194	0,039	0,004	0	0	0	0
22,3	0	0	0	0	0,427	0,420	0,146	0,004	0	0	0
27,31	0	0	0	0	0	0,510	0,454	0,035	0	0	0
32,32	0	0	0	0	0	0	0,765	0,234	0	0	0
37,33	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
≥39,84	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Prox	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Os valores foram estimados na forma de distribuição de frequência. Quando comparadas as frequências foram reveladas diferenças significativas com superestimativas nos centros de classe: 7,27 e 12,28 cm (Tabela 19).

Tabela 19. Frequência observada (FO) em 2011 e frequência projetada (FP) para o ano de 2011 do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado ($\chi^2_{\text{calculado}}$) calculado por classe de diâmetro com intervalos de 5 cm, para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centro de classe. Sendo: χ^2 tabelado (1%) = 18,4; χ^2 (5%) = 14,07 e Cc = Centro de classes.

Cc	2011 FO	2011 FP	$\chi^2_{\text{calculado}}$
7,27	248	306,3	11,1
12,28	125	141,4	1,91
17,29	64	61,37	0,11
23,30	43	23,07	17,2
27,31	22	16,67	1,7
32,32	15	13,39	0,19
37,33	9	5,25	2,68
≥39,84	12	5	9,8
Total			44,7

O não ajuste do modelo pode ser explicado pelo período utilizado para realizar as projeções (2005-2008), pois entre 2005-2008 houve um recrutamento superior à mortalidade, já para 2008-

2011 a mortalidade foi superior ao recrutamento, ou seja, as taxas demográficas nesse fragmento encontram-se instáveis, assim, quando comparado com a estimativa realizada pelo modelo e a frequência observada nas parcelas permanentes, os resultados se diferem, impossibilitando o ajuste. Dessa forma, a hipótese de estacionaridade pressuposta pelo modelo de Markov não foi verificada.

Para a segunda tentativa com 12 classes com intervalo de 3 cm, o teste do Qui-quadrado (χ^2) também revelou diferença significativa (5% significância) entre as frequências observadas e projetadas para o mesmo ano. Sendo assim, pode-se inferir que o modelo não foi eficaz para realizar a predição da estrutura diamétrica para esse fragmento. Os valores projetados pelo método (cadeia de Markov) foram superestimados, para os centros de classe: 6,27 e 9,28 cm. Para os demais centros, os valores foram subestimados, com exceção do centro de classe 15,3 cm (Tabela 20).

Tabela 20. Frequência observada (FO) para 2011 e frequência projetada (FP) para o ano de 2011 do número de árvores vivas e valores do teste Qui-quadrado ($\chi^2_{\text{calculado}}$) calculado por classe de diâmetro com intervalo de 3 cm para o fragmento Zambana, Itaquitinga, PE. Em que: Cc = Centro de classe. Sendo: χ^2 tabelado (1%) = 24,6; χ^2 (5%) = 19,6 e Cc = Centro de classes.

Cc	2011 FO	2011 FP	$\chi^2_{\text{calculado}}$
6,27	172	194,1	2,5
9,28	112	121,4	0,7
12,29	75	73,2	0,0
15,3	42	50,2	1,3
18,31	36	22,7	7,8
21,32	30	15,5	13,7
24,33	22	10,0	14,3
27,34	10	7,8	0,6
30,35	12	8,7	1,3
33,36	6	6,8	0,1
36,37	6	4,7	0,4
≥37,88	15	7,3	8,0
Total	538	522,4	50,8

5. DISCUSSÃO

5.1 Estrutura e dinâmica florestal

Os resultados de riqueza de espécies para os fragmentos Cruzinha e Zambana no intervalo de seis anos mostraram que o número de espécies foi relativamente constante, com uma pequena substituição de espécies, destacando que as que entraram e saíram foram amostradas com poucos indivíduos. Assim, pode-se concluir que as taxas demográficas influenciaram mais a densidade do que a composição florística.

A literatura mostra que a riqueza de espécies lenhosas em florestas tropicais aumenta rapidamente nos primeiros anos da sucessão e pode em poucas décadas de regeneração apresentar valores comparáveis aos das florestas maduras (TABARELLI; MANTOVANI, 1999; GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001) e que na ausência de distúrbios severos, as mudanças ocorridas na riqueza florística e na abundância das espécies são pequenas, indicando estabilidade (SWAINE et al., 1987a; MANOKARAN; KOCHUMMEN, 1987). Essa estabilidade pode ser de dois tipos: quando o tamanho da população não altera numericamente e quando não há variação no número de espécies (OSHO, 1991).

Para os fragmentos foram observadas uma intensa dinâmica, de entrada e saída de indivíduos. Para o fragmento florestal Cruzinha o balanço foi negativo em todos os períodos analisados, ou seja, maior saída do que entrada de indivíduos no sistema. As taxas de mortalidade foram superiores às obtidas por Lieberman e Lieberman (1987) na Costa Rica, que tiveram uma média de 2,03% para todos os pontos amostrados no trabalho. As elevadas taxas de mortalidade podem ser explicadas pela saída do sistema de indivíduos das espécies *P. schomburgkiana* e *E. ovata* que apresentaram alta densidade no ano de 2004 e perderam alguns indivíduos nas ocasiões seguintes (2007 e 2010). Os resultados corroboram com Shen et al. (2013) que relataram que as populações que apresentaram maior densidade também foram as que mais contribuíram nas taxas de mortalidade, demonstrando a competição intraespecífica.

O fato das taxas de mortalidade seguirem superiores as de recrutamento, não significa que as comunidades estejam em declínio, pois esse comportamento é esperado para florestas em processo de avanço sucessional, em que a perda do número de indivíduos acontece, entre outros fatores, em função do aumento da área basal, devido ao crescimento das árvores sobreviventes (PHILLIPS et al., 2002), esse padrão foi encontrado por vários autores (APPOLINÁRIO et al., 2005; OLIVEIRA

FILHO et al., 2007; HIGUCHI et al., 2008; MIGUEL et al., 2011). Esse processo foi definido como raleamento competitivo ou autodesbaste, caracterizado pela redução na densidade e aumento da área basal, pelo crescimento dos indivíduos remanescentes (BROWN; LUGO, 1990; OLIVEIRA FILHO et al., 1997; CHAZDON et al., 2007; MAGNAGO et al., 2012). Outros autores também encontraram as taxas de mortalidade superiores ao recrutamento (MANORAKAN; KOCHUMMEN, 1987; HIGUCHI et al., 2008a; FORBOSEH et al., 2011). Este quadro é frequentemente associado com as fases de construção intermediárias à tardias do ciclo silvegenético, isto é, fases avançadas de regeneração pós-distúrbio (OLIVEIRA FILHO et al., 1997).

Que corrobora com o processo competitivo para o fragmento florestal Cruzinha, pois, foi constatado redução no número de indivíduos em todos os períodos, devido a mortalidade superior ao recrutamento, porém, foi observado um ganho em área basal no decorrer dos monitoramentos, cujo, o teste demonstrou diferenças estatísticas significativas no ganho de área basal para os anos de 2004 e 2007, já para os anos de 2007 e 2010 o ganho não foi significativo, demonstrando que o fragmento está tendendo para uma estabilização no crescimento. Segundo Chazdon et al. (2007) o acúmulo da área basal está mais ligado com as taxas de crescimento das árvores do que com as mudanças na densidade de árvores devido ao recrutamento e mortalidade. Conforme Brown e Lugo (1990) esse padrão é esperado para florestas em fase de crescimento ativo, pois, demonstram tendência de aumento progressivo ao longo da sucessão.

O fragmento Zambana mostrou que a taxa de recrutamento foi superior à mortalidade no período de 2005-2008, porém no monitoramento de 2008-2011 a mortalidade foi superior ao recrutamento, demonstrando relativa instabilidade no comportamento da entrada e saída dos indivíduos arbóreos no sistema. Considerando o período de seis anos (2005-2011) a taxa de recrutamento foi de 4,8% ano⁻¹ e mortalidade de 3,7% ano⁻¹. Para o fragmento Cruzinha, a mortalidade foi superior ao recrutamento em todos os períodos avaliados, considerando o período de seis anos (2004-2010) a taxa de recrutamento foi de 4,7% ano⁻¹ e mortalidade de 6,1% ano⁻¹. De acordo com Felfili (1995), valores de taxa de mortalidade próximos a 3,5% ano⁻¹ seriam típicos de áreas que sofreram distúrbios.

Para Swaine et al. (1987a; 1987b) existe um balanço em florestas naturais não exploradas, em que árvores mortas são continuamente repostas por novas árvores. Uma única árvore morta pode permitir o recrutamento de árvores menores. Segundo alguns autores, taxas demográficas baixas (até 2%) são características de florestas mais estáveis, sem grandes distúrbios, com populações

numericamente constantes em um equilíbrio dinâmico, o que não implica em imobilidade ou incapacidade de mudar ao longo do tempo e que podem ser aceleradas por mudanças na matriz do entorno (SWAINE et al., 1987a; MANOKARAN; KOCHUMMEN, 1987; LOPES; SCHIAVINI, 2007).

No entanto, Manokaran e Kochummen (1987), Felfili (1995) e Felfili et al. (2000) observaram que períodos de instabilidade ou desbalanceamento entre mortalidade e recrutamento podem fazer parte dos ciclos rítmicos de algumas florestas não perturbadas, que alcançam um balanço por meio de períodos com elevada mortalidade ou perda de biomassa, alternados com períodos de elevado recrutamento ou ganho de biomassa. Nestes casos, o desbalanceamento entre mortalidade e recrutamento é atribuído ao processo natural, uma vez que a mortalidade ocorre primeiro, sucedida pelo recrutamento (FELFILI, 1995).

Sendo assim, é possível que o fragmento Cruzinha esteja em uma fase do ciclo florestal rítmico, em que o desbalanceamento entre a mortalidade e o recrutamento esta ocorrendo a favor da mortalidade, resultando em redução da densidade, sendo que em anos posteriores o processo poderá ou não se reverter a favor do recrutamento. Já para o fragmento Zambana encontra-se em fase de ciclo florestal a favor do recrutamento, considerando o período de seis anos.

As diferenças no comportamento das taxas de mortalidade e recrutamento para os fragmentos estudados podem ser atribuídas a diferentes razões: diferentes estádios de sucessão; histórias específicas de cada sítio ou mesmo suas áreas, as quais não são necessariamente excludentes, ou seja, esses fragmentos podem ter sofrido distúrbios em diferentes escalas.

Sobre as variações encontradas no incremento para os fragmentos estudados, considerando o período de seis anos, foram semelhantes ao encontrado na literatura, mas considerando períodos de três anos é notório que a variação foi acentuada. Schaaf et al. (2005) em uma floresta ombrófila mista no Sul do Paraná, encontraram uma variação de incrementos diamétricos para todas as espécies de 71,33%. Figueredo Filho et al. (2010) em uma floresta ombrófila mista, encontraram uma variação média na FLONA de Irati, região Centro-Sul do Paraná de 67% para todas as espécies. Segundo Swaine (1990) existem variações no crescimento entre espécies, assim como pode haver variação dentro de uma mesma espécie, entre indivíduos, considerando que pode haver diferenças no tamanho de copa, iluminação da copa e influências de fatores genéticos.

Sobre os incrementos negativos encontrados para algumas espécies, nos dois fragmentos estudados, foi verificado que ocorreu nas espécies que foram amostradas com um indivíduo. Alguns autores relatam que, são causados geralmente por espécies que perdem casca do tronco no decorrer

do tempo, e quando foi realizado o segundo monitoramento, tais espécies apresentaram um diâmetro menor ao constatado na primeira ocasião (SCHAAF et al., 2005; PASTUR et al., 2007; FIGUEREDO FILHO et al., 2010). Incrementos negativos são causados por fatores ambientais como períodos de mais ou menos precipitação, que podem ocasionar alterações no fuste de alguns indivíduos, devido ao inchamento dos mesmos; pelo fato de proceder ou não a limpeza do tronco antes da medição; ou mesmo em virtude do crescimento bastante lento de algumas espécies ou de pequenas alterações no momento da medição (PASTUR et al., 2007).

Conforme Pastur et al. (2007) a ocorrência de dados mostrando uma diminuição de diâmetro na floresta pode ser devido a processos fisiológicos e físicos na dinâmica natural da sucessão, e não pode ser apenas explicado como o resultado de erros de medição humana. Segundo Schaaf et al. (2005) considerar incrementos negativos nos trabalhos, torna-se mais realista na medida em que, ao ignorá-los, estar-se-á superestimando o valor dos incrementos, pois, da mesma maneira que erros de medição produzem incrementos negativos, podem também produzir incrementos superestimados. Além disso, independentemente dos erros de medição, muitas árvores realmente apresentam uma diminuição no diâmetro, causada tanto pela queda da casca, como pelo apodrecimento e deterioração de parte do tronco.

Vale salientar que, quando a posição da mensuração do diâmetro no 1º monitoramento não é marcada, pode gerar erros, em função da diferença em que os diâmetros são medidos nos próximos monitoramentos, causando super ou subestimativas de DAP, principalmente quando há variação nas equipes responsáveis pelo inventário.

5.2 Distribuição diamétrica

A distribuição encontrada para os fragmentos estudados corrobora com vários autores em fragmentos florestais em Pernambuco (ALVES JUNIOR et al., 2006; COSTA JUNIOR et al., 2008; SILVA JUNIOR et al., 2009). Para Machado et al. (2004) a maioria ou quase a totalidade dos inventários de comunidades arbóreo-arbustivas de florestas autóctones, apresentam distribuição diamétrica na forma de “J” invertido ou exponencial negativo. Segundo Shen et al. (2013) essa distribuição pode sugerir estabilidade em recrutamento, já distribuições em forma de sino, sugerem declínio, falta do recrutamento, quando se aborda comunidades. Entretanto, os mesmos autores revelam que as diferentes formas também podem revelar diferentes tipologias florestais.

Para o fragmento Cruzinha a distribuição diamétrica para todos os indivíduos demonstrou redução no número de indivíduos no centro de classe 7,27 cm (classe 1) com o passar dos anos, pois

as árvores estão migrando para as classes seguintes, tendo em vista o aumento no número de indivíduos observados com os monitoramentos seguintes (2007 e 2010) nessas classes. O mesmo aconteceu para o fragmento Zambana, com exceção do monitoramento de realizado em 2008, cujo apresentou um aumento no número de indivíduos nas classes 1 e 2, porém não significativo.

A literatura relata que a possível explicação para esse fato se deve pelo aumento em biomassa das árvores sobreviventes. Desta forma, a tendência é a transição de indivíduos para classes diamétricas superiores. Outros autores encontraram resultados semelhantes (OLIVEIRA FILHO et al., 1997; APPOLINÁRIO et al., 2005; OLIVEIRA FILHO et al., 2007; HIGUCHI et al., 2008)

Todavia, nos resultados de Manokaran e Kochummen (1987), ao longo de 34 anos de intervalo de monitoramento, em uma floresta primária na Malásia, não encontraram diferenças significativas nas distribuições diamétricas. Mas, isso pode ser atribuído ao longo intervalo de tempo de monitoramento utilizado pelos autores, que impossibilita avaliar as flutuações que acontecem ao longo do tempo.

Assim, pode-se inferir que os fragmentos florestais analisados se encontram em desenvolvimento, em direção a uma relativa estabilidade da comunidade, tendo em vista a grande quantidade de indivíduos jovens que no futuro irão repor aqueles que estão em fase adulta.

5.3 Projeção da estrutura diamétrica por cadeia de Markov

Considerando oito classes diamétricas com intervalos de 5 cm foi encontrado um ajuste satisfatório para a frequência estimada pelo modelo e a frequência observada nas parcelas permanentes para o fragmento florestal Cruzinha. Vale destacar que o ajuste satisfatório, ocorreu devido a alternativa de somar o mesmo número de recrutados no período de 2004-2007 nas classes para o período de 2007-2010, procedimento necessário devido à limitação do modelo que não prediz o recrutamento. Outros autores utilizaram desse artifício (SILVA, 2007; TEIXEIRA et al., 2007; VASCONCELOS et al., 2009). Essa alternativa se faz necessária, pois visa simular o recrutamento ocorrido durante o período de projeção, tendo em vista, a limitação do modelo, que é baseada apenas na mudança das árvores para classes diamétricas superiores e na saída do indivíduo do sistema pela mortalidade em cada classe. Além disso, as projeções realizadas para este estudo foram feitas em curto prazo, justificando o uso dessa alternativa.

Diferente do observado nas projeções realizadas por Teixeira et al. (2007) e Vasconcelos et al. (2009) na floresta Amazônica, foi verificado em Cruzinha que, para o estado de mortalidade, as

árvores das classes diamétricas maiores apresentaram probabilidades superiores de morrer, quando comparadas as de árvores de menores diâmetros. Sendo assim, pode-se inferir que se trata de estádios sucessionais distintos, visto que, florestas em equilíbrio dinâmico mostram que a mortalidade ocorre independente do tamanho (LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1987; SWAINE et al., 1987b).

Considerando as duas tentativas de ajuste (oito classes com 5 cm e 12 classes com 3 cm de intervalo), para o fragmento Zambana foram observadas diferenças significativas, entre as frequências estimadas pelo modelo e as frequências observadas para as classes diamétricas no mesmo ano. Sendo assim, conforme os resultados, a propriedade de estacionaridade do modelo de Markov não foi observada, ou seja, o fragmento Zambana apresenta alterações significativas na estrutura diamétrica, em função das flutuações das taxas demográficas, pois, a instabilidade nas taxas demográficas restringiu o caráter preditivo da cadeia de Markov. Já para o fragmento Cruzinha foi observada essa propriedade, uma vez que os períodos analisados mostraram relativo equilíbrio nas taxas demográficas, visto que a mortalidade foi superior ao recrutamento em todos os períodos.

Segundo Arce et al. (1998) a estrutura diamétrica de uma floresta pode ser estudada, de forma satisfatória, por meio da técnica da cadeia de Markov, desde que a floresta possua ritmo de crescimento lento e a projeção seja feita para períodos de tempo curtos. Para sua aceitação, deve-se considerar um relativo equilíbrio entre os processos de regeneração e de perturbação (KOROTOV et al., 2001).

Conforme Lippe et al. (1985) é possível a utilização da cadeia de Markov, quando as mudanças nas probabilidades de transição devido a efeitos espaciais são "pequenas", e a abundância das espécies tendem a permanecer constante. Se essas condições não forem verificadas, essa técnica pode gerar estimativas tendenciosas e imprecisas das projeções das distribuições de diâmetros, principalmente devido ao uso da matriz de probabilidade estacionária (SOARES et al., 2009).

Uma questão controversa a respeito do uso de cadeias de Markov está fundamentada em um pressuposto básico desta abordagem: o quanto que o último registro do estado da vegetação corresponde a um estado estável tal como predito pela cadeia de Markov. A maioria dos ecossistemas naturais (e a vegetação que os constitui) muda constantemente em função de variações do ambiente biótico e abiótico, e o comportamento dos organismos reflete estas mudanças (LIPPE, SMIDT; GLENN-LEWIN, 1985).

Baltzer (2000) obteve bons resultados ao ajustar diversas cadeias de Markov a alguns dados disponíveis na literatura e dados do autor. Ele concluiu que dados mensurados anualmente apresentam melhores resultados que dados mensurados trimestralmente, ou seja, aqueles dados derivados das transições observadas em objetos (tais como locais pré-definidos como pontos), posteriormente agrupados, reduzem o nível de erro do ajustamento quando comparados a macrodados, ou seja, dados que representam a frequência relativa dos estados (espécies, por exemplo).

Outros autores também encontraram diferenças nas frequências estimadas pelo modelo, principalmente pela subestimativa nas primeiras classes (OSHO, 1991; AUSTREGÉSILO et al., 2004) como observado no fragmento Cruzinha e superestimativas no fragmento Zambana.

Uma limitação da abordagem reside na composição das comunidades transitórias entre o início e o final da simulação, por vezes bastante irreais se comparadas aos dados realmente colhidos a campo; este efeito deve-se ao suavizamento destas transições causado pela própria natureza da cadeia de Markov (BALTZER, 2000).

Para Austregésilo et al. (2004) com a modelagem do recrutamento e da mortalidade para os anos e todas as classes diamétricas, nas quais se deseja fazer as prognoses, a precisão dos resultados podem ser melhores para curto prazo de projeção. Vanclay (1994) revela que o recrutamento e mortalidade comprometem os resultados para previsão do crescimento e produção, principalmente devido as suas incertezas.

Um fato pode ser considerado para o não ajuste do modelo de Markov, uma vez que o processo de fragmentação pode estar afetando significativamente a dinâmica dos fragmentos estudados, principalmente em Zambana. Dessa forma, o modelo não conseguiu simular o processo e consequentemente as estimativas foram imprecisas.

Resultados diferentes foram encontrados na Amazônia brasileira em florestas maduras, em que os ajustes foram aceitáveis (ROCHA, 2001; SILVA, 2007; TEIXEIRA et al., 2007; VASCONCELOS et al., 2009). Porém, é importante destacar que na Amazônia onde esses estudos foram realizados o processo de fragmentação, historicamente, não acontece de forma tão intensa como nos fragmentos de Mata Atlântica.

Vale salientar que, foram observados estados absorventes para os dois fragmentos. Desta maneira, as prognoses da estrutura diamétrica das classes de diâmetro anteriores não podem ultrapassar a classe que apresenta estado absorvente. Sendo assim, Pulz et al. (1999) relataram que haverá um acréscimo de árvores continuamente nesta classe. Este acréscimo será mais intenso à

medida que mais prognoses forem efetuadas, já que as árvores não saem desta classe. Desta forma, a ocorrência deste estado compromete as prognoses das estruturas diamétricas da floresta e impedem também que o estado de equilíbrio seja detectado (SCOLFORO, 1998a; PULZ et al., 1999).

Outros autores que utilizaram a matriz de transição também observaram tal estado (PULZ et al., 1999; AUSTRÉGESILO et al., 2004; VASCONCELOS et al., 2009; STEPKA et al., 2010). Desta forma, não é possível realizar previsões em longo prazo (SCOLFORO, 1998a).

Além disso, uma das desvantagens do modelo é que a projeção só pode ser feita para períodos múltiplos da construção da matriz inicial (SCOLFORO, 1998a; SOARES et al., 2009; MENON et al., 2010; STEPKA et al., 2010) no caso deste trabalho, múltiplos de três anos.

6. CONCLUSÕES

Para os fragmentos estudados as taxas demográficas influenciaram mais a densidade do que a composição florística e que mesmo com a intensa dinâmica de entrada e saída de indivíduos, os fragmentos mostraram crescimento ativo, que significa que eles estão avançando no processo de sucessão. A distribuição diamétrica confirma a inferência para os dois fragmentos analisados, pois, a maior concentração de indivíduos jovens, ou seja, maior concentração de indivíduos nas classes menores ratifica um estoque de regeneração natural para o desenvolvimento.

Com relação a predição da distribuição diamétrica, conforme os resultados, a propriedade de estacionaridade do modelo de Markov não foi observada para o fragmento Zambana, ou seja, as flutuações das taxas demográficas influenciaram a densidade que afetaram negativamente na predição da estrutura diamétrica. Já para o fragmento Cruzinha foi observada a propriedade de estacionaridade, uma vez que os períodos analisados mostraram relativo equilíbrio nas taxas demográficas, tendo em vista o comportamento da mortalidade que foi relativamente constante em todos os períodos, sendo assim, foi aceitável a predição da estrutura diamétrica realizada pelo modelo para esse fragmento florestal.

REFERÊNCIAS

- ALDER, D.; SILVA, J. N. M. An empirical cohort model for management of Terra Firme forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 130, p. 141-157, 2000.
- ALVAREZ-BUYLLA, E. R.; GARCIA-BARRIOS, R. Seed and forest dynamics: a theoretical framework and an example from the Neotropics. **American Naturalist**, Chicago, v.137, n.2, p.133-154. 1991.
- ALVES JUNIOR, F. T. et al. Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de floresta Ombrófila densa, Recife, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.1, n. único, p. 49-56, 2006.
- APPOLINÁRIO, V.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GUILHERME, F. A. G. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, p.347-360, 2005.
- ARCE, J. E. et al. Utilização dos processos de difusão na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Cerne**, Lavras, v. 4, n.1, p. 154-170, 1998.
- ARCE, J. E. et al. Utilização das matrizes de transição na avaliação e simulação precoce do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Floresta**, Curitiba, v. 27, n.1/2, p. 83-98, 2001.
- AUSTREGÉSILO, S. L. et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional semidecidual secundária. **Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.227-232, 2004.
- AZEVEDO, C. P.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Predição do ingresso total de um povoamento. **Árvore**, Viçosa, v.19, n.1 p.50-64, 1995a.
- AZEVEDO, C. P.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Um modelo de matriz de transição para prognose do crescimento de um povoamento natural remanescente não manejado de mata atlântica. **Árvore**, Viçosa, v.19, n.2 p.187-199, 1995b.
- AZEVEDO, C. P. et al. Efeito de diferentes níveis de exploração e de tratamentos silviculturais sobre a dinâmica da floresta remanescente. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 277-293, 2008.
- BACA, J. F. M; NETTO, A. L. C; MENEZES, P. M. L. Modelagem da dinâmica da paisagem com Processos de Markov. In: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. de. (Orgs.) **Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 497-525, 2007.
- BALZTER, H. Markov chain models for vegetation dynamics. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 126, n. 1, p. 139-154, 2000.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: Perguntas e respostas**. 3ªed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 548 p.

CHAZDON, R. L. et al. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. **Philosophical Transactions of The Royal Society B**, London, v. 362, p.273-289, 2007.

COSTA JUNIOR, R. F. et al. Estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa na Mata Sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.2, p.173-183, 2008.

CPRH. Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. **Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco**. Recife: CPRH, 2003, 214p.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. New York, The New York Botanical Garden. 1988, 555 p.

CUNHA, U. S. et al. Predição da estrutura diamétrica de espécies comerciais de terra firme da Amazônia por meio de Matriz de transição. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 12, n. 1, p. 109-122, 2002.

CURTIS, R. O.; MARSHALL, D. D. **Permanent-Plot Procedures for Silvicultural and Yield Research**. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2005, 86 p.

DUNCAN, G. J.; KALTON, G. Issues of design and analysis of surveys across time. **International Statistical Review**, Amsterdam, v. 55, n. 1, p.97-117, 1987.

FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. vol. 1. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 556 p.

FELFILI, J. M. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a six-year period (1985- 1991). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.11, p. 67-83, 1995.

FELFILI, J.M. et al. Changes in the floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.16, p.579-590, 2000.

FORBOSEH, P. F. et al. Tree population dynamics of three altitudinal vegetation communities on Mount Cameroon (1989-2004). **Journal of Mountain Science**, Berlim, v. 8, p.495-504, 2011.

GILLESPIE, A. J. R. Pros and cons of continuous forest inventory: customer perspectives. Forest Inventory National Program Leader, USDA, **Forest Research, Extension and Service**, Washington, DC, USA, p. 16-20, 1998.

GOTELLI, N. J. **Ecologia**. Londrina: Editora Planta. 4º ed. 2009, 287 p.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 148, p.185-206, 2001.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, RS, 2009, 592 p.

HIGUCHI, N. et al. (Orgs.) **Noções básicas sobre manejo florestal**. Manaus: INPA/Grupo de pesquisas em Manejo Florestal, 2008b, 270 p.

HIGUCHI, P. et al. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. **Árvore**, Viçosa, v. 1, n. 32, p. 417-426, 2008a.

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. 2ª ed. rev. e amp. Rio de Janeiro: IBGE, 2012, 275 p.

JARDIM, F. C. S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n.1, p. 37-48, 2007.

KOHYAMA, T.; TAKADA, T. Recruitment rates in forest plots: Gf estimates using growth rates and size distributions. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 86, n. 4, p. 633-639, 1998.

KOROTKOV, V. N.; LOGOFET, D. O.; LOREAL, M. Succession in mixed boreal forest of Russia: Markov models and non-Markov effects. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 142, n. 1, p. 25-38, 2001.

LEWIS, S. L. et al. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 92, n. 6, p. 929-944, 2004.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, n. 4, p. 347-358. 1987.

LIPPE, E.; SMIDT, J. T.; GLENN-LEWIN, D. C. Markov models and succession: a test from a heathland in the Netherlands. **Journal of Ecology**, Oxford, v.73, n. 3, p.775-791, 1985.

LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I. Dinâmica da comunidade arbórea de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 249-261, 2007.

MANOKARAN, N.; KOCHUMMEN, K. M. Recruitment, growth and mortality of tree species in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.3, n.4, p.315-330, 1987.

MIGUEL, A. et al. Dinâmica da comunidade lenhosa de uma floresta de galeria na transição Cerrado-Floresta Amazônica no leste de Mato Grosso, em um período de sete anos (1999-2006). **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 11, n.1, p. 53-62, 2011.

MENON, M. U.; FIGUEREDO FILHO, A.; WATZLAWICK, L. F. Matriz de transição para predição da distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista na flona de Irati (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, n.2, p.271-280, 2010.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987–1992). **Plant Ecology**, Berlim, v. 131, p.45-66, 1997.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Dinâmica da comunidade e populações arbóreas da borda e interior de um remanescente florestal na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, em um intervalo de cinco anos (1994–2004). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, p.149-161, 2007.

OSHO, J. S. A. Matrix model for tree population projection in a tropical rain forest of south-western Nigeria. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v.59, n. 1, p. 247-255, 1991.

PENG, C. Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 132, n. 1, p.259-279, 2000.

PHILLIPS, O. L. et al. Changes in growth of tropical forests: Evaluating potential biases. **Ecological Applications**, New York, v.12, n.2, p.576-587, 2002.

PHILLIPS, O. L. et al. Dynamics and species richness of tropical rain forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America**, Washington, DC, v. 91, n. 7, p. 2805-2809, 1994.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L.; MEINERS, S. J. Ever since Clements: from succession to vegetation dynamics and understanding to intervention. **Applied Vegetation Science**, London, v. 12, n. 1, p.9-21, 2009.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

POSO, S. Change monitoring with permanent sample plots. In: KANGAS, A.; MALTAMO, M. (eds.). **Forest inventory: methodology and applications**. Dordrecht: Springer, p.65-84, 2006.

POORTER, L.; BONGERS, F. **Ecology of tropical forests**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, Department of Forestry, 1993, 223 p.

PULZ, F. A. et al. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiânea com a matriz de transição. **Cerne**, Lavras, v.5, n.1, p.01-14, 1999.

RABELO, F. R. C. **Dinâmica da vegetação de um fragmento de mata atlântica nordestina**. 2012. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2012.

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.

ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z.; JESUS, R. M. Mortalidade e recrutamento de árvores na floresta atlântica em Linhares (ES). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.55, p. 49-69, 1999.

ROSSI, L. M. B. et al. Modelagem de recrutamento em florestas. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 453-467, 2007.

SANQUETTA, C. R. et al. Projeção da distribuição diamétrica de fragmentos de florestas semidecíduas com matriz de transição. **Ciências Exatas e Naturais**, Curitiba, v. 3, n.1, p. 75-85, 2001.

SANQUETTA, C. R. et al. Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com matriz markoviana de potência. **Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 23-26, 1995.

SANQUETTA, C. R. et al. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 65-78, 1996.

SANQUETTA, C. R. et al. **Inventários florestais: Planejamento e execução**. 2ª ed. Curitiba: PELD/CNPq. Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2009. 270p.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. 2ª ed. Santa Maria: FACOS/ UFSM, 2008, 560 p.

SCOLFORO, J. R. S.; MELO, J. M. **Inventario florestal**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1997. 331 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1998a, 438 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Modelagem do crescimento e da produção para florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1998b. 234 p.

SHEN, Y. et al. Forest dynamics of a subtropical monsoon forest in Dinghushan, China: recruitment, mortality and the pace of community change. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.29, n. 1, p.131-145, 2013.

SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 91-100, 1996.

SILES, G. et al. Assessing the long-term contribution of nurse plants to restoration of Mediterranean forests through Markovian models. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 45, p.1790–1798, 2008.

SILVA, R. P. **Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM)**. 2007. 152f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais)

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas INPA/UFAM, Manaus, AM, 2007.

SILVA JUNIOR, J. F. et al. Fitossociologia do componente arbóreo em um remanescente de Floresta Atlântica no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.3, n.3, p.276-282, 2008.

SILVA, M. A. M. **Efeito de borda na estrutura e na dinâmica espaço-temporal de um fragmento de mata atlântica no nordeste do Brasil**. 2010. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2010.

SOARES, C. P. B. et al. Predição do crescimento em povoamentos clonais de eucalipto não desbastados utilizando matrizes de transição não estacionárias. **Árvore**, Viçosa, v.33, n.5, p.831-840, 2009.

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

STEPKA, T. F. et al. Prognose da estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista com os métodos razão de movimentos e matriz de transição. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 327- 335, 2010.

SWAINE, M. D. Population dynamics of tree species in tropical forests In: NIELSEN, L. B. H.; NIELSEN, I. C.; BALSLEV, H. (eds.). **Botanical Dynamics, Speciation and Diversity**. San Diego: Academic Press, p. 3-101, 1990.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 3, p. 359-366. 1987a.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B.; ALEXANDER, I. J. Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.3, n.4, p.331-345, 1987b.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 59, p. 239-250, 1999.

TERBORGH, J. et al. Estimating the ages of successional stands of tropical trees from growth increments. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 14, p. 833-856, 1997.

TERESCZUCH, S. M. et al. Predicción de la estructura diamétrica de especies comerciales de un bosque subtropical por medio de matrices de transición. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1. p.71-82, 2007.

TEIXEIRA, L. M. et al. 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.

TRINDADE, M. B. et al. Fragmentation of the atlantic rainforest in the northern coastal region of Pernambuco, Brazil: recent changes and implications for conservation. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, Lagos, v. 2, n. único, p. 5-13, 2008.

TUCKER, B. C.; ANAND, M. The Application of Markov Models in Recovery and Restoration. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, New Delhi, v.30, n. 1, p. 131-140, 2004.

USHER, M. B. Markovian approaches to ecological succession. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 48, n. 2, p.413-426, 1979.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield**: applications to mixed tropical forests. Waallingford: CAB International, 1994, 312 p.

VAN DEN BERG, E. **Estrutura e ecologia de comunidades e populações vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000, 42 p.

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