

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS
VEGETAIS

FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO E CONSUMO DE FRUTOS EM
POPULAÇÕES NATURAIS DE
Euterpe edulis Martius

JULIANO ZAGO DA SILVA

Florianópolis
Estado de Santa Catarina – Brasil
25 de Agosto de 2011

Juliano Zago da Silva

FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO E CONSUMO DE FRUTOS EM
POPULAÇÕES NATURAIS DE
Euterpe edulis Martius

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Título de Doutor em Ciências, área de concentração Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis

Florianópolis
Estado de Santa Catarina – Brasil
Agosto de 2011
25/08/2011

**Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina**

S586f Silva, Juliano Zago da

Fundamentos da produção e consumo de frutos em populações naturais de *Euterpe edulis* Martius [tese] / Juliano Zago da Silva ; orientador, Maurício Sedrez dos Reis. - Florianópolis, SC, 2011.

262 p.: il., grafs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos genéticos vegetais. 2. *Euterpe edulis* – Desenvolvimento. 3. Frutas - Consumo. 4. Manejo sustentado. 5. Regeneração (Biologia). 6. Fenologia. I. Reis, Mauricio Sedrez dos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

CDU 631

FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO E CONSUMO DE FRUTOS EM
POPULAÇÕES NATURAIS DE *Euterpe edulis* Martius

por

Juliano Zago da Silva

Tese julgada e aprovada em 25/08/2011, sua forma final, pelo Orientador e Membros da Banca Examinadora, para a obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis
FIT/CCA/UFSC

Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari
FIT/CCA/UFSC

Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini
FIT/CCA/UFSC

Prof. Dr. Gabriela Coelho de Souza
URGS

Prof. Dr. Miguel Pedro Guerra
FIT/CCA/UFSC

Prof. Dr. Adelar Mantovani
UDESC

Florianópolis, agosto de 2011

Dedico este trabalho ao
Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais (NPFT),
que neste ano
completa 30 anos,
e aos seus fundadores:
Maurício Sedrez dos Reis
Alfredo Celso Fantini
Rubens Onofre Nodari
Ademir Reis e
Miguel Pedro Guerra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma auxiliaram-me na execução deste trabalho. Em especial:

Ao Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis, pela orientação desde a graduação e acima de tudo pela amizade e grandiosa dedicação que tem dado à minha formação;

A Universidade Federal de Santa Catarina, em especial à coordenadoria do Curso de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, pela oportunidade de obtenção do título de Doutor e de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais;

À banca de qualificação: Adelar Mantovani, Rubens Onofre Nodari e Nivaldo Peroni, por suas contribuições;

Aos professores Ademir Reis e Alfredo Celso Fantini, pelas idéias, discussões e experiência;

Ao Instituto Chico Mendes, em especial à equipe de analistas ambientais da Floresta Nacional de Ibirama: Flavio Zanchetti, Homero de Oliveira Salazar Filho e Marcela Xavier Machado, pela disponibilidade da área e apoio para a realização do trabalho;

A CAPES, pela bolsa de pesquisa;

Ao Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento deste trabalho;

A Marjorie Marla B. de Macedo, minha esposa, pelo apoio e incentivo nos momentos mais desgastantes deste trabalho;

Aos colegas e amigos; Alexandre Siminski, Caio Darós, Tiago Montagna, Andréa Gabriela Mattos, Fernando André Loch S. da Silva, Cristiano Schuch, Luciana Zago da Silva, Luciano Zago da Silva, Marjorie Marla B. de Macedo e Irani Helena Zago (minha mãe), pela ajuda nos trabalhos de campo;

A Luciana Zago da Silva, Luciano Zago da Silva, Carla Beber, Marjorie Marla B. de Macedo, pela ajuda na construção dos coletores;

A todos que contaram e classificaram milhões de coquinhos;

Aos meus pais e irmãos, pelo incentivo e apoio à minha formação.

FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO E CONSUMO DE FRUTOS EM POPULAÇÕES NATURAIS DE *Euterpe edulis* Martius

AUTOR - Msc. Juliano Zago da Silva

ORIENTADOR - Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a produção de frutos de *Euterpe edulis* e o consumo dos mesmos pela fauna em populações naturais da espécie, visando a manutenção da dinâmica da regeneração natural e das interações com a fauna. Ficou evidenciada a importância de *E. edulis* como fonte de alimento, pois seus frutos podem estar disponíveis em 10 meses do ano. O número médio de inflorescências produzidos por matriz foi de 2,21, destas: 1,55 chegaram a fase de flor feminina; 1,30 chegaram a fase de fruto imaturo e somente 0,98 amadureceram. Neste contexto, 55,7% das inflorescências "abortaram" até a fase de fruto maduro. À medida que as matrizes crescem em diâmetro, aumentam o número de inflorescências e infrutescências emitidas/planta, bem como, o número de frutos maduros formados por infrutescência. Os estudos sobre a regeneração foram conduzidos em diferentes estádios sucessionais, tendo como foco: os efeitos da densidade de plântulas e a distância da matriz mais próxima e a relação entre a evolução do número de plântulas e matrizes. Os resultados obtidos, confirmam a hipótese de Janzen, indicando que, com o aumento da densidade e da proximidade das matrizes, ocorrem reduções das taxas de desenvolvimento e aumento das taxas de mortalidade. Tanto no estádio secundário inicial (SI), como no estádio secundário avançado (SA), os efeitos ocasionados pela densidade seguem o mesmo modelo. Porém, no estádio mais inicial as taxas de crescimento e mortalidade são maiores e menores, respectivamente. A estabilização no número de plântulas e matrizes ao longo do tempo é sugerida pelos diferentes modelos matemáticos empregados. Em média, estádios secundários avançados tendem a apresentar proporções de plântulas nas classes I, II e III, próximas a 82, 14 e 4%, respectivamente. O incremento de *E. edulis* segue o modelo de uma curva polinomial de quinto grau, variável quanto à intensidade entre diferentes populações. Durante o amadurecimento das infrutescências, foi observada uma redução média de 52% na quantidade de frutos. Dos frutos que chegaram à fase madu-

ra, 70% mantiveram sementes em condições de germinar. A dispersão, descontando-se os propágulos destruídos, totalizou 41% (30% tiveram como origem ações da fauna sobre as infrutescências e 11% ocorreram no solo). A fauna que se alimenta nas infrutescências, utilizou 76,5% dos frutos; dos restantes: 3,7% racharam ou secaram e 19,8% chegaram ao solo intactos. Os estudos da fauna que se alimenta no solo, revelaram que os frutos maduros são os mais procurados, pois somente 8% não foram utilizados, ou seja, apenas 1,81% do total de frutos produzidos; além disso, são a origem de 98% do despoldamento e de 86% da dispersão que ocorre no solo da floresta. De todos os aspectos estudados, o mais crítico para o manejo, envolve as interações com a fauna, pois existem dentro da floresta mecanismos complexos de competição e equilíbrio entre as espécies, além de fatores ambientais decisivos nos processos de reprodução e controle populacional, os quais ainda são pouco conhecidos. *E. edulis* está sujeito a estes processos e a dinâmica ecológica que envolve a produção, consumo e predação de seus frutos, sementes e plântulas são uma evidência clara de sua conectividade com o restante da comunidade florestal. Neste sentido, a regulamentação da coleta de frutos, deve preocupar-se com a quantidade de frutos a ser extraída, com o número de matrizes e sobretudo, com a época em que a espécie manejada frutifica. Sugere-se também, que o número de matrizes a serem mantidas por hectare, em planos de manejo sustentado visando a produção de palmito, seja revisto, pois a manutenção de 50 matrizes, como definem as legislações, apresenta fortes evidências de ser insuficiente para a manutenção da fauna. A construção de políticas públicas que definam melhor áreas de manejo e preservação tornam-se necessárias.

Palavras-chave: *Euterpe edulis*, Consumo de Frutos, Manejo Sustentável, Regeneração Natural, Incremento, Fenologia.

BEDDINGS FOR PRODUCTION AND CONSUMPTION OF FRUITS IN NATURAL POPULATIONS OF *Euterpe edulis* Martius

AUTHOR - Msc. Juliano Zago da Silva
ADVISOR- Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis

SUMMARY

This study aimed to investigate the production and consumption of *Euterpe edulis* fruits in natural populations by the fauna, with attention in maintaining the natural regeneration dynamics and interactions with the fauna. The latter demonstrates the importance of *E. edulis* as a food source, since in favorable years it may be available 10 months out of the year. The average number of inflorescences produced per mother tree was 2.21. Out of this, 1.55 achieved the stage of feminine flower; 1.30 achieved the stage of green fruit and only 0.98 ripened fruit. Regarding this, 55.7% of Inflorescences aborted before the stage of ripe fruit. As mother trees grow in diameter, the number of inflorescences and infrutescences emitted per plant increases, as well as the number of mature fruits formed per inflorescence. Regeneration studies were conducted in different successional stages. These studies focused on: the effects of seedling density and distance from the nearest mother tree, and the relationship between the variation in the number of seedlings and the number of mother trees. The results confirm Janzen's hypothesis, and verify that as density and proximity of mother trees increases, the rate of development decreases and mortality rate increases. Regarding the conditions imposed by the environment, it is clear that in the early secondary stage (SI), as well as in the advanced secondary stage (SA), the effects caused by density follow the same model. However, in the earliest stage, growth rates and mortality rates are higher and lower, respectively. Different obtained mathematical models suggest the stabilization in the number of seedlings and mother trees over time. On average, secondary advanced stages tend to present proportions close to 82%, 14% and 4%, on seedlings in classes I, II and III, respectively. The growth of *E. edulis* follows the model of a fifth degree polynomial, but varies for the intensity among different popula-

-tions. An average of 52% reduction in the number of fruits was observed during the maturation of inflorescences. Of the fruits that reached a mature phase, 70% maintained seeds in conditions to germinate. The dispersion, discounting the destroyed propagules totaled 41% (30% caused by behaviors of the fauna on the inflorescences and 11% occurred in the soil). The fauna that feeds on inflorescences, consumed 76.5% of the fruit. Out of the rest, 3.7% cracked or dried and 19.8% arrived on the ground intact. Studies of fauna that feed on the ground revealed that the mature fruits are preferred, because only 8% were not used, which represents only 1.81% from the total fruits produced. Moreover, they are the origin of 98 % of pulp removal and 86% of the dispersion that occurs in the forest soil. Of all the studied stages, the most critical stage to be managed involves the fauna, because there are complex mechanisms of competition and balance between the species, and there are also environmental factors that are very decisive in the reproduction processes and population control, which are still poorly known. *E. edulis* is pertinent to these processes, and the ecological dynamics involving the production, consumption and predation of the fruits, seeds and seedlings are a clear evidence of its connectivity with the rest of the forest community. Therefore, the regulation of fruit harvest should be concerned about the quantity of fruits to be extracted, the number of mother trees and especially with the period in which the species has fruits. It is also suggested that the number of mother trees per hectare that are maintained in sustainable production of palms should be reviewed, since the maintenance of 50 mother trees, as defined by the law, shows strong evidences of being insufficient to maintain the fauna. The creation of public policies to better define areas of management and conservation become necessary.

Key-words: *Euterpe edulis*; Consumption of Fruits; Sustainable Management; Natural Regeneration; Increment; Phenology.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1. PRODUÇÃO DE FRUTOS E FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Euterpe edulis*

Tabela 1: Percentual de inflorescências e infrutescências "abortadas" por ano reprodutivo e fase fenológica. _____ 76

Tabela 2: Tempo médio em dias e tamanho da amostra de cada fase de desenvolvimento dos frutos de *E. edulis*, obtidos a partir da instalação dos 114 coletores e do acompanhamento fenológico de 888 matrizes e suas respectivas estruturas reprodutivas. _____ 80

Tabela 3: Média de frutos por fase de desenvolvimento e percentual de redução na quantidade de frutos, obtidos a partir de 80 infrutescências onde foram montados os coletores em 2008 e de mais nove infrutescências que foram removidas. _____ 83

Tabela 4: Diâmetro médio de matrizes, número de inflorescências/infrutescências emitidas por matriz e coeficientes de correlação entre diâmetro médio da matriz e número de inflorescências ou infrutescências emitidas nas diferentes classes, por classe fenológica das matrizes. _____ 86

Tabela 5: Incremento médio anual, tempo médio de crescimento para mudança de classe de DAP e tempo de crescimento acumulado de plantas de palmitreiro acompanhadas anualmente de 1997 a 2008. ____ 88

Tabela 6: Relação entre as classes de diâmetro das matrizes e o número médio de frutos por infrutescência, para as fases de desenvolvimento

dos frutos: Endosperma Aquoso (EA) e Endosperma Duro (ED), utilizando dados obtidos nos eventos reprodutivos de 2008 e 2009. _ 90

Tabela 7: Classes fenológicas, DAP médio e percentual de matrizes por classe, em função do número de infrutescências com frutos maduros formados por matriz. _____ 93

Tabela 8: Número médio de frutos maduros por infrutescência para os anos reprodutivos de 2008 e 2009. _____ 95

Tabela 9: Comparativo entre os anos reprodutivos estudados, quanto as suas relações produtivas. _____ 96

Capítulo 2. ASPECTOS ECOLÓGICOS DO CONSUMO DE FRUTOS DE *Euterpe edulis* PELA FAUNA EM ÁREA DE MATA NATIVA

Tabela 1: Percentuais médios das ações ecológicas ocorridas sobre os cachos de *E. edulis*, durante os períodos de frutificação de 2008 e 2009.

_____ 116

Tabela 2: Percentuais de ações da fauna e microorganismos que alimentam-se no solo, sobre as diferentes classes de frutos disponíveis no solo. _____ 119

Tabela 3: Percentual de germinação em relação ao número total de frutos, sementes e plântulas presentes no solo em cada avaliação, produzidos durante o ano reprodutivo de 2008. _____ 128

Capítulo 3. DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL

3.1. Efeito da Densidade de Plântulas sobre a Regeneração Natural de *Euterpe edulis* em diferentes Estádios Sucessionais

Tabela 1: Percentual de área ocupada por classe de densidade, nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI). _____ 145

Tabela 2: Percentual de plântulas por classe de densidade, nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI). _____ 145

Tabela 3: Percentual de plântulas por classe de densidade que mudou de classe de desenvolvimento, nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI).

_____ 153

Tabela 4: Percentuais de mortalidade e crescimento observados para o conjunto das três classes de regeneração natural (I, II e III), e correlação entre a distância da matriz mais próxima nos ambientes de mata secundária avançada (MSA) e mata secundária inicial (MSI). _____ 157

3.2. Dinâmica da Regeneração Natural de *Euterpe edulis*: Relações entre o número de Plântulas e Matrizes em diferentes estádios sucessionais

Tabela 1: Percentual de plântulas nas três classes de regeneração por área de estudo e em outros trabalhos sobre a espécie. _____ 171

Tabela 2: Percentuais de mortalidade média anual para o total de plântulas nas três classes de regeneração e individual por classe de regeneração para as diferentes áreas de estudo. _____ 173

Tabela 3: Correlação entre o número de plântulas nas classes I, II, III e Total, com o número de matrizes, mortalidade e mudança de classe, para os estádios sucessionais de secundário inicial e avançado, localizados em São Pedro de Alcântara-SC. _____ 174

Tabela 4: Percentual anual de plântulas em mudança de classe de tamanho, para o total de plântulas e individual por classe de regeneração para as diferentes áreas de estudo. _____ 175

Tabela 5: Número de plântulas e matrizes por hectare nas diferentes áreas de estudo. _____ 177

Tabela 6: Número total de plântulas, número de plântulas novas (germinadas no ano), número de matrizes e percentuais de plântulas mortas e novas, por ano e por hectare, para as áreas de São Pedro de Alcântara nos estádios avançado e inicial de sucessão florestal. ____ 179

3.3. Dinâmica da Regeneração Natural de *Euterpe edulis* e Influências da Condição Sucessional

Tabela 1: Percentual médio de plântulas em cortes acompanhadas ao longo de 14 anos, nas condições sucessionais de mata secundária inicial (MSI) e avançada (MSA). Incluindo o percentual de plântulas na classe I, percentual de plântulas na classe II (originadas de CI), percentual de plântulas na classe III (originadas de CII) e percentual de mortalidade total (CI+CII+CIII). _____ 199

Tabela 2: Composição etária em percentual, do total de plântulas por classe de tamanho e mortalidade, formada pelo conjunto de coortes ocorridas de 1991 a 2005, nas condições sucessionais: secundário avançado (MSA) e secundário inicial (MSI). _____ 201

Tabela 3: Número de plântulas, mortalidade e crescimento anual por classe de tamanho e por hectare, para as condições sucessionais de mata secundária avançada e mata secundária inicial.

_____ 204

Tabela 4: Percentual de plântulas por classe, mortas e que mudaram de classe, tomando-se como referência os percentuais médios de crescimento e mortalidade apresentados pela população em condição de mata secundária em estágio avançado de sucessão florestal _____ 205

Tabela 5: Percentual de plântulas por classe, mortas e que mudaram de classe, tomando-se como referência os percentuais médios de crescimento e mortalidade apresentados pela população em condição de mata secundária em estágio mais inicial de sucessão florestal. _____ 206

Capítulo 4. INCREMENTO E DINÂMICA DE PLANTAS JOVENS E ADULTAS DE *Euterpe edulis*

Tabela 1: Número de plantas jovens e reprodutivas e sua relação percentual nas populações estudadas. _____ 223

Tabela 2: Correlação entre o número de estruturas reprodutivas emitidas, fases fenológicas, classes de DAP e Incremento corrente anual em DAP, para plantas da população de Ibirama. _____ 230

Tabela 3: Índices de diversidade por parcela a partir de 13 locos alozímicos analisados para uma população natural de *Euterpe edulis* na FLONA de Ibirama-SC. _____ 237

Tabela 4: Incremento médio anual e tempo médio de desenvolvimento requerido em anos para a mudança de classe de DAP, para as populações de Ibirama-SC, São Pedro de Alcântara-SC e Florianópolis-SC. _____ 241

Tabela 5: Causas de mortalidade e número de plantas mortas anualmente por área de estudo e por hectare. _____ 243

Tabela 6: Percentuais de mortalidade por classe de diâmetro, em relação ao número de total de plantas/classe e percentuais de mortalidade ocasionados pela queda de árvores e por plantas que secaram, observadas para a população de Ibirama. _____ 244

Tabela 7: Número de plantas recrutadas anualmente por área de estudo e por hectare. _____ 245

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1. PRODUÇÃO DE FRUTOS E FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Euterpe edulis*

Figura 1: Fases fenológicas. A) Flores masculinas, B) Flores femininas, C) Infrutescências imaturas, D) Infrutescências maduras e E) Matriz com cachos em três fases (da esquerda para a direita): inflorescência feminina; inflorescência masculina e infrutescência imatura. _____ 70

Figura 2: Modelo dos coletores de frutos instalados na área de estudo. Desenho adaptado de Henderson (2000). _____ 72

Figura 3: Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis*. _____ 74

Figura 4: Representação esquemática em escala de tempo em dias, do desenvolvimento de um cacho de *E. edulis*, envolvendo as fases de inflorescência e de infrutescência, bem como, do tempo médio de permanência dos frutos maduros em um cacho. _____ 79

Figura 5: Frutos imaturos nas fases: a) endosperma gelatinoso (com ataque de brocas) e b) endosperma duro (na parte inferior direita da foto, frutos com endosperma atacado por fungos). _____ 81

Figura 6: Número de infrutescências formadas nos anos reprodutivos de 2008 e 2009, por grupos de matrizes classificadas quanto ao diâmetro em DAP, e percentual de infrutescências formadas em 2009 em relação as infrutescências de 2008, considerando apenas as 453

matrizes, que foram acompanhadas nos dois anos reprodutivos e as classes diamétricas com $n > 23$. _____ 89

Figura 7: Percentual médio de estruturas reprodutivas "abortadas" em relação ao número de estruturas emitidas, classificadas quanto ao diâmetro das matrizes. Obs: o tamanho amostral envolve 1.141 dados obtidos do conjunto total de matrizes que entrou em reprodução nos anos de estudo e desconsidera classes com $n < 24$. _____ 91

Capítulo 2. ASPECTOS ECOLÓGICOS DO CONSUMO DE FRUTOS DE *Euterpe edulis* PELA FAUNA EM ÁREA DE MATA NATIVA

Figura 1: Modelo dos coletores de frutos instalados na área de estudo. Desenho adaptado de Henderson (2000). _____ 109

Figura 2: Exemplo da metodologia de amostragem utilizada no estudo das ações da fauna sobre os frutos de *E. edulis* depositados no solo. À esquerda, amostra com frutos maduros (onde alguns já foram despolidos) e à direita, amostra com frutos despolidos. _____ 111

Figura 3: Casa de vegetação com mudas de *E. edulis* resultantes do teste de germinação de 8.222 sementes despolidas por animais. ____ 111

Figura 4: Detalhe dos tubetes utilizados no teste de germinação. Plantas em amarelo claro são portadoras de alelos letais. _____ 112

Figura 5: Esquemático dos eventos ecológicos ocorridos durante a frutificação de *E. edulis*. _____ 126

Capítulo 3. DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL

3.1. Efeito da Densidade de Plântulas sobre a Regeneração Natural de *Euterpe edulis* em diferentes Estádios Sucessionais

Figura 1: Distribuição espacial da regeneração natural do palmiteiro em condição de Mata Secundária em estágio Avançado de sucessão. IC: intervalo de confiança. _____ 147

Figura 2: Distribuição espacial da regeneração natural do palmiteiro em condição de Mata Secundária em estágio mais inicial de sucessão. IC: intervalo de confiança. _____ 148

Figura 3: Taxa de mortalidade da regeneração natural do palmiteiro nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI). IC: intervalo de confiança. ____ 149

Figura 4: Percentual de plântulas de palmiteiro em mudança de classe de tamanho nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI). IC: intervalo de confiança. _____ 151

Figura 5: Relação entre a distância da matriz mais próxima em função da densidade total de plântulas (Classes I, II e III) em $4m^2$, nos estádios sucessionais de Mata Secundária Avançada (MSA) e Mata Secundária Inicial (MSI). _____ 155

Figura 6: Relação entre a densidade total de plântulas (Classes I, II e III) em 4m^2 , em função da distância da matriz mais próxima, nos estádios sucessionais de Mata Secundária Avançada (MSA) e Mata Secundária Inicial (MSI). IC: intervalo de confiança. _____ 156

3.2. Dinâmica da Regeneração Natural de *Euterpe edulis*: Relações entre o número de Plântulas e Matrizes em diferentes estádios sucessionais

Figura 1: Modelos matemáticos representando o aumento no número de matrizes ao longo dos anos de estudo, para as áreas de São Pedro de Alcântara, nas condições sucessionais de secundário inicial (matrizes: $36,74 * \text{ano} - 1,25 * \text{ano}^2$, $R= 98\%$, $p<0,01$) e avançado (matrizes: $23,80 * \text{ano} - 1,01 * \text{ano}^2$, $R= 97\%$, $p<0,01$) e para a área de Ibirama (matrizes: $61,97 * \text{ano} - 4,32 * \text{ano}^2$, $R= 98\%$, $p<0,01$). _____ 180

Figura 2: Modelos matemáticos representando o aumento no número de plântulas ao longo dos anos de estudo, nas áreas de São Pedro de Alcântara, nas condições sucessionais de secundário inicial (plântulas: $11.706,42 * \text{ano} - 535,53 * \text{ano}^2$, $R= 93\%$, $p<0,01$) e avançado (plântulas: $2003,80 * \text{ano}$, $R=93\%$, $p<0,01$) e para as áreas de Ibirama (plântulas: $7241,96 * \text{ano}$, $R=89\%$, $p<0,01$) e Blumenau (plântulas: $13.666,63 * \text{ano} - 1611,26 * \text{ano}^2$, $R= 88\%$, $p<0,03$). _____ 181

Figura 3: Modelos matemáticos representando a relação entre o número de plântulas e matrizes por hectare, para as áreas de São Pedro de Alcântara em estádio secundário inicial (Plântulas: $417,91 * \text{matrizes} - 0,69 * \text{matrizes}^2$, $R= 98\%$, $p<0,01$) e avançado (Plântulas: $1,22 * \text{matrizes}^2$, $R= 92\%$, $p<0,01$) e para as áreas de Ibirama (Plântulas: $1,15 * \text{matrizes}^2$, $R= 90\%$, $p<0,01$) e Intervaes - obtido a partir dos dados originais de Fantini *et al.* (2000) (Plântulas: $93,40 * \text{matrizes} - 0,19 * \text{matrizes}^2$, $R= 79\%$, $p<0,01$). _____ 182

Figura 4: Modelos matemáticos representando o comportamento do número de plântulas/ha nas classes II e III da regeneração natural, em função do aumento no número de plântulas/ha na classe I, para a área de estudo de São Pedro de Alcântara em estágio secundário avançado de sucessão florestal. CII: $0,29*CI - 9,36*10^{-6}*CI^2$, R:95%, $p<0,01$; e CIII: $0,03*CI - 1,06*10^{-6}*CI^2$, R:95%, $p<0,01$. _____ 184

Figura 5: Modelos matemáticos representando o comportamento do número de plântulas/ha nas classes II e III da regeneração natural, em função do aumento no número de plântulas/ha na classe I, para a área de estudo de Ibirama em estágio secundário avançado de sucessão florestal. CII: $0,15*CI - 1,45*10^{-6}*CI^2$, R:99%, $p<0,01$; e CIII: $0,02*CI - 1,90*10^{-7}*CI^2$, R:84%, $p<0,04$. _____ 184

Figura 6: Modelos matemáticos representando o comportamento do número de plântulas/ha nas classes II e III da regeneração natural, em função do aumento no número de plântulas/ha na classe I, para a área de estudo de São Pedro de Alcântara em estágio secundário mais inicial de sucessão florestal. CII: $0,52*CI - 5,45*10^{-6}*CI^2$, R:98%, $p<0,01$; e CIII: $0,05*CI - 4,26*10^{-7}*CI^2$, R:98%, $p<0,01$. _____ 185

3.3. Dinâmica da Regeneração Natural de *Euterpe edulis* e Influências da Condição Sucessional

Figura 1: Desenvolvimento das coortes (acompanhamento por 14 anos consecutivos, média de 13 coortes). MSA: mata secundária avançada. MSI: mata secundária inicial. _____ 198

Figura 2: Modelos matemáticos apresentando o tempo médio de passagem da classe I para a classe II da regeneração natural, em 14 anos de estudo, nas condições sucessionais de secundário inicial (CII: $0,730567 * \text{ano} - 0,025689 * \text{ano}^2$, R= 99%, $p < 0,01$) e avançado (CII: $0,459811 * \text{ano} - 0,025706 * \text{ano}^2$, R= 99%, $p < 0,01$) presentes nas áreas de São Pedro de Alcântara. _____ 200

Capítulo 4. INCREMENTO E DINÂMICA DE PLANTAS JOVENS E ADULTAS DE *Euterpe edulis*

Figura 1: Incremento corrente anual em DAP para populações de *E. edulis* situadas em São Pedro de Alcântara, Florianópolis e Ibirama. 217

Figura 2: Incremento médio anual em DAP para populações de *E. edulis* situadas em: Ibirama (Inc: $0,060516 * \text{DAP} - 0,003293 * \text{DAP}^2$, R:88, $p < 0,01$; Florianópolis - UCAD (Inc: $0,073167 * \text{DAP} - 0,00397 * \text{DAP}^2$, R:94, $p < 0,01$) e São Pedro de Alcântara (SPA) em estágio secundário avançado (Inc: $0,050333 * \text{DAP} - 0,003171 * \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,01$) e em estágio secundário mais inicial (Inc: $0,094393 * \text{DAP} - 0,006257 * \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,01$). _____ 218

Figura 3: Número de plantas jovens e reprodutivas por hectare. ____ 219

Figura 4: Incremento corrente anual observado e valores de incremento corrente anual obtidos pelo uso de modelos polinomiais de grau 2 (Inc: $0,060516 * \text{DAP} - 0,003293 * \text{DAP}^2$, R:88, $p < 0,01$) e 5 (Inc: $- 0,094363 * \text{DAP} + 0,058502 * \text{DAP}^2 - 0,007867 * \text{DAP}^3 + 0,000397 * \text{DAP}^4 - 6,90553 * 10^{-6} * \text{DAP}^5$, R:99, $p < 0,01$), para a população de Ibirama em estágio avançado de sucessão florestal (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo). _____ 220

Figura 5: Incremento corrente anual observado e valores de incremento corrente anual obtidos pelo uso de modelos polinomiais de grau 2 (Inc: $0,094393 \cdot \text{DAP} - 0,006257 \cdot \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,01$) e 5 (Inc: $1,114625 - 1,030568 \cdot \text{DAP} + 0,341431 \cdot \text{DAP}^2 - 0,044847 \cdot \text{DAP}^3 + 0,002548 \cdot \text{DAP}^4 - 0,000053 \cdot \text{DAP}^5$, R:97, $p < 0,02$), para a população de São Pedro de Alcântara em estágio secundário inicial de sucessão florestal (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo). _____ 221

Figura 6: Incremento corrente anual observado e valores de incremento corrente anual obtidos pelo uso de modelos polinomiais de grau 2 (Inc: $0,050333 \cdot \text{DAP} - 0,003171 \cdot \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,01$) e 5 (Inc: $0,988603 - 0,838439 \cdot \text{DAP} + 0,255895 \cdot \text{DAP}^2 - 0,03239 \cdot \text{DAP}^3 + 0,00181 \cdot \text{DAP}^4 - 0,000037 \cdot \text{DAP}^5$, R:96, $p < 0,01$), para a população de São Pedro de Alcântara em estágio secundário avançado de sucessão florestal (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo). _____ 221

Figura 7: Incremento corrente anual observado e valores de incremento corrente anual obtidos pelo uso de modelos polinomiais de grau 2 (Inc: $0,073167 \cdot \text{DAP} - 0,00397 \cdot \text{DAP}^2$, R:94, $p < 0,01$) e 4 (Inc: $-0,051289 \cdot \text{DAP} + 0,029229 \cdot \text{DAP}^2 - 0,002659 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000065 \cdot \text{DAP}^4$, R:99, $p < 0,04$), para a população da UCAD em estágio secundário inicial de sucessão florestal (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo). _____ 222

Figura 8: Modelos matemáticos apresentando o incremento corrente anual das populações de Ibirama (Inc: $-0,094363 \cdot \text{DAP} + 0,058502 \cdot \text{DAP}^2 - 0,007867 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000397 \cdot \text{DAP}^4 - 6,90553 \times 10^{-6} \cdot \text{DAP}^5$, R:99, $p < 0,01$), São Pedro de Alcântara em estágio secundário inicial (Inc: $1,114625 - 1,030568 \cdot \text{DAP} + 0,341431 \cdot \text{DAP}^2 - 0,044847 \cdot \text{DAP}^3 + 0,002548 \cdot \text{DAP}^4 - 0,000053 \cdot \text{DAP}^5$, R:97, $p < 0,02$), São Pedro de Alcântara em estágio secundário avançado (Inc: $0,988603 - 0,838439 \cdot \text{DAP} + 0,255895 \cdot \text{DAP}^2 - 0,03239 \cdot \text{DAP}^3 + 0,00181 \cdot \text{DAP}^4 - 0,000037 \cdot \text{DAP}^5$, R:96, $p < 0,01$) e Florianópolis - UCAD (Inc: $-0,051289 \cdot \text{DAP} + 0,029229 \cdot \text{DAP}^2 - 0,002659 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000065 \cdot \text{DAP}^4$, R:99, $p < 0,04$) (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo). _____ 224

Figura 9: Modelagem para o incremento corrente anual de plantas jovens (Inc: $-0,080234 \cdot \text{DAP} + 0,054377 \cdot \text{DAP}^2 - 0,008028 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000475 \cdot \text{DAP}^4 - 0,00001 \cdot \text{DAP}^5$, R:100, $p < 0,01$) e matrizes (Inc: $3,901212 - 0,695888 \cdot \text{DAP} + 0,041731 \cdot \text{DAP}^2 - 0,000831 \cdot \text{DAP}^3$, R:98, $p < 0,01$), localizadas na população de Ibirama (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo). _____ 226

Figura 10: Incremento corrente anual para plantas jovens (Inc: $0,049213 \cdot \text{DAP} - 0,003026 \cdot \text{DAP}^2$, R:94, $p < 0,01$) e matrizes (Inc: $0,013254 \cdot \text{DAP} - 0,000659 \cdot \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,07$) e para matrizes durante a sua fase jovem (Inc: $0,139391 \cdot \text{DAP} - 0,009509 \cdot \text{DAP}^2$, R:93, $p < 0,01$), localizadas na população de São Pedro de Alcântara em estágio sucessional avançado (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo). _____ 227

Figura 11: Incremento corrente anual para plantas jovens (Inc: $0,098319 \cdot \text{DAP} - 0,006296 \cdot \text{DAP}^2$, R:92, $p < 0,01$) e matrizes (Inc: $0,016134 \cdot \text{DAP} - 0,000924 \cdot \text{DAP}^2$, R:95, $p < 0,01$) e para matrizes durante a sua fase jovem (Inc: $0,163807 \cdot \text{DAP} - 0,011402 \cdot \text{DAP}^2$, R:99, $p < 0,01$), localizadas na população de São Pedro de Alcântara em estágio sucessional Inicial (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo). _____ 228

Figura 12: Relação entre o número de estruturas reprodutivas emitidas, com a classe de DAP e o Incremento corrente anual em DAP para plantas da população de Ibirama. _____ 230

Figura 13: Incremento corrente anual para populações de *E. edulis* situadas em São Pedro de Alcântara, Florianópolis e Ibirama. _____ 233

Figura 14: Curvas de incremento para as 24 parcelas instaladas em Ibirama-SC. Todos os modelos foram significativos a 1% de probabilidade, com Rs entre 78 e 96%. Parcelas que apresentaram menores valores de incremento, estão localizadas em encosta sul (6, 14 e 19), e em fundo de vale (2)._____234

Figura 15: Croqui da área de estudo localizada em Ibirama, apresentando algumas parcelas que apresentaram curvas iguais de incremento._____235

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ix
RESUMO	xi
SUMMARY	xv
LISTA DE TABELAS	xix
LISTA DE FIGURAS	xxv
SUMÁRIO	xxxv

1. INTRODUÇÃO / JUSTIFICATIVA	39
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA ESPÉCIE	43
2.1. Características da espécie	43
2.2. Fenologia de floração e frutificação	45
2.3. Germinação e viabilidade	46
2.4. Dispersão e predação de sementes	47
2.5. Dinâmica da regeneração natural	50
2.6. Bibliografia	53

Capítulo 1. PRODUÇÃO DE FRUTOS E FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Euterpe edulis*

1.1. Resumo	65
1.2. Introdução	66
1.3. Material e Métodos	69
1.4. Resultados e Discussões	73
1.4.1. Padrões Fenológicos Anuais e Produtividade	73
1.4.2. Ciclo Fenológico das Inflorescências e Infrutescências e Relações Produtivas	79
1.4.3. Relações Diamétricas	84

1.4.4. Número Médio de Inflorescências e Infrutescências formadas por Matriz e Variação Anual _____	92
1.4.5. Conseqüências para o Manejo _____	96
1.5. Bibliografia _____	98

Capítulo 2. ASPECTOS ECOLÓGICOS DO CONSUMO DE FRUTOS DE *Euterpe edulis* PELA FAUNA EM ÁREA DE MATA NATIVA

2.1. Resumo _____	105
2.2. Introdução _____	106
2.3. Material e Métodos _____	107
2.4. Resultados e Discussões _____	113
2.4.1. Quantificação da Produção de Frutos _____	113
2.4.2. Utilização dos Frutos no Cacho _____	114
2.4.3. Utilização dos Frutos no Solo _____	119
2.4.4. Dispersão e Comportamento dos Dispersores _____	121
2.4.5. Modelo do Consumo de Frutos e Percentual de Sementes Disponibilizadas para a Regeneração Natural _____	124
2.4.6. Germinação de Sementes _____	127
2.4.7. Conseqüências para o Manejo _____	130
2.5. Bibliografia _____	133

Capítulo 3. DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL

3.1. Efeito da Densidade de Plântulas sobre a Regeneração Natural de <i>Euterpe edulis</i> em diferentes Estádios Sucessionais _____	139
3.1.1. Resumo _____	139
3.1.2. Introdução _____	140
3.1.3. Material e Métodos _____	141

3.1.4. Resultados e Discussão	144
3.1.4.1. Distribuição espacial	144
3.1.4.2. Mortalidade	148
3.1.4.3. Crescimento	151
3.1.4.4. Distância da Matriz mais Próxima	154
3.1.4.5. Implicações para o Manejo	158
3.1.5. Conclusões	159
3.1.6. Referências Bibliográficas	161
3.2. Dinâmica da Regeneração Natural de <i>Euterpe edulis</i> : Relações entre o número de Plântulas e Matrizes em diferentes estádios sucessionais	166
3.2.1. Resumo	166
3.2.2. Introdução	167
3.2.3. Material e Métodos	168
3.2.4. Resultados e Discussões	170
3.2.4.1. Caracterização da regeneração natural e relações sucessionais	170
3.2.4.2. Número de plântulas e sua relação com o número de matrizes em diferentes condições sucessionais	176
3.2.4.3. Manejo dos frutos atendendo as necessidades da regeneração natural da espécie	186
3.2.5. Bibliografia	188
3.3. Dinâmica da Regeneração Natural de <i>Euterpe edulis</i> e Influências da Condição Sucessional	193
3.3.1. Resumo	193
3.3.2. Introdução	194
3.3.3. Material e Métodos	196

3.3.4. Resultados e Discussões _____	198
3.3.4.1. Estudo das Coortes _____	198
3.3.4.2. Composição Etária do Conjunto de Plântulas_	201
3.3.4.3. Dinâmica Populacional da Regeneração Natural	
_____	202
3.3.4.4. Conseqüências para o Manejo _____	206
3.3.5. Bibliografia _____	208

Capítulo 4. INCREMENTO E DINÂMICA DE PLANTAS JOVENS E ADULTAS DE *Euterpe edulis*

4.1. Resumo _____	211
4.2. Introdução _____	212
4.3. Material e Métodos _____	214
4.4. Resultados e Discussões _____	216
4.4.1. Incremento _____	216
4.4.2. Incremento Diferencial de Jovens e Adultos _____	226
4.4.3. Evidências de outros Fatores que afetam o Incremento __	232
4.4.4. Idade _____	239
4.4.5. Dinâmica de Plantas Jovens e Adultas _____	242
4.4.5.1. Mortalidade _____	242
4.4.5.2. Recrutamento _____	245
4.4.6. Conseqüências para o Manejo _____	246
4.5. Bibliografia _____	248
4.6. Anexos _____	255

Capítulo 5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O MANEJO SUSTENTÁVEL PARA A PRODUÇÃO DE FRUTOS _____

257

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Tropical Atlântica é um ecossistema florestal que abriga uma das maiores diversidades biológicas do planeta e tem sofrido forte degradação pela ação antrópica, restando, na forma de fragmentos florestais, apenas 12% de sua cobertura original (Ribeiro *et al.*, 2009). Dentre as espécies presentes na Mata Atlântica e portanto sujeitas à esta intensa exploração, encontra-se o palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius), conhecido popularmente como juçara (Klein *et al.*, 1986).

A espécie é a principal palmeira produtora de palmito deste ecossistema, o que a tornou alvo de intensa exploração a partir da década de 60. Liderada pela indústria de conserva a exploração da espécie caracterizou-se por cortes sucessivos de todos os indivíduos capazes de produzir palmito, a ponto de comprometer a sua viabilidade econômica e nem mesmo a criação de Legislações específicas nos Estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, foram capazes de reverter a situação (Fantini *et al.*, 2000, Reis *et al.*, 2000a). Atualmente, além de servir como matéria prima para a produção de palmito e estar incluída na lista de espécies brasileiras em extinção (Brasil, 2008), *E. edulis* está também, sujeito aos efeitos crescentes do extrativismo de seus frutos, utilizados localmente como substituto ao açaí (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) (Macfadden, 2005; Troian, 2009; Farias, 2009; Favreto e Baptista, 2010 e Barroso *et al.*, 2010).

Considerando a importância deste produto florestal não madeireiro, o desenvolvimento responsável de estratégias de manejo sustentável, que tornem possível a valorização das florestas pelo seu uso, pode ser uma alternativa para estabilizar as pressões antrópicas e assegurar os estoques da espécie. Nesta perspectiva, o palmiteiro (*Euterpe edulis*) vem sendo estudado como uma espécie modelo para o manejo sustentável na Floresta Tropical Atlântica, considerando uma série de estudos relacionados, principalmente, à demografia (Reis *et al.*, 1996, 1999; Reis e Kageyama, 2000; Reis e Reis, 2000), crescimento dos indivíduos (Incremento) (Reis *et al.*, 1989, 1999; 2000; Fantini e Guries, 2007), dinâmica da regeneração natural (Conte *et al.* 2000; Paulilo, 2000; Nakazono *et al.*, 2001; Tonetti e Negrelle, 2001; Illenseer e Paulilo, 2002; Neuburger *et al.*, 2010), fenologia reprodutiva (Laps, 1996; Tonetti, 1997; Fisch *et al.*, 1997; Silva Matos e Watkinson, 1998; Galetti e Aleixo, 1998; Galetti *et al.*, 1999; Mantovani e Morellato, 2000; Genini *et al.*, 2009; Fraveto, 2010), dispersão de sementes (Reis *et*

al., 1996; Reis e Kageyama, 2000) e genética de populações (Reis, 1996; Conte *et al.*, 2003, 2008; Silva e Reis, 2010).

A extração dos frutos de *E. edulis* surge neste contexto como uma possibilidade menos agressiva, comparativamente a extração de palmito, uma vez que não exige o corte dos indivíduos; além disso, o valor econômico, a aceitação pelo mercado consumidor e a procura por este produto são uma realidade na região sul do Brasil (Macfadden, 2005). Neste sentido, é crescente o interesse de agricultores e do próprio governo no desenvolvimento de pesquisas e normas para fundamentar esta nova cadeia produtiva (Vivan, 2002; Macfadden, 2005; Troian, 2009 ; Barroso *et al.*, 2010; Favreto e Baptista, 2010).

Além disso, existem poucos estudos que visem estabelecer o percentual de frutos e sementes que poderiam ser extraídos da floresta, principalmente no que se refere à manutenção da dinâmica da regeneração das espécies manejadas e a alimentação e interação com a fauna envolvida.

Desta forma, este trabalho visa estabelecer fundamentos da produção e consumo de frutos, considerando a necessidade de manter a dinâmica da regeneração natural da espécie *Euterpe edulis* e as interações com a fauna.

Esta tese encontra-se estruturada em cinco capítulos, que tratam cada um, de objetivos específicos. O capítulo 1, refere-se à produção de frutos e fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis*. O capítulo 2, apresenta os aspectos ecológicos do consumo de frutos pela fauna. Já o capítulo 3, envolve o estudo da dinâmica da regeneração natural e o capítulo 4, o estudo do incremento e dinâmica de plantas jovens e adultas. O capítulo 5 é conclusivo e aborda considerações sobre o manejo dos frutos sob a ótica dos novos conhecimentos produzidos.

Os estudos sobre a fenologia reprodutiva (cap. 1), tiveram como objetivo conhecer a capacidade produtiva da espécie em áreas nativas, procurando caracterizar os eventos reprodutivos. Esta caracterização, foi feita pela identificação da época de produção e de duração das infrutescências, bem como, pela quantificação da produção de frutos. Além disso, os estudos fenológicos procuraram identificar características que, permitam localizar plantas mais produtivas e estudar a alternância na produção de frutos e sementes.

As pesquisas sobre a fauna (cap. 2), concentraram-se na identificação do percentual de frutos que deve permanecer na floresta para a alimentação dos animais. Neste sentido, os estudos identificam o percentual de frutos consumidos e a variação deste consumo ao longo do período de frutificação. Também fazem parte deste estudo, a

determinação dos percentuais de sementes destruídas e dispersadas pela fauna, e a relação destes percentuais com a regeneração natural.

Já o conhecimento sobre a regeneração natural (cap. 3), teve como objetivo levantar as variáveis que interferem nas fases de plântula, procurando avançar principalmente na compreensão da dinâmica da regeneração natural, preocupando-se com as pirâmides demográficas no que se refere às taxas de crescimento, mortalidade e número de frutos e matrizes que alimentam este processo, procurando limites entre o número de plântulas e matrizes ao longo da evolução dos estádios sucessionais, e assim estabelecer fundamentos para a extração sustentável de frutos.

Por sua vez, o estudo do incremento (cap. 4), teve por objetivo avaliar a dinâmica de plantas jovens e adultas, procurando identificar e compreender, as variáveis que influenciam o seu crescimento em diferentes populações, bem como, as taxas e causas de mortalidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA ESPÉCIE

2.1. Características da Espécie

O palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) é uma espécie da família **Areaceae**, nativa da Mata Atlântica do Brasil (Klein, 1980), que apresenta alto valor econômico, por ser a principal palmeira produtora de palmito desta região (Fantini *et al.*, 2000). A espécie apresentava originalmente vasta e expressiva distribuição em quase toda a zona da mata pluvial da encosta atlântica, atingindo até as altitudes de 600 a 700 metros, sobretudo quando próximas à costa. Atualmente, devido à exploração intensiva, sua ocorrência natural se resume a relictos florestais (Reis *et al.*, 2000).

A espécie *Euterpe edulis* é classificada como espécie climácica de caráter umbrófilo, instalando-se na floresta no estágio sucessional denominado de *miconietum* (Klein, 1980) e sua principal forma de dispersão se dá por animais (dispersão zoocórica) (Reis *et al.*, 2000). Em locais que não tenham sido explorados, o palmitreiro ocupa o estrato médio da floresta e apresenta-se como uma das espécies arbóreas mais abundantes.

Veloso e Klein (1957, 1959) já apontavam o palmitreiro como a espécie mais abundante no estrato médio da Floresta Ombrófila Densa, com valores de até 1.000 indivíduos por hectare com altura superior a 1,5 m. Posteriormente, outros estudos comprovam esse comportamento através de dados demográficos da espécie (Negreiros, 1982; Nodari *et al.*, 1987; Reis *et al.*, 1989; 2000).

Os frutos do palmitreiro exercem grande atração sobre a fauna, principalmente quando maduros e sua oferta dura quase o ano inteiro. Em algumas regiões está disponível inclusive no inverno onde a oferta de alimentos é menor (Laps, 1996; Genini *et al.*, 2009). Neste sentido, o palmitreiro é considerado como uma espécie chave dentro do ecossistema florestal (Zimmermann, 1991; Reis *et al.*, 1992a; Laps, 1993; Galetti e Chivers, 1995; Galetti e Aleixo, 1998; Galetti *et al.*, 2000; Galetti *et al.*, 2001; Pizo *et al.*, 2002; Mikich, 2002), pois além de alimentar a fauna, promove o aumento do zoocorismo, que como consequência, aumenta o fluxo de propágulos entre os relictos florestais, acelerando o processo de sucessão e mantendo o fluxo gênico entre as florestas.

A regeneração natural do palmitreiro é caracterizada pela

estratégia de banco de plântulas, o qual pode sofrer grande variação conforme o decorrer dos anos, principalmente devido à variação na produtividade de sementes e taxa de mortalidade de plântulas. Adicionalmente ao banco de plântulas, também têm sido constatadas variações na velocidade inicial de germinação, indicando a existência de mecanismos que favorecem a entrada gradual de indivíduos no banco de plântulas, ou seja, ocorre à formação de um banco passageiro de sementes, com duração inferior a um ano (Reis *et al.*, 1992b). No entanto, Reis *et al.* (1989) e Conte *et al.* (2000) mencionaram que as plântulas oriundas da produção de sementes de cada ano apresentam uma drástica redução ao longo dos anos. Essa redução pode representar valores acima de 80% de mortalidade, sendo que as plantas remanescentes podem ser recrutadas em diferentes épocas (Conte *et al.*, 2000).

A espécie apresenta alta diversidade genética dentro das populações naturais, com níveis de divergência interpopulacionais pouco pronunciados (Reis *et al.*, 2000). A taxa de cruzamento obtida através de marcadores alozímicos (Reis, 1996b) e microssatélites (Gaiotto *et al.*, 2003; Conte *et al.*, 2003; 2008) se aproxima de um, o que demonstra que as características reprodutivas da espécie favorecem a alogamia.

Estudos de Reis (1996a), Reis *et al.* (1998) e Conte *et al.* (2003) verificaram aumento nos níveis de heterozigosidade, na passagem da fase de plântula para as classes adultas, estando este comportamento, possivelmente relacionado à alta taxa de mortalidade encontrada nas primeiras categorias. Estes autores sugerem que o processo de recrutamento para a espécie esteja vinculado a aspectos genéticos, como a seleção de heterozigotos, o que destaca a importância da definição de um grupo de matrizes mínimo, capaz de suprir as necessidades de diversidade genética para o contínuo recrutamento da regeneração natural e evolução da espécie.

Silva e Reis (2010) analisando o efeito do manejo, pela simulação de diferentes intensidades de corte sobre a estrutura genética de uma população natural de palmitero, recomendaram a manutenção de densidades iguais ou superiores a 60 matrizes/ha, a fim de manter os índices de diversidade genética da espécie, necessários para a recomposição qualitativa dos estoques naturais submetidos ao manejo.

2.2. Fenologia de floração e frutificação

A fenologia da floração para a espécie se apresenta variável quanto à época do ano, apresentando até mesmo, variação anual para um mesmo local. No estudo realizado por Mantovani e Morellato (2000) em São Pedro de Alcântara-SC, na mesma área em que foi realizado parte deste trabalho, os autores observaram que a floração para a espécie em 1996 iniciou em novembro e estendeu-se até fevereiro; já para o ano de 1997, iniciou em outubro e avançou até fevereiro. Outros autores como Tonetti (1997), Laps (1996) e Frish *et al.* (1997) também observaram a fenologia de floração da espécie e, de maneira geral, os estudos indicam que seu início varia entre setembro e novembro. Mantovani e Morellato (2000) observaram inclusive que as plantas a céu aberto tendem a iniciar o florescimento antes daquelas que se encontram dentro da floresta.

Outro aspecto importante da fenologia de floração, observado por Mantovani e Morellato (2000), é o fato de algumas plantas apresentarem em determinadas florações, apenas flores masculinas (19% em 1996 e 24,3% em 1997), bem como a proporção de inflorescências apresentando somente flores masculinas verificadas na população, de 33,4% e 37,4% para 1996 e 1997 respectivamente. Reis *et al.* (1993), estudando uma população de *E. edulis* em Piracicaba-SP, encontrou 12% de inflorescências unicamente masculinas. Fato também observado por Reis (1995) e Laps (1996) em outras populações da espécie.

Os frutos do palmitheiro são drupáceos, esféricos, de cor preta ou negro-vinosa quando maduros, o mesocarpo é carnoso e muito fino, unisseminado, com albume abundante e homogêneo (Reitz, 1974). Seu peso fica entorno de 1 grama e as inflorescências podem atingir 5 kg, sendo em média de 3 kg (Reis *et al.*, 1994).

No que se refere à maturação dos frutos, esta também apresenta variações quanto à época. Mantovani e Morellato (2000) verificaram, também em São Pedro de Alcântara-SC, que esta iniciou em maio e estendeu-se até novembro, observando inclusive a sobreposição na população, das fenofases de frutos maduros e frutos imaturos, bem como, com as fenofases de floração. Reis (1995) em estudo realizado em floresta primária, numa altitude de 580 a 690 m, registrou os primeiros frutos maduros em janeiro e os últimos em julho. Galetti (1996) observou frutos maduros de maio a agosto e Laps (1996) de maio a setembro. Estes estudos permitem caracterizar *E. edulis* como espécie de grande importância como fornecedora de alimento para a fauna durante um longo período do ano. O amadurecimento das infrutescências inicia pelas terras baixas, representadas pelas florestas de

restinga e de planície costeira, e posteriormente segue para as terras altas, florestas premontanas (Castro *et al.*, 2007). Além do gradiente altitudinal, o aumento da latitude também tende a atrasar o florescimento, a frutificação e a maturação dos frutos do palmeiro (Fraveto, 2010).

O florescimento inicia-se com a emissão da bráctea peduncular (espata), que abre após quatro dias, liberando as flores masculinas, que duram em média de 5 a 7 dias em uma inflorescência; após a queda destas flores, desenvolvem-se na mesma inflorescência as flores femininas, que duram em média de 4 a 6 dias, e ocorrendo a fertilização, o amadurecimento das infrutescências leva em torno de 226 dias (Mantovani e Morellato, 2000).

A variação na produção de frutos também foi observada, em São Pedro de Alcântara-SC, em condições de mata secundária, Mantovani (1998) encontrou em média 2.728 sementes/inflorescência, para os anos de 1996 e 1997, o que representaria para a área, uma produtividade de 387.376 frutos/ha em 1996 e 274.618 frutos/ha em 1997. Reis (1995) em estudo realizado em floresta primária em Blumenau-SC, encontrou em 1992, uma média de 3.313 frutos/infrutescência, estimando uma produtividade de 227.768 frutos/ha, e em 1993, média de 3.320 frutos/infrutescência, equivalendo a uma produtividade de 378.526 frutos/ha.

O número de inflorescências varia normalmente de uma a cinco por planta, sendo o mais comum de duas a três, tanto no estudo realizado em mata primária (Reis, 1995), como em mata secundária (Mantovani e Morellato, 2000). Sendo que as plantas que emitem mais de uma inflorescência, geralmente estão associadas a condições de maior luminosidade, como bordas de clareiras (Reis, 1995).

2.3. Germinação e viabilidade

A germinação do palmeiro é lenta e heterogênea (Reis *et al.*, 1999b), sendo a presença do pericarpo carnoso o maior motivo do retardo da velocidade de germinação (Queiroz, 2000). O despulpamento do fruto uniformiza e acelera a mesma (Bovi *et al.*, 1987), mas ainda assim esta se distribui ao longo de cinco semanas e inicia na terceira (Queiroz e Cavalcante, 1986).

A taxa de germinação para sementes recém colhidas e com alto teor de umidade, é alta, ficando entre 60 e 94%, não importando o tamanho das sementes (Queiroz e Cavalcante, 1986; Reis *et al.*, 1999b).

No entanto o tamanho das mesmas reflete significativamente em seu vigor, expressado na velocidade de germinação e na massa seca de plântulas (Lin, 1986).

Por ser uma semente recalcitrante, a desidratação é tida como a principal causa da rápida perda de viabilidade, podendo eventuais episódios de seca comprometer as sementes por desidratação (Queiroz, 2000). Reis *et al.* (1999b) menciona que a redução do teor de umidade abaixo de 28% é crítica, reduzindo significativamente a capacidade de germinação da espécie.

Reis e Kageyama (2000) estudando a ação de animais sobre as sementes no solo, verificaram que após 150 dias em que as sementes permaneceram na serapilheira, 45% mantinham a capacidade germinativa. Porém após 6 meses do início da maturação, coincidindo com o término do período de frutificação, apenas 8,7% ainda apresentavam potencial germinativo.

O período de esgotamento das reservas da semente de *E. edulis* ocorre por volta de 6 meses após a embebição da semente, não importando se as plântulas estiverem em seis (forte sombreamento) ou 50% de luz solar (Andrade *et al.*, 1996). O esgotamento das reservas geralmente coincide com o surgimento da terceira folha fotossintetizante, momento em que o surgimento de uma clareira seria decisivo para o aumento da taxa de sobrevivência e para o recrutamento dos indivíduos da espécie (Venturi e Paulilo, 1998).

2.4. Dispersão e predação de sementes

E. edulis é considerada uma espécie chave dentro do ecossistema florestal, pois sua frutificação exerce grande atração sobre a fauna, são conhecidas 30 espécies de aves e 13 de mamíferos que se alimentam dos frutos do palmitero, algumas das quais também consideradas ameaçadas de extinção (Laps, 1993; Galetti e Chivers, 1995; Galetti e Aleixo, 1998; Galetti *et al.*, 2000; Galetti *et al.*, 2001). Além de serem muito procurados pela fauna, os frutos de *E. edulis*, segundo estudos de Galetti, (1996), estão entre os 10 frutos mais ricos em energia, entre 50 tipos de frutos pesquisados na Mata Atlântica.

A dispersão de sementes de palmitero foi estudada por Reis e Kageyama (2000), sendo esta dividida em duas fases: a dispersão primária e a dispersão secundária. A dispersão primária, segundo os autores, caracteriza-se pela ação direta dos animais em tomarem os frutos nas plantas matrizes e transportarem as sementes até um local

onde estas são capazes de se estabelecer. Já a dispersão secundária caracteriza-se pela ação de animais que tomam os frutos e/ou sementes sob a planta que os produziu, ou após os mesmos já terem sido transportados pelo processo primário.

A dispersão primária caracterizou-se como do tipo leptocúrtica, com alta densidade de sementes próximas à planta parental e uma grande redução numérica a partir do aumento da distância da matriz. As maiores distâncias registradas de dispersão foram respectivamente 52 e 61 metros (Reis e Kageyama, 2000).

No estudo da dispersão secundária, a procura dos frutos sob as matrizes mostrou-se uniforme, onde, 34% dos frutos tiveram seu epicarpo e mesocarpo retirados; 59,3% foram transportados e/ou predados e apenas 6,6% se mantiveram intactos durante 11 semanas de avaliação. O transporte e/ou predação foi mais intenso dois meses após o início da frutificação e coincidiu com a época de maior produção de frutos (Reis e Kageyama, 2000).

O despulpamento dos frutos sob a planta mãe se iniciou nas primeiras semanas de ocorrência dos frutos, indicando que os animais detectam facilmente a presença do alimento no solo (Reis e Kageyama, 2000). A presença da polpa e a marca de pequenos dentes, segundo os mesmos autores, sugere que os principais agentes deste fenômeno sejam pequenos roedores. O despulpamento também foi realizado por pequenas formigas, as quais removeram o solo sob os frutos, enterrando-os a profundidades de 2 a 3 cm.

A ação dos animais sobre as sementes no solo também foi estudada por Reis e Kageyama (2000) verificando que estas continuam sendo um alimento procurado pelos animais, uma vez que 24% foram movimentadas e/ou predadas, após 150 dias de permanência na serapilheira. Durante estes 150 dias, 26% das sementes germinaram; 5% foram atacadas por microorganismos ou bruquídeos e 45% mantiveram-se intactas. Após seis meses, período que coincidiu com o término da frutificação, 36,2% estavam germinando; 8,7% apresentavam ainda potencial germinativo e 55,1% estavam mortas. Das sementes mortas, a ação de bruquídeos ou roedores foi responsável por 13,9% das mortes, o restante 41,1% foi devido à ação aparente de microorganismos.

Segundo os mesmos autores, contrariando o que foi observado para os frutos de palmitero no solo, as sementes são irregularmente procuradas por animais. Em algumas plantas a procura foi inferior a 10%, enquanto que em outras foi superior a 50%.

Os animais responsáveis pela dispersão primária, segundo os seus padrões comportamentais, foram divididos por Reis e Kageyama (2000), nas seguintes classes:

1º) Derrubadores despoldadores arborícolas: animais que se alimentam de apenas parte do mesocarpo dos frutos, são responsáveis pela queda de grande quantidade de frutos intactos e despoldados. Caracterizam-se pela dispersão a curta distância e pela disponibilização de alimento para dispersores secundários. Ex: papagaios, tiritas e galhas.

2º) Regurgitadores arborícolas: animais que necessitam regurgitar os frutos, devido ao estreitamento entre a passagem da moela e o duodeno. Caracterizam-se pela dispersão a curta distância, podendo porém dispersar a distâncias bem maiores quando terminam a sua seção de alimentação. Ex: tucanos, sabias e araçari-banana.

3º) Mastigadores arborícolas: animais que se caracterizam por procurarem um local protegido para comer os frutos, promovendo um acúmulo de sementes nestes locais. Dispersam sementes a grandes distâncias e o seu acúmulo atrai os dispersores secundários. Ex: morcegos, esquilos e cuícas.

4º) Engolidores com digestão completa arborícolas: animais que engolem os frutos, transportando-os em seus intestinos a distâncias muito grandes. Ex: primatas e jacu-guaçus.

Já os animais responsáveis pela dispersão secundária, foram divididos nas seguintes classes de padrões de comportamento (Reis e Kageyama 2000):

1º) Regurgitadores terrestres: animais que apanham os frutos no solo e necessitam regurgitá-los. Dispersam a longas distâncias. Ex: cervídeos.

2º) Despoldadores terrestres: animais de pequeno porte que despoldam, roem ou comem parte dos frutos sob os palmeiros. O transporte dos frutos ocorre a pequenas distâncias. Ex: formigas e pequenos roedores.

3º) Engolidores com digestão completa terrestres: animais que engolem os frutos, transportando-os a grandes distâncias dentro de seus intestinos. Ex: anta, lagartos, porcos-do-mato e graxains.

4º) Estocadores terrestres de sementes: animais que transportam os frutos para seus locais preferenciais, para serem despoldados, predados ou estocados. Ex: cutias e pacas.

Reis e Kageyama (2000) analisando a dinâmica do processo de dispersão de sementes de palmeiro, chamaram a atenção para dois gargalos neste processo: 1º) da produção média estimada de 38

frutos/m² (média de dois anos), apenas 5,31 sementes/m² foram encontradas no solo, ou seja, apenas 14%, sendo desconhecido o que ocorre com os 86% restante. 2º) das sementes encontradas no solo, 55% estavam mortas, devido à ação de microorganismos e predadores.

2.5. Dinâmica da regeneração natural

A regeneração natural das espécies das florestas tropicais caracteriza-se por apresentar muitas interações com o ambiente florestal, e na sua maioria se constitui num processo dinâmico e de grande importância para o entendimento das estratégias que essas espécies apresentam, na tentativa de se manterem e se desenvolverem dentro da floresta.

O entendimento da dinâmica de populações, segundo Martines-Ramos (1991), exige o conhecimento das relações entre as plantas e os agentes bióticos e o efeito que o ambiente produz sobre estas relações. Quando as plantas não morrem pela ação direta de um agente biótico, a trama de fatores abióticos conduz as plântulas em suas conseqüências fisiológicas extremas, como: a estados de saúde que resultam em condições favoráveis para estas enfrentarem os danos não letais, causados por inimigos naturais; ou mesmo a estados nutricionais tão pobres, que aumentam muito a chance destas morrerem pelo efeito de fatores físicos e bióticos.

A regeneração natural do palmitreiro caracteriza-se por ser um processo dinâmico e de grande importância para a compreensão das estratégias que a espécie apresenta para a sua manutenção dentro da floresta. Tendo como característica a formação de um banco de plântulas, a espécie apresenta, em particular, oscilações quanto ao número de indivíduos no decorrer dos anos, motivadas por fatores ambientais, produção de sementes e estágio de sucessão florestal (Conte *et al.*, 2000).

Estudos realizados por Silva (2000) em São Pedro de Alcântara, em uma área de mata secundária, no período de 1991 a 2000, evidenciam a dinâmica de desenvolvimento das plântulas de *Euterpe edulis*, caracterizada fundamentalmente pela permanência dos indivíduos na mesma classe, pela passagem para as classes superiores e a mortalidade dos mesmos.

Os estudos mencionados no parágrafo anterior caracterizam a regeneração natural da espécie em três classes, de acordo com a altura de inserção da folha mais jovem: classe I (inserção até 10 cm); classe II

(inserção entre 11 e 50 cm) e classe III (inserção acima de 50 cm, mas com estípe exposta inferior à 1,3m). As plantas com estípe exposta superior à 1,3m foram classificadas como adultas e a passagem da classe III da regeneração natural para esta fase, foi denominada de recrutamento.

O número de plântulas que se estabelecem nas diferentes classes da regeneração natural é variável. Em média, considerando os 10 anos de estudo, são encontradas 17.883 plântulas/ha na classe I, 4.504 plântulas/ha na classe II e 386 plântulas/ha na classe III, o que caracteriza uma distribuição em "j" reverso e torna evidente a dinâmica deste processo (Silva, 2000).

A classe I é a que apresenta maior variação no decorrer dos anos, causada principalmente, pela alternância na produção de frutos pelas plantas matrizes e por sua maior sensibilidade a fatores ambientais (Conte *et al.*, 2000, Silva, 2000).

Segundo Martines-Ramos (1991), a regeneração é alimentada pela chuva de sementes. Tal chuva é resultado da queda de sementes produzidas dentro da mesma área, aquelas que chegam como produto de uma dispersão passiva (gravidade, vento) e ativa (por meio de animais). Devido aos diferentes comportamentos temporais das espécies com relação à produção de frutos, essa chuva de sementes pode variar entre meses e também entre anos (Janzen, 1978). Reis (1995), acompanhando a floração e a frutificação de 347 plantas de palmito, em Blumenau-SC, verificou que em 1992, 50% destas plantas emitiram flores e produziram frutos, já no ano seguinte este percentual subiu para 87%. Esta diferença, sugere alternância na produção de frutos desta espécie, o que implica na intensidade da chuva de sementes no decorrer dos anos.

A redução no número de plântulas da classe I, no decorrer dos anos, é causada pela mortalidade, que em média atinge 50%, apresentando-se maior no ano seguinte à germinação e entrada ao banco de plântulas, bem como, em anos de maior entrada de plântulas (Silva, 2000).

As causas da mortalidade em plântulas são atribuídas a diversos fatores, como herbivoria (Martines-Ramos, 1991), queda de folhas do dossel (Vasquez-yanes *et al.*, 1990; Carvalho *et al.*, 1999; Tonetti e Negrelle, 2001), doenças (Augspurger e Katajima 1992; Yamazaki *et al.*, 2009), tempo de duração das reservas da semente (Andrade *et al.*, 1996; Neuburger *et al.*, 2010), competição intra e interespecífica (Janzen, 1970) e também por fatores abióticos como: luminosidade (Paulilo, 2000; Nakazono *et al.*, 2001; Neuburger *et al.*, 2010), déficit hídrico (Abbott, 1985; Filho *et al.*, 2001) e estados nutricionais

(Martinez-Ramos 1991; Illenseer e Paulilo, 2002).

Em relação ao palmitreiro, a passagem de indivíduos da classe I para a classe II é pequena, em torno de 1 a 3% no primeiro ano, sendo que estes valores não diferem ao longo dos anos (Silva, 2000). Observa-se também que em anos de maior entrada de plântulas, o número de indivíduos que passam para a classe II no ano seguinte é menor, o que pode ser explicado pela maior competição intraespecífica (Silva, 2000). Martinez-Ramos (1991), estudando o comportamento de *Nectandra ambigens*, menciona que quando a população de plântulas é muito grande, a taxa de mortalidade incrementa rapidamente em função da competição intraespecífica e/ou ataque de patógenos.

Para a classe II, a taxa de mortalidade é menor, entre 15 e 20%, indicando que com o passar dos anos a probabilidade de sobrevivência das plantas aumenta, provavelmente devido ao seu maior enraizamento e ambientalização (Silva, 2000).

A passagem dos indivíduos da classe II para a classe III é muito baixa, apenas 0,2%, sendo somente observado para plântulas inventariadas em 1991, cujo ano de germinação é desconhecido, portanto, o período de 10 anos do estudo, demonstrou-se insuficiente para registrar o tempo requerido para esta mudança (Silva, 2000).

A hipótese levantada para explicar a inexpressiva passagem da classe II para a classe III, seria a existência de um lento crescimento entre estas plantas; somado ao significativo aumento em biomassa requerido por esta mudança, o que corresponde a um ganho de altura de 40 cm (Conte *et al.*, 2000).

A mortalidade na classe III é praticamente nula, sendo que as alterações observadas no número de plântulas nesta classe se devem quase que exclusivamente ao processo de recrutamento. Esta mudança de classe é bastante expressiva em relação à classe III, em média 6%, no entanto, quando comparada ao total de plantas pertencentes à regeneração natural, esta é muito baixa, sendo em média de 0,1% (Silva, 2000).

Além destes aspectos, a regeneração natural parece ser influenciada pelo estágio sucessional no qual a floresta se encontra. Silva (2000), comparando parcelas presentes em condições mais iniciais de desenvolvimento florestal (*miconietum*), com parcelas em estágio avançado de mata secundária, percebeu que estádios mais iniciais comportam até três vezes mais plântulas nas classes I e II e sete vezes mais plântulas para a classe III. Sendo esta diferença, possivelmente causada pela maior luminosidade disponível (Silva, 2000).

2.6. BIBLIOGRAFIA

ABBOTT, I. Recruitment and Mortality in Populations of *Banksia grandis* Willd. in Western Australian Forest. **Aust. J. Bot.**, v.33, p. 261-270, 1985.

ANDRADE, A.C.S.; VENTURI, S.; PAULILO, M.T.S. Efeito do tamanho da semente de *Euterpe edulis* Mart. sobre a germinação e crescimento inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, p. 150-157, 1996.

AUGSPURGER, C.K. e KATAJIMA, K. Experimental studies of seedling recruitment from contrasting seed distributions. **Ecology**, v. 73, n. 4, p.1270-1274, 1992.

BARROSO, R.M.; REIS, A.; HANAZAKI, N. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo. **Acta bot. bras.**, v. 24, n. 2, p. 518-528, 2010.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 6. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Diário Oficial da União de 23 de setembro (Seção 1) 185, p. 75-83, 2008.

BOVI, M. L. A. e CARDOSO, M. Conservação de sementes de palmeiteiro (*Euterpe edulis* Mart.). **Bragantia**, v.37, p. 65-71, 1987.

CARVALHO, R.M., MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. Leaf Ecology of Pre-reproductive Ontogenetic Stages of the Palm Tree *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae). **Annals of Botany**, v. 83, p. 225-233, 1999.

CASTRO, E.R.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic

rainforest of Brazil. **Australian Journal of Botany**, v. 55, n. 7, p. 725-735, 2007.

CONTE, R.; NODARI, R.O.; VENCOVSKY R.; REIS, M.S. Genetic diversity and recruitment of the tropical palm, *Euterpe edulis* Mart., in a natural population from the Brazilian Atlantic Forest. **Heredity**, v. 91, p. 401-406, 2003.

CONTE, R.; REIS, M. S.; MANTOVANI A.; VENCOVSKY, R. Genetic structure and mating system of *Euterpe edulis* Mart. populations: a comparative analysis using microsatellite and allozyme markers. **Heredity**, v. 99, n. 5, p. 476-482, 2008.

CONTE, R.; REIS, M.S.; REIS, A.; MANTOVANI, A.; MARIOT, A.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis*. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 106-130.

FANTINI, A.C.; RIBEIRO, R.J.; GURIES, R.P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na Floresta Ombrofila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 256-280.

FANTINI, A.C. e GURIES, R.P. Forest structure and productivity of palmitero (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. **Forest Ecology and Management**, n.242, p. 185-194, 2007.

FARIAS, M. **Reinventando a relação humano-*Euterpe edulis*: do palmito ao açaí**. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

FILHO, A.A.T.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORAIS, A.R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitheiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais. **CERNE**, v.7, n.1, p. 41-53, 2001.

FISCH, S.T.V.; NOGUEIRA JUNIOR, L.R.; MANTOVANI, W. Aspectos da floração e frutificação do *Euterpe edulis* em Floresta Atlântica remanescente no vale do Paraíba-SP. In: Congresso Nacional de Botânica, 48., 1997, Crato. **Resumos**. Fortaleza: BNB, 1997. p.21.

FRAVETO, R. **Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae)**. 2010. 140 f. Tese de doutorado, UFRGS.

FRAVETO, R. e BAPTISTA, L.R.M. Growth of *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) under forest and agroforestry in southern Brazil. **Agroforest Syst**, v. 80, p. 303-313, 2010.

GAIOTTO, F. A.; GATTAPAGLIA, D.; VENCOVSKY, R. Genetic structure, mating system, and long-distance gene flow in heart of palm (*Euterpe edulis* Mart.) **Journal of Heredity**, v.94, n.5, p. 399-106, 2003.

GALETTI, M. e ALEIXO, A. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. **Journal of applied ecology**, v. 35, p. 286-293, 1998.

GALETTI, M. e CHIVERS, D.J. Palm harvest threatens Brazil's best protected area of Atlantic Forest. **Oryx**, v. 29, n. 4, p. 225-226, 1995.

GALETTI, M. **Fruits and frugivores in a brasilian Atlantic forest. Cambridge**. 1996. Tese Doutorado. University of Cambridge.

GALETTI, M.; KEUROGHLIAN, A.; HANADA, L.; MORATO, M.I. Frugivory and seed dispersal by the Lowland Tapir (*Tapirus terrestris*) in Southeast Brazil. **Biotropica**, v. 33, n.4, p.723-726, 2001.

GALETTI, M.; LAPS, R.; PIZO, M.A. Frugivory by toucans (Ramphastidae) at two altitudes in Atlantic rain forest of Brazil. **Biotropica**, v. 32, n.4b, p.842-850, 2000.

GALETTI, M.; ZIPPARRO, V.B.; MORELLATO, L.P.C. Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic Forest of Brazil. **Ecotropica**, v. 5, n. 1, p. 115-122, 1999.

GENINI, J.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, v. 204, n. 2, p.131-145, 2009.

ILLENSEER, R. e PAULILO, M.T.S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, p. 385-394, 2002.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 904, p. 501-528, 1970.

JANZEN, D.H. Seedling patterns of tropical trees. In: TOMLINSON, P.B. e ZIMMERMAM, M.H. **Tropical trees as living systems**. Cambridge, Cambridge University Press, 1978, p. 83-128.

KLEIN, R.M. Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v. 32, p. 165-389. 1980.

KLEIN, R.M.; PASTORE, U.; COURA NETO, A.B. Vegetação. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral,. 1986, p. 35-36.

LAPS, R. R. **Frugivoria e dispersão de sementes de palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius, Arecaceae) na mata atlântica, sul do estado de São Paulo**. 1996. 77f. Campinas-SP. Dissertação (Mestrado), UNICAMP.

LAPS, R.R. Frugivoria e dispersão de sementes de palmiteiro por aves na Mata Atlântica do estado de São Paulo. In: B. F. AMARAL FILHO (Ed.) **Encontro de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, III**. UNICAMP, Campinas, Brasil, 1993, 58p.

LIN, S. S. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmiteiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 8, n.1, p.57-66, 1986.

MACFADDEN, J. **A produção do açaí a partir dos frutos do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) na mata atlântica**. 2005. 100f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

MANTOVANI, A. e MORELLATO, P. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral. In: REIS, A. & REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 23-38.

MANTOVANI, A. **Fenologia e aspectos da biologia floral de uma população de *Euterpe edulis* Martius na Floresta Atlântica no Sul do Brasil**. 1998. 66f. Dissertação (Mestrado), Unesp, Rio Claro-SP.

MARTINEZ-RAMOS, M. **Patrones, procesos y mecanismos em la comunidad de plântulas de uma selva humeda neotropical**. 1991. Tese de Doutorado, México.

MIKICH, S.B. A dieta frugívora de *Penelope superciliaris* (Cracidae) em remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil e sua relação com *Euterpe edulis* (Arecaceae). **Ararajuba**, v.10, n. 2, p. 207-217, 2002.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 173-179, 2001.

NEGREIROS, O.C. **Características fitossociológicas de uma comunidade de Floresta Latifoliada Tropical visando ao manejo do palmito, *Euterpe edulis* Martius**. 1982. 110f. Dissertação (Mestrado), ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

NEUBURGER, M.; SOUZA, T.V.; PAULILO, M.T. Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. **Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 157-165, 2010.

NODARI, R.O.; REIS, A. GUERRA, M.P.; REIS, M.S.; FLORIANO, E.P. Análise preliminar do inventário do palmitreiro em Floresta Ombrófila Densa Montana. In: I Encontro nacional de pesquisadores em palmito, Curitiba. **Anais**, p. 159-65, 1987.

PAULILO, M. T. S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. In: REIS, A. e REIS, M.S. *Euterpe edulis* Martius – **Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 93-105.

PIZO, M.A.; SILVA, W.R.; GALETTI, M.; LAPS, R. Frugivory in cotingas of the Atlantic forest of southeast Brazil. **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 177-185, 2002.

QUEIROZ, M. H. Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmitreiro *Euterpe edulis* Martius – Arecaceae. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 39-59.

QUEIROZ, M. H. e CAVALCANTE, M. D. T. H. Efeito do dessecamento das sementes de palmitreiro na germinação e no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 8, n. 3, p. 121-125, 1986.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. 1995. 154f. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, 335p.

REIS, A. e KAGEYAMA, P.Y.A. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius - Palmae). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 60-92.

REIS, A., KAGEYAMA, P.Y., REIS, M.S., FANTINI, A.C. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana, em Blumenau (SC). **Sellowia** v. 45, p. 13–45, 1996.

REIS, A.; PAULILO, M. T. S.; NAKAZONO, E. M.; VENTURI, S. Efeito de diferentes níveis de dessecação na germinação de *Euterpe edulis* Martius Arecaceae. **Insula**, v. 28, p. 31-41, 1999b.

REIS, A.; REIS, M.S.; FANTINI, A.C. Manejo de Rendimento Sustentado de *Euterpe edulis* Martius. In: Congresso florestal estadual, 2. 1992, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata, 1992a, v. 5, p. 1226-1232.

REIS, A.; REIS, M.S.; FANTINI, A.C.; SGROTT, E. Z. Curso: Manejo de Rendimento Sustentado de *Euterpe edulis*. **Apostila curso** (15 a 17 de fevereiro), Registro, 1994, 59p.

REIS, M.S.; CONTE, R.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O. Caracterização do incremento em diâmetro de *Euterpe edulis* Mart. e implicações para o seu manejo em formações florestais secundárias. **Revista Árvore**, v. 23, p. 413-422, 1999.

REIS, M.S. Dinâmica da movimentação dos alelos: subsídios para a conservação e manejo de populações naturais em plantas. **Revista Brasileira de Genética**, v.19, n.4, p.37-47, 1996b. (Suplemento)

REIS, M.S. **Distribuição e Dinâmica da Variabilidade Genética em Populações naturais de Palmitero (*Euterpe edulis* Martius)**. 1996a. 210p. Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

REIS, M.S.; FRANCHINI, R.G.; REIS, A.; FANTINI, A.C. Variação no período germinativo em sementes de *Euterpe edulis* Martius procedentes da região de Morretes – PR. In: Segundo congresso sobre essências nativas, 1992. **Anais...** São Paulo, 1992b, v. 4, p. 1252-1257.

REIS, M.S.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; REIS, A. Sustained yield management of *Euterpe edulis* Martius (Palmae): a tropical palm tree from the Atlantic Tropical Forest. **Journal of Sustainable Forestry**, v.11, n. 3, p.1-17, 2000.

REIS, M.S.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Management of natural populations and maintenance of genetic diversity. In: Workshop on "Recent advances in biotechnology for tree conservation and management". Florianópolis, 1997. **Proceedings. Stockolm**: IFS, p.145-156, 1998.

REIS, M.S.; GUIMARÃES, E.; OLIVEIRA, G.P. Estudos preliminares da biologia reprodutiva do palmito (*Euterpe edulis*) em mata residual do Estado de São Paulo. In: 7º Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba, 1993. **Anais**. Curitiba, 1993, p. 358-360.

REIS, M.S.; MARIOT, A.; RESENDE, R.; GUERRA, M.P. Legislação sobre o manejo e produção do palmito (*Euterpe edulis Martius* - Arecaceae). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis Martius* – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000a, p. 281-303.

REIS, M.S.; REIS, A.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; FANTINI, A.C.; ENDER, M.; BASSANI, A. Incremento corrente anual do palmito (*Euterpe edulis*) na Floresta Ombrófila Densa. **Insula**, v.19, p. 51-56, 1989.

REITZ, R. **Palmeiras**. (Flora Ilustrada Catarinense-PALM). Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1974, p. 189.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biol. Conserv.** v. 142, n. 6, p.1141-1153, 2009.

SILVA, J. Z. Conservação e manejo de populações naturais de palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius). **Relatório de Iniciação Científica**, UFSC, 2000.

SILVA, J.Z. e REIS, M.S. Effects of Different Simulated Management Intensities on The Genetic Diversity of a Heart-of-palm Tree Natural Population (*Euterpe edulis* Martius). **Silvae Genética**, v. 59, n. 5, p. 201-210, 2010.

SILVA MATOS, D.M. e WATKINSON, A.R. The fecundity, seed, and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in Southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 30, n. 4, p. 595-603, 1998.

TONETTI, E.L. **Estrutura da população, crescimento e dinâmica do banco de plântulas e fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) num trecho da Floresta Ombrófila Densa das terras baixas do município de Paranaguá, PR.** 1997. 63f. Dissertação (Mestrado), UFPR, Curitiba.

TONETTI, E.L. e NEGRELLE, R.R.B. Dinâmica do banco de plântulas de palmito em ambiente natural. **Scientia agraria**, v. 2, n.1-2, p. 79-85, 2001.

TROIAN, L.C. **Contribuições ao manejo sustentado dos frutos de *Euterpe edulis* Martius: estrutura populacional, consumo de frutos, variáveis de hábitat e conhecimento ecológico local no sul do Brasil.** 2009. 73f. Dissertação (Mestrado), UFRGS.

VASQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A.; RINCÓN, E.; SÁNCHEZ-CORONADO, M. E.; HUANTE, P.; BARRADAS, V.; TOLEDO, J. R. Light beneath the litter in a tropical forest: effect of seed germination. **Ecology**, v. 71, p. 1952-1958, 1990.

VELOSO, H.P. e KLEIN, R.M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial atlântica do sul do Brasil. I. As associações do município de Brusque, SC. **Sellowia**, v.8, p. 81-235, 1957.

VELOSO, H.P. e KLEIN, R.M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial atlântica do sul do Brasil. II. Dinamismo e fidelidade das espécies em associações do município de Brusque, SC. **Sellowia**, v.10, p. 9-124, 1959.

VENTURI, S. e PAULILO, M. T. S. Esgotamento nas reservas da semente de *Euterpe edulis* Mart. E efeito da nutrição mineral nas plântulas. **Acta Botânica Brasilica**, v. 12, n. 3, p. 215-220, 1998.

VIVAN, J.L. Bananicultura em sistemas agroflorestais no Litoral Norte do RS. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 17-23, 2002.

YAMAZAKI, M.; IWAMOTO, S.; SEIWA, K. Distance- and density-dependent seedling mortality caused by several diseases in eight tree species co-occurring in a temperate forest. **Plant Ecology**, v.201, n.1, p.181-196, 2009.

ZIMMERMANN, C.E. A dispersão do palmitheiro por passeriformes. **Ciência Hoje**, v. 12, p. 18-19, 1991.

CAPÍTULO 1.

PRODUÇÃO DE FRUTOS E FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *Euterpe edulis*

1.1. Resumo

Levando em consideração a crescente utilização dos frutos de *Euterpe edulis* para a produção de polpa de açaí, bem como a pressão que recai sobre remanescentes florestais, também sujeitos à extração do palmito, este trabalho teve como objetivo estudar a fenologia reprodutiva da espécie em áreas de mata nativa, afim de fundamentar estratégias de conservação e manejo. A área de estudo encontra-se na Floresta Nacional de Ibirama-SC e apresenta 24 parcelas permanentes de 40x40m. As avaliações fenológicas ocorreram de maio de 2007 a dezembro de 2008 em 24 parcelas e de dezembro de 2008 a outubro de 2009 em 12 parcelas, e consistiram no acompanhamento de todos os indivíduos reprodutivos, quanto ao número e tipo de inflorescências e infrutescências. O período de floração ocorreu de outubro a fevereiro, podendo estender-se até março, com pico em dezembro. Os frutos imaturos ocorreram entre outubro de 2007 e setembro de 2008 no primeiro ano reprodutivo e entre dezembro de 2008 e agosto de 2009 para o segundo ano de estudo e, independentemente do ano, o pico de infrutescências com frutos imaturos ocorreu em março. As infrutescências com frutos maduros ocorreram de março a dezembro e de maio a outubro, dependendo do ano de estudo, evidenciando a importância de *E. edulis* como fonte de alimento. Entre abril e setembro de 2008, observou-se uma produção relativamente constante de aproximadamente 90 infrutescências/ha.mês, a maior registrada durante o período de estudo. O número médio de inflorescências produzidas por matriz foi de 2,21, destas: 1,55 chegaram a fase de flor feminina; 1,30 chegaram a fase de fruto imaturo e somente 0,98 amadureceram. Neste sentido, 55,7% das inflorescências "abortaram" até a fase de fruto maduro. Além das perdas ocasionadas pelos "abortos", ocorreram também infrutescências com reduzido número de frutos maduros (45%), possivelmente vinculados à deficiências na polinização. Considerando o crescimento médio da população, as plantas iniciam a fase reprodutiva aos 8 cm de DAP, o que ocorre após os 30 anos de idade e, mesmo assim, produzindo quase que exclusivamente inflorescências masculinas. A medida que as matrizes crescem em diâmetro, aumentam o número de inflorescências e infrutescências emitidas/planta, bem como, com o número de frutos maduros formados por infrutescência,

que em média foi de 2.175. A partir dos 18 cm de DAP, a fecundidade diminui, possivelmente em função do envelhecimento das matrizes, que neste diâmetro apresentam mais de 146 anos. Observou-se também, que matrizes com maiores diâmetros têm uma participação mais constante nos eventos reprodutivos, sobretudo em anos desfavoráveis. *E. edulis* apresenta características favoráveis ao manejo sustentado, principalmente em função da produtividade, densidade e período de oferta de frutos.

1.2. Introdução

A Floresta Tropical Atlântica é um ecossistema florestal que abriga uma das maiores diversidades biológicas do planeta, no entanto, devido às ações antrópicas, restam na forma de fragmentos florestais, apenas 12% de sua cobertura original (Ribeiro *et al.*, 2009). Dentre as espécies presentes na Mata Atlântica e portanto sujeitas à esta intensa exploração, encontra-se o palmitero (*Euterpe edulis*), conhecido popularmente como juçara (Klein *et al.*, 1986) e recentemente incluído na lista de espécies brasileiras em extinção (Brasil, 2008).

A espécie foi a principal palmeira produtora de palmito deste ecossistema, o que a tornou alvo de intensa exploração a partir da década de 60. Liderada pela indústria de conserva, a exploração da espécie caracterizou-se por cortes sucessivos de todos os indivíduos capazes de produzir palmito, a ponto de comprometer a sua viabilidade econômica; nem mesmo a criação de Legislações específicas nos Estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, foram capazes de reverter a situação (Reis *et al.*, 2000a; Fantini *et al.*, 2000).

Atualmente, além de apresentar a potencialidade de servir como matéria prima para a produção de palmito, a espécie é também demanda, pela polpa de seus frutos, um recurso utilizado localmente como substituto ao açaí (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatória*) que cresce em importância sócio econômica no Estado de Santa Catarina. Contudo, ainda que exista um esforço recente no sentido de gerar e/ou sistematizar conhecimentos para estabelecer estratégias que permitam uma exploração sustentável deste recurso (Macfadden, 2005; Troian 2009; Farias, 2009; Fraveto e Baptista, 2010; Barroso *et al.*, 2010), a exploração dos frutos em remanescentes florestais ainda têm sido realizada de forma desordenada e sem garantias de que o dinamismo das populações da espécie seja mantido.

E. edulis é considerada, ainda, uma espécie chave dentro do ecossistema florestal, pois sua frutificação exerce grande atração sobre a fauna, sendo conhecidas 30 espécies de aves e 13 de mamíferos que se alimentam dos frutos do palmitero, algumas das quais também consideradas ameaçadas de extinção (Laps, 1993; Galetti e Chivers, 1995; Galetti e Aleixo, 1998; Galetti *et al.*, 2000; Galetti *et al.*, 2001). Além de serem muito procurados pela fauna, os frutos de *E. edulis*, segundo estudos de Galetti (1996), estão entre os 10 frutos mais ricos em energia, dentre os 50 tipos de frutos pesquisados na Mata Atlântica. Como consequência desta atração e dependência, o palmitero promove ainda, o aumento do zoocorismo e do fluxo de propágulos entre relictos florestais, acelerando o processo de sucessão e mantendo o fluxo gênico entre os remanescentes florestais as florestas (Zimmermann 1991; Reis *et al.*, 1992a).

Levando em consideração o histórico de perturbação e a importância ecológica da espécie *E. edulis*, o desenvolvimento responsável de estratégias de uso sustentável dos frutos, que tornem possível a transformação de áreas até então consideradas improdutivas, em florestas produtivas, pode ser uma alternativa para estabilizar as pressões antrópicas e assegurar o estoque que ainda resta nas populações da espécie.

Nesta perspectiva, estudos fenológicos são fundamentais, pois permitem avaliar a disponibilidade de recursos ao longo do ano, prever períodos de reprodução das plantas e determinar estratégias de coleta de sementes e disponibilidade de frutos (Fournier, 1976; Morellato, 1995). Além disso, são indispensáveis nos estudos ecológicos sobre as interações das plantas com a fauna, na conservação dos recursos genéticos, e em fornecerem parâmetros com vistas à conservação e manejo (Fantini *et al.*, 1992; Reis, 1996; Reis *et al.*, 2000; Castro *et al.*, 2007, Fraveto, 2010).

Estudos fenológicos sobre o palmitero foram realizados por vários autores e, atualmente, são conhecidos os períodos de floração e frutificação, que embora variáveis quanto à região, em função da altitude, no que se refere ao início, período de duração e final, concentram-se entre setembro e novembro e entre maio a novembro respectivamente (Laps, 1996; Tonetti, 1997; Fisch *et al.*, 1997; Silva Matos e Watkinson, 1998; Galetti e Aleixo, 1998; Galetti *et al.*, 1999; Mantovani e Morellato, 2000; Genini *et al.*, 2009). Iniciando pelas terras baixas, representadas pelas florestas de restinga e de planície costeira, e posteriormente seguindo para as terras altas, florestas premontanas (Castro *et al.*, 2007). Além do gradiente altitudinal, o aumento da

latitude também tende a atrasar o florescimento, a frutificação e a maturação dos frutos do palmito (Fraveto, 2010).

O florescimento inicia-se com a emissão da bráctea peduncular (espata), que abre após quatro dias, liberando as flores masculinas, que duram em média de 5 a 7 dias em uma inflorescência; após a queda destas flores, desenvolvem-se na mesma inflorescência as flores femininas, que duram em média de 4 a 6 dias, e ocorrendo a fertilização, o amadurecimento das infrutescências leva em torno de 226 dias (Mantovani e Morellato, 2000).

A quantidade de frutos maduros produzidos por infrutescência apresenta variação quanto ao local de origem, oscilando entre 2.728 a 3.320 frutos/cacho (Mantovani e Morellato, 2000; Reis e Kageyama, 2000; Calvi e Pina-Rodrigues, 2005). A participação diferenciada entre as matrizes nos eventos reprodutivos também foi observada; Mantovani e Morellato (2000) encontraram de 19 a 24,3% das plantas produzindo inflorescências com apenas flores masculinas e Reis *et al.* (1993) observaram inclusive, que 12% das inflorescências produzidas por planta eram unicamente masculinas.

Apesar de *E. edulis* ser considerado uma das espécies mais conhecidas da Mata Atlântica, estudos fenológicos ainda têm muito a responder, pois são desconhecidas as relações entre fecundidade e tamanho das matrizes; o ciclo completo de desenvolvimento das inflorescências e infrutescências; o número médio de inflorescências e infrutescências formadas por planta, por hectare e a sua variação anual; bem como, as perdas produtivas relacionadas a reduções no número de inflorescências e infrutescências emitidos por planta e no número de frutos formados por infrutescência. Além disso, existem questões que afetam a produção de frutos que ainda são desconhecidas como por exemplo: o fato de algumas plantas somente emitirem flores masculinas e, se estas matrizes, têm alguma relação com o diâmetro ou com a idade? Em anos de menor produção de frutos, matrizes de maior diâmetro têm maior chance de formarem infrutescências? Como varia o número médio de frutos formados por infrutescência? Neste sentido, este trabalho teve como objetivo estudar padrões fenológicos que afetam e descrevem a produção de frutos na espécie, procurando responder a estas questões e contribuir para a conservação e o manejo sustentável da espécie.

1.3. Material e Métodos

A área de estudo localiza-se na Floresta Nacional de Ibirama (FLONA de Ibirama), Município de Ibirama, Estado de Santa Catarina, Brasil (coordenadas geográficas: latitude 27°02'09"S, longitude 49°27'25"W). Distanciando-se a aproximadamente 250 km de Florianópolis (SC).

A vegetação original do local era composta por Floresta Ombrófila Densa Montana (Klein *et al.*, 1986), encontrando-se atualmente em estágio secundário avançado de sucessão florestal, com características estruturais similares de áreas com cobertura florestal primária, em decorrência de explorações (corte seletivo) realizados nas décadas de 1950 e 1970. O clima da região é do tipo Cfa-mesotérmico úmido com verão quente, com temperatura média anual entre 16° e 18°C (Ide *et al.*, 1980). A precipitação anual varia entre 1600 e 1800 mm, bem distribuídos, apresentando entre 120 e 140 dias de chuva durante o ano e umidade relativa do ar entre 75 e 80% (Orselli, 1986). O solo predominante na região e na área de estudo, é o Cambissolo Álico (Moser *et al.*, 1986), com relevo ondulado a fortemente ondulado, tendo a área de amostragem uma variação entre 300 e 350 metros de altitude.

A área de pesquisa apresenta 38 ha e possui 24 parcelas permanentes de 40x40m implantadas em 1997, visando estudos sobre manejo sustentável do palmiteiro. Nestas parcelas realizou-se o acompanhamento da fenologia reprodutiva, quinzenalmente ou mensalmente, conforme a fase e a amplitude dos eventos fenológicos, iniciando em maio de 2007 e encerrando em outubro de 2009.

Em 2007 e 2008, foram avaliadas todas as plantas reprodutivas das 24 parcelas (888 matrizes); em 2009, o tamanho amostral foi reduzido para 12 parcelas (455 matrizes). Os eventos fenológicos foram observados com o uso de um binóculo e consistiram no acompanhamento individual de cada matriz (etiquetada, mapeada e medida quanto ao diâmetro a altura do peito DAP) quanto às seguintes características (Figura 1): número de inflorescências masculinas, femininas e "abortadas" (quando a inflorescência mostrava-se seca); número de infrutescências imaturas (com frutos de coloração verde), maduras (com frutos de coloração púrpura) e "abortadas" (quando a infrutescência e os frutos mostram-se secos). Tais dados permitiram obter a relação entre o número de inflorescências e infrutescências emitidas e "abortadas" nas diferentes fases fenológicas por matriz e por área, bem como a relação entre estas estruturas reprodutivas e o diâmetro das matrizes.

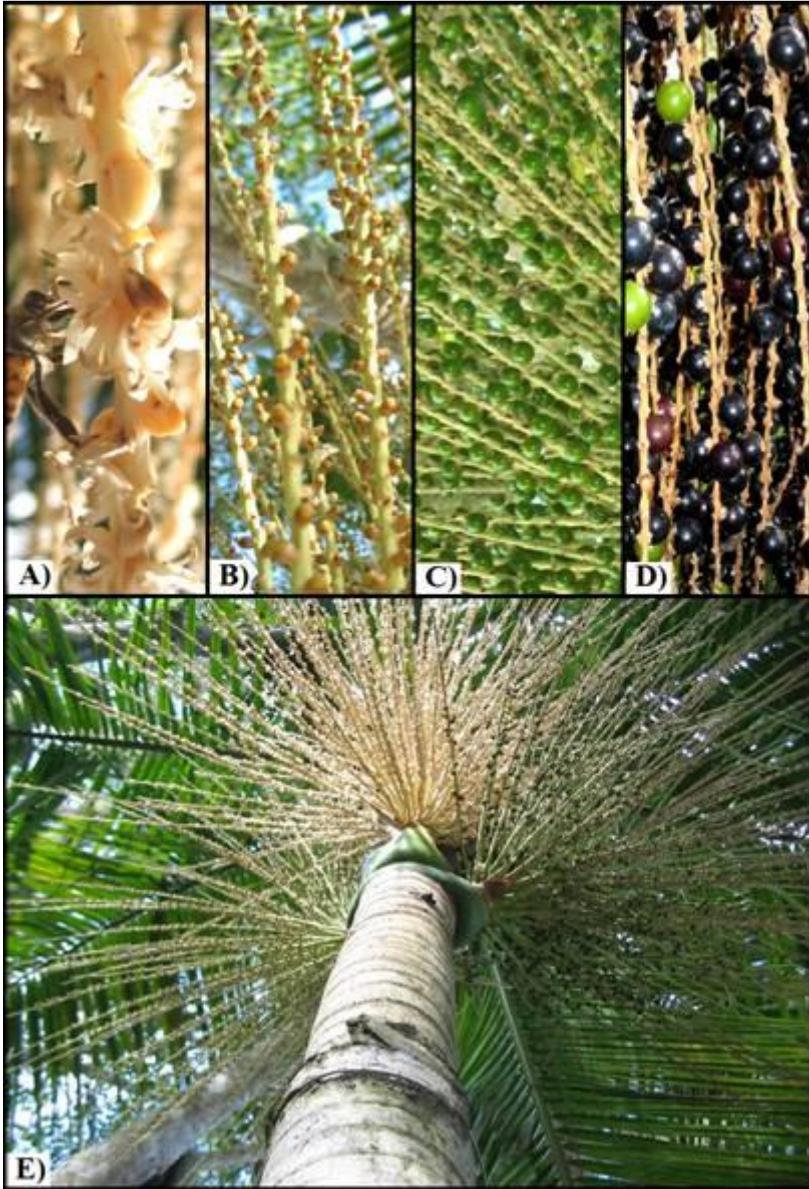


Figura 1: Fases fenológicas. A) Flores masculinas, B) Flores femininas, C) Infrutescências imaturas, D) Infrutescências maduras e E) Matriz com cachos em três fases (da esquerda para a direita): inflorescência feminina; inflorescência masculina e infrutescência imatura.

Durante as avaliações, foi possível observar a ocorrência de três ciclos reprodutivos; porém, somente dois ciclos foram completamente observados, referentes ao ano reprodutivo de 2007-2008 (que será chamado de ano reprodutivo de 2008, por ocorrer predominantemente em 2008) e o ano reprodutivo de 2008-2009 (que será chamado de ano reprodutivo de 2009, por ocorrer predominantemente em 2009).

Foram também instalados 114 coletores, um para cada infrutescência, em 67 matrizes, com a finalidade de estudar e acompanhar o desenvolvimento dos frutos quanto à identificação de fases de desenvolvimento e quantidade de frutos. Os coletores foram instalados no alto das matrizes, fixados nas estipes e posicionados abaixo de cada infrutescência (cacho), quando os frutos ainda estavam imaturos (verdes), logo após a contagem do total de frutos. Cada coletor consistiu em um aro de ferro de 3m de circunferência, ao qual foi costurado tela de sombrite em formato de funil. A esta estrutura, foi conectado ainda, um tubo de sombrite de 20cm de largura por 12m de comprimento, a fim de possibilitar a retirada dos frutos em cada avaliação (Figura 2). Dos 114 coletores, 80 foram instalados no ano reprodutivo de 2008 e 34 coletores no ano reprodutivo de 2009.

As infrutescências com frutos imaturos e maduros, observadas nas avaliações fenológicas realizadas nas 24 parcelas, foram ainda classificadas por estimativa visual quanto à quantidade de frutos, tomando como referência a contagem dos 114 cachos onde foram montados coletores.

As 67 matrizes, onde foram instalados os 114 coletores, estão localizadas próximas as parcelas mencionadas, sendo também, mapeadas, etiquetadas e mensuradas quanto ao DAP. Com as medidas de DAP obtidas nestas 67 matrizes e com o número de frutos por infrutescência, obtidos pela contagem total das 114 infrutescências onde foram instalados os coletores, mais a contagem total de 9 infrutescências que foram removidas, foram estimados coeficientes de correlação entre o número de frutos/infrutescência e o diâmetro das matrizes. A contagem do total de frutos nas 114 infrutescências também foi relacionada a fase de desenvolvimento do endosperma das sementes. Durante o desenvolvimento das infrutescências, 35 delas foram recontadas, com o objetivo de caracterizar o transporte de frutos imaturos pela fauna.



Figura 2: Modelo dos coletores de frutos instalados na área de estudo. Desenho adaptado de Henderson (2000).

As avaliações dos frutos caídos nos coletores foram realizadas em intervalos de 15 a 20 dias, durante os meses de maio a novembro de 2008 e de maio a outubro de 2009. Destes frutos, foram retiradas em cada avaliação, amostras aleatórias de até 20 frutos por cacho, visando a análise interna dos frutos. Esta avaliação consistiu em identificar a consistência do endosperma das sementes entre: líquido, gelatinoso e duro e assim estabelecer sua fase de desenvolvimento, bem como identificar danos e seus agentes causadores (ex: brocas e fungos).

Os dados de crescimento apresentados, foram obtidos nas mesmas 24 parcelas, e referem-se ao acompanhamento individual e anual de todas as plantas com diâmetro a altura do peito (DAP), durante os anos de 1997 a 2008. As medições foram realizadas com o uso de paquímetros (Sutas) e ao longo dos 12 anos de acompanhamento envolveram 20.142 dados.

Todos os dados recolhidos foram obtidos por classificação (fase fenológica e tipo de endosperma) e contagem, sendo posteriormente realizado o cálculo das médias, intervalos de confiança, transformações percentuais e ajustes por área.

1.4. Resultados e Discussões

1.4.1. Padrões Fenológicos Anuais e Produtividade

A avaliação das 24 parcelas presentes na área de estudo, revelou uma densidade média de 231 matrizes/ha, apresentando uma variação entre as parcelas de 69 a 338 matrizes/ha.

Os ciclos reprodutivos de 2008 e 2009, estenderam-se por 15 e 13 meses respectivamente, sendo sobrepostos por um intervalo de tempo de aproximadamente dois meses. A sobreposição entre os anos reprodutivos, ocorreu apenas entre a fenofase de fruto maduro do ano reprodutivo de 2008, com as fenofases de flor masculina e feminina do ano reprodutivo de 2009; contudo, em matrizes diferentes, ou seja, não foram observadas plantas em reprodução contínua.

A floração para o ano reprodutivo de 2008, iniciou em outubro de 2007 e estendeu-se até fevereiro de 2008 (Figura 3). Seu pico foi registrado em dezembro de 2007, tanto para inflorescências masculinas como para inflorescências femininas.

A floração ocorrida no ano reprodutivo de 2009, também iniciou no mês de outubro, entretanto, apresentou baixa intensidade, com apenas 0,3 inflorescências/ha, quando comparada ao ano

reprodutivo de 2008, onde no mesmo mês em 2007 observaram-se 123,4 inflorescências/ha. A frequência máxima de floração para as inflorescências masculinas ocorreu em dezembro de 2008, já o ápice da floração feminina, foi observado em janeiro de 2009, caracterizando um menor sincronismo entre as florações masculinas e femininas quando em comparação com o ano reprodutivo de 2008, onde ambas as florações ocorreram em dezembro.

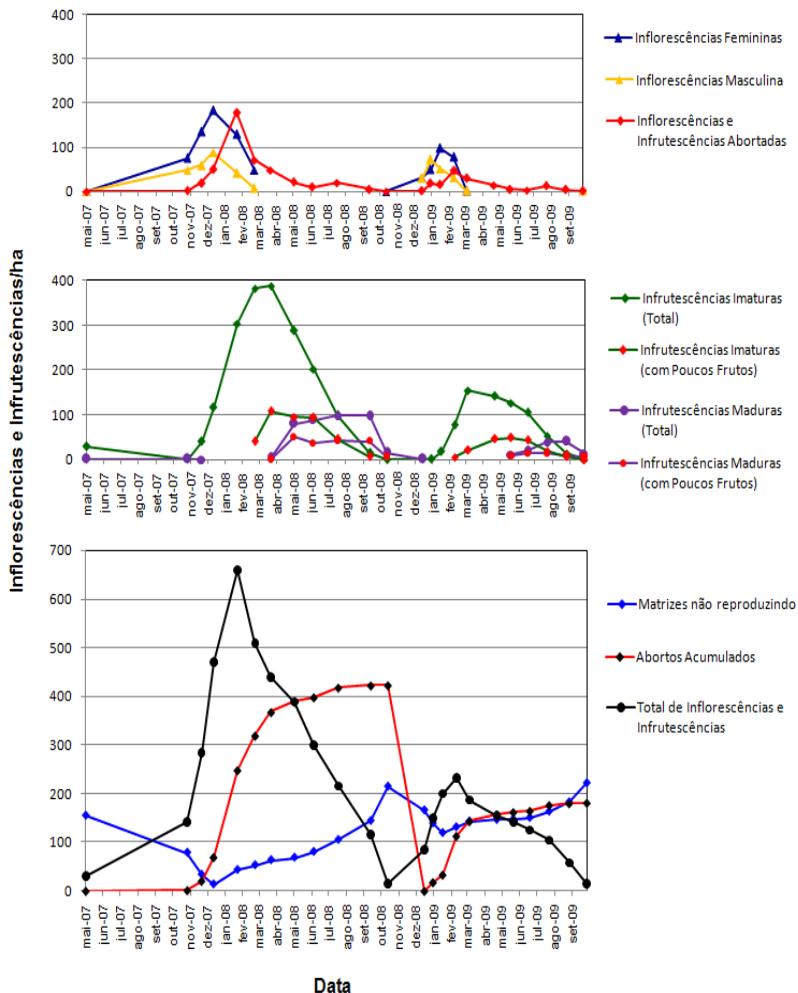


Figura 3: Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis*.

Relacionando os picos de inflorescências emitidas e número de matrizes em reprodução (Figura 3), percebe-se que em ambos os anos eles coincidiram, o que favorece maiores taxas de cruzamento.

Por iniciar com uma floração de intensidade muito menor em outubro, por estender-se até março e por apresentar picos de emissão de inflorescências masculinas e femininas, bem como, pico de matrizes em reprodução mais atrasados, a floração ocorrida no ano reprodutivo de 2009, caracterizou-se também, como mais tardia em relação ao ano reprodutivo de 2008.

As primeiras infrutescências contendo frutos imaturos, no ano reprodutivo de 2008, surgiram no final de outubro de 2007 e estenderam-se até setembro de 2008, sendo seu pico observado em março de 2008, logo após o fim da floração (Figura 3). No ano reprodutivo de 2009, as primeiras infrutescências com frutos imaturos somente foram observadas em dezembro de 2008 e as últimas no final de agosto de 2009, entretanto, apesar desta variação, o ápice de infrutescências com frutos imaturos também ocorreu em março, coincidindo novamente com o término da floração.

A incidência de inflorescências e infrutescências "abortadas" ocorreu ao longo de todo o período reprodutivo independente do ano, porém seu máximo ocorreu no final de janeiro/2008 para o ano reprodutivo de 2008 e no início de fevereiro/2009 para o ano reprodutivo de 2009, em ambos os casos coincidiu com o término do período de floração (Figura 3).

O percentual de inflorescências e infrutescências "abortadas", em relação ao total de inflorescências emitidas, foi muito próximo entre os anos reprodutivos, atingindo 55,7% em 2008 e 55,9% em 2009 (Tabela 1), apesar da grande diferença na intensidade dos eventos reprodutivos entre os anos. As fases em que os "abortos" ocorreram, também foram muito semelhantes entre os anos; em média 30,9% dos "abortos" ocorreram entre as fases de flor masculina e flor feminina, 10,4% ocorreram entre as fases de flor feminina e fruto imaturo e 14,5% entre as fases de fruto imaturo e fruto maduro (Tabela 1). Estes resultados evidenciam que a fase mais sensível no desenvolvimento das estruturas reprodutivas é a de floração, concentrando 41,3% dos "abortos", mais especificamente, entre as fases de flor masculina e flor feminina com 30,9% do total de "abortos".

Tabela 1: Percentual de inflorescências e infrutescências "abortadas" por ano reprodutivo e fase fenológica.

Percentual de inflorescências e infrutescências "abortadas" entre as fenofases de:	Ano reprodutivo				Média de "Abortos"
	2008		2009		
	%	n	%	n	
Flor masculina e Flor feminina	28,7	2916	33,1	516	30,9
Flor feminina e Fruto imaturo	12,6	2079	8,3	345	10,4
Fruto imaturo e Fruto maduro	14,4	1713	14,5	302	14,5
Total de "abortos" por ano reprodutivo	55,7		55,9		55,8

n: tamanho da amostra.

Comparando os resultados dos estudos de Reis (1995), Tonetti (1997) e Mantovani e Morellato (2000), quanto ao percentual de inflorescências que não formaram infrutescências (43,9; 44,5 e 45,7%, respectivamente), com os resultados obtidos no presente estudo (41,3%), pode-se concluir que, o fato de muitas inflorescências não formarem frutos parece ser algo comum para a espécie, mesmo na área de estudo, onde a densidade de matrizes é alta, o que tende, em função da maior proximidade entre as plantas reprodutivas e, conseqüentemente, menor distância de vôo pelos polinizadores, reduzir problemas com deficiências na polinização, fato também sugerido por Ghazoul *et al.* (1998). Possivelmente, a justificativa do grande percentual de inflorescências que não formaram infrutescências, esteja relacionada ao fato de algumas plantas emitirem apenas flores masculinas (também observado por: Reis *et al.*, 1993; Reis, 1995; Laps, 1996; Mantovani e Morellato, 2000). Pesquisando estas proporções, observou-se entre os anos reprodutivos, que em 2008, 12,9% das matrizes produziram apenas flores masculinas e que em 2009, este percentual chegou a 22,4%, o que sugere que por alguma razão, determinadas matrizes são anualmente prejudicadas (afetadas negativamente) na formação de inflorescências femininas, a relação com o tamanho e com a idade da matriz poderia ser um dos motivos.

Além das perdas ocasionadas pelas inflorescências e infrutescências "abortadas", ocorreram também infrutescências com reduzido número de frutos imaturos (50,3% do total), com menos de 1785 frutos (número médio de frutos imaturos por infrutescência na fase "Endosperma duro" que será definido no próximo item). Em função deste percentual médio de infrutescências com poucos frutos imaturos,

45,6% das infrutescências com frutos maduros apresentaram poucos frutos, e em função da fase de frutos imaturos, também apresentaram uma distribuição praticamente uniforme durante o período de oferta de frutos maduros, com aproximadamente 42% de infrutescências com poucos frutos maduros/mês, no ano reprodutivo de 2008, e 49% de infrutescências com poucos frutos maduros/mês, no ano reprodutivo de 2009. Exceção feita ao mês de maio onde este percentual atingiu 63% no ano reprodutivo de 2008, e ao mês de junho do ano reprodutivo de 2009, onde o percentual atingiu 72%, refletindo possivelmente problemas na polinização dos primeiros cachos produzidos, ou então, uma maior pressão por parte da fauna nos primeiros frutos imaturos formados (Figura 3).

Além da ocorrência de infrutescências formadas com poucos frutos imaturos, todas as infrutescências apresentaram reduções no número de frutos durante o seu desenvolvimento, e em função da metodologia utilizada na coleta dos dados, as mesmas já apresentam-se incluídas nos percentuais descritos anteriormente. As causas e as fases em que estas reduções ocorrem, bem como suas intensidades, serão discutidas no próximo item.

A oferta de frutos maduros no ano reprodutivo de 2008, iniciou em março e estendeu-se até dezembro, apresentando respectivamente uma média de 3,4 e 0,8 infrutescências/ha.mês, o que evidencia a importância dos frutos maduros de *E. edulis* como fonte de alimento, uma vez que podem estar disponíveis em 10 dos 12 meses do ano (Figura 3). O que resulta em uma oferta prolongada de alimento para a fauna e aumenta a probabilidade de dispersão das sementes por atrair animais por mais tempo. Além disso, aumenta a chance de que pelo menos uma parte das sementes produzidas encontre boas condições ambientais para a germinação, evitando problemas ocasionados por períodos de seca prolongados, bem como, problemas gerados pelo fato das sementes serem recalcitrantes (Queiroz, 2000).

O extenso período de oferta de frutos maduros, cria ainda, um intervalo potencial de até 10 meses na germinação das sementes em diferentes matrizes, em função do período de oferta de frutos maduros no conjunto de matrizes, e de até 46 dias em uma mesma infrutescência, em função do tempo de oferta de frutos maduros/infrutescência, que é o tempo médio de duração da oferta de frutos maduros. Estas variações no período de germinação das sementes acabam reduzindo a densidade das plântulas, bem como, seus efeitos destrutivos (Janzen, 1970; Silva Matos e Watkinson, 1998), principalmente pelo fato de que a velocidade de germinação das sementes na espécie é variável, formando um banco

passageiro de sementes, com duração inferior a um ano (Reis *et al.*, 1992).

Entre abril e setembro de 2008, observou-se uma produção relativamente constante de aproximadamente 90 infrutescências/ha.mês (Figura 3), diferindo do usualmente observado (Reis, 1995; Laps, 1996; Castro *et al.*, 2007; Genini *et al.*, 2009), onde geralmente a frutificação apresenta uma distribuição próxima a normal. Possivelmente a produção constante observada ao longo de seis meses, decorra de uma condição anual muito favorável à reprodução, onde somente 10 das 888 matrizes estudadas não emitiu inflorescências. O maior número de infrutescências maduras/mês, ocorreu em julho de 2008, com 97,9 infrutescências/ha (Figura 3).

No ano reprodutivo de 2009, a oferta de frutos maduros iniciou em maio e estendeu-se até outubro compreendendo um período de 6 meses, revelando que anos de intensa frutificação, como a observada para o ano reprodutivo de 2008 que ocorreu durante 10 meses, não são uma constante. Observando a Figura 3, quanto ao número de infrutescências imaturas e maduras emitidas em maio de 2007, referentes ao ano reprodutivo de 2007 (ano que não foi completamente amostrado), percebe-se inclusive, que a produção de frutos pode ser ainda menor. Dados que sugerem a ocorrência de alternância entre anos de baixa e alta produção de frutos, e alertam para a sua consideração em sistemas de manejo sustentado.

Reis *et al.* (1993), Reis (1995), Mantovani (1998), Galetti *et al.* (1999) e Genini *et al.* (2009), observaram variações no período de oferta de frutos maduros, com duração entre cinco e seis meses entre anos. Bencke e Morellato (2002), estudando florestas de encosta e de restinga observaram períodos de frutificação entre três e quatro meses. Castro *et al.* (2007) em estudo semelhante, sobre a frutificação das tipologias florestais: floresta de restinga, floresta de planície costeira e floresta premontana, observaram períodos de oferta de frutos maduros entre três e seis meses, com diferenças significativas na biomassa de frutos e sementes produzidas entre as tipologias florestais, mas não observaram diferenças dentro do mesmo tipo florestal ao longo dos anos. Já Reis (1995), Mantovani (1998) e Galetti *et al.* (1999) observaram diferenças significativas na quantidade de frutos produzidos anualmente.

Diferenças na produção de frutos entre anos tem sido relatadas para diversas espécies tropicais (Piña-Rodrigues *et al.*, 1990) e podem ser relacionadas a disponibilidade de pólen, polinizadores, condições ambientais ou ao desgaste energético das plantas. Mantovani (1998), inclusive observou que a seqüência de emissão das inflorescências em

E. edulis, interfere diretamente no sucesso da formação das infrutescências, onde as primeiras a serem emitidas apresentam maior probabilidade de formação de frutos.

1.4.2. Ciclo Fenológico das Inflorescências e Infrutescências e relações produtivas

Através do acompanhamento do ciclo reprodutivo das 888 matrizes presentes nas 24 parcelas avaliadas, foi possível a identificação de fases fenológicas, bem como do tempo médio decorrido em cada etapa (Figura 4 e Tabela 2).

O ciclo reprodutivo completo, iniciado pela exposição da espata e finalizado com o término dos frutos maduros, levou aproximadamente 271 dias (Tabela 2), resultado muito próximo ao obtido por Mantovani e Morellato (2000), que observaram 226 dias, sobretudo pelo fato que o tempo medido por estes autores, compreende apenas o período entre a fecundação e o amadurecimento dos frutos. Neste sentido, reduzindo o tempo total despendido para a conclusão do ciclo no presente estudo (271 dias), do tempo de oferta de frutos maduros (46,6 dias) e do tempo anterior ao momento da fecundação (8,7 + 11,8 dias) (Tabela 2), tem-se aproximadamente 204,1 dias, o que aproxima mais ainda os valores.

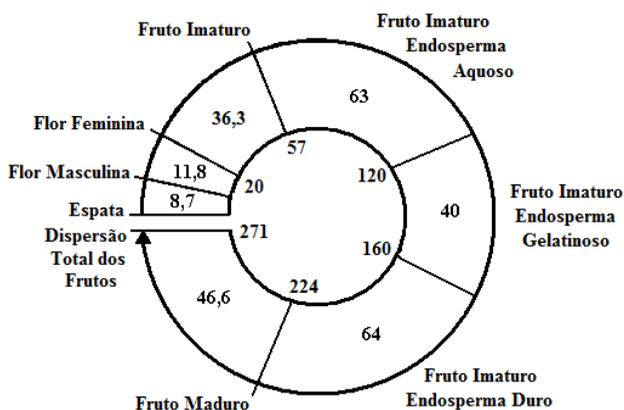


Figura 4: Representação esquemática em escala de tempo em dias, do desenvolvimento de um cacho de *E. edulis*, envolvendo as fases de inflorescência e de infrutescência, bem como, do tempo médio de permanência dos frutos maduros em um cacho.

Tabela 2: Tempo médio em dias e tamanho da amostra de cada fase de desenvolvimento dos frutos de *E. edulis*, obtidos a partir da instalação dos 114 coletores e do acompanhamento fenológico de 888 matrizes e suas respectivas estruturas reprodutivas.

Intervalo de Desenvolvimento	Tempo/Dias	n
Sp-F: Tempo da fase espata ¹ a dispersão total dos frutos ²	271,2(± 6,1) ^A	157
FM-F: Tempo da fase de flor masculina a dispersão total dos frutos	262,5(± 3,5)	434
FF-F: Tempo da fase de flor feminina a dispersão total dos frutos	250,8(± 2,4)	673
Sp-FM: Tempo da fase de espata à fase de flor masculina	8,7*	157
FM-FF: Tempo da fase de flor masculina até a fase de flor feminina	11,8**	434
FF-Frv: Tempo da fase de flor feminina até a fase de fruto imaturo	36,3****	
Frv-F: Tempo da fase de fruto imaturo a dispersão total dos frutos	214,5(± 1,9)	1293
Frv-FrM: Tempo da fase de fruto imaturo à fase de fruto maduro	167,0(± 1,8)	1293
FrM-F: Tempo da fase de fruto maduro a dispersão total dos frutos	46,6(± 1,1)	1293
IA-IG: Tempo da fase endosperma aquoso à fase endosperma gelatinoso	63,0***	12
IG-QD: Tempo da fase endosperma gelatinoso à fase endosperma duro	39,9(± 3,7)	12
QD-FrM: Tempo da fase endosperma duro à fase de fruto maduro	63,9(± 5,5)	30

* Obtido pela diferença entre (Sp-F) – (FM-F); ** Obtido pela diferença entre (FM-F) – (FF-F); ***Obtido pela diferença entre (Frv-FrM) – ((IG-QD) + (QD-FrM)); ****Obtido pela diferença entre (FF-F) - (Frv-F). ¹: Fase onde a inflorescência encontra-se protegida; ²:Término dos frutos em uma infrutescência, ocasionada pela remoção dos frutos pela fauna e queda natural; n: tamanho da amostra (número de estruturas reprodutivas avaliadas); ^A:Intervalo de confiança a 5% de probabilidade.

Com a avaliação dos frutos caídos nos coletores montados abaixo das infrutescências, foi possível identificar três fases bem distintas quanto ao desenvolvimento dos frutos, considerando a consistência do endosperma. Seguindo a ordem de desenvolvimento dos frutos, estas fases foram denominadas de: “Endosperma Aquoso”, “Endosperma Gelatinoso” e “Endosperma Duro”(Figura 4).

A fase “Endosperma Aquoso”, caracteriza-se por apresentar frutos de tamanho muito pequeno em torno de 5mm e endosperma de consistência líquida. Nesta etapa ocorre principalmente a queda de frutos imaturos, geralmente intactos ou fungados. Ocorre também, pequena predação, menor que 1%, causada por algum animal não identificado, que consegue perfurar os frutos sem arrancá-los e produzir uma abertura de aproximadamente 2mm de diâmetro. O ataque de brocas também foi observado, no entanto mostrou-se reduzido e somente ocorreu em frutos com sinais de transição para a próxima fase. O tempo médio de duração deste estágio é de 63 dias (Tabela 2 e Figuras 4 e 5a).

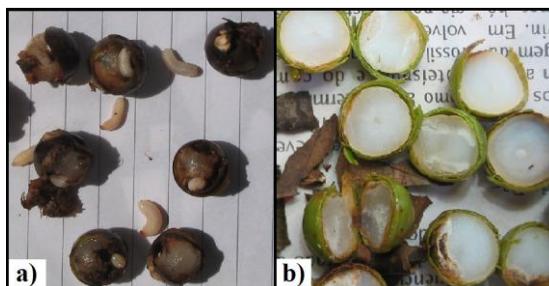


Figura 5: Frutos imaturos nas fases: a) endosperma gelatinoso (com ataque de brocas) e b) endosperma duro (na parte inferior direita da foto, frutos com endosperma atacado por fungos).

Na etapa “Endosperma Gelatinoso” o tamanho dos frutos é intermediário (aproximadamente 8mm) e o endosperma é gelatinoso. Caracteriza-se também, por apresentar a queda de frutos imaturos intactos, porém é neste momento onde prevalecem os ataques de brocas, sendo o dano causado pelas brocas um possível facilitador à entrada de fungos. O período dura em média 40 dias (Tabela 2 e Figuras 4 e 5b).

Na fase “Endosperma Duro”, os frutos já apresentam tamanho de frutos maduros (aproximadamente 12mm) e endosperma duro,

porém ainda estão imaturos (embrião em desenvolvimento) e ainda apresentam coloração verde. Não são mais encontradas evidências externas e internas de brocas, mas ainda observa-se a queda de frutos com o endosperma contaminado por fungos. A duração média desta fase é de 64 dias (Tabela 2 e Figuras 4 e 5c). É neste momento que se inicia o despulpamento (1%) e o transporte por animais (10%), porém, estes eventos ainda são pouco expressivos, o que sugere a preferência da fauna por frutos maduros. Os frutos neste estágio já estão bem desenvolvidos; porém, o baixo percentual de germinação destes (apenas 2 plântulas germinadas em teste com 720 sementes - provenientes de 5 matrizes) sugere que o embrião ainda encontra-se em formação. Lin (1988) realizou testes de germinação avaliando o tamanho e a maturidade dos frutos, observando que maiores percentuais de germinação e vigor são obtidos em frutos maiores e com maior grau de maturação. Aspecto também estudado por Mantovani (1998), que observou que frutos imaturos apresentam em média 31% de germinação, variando de 0% a 63%, possivelmente dependente do estágio de desenvolvimento do embrião. O que é coerente com os baixos percentuais de germinação obtidos no presente estudo, pois o teste de germinação ocorreu poucos dias após a transição da fase intermediário gel, momento em que os frutos apresentariam a menor taxa de germinação na fase endosperma duro. Além disso, devido ao pouco interesse da fauna por este tipo de fruto, os mesmos concentram-se ao redor da planta matriz, o que compromete o seu desenvolvimento em função da maior densidade de plântulas naturalmente encontrada ao redor das plantas reprodutivas, como discutem Silva Matos e Watkinson (1998) e Reis e Kageyama (2000) em trabalhos com a espécie, corroborando com que foi proposto por Janzen (1970).

No que refere-se às perdas ocorridas durante o amadurecimento das infrutescências, foi observado uma redução média de 52% na quantidade de frutos (Tabela 3), partindo de 3.737 frutos em média por infrutescência na fase endosperma aquoso, para 1.785 frutos por infrutescência na fase endosperma duro. Desta redução, 41% ocorreu entre as fases “Endosperma Aquoso” e “Endosperma Gelatinoso”, e 11%, entre as fases “Endosperma Gelatinoso” e “Endosperma Duro” (Tabela 3). As causas possíveis desta redução, foram caracterizadas pela análise interna dos frutos caídos nos coletores, onde foi possível observar as seguintes causas: 4,9% ao ataque de brocas; 5% à ocorrência de frutos secos e rachados; 31,7% ao ataque de fungos; 0,1% ao despulpamento; 1% à predação e a 9,9% à queda de frutos imaturos e intactos.

Tabela 3: Média de frutos por fase de desenvolvimento e percentual de redução na quantidade de frutos, obtidos a partir de 80 infrutescências onde foram montados os coletores em 2008 e de mais nove infrutescências que foram removidas.

Fase de Desenvolvimento	Média de Frutos/ infrutescência	Percentagem de Redução	n
Endosperma Aquoso	3737 (\pm 697)*	-	18
Endosperma Gelatinoso	2195 (\pm 368)	41	27
Endosperma Duro	1785 (\pm 220)	11	44
Total		52	89

* Intervalo de confiança; n: tamanho da amostra

Em relação a outros estudos que mensuraram a quantidade de frutos de palmitero em áreas de mata nativa, a comparação dos resultados fica prejudicada em função desta redução na quantidade de frutos de 52%, pois todos os demais trabalhos (Reis, 1995; Laps, 1996; Silva Matos e Wattkinson, 1998; Mantovani e Morellato, 2000; Calvi e Piña-Rodrigues, 2005) concentraram-se em apenas uma fase, amostrando infrutescências maduras ou em fase de transição, o que não permite avaliar esta redução. Mesmo a comparação do total de frutos produzidos por infrutescência deve ser avaliada com cautela, pois a metodologia utilizada entre os estudos foi muito variável: alguns basearam-se no peso, como o estudo de Reis (1995), que tomou por base o número de frutos contidos em um quilograma e posterior extrapolação para o peso da infrutescência; outros na contagem de frutos ou cicatrizes deixadas em 10 ráquias e posterior multiplicação pelo total de ráquias em uma infrutescência (Silva Matos e Wattkinson, 1998 e Laps, 1996; respectivamente), e outros como no presente estudo, realizam a contagem total de frutos por infrutescência (Mantovani e Morellato, 2000; Calvi e Piña-Rodrigues, 2005).

No entanto, comparando-se os resultados obtidos pelos demais autores para o número de frutos maduros/infrutescência [3.315 (n:10) - Reis, (1995); 3.330 (\pm 805, n:8) - Laps, (1996); 873 (\pm 227) - Silva Matos e Wattkinson, (1998), 2.728 (\pm 1.311, n:63) - Mantovani e Morellato, (2000), 3.365 - Calvi e Piña-Rodrigues, (2005)] com os resultados obtidos neste estudo[2.175 (\pm 248, n:72)], observa-se uma expressiva variação, possivelmente reflexo da metodologia utilizada na contagem dos frutos e do tamanho amostral de alguns estudos. Na maioria dos trabalhos o tamanho amostral foi pequeno, geralmente com amostras

menores que 10 infrutescências. As discussões dos próprios autores e as variações apresentadas nos valores dos desvios padrões obtidos para o número de frutos por ráquila, bem como no número de ráquulas por infrutescência, e no tamanho dos frutos, indicam que a melhor metodologia de amostragem ainda consiste na contagem de toda a infrutescência. Variações geradas pelas condições locais de cada área de estudo sobre o número de frutos/infrutescência possivelmente existem, porém considerando a metodologia de amostragem dos trabalhos avaliados, qualquer comparação torna-se por demais imprecisa.

1.4.3. Relações Diamétricas

O diâmetro a altura do peito (DAP) médio para o número de matrizes estudado (888, equivalente a 231 matrizes/ha) em 2008, foi de 14,3 cm.

Do total de matrizes no ano reprodutivo de 2008, 12,7% (29/ha) emitiram inflorescências com somente flores masculinas; 8,7% (20/ha) emitiram também flores femininas, mas não formaram frutos; 78,6% (180/ha) formaram frutos imaturos e 69,5% (159/ha) das matrizes formaram frutos maduros. Estas quatro categorias apresentaram respectivamente DAPs médios de: 13,3cm; 13,9cm; 14,5cm e 14,5cm, o que sugere que a produção de frutos possa estar vinculada ao tamanho e, possivelmente a idade da matriz.

A participação de plantas nos eventos reprodutivos de *E. edulis*, apenas com flores masculinas, parece ser algo comum na espécie, sendo também observado por Mantovani e Morellato (2000), onde o percentual de plantas com este tipo de participação variou entre 19 e 24,3%, para os anos de 1996 e 1997 respectivamente. Reis *et al.* (1993), Reis (1995) e Laps (1996) também observaram este comportamento em seus estudos, porém, como nos estudos de Mantovani e Morellato (2000), não os relacionaram ao diâmetro das matrizes.

Analisando o ingresso de novas matrizes a partir de avaliações realizadas na área de estudo em 2004, a fim de checar o comportamento de plantas que estariam iniciando sua fase reprodutiva, obteve-se 168 novas matrizes até 2008 (44/ha), com um DAP médio de 13,1cm. Deste grupo, apenas 47 (28%) produziram frutos maduros e apresentaram um DAP médio de 13,4cm, o que sugere, que plantas menores em diâmetro apresentam menor potencial, ou ainda não apresentam maturidade reprodutiva. A disponibilidade à luz poderia ser uma questão

importante, pois o diâmetro está relacionado à altura, $r^2=0,78$ (Kirchner *et al.*, 1987). Outro fator, poderia ser o próprio amadurecimento reprodutivo, ligado à idade das plantas e ao acúmulo de reservas.

Observando os dados fenológicos obtidos para os anos reprodutivos de 2008 e 2009, classificados em função do diâmetro de cada matriz correspondente (Tabela 4), pode-se perceber que existe alta correlação entre as diferentes fases fenológicas e o DAP das matrizes, pois tanto o número de inflorescências masculinas como femininas, como o número de infrutescências imaturas e maduras, aumentam com o diâmetro. Fato não observado por Silva Matos e Wattkinson (1998), que compararam o número de estruturas reprodutivas emitidas com o diâmetro ao nível do solo (DBH), possivelmente em função do tamanho amostral utilizado no estudo que foi de apenas 45 plantas. Comparando-se os anos reprodutivos de 2008 e 2009 quanto a correlação entre diâmetro e estruturas reprodutivas emitidas (Tabela 4), percebe-se que a variação nos diâmetros é discreta, o que exige e justifica grandes tamanhos amostrais para esta característica, sobretudo se a amostragem for realizada em anos desfavoráveis à frutificação, onde muitas matrizes "abortarão" suas estruturas reprodutivas e conseqüentemente reduzirão o tamanho amostral dentro das classes diamétricas.

O número de inflorescências e infrutescências "abortadas" também aumentou com o diâmetro (Tabela 4), porém este resultado deve ser interpretado com cautela, pois não considera a proporção do número de estruturas reprodutivas emitidas com o número de estruturas reprodutivas "abortadas" por classe de diâmetro (assunto abordado no próximo tópico), simplesmente informa, por exemplo: que para ocorrerem 5 "abortos" em uma matriz no ano reprodutivo de 2008, esta matriz deve apresentar um diâmetro próximo a 15,6 cm de DAP.

O ano reprodutivo de 2009 apresentou uma intensidade de estruturas reprodutivas muito menor quando comparado ao ocorrido em 2008 (Figura 3). Para tentar esclarecer esta questão, duas hipóteses foram levantadas: H1: a menor produtividade de 2009 estaria relacionada a fortes chuvas que ocorreram entre novembro e dezembro de 2008, período no qual teve início a floração; e H2: a menor produtividade registrada em 2009 foi apenas o produto de alternância reprodutiva, em função da grande produção registrada em 2008, onde somente 10 das 888 matrizes observadas não emitiram estruturas repro-

Tabela 4: Diâmetro médio de matrizes, número de inflorescências/infrutescências emitidas por matriz e coeficientes de correlação entre diâmetro médio da matriz e número de inflorescências ou infrutescências emitidas nas diferentes classes, por classe fenológica das matrizes.

2008	Número de inflorescências ou Infrutescências/matriz							r ²
	DAP médio da Matriz com:	0	1	2	3	4	5	
Inflorescências Masculinas	14,7	13,3	13,5	14,0	14,5	15,3	16,3	0,72
n	10	77	153	244	243	137	24	
Inflorescências Femininas	13,4	13,8	14,1	14,4	15,0	15,3	17,0	0,94
n	123	130	207	227	156	40	5	
Infrutescências c/ Frutos Imaturos	13,6	13,9	14,3	14,6	15,0	15,8		0,98
n	198	147	221	191	104	27		
Infrutescências c/ Frutos Maduros	13,8	14,1	14,4	14,8	15,4	17,0		0,93
n	278	180	234	144	48	4		
Inflorescências. e infrut. "abortadas"	14,1	14,1	14,3	14,3	14,8	15,6		0,88
n	96	287	280	142	64	19		
2009	Número de inflorescências ou Infrutescências/matriz							r ²
DAP médio da Matriz com:	0	1	2	3	4	5	6	
Inflorescências Masculinas	14,3	15,0	15,2	15,7	15,6	16,3*		0,94
n	192	91	107	51	12	2		
Inflorescências Femininas	14,4	15,2	15,4	16,2	15,9			0,92
n	251	96	81	21	6			
Infrutescências c/ Frutos Imaturos	14,6	15,0	15,4	16,2	16,1			0,95
n	273	91	67	19	5			
Infrutescências c/ Frutos Maduros	14,6	15,1	15,6	15,8	16,5*			0,99
n	300	93	53	8	1			
Inflorescências. e infrut. "abortadas"	14,6	15,2	15,1	16,1	15,3*			0,93
n	268	107	63	15	2			

*Valores excluídos da estimativa de correlação em função do pequeno número amostral.

-dutivas. Analisando a ocorrência de inflorescências e infrutescências "abortadas" nos anos reprodutivos em questão, observou-se uma proporção muito próxima: 55,7 e 55,9% de estruturas reprodutivas "abortadas" (Tabela 1), o que sugere que o impacto das chuvas ocorridas

no período, não tenha sido suficiente para alterar o percentual de formação de infrutescências.

Observando as relações diamétricas com a produção de inflorescências e infrutescências apresentadas pela Tabela 4, entre os anos reprodutivos de 2008 e 2009, fica evidente que maiores diâmetros foram requeridos para se manter uma mesma produtividade. Como por exemplo: no evento reprodutivo de 2008, uma matriz para produzir duas infrutescências com frutos maduros necessitava ter um diâmetro próximo a 14,4 cm, já em 2009, em função de condições menos favoráveis, podendo estas, serem geradas por desgaste reprodutivo ou ainda pela incidência de outros fatores ambientais, a produção de duas infrutescência maduras/matriz somente ocorreu em matrizes com diâmetros próximos a 15,6 cm. Neste sentido surge uma importante confirmação: matrizes de maiores diâmetros e, portanto, mais velhas (ver taxas de incremento, e tempo acumulado, Tabela 5) tendem a resistir melhor à incidência de condições desfavoráveis à reprodução, fato a ser considerado na realização de planos de manejo, tanto no que se refere ao manejo dos frutos em si, com o objetivo de geração de renda, como na própria conservação dos recursos florestais.

Analisando somente os dados fenológicos das matrizes que frutificaram tanto no ano reprodutivo de 2008 como no ano reprodutivo de 2009 (Figura 6) e procurando responder: qual o efeito do tamanho de uma matriz na emissão de estruturas reprodutivas ao longo de anos menos favoráveis a reprodução? Observou-se que o efeito das adversidades, sejam elas ocasionadas por condições ambientais desfavoráveis e/ou por alternância reprodutiva, agem sobre todo o grupo de matrizes em reprodução, reduzindo a emissão de estruturas reprodutivas em todas as classes diamétricas, como pode ser visto no número de infrutescências formadas em 2009, entretanto, analisando-se o percentual de infrutescências formadas em 2009, em relação as formadas em 2008, pelo mesmo grupo de matrizes, fica claro que plantas com maiores diâmetros foram menos afetadas e formaram mais estruturas reprodutivas (Figura 6).

Tabela 5: Incremento médio anual, tempo médio de crescimento para mudança de classe de DAP e tempo de crescimento acumulado de plantas de palmiteiro acompanhadas anualmente de 1997 a 2008.

n	Incremento Médio Anual	DAP Inicial (cm)	DAP Final (cm)	Tempo para mudança de classe de DAP (anos)	Tempo de crescimento Acumulado (anos)
16	0,041	2	3	24,6	*
1344	0,101	3	4	9,9	9,9
2889	0,166	4	5	6,0	16,0
2078	0,268	5	6	3,7	19,7
1590	0,324	6	7	3,1	22,8
1311	0,366	7	8	2,7	25,5
1111	0,381	8	9	2,6	28,2
1058	0,367	9	10	2,7	30,9
1152	0,310	10	11	3,2	34,1
1336	0,234	11	12	4,3	38,4
1469	0,151	12	13	6,6	45,0
1240	0,122	13	14	8,2	53,2
1233	0,080	14	15	12,6	65,8
974	0,061	15	16	16,3	82,0
645	0,061	16	17	16,4	98,4
383	0,042	17	18	23,8	122,3
203	0,042	18	19	23,7	145,9
80	0,042	19	20	23,9	169,8
16	0,019	20	21	53,3	*
14	0,030	21	22	32,9	*

* Valores desprezados em função do pequeno tamanho amostral;
n: tamanho da amostra, total: 20.142.

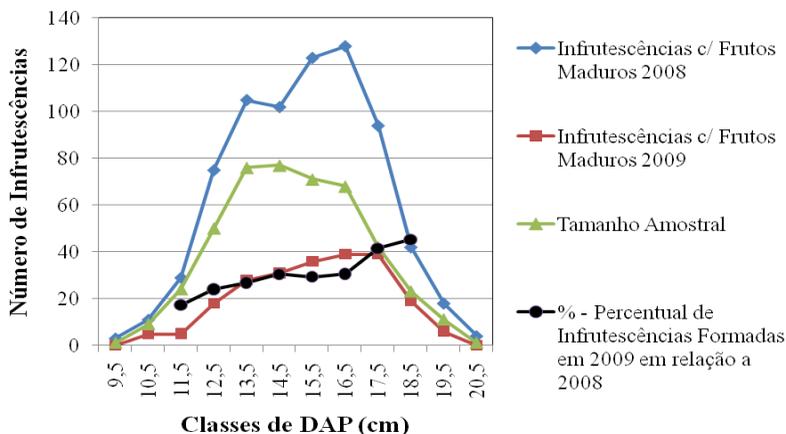


Figura 6: Número de infrutescências formadas nos anos reprodutivos de 2008 e 2009, por grupos de matrizes classificadas quanto ao diâmetro em DAP, e percentual de infrutescências formadas em 2009 em relação às infrutescências de 2008, considerando apenas as 453 matrizes, que foram acompanhadas nos dois anos reprodutivos e as classes diamétricas com $n > 23$.

Outro destaque importante, voltado a mesma linha de raciocínio, é o fato de as inflorescências masculinas requerem matrizes de menor DAP, seguidas das inflorescências femininas, infrutescências com frutos imaturos e infrutescências com frutos maduros, seguindo um padrão de maior aporte energético, vinculado à estrutura da matriz (Tabela 4, melhor evidenciado em 2008 em função do maior tamanho amostral). Neste sentido, é coerente o fato de que o início das atividades reprodutivas em uma matriz estejam voltadas principalmente ao fornecimento de pólen, pois a formação de frutos requer um maior desenvolvimento das matrizes. Com isso, os percentuais de plantas observadas nas diferentes populações, produzindo apenas flores masculinas, podem ser um indicativo das taxas de crescimento da população (populações mais jovens tenderiam a apresentar maiores percentuais), ou ainda reflexo de condições restritivas a reprodução que foram enfrentadas.

O número de frutos por infrutescência, também apresentou-se relacionado às classes diamétricas (Tabela 6). A correlação foi positiva e indicou o aumento do número de frutos por infrutescência com o

aumento do diâmetro das matrizes, seguindo a mesma lógica de maior suporte energético por parte de matrizes maiores e, supostamente, mais velhas (pela relação DAP e idade). Neste sentido, é importante destacar, que os dados obtidos apontam as matrizes mais velhas, como maiores produtoras de infrutescências (Tabela 4) e de frutos por infrutescência (Tabela 6).

Entre os dados obtidos e apresentados na Tabela 6, a correlação com o diâmetro foi maior com os frutos na fase de endosperma aquoso, do que a observada com a fase de endosperma duro, possivelmente em função de outras variações ocorridas com o número de frutos por infrutescência, na medida em que estes se desenvolvem, como por exemplo: o consumo e a predação.

Tabela 6: Relação entre as classes de diâmetro das matrizes e o número médio de frutos por infrutescência, para as fases de desenvolvimento dos frutos: Endosperma Aquoso (EA) e Endosperma Duro (ED), utilizando dados obtidos nos eventos reprodutivos de 2008 e 2009.

Classe de DAP	Número de Frutos/Infrutescência		n	
	EA	ED	EA	ED
11-12	1686	1488	2	2
12-13	1686	1887	20	28
13-14	2085	1995	19	26
14-15	2073	1904	23	30
15-16	2111	2044	13	15
>16	2391	2292	4	5
r^2	0,94	0,89		

n: tamanho da amostra.

Buscando um limite para a correlação positiva existente entre o aumento do diâmetro das matrizes e a emissão de estruturas reprodutivas, observou-se a existência de possíveis efeitos de senilidade, visualizados na Figura 7 pelo percentual médio de "abortos" em função das classes diamétricas. A partir do DAP de 18 cm, a proporção de "abortos" tende a aumentar, reduzindo conseqüentemente a proporção de infrutescências formadas por matriz. Relacionando estes resultados com os dados apresentados na Tabela 5 e tentando estabelecer a idade média para esta redução na fertilidade, estima-se que a mesma ocorra

após os 146 anos, principalmente porque estas estimativas têm início quando as plantas apresentam diâmetros próximos a 3 cm de DAP, fase em que já superaram o estágio de plântula.

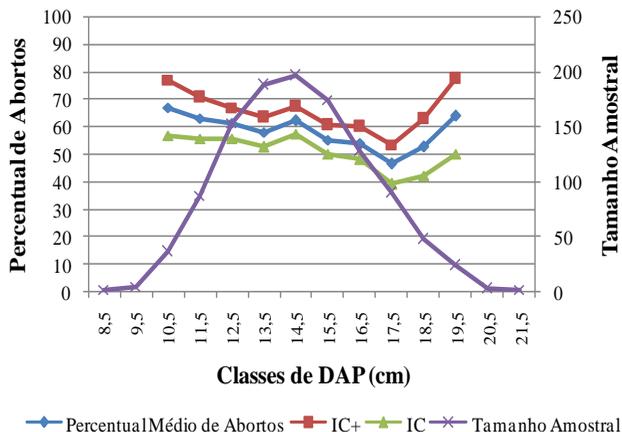


Figura 7: Percentual médio de estruturas reprodutivas "abortadas" em relação ao número de estruturas emitidas, classificadas quanto ao diâmetro das matrizes. Obs: o tamanho amostral envolve 1.141 dados obtidos do conjunto total de matrizes que entrou em reprodução nos anos de estudo e desconsidera classes com $n < 24$.

Observando novamente a Tabela 5, pode-se estabelecer uma idade mínima para que uma planta presente dentro de uma floresta em estágio secundário avançado entre em reprodução. O que ocorrerá após os 28 anos de idade, levando em consideração que as plantas na população estudada, iniciam a fase reprodutiva com DAP mínimo de 8 cm, e que a estimativa de idade não considera o tempo de crescimento requerido no estágio de plântula. Este resultado alerta para a definição de intervalos de corte em sistemas de manejo sustentado, não só para o palmeiro, mas para outras espécies, pois mesmo em se tratando de uma palmeira, que é considerada "empiricamente" de crescimento rápido, quando se observa o crescimento médio de uma população dentro da floresta, livre de intervenções antrópicas que favoreçam seu crescimento, percebe-se que este é muito mais lento, ao comparado a observações pontuais, muitas vezes realizadas em plantas crescendo em ambientes abertos ou alterados. Principalmente pela consistência dos

dados, que envolvem uma amostragem de 20.142 dados, coletados anualmente nas 24 parcelas de estudo ao longo de 13 anos de acompanhamento.

1.4.4. Número médio de Inflorescências e Infrutescências formadas por Matriz e Variação Anual

O número de inflorescências e infrutescências emitidas e formadas por matriz variou muito entre os anos, principalmente pelo fato de que no ano reprodutivo de 2009, 42,6% das matrizes não entraram em reprodução (Tabela 7).

O número médio de inflorescências emitidas/matriz, considerando todas as plantas reprodutivas, independentemente se estas emitiram ou não inflorescências, foi de 2,21 - variando de: 3,28 inflorescências/matriz em 2008 a 1,13 inflorescências/matriz em 2009, o que corresponde a 34,5% - aproximadamente 1/3 do total registrado em 2008. Resultados um pouco superiores aos encontrados por Reis (1995) e Mantovani (1998), que observaram respectivamente variações de: 1,6 a 1,9 inflorescências/matriz e 1,3 a 2,3 inflorescências/matriz; principalmente tomando-se em conta o fato de que estes autores somente consideraram nas médias as matrizes em reprodução (que emitiram estruturas reprodutivas).

O número médio de infrutescências com frutos maduros formadas por matriz foi de 0,98 - variando de: 1,45 em 2008 a 0,5 em 2009, mantendo também a proporção de 1/3 do número de infrutescências maduras formadas por matriz em 2008. Mantovani (1998), observou em média 0,99 infrutescências/matriz, variando de 0,63 a 1,3 infrutescências/matriz, Reis (1995) obteve em média 1,4 infrutescência/matriz, variando de 1,2 a 1,66 infrutescências/matriz, e Silva Matos e Wattkinson (1998) observaram variações entre 1,8 e 1,1 infrutescências/matriz, entretanto, os autores citados, somente consideraram nas médias, plantas em reprodução e não diferiram as infrutescências entre imaturas ou maduras. Comparando os resultados obtidos no presente estudo, porém, considerando nas médias apenas as matrizes em reprodução, bem como o número de infrutescências imaturas formadas por matriz, o número médio de infrutescências/matriz foi de 1,55, variando entre: 1,95 e 1,15 infrutescências/matriz, o que indica valores ligeiramente superiores aos observados nos estudos de Reis (1995) e Mantovani (1998) e muito próximos aos obtidos por Silva Matos e Wattkinson (1998).

Tabela 7: Classes fenológicas, DAP médio e percentual de matrizes por classe, em função do número de infrutescências com frutos maduros formados por matriz.

2008	Mnr	Número de infrutescências com frutos maduros/Matriz						Msr	Mtm	r ²
		0*	1	2	3	4	5			
Inflorescências										
Masculinas	0	2,5	3,1	3,5	4,3	4,8	5,5	3,32	3,28	1,0 ^a
Inflorescências										
Femininas	0	1,0	2,1	2,8	3,7	4,3	5,3	2,37	2,34	1,0 ^a
Infrutescências c/										
Frutos Imaturos	0	0,4	1,7	2,5	3,4	4,2	5,0	1,95	1,93	1,0 ^a
Infrutescências c/										
Frutos Maduros	0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	1,47	1,45	1,0 ^a
Inflorescências. e										-0,99 ^a e -
infrut. abortadas	0	2,5	2,1	1,5	1,3	0,8	0,5	1,85	1,83	0,91 ^b
DAP Médio	14,7	13,8	14,1	14,4	14,8	15,4	17,0	14,3	14,3	0,94 ^a
Percentual de										
Matrizes/classe	1,13	30,2	20,3	26,4	16,2	5,41	0,45			
n=888	10	268	180	234	144	48	4			
2009	Mnr	0	1	2	3	4**	5	MSR	MTM	r ²
Inflorescências										
Masculinas	0	1,6	1,9	2,5	3,4	5,0	-	1,96	1,13	0,97 ^a
Inflorescências										
Femininas	0	0,6	1,4	2,2	3,1	4,0	-	1,31	0,76	1,0 ^a
Infrutescências c/										
Frutos Imaturos	0	0,3	1,3	2,2	3,1	4,0	-	1,15	0,66	1,0 ^a
Infrutescências c/										
Frutos Maduros	0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	-	0,86	0,50	1,0 ^a
Inflorescências. e										-0,95 ^a e -
infrut. abortadas	0	1,6	0,9	0,5	0,4	1,0	-	1,09	0,63	0,82 ^b
DAP Médio	14,3	15,1	15,1	15,6	15,8	16,5	-	15,2	14,8	0,92 ^a
Percentual de										
Matrizes/classe	42,6	23,6	20,3	11,6	1,75	0,22	0,0			
n=458	195	108	93	53	8	1				

*: grupo de matrizes que não formaram infrutescências com frutos maduros. **
 Valores excluídos dos cálculos de correlação por apresentarem somente uma amostra. ^a Correlação entre o número de Infrutescências com frutos maduros formados por matriz, com as demais fases fenológicas e DAP médio das matrizes que formaram infrutescências maduras. ^b Correlação entre o número de inflorescências e infrutescências "abortadas" por matriz com o DAP médio das matrizes que emitiram infrutescências com frutos maduros. **Mnr**: matrizes que não entraram em reprodução. **Msr**: média de inflorescências e infrutescências emitidas por matriz em relação ao número de matrizes em reprodução. **Mtm**: média de inflorescências e infrutescências emitidas por matriz em relação ao número total de matrizes.

O comportamento de muitas matrizes, em não formarem infrutescências maduras foi comum. Em 2008 e 2009, 31,3% e 66,2% das matrizes respectivamente, não formaram frutos maduros (Tabela 7). Entre as matrizes que formaram frutos maduros, o mais comum foi formação de uma a duas infrutescências, entretanto, em anos favoráveis à frutificação, como o de 2008, a formação de mais de duas infrutescências maduras/matriz chegou a 22% do total de plantas reprodutivas. Em compensação em anos desfavoráveis como o de 2009, a formação de mais de três infrutescências com frutos maduros/matriz somente ocorreu para 2% das matrizes.

O número máximo de infrutescências maduras formadas por matriz foi de cinco e somente ocorreu em 0,5% do total de matrizes, e ainda assim, apenas no ano reprodutivo de 2008 onde observaram-se melhores condições reprodutivas. Fantini *et al.* (1993), Reis (1995) e Mantovani e Morellato (2000), observaram a formação de até cinco inflorescências por planta (6 no presente estudo), porém, a formação de duas infrutescências por planta foi o comportamento mais comum. Segundo os autores, a formação de cinco inflorescências/matriz possivelmente está associada à condições de maior luminosidade.

Em ambos os anos reprodutivos, o número de infrutescências com frutos maduros esteve fortemente correlacionado ao diâmetro das matrizes (Tabela 7). A correlação do número de "abortos"/matriz com o número de infrutescências com frutos maduros formados por matriz também foi muito alta, entretanto negativa, indicando menor proporção de "abortos" em matrizes que formam mais infrutescências, as quais, por sua vez, foram as que apresentaram os maiores diâmetros (Tabela 7).

Considerando a variação anual, o número médio de frutos maduros por infrutescência foi de 2.175 (\pm 248), variando de 1.785 (\pm 220) frutos/infrutescência em 2008 a 2.789 (\pm 455) frutos por infrutescência em 2009 (Tabela 8). Possivelmente o maior número de frutos formados por infrutescência em 2009, está relacionado com a fauna polinizadora e a densidade de inflorescências emitidas, uma vez que o diâmetro médio entre as matrizes amostradas nos dois anos foi muito próximo (Tabela 8). Neste sentido, levando-se em consideração que no ano reprodutivo de 2008, em função de somente 1,13% das matrizes não emitirem inflorescências (2,6 matrizes/ha), e que em média cada matriz em reprodução emitiu 3,32 inflorescências, suspeita-se que tenha ocorrido uma proporção muito maior de flores, do que os polinizadores conseguiriam polinizar (228,4 matrizes/ha produzindo 3,32 inflorescências/matriz = 758 inflorescências/ha). Já no ano reprodutivo de 2009, 42,6% das matrizes não emitiram inflorescências

(98,4 matrizes/ha), e entre as que emitiram, observou-se em média apenas 1,96 inflorescências por matriz (132,6 matrizes/ha produzindo 1,96 inflorescências/matriz = 260 inflorescências/ha), o que leva a hipótese de que tenha ocorrido o contrário, uma densidade muito maior de polinizadores em relação ao número de flores emitidas.

Esta hipótese poderia ser testada através do número de diferentes pais obtido por infrutescência [em 20 inflorescências de 10 matrizes que frutificaram nos dois anos (uma inflorescência/matriz.ano), pela genotipagem de 50 progênies por infrutescência]. Neste caso, espera-se um maior número de pais para o ano reprodutivo de 2009, em função da maior distância de vôo entre os polinizadores, em virtude da menor densidade de matrizes.

Tabela 8: Número médio de frutos maduros por infrutescência para os anos reprodutivos de 2008 e 2009.

Ano	Núm. médio de frutos	DAP	n
	maduros/infrutescência	Médio	
2008	1785 (\pm 220)	14,1	44
2009	2789 (\pm 455)	13,9	28
Média	2175 (\pm 248)	14,0	72

Relacionando os dados obtidos, no que se refere ao número de matrizes em reprodução por ano reprodutivo, bem como, a variação anual no número de infrutescências com frutos maduros produzidas por matriz, e no número de frutos maduros por infrutescência, percebe-se que entre os anos reprodutivos ocorreu um efeito tampão, equilibrando em parte as reduções no número de matrizes em reprodução (58% menos matrizes), e no número de infrutescências maduras por matriz (58% menor), no ano de 2009, pela maior produtividade de frutos por infrutescência no mesmo ano (56% maior) (Tabela 9), reduzindo em 19% as diferenças esperadas entre os eventos reprodutivos. Possivelmente estes resultados são um indício de um mecanismo naturalmente regulador presente dentro das florestas, destacando a grande importância da fauna polinizadora que deve ser a responsável por este maior equilíbrio, trazendo grandes benefícios ao palmitreiro pela maior produção de propágulos, bem como ao restante da fauna que utiliza os frutos de palmitreiro como alimento.

Tabela 9: Comparativo entre os anos reprodutivos estudados, quanto as suas relações produtivas.

	2008	2009	≠ em %
Número de matrizes em reprodução/ha	228,4	132,6	58,1<
Núm. Médio de infrutescências c/ frutos maduros/matriz	1,47	0,86	58,5<
Número de infrutescências maduras/ha	335,7	114,0	34,0<
Número médio de frutos por infrutescência	1.785	2.789	56,2>
Número de frutos maduros/ha	599.310,2	318.046,4	53,1<

A produção média de frutos/ha foi de 458.678, variando entre 599.310 frutos/ha em 2008 a 318.046 frutos/ha em 2009, superando os resultados obtidos por Reis (1995) e Mantovani (1998), que observaram respectivamente variações entre: 228.594 e 531.235 frutos/ha, e 274.618 e 387.376 frutos/ha. A diferença observada na maior produtividade de frutos/ha na área de estudo, se deve a maior densidade de matrizes em reprodução, que foi de 231 matrizes/ha, variando entre 133 e 228 matrizes/ha, enquanto Reis (1995) e Mantovani (1998) observaram respectivamente variações entre: 57 e 96 matrizes/ha e 90 e 163 matrizes/ha. Entretanto, é importante destacar que os autores somente realizaram a quantificação de frutos por inflorescência no primeiro ano reprodutivo, portanto, a produção de frutos/ha no segundo ano de estudo dos referidos autores, apresenta menor precisão e possivelmente estão superestimadas, pois no presente estudo, o ano que apresentou maior densidade de matrizes em reprodução apresentou menor produção de frutos por infrutescência.

1.4.5. Conseqüências para o Manejo

E. edulis em função de sua alta densidade natural em populações preservadas, apresenta muitas matrizes por área (231/ha, nesse estudo), em função disso, bem como pelo número médio de infrutescências formadas por planta (0,98) e número médio de frutos produzidos por cacho (2.175), apresenta-se como um importante recurso

econômico e fonte de alimento para a fauna, principalmente se considerado o longo período de oferta de frutos maduros que pode chegar a 10 meses do ano (março – dezembro).

No entanto, existem dentro da floresta mecanismos complexos de competição e equilíbrio entre as espécies, além de fatores ambientais decisivos nos processos de reprodução e controle populacional. *Euterpe edulis* está sujeito a estes processos e a intensidade de suas perdas produtivas são uma evidência clara de sua conectividade com o restante da comunidade florestal, pois em média 55,7% das estruturas reprodutivas abortam até a fase de fruto maduro e, além disso, ocorrem também infrutescências com reduzido número de frutos maduros (50,3%), bem como, reduções expressivas no número de frutos/cacho (52%).

Em razão destas perdas, a manutenção de 50 matrizes/ha conforme regulamentam as Resoluções: SMA nº 16 de 16/05/94 do Estado de São Paulo; a nº 294 do Conama de 12/12/01 do Estado de Santa Catarina; a IBAMA/SEMA nº 1 de 2005 do Estado do Paraná, bem como o Decreto Estadual 33.335 de 01/04/98 do Estado do Rio Grande do Sul, que definem o manejo sustentado do palmitreiro e dão garantias de reduzidas perdas genéticas, conforme estudos de Silva e Reis (2010), possivelmente não forneçam sustentação para a fauna, bem como para a regeneração natural da espécie em áreas de mata nativa submetidas ao manejo. Tais aspectos sugerem a necessidade de estudos direcionados a determinação do percentual de frutos utilizados pela fauna, bem como o de sementes e plântulas requeridas no processo de regeneração, considerando a possibilidade de agravamento da situação de risco de extinção em que se encontra *E. edulis*.

Ações antrópicas dentro das florestas visando o aumento da produtividade, como por exemplo a abertura do dossel e o adensamento do palmitreiro, poderiam melhorar estes percentuais, mas possivelmente perturbariam o delicado equilíbrio que existe nestas áreas e colocariam em risco além do palmitreiro outras espécies, algumas das quais como o próprio palmitreiro, já declaradas em extinção. O que sugere que estas atitudes não devam ser tomadas nos poucos fragmentos florestais de mata nativa remanescentes. Portanto, as perdas produtivas existentes nestes ambientes devem ser aceitáveis e somente controladas (intervenções) em áreas cultivadas.

Outro aspecto importante a ser considerado no caso do manejo com objetivo de produção de palmito, é o fato de que matrizes que apresentam maiores diâmetros e que rendem mais gramas de palmito (Fantini *et al.*, 1992), tendem a emitir mais inflorescências/planta, bem

como a formarem mais infrutescências/planta e mais frutos por infrutescência, além de terem uma participação mais constante nos eventos reprodutivos. Matrizes mais novas (menor DAP), principalmente no início da vida reprodutiva, tendem a produzirem somente inflorescências masculinas. Neste sentido, a escolha das matrizes que permanecem como porta sementes em planos de manejo sustentável, deve observar este aspecto, pois dependendo do diâmetro médio das matrizes, o número de sementes produzidas pode ser muito diferente, podendo limitar fortemente a regeneração natural da espécie.

O manejo dos frutos em áreas nativas deve, por outro lado, considerar a ocorrência da grande variação que existe no número de matrizes em reprodução; no número de inflorescências e infrutescências formadas por planta; bem como no número de frutos formados por infrutescência entre um evento reprodutivo e outro, pois esta variação foi pouco estudada, e necessita de estudos fenológicos de longa duração, a fim de se chegar ao número de matrizes, infrutescências ou frutos que poderiam ser manejados/ha a cada ano.

1.5. Bibliografia

BARROSO, R.M.; REIS, A.; HANAZAKI, N. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo. **Acta bot. bras.**, v. 24, n. 2, p. 518-528, 2010.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 6. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Diário Oficial da União de 23 de setembro (Seção 1) 185, p. 75-83, 2008.

BENCKE, C.S.C. e MORELLATO, L.P.C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.2, p. 237-248, 2002.

CALVI, G.P. e PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* – MART em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira-RJ. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Seropédica, RJ: EDUR, v.25, n.1, p. 33-40, jan-jun., 2005.

CASTRO, E.R.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. **Australian Journal of Botany**, v. 55, n. 7, p. 725-735, 2007

FANTINI, A.C.; REIS, A.; REIS, M.S.; GUERRA, M.P. Sustained yield management in Tropical Forest: a proposal based on the autoecology of the species. **Sellowia**, v.42/44, p. 25-33, 1992.

FANTINI, A.C.; RIBEIRO, R.J.; GURIES, R.P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na Floresta Ombrofila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 256-280.

FANTINI, A.C.; REIS, A.; REIS, M.S.; RIBEIRO, R.J.; PORTILHO, W.G.; ODORIZZI, J.; MANTOVANI, A. Caracterização de uma área selecionada como "área de coleta de sementes" de palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) no vale do rio Ribeira-SP. In: 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba, Brasil, 1993. **Anais..v.2**, 1993, p.410-412.

FARIAS, M. **Reinventando a relação humano-*Euterpe edulis*: do palmito ao açai**. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

FISCH, S.T.V.; NOGUEIRA JUNIOR, L.R.; MANTOVANI, W. Aspectos da floração e frutificação do *Euterpe edulis* em Floresta Atlântica remanescente no vale do Paraíba-SP. In: Congresso Nacional de Botânica, 48., 1997, Crato. **Resumos**. Fortaleza: BNB, 1997. p.21.

FOURNIER, L.A. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento de los árboles. **Turrialba**, v.26, n.1, p.96-97, 1976.

FRAVETO, R. **Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae)**. 2010. 140f. Tese de doutorado, UFRGS.

FRAVETO, R. e BAPTISTA, L.R.M. Growth of *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) under forest and agroforestry in southern Brazil. **Agroforest Syst**, v. 80, p. 303-313, 2010.

GALETTI, M. e CHIVERS, D.J. Palm harvest threatens Brazil's best protected area of Atlantic Forest. **Oryx**, v. 29, n. 4, p. 225-226, 1995.

GALETTI, M. e ALEIXO, A. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. **Journal of applied ecology**, v. 35, p. 286-293, 1998.

GALETTI, M. **Fruits and frugivores in a Brazilian Atlantic forest**. 1996. Ph.D. thesis, University of Cambridge, UK.

GALETTI, M.; LAPS, R.; PIZO, M.A. Frugivory by toucans (Ramphastidae) at two altitudes in Atlantic rain forest of Brazil. **Biotropica**, v. 32, n.4b, p.842-850, 2000.

GALETTI, M.; KEUROGHLIAN, A.; HANADA, L.; MORATO, M.I. Frugivory and seed dispersal by the Lowland Tapir (*Tapirus terrestris*) in Southeast Brazil. **Biotropica**, v. 33, n. 4, p. 723-726, 2001.

GALETTI, M.; ZIPPARRO, V.B.; MORELLATO, L.P.C. Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic Forest of Brazil. **Ecotropica**, v. 5, n. 1, p. 115-122, 1999.

GENINI, J.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, v.204, n. 2, p.131-145, 2009.

GHAZOUL, J.; LISTON, K.A.; BOYLE, T.J.B. Disturbance-induced density-dependent seed set in *shorea siamensis* (Dipterocarpaceae), a tropical forest tree. **Journal of Ecology**, v. 86, p. 462-473, 1998.

HENDERSON, A. The genus *Euterpe edulis* in Brazil. In: REIS, A. e REIS, M.S. *Euterpe edulis* Martius – **Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 1-22.

IDE, B.Y.; ALTHOFF, D.A.; THOMÉ, V.M.R.; VIFOTTO, V.J. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**, 2ª etapa. Florianópolis, EMPASC. 1980. 106p.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 904, p. 501-528, 1970.

KIRCHNER, F.; LOZOYA, J.C.R.; OHLSON, J.C. Aspectos quantitativos na estimativa do peso e distribuição por classe de qualidade do palmito (*Euterpe edulis*, MART.). In: Y. M. OLIVEIRA, N. A. MACHADO, A. A. CARPANEZZI (Eds.). **1º Encontro nacional de pesquisadores em palmito**. CNPF/EMBRAPA, Curitiba, Brasil, 1987, p. 119-124.

KLEIN, R.M.; PASTORE, U.; COURA NETO, A.B. Vegetação. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. 1986, p. 35-36.

LAPS, R. R. **Frugivoria e dispersão de sementes de palmito (*Euterpe edulis* Martius, Arecaceae) na mata atlântica, sul do estado de São Paulo**. 1996. 77f. Dissertação (Mestrado), UNICAMP, Campinas-SP.

LAPS, R.R. Frugivoria e dispersão de sementes de palmito por aves na Mata Atlântica do estado de São Paulo. In: B. F. AMARAL FILHO (Ed.) **Encontro de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, III**. UNICAMP, Campinas, Brasil, 1993, 58p.

LIN, S.S. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmito. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 8, n.1, p. 57-66, 1988.

MACFADDEN, J. **A produção do açaí a partir dos frutos do palmito (*Euterpe edulis* Martius) na mata atlântica**. 2005. 100f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

MANTOVANI, A. e MORELLATO, P. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 23-38.

MANTOVANI, A. **Fenologia e aspectos da biologia floral de uma população de *Euterpe edulis* Martius em uma área de floresta atlântica no sul do Brasil**. 1998. 91f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MORELLATO, L.P.C. As estações do ano na floresta. In: LEITÃO FILHO, H.F. E MORELLATO, L.P.C. (Orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Campinas: UNICAMP, 1995, p.187-192.

MOSER, J.M.; SHIMIZU, S.H.; SOMER, S.; VIEIRA, P.S. Pedologia. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, 1986, p. 33-35.

ORSELLI, L. Climatologia. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina, Gabinete do Planejamento e Coordenação Geral. 1986, p. 38-39.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; COSTA, L.G.S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão-SP, 1990. **Anais....** Campos do Jordão-SP, 1990, vol.3, p.676-684.

QUEIROS, M. H. Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 39-59.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe. edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. 1995. 154f. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

REIS, A. e KAGEYAMA, P. Y. A. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe. edulis* Martius - Palmae). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 60-92.

REIS, A.; REIS, M.S.; FANTINI, A.C. Manejo de Rendimento Sustentado de *Euterpe edulis* Martius. In: Congresso florestal estadual, 2., Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata-RS, 1992a, v. 5, p. 1226-1232.

REIS, M.S. Dinâmica da movimentação dos alelos: subsídios para a conservação e manejo de populações naturais em plantas. **Revista Brasileira de Genética**, v.19, n.4, p.37-47, 1996. (Suplemento)

REIS, M.S.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; REIS, A. Sustained yield management of *Euterpe edulis* Martius (Palmae): a tropical palm tree from the Atlantic Tropical Forest. **Journal of Sustainable Forestry**, v.11, n.3, p.1-17, 2000.

REIS, M.S.; GUIMARÃES, E.; OLIVEIRA, G.P. Estudos preliminares da biologia reprodutiva do palmito (*Euterpe edulis*) em mata residual do Estado de São Paulo. In: **7º Congresso Florestal Brasileiro**, Curitiba, 1993. *Anais...* Curitiba, 1993, p. 358-360.

REIS, M.S.; MARIOT, A.; RESENDE, R.; GUERRA, M.P. Legislação sobre o manejo e produção do palmito (*Euterpe edulis Martius* - Arecaceae). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado***. 2000a, p. 281-303.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biol. Conserv.**, v. 142, n. 6, p.1141-1153, 2009.

SILVA, J.Z. e REIS, M.S. Effects of Different Simulated Management Intensities on The Genetic Diversity of a Heart-of-palm Tree Natural Population (*Euterpe edulis* Martius). **Silvae Genética**, v. 59, n. 5, p. 201-210, 2010.

SILVA MATOS, D.M. e WATKINSON, A.R. The fecundity, seed, and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in Southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 30, n. 4, p. 595-603, 1998.

TONETTI, E. L. **Estrutura da população, crescimento e dinâmica do banco de plântulas e fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) num trecho da Floresta Ombrófila Densa das terras baixas do município de Paranaguá, PR.** 1997. 63f . Dissertação (Mestrado), UFPR, Curitiba.

TROIAN, L.C. **Contribuições ao manejo sustentado dos frutos de *Euterpe edulis* Martius: estrutura populacional, consumo de frutos, variáveis de hábitat e conhecimento ecológico local no sul do Brasil.** 2009. 73f. Dissertação (Mestrado), UFRGS.

ZIMMERMANN, C.E. A dispersão do palmitheiro por passeriformes.
Ciência Hoje, v. 12, p. 18-19, 1991.

CAPÍTULO 2.

ASPECTOS ECOLÓGICOS DO CONSUMO DE FRUTOS DE *Euterpe edulis* PELA FAUNA EM ÁREA DE MATA NATIVA

2.1. Resumo

Este trabalho teve como objetivo mensurar o consumo de frutos de *E. edulis* pela fauna em área de mata nativa, tendo em vista a sua crescente utilização para a produção de açaí, e a pressão que recai sobre populações remanescentes desta espécie. A área de estudo encontra-se na Floresta Nacional de Ibirama-SC. Para conhecer as ações da fauna que se alimenta sobre os cachos, foram instalados 114 coletores abaixo das infrutescências, posteriormente à contagem dos frutos e para caracterizar as ações da fauna que se alimenta no solo, foram colocadas amostras de frutos imaturos, maduros, secos e despolidos sob as matrizes (com reposição). As avaliações consistiram na quantificação dos frutos e sementes quanto ao despoldamento, transporte, predação, apodrecimento e percentual intacto, sendo realizadas entre períodos de 7 a 15 dias, durante os anos de 2008 e 2009. Durante o amadurecimento das infrutescências, foi observada uma redução média de 52% na quantidade de frutos, principalmente provocada pelo ataque de fungos (32%). Dos frutos que chegaram a fase madura, 70% mantiveram sementes em condições de germinar e 30% foram destruídas. A dispersão, descontando-se os propágulos destruídos, totalizou 41% (30% tiveram como origem ações da fauna sobre as infrutescências e 11% ocorreram no solo). O uso dos frutos foi maior entre maio e agosto, período que compreende o inverno na região, e a partir de setembro, a utilização dos frutos diminuiu, possivelmente pelo uso de outros recursos. A fauna que se alimenta nas infrutescências, utilizou 76,5% dos frutos; do restante: 3,7% racharam ou secaram e 19,8% chegaram ao solo intactos. Os resultados evidenciam a importância deste recurso para a fauna que consegue alimentar-se sobre os cachos, bem como, uma oferta mais limitada aos animais que se alimentam no solo. Os estudos da fauna que se alimenta no solo, revelaram que os frutos maduros são os mais procurados, pois somente 8% não foram utilizados, ou seja, apenas 1,81% do total de frutos produzidos; além disso, são a origem de 98% do despoldamento e de 86% da dispersão que ocorre no solo da floresta. Estes resultados alertam sobre o risco da coleta de frutos em áreas de floresta nativa, pois podem comprometer a sobrevivência e multiplicação da fauna, bem como, pela inexistência dos animais,

interromper a sua dinâmica evolutiva. Neste sentido, a regulamentação da coleta de frutos deve se preocupar muito com a quantidade de frutos a ser extraída, com o número de matrizes e sobretudo com a época em que a espécie manejada frutifica, dando especial atenção e rigor nos processos que envolvam espécies que frutificam em períodos críticos de oferta de frutos, onde evidentemente a dependência de frutos pela fauna é maior. Sugere-se também, que o número de matrizes a serem mantidas por hectare, em planos de manejo sustentado visando a produção de palmito, seja revisto, pois a manutenção de 50 matrizes, como definem as legislações, apresenta fortes evidências de ser insuficiente para a manutenção da fauna.

2.2. Introdução

Os frutos do palmitero exercem grande atração sobre a fauna, principalmente quando maduros, e sua oferta pode durar quase o ano inteiro. Em algumas regiões, está disponível inclusive no inverno, onde a oferta de alimentos é menor (Laps, 1996; Genini *et al.*, 2009). São conhecidas 30 espécies de aves e 13 de mamíferos que utilizam este recurso, algumas das quais também consideradas ameaçadas de extinção (Laps, 1993; Galetti e Chivers, 1995; Galetti e Aleixo, 1998; Galetti *et al.*, 2000; Galetti *et al.*, 2001). Além de serem muito procurados pela fauna, os frutos de *E. edulis*, estão entre os 10 frutos mais ricos em energia, entre 50 tipos de frutos pesquisados na Mata Atlântica (Galetti, 1996). Neste sentido, o palmitero é considerado como uma espécie chave dentro do ecossistema florestal (Zimmermann 1991; Reis *et al.*, 1992a; Laps, 1993; Galetti e Chivers, 1995; Galetti e Aleixo, 1998; Galetti *et al.*, 2000; Galetti *et al.*, 2001; Pizo *et al.*, 2002; Mikich, 2002), pois além de alimentar a fauna, promove o aumento do zoocorisismo, que como consequência, aumenta o fluxo de propágulos entre os relictos florestais, acelerando o processo de sucessão e mantendo o fluxo gênico entre as florestas.

A espécie foi a principal palmeira produtora de palmito deste ecossistema, o que a tornou alvo de intensa exploração a partir da década de 60. Liderada pela indústria de conserva, a exploração da espécie, caracterizou-se por cortes repetidos de todos os indivíduos capazes de produzir palmito, a ponto de comprometer a sua viabilidade econômica; nem mesmo a criação de Legislações específicas nos Estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, foram capazes de reverter a situação (Fantini *et al.*, 2000). Atualmente,

além de servir como matéria prima para a produção de palmito, os frutos da espécie são utilizados localmente como substituto ao açaí (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) (Vivan, 2002; Macfadden, 2005; Troian, 2009 ; Barroso *et al.*, 2010; Favreto e Baptista, 2010).

Levando em consideração o histórico de perturbação e a importância da espécie, *E. edulis*, vem sendo estudado como modelo para o manejo sustentado na Floresta Tropical Atlântica, considerando uma série de estudos relacionados, principalmente, à demografia, crescimento dos indivíduos, dinâmica da regeneração natural, fenologia reprodutiva, dispersão de sementes e genética de populações (Reis e Reis, 2000), contudo, predominantemente focados na exploração de palmito.

A extração dos frutos de *E. edulis*, surge neste contexto, como uma possibilidade menos agressiva, uma vez que não exige o corte dos indivíduos; além disso, o valor econômico, a aceitação pelo mercado consumidor e a procura por este produto têm aumentado significativamente na região sul do Brasil (Macfadden, 2005). Neste sentido, é crescente o interesse de agricultores e do próprio Governo no desenvolvimento de pesquisas e normas para fundamentar esta nova cadeia produtiva (Vivan, 2002; Macfadden, 2005; Troian, 2009 ; Barroso *et al.*, 2010; Favreto e Baptista, 2010).

Entretanto, não existem estudos específicos que visem estabelecer o percentual de frutos e sementes que poderiam ser extraídos da floresta, principalmente levando em conta, a manutenção da dinâmica da regeneração da espécie e a interação com a fauna envolvida. Os estudos relacionados a estas questões, envolvem aspectos básicos e ainda insuficientemente explorados para fundamentar a extração sustentável dos frutos, pois, se direcionam ou ao comportamento da fauna, ou à dinâmica de regeneração e fenologia reprodutiva da espécie. Um estudo conjunto ainda não foi realizado. Desta forma, este trabalho visa estudar aspectos do consumo de frutos de palmito pela fauna, na perspectiva de estabelecer fundamentos para a extração sustentável de frutos, considerando a necessidade de manutenção da dinâmica da regeneração natural da espécie *Euterpe edulis* e das interações com a fauna.

2.3. Material e Métodos

A área de estudo localiza-se na Floresta Nacional de Ibirama (FLONA de Ibirama), Município de Ibirama, Estado de Santa Catarina,

Brasil (coordenadas geográficas: latitude 27°02'09"S, longitude 49°27'25"W). Distanciando-se a aproximadamente 250 km de Florianópolis (SC), e apresenta 463/ha de mata nativa, conexas a áreas ainda maiores de floresta (<http://www4.icmbio.gov.br/flonaibirama>).

A vegetação original do local, segundo Klein *et al.* (1986), era composta por Floresta Ombrófila Densa Montana, tendo sofrido exploração seletiva na década de 50, encontrando-se atualmente em estágio secundário avançado de sucessão florestal, com características estruturais similares de áreas com cobertura florestal primária. O relevo é ondulado a fortemente ondulado, tendo a área de amostragem uma variação entre 300 e 350 metros de altitude.

A área de pesquisa apresenta 38 ha, onde foram instalados 114 coletores, um para cada infrutescência de palmeiro, em 92 matrizes, com a finalidade de estudar e acompanhar o desenvolvimento dos frutos, identificar e quantificar predação, transporte, despoldamento, ataques de brocas e fungos, bem como a ocorrência de frutos rachados, intactos e secos. Visando, fundamentalmente, quantificar o consumo de frutos pela fauna e a quantidade de frutos viáveis para a germinação.

Os coletores foram instalados no alto das matrizes, posicionados abaixo dos cachos, logo após a contagem de todos os frutos de cada infrutescência (Figura 1). Cada coletor consistiu em um aro de ferro de 3m de circunferência, ao qual foi costurado tela de sombrite em formato de funil. A esta estrutura, foi conectado ainda, um tubo de sombrite de 20cm de largura por 12m de comprimento, a fim de possibilitar a retirada dos frutos em cada avaliação semanal, sem necessitar subir na árvore. Dos 114 coletores, 80 foram montados em 2008 e 34 em 2009, amostrando ciclos reprodutivos diferentes.

Dos 80 coletores instalados em 2008, os 30 primeiros foram montados em janeiro, quando os frutos estavam no início de sua formação, procurando caracterizar o que ocorre com os frutos antes destes apresentarem interesse econômico. O restante dos coletores, incluindo os instalados em 2009, foram montados em uma fase mais adiantada, próximos à maturação, procurando identificar melhor os processos que seriam afetados pela retirada dos frutos, uma vez que os processos ecológicos que antecedem esta fase, continuariam ocorrendo mesmo com a retirada dos cachos com frutos maduros, pois são anteriores ao momento de intervenção.



Figura 1: Modelo dos coletores de frutos instalados na área de estudo. Desenho adaptado de Henderson (2000).

Todos os frutos caídos nos coletores foram avaliados e classificados quanto a sinais de predação (ataques de brocas e danos causados por animais maiores), despulpamento, permanecidos intactos, rachados, secos (que secaram sem endosperma) e arranhados (com marcas de unhas, bicos ou dentes, porém sem despulpamento ou predação, caracterizando a perda dos frutos no processo de alimentação). Dos frutos caídos nos coletores, foram ainda retiradas amostras de até 20 frutos por infrutescência, em cada avaliação, visando a análise interna dos frutos, a fim de identificar os percentuais de frutos brocados e fungados (com fungos no endosperma), e estabelecer os respectivos índices de correção, utilizados para corrigir o número de frutos intactos em cada avaliação.

Para o estudo das ações da fauna sobre os frutos no solo, foram colocadas amostras de frutos imaturos, maduros, secos e despulpados sob as matrizes, para cada um dos coletores. As amostras foram dispostas em espaços delimitados, mantendo-se os frutos separados quanto ao tipo. Para a delimitação das amostras utilizou-se pedaços de galhos encontrados no solo da floresta, procurando criar uma aparência natural no acúmulo de frutos e assim, não alterar o comportamento da fauna com elementos estranhos ao ambiente (Figura 2). As avaliações foram semanais, bem como, a reposição dos frutos, cuja intensidade foi determinada pela quantidade de frutos que caía nos coletores, mantendo-se como limite máximo, 700 frutos por amostra, procurando simular a queda e o acúmulo real dos frutos no solo. Nestas amostras os frutos e sementes também foram avaliados quanto à quantidade de despulpamento, transporte, predação, apodrecimento, germinação e percentual que se manteve intacto.

A germinação de sementes, também foi acompanhada em casa de vegetação, onde foram utilizadas 8.222 sementes despulpadas por animais, provenientes de 67 matrizes nas quais os coletores foram instalados. O plantio das sementes foi realizado em tubétes individuais, e ocorreu entre março e dezembro de 2008, seguindo o período de oferta de frutos maduros e a disponibilidade dos mesmos nos coletores (Figuras 3 e 4). Em 01/04/09 foi realizada a avaliação dos plantios e a quantificação da germinação.

Todos os dados recolhidos foram obtidos por classificação e contagem, sendo posteriormente realizado o cálculo das médias, intervalos de confiança, transformações percentuais e ajustes por área.



Figura 2: Exemplo da metodologia de amostragem utilizada no estudo das ações da fauna sobre os frutos de *E. edulis* depositados no solo. À esquerda amostra com frutos maduros (onde alguns já foram despoldados) e à direita, amostra com frutos despoldados.



Figura 3: Casa de vegetação com mudas de *E. edulis* resultantes do teste de germinação de 8.222 sementes despoldadas por animais.



Figura 4: Detalhe dos tubetes utilizados no teste de germinação. Plantas em amarelo claro são portadoras de alelos letais.

Embora este trabalho não tenha como objetivo descrever e quantificar a fauna, durante a realização das avaliações, alguns animais foram identificados. Visando apresentar uma referência da diversidade de fauna presente, pode-se mencionar que na FLONA já foram identificados além de uma grande gama de aves, mamíferos como: quatis (*Nasua nasua*), graxains (*Cerdocyon thous*), gambás (*Didelphis marsupialis*), Cuícas (*Micoureus demerarae*), veados (*Mazama americana*), capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*), pacas (*Agouti paca*), cutias (*Dasyprocta azarae*), tatus (*Dasyprocta novemcinctus*), ratos do mato (*Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes*, *Oryzomys ratticeps*, *Oryzomys russatus*), Serelepes (*Sciurus aestuans*), gatos do mato (*Leopardus* sp.), Gatos-mouriscos (*Herpailurus yagourundi*), jaguatiricas (*Leopardus pardalis*), Iaras (*Eira barbara*), Mãos-pelada (*Procyon cancrivorous*), catetos (*Tajacu tajacu*), macacos prego (*Cebus apela*) e bugios (*Alouatta fusca* - Observação pessoal). Além de répteis como: jararacas (*Bothrops jararaca*), jararacuçu (*Bothrops jararacussu*), caninanas (*Spilotes pullatus*) e iguanas (*Eniailius iheringi* - Observação pessoal). Maiores detalhes e outras espécies podem ser

obtidos no plano de manejo da unidade (<http://www4.icmbio.gov.br/flonaibirama>). Foram encontradas também, fezes com sementes e fezes com fragmentos de ossos (o maior fragmento com aproximadamente 1 cm³), bem como um gambá (*Didelphis marsupialis*) parcialmente devorado, morto por uma mordida no pescoço, restos de um jacuaçu (*Penelope obscura*) e outros aglomerados de penas com sangue.

2.4. Resultados e Discussões

2.4.1. Quantificação da Produção de Frutos

A área de estudo apresentou uma densidade média de 231 matrizes/ha, entretanto nem todas entraram anualmente em reprodução. No ano reprodutivo de 2008, 228 matrizes/ha emitiram inflorescências e em 2009 apenas 133 matrizes/ha. Foram observadas também variações anuais quanto ao número de infrutescências com frutos maduros formadas por planta: em 2008, considerando apenas as matrizes que entraram em reprodução, a média de infrutescências maduras formadas por planta foi de 1,47 e em 2009 observaram-se 0,86 infrutescências maduras/matriz.

Durante o amadurecimento das infrutescências, foi observado ainda, uma redução média de 52% na quantidade de frutos. As causas desta redução, foram obtidas pela análise interna dos frutos caídos nos coletores, onde foi possível observar as seguintes causas: 4,9% ao ataque de brocas; 5% à ocorrência de frutos secos e rachados; 31,7% ao ataque de fungos; 0,1% ao despulpamento; 1% à predação e a 9,9% a queda de frutos imaturos e intactos. O número de frutos maduros produzidos por infrutescência também variou entre os anos, e em 2009, apesar da menor densidade de matrizes em reprodução, observaram-se 2.789 (IC: ± 455) frutos maduros/infrutescência, superior ao observado para 2008, onde em média verificou-se 1.785 (IC: ± 220) frutos/infrutescência. Estas variações anuais resultaram em uma produção média de 458.678 frutos/ha.ano, variando entre 599.310 frutos/ha.ano em 2008 a 318.046 frutos/ha.ano em 2009. Maiores detalhes sobre estes estudos podem ser obtidos no capítulo 1 desta tese.

2.4.2. Utilização dos Frutos no cacho

Pela análise dos frutos caídos nos coletores (Tabela 1), obteve-se que em média 76,5% dos frutos produzidos é utilizado pela fauna diretamente nas infrutescências, sendo: 39,4% transportado, 25% despulpado, 0,5% predado, 1,9% brocado, 6,9% fungado e 2,8% é apanhado e perdido (arranhado). O que vem ao encontro com vários estudos que apontam *E. edulis*, como item importante na dieta de vários animais, principalmente aves, como: jacus - *Penelope superciliaris* (Mikich, 2002), cotingídeos (Pizo *et al.*, 2002) tucanos (Galetti *et al.*, 2000), macucos, bem-te-vis, psitacídeos (Reis e Kageyama, 2000; Barroso *et al.*, 2010). Além de mamíferos como: morcegos (Mantovani, 1998), macacos prego - *Cerbus nigrurus* (Ludwig *et al.*, 2005) e esquilos - *Sciurus ingrami* (Galetti *et al.*, 1999), que alimentam-se diretamente nas infrutescências. Há estudos que inclusive apontam os frutos da espécie, como parte integrante da dieta de animais em risco de extinção, como do: araçari banana - *Baillonius bailloni* (Galetti *et al.*, 2000), do macaco monocarvoeiro - *Brachyteles arachnoides* (Galetti e Chivers, 1995) e da jacutinga - *Pipile jacutinga* (Galetti *et al.*, 1997).

Para os frutos destruídos e, portanto, inviáveis para a geminação obteve-se um percentual médio de 13,1% (Tabela 1 e Figura 5), composto de: 0,5% de frutos predados, 1,9% de frutos brocados, 6,9% de frutos fungados e 3,7% de frutos rachados e secos. As rachaduras ocorrem nos frutos, quando estes ainda estão verdes (imaturos) e concentraram-se após períodos de chuva, antecedidos por pequenas secas. Já a causa dos frutos secos, não foi identificada, pois estes apresentaram-se externamente intactos, porém, na maioria das vezes, eram menores que os frutos em desenvolvimento, sugerindo que tenham sido abortados em fases anteriores, possivelmente entre as fases inicial água e intermediário gel (capítulo 1 desta tese), e por algum motivo tenham ficado presos nas ráquias.

Para a dinâmica da regeneração natural da espécie restaram 86,9% do total de frutos produzidos, sendo este percentual representado pelos frutos aptos a germinar, e composto por: 25% de frutos despulpados, 19,8% de frutos intactos, 2,8% de frutos arranhados e 39,4% de frutos transportados (Figura 5). O que representa 399.050 sementes/ha (87% de: 458.678 frutos/ha - produção média de frutos/ha (capítulo 1 desta tese), entretanto, estes resultados apresentam apenas as ações ecológicas ocorridas diretamente nas infrutescências, não incluindo ainda, ações ocorridas no solo.

Pela análise da Tabela 1, pode-se perceber que o percentual de frutos intactos e fungados tende a diminuir e o de frutos transportados a aumentar, entre maio e julho de 2008, o que sugere que estes efeitos sejam causados pela chegada do inverno. Na região o inverno é mais seco que o verão, o que poderia contribuir para a redução do ataque de fungos, bem como pela redução da temperatura e horas de luz, e diminuir a oferta de frutos de outras espécies, aumentando a pressão sobre os frutos do palmitreiro. Mantovani *et al.* (2005), estudando 19 espécies arbóreas, em Floresta Ombrofila Densa, com características estruturais e composição de espécies próximas à área de estudo, observou que os picos de frutificação para a maioria das plantas ocorria entre dezembro e março, relacionado ao aumento da temperatura média mensal, e que os meses com menor porcentagem de espécies em frutificação ocorriam entre junho e outubro. O que também foi observado por Laps (1996), onde de março a julho, período de produção de frutos de *E. edulis*, o número de espécies zoocóricas produzindo frutos diminuía. O que possivelmente está ocorrendo na área de estudo, pois os animais estão utilizando os frutos com maior intensidade nos meses de inverno (Tabela 1). Para o ano reprodutivo de 2009, não ocorreram infrutescências maduras em maio e junho. Entretanto, observando os percentuais de frutos intactos e fungados, bem como, o de frutos transportados no mês de julho, verifica-se a mesma tendência observada para 2008, onde até o mês de julho o percentual de frutos intactos e fungados diminui e o percentual de frutos transportados aumenta.

Do total de frutos, apenas 19,8% caiu ao solo intacto (Tabela 1), sem qualquer indício de ação animal, inclusive livres de fungos e brocas. Este resultado evidencia a importância deste recurso alimentar para a fauna que consegue alimentar-se sobre os cachos, composta principalmente pelas aves, conforme discutem Zimmermann (1991), Laps (1996), Reis (1995), Reis e Kageyama (2000), Galetti *et al.* (2000). Fica evidente também, que a oferta de polpa no solo é proporcionalmente baixa, apenas 22,6% do que é produzido em uma infrutescência (19,8% Intactos + 2,8% arranhados), o que equivale a 104 kg/ha.ano dos 459 kg/ha.ano disponíveis nas infrutescências, caracterizando-se, portanto, como um recurso mais escasso e concentrado no solo sob as matrizes. Cabe destacar também, que, apesar dos frutos arranhados representarem apenas 2,8% do total produzido, estes frutos que foram inicialmente apanhados e perdidos, contribuem

Tabela 1: Percentuais médios das ações ecológicas ocorridas sobre os cachos de *E. edulis*, durante os períodos de frutificação de 2008 e 2009.

Período	Despolidos	Arranhados	Predados	Brocados	Rachados e Secos	Intactos	Fungados	Transportados	Destruidos	Aptos a Germinar	Utilizados Fauna
Maió/2008	11,0	0,7	0,7	1,3	8,5	13,8	15,5	48,5	26,0	74,0	77,7
n=12	(3,9 - 18)*	(0,2 - 1,2)	(0,5 - 0,9)	(0,3 - 2,3)	(2,8 - 14,2)	(12 - 15,7)	(7,4 - 23,6)	(41,9 - 55,1)	(15,9 - 36)	(63,9 - 84)	(72,5 - 82,8)
Junho/2008	7,3	2,3	1,0	2,9	8,1	9,3	13,9	55,3	25,9	74,2	82,7
n=12	(2,9 - 11,7)	(1,4 - 3,1)	(0,2 - 1,7)	(1,6 - 4,3)	(4,6 - 11,6)	(6,8 - 11,8)	(5,7 - 22,1)	(44,5 - 66,1)	(14,5 - 37,4)	(62,7 - 85,6)	(77,6 - 87,7)
Julho/2008	8,3	2,4	1,7	3,5	9,4	9,0	10,4	55,5	25,0	75,2	81,8
n=13	(0,5 - 16,1)	(1,5 - 3,2)	(-0,3 - 3,6)	(1,6 - 5,4)	(5,4 - 13,3)	(6,1 - 11,8)	(6,3 - 14,4)	(46,4 - 64,6)	(16,6 - 33,2)	(66,8 - 83,4)	(76,1 - 87,3)
Agosto/2008	21,4	2,4	0,3	1,7	2,3	14,0	6,0	51,9	10,3	89,7	83,7
n=13	(12,2 - 30,7)	(1,8 - 3)	(0,2 - 0,4)	(0,3 - 3,2)	(0,7 - 3,9)	(4,3 - 23,6)	(1,7 - 10,3)	(36,1 - 67,6)	(4,6 - 16,1)	(83,9 - 95,4)	(74,1 - 93,4)
Setembro/2008	32,5	1,8	0,5	3,8	1,9	21,7	5,4	32,3	11,6	88,3	76,3
n=17	(22,9 - 42,1)	(0,7 - 2,9)	(-0,4 - 1,5)	(-0,2 - 7,9)	(0,6 - 3,3)	(11,3 - 32,1)	(-0,9 - 11,7)	(21,1 - 43,4)	(3,8 - 19,6)	(80,4 - 96,2)	(65,8 - 87)
Outubro/2008	41,9	1,1	0,0	0,5	1,7	30,7	2,6	21,6	4,8	95,3	67,7
n=7	(28,1 - 55,6)	(0,7 - 1,4)	(0 - 0,1)	(-0,3 - 0,1)	(0,2 - 3,2)	(16,4 - 45)	(-1,7 - 7)	(7,8 - 35,3)	(-1,7 - 11,4)	(88,6 - 101)	(53,7 - 81,7)
Novembro/2008	38,4	1,1	0,1	2,7	1,2	35,2	2,5	18,9	6,5	93,6	63,6
n=6	(18,9 - 58)	(0,4 - 1,7)	(-0,1 - 0,2)	(-1,9 - 7,3)	(0,6 - 1,8)	(17 - 53,3)	(-1,2 - 6,1)	(8,3 - 29,5)	(-1,2 - 14,1)	(85,9 - 101)	(45,5 - 81,8)
Média 2008	21,0	1,8	0,7	2,5	5,0	17,1	8,6	43,2	16,9	83,1	77,9
n=80	(16,8 - 25,2)	(1,5 - 2,1)	(0,3 - 1,1)	(1,6 - 3,5)	(3,7 - 6,4)	(13,7 - 20,6)	(6,3 - 11)	(38,3 - 48,1)	(13,4 - 20,4)	(86,6 - 79,6)	(74,5 - 81,2)
Int. confiança=	4,2	0,33	0,37	0,95	1,35	3,43	2,39	4,94	3,5	3,5	3,4

Tabela 1: continuação.

Período	Despoldados	Arranhados	Predados	Brocados	Rachados e Secos	Intactos	Fungados	Transportados	Destruídos	Aptos a Germinar	Utilizados Fauna
Julho/2009	39,45	7,65	0,18	0,1	0,2	1,9	0,4	50,2	0,8	99,2	98,0
n=9	(27 - 52)	(4 - 12)	(0 - 0,4)	(0 - 0,1)	(0,1 - 0,2)	(0,7 - 3,1)	(-0,1 - 0,9)	(36 - 65)	(0,2 - 1,3)	(99 - 100)	(97 - 99)
Outubro/2009	35,4	8,0	0,1	0,5	0,9	17,5	3,0	34,6	4,5	95,5	81,6
n=9	(19 - 52)	(5 - 11)	(0 - 0,2)	(0 - 0,9)	(0,4 - 1,4)	(-2,3 - 37)	(-0,1 - 6,2)	(17 - 52)	(1,1 - 7,9)	(92 - 99)	(61 - 102)
Novembro/2009	29,4	5,2	0,1	1,0	0,5	42,6	1,9	19,4	3,5	96,5	56,9
n=6	(13 - 46)	(2 - 8)	(-0,1 - 0,3)	(0 - 2)	(0,1 - 0,9)	(25 - 61)	(0,1 - 3,6)	(7 - 32)	(1,7 - 5,2)	(95 - 98)	(39 - 75)
Dezembro/2009	31,6	1,1	0,1	0,5	1,1	45,4	5,2	15,2	6,8	93,2	53,5
n=10	(18 - 45)	(0,6 - 1,5)	(0 - 0,2)	(0,2 - 0,7)	(0,4 - 1,8)	(32 - 58)	(1,9 - 8,4)	(6 - 24)	(2,8 - 10,8)	(89 - 97)	(40,3 - 67)
Média 2009	34,3	5,4	0,1	0,5	0,7	26,0	2,7	30,3	4,0	96,0	73,3
n=34	(28 - 41)	(4 - 7)	(0,1 - 0,2)	(0,2 - 0,7)	(0,4 - 0,9)	(17 - 35)	(1,5 - 4)	(23 - 38)	(2,5 - 5,5)	(95 - 98)	(64 - 82)
Int.confiança=	6,2	1,6	0,1	0,2	0,3	8,9	1,3	7,7	1,5	1,5	9,0
Média Anual	25	2,8	0,5	1,9	3,7	19,8	6,9	39,4	13,1	86,9	76,5
n=114	(21,4 - 28,6)	(2,3 - 3,4)	(0,2 - 0,8)	(1,2 - 2,6)	(2,7 - 4,7)	(16 - 23)	(5,1 - 8,7)	(35,1 - 43,6)	(10,3 - 15,8)	(84,2 - 89,7)	(73 - 80)
Int.confiança=	3,6	0,6	0,3	0,7	1,0	3,6	1,8	4,2	2,7	2,7	3,5

Destruídos: predados + brocados + rachados e secos + fungados; **Aptos a Germinar:** despoldados + arranhados + intactos + transportados; **Utilizados Fauna:** despoldados + arranhados + predados + brocados + fungados + transportados. *Intervalos de confiança, $\alpha = 0,05$.

com 12,4% da polpa que chega ao solo da floresta (12,9 kg dos 104 kg de frutos/ha.ano que chegam ao solo).

O padrão das ações anuais da fauna sobre os frutos do palmitreiro, independentemente do ano reprodutivo, segue uma mesma tendência, onde a fauna tende a aumentar o uso dos frutos entre maio e agosto, período que compreende o inverno na região e, a partir de setembro a dezembro, tende a diminuir a utilização dos frutos, possivelmente pela utilização de outros recursos preferenciais aos frutos de *E. edulis*. Fato que se justifica também, pela comparação entre o número de frutos produzidos por hectare em 2008 e 2009 (599.310 e 318.046 frutos/ha respectivamente), com o percentual de frutos utilizados pela fauna nos respectivos anos (Tabela 1). Ao contrário do que se esperava, mesmo tendo o ano reprodutivo de 2009 produzido uma quantidade de frutos maduros, 47% menor que a observada em 2008, a fauna utilizou uma proporção muito próxima do total de frutos disponíveis entre os anos, 77,9% ($\pm 3,4\%$) e 73,3% ($\pm 9\%$). Entretanto, cabe destacar que a utilização deste recurso concentra-se no início do período reprodutivo (Tabela 1), evidenciando que os primeiros meses de frutificação, independente do ano reprodutivo e de sua intensidade, tem uma maior importância para o conjunto da fauna. Neste sentido, a perspectiva de ordenamento da coleta sustentável de frutos, deve considerar esta variação no consumo, que reflete períodos de dependência e períodos onde outras opções de alimentação estão disponíveis, procurando retirar os frutos da floresta quando estes apresentarem uma menor importância para o conjunto de animais envolvidos. Como por exemplo: o manejo dos frutos após o mês de setembro, em anos de alta produção, como a ocorrida em 2008 e após o mês de outubro, em anos de baixa produção, como em 2009.

O manejo dos frutos se realizado no momento certo, pode inclusive proporcionar benefícios para a ecologia do palmitreiro, como por exemplo na dispersão das sementes e na redução da densidade de plântulas localizadas sob as matrizes, pois como pode ser observado na Tabela 1, entre novembro e dezembro o percentual de sementes dispersadas foi muito baixo, ficando em média, entre 19 e 15%, quando em comparação com meses de grande atividade da fauna, onde a dispersão das sementes pode chegar a 55%.

2.4.3. Utilização dos Frutos no Solo

Os estudos das ações da fauna que se alimenta no solo, sobre as diferentes categorias de frutos disponíveis (imaturos, maduros, despolidos e de polpa seca), revelou que os frutos maduros são muito procurados pelos animais, pois somente 8% dos frutos maduros que chegaram ao solo não foram utilizados (Tabela 2 e Figura 5). Em compensação, frutos imaturos, despolidos e secos, praticamente não interessaram para a fauna, sugerindo que o recurso disputado é a polpa madura e não a semente, ou a polpa verde ou seca. Analisando os percentuais de despolidamento e transporte (Tabela 2), a preferência pelos frutos fica mais evidente, pois 98% do despolidamento e 86% da dispersão que ocorrem no solo, tem como origem frutos maduros.

Os frutos imaturos foram pouco procurados pela fauna que se alimenta no solo, permanecendo 93% intactos (Tabela 2). O motivo deste desinteresse, possivelmente, está vinculado à própria polpa verde, bem como pelo fato de que a semente nesta condição tem pouco a oferecer, pois, tem como origem, a queda de frutos nas fases inicial água e intermediário gel, onde o endosperma não está completamente formado e a presença de fungos e brocas é maior (capítulo 1 desta tese). A incidência de brocas nestes frutos foi de 0,2%, o que representa 100% do total de ataques originados por brocas nos frutos encontrados no solo.

Tabela 2: Percentuais de ações da fauna e microorganismos que alimentam-se no solo, sobre as diferentes classes de frutos disponíveis no solo.

Classes de Frutos	Ações da Fauna											
	Intactos		Despolidos		Predados		Brocados		Transportados		Podres	
	%CF	%CA	%CF	%CA	%CF	%CA	%CF	%CA	%CF	%CA	%CF	%CA
Polpa Seca	83,3	29,7	0,4	1,0	0,4	17,4	0	0	0,3	0,5	15,6	92,3
IC(±)	12,9		0,5		0,5		0		0,2		12,7	
Imaturos	93,0	33,1	0,6	1,5	0,9	39,1	0,2	100	4,8	8,2	0,5	3,0
IC(±)	11,0		1,3		1,6		0,5		10,0		1,3	
Maduros	8,0	2,9	40,2	97,6	0,5	21,7	0,0	0	50,7	86,2	0,6	3,6
IC(±)	4,3		9,1		0,5				12,2		0,8	
Despolidos	96,3	34,3	x	x	0,5	21,7	0	0	3,0	5,1	0,2	1,2
IC(±)	3,8				0,5				3,7		0,3	
Média	70,2		14		0,6		0,1		14,7		4,2	

* %CF: Percentual dentro da classe de fruto

* %CA: Percentual dentro da classe de ações da fauna

Os frutos de polpa seca, são frutos que inicialmente eram imaturos ou maduros e que no período de aproximadamente sete dias, não foram despolpados e desidrataram-se. Dentre os frutos disponíveis, aqueles de polpa seca foram os menos procurados: 98,9% permaneceu intacto (desconsiderando-se a ação dos microorganismos que resultaram no apodrecimento). O desinteresse por este tipo de fruto, provavelmente se deve a sua composição, constituída em sua maioria, por frutos imaturos, que mesmo quando intactos e túrgidos, foram pouco procurados pela fauna. Os frutos de polpa seca, destacam-se ainda, por apresentarem um percentual de apodrecimento de 15,6% (Tabela 2), o que representa 92% do total de frutos podres, fato que também se justifica pelos frutos verdes, pois estes quando caem das infrutescências apresentam-se em sua maioria imaturos, brocados e fungados (capítulo 1 desta tese).

O comportamento da fauna sobre os frutos despolpados foi muito semelhante ao verificado para os frutos imaturos e secos, onde 96,3% dos frutos não sofrem nenhuma ação dos animais (Tabela 2). No entanto, os frutos despolpados e imaturos tiveram 13% de participação na dispersão secundária, representando respectivamente 5,1% e 8,2% do total de sementes dispersado. Porém, cabe destacar, que o principal recurso alimentar oferecido pelos frutos despolpados é o endosperma da semente e, em função disso, possivelmente, as sementes serão destruídas e efetivamente pouco contribuirão na dispersão secundária, bem como os frutos verdes, que chegam ao solo na maioria das vezes, imaturos, brocados ou com o endosperma fungado.

Com base nas informações apresentadas na Tabela 2 e nas discussões anteriores, fica evidente a importância dos frutos maduros para a fauna que se alimenta no solo, bem como a sua importância na dispersão secundária. Além disso, os resultados obtidos permitem perceber como este sistema ecológico é sensível, pois a quantidade de frutos maduros que chega ao solo da floresta já é pequena, apenas 22,6% do que é produzido em uma infrutescência (19,8% intactos + 2,8% arranhados = 104 kg/ha.ano dos 459 kg/ha.ano disponíveis nas infrutescências), e destes, apenas 8% não são consumidos. Ou seja, somente 1,8% do total de frutos maduros produzidos não foi utilizado pelos animais (8,3 kg/ha.ano - aprox. 3,8 infrutescências maduras/ha.ano). O que evidencia a importância deste recurso alimentar na floresta e justifica a consideração do palmitreiro como uma planta “Bagueira” como discute Reis (1995).

Os aspectos discutidos alertam sobre o risco da concessão de autorizações no que tange à coleta de frutos em áreas de floresta nativa,

a ponto de comprometer a sobrevivência e multiplicação da fauna, bem como, pela inexistência dos animais, interromper a dinâmica evolutiva das florestas por reduções críticas no seu fluxo gênico, através do transporte das sementes. Problemas também discutidos por Phillips (1997) e mais especificamente por Seoane *et al.* (2005) com *E. edulis*, em áreas fragmentadas de pequeno tamanho, sugerindo que em populações isoladas a longo prazo, ocorram efeitos negativos na dinâmica do fluxo gênico da espécie e na sobrevivência local das espécies frugívoras associadas.

2.4.4. Dispersão e Comportamento dos Dispersores

A dispersão é um dos acontecimentos de maior importância ecológica nas florestas. A dispersão dos frutos e sementes é o principal processo responsável pelo fluxo de genes, pela colonização e recuperação de novas áreas e pelo afastamento dos propágulos das plantas matrizes. Processos estes que reduzem os efeitos danosos do parentesco e da endogamia; restauram a fragmentação florestal e ainda reduzem a densidade de plântulas que germinam perto das matrizes de que tiveram origem, o que reduz doenças, predação e a competição entre irmãos (Janzen, 1970; Connell, 1971, 1979). Neste sentido, é fundamental destacar que o agente responsável por estes serviços de valor inestimável é a fauna, e que grande importância deve ser dada à manutenção de áreas que ofereçam condições para sua sobrevivência (Howe e Smallwood, 1982; Morellato e Leitão-Filho, 1992; Phillips, 1997).

Analisando os dados obtidos, pode-se perceber que a principal forma de dispersão que ocorre com os frutos do palmeiro é a primária, pois o transporte de 39,4% ($\pm 4,2\%$) do total de frutos produzidos ocorre pela ação direta da fauna sobre as infrutescências (Tabela 1 e Figura 5).

Os animais mais observados alimentando-se nas infrutescências, durante as avaliações, foram as aves, e dentre elas, as mais comuns foram: tucanos (*Ramphastus discolorus*), araçaris (*Baillonius bailoni*, *Selenidera maculirostris*), aracuans (*Ortalis squamata*), tirivas (*Pyrrhura frontalis*), periquitos (*Brothogeris tirica*), papagaios (*Pionus maxamiliani*), sabiás (*Turdus amaurochalinus*, *Platycichla flavipes*) e outras aves de pequeno porte.

O comportamento alimentar mais comum observado, foi o transporte, como os próprios dados indicam, porém este se caracterizou, na maioria das vezes, como de pequena distância, o que resulta na curva

leptocúrtica de dispersão, concentrada próximo as matrizes, já observada por Reis (1995), Matos e Watkinson (1998) e Reis e Kageyama (2000).

Esta movimentação, basicamente se constitui no ato de apanhar os frutos em pequenos vôos e pousar em um poleiro próximo. Neste procedimento, 2,8% ($\pm 0,6\%$) do total de frutos foi derrubado abaixo dos cachos, dentro dos coletores. As aves mais observadas com este comportamento, foram as menores, e o fato de perderem os frutos provavelmente se deve a dificuldade de segurá-los.

Aves maiores, como tucanos, papagaios, periquitos e tirivas, procuram alimentar-se pousadas sobre as infrutescências. Tucanos, periquitos e tirivas geralmente realizam uma despolpa completa, ao contrário dos papagaios, que foram observados retirando apenas um lado da polpa, preferencialmente no lado do fruto onde se encontra uma pequena depressão, denominada de rafe. Este comportamento disponibiliza mais polpa para a fauna que se alimenta no solo, principalmente pelo fato de derrubarem muitos frutos em uma única visita.

Apesar da bibliografia citar a predação de sementes de *Euterpe edulis* por tirivas e papagaios este comportamento não foi observado. No caso das tirivas (*Pyrrhura frontalis*) por formarem bandos, observou-se relações de dominância entre os animais, onde de três a quatro aves alimentavam-se da infrutescência madura e, por disputa, forçavam as demais a alimentarem-se nas infrutescências imaturas da matriz em que pousavam. Esta ação, apesar de não destruir as sementes, exerce um efeito predatório, pois os embriões das sementes nos frutos imaturos estão em formação e conseqüentemente possuem limitada capacidade de germinação.

Nos coletores instalados nas matrizes, também foram capturados alguns animais, caídos e armazenados junto com os frutos, como por exemplo: ratos, cobras, aranhas, besouros, escorpiões, caracóis e grilos, bem como diferentes tipos de penas, pelos e fezes, sendo estas últimas, compostas na grande maioria das vezes, por polpa seca dos frutos de *E. edulis*. O hábito de alguns animais defecarem sobre as infrutescências alerta para o risco de zoonoses. Dos animais caídos nos coletores, cabe destacar que uma espécie de caracol foi capturada 28 vezes, inclusive observada durante a contagem dos frutos. Esta espécie, realiza uma despolpa muito superficial dos frutos, deixando epiderme dos frutos rugosa, com o aspecto semelhante ao de um ataque de fungos. Estando sua presença sempre vinculada, como as de outras espécies de caracol, a semanas chuvosas e úmidas.

Além dos frutos de palmitero, sementes de 8 espécies foram observadas nos coletores (*Inga sessiliss*, *Talauma ovata*, *Cabralea canjerana*, *Virola oleifera*, *Annona cacans*, *Ocotea* sp., *Eugenia* sp., e sementes de uma liana não identificada), retratando o transporte e a dispersão de propágulos de outras plantas, bem como o processo de alimentação dos animais, que envolve visitas em diferentes espécies da flora.

Já a dispersão secundária, que caracteriza-se pela movimentação dos frutos caídos no solo, envolveu o transporte de 12,6% dos frutos que chegam ao chão (Figura 5), 11% do total de frutos produzidos, que tem como origem 19,8% de frutos intactos, 25% de frutos despolpados, 2,8% de frutos arranhados e 39,4% de frutos transportados (Tabela 1). Sendo representada principalmente pela movimentação dos frutos maduros que chegam ao solo, responsáveis por 86,2% da dispersão secundária. Cabe destacar, que este valor de 11% da dispersão secundária é subestimado, pois a fauna que se alimenta no solo, pode ainda, movimentar os frutos e sementes transportados pela dispersão primária. No entanto, este percentual não será muito maior, pois como os animais na dispersão primária transportam os frutos motivados pelo interesse na polpa, os frutos muito provavelmente serão descartados despolpados, e como apresentado na Tabela 02, estes são pouco dispersados pela fauna que atua no solo.

Dos animais observados no solo, destacam-se as formigas e roedores. Entre as formigas, foram observadas duas espécies, e ambas não transportaram os frutos. A formiga tigre (*Dinoponera australis*), que embora seja considerada carnívora, despolpa os frutos onde os encontra, no nível do solo; e as formigas da segunda espécie (não identificada), mesmo sendo muito menores que as anteriores, preferem enterrar os frutos no processo de despolpa, geralmente a uma profundidade de 1cm. Não foram identificadas as espécies dos roedores que se alimentaram dos frutos de *E. edulis*, mas cabe destacar, que a medida que uma grande quantidade de frutos maduros começava a amontoar-se na área de amostragem, por volta de 100, tocas de ratos eram cavadas muito próximas, entre as raízes da planta matriz. A ação dos ratos, porém não se limitou a despolpa dos frutos no solo, pois estes animais conseguiram subir nas matrizes e alimentar-se sobre as infrutescências, fato confirmado pela captura acidental de dois animais dentro dos coletores. A captura acidental de uma jararaca (*Bothrops jararaca*) nos coletores, possivelmente faz parte deste ciclo ecológico, onde cobras também devem utilizar as infrutescências como território de caça.

Foram ainda observadas, 12 fezes de animais de maior porte, dispostas ao longo de carreiros, que continham em média 16,4 sementes completamente despulpadas e aptas a germinar, possivelmente atribuídas a catetos (*Tayassu tajacu*), que foram observados na área. O número máximo de sementes encontrado por fezes foi de 37 sementes.

2.4.5. Modelo do Consumo de Frutos e Percentual de Sementes Disponibilizadas para a Regeneração Natural

As sementes disponibilizadas para o processo de regeneração natural, têm basicamente como origem: os frutos intactos 19,8%, os frutos despulpados 25%, os frutos arranhados 2,8% e os frutos dispersados 39,4% (Tabela 1 e Figura 5). No entanto, estes percentuais sofrem ainda reduções, por conta dos processos ecológicos que ocorrem no solo, estando sujeitos novamente ao despulpamento, predação, transporte e apodrecimento causado por microorganismos.

Analisando inicialmente os 25% de frutos que chegam ao solo despulpados, pode-se perceber que destes, 96,3% permanecerão intactos, 3% serão transportados e 0,7% serão destruídos pela predação e apodrecimento (Tabela 2). No entanto cabe destacar, que este transporte de 3%, é motivado pelo endosperma da semente, pois trata-se de um fruto despulpado, logo a chance de serem predados é alta, e por este motivo foram considerados como destruídos. Assim resulta em 3,7% ($3,0+0,5+0,2$) de sementes destruídas, reduzindo o percentual de 25% para 24,1%. No entanto cabe considerar que estes frutos também estão sujeitos ao ataque de fungos e, ao contrário do valor obtido para frutos intactos, este ainda não está corrigido. Para isso, utilizou-se o percentual médio de frutos fungados encontrado em cada amostra, de cada coletor, durante o período em que os frutos estavam maduros e sujeitos ao transporte e despulpamento, cujo valor encontrado foi de 21%. Resultando em uma participação de 19% no processo de regeneração (Figura 5).

Este percentual de 21%, também se justifica pelos resultados obtidos com o plantio de 8.222 sementes despulpadas por animais, oriundas de 67 matrizes dentre as estudadas, onde o percentual de germinação foi de 79%. Correções deste valor, referentes ao ataque de brocas, não foram necessárias pois durante a fase de fruto maduro, não ocorreram ataques de brocas.

Estudando os frutos maduros que chegam ao solo, compostos pelos frutos caídos intactos 19,8% e 2,8% referente aos frutos

arranhados ($19,8+2,8=22,6\%$), percebe-se, observando a Tabela 2, que 40,2% serão despulpados, 8% permanecerão intactos, 50,7% serão transportados e 1,1% serão perdidos através do apodrecimento e predação. Os 40,2% que serão despulpados no solo, passam a se comportar como os frutos que chegam ao solo despulpados, ou seja: 96,3% contribuirão com a regeneração e 3,7% serão destruídos. Desta forma, dos 40,2% que serão despulpados, apenas 38,7% dos 22,6% de frutos maduros que chegam ao solo da floresta, contribuirão no processo de regeneração (8,75%). Já os 50,7% que são transportados no solo, possuem polpa, o que leva a acreditar que estes serão preferencialmente despulpados, como sugerem os dados apresentados na Tabela 2. Porém como evidenciam os dados da Tabela 2, para os frutos maduros, provavelmente 0,5% serão predados, 0,6% apodrecerão e os 98,9% restantes deverão ser despulpados (11,33%). No entanto, tornando-se despulpados, estes assumem o comportamento verificado para os frutos despulpados presentes no solo, onde novamente 96,3% contribuirão com a regeneração (10,91%) e 3,7% serão destruídos (0,42%).

Neste sentido, dos 50,7% de frutos transportados no solo, 48,82% contribuirão para o processo de regeneração. Desta maneira, dos 22,6% de frutos maduros que chegam ao chão da floresta intactos, 95,5% das sementes ($8+38,7+48,82$) contribuirão com a regeneração natural, ou seja, 21,47% (Figura 5).

Considerando que o principal atrativo associado à dispersão primária é a polpa, 39,4% dos frutos, transportados no contexto da dispersão primária, serão possivelmente despulpados. No entanto, foi observado nos coletores 0,5% de predação, o que possivelmente ocorrerá também com os frutos transportados. Assim, o percentual de frutos transportados aptos a germinar será reduzido para 39,2%. Cabe considerar que estes frutos também estão sujeitos ao ataque de fungos, sendo necessário a correção. Para isso, utilizou-se o percentual médio de frutos contaminados por fungos encontrado em cada amostra, de cada coletor, durante o período em que os frutos estavam maduros e sujeitos ao transporte; o valor encontrado foi de 21%. O que reduz o valor de 39,2% para 31%. Como estes frutos chegarão ao solo despulpados, sofrerão ainda 0,5% de predação, 0,2% de apodrecimento e 3% de transporte, sendo este motivado pelo endosperma da semente, o que provavelmente as destruirá. Computando estas perdas - 3,7%, o percentual de frutos transportados aptos a germinar ficará então em 29,9% (Figura 5).

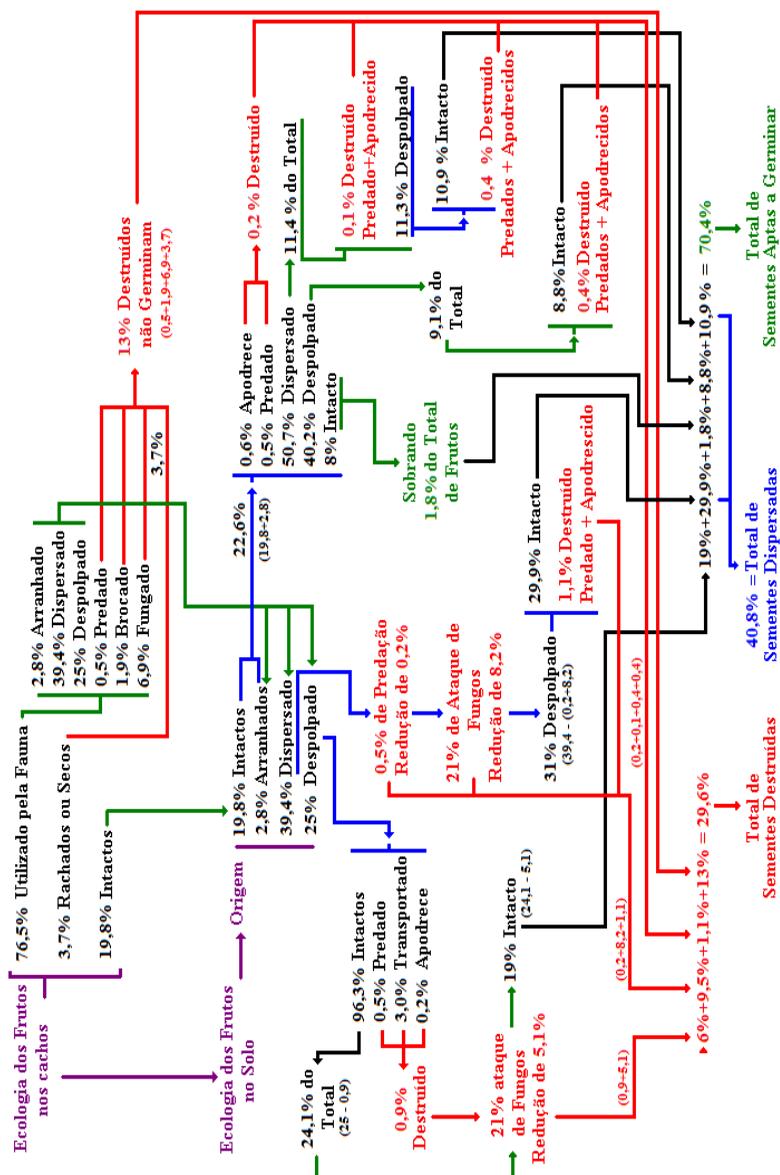


Figura 5: Esquemático dos eventos ecológicos ocorridos durante a frutificação de *E. edulis*.

Contabilizando todas as etapas, tem-se 70,4% (19+21,5+29,9) do total de frutos que chegam a fase de fruto maduro e que poderão germinar (Figura 5). Do percentual destruído, 13% ocorrem por ações diretas da fauna sobre as infrutescências (Tabela 1 e Figura 5), onde 0,5% dos frutos são predados, 1,9% são brocados, 3,7% racham ou secam e 6,9% são atacados por fungos. A destruição dos 16,6% restantes, ocorrem principalmente no solo e durante a dispersão, onde tem-se mais 13,3% referente ao ataque de fungos e 3,3% referente à predação e ao apodrecimento. Estes resultados são resumidos na Figura 5, onde tem-se: 70,4% de sementes aptas a germinar e 29,6% de sementes destruídas (20,2% destruídas por fungos, 1,9% por brocas, 3,8% por predação e microorganismos e 3,7% devido a frutos secos e rachados).

O total de sementes dispersadas, descontando-se as sementes destruídas, totaliza 40,8%, onde 29,9% têm como origem a dispersão primária e 10,91% a dispersão secundária de frutos caídos sob as matrizes. Considerando a dinâmica da regeneração natural do palmeiro, onde a densidade de plântulas é maior próxima das matrizes, devido a dispersão leptocúrtica das sementes (Reis e Kageyama, 2000), bem como, aos efeitos fortemente limitantes ao desenvolvimento impostos pela densidade, causa esta, da forte competição intraespecífica que se estabelece, muito provavelmente estes 40,8% de sementes dispersadas é que produzirão a geração de plântulas que eventualmente substituirá as atuais matrizes. Isto implica em considerar que, dos 70,4% de frutos que poderão germinar, somente os 40,8% dispersados é que encontrarão condições efetivas de se estabelecerem, pois os 29,6% restantes que não são dispersados estarão anualmente sujeitos a novas chuvas de sementes oriundas de seus genitores, bem como a condições limitantes impostas pelo próprio sítio, como a queda de folhas, cachos e espigas da própria matriz de que tiveram origem. Tonetti e Negrelle (2001) em seus estudos sobre a dinâmica da regeneração natural, apontam a queda de folhas ou galhos como responsável pela mortalidade anual de 20,6% das plântulas de *E. edulis*.

2.4.6. Germinação de Sementes

A germinação das sementes foi acompanhada em casa de vegetação e a campo. Em casa de vegetação, foram utilizadas 8.222 sementes despulpadas por animais provenientes de 67 matrizes nas quais os coletores foram instalados. O plantio das sementes ocorreu entre

março e dezembro de 2008, seguindo o período de oferta de frutos maduros e a disponibilidade dos mesmos nos coletores. Em 01/04/09, a avaliação revelou que em condições controladas de umidade e sem predação por animais (fungos não foram controlados), 79% das sementes formaram plântulas e 21% apodreceram. O percentual de sementes destruídas, possivelmente tem como agente causador o ataque de fungos, uma vez que foi observado em percentual idêntico na análise interna dos frutos maduros caídos nos coletores. Em condições naturais, seria necessário acrescentar as perdas referentes ao ataque de brocas (que ocorrem nas fases de fruto imaturo), a predação, e a incidência de frutos rachados e secos, o que elevariam as perdas e reduziriam o percentual de germinação para 70,4% (Figura 5).

A germinação ocorrida a campo foi avaliada em várias datas (Tabela 3), tomando como unidades amostrais as mesmas unidades utilizadas para o estudo da fauna que se alimenta no solo. Os percentuais de sementes germinadas foram obtidos em relação ao total de sementes, frutos e plântulas gerados no ano reprodutivo de 2008, presentes no solo nas diversas amostras que compõem cada avaliação. Neste sentido, não refletem o potencial germinativo total das sementes da população e, sim a condição temporal que os diferentes agrupamentos de frutos imaturos, maduros e secos, formados no solo pela queda natural das infrutescências, estiveram submetidos.

Tabela 3: Percentual de germinação em relação ao número total de frutos, sementes e plântulas presentes no solo em cada avaliação, produzidos durante o ano reprodutivo de 2008.

Data de Avaliação	Total de frutos, sementes e plântulas presentes no solo	Total de Plântulas	% de Germinação
25/7/08	3898	1617	41,5
15/8/08	4264	2696	63,2
29/8/08	4922	3759	76,4
12/9/08	4629	3482	75,2
1/10/08	4998	4022	80,5
22/10/08	5369	5091	94,8
14/11/08	5974	5831	97,6
4/3/09	8094	2385	29,5
Média			69,8

Os dados revelaram percentuais crescentes de germinação entre julho e novembro/08, variando de 41,5% a 97,6% (Tabela 3). O aumento observado, descreveu a redução dos percentuais de frutos imaturos e secos na composição dos propágulos disponíveis no solo, produto do desenvolvimento contínuo do conjunto de infrutescências da população. Onde, a partir de 15 de agosto/08, não são encontrados mais frutos imaturos e o percentual de frutos secos atinge no máximo 4%. Os frutos imaturos afetam negativamente o percentual de germinação pois chegam ao solo em sua grande maioria, com o embrião em formação, resultado de abortos ocorridos naturalmente ou ainda gerados pelo ataque de brocas e fungos, o que compromete a germinação. Já os frutos secos são compostos quase que exclusivamente por frutos imaturos que secaram, pois somente 8% dos frutos maduros que chegam ao solo permanecem intactos e secam (Tabela 2), logo também apresentam os mesmos problemas relacionados à germinação.

Entre 15/8/08 e 14/11/08, observaram-se os maiores percentuais de germinação, ocasionados pela participação cada vez mais exclusiva dos frutos maduros com e sem polpa (despolpados), frutos que chegam ao solo com sementes completamente desenvolvidas e livres de brocas, entretanto, apresentam endosperma contaminado por fungos.

A contaminação por fungos varia com a fase de desenvolvimento, mesmo dentro da classe de frutos imaturos, onde quanto mais jovem for o fruto, maior o percentual de fungos encontrado, e a medida em que estes se desenvolvem, o percentual de frutos caídos nos coletores com endosperma fungado vai diminuindo e em algumas infrutescências chega a zero. Para a fase de fruto imaturo, em média 41% (n:157) do total de frutos caídos nos coletores apresentou endosperma visivelmente contaminado por fungos, já na fase de fruto maduro, este percentual chegou em média a 21% (n:360), atingindo menos de 5% em infrutescências com maturação mais avançada. O que vai de encontro aos resultados apresentados pela Tabela 3, onde entre 22/10/08 e 14/11/08, em função do término dos frutos e da máxima maturação, as sementes apresentam maior percentual de germinação.

A partir de novembro de 2008, cessa a reposição de sementes, pois ocorre o término dos frutos nas infrutescências e observa-se a redução no percentual de sementes germinadas, em 04/03/09, 12 meses após o início da queda de frutos, 64,8% dos frutos, sementes e plântulas presentes no solo em 14/11/08, e geradas no ano reprodutivo de 2008, já tinham sido destruídos; encontrando-se apenas 29,7% de sementes germinadas e somente 5,5% de sementes viáveis a germinação. Resultados que são coerentes com os obtidos por Reis e Kageyama

(2000), que observaram que após seis meses na serapilheira, 36,2% das sementes estavam germinando, 8,7% ainda apresentavam potencial germinativo e 55,1% estavam mortas.

Pelas estimativas obtidas a partir do consumo de frutos pela fauna, onde 70,4% dos frutos maduros produzidos apresentam condições de germinar e pelos dados obtidos com testes de germinação, que evidenciam altos percentuais, tudo leva a acreditar que grande parte dos propágulos acabe sendo destruído nos primeiros estágios da fase de plântula. Estudos sobre a regeneração natural de *E. edulis* (capítulo 3 desta tese), conduzidos durante 15 anos consecutivos em mata secundária avançada, com características semelhantes à área de estudo, apresentaram taxas de mortalidade média para o primeiro ano de vida das plântulas de 51%. Resultados semelhantes foram obtidos por Conte *et al.* (2000), que observou percentuais de mortalidade de 47,2% e 40,9%, para o primeiro ano de vida de plântulas em ambiente de mata primária e secundária avançada respectivamente.

Como o percentual máximo, estimado para a germinação de sementes dentro da floresta, foi de 70,4%, possivelmente estes 70,4% são os 100% de plântulas avaliadas no capítulo 3 desta tese e por Conte *et al.* (2000), pois em ambos os estudos, as avaliações anuais foram realizadas entre dezembro e janeiro, momento em que se observou a maior taxa de germinação a campo, 97,6% em 14/11/08. Neste sentido, a mortalidade média de 51% encontrada para o primeiro ano de vida das plântulas, possivelmente refere-se à destruição de 35,9% (51% de 70,4%) das sementes que poderiam germinar (70,4%). Conseqüentemente, sobreviveriam ao primeiro ano 49% das plântulas, o que corresponderia a 34,5% das sementes aptas a germinar no presente estudo. Como em 04/03/09 foram encontrados 35,2% de sementes germinadas e aptas a germinar (29,7+5,5%), os resultados são convergentes. Entretanto deve-se considerar que nos três primeiros meses após as avaliações (capítulo 3 desta tese), ocorreriam pelo menos 50% da mortalidade observada para as plântulas. O que é coerente, pois como indicado na Tabela 3, de 14/11/08 a 04/03/09, 68,1% das sementes que formaram plântulas já haviam morrido (97,6%-29,5%=68,1%).

2.4.7. Conseqüências para o Manejo

E. edulis em função de sua densidade, naturalmente elevada em populações naturais preservadas, apresenta muitas matrizes/ha, em

função disso, bem como, pelo número de infrutescências produzidas por planta e número de frutos gerados por infrutescência, apresenta-se como um importante recurso econômico e fonte de alimento para a fauna, estando inclusive disponível em até 10 meses do ano (capítulo 1 desta tese).

No entanto, existem dentro da floresta mecanismos complexos de competição e equilíbrio entre as espécies, além de fatores ambientais decisivos nos processos de reprodução e controle populacional. *Euterpe edulis* está sujeito a estes processos e a dinâmica ecológica que envolve a produção, consumo e predação de seus frutos, sementes e plântulas, são uma evidência clara de sua conectividade com o restante da comunidade florestal. Desta maneira, de acordo com os resultados obtidos, ações antrópicas dentro das florestas visando a colheita dos frutos ou aumento da produtividade, poderiam perturbar este delicado equilíbrio e colocariam em risco além do palmitero, outras espécies envolvidas com seu ciclo reprodutivo, algumas das quais como o próprio palmitero, já declaradas ameaçadas de extinção. Tanto diretamente, através de espécies que alimentam-se em *E. edulis*, como indiretamente, pelas espécies que dependem de animais que se alimentam em *E. edulis*, quer sejam espécies da flora, para as ações de dispersão e polinização, quer sejam espécies da fauna, pela predação e controle populacional.

Além disso, os resultados obtidos, por seu pioneirismo, trazem uma série de implicações contra a coleta de frutos em áreas de mata nativa, inclusive de outras espécies, pois apresentam evidências claras de que a extração de frutos deve ser muito criteriosa. No caso do palmitero, existe um pequeno excedente de frutos maduros (1,8% do total produzido, - aproximadamente 8,3 kg/ha.ano ou 3,8 infrutescências maduras/ha.ano), inviabilizando economicamente o manejo e sobretudo colocando em risco a fauna que depende deste recurso para a sobrevivência.

Neste sentido, regulamentações visando a coleta de frutos, devem se preocupar muito com a quantidade de frutos extraída, com o número de matrizes e sobretudo com a época em que a espécie manejada frutifica, dando especial atenção e rigor, na regulamentação dos processos de manejo que envolvam espécies que frutificam em períodos críticos de oferta de frutos, onde evidentemente a dependência de frutos pela fauna é maior.

O levantamento da fenologia de frutificação de outras espécies seria de grande valor para caracterizar a importância dos frutos de *Euterpe edulis* dentro da floresta ao longo do ano, a fim de levantar

outras possibilidades de alimentação para a fauna. Entretanto, esta metodologia também apresenta limitações, pois é apenas um indicativo da presença de outros tipos de frutos, que poderão ou não, serem utilizados como alimento, de acordo com as diferentes necessidades e possibilidades de alimentação das espécies da fauna envolvidas.

Além disso, a intensidade e alternância na frutificação, bem como, a própria composição das espécies nas diferentes florestas e principalmente fragmentos, é variável, o que limita a precisão e a extrapolação de resultados, reforçando o princípio da precaução quanto à coleta de frutos em áreas nativas, afim de oferecer condições mínimas para a sobrevivência da fauna e flora.

Estudos adicionais sobre a fauna também destacam-se como necessários, sobretudo no que se refere ao tamanho dos fragmentos e o suporte populacional desejado, pois fragmentos pequenos que não comportem predadores de topo de cadeia, podem levar a um excesso na fauna de pequenos frugívoros, assim, quanto maior a oferta de alimento maior será o crescimento populacional destes animais, e portanto dificilmente ocorrerá um excedente de frutos a ser manejado. Além destes aspectos, Troian (2009), destaca que variáveis de habitat, relacionadas com a cobertura de sub-bosque, a serapilheira e a disponibilidade de água e frutos, parecem ter maior influência na utilização dos frutos pela fauna.

Os resultados obtidos também trazem um questionamento em relação as regulamentações que definiram critérios para o manejo sustentado de *E. Edulis*, visando a extração do palmito, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Tais regulamentações estipulam a permanência de apenas 50 matrizes/ha, e como demonstram os resultados obtidos, mesmo sem o corte de nenhuma matriz, mantendo-se as 229 matrizes/ha, o excedente de frutos praticamente não existe. Neste sentido, alterações tornam-se necessárias para garantir a sobrevivência da fauna. A proibição do corte das matrizes seria um caminho, sobretudo as que produzem mais frutos e cachos, situadas na faixa de 14 e 17 cm de DAP (capítulo 1 desta tese). Ação que poderia beneficiar também a regeneração natural da espécie, pois o número de sementes produzidas seria muito maior, conseqüentemente também o número de plântulas em crescimento e reposição dos estoques subtraídos com manejo, visto que a mortalidade nos bancos de plântulas de *E. edulis* é um dos processos mais críticos do seu manejo, com valores superiores a 86% de mortalidade para cada banco anual de plântulas após 6 anos (Conte *et al.*, 2000). Entretanto, os efeitos da densidade de plântulas e da distância da matriz mais próxima

teriam que ser considerados, pois estão relacionados ao aumento da mortalidade da regeneração natural (capítulo 3 desta tese).

2.5. Bibliografia

BARROSO, R.M.; REIS, A.; HANAZAKI, N. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo. **Acta bot. bras.**, v. 24, n. 2, p. 518-528, 2010.

CONNELL, J.H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forests trees. In: DENBOER, P.J.; GRADWELL, G.R. (Ed.). **Dynamic populations**. Wageningen: Center for Agricultural Publishing and Documentation, 1971, p.298-312.

CONNELL, J.H. Tropical rain forests and coral reefs as open non equilibrium systems. In: ANDERSON, L.R.; TURNER, B.D.; TAYLOR, L.R. (Ed.). **Population dynamics** – Symposium of British Ecol. Soc. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1979, p.141-163.

CONTE, R.; REIS, M.S.; REIS, A.; MANTOVANI, A.; MARIOT, A.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis*. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 106-130.

FANTINI, A.C.; RIBEIRO, R.J.; GURIES, R.P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na Floresta Ombrofila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 256-280.

FRAVETO, R. **Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae)**. 2010, 140f. Tese de doutorado, UFRGS.

FRAVETO, R. e BAPTISTA, L.R.M. Growth of *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) under forest and agroforestry in southern Brazil. **Agroforest Syst.**, v. 80, p. 303-313, 2010.

GALETTI, M. e CHIVERS, D.J. Palm harvest threatens Brazil's best protected area of Atlantic Forest. **Oryx**, v. 29, n. 4, p. 225-226, 1995.

GALETTI, M. e ALEIXO, A. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. **Journal of applied ecology**, v. 35, p. 286-293, 1998.

GALETTI, M.; KEUROGHLIAN, A.; HANADA, L.; MORATO, M.I. Frugivory and seed dispersal by the Lowland Tapir (*Tapirus terrestris*) in Southeast Brazil. **Biotropica**, v. 33, n. 4, p. 723-726, 2001.

GALETTI, M.; LAPS, R.; PIZO, M.A. Frugivory by toucans (Ramphastidae) at two altitudes in Atlantic rain forest of Brazil. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 842-850, 2000.

GALETTI, M.; MARTUSCELLI, P.; OLMOS, F.; ALEIXO, A. Ecology and conservation of the jacutinga *Pipile jacutinga* in the atlântic forest of Brazil. **Biological Conservation**, v. 82, p. 31-39, 1997.

GENINI, J.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, v. 204, n. 2, p.131-145, 2009.

HENDERSON, A. The genus *Euterpe edulis* in Brazil. In: REIS, A. e REIS, M.S. *Euterpe edulis* Martius – **Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 1-22.

HOWE, H.F. e SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 904, p. 501-528, 1970.

KLEIN, R.M.; PASTORE, U.; COURA NETO, A.B. Vegetação. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. 1986, p. 35-36.

LAPS, R. R. **Frugivoria e dispersão de sementes de palmitheiro (*Euterpe edulis* Martius, Arecaceae) na mata atlântica, sul do estado de São Paulo**. 1996. 77f. Dissertação (Mestrado), UNICAMP, Campinas-SP.

LAPS, R.R. Frugivoria e dispersão de sementes de palmitero por aves na Mata Atlântica do estado de São Paulo. In: B. F. AMARAL FILHO (Ed.) **Encontro de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, III**. UNICAMP, Campinas, Brasil, 1993, 58p.

LUDWIG, G.; AGUIAR, L.M.; ROCHA, V. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigrurus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do Estado do Paraná. **Neotropical Primates**, v. 13, n. 3, p. 12-18, 2005

MACFADDEN, J. **A produção do açaí a partir dos frutos do palmitero (*Euterpe edulis* Martius) na mata atlântica**. 2005. 100f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

MATOS, D.M.S. e WATKINSON, A.R. The fecundity, seed, and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in Southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 30, n. 4, p. 595-603, 1998.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.R.; REIS, M.S.; PUCHALSKI, A.; NODARI, R.O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.451-458, 2005.

MIKICH, S.B. A dieta frugívora de *Penelope superciliaris* (Cracidae) em remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil e sua relação com *Euterpe edulis* (Arecaceae). **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 207-217, 2002.

MORELLATO, P.C. e LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi, p.112-140. In: P.C. MORELLATO (ed.) **História Natural da Serra do Japi**. Campinas, UNICAMP/FAPESP, 1992.

PHILLIPS, O.L. The changing ecology of tropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v. 6, p. 291-311, 1997.

PIZO, M.A.; SILVA, W.R.; GALETTI, M.; LAPS, R. Frugivory in cotingas of the Atlantic forest of southeast Brazil. **Ararajuba**, v.10, n. 2, p. 177-185, 2002.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe. edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC.** 1995. 154f. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

REIS, A. e KAGEYAMA, P. Y. A. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe. edulis* Martius - Palmae). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado.** 2000, p. 60-92.

REIS, A.; REIS, M.S.; FANTINI, A.C. Manejo de Rendimento Sustentado de *Euterpe edulis* Martius. In: Congresso florestal estadual, 2., 1992, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata-RS, 1992a, v.5, p. 1226-1232.

REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado.** 2000, 335p.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biol. Conserv.** v. 142, n.6, p. 1141-1153, 2009.

SEOANE, C.E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; RIBEIRO, A.; MATIAS, R.; REIS, M.S.; BAWA, K.; SEBBENN, A.M. Efeitos da fragmentação florestal sobre a imigração de sementes e a estrutura genética temporal de populações de *Euterpe edulis* Mart. **Revista do Instituto Florestal,** São Paulo, v.17, n.1, p.25-43, 2005.

TONETTI, E.L. e NEGRELLE, R.R.B. Dinâmica do banco de plântulas de palmito em ambiente natural. **Scientia agraria,** v. 2, n.1-2, p. 79-85, 2001.

TROIAN, L.C. **Contribuições ao manejo sustentado dos frutos de *Euterpe edulis* Martius: estrutura populacional, consumo de frutos, variáveis de hábitat e conhecimento ecológico local no sul do Brasil.** 2009. 73f. Dissertação (Mestrado), UFRGS.

VIVAN, J.L. Bananicultura em sistemas agroflorestais no Litoral Norte do RS. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável,** v. 3, n. 2, p. 17-23, 2002.

ZIMMERMANN, C.E. A dispersão do palmitreiro por passeriformes. **Ciência Hoje**, v.12, p. 18-19, 1991.

CAPÍTULO 3.

DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL

3.1. Efeito da Densidade de Plântulas sobre a Regeneração Natural de *Euterpe edulis* em diferentes Estádios Sucessionais

3.1.1. Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar a dinâmica da regeneração natural do palmitero em florestas em diferentes estádios sucessionais, esclarecendo questões quanto aos efeitos da mortalidade e crescimento, dependentes de densidade. A área de estudo está localizada em São Pedro de Alcântara-SC e apresenta 6 parcelas permanentes, onde foram avaliadas anualmente durante 14 anos todas as plantas pertencentes a regeneração natural, sendo estas classificadas em três classes de altura (classe: I até 10cm, II de 10-50cm, e III acima de 50cm). Os dados foram estruturados em tabelas de frequência, investigando-se o comportamento individual das plântulas em função da densidade e distância da matriz mais próxima, bem como da estrutura da floresta (Mata Secundária Avançada - MSA e Mata Secundária Inicial - MSI), e a relação destas variáveis com a mortalidade, desenvolvimento e distribuição espacial das plântulas. Os resultados obtidos confirmam a hipótese de Janzen (1970), ficando evidente que, com o aumento da densidade e da proximidade das matrizes, ocorrem reduções das taxas de desenvolvimento e aumento das taxas de mortalidade. Os dados referentes à distribuição espacial, também confirmam esta hipótese, apresentando uma redução no número de indivíduos presentes nas classes II e III da regeneração com o aumento da densidade. Quanto às condições impostas pelo ambiente, percebe-se que tanto no estádio de MSI, como no estádio de MSA, os efeitos ocasionados pela densidade seguem o mesmo modelo. Porém, no estádio mais inicial, provavelmente devido a maior disponibilidade de luz, as taxas de crescimento e mortalidade são maiores e menores, respectivamente. No que se refere a influência da densidade no crescimento das plântulas, em todos os ambientes estudados, os maiores percentuais foram observados em classes de densidade de até 10 plântulas em 4m², sendo estas encontradas em distâncias entre 5 e 7 metros das matrizes em MSA e entre 7 e 10 metros em MSI, o que destaca a importância da dispersão das sementes pela fauna. Na condição ambiental de MSA, o crescimento

foi fortemente limitado a partir da densidade de 11 a 15 plântulas em 4m², e no estágio de MSI, esta limitação não ocorreu. Entre as classes de regeneração, a que se demonstrou menos limitada pela densidade quanto ao crescimento foi a classe I, seguida pela II e III respectivamente.

Palavras-chave: *E. edulis*, regeneração natural, densidade dependente.

3.1.2. Introdução:

Euterpe edulis é uma espécie climácica de caráter umbrófilo, pertencente à família Arecaceae e nativa da Mata Atlântica do Brasil (Klein, 1980). Instala-se na floresta no estágio sucessional denominado de *miconietum*, ocupando o extrato médio e destacando-se como uma das espécies arbóreas mais abundantes de sua categoria (Klein, 1980). Foi por muito tempo a principal palmeira produtora de palmito da região sul do Brasil, o que a tornou alvo de intensa exploração a partir da década de 60 (Fantini *et al.*, 2000). Atualmente, além de servir como matéria prima para a produção de palmito e estar incluída na lista de espécies brasileiras em extinção (Brasil, 2008), *E. edulis* apresenta crescente demanda pela extração de seus frutos, utilizados localmente como substituto ao açaí (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) (Vivan, 2002; Macfadden, 2005; Troian, 2009 ; Barroso *et al.*, 2010; Favreto e Baptista, 2010).

Levando em consideração sua importância ecológica e econômica, o palmitreiro vem sendo estudado como uma espécie modelo para o manejo sustentado na Floresta Tropical Atlântica. Estes estudos estão relacionados, principalmente, à demografia, crescimento dos indivíduos e dinâmica da regeneração natural (Reis e Reis, 2000). Dentre estes pontos, o conhecimento dos processos que envolvem a regeneração natural são indispensáveis para que haja a manutenção da estrutura demográfica populacional, ou mesmo para reposição dos estoques extraídos com o manejo (Fantini *et al.*, 1992; Reis *et al.*, 2000).

A regeneração natural das espécies florestais tropicais, apresenta muitas adaptações características de cada espécie e os estudos realizados procuram, em geral, detectar os fatores que afetam as plantas quanto ao seu estabelecimento. Destacando-se como fatores desfavoráveis à sobrevivência das plantas: a predação por herbívoros (Martines-Ramos, 1991; Carvalho *et al.*, 1999), queda de folhas do dossel (Vasquez-yanes *et al.*, 1990; Carvalho *et al.*, 1999; Tonetti e Negrelle, 2001), estados nutricionais (Martinez-Ramos, 1991; Illenseer

e Paulilo, 2002), doenças (Augspurger e Katajima, 1992; Yamazaki *et al.*, 2009), déficit hídrico (Abbott, 1985; Filho *et al.*, 2001), tempo de duração das reservas da semente (Andrade *et al.*, 1996; Neuburger *et al.*, 2010). No caso do palmitheiro, além destes fatores, a disponibilidade de luz no ambiente e a exigência desta, pelas plântulas em regeneração, também são apontadas como fatores críticos e determinantes ao desenvolvimento (Paulilo, 2000; Nakazono *et al.*, 2001; Neuburger *et al.*, 2010). Janzen (1970), levanta ainda, a possibilidade destes acontecimentos serem potencializados em função da densidade dos bancos de plântulas e da proximidade desses em relação às plantas matrizes.

A estrutura populacional do palmitheiro caracteriza-se pelo modelo de “J” invertido, formando bancos de plântulas com alta densidade próximos às plantas parentais, podendo sofrer grande variação no decorrer dos anos, devido à variação na produtividade de sementes e taxas de mortalidade (Reis *et al.*, 1992b; Reis e Kageyama 2000). Em função da mortalidade, as plântulas oriundas da produção anual de sementes, apresentam uma drástica redução ao longo dos anos, podendo representar valores acima de 80% em 6 anos (Reis *et al.*, 1989; Conte *et al.*, 2000). A regeneração de *E. edulis* também é limitada pela quantidade de luz que chega ao chão da floresta, sendo beneficiada pelo aumento de luz, como por exemplo: a obtida pela ocorrência de clareiras (Paulilo, 2000; Nakazono *et al.*, 2001; Neuburger *et al.*, 2010).

Considerando o modo de distribuição agrupado (Reis, 1995), apresentado pela regeneração natural e a influência da luz sobre o crescimento das plântulas, e considerando a hipótese de mortalidade dependente de densidade, este trabalho teve como objetivo, avaliar o efeito da densidade de plântulas no processo dinâmico de regeneração natural de *Euterpe edulis*, sob diferentes estádios sucessionais.

3.1.3. Material e Métodos:

Em junho de 1991, seis parcelas permanentes foram alocadas aleatoriamente em condições de Floresta Ombrófila Densa, em diferentes estádios de formação secundária no Município de São Pedro de Alcântara (SC). A área de estudo situa-se nas coordenadas geográficas: latitude 27°57'42”S, longitude 48°83'71”W e apresenta 30 ha de cobertura florestal. O clima da região é do tipo Cfa-mesotérmico úmido, com verão quente. A temperatura média é de 20°C, sendo a média de temperatura do mês mais quente, em torno de 25°C e a

temperatura do mês mais frio, em torno de 16°C. A precipitação média anual na região é de 1391mm (Ide *et al.*, 1980).

Cada parcela apresenta uma área de 2.500 m² (50x50m), encontrando-se dividida em 25 subparcelas de 100 m² (10x10m) para a avaliação das plantas adultas, e em 49 subparcelas de 4 m² (2x2m) para a avaliação da regeneração natural. Estas parcelas foram implantadas caracterizando diferentes fases de sucessão florestal, onde as parcelas A, B, C, D situam-se num estágio mais avançado de mata secundária e as parcelas E e F em uma fase mais recente, conforme estudos sobre sucessão florestal realizados nesta área por Mantovani *et al.* (2005). Esta caracterização, considerou aspectos da florística, fitossociologia e as informações sobre o histórico de uso da área, e os resultados obtidos pelos autores, apontaram para o domínio de espécies do grupo das pioneiras e oportunistas nas parcelas E e F, e de espécies climácicas para as parcelas A, B, C e D.

Durante as avaliações, realizadas anualmente de 1991 a 2004, todas as plantas de palmito foram mapeadas e etiquetadas. As plantas pertencentes à regeneração natural foram ainda mensuradas quanto à altura de inserção da folha mais jovem, e classificadas nas seguintes classes: Classe I - para plântulas até 10 cm; Classe II - para plantas de 10 a 50 cm; Classe III - para plantas de 50 cm a 1,30 m. As plantas maiores que 1,30 m de altura, foram classificadas como jovens, e assim como as adultas, foram avaliadas em termos de abundância, crescimento e fenologia. As plântulas novas foram incluídas em cada avaliação e acompanhadas nas avaliações posteriores. As plantas foram consideradas como matrizes quando iniciaram a fase reprodutiva, fato que se distingue pela presença de estruturas reprodutivas, ou pelas cicatrizes deixadas nas estipes pelos cachos.

O estudo dos efeitos da densidade nos processos referentes à dinâmica da regeneração, consistiram nas alterações no número de indivíduos nas três classes de regeneração no decorrer do desenvolvimento destas plântulas, sendo estas alterações principalmente provocadas pela morte, germinação ou crescimento.

O estudo da variável densidade foi realizado da seguinte maneira: cada uma das 49 subparcelas, de cada uma das seis parcelas implantadas na área de estudo, foi considerada como uma unidade amostral, sendo avaliada anualmente quanto ao número de plântulas e distância da matriz mais próxima. Portanto, cada unidade amostral esteve submetida a cada ano, a uma densidade e a uma distância, envolvendo assim, 4116 unidades amostrais, referentes a 49 subparcelas,

por parcela (6 parcelas), por ano (14 anos), o que resultou no acompanhamento do desenvolvimento de 15.956 plântulas.

Para cada subparcela foi criada uma tabela de acompanhamento anual, onde consta o histórico de desenvolvimento de cada uma de suas plântulas, ao longo dos 14 anos de estudo. Pela análise dessas tabelas de acompanhamento foram elaboradas outras 84 tabelas de agrupamento de dados, uma para cada parcela, por ano de estudo. Nestas tabelas de agrupamento, foram reunidos os dados das 49 subparcelas de cada parcela, de cada ano, quanto ao número total de plântulas; número total de plântulas mortas; número de plântulas na classe I; número de plântulas na classe II; número de plântulas na classe III; mortalidade da classe I; mortalidade da classe II; mortalidade classe III; passagem da classe I para II; passagem da classe II para III e passagem da classe III para a fase jovem (denominado de recrutamento). Os dados foram agrupados também, de acordo com o estágio de desenvolvimento da cobertura florestal, sendo as parcelas A, B, C e D, classificadas como Mata Secundária Avançada (2744 amostras); e as parcelas E e F como Mata Secundária Inicial (1372 amostras). Após este agrupamento, os dados foram classificados quanto a densidade, e então realizou-se a média dos parâmetros estudados (mortalidade, distribuição e desenvolvimento).

As classes de densidade foram definidas em função da distribuição e amplitude dos dados, procurando-se manter um grande número de amostras por classe de densidade, pois os ambientes de mata secundária avançada, em função da distribuição de seus dados, permitem um melhor detalhamento em classes de menor densidade, já os ambientes de mata secundária em estágio mais inicial, detalham melhor as classes de maior densidade, neste sentido, a classificação visou manter a possibilidade de comparação entre estes ambientes, buscando uma condição de meio termo, com equilíbrio nos tamanhos amostrais entre os locais. Em função disso, foram estabelecidas as seguintes classes de densidade: 1 a 2; 3 a 4; 5 a 6; 7 a 10; 11 a 15; 16 a 20; 21 a 30; 31 a 40; 41 a 50; e >51 plântulas em 4 m² (tamanho da subparcela 2x2m). Para características mais raras, como por exemplo: dados referentes a mudança de classe de altura na regeneração natural, o agrupamento das classes de densidade teve que ser maior, em função do menor número de dados ocasionados pela própria distribuição em “j” invertido apresentada pela espécie, afim de não comprometer as comparações pela inexistência de dados em algumas densidades. Neste sentido, foram estabelecidas as seguintes classes de densidade: de 1 a 6;

6 a 11; 11 a 16; 16 a 21; 21 a 31; 31 a 41; 41 a 51 e >51 plântulas em 4m² (com intervalo fechado na classe inferior).

3.1.4. Resultados e discussão:

3.1.4.1. Distribuição espacial

Observando-se a distribuição das plantas presentes na regeneração natural, na área de estudo (Tabela 1), percebe-se que os mecanismos utilizados pela espécie no que se refere à ecologia de dispersão e germinação são bastante eficientes, pois apenas 15% da área não apresentou plântulas (frequência de 85%), na condição Mata secundária em estágio avançado. Na área de Mata secundária em estágio mais inicial, as condições de dispersão e germinação foram ainda superiores, com somente 2% da área sem plântulas (frequência de 98%). O motivo para esta diferença pode estar associado, em parte, a própria variação na densidade de matrizes, porém, sugere existir condições ambientais mais favoráveis a ocupação dos espaços no estágio mais inicial de sucessão, tanto para matrizes como para plântulas, provavelmente ocasionadas pela maior taxa de luminosidade disponível, o que permite um melhor desenvolvimento das plântulas conforme discutem: Paulilo (2000), Nakazono *et al.* (2001) e Neuburger *et al.* (2010). Além disso, estes resultados poderiam refletir os efeitos a longo prazo, de menores taxas de mortalidade e maiores percentuais de crescimento presentes neste ambiente.

Comparando-se as condições sucessionais de MSA e MSI (Tabela 1), no que se refere ao percentual de área ocupado por cada classe de densidade, percebe-se que no ambiente de MSA, se estabelece um gradiente decrescente de área ocupada a partir das classes de menor densidade, em direção as de maior número de plântulas. Já para a condição mais inicial de mata secundária, percebe-se que esta segue um padrão de distribuição diferente, apresentando densidades menores de plântulas em uma proporção menor de área, o que faz sentido devido a maior densidade de matrizes nesta condição. Cabe destacar também, o potencial da espécie em colonizar este ambiente, onde praticamente metade da área amostrada nesta condição (47%), apresenta densidades entre 11 e 30 plântulas em 4m² (Tabela 1).

As classes de densidade de 1 a 20 plantas em 4m² presentes em condição de Mata secundária em estágio avançado de sucessão florestal,

Tabela 1: Percentual de área ocupada por classe de densidade, nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI).

Estádio	Classes de Densidade/4m ²											Mtz/ha
	0	1 a 2	3 a 4	5 a 6	7 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	>51	
MSA	14,9	30,8	17,3	9,9	11,4	6,5	2,9	3,7	1,2	0,5	0,9	110
MSI	2,1	6,0	5,1	9,0	12,8	16,3	16,3	14,4	6,2	3,7	8,2	191

¹Mtz/ha.: Média do número de matrizes por área e ano de estudo.

Tabela 2: Percentual de plântulas por classe de densidade, nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI).

Estádio	Classes de Densidade/4m ²									
	1 a 2	3 a 4	5 a 6	7 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	>51
MSA	7,2	9,5	8,6	15,0	13,1	8,2	14,6	6,7	3,3	13,8
MSI	0,4	0,9	2,4	5,1	10,2	14,0	17,0	10,3	8,0	31,7

ocorrem em 79% da área (Tabela 1) e apresentam 61% do total de plântulas (Tabela 2), o que evidencia que densidades maiores que 20 plântulas em 4m², são acontecimentos de ocorrência relativamente rara nesta condição, sendo encontradas em apenas 6% da área (Tabela 1).

Na condição de Mata secundária em estágio mais inicial (Tabela 1), verifica-se que as classes de densidade de 1 a 20 plantas ocorrem em 65% da área, porém estas classes só apresentam um terço das plântulas, restando outros dois terços em apenas 33% da área. Neste sentido, densidades maiores são mais comuns nestas condições, pois existem mais matrizes, bem como, pela condição sucessional mais inicial, possivelmente mais luz disponível, o que conseqüentemente mantém o desenvolvimento de um número maior de plântulas.

Na Figura 1, está apresentada a distribuição espacial da regeneração natural, em condição de mata secundária em estágio avançado de sucessão florestal. Fica evidenciado que à medida que a densidade aumenta, a porcentagem de indivíduos presentes na classe I da regeneração natural (1 a 10cm), em relação ao número total de indivíduos presentes nas três classes de regeneração natural, também aumenta ($r^2=0,83$), chegando a valores próximos a 100% nas maiores classes de densidade. Já para classe II da regeneração (10 a 50cm), ocorre o contrário ($r^2=-0,86$), sendo o comportamento desta classe inverso ao da classe I. A classe III (50 a 130 cm), também segue o mesmo gradiente que a classe II, porém não na mesma proporção ($r^2=-0,67$). Devido a este padrão de comportamento, negativamente correlacionado com a densidade, os dados sugerem que à medida que a densidade aumenta, cresce também, a restrição para o desenvolvimento das plântulas nas classes II e III.

Por outro lado, a alta correlação positiva observada entre a densidade e a distribuição espacial da classe I, não deve ser interpretada como um favorecimento da classe I em altas densidades, e sim, como uma confirmação da baixa presença das demais classes de regeneração. Neste sentido, as plântulas submetidas a altas densidades, provavelmente atingem um nível crítico ou nulo de crescimento, o que as expõe por mais tempo a fatores ecológicos adversos até que estas sejam eliminadas, quer seja pela herbivoria, queda de folhas do dossel, doenças, ou mesmo pelo simples esgotamento das reservas da semente.

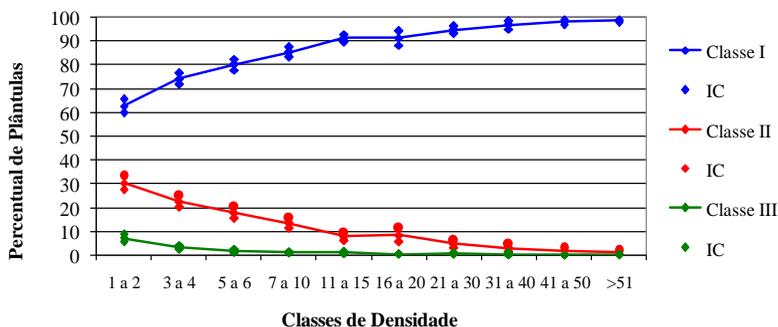


Figura 1: Distribuição espacial da regeneração natural do palmiteiro em condição de Mata Secundária em estágio Avançado de sucessão. IC: intervalo de confiança.

Na condição de mata secundária em estágio mais inicial de desenvolvimento, a distribuição espacial apresentada pelas plântulas foi semelhante a condição avançada (Figura 2), porém a variação no percentual de plântulas por classe de densidade foi muito menor. A proporção de plântulas na classe I da regeneração natural, também aumentou com a elevação da densidade ($r^2=0,87$), no entanto oscilou apenas 18%, enquanto que na situação de MSA, a variação chegou a 36%. A classe III também seguiu o mesmo padrão, no entanto foi mais abundante ($r^2=-0,79$). Já a classe II, pouco oscilou, ficando sempre próximo aos 20%, independente da classe de densidade, sendo encontrada nesta proporção até mesmo na densidade >51 plântulas, o que justifica a baixa correlação negativa encontrada ($r^2=-0,59$). Estes resultados sugerem que neste ambiente, existem melhores condições de desenvolvimento e estas, estariam atenuando os efeitos da densidade.

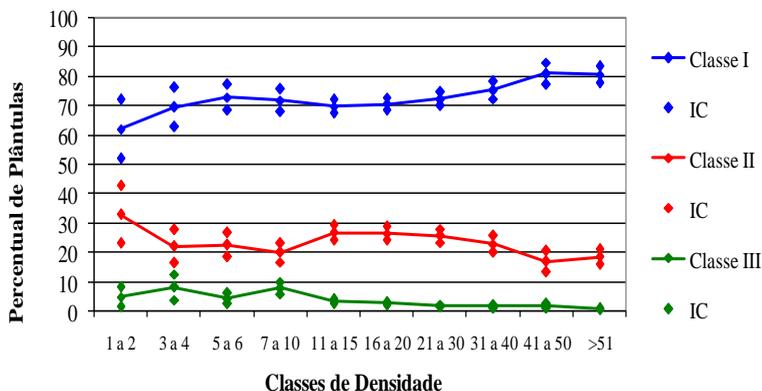


Figura 2: Distribuição espacial da regeneração natural do palmiteiro em condição de Mata Secundária em estágio mais inicial de sucessão. IC: intervalo de confiança.

3.1.4.2. Mortalidade

Na Figura 3 são apresentados os resultados da mortalidade total da regeneração natural (classes I, II e III), a qual indica que independente da situação florestal, o comportamento da mortalidade frente à densidade segue um mesmo padrão, ou seja, aumenta com a densidade; o que reflete nas correlações positivas encontradas, $r^2=0,91$ para MSA e $r^2=0,77$ para MSI. No entanto, fica evidente que, dependendo do ambiente, esta pode ser atenuada ou amplificada, caracterizando a condição sucessional como dominante sobre os efeitos ocasionados pela densidade de plântulas, o que justifica também, a menor correlação obtida entre densidade e mortalidade, para o ambiente de MSI.

Comparando os estádios sucessionais apresentados na Figura 3, percebe-se que a condição de mata secundária avançada, é a que se apresenta menos favorável a sobrevivência, apresentando os maiores percentuais de mortalidade.

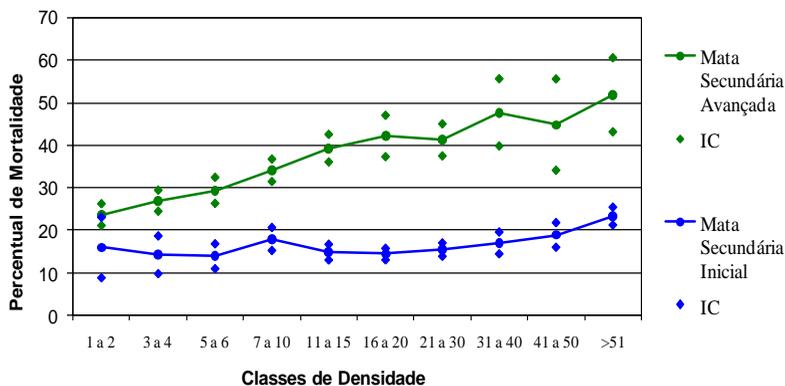


Figura 3: Taxa de mortalidade da regeneração natural do palmiteiro nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI). IC: intervalo de confiança.

A condição ambiental de mata secundária inicial, foi a que se demonstrou mais favorável à sobrevivência de propágulos de *E. edulis*, minimizando os efeitos ocasionados pela densidade de plântulas. Levando em consideração os resultados obtidos por Mantovani *et al.* (2005), estudando a sucessão florestal nestas parcelas, que indicam o predomínio de espécies pioneiras e oportunistas e que classificam este estágio sucessionais como mais inicial, possivelmente a maior disponibilidade de luz no sub-bosque, presente neste ambiente, desempenhe um importante papel na sobrevivência das plântulas. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Paulilo (2000), Nakazono *et al.* (2001) e Neuburger *et al.* (2010) com plântulas de *E. edulis* submetidas a diferentes níveis de sombreamento, que apontam que entre 2 e 20% de luz solar direta, conforme o percentual de luz é elevado, maior é o crescimento das plântulas.

Apesar da condição sucessionais demonstrar-se importante no controle da mortalidade, a influência da densidade merece destaque pois, independente do ambiente, ocorre um aumento da mortalidade na medida que aumenta a densidade ($r^2=0,91$ para MSA e $r^2=0,77$ para MSI). Em ambientes de Mata secundária avançada, onde a disponibilidade de luz no sub-bosque é menor, seus efeitos são ainda mais evidentes, pois pequenos acréscimos no número de plântulas por

área já produzem efeitos visíveis nos percentuais de mortalidade. Destacando-se o grande acréscimo na mortalidade que ocorre com a variação de densidade de 1 a >51 plântulas, chegando a 28%. Por outro lado, estes dados demonstram, também, que a condição de Mata Secundária em estágio mais inicial sustenta um número muito maior de plântulas, pois a mortalidade praticamente não muda até a densidade de 41 a 50 plântulas, oscilando em torno dos 16%, e apresentando uma variação máxima de apenas 7% entre as densidades de 1 a >51 plântulas. O que impressiona pelo fato de que, em ambiente de MSI, as taxas de mortalidade anual observadas em densidades maiores do que 51 plântulas são menores que as encontradas em MSA em densidades de 5 a 6 plântulas e iguais as observadas em densidades entre 1 e 4 plântulas em condição de MSA. Aspectos estes, que evidenciam a importância da identificação do estágio sucessional no qual as áreas manejadas se encontram, bem como da escolha da estratégia de enriquecimento ou repovoamento a ser utilizada, pois a própria densidade de sementeira utilizada pode inviabilizar o desenvolvimento das plântulas.

Conte *et al.* (2000), estudando a dinâmica da regeneração natural nas mesmas parcelas deste estudo, através do acompanhamento do banco de plântulas formado anualmente, observou que após 6 anos, 86,5% das plântulas germinadas já haviam morrido. Observando os resultados obtidos pela relação mortalidade e densidade (Figura 3), pode-se perceber que as taxas de mortalidade obtidas por Conte *et al.* (2000), podem ser facilmente justificadas, sobretudo em áreas que combinem alta densidade de matrizes e estágios sucessionais mais avançados. Neste sentido, destaca-se o potencial restritivo à sobrevivência das plântulas encontrado na condição de Mata Secundária Avançada, onde a mortalidade anual ultrapassa a 48% quando a densidade torna-se maior que 30 plântulas em 4 m².

O estudo da mortalidade se mostrou importante também, por medir a pressão que os ambientes estudados exercem sobre a regeneração natural, livre dos efeitos da densidade de plântulas. Pois, como pode ser observado na Figura 3, quando a densidade é de apenas uma ou duas plântulas em quatro metros quadrados, a mortalidade já apresenta grande variação. Como esta densidade é baixa, estando outras plântulas muito distantes das que se encontram nesta situação, tudo leva a acreditar que esta mortalidade seja exclusiva de outros fatores presentes nos ambientes estudados, possivelmente a luminosidade seja o principal, pois esta variação é sugerida pela composição e hábitos das espécies arbóreas presente nas áreas, obtidos através de estudos de Mantovani *et al.* (2005). O que caracteriza que em ambientes de Mata

Secundária em estágio mais inicial de sucessão, a mortalidade já se inicia em 16%, tornando-se cada vez mais drástica em situação de Mata secundária em estágio avançado, iniciando em 24% de mortalidade.

3.1.4.3. Crescimento

Na Figura 4 é apresentado o percentual médio das três classes de regeneração (classes I, II e III) em termos de mudança de classe de tamanho, que será referido como crescimento. Pode-se perceber, na Figura 4, que, independente da situação florestal, o comportamento da regeneração frente à densidade segue um mesmo padrão; ou seja, diminui seu crescimento com o aumento da densidade, apresentando alta correlação negativa em MSA ($r^2=-0,92$) e em MSI ($r^2=-0,91$). No entanto, fica novamente evidente que, dependendo do ambiente, esta redução pode ser suavizada ou acentuada, caracterizando também a condição sucessional como dominante sobre os efeitos ocasionados pela densidade de plântulas.

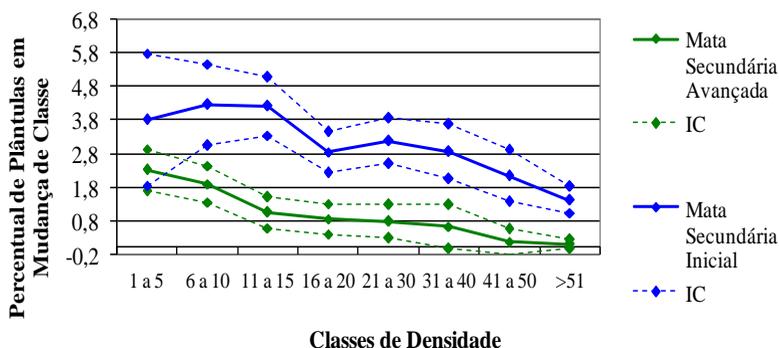


Figura 4: Percentual de plântulas de palmeiro em mudança de classe de tamanho nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI). IC: intervalo de confiança.

A condição de Mata secundária em estágio mais inicial de desenvolvimento novamente apresentou-se como a mais favorável ao estabelecimento da regeneração natural. No entanto, independentemente do ambiente estudado, as taxas de crescimento reduziram com o aumento da densidade, sendo as melhores condições, observadas nas menores classes de densidade.

A condição de Mata secundária em estágio mais inicial de desenvolvimento, apresentou também, o maior crescimento médio entre os ambientes estudados (Tabela 3), onde 3,31% das plântulas mudaram de classe. Neste ambiente, destaca-se ainda a densidade de 6 a 10 plântulas, onde se verifica a maior taxa de crescimento, 4,27%. A condição menos favorável observada nesta situação, foi encontrada na maior classe de densidade (>51 plântulas), onde apenas 1,42% das plântulas mudaram de classe. Relacionando estas informações com a densidade, percebe-se que as condições ambientais influenciam drasticamente o crescimento das plântulas, pois como pode ser observado na Figura 4, a pior condição de crescimento observada para o ambiente mata secundária em condição inicial, na densidade >51 plântulas, apresentou taxas de crescimento de 1,42%, que se comparadas com às condições de mata secundária avançada, somente encontraremos este percentual de crescimento entre as densidades de 1 e 10 plântulas, comportando portanto, no mínimo 40 plântulas a mais por área, na condição mais inicial.

A condição de Mata secundária em estágio avançado de sucessão florestal, apresentou crescimento médio de 1,67% (Tabela 3), e, se comparada com o crescimento médio apresentado pelo ambiente de mata secundária em estágio mais inicial (3,31%), mostra que as taxas apresentadas na mata secundária avançada são bem inferiores à observada na condição mais inicial, atingindo menos da metade do crescimento.

As melhores condições de crescimento, para o ambiente de mata secundária avançada, também foram encontradas em classes de menor densidade, sendo de 2,32% na densidade de 1 a 5 plântulas. Cabe destacar que, em ambos os ambientes estudados, as melhores condições de crescimento foram encontradas em densidades inferiores a 11 plântulas.

Tabela 3: Percentual de plântulas por classe de densidade que mudou de classe de desenvolvimento, nos estádios sucessionais de mata secundária em estágio avançado de desenvolvimento florestal (MSA) e mata secundária em estágio inicial de desenvolvimento florestal (MSI).

MSA										
Classes de Regeneração	Classes de Densidade								Média	Total*
	1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	>51		
I para II	1,67	1,60	0,92	0,85	0,75	0,63	0,17	0,07	1,27	1,57
IC I-II	(1,15 - 2,19)	(1,11 - 2,10)	(0,49 - 1,35)	(0,39 - 1,31)	(0,25 - 1,25)	(-0,02 - 1,28)	(-0,20 - 0,54)	(-0,03 - 0,18)	(0,97 - 1,56)	(1,22 - 1,93)
II para III	0,37	0,27	0,08	0	0,03	0	0	0,04	0,25	0,61
IC II-III	(0,09 - 0,65)	(0,08 - 0,46)	(-0,03 - 0,20)		(-0,03 - 0,10)			(-0,04 - 0,12)	(0,09 - 0,40)	(0,33 - 0,89)
III para R	0,29	0,02	0,04	0	0	0	0	0	0,16	0,37
IC III-R	(0,08 - 0,49)	(-0,02 - 0,07)	(-0,04 - 0,11)						(0,05 - 0,27)	(0,15 - 0,59)
Total	2,32	1,90	1,04	0,85	0,78	0,63	0,17	0,11	1,67	
MSI										
Classes de Regeneração	Classes de Densidade								Média	Total*
	1 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	>51		
I para II	2,35	3,49	3,74	2,52	2,97	2,56	2,01	1,34	2,76	3,88
IC I-II	(0,94 - 3,75)	(2,35 - 4,63)	(2,89 - 4,58)	(1,92 - 3,11)	(2,31 - 3,63)	(1,76 - 3,35)	(1,25 - 2,78)	(0,95 - 1,73)	(2,40 - 3,12)	(3,39 - 4,36)
II para III	0,96	0,62	0,26	0,18	0,18	0,24	0,04	0,05	0,37	0,82
IC II-III	(-0,37 - 2,29)	(0,20 - 1,05)	(0,07 - 0,45)	(0,05 - 0,30)	(0,06 - 0,31)	(0,04 - 0,44)	(-0,04 - 0,13)	(0,01 - 0,09)	(0,15 - 0,59)	(0,49 - 1,15)
III para R	0,51	0,16	0,22	0,15	0,02	0,07	0,09	0,04	0,18	1,44
IC III-R	(0 - 1,03)	(-0,02 - 0,34)	(0,05 - 0,39)	(0,03 - 0,27)	(-0,02 - 0,07)	(-0,03 - 0,16)	(-0,04 - 0,22)	(-0,01 - 0,08)	(0,09 - 0,27)	(0,85 - 2,02)
Total	3,82	4,27	4,22	2,84	3,18	2,87	2,15	1,42	3,31	

* Percentual total de plântulas que mudaram de classe de desenvolvimento (I, II e III) em relação ao número de plântulas respectivo de cada classe. IC: intervalo de confiança.

Analisando o efeito da densidade sobre as classes de regeneração natural I, II e III (Tabela 3), percebe-se que, independente do ambiente estudado, o comportamento do crescimento da regeneração natural segue um mesmo padrão, ou seja, se reduz com o aumento da densidade. No entanto, o crescimento das maiores classes de regeneração (II e III), em função de considerar a sobrevivência ano a ano para a mudança de classe de tamanho, é muito mais sensível à densidade, como pode ser visto na Tabela 3, onde o percentual de plântulas em mudança de classe é limitado a densidades ainda menores que as observadas para a classe I. Em função desta limitação, o crescimento total por classe de densidade é principalmente representado pela classe I da regeneração natural, sendo seguido pela classe II e III respectivamente.

Apesar das diferentes classes de regeneração natural seguirem um mesmo padrão, reduzindo o seu crescimento com o aumento da densidade, a intensidade com que isso acontece varia de acordo com o ambiente e com a classe de regeneração. Quanto ao ambiente, novamente a mata secundária em condição mais inicial de desenvolvimento, mostrou-se mais favorável ao crescimento, apresentando-o em todas as classes de regeneração e densidade. Analisando as condições de mata secundária avançada, percebe-se que, neste ambiente, apenas a classe I da regeneração natural cresce em todas as classes de densidade, ficando muito limitado o crescimento nas classes II e III após a densidade de 15 plântulas (Tabela 3). As melhores condições de desenvolvimento oferecidas pelo ambiente de MSI, também são confirmadas pelos resultados obtidos com o percentual total de plântulas que mudaram de classe de desenvolvimento (I, II e III) em relação ao número de plântulas respectivo de cada classe (Tabela 3, Total*), que somente não foi estatisticamente diferente para a classe II da regeneração natural.

3.1.4.4. Distância da Matriz mais Próxima

Relacionando as classes de densidade com a distância da matriz mais próxima, observou-se que independente do estágio sucessional, a densidade das plântulas está correlacionada negativamente com a proximidade das matrizes, observando-se correlações de -0,91 com o ambiente de MSA e de -0,93 com a MSI. Resultados que já eram esperados, pois a espécie apresenta curva de distribuição de sementes do

tipo leptocúrtica (Reis e Kageyama, 2000), com altas densidades de sementes próximas às matrizes.

Os maiores percentuais de crescimento (Figura 4) e os menores percentuais de mortalidade (Figura 3), foram observados em ambos os estádios sucessionais, em densidades inferiores a 11 plântulas em 4m^2 . Observando a Figura 05, pode-se perceber que estas densidades são encontradas em média entre 5 e 7 metros das matrizes no estádio sucessional de MSA e entre 7 e 10 metros em condição de MSI. As diferenças observadas entre as classes de densidade e distância da matriz mais próxima, entre os estádios sucessionais de MSA e MSI, possivelmente ocorrem em função da densidade de matrizes, que foi maior no estádio mais inicial.

É importante destacar, que apesar das densidades menores que 11 plântulas serem encontradas em média, entre distâncias de 5 e 7 metros das matrizes no estádio sucessional de MSA e entre 7 e 10 metros em condição de MSI, estas densidades podem ocorrer a partir de um metro para a MSA e a partir de 9 metros para MSI (Figura 6).

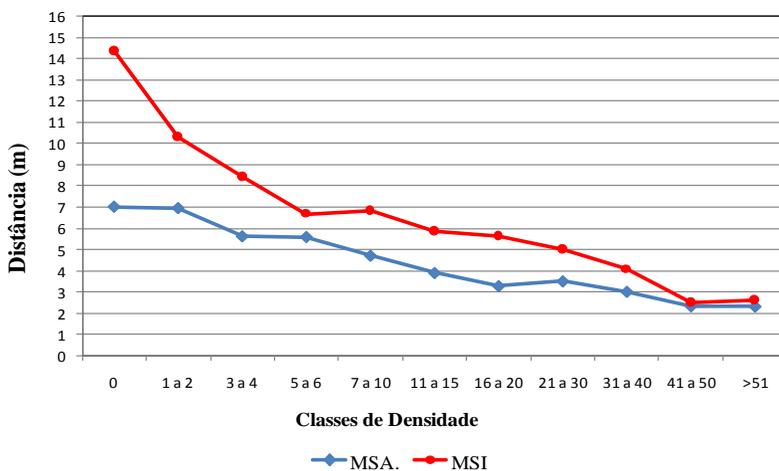


Figura 5: Relação entre a distância da matriz mais próxima em função da densidade total de plântulas (Classes I, II e III) em 4m^2 , nos estádios sucessionais de Mata Secundária Avançada (MSA) e Mata Secundária Inicial (MSI).

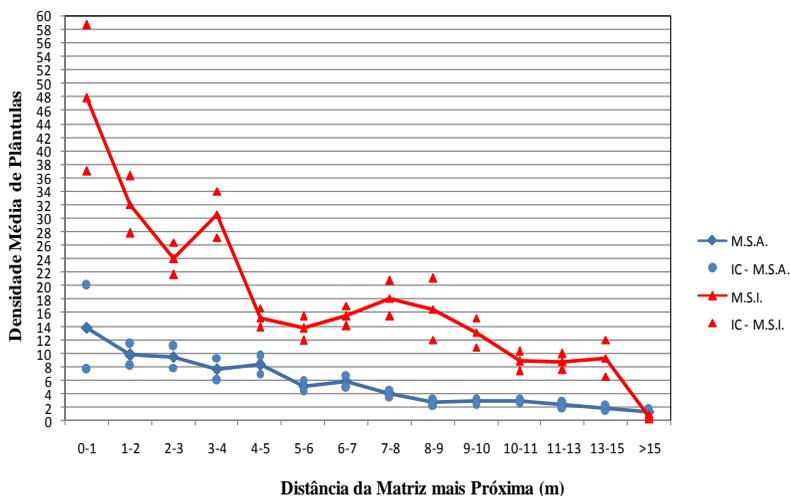


Figura 06: Relação entre a densidade total de plântulas (Classes I, II e III) em $4m^2$, em função da distância da matriz mais próxima, nos estádios sucessionais de Mata Secundária Avançada (MSA) e Mata Secundária Inicial (MSI). IC: intervalo de confiança.

A distância da matriz mais próxima também foi analisada quanto aos percentuais de mortalidade e crescimento e, em ambos os casos apresentou-se correlacionada. A correlação com a mortalidade foi de $-0,87$ e de $-0,90$, para MSA e MSI respectivamente, indicando que maiores distâncias apresentam menores percentuais de mortalidade (Tabela 4). Já com o crescimento, a correlação foi de $0,84$ e de $0,80$, para MSA e MSI respectivamente, indicando maiores percentuais de plântulas em mudança de classe de tamanho em maiores distâncias (Tabela 4).

Os percentuais de mortalidade, obtidos no estágio sucessionais de MSI, em função da distância da matriz mais próxima, foram menores que os observados na condição mais avançada de sucessão florestal, seguindo a mesma tendência observada em função da densidade, onde possivelmente, em função da maior luminosidade disponível, o estágio de MSI suporta maiores densidades de plântulas.

Tabela 4: Percentuais de mortalidade e crescimento observados para o conjunto das três classes de regeneração natural (I, II e III) e correlação entre a distância da matriz mais próxima nos ambientes de mata secundária avançada (MSA) e mata secundária inicial (MSI).

Distância da matriz (m)	Mata Secundária Avançada (MSA)				Mata Secundária Inicial (MSI)			
	Mortalidade		Crescimento		Mortalidade		Crescimento	
	Total	n	Total	n*	Total	n	Total	n*
1	34,8	99	17,3	8	21,2	80	7,7	39
IC	(28,9 - 40,6)		(8,3 - 26,3)		(17,6 - 24,7)		(4,1 - 11,4)	
2	37,4	270	24,5	21	22,6	166	5,7	57
IC	(33,9 - 41)		(11,3 - 37,7)		(20,4 - 24,9)		(4,4 - 7)	
3	34,3	290	18,5	36	19,8	161	7,3	48
IC	(31 - 37,5)		(12,1 - 24,8)		(17,6 - 21,9)		(6 - 8,7)	
4	35,8	263	18,5	25	17,3	185	7,2	71
IC	(32,1 - 39,6)		(10,3 - 26,7)		(15,1 - 19,5)		(5,7 - 8,7)	
5	32,0	253	19,1	16	14,1	113	9,1	27
IC	(28,4 - 35,6)		(11,6 - 26,7)		(11,8 - 16,4)		(6,6 - 11,5)	
6	26,9	261	25,4	13	15,2	83	15,9	23
IC	(23,3 - 30,6)		(10,8 - 40)		(12,2 - 18,2)		(6 - 25,7)	
7	28,5	155	14,1	10	16,1	121	10,2	44
IC	(23,8 - 33,2)		(7,5 - 20,8)		(13,6 - 18,6)		(8,3 - 12,1)	
8	24,0	149	41,6	13	12,9	67	8,9	28
IC	(19,5 - 28,5)		(23,5 - 59,7)		(10,1 - 15,8)		(6,6 - 11,2)	
9	20,8	179	46,7	7	11,0	65	11,4	22
IC	(16,3 - 25,4)		(10,9 - 82,5)		(8,2 - 13,8)		(8,2 - 14,7)	
10	21,5	109	39,1	7	10,7	45	10,3	20
IC	(16 - 27)		(10,5 - 67,7)		(7,1 - 14,2)		(7,5 - 13,2)	
11	25,8	114	28,7	7	9,8	41	16,5	9
IC	(19,4 - 32,3)		(14,8 - 42,6)		(6 - 13,5)		(7,7 - 25,4)	
>11	21,8	180	74,1	9	12,2	216	18,4	62
IC	(17,2 - 26,4)		(50 - 98,1)		(9,4 - 15)		(13,6 - 23,2)	
Correlação	-0,87		0,84		-0,90		0,80	
Total (n)	2322		172		1343		450	

*Os percentuais de crescimento total, foram obtidos apenas das unidades amostrais que apresentaram crescimento. IC: intervalo de confiança.

Quanto aos percentuais de crescimento, a comparação não é possível, pois os cálculos da relação distância e crescimento, envolveram apenas as unidades amostrais que apresentaram plântulas em mudança de classe de tamanho. Tal medida, prioriza a comparação com a distância, pois remove o efeito do grande número de dados onde não houve registro de mudança de classe. Porém, certamente ocorreram nestas unidades amostrais algum crescimento, entretanto não o suficiente para a mudança de classe de tamanho. Neste sentido, ocorre uma superestimativa dos percentuais de mudança de classe em ambientes como a MSA, pois embora os percentuais sejam relativos ao total de plântulas em cada unidade amostral, apenas são consideradas unidades amostrais onde ocorreram mudanças de tamanho: 172 de 2.322 unidades. Como a condição de MSA apresenta menor densidade de plântulas por unidade amostral, os percentuais estimados de plântulas em mudança de classe de tamanho são maiores. O inverso ocorre com o ambiente de MSI, onde por apresentar maior densidade de plântulas por parcela, os percentuais de crescimento são subestimados, pois o cálculo despreza a proporção de unidades amostrais com e sem plântulas em mudança de classe de tamanho, que neste ambiente é de 450 em 1343 unidades.

3.1.4.5. Implicações para o Manejo

Os menores percentuais de mortalidade e maiores percentuais de crescimento foram encontrados em densidades iguais ou inferiores a 10 plântulas em 4m² (25.000/ha), que em média estão localizadas entre 5 e 7 metros das matrizes em condição de secundário avançado e entre 7 e 10 metros em condição de secundário mais inicial. O que destaca a importância da fauna para a realização da dispersão das sementes, reduzindo a densidade de plântulas e conseqüentemente os percentuais de mortalidade. Neste sentido, áreas sem fauna têm pouca perspectiva de evoluírem em populações abundantes, devido ao acúmulo de sementes e plântulas ao redor das matrizes. Por outro lado, áreas com alta densidade de matrizes, mesmo com fauna frugívora abundante, podem apresentar problemas com a alta densidade de plântulas, se a predação de sementes não for o suficiente para controlar a densidade. O manejo dos frutos ou o corte de algumas matrizes para a produção de palmito poderiam ser uma alternativa para a redução da densidade de plântulas nestes casos. Novos estudos relacionando à densidade de

matrizes e o percentual de área ocupada pelas diferentes classes de densidade, tornam-se necessários, e possivelmente trarão novas perspectivas para fundamentar o manejo e monitorar a densidade de plântulas, pois a dispersão das sementes não é uniforme, seguindo o modelo de uma curva leptocúrtica (Reis e Kageyama, 2000).

Considerando que em média uma matriz produz por ano 0,98 infrutescências com frutos maduros, com em média 2.175 frutos, tem-se uma produção de 2.132 frutos maduros/matriz.ano (capítulo 1 desta tese). Porém, do total de frutos produzidos, 30% é destruído nos processos de alimentação da fauna e pelo ataque de fungos (capítulo 2 desta tese). Os 70% restantes apresentam capacidade de germinação, entretanto, 30% das sementes não são dispersadas e germinam ao redor das matrizes (capítulo 2 desta tese), sendo destruídas ao longo do tempo pelos processos de densidade e distância da matriz mais próxima. Os 40% restantes, 852 sementes produzidas por matriz/ano, são dispersados e contribuirão efetivamente com a regeneração natural da espécie. Considerando que menores percentuais de mortalidade e maiores percentuais de plântulas em mudança de classe de tamanho estão submetidas a densidades iguais ou inferiores a 10 plântulas em 4m² (25.000 plântulas/ha) e que um adicional de 60% deste valor é necessário para compensar as perdas com as sementes que serão destruídas pela fauna (30%), e com as sementes que não serão dispersadas (30%), torna-se necessário a produção de 40.000 sementes/ha.ano, o que é produzido por 19 matrizes/ha (19 matrizes*2.132 frutos/matriz.ha.ano = 40.508 sementes/ha.ano - 60% de perdas (15.000 sementes/ha.ano) = 25.508 plântulas/ha.ano. Entretanto, a manutenção de apenas 19 matrizes/ha apresenta graves problemas, pois não mantém a diversidade genética da população manejada, estando associada a perda de alelos, a redução no número de locos polimórficos e nos índices de heterozigossidade, bem como, no aumento da endogamia, sendo necessário a permanência de no mínimo 60 matrizes/ha (Silva e Reis, 2010).

3.1.5. Conclusões:

Os resultados obtidos confirmam a hipótese de Janzen (1970), ficando evidente que, com o aumento da densidade e da proximidade das matrizes, ocorre uma redução das taxas de crescimento e um aumento das taxas de mortalidade. Os dados referentes à distribuição espacial, também confirmam esta hipótese, apresentando uma redução

no número de indivíduos presentes nas classes II e III da regeneração natural, com o aumento da densidade.

Quanto às condições impostas pelo ambiente, percebe-se, que tanto no estágio de mata secundária inicial, como no estágio de mata secundária avançada, os efeitos ocasionados pela densidade seguem o mesmo modelo. Porém, no estágio mais inicial, provavelmente devido a maior disponibilidade de luz, as taxas de crescimento e mortalidade são maiores e menores respectivamente. Neste sentido, comparando-se os ambientes, a mata secundária em condição mais inicial, apresentou a maior ocupação da área com plântulas de palmito, com apenas 2% da área sem propágulos da espécie. Nesta condição, também foram observadas as menores porcentagens de mortalidade, 16% na densidade de 1 a 2 plântulas e de 23% na densidade >51 plântulas, bem como o maior percentual de crescimento médio 3,31%. Já a mata secundária avançada, apresentou 15% da área sem plântulas de palmito; 24% de mortalidade na densidade de 1 a 2 plântulas, 52% de mortalidade na densidade >51 plântulas e crescimento médio de 1,67%.

No que se refere a influência da densidade no crescimento das plântulas, em todos os ambientes estudados, os maiores percentuais foram observados em densidades de até 10 plântulas em 4m². Na condição ambiental de mata secundária avançada, o crescimento foi fortemente limitado a partir da densidade de 11 a 15 plântulas em 4m² e no estágio de mata secundária mais inicial, esta limitação não ocorreu, observando-se ainda, crescimento total de 1,42% na densidade >51 plântulas, percentual que somente é observado entre as classes de 6 a 10 e de 11 a 15 plântulas na condição avançada. Entre as classes de regeneração, a classe que se demonstrou menos limitada pela densidade quanto ao crescimento foi a classe I, seguida pelas classes II e III respectivamente.

Menores percentuais de mortalidade e maiores percentuais de crescimento foram encontrados em densidades iguais ou inferiores a 10 plântulas em 4m², que em média estão localizadas entre 5 e 7 metros das matrizes em condição de secundário avançado e entre 7 e 10 metros em condição de secundário mais inicial. O que destaca a importância da fauna para a realização da dispersão das sementes, e o seu papel como importante variável no controle da densidade de plântulas. Novos estudos relacionando a densidade de matrizes e o percentual de área ocupada pelas diferentes classes de densidade, tornam-se necessários, pois a dispersão das sementes não é uniforme, e tais estudos, possivelmente, trarão novas perspectivas para fundamentar o manejo.

A produção de frutos de 19 matrizes/ha é suficiente para atingir

uma produção de 25.000 plântulas/ha.ano (10 plântulas em 4m²), entretanto, não é indicada, pois não mantêm a diversidade genética da população manejada (Silva e Reis, 2010) e, provavelmente, não consegue manter a fauna (capítulo 1 desta tese) .

3.1.6. Referências Bibliográficas:

ABBOTT, I. Recruitment and Mortality in Populations of *Banksia grandis* Willd. in Western Australian Forest. **Aust. J. Bot.**, v. 33, p. 261-270, 1985.

ANDRADE, A.C.S.; VENTURI, S.; PAULILO, M.T.S. Efeito do tamanho da semente de *Euterpe edulis* Mart. sobre a germinação e crescimento inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, p. 150-157, 1996.

AUGSPURGER, C.K.; KATAJIMA, K. Experimental studies of seedling recruitment from contrasting seed distributions. **Ecology**, v. 73, n. 4, p. 1270-1274, 1992.

BRASIL. Instrução Normativa N° 6. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Diário Oficial da União de 23 de setembro (Seção 1) 185, p. 75-83, 2008.

CARVALHO, R.M., MARTINS, F.R.; SANTOS, F.A.M. Leaf Ecology of Pre-reproductive Ontogenetic Stages of the Palm Tree *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae). **Annals of Botany**, v. 83, p. 225-233, 1999.

CONTE, R. **Estrutura genética de populações de *Euterpe edulis* Mart. Submetidas à ação antrópica utilizando marcadores alozímicos e microsatélites**, 2004. Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

CONTE, R. **Genética do Recrutamento de Plantas em uma População Natural do Palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.)**. 2001. Dissertação (Mestrado), – Centro de Ciências Agrárias, UFSC, Florianópolis-SC.

CONTE, R.; REIS, M.S.; REIS, A.; MANTOVANI, A.; MARIOT, A.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis*. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 106-130.

FANTINI, A.C.; REIS, A.; REIS, M.S.; GUERRA, M.P. Sustained yield management in Tropical Forest: a proposal based on the autoecology of the species. **Sellowia**, v.42/44, p. 25-33, 1992.

FANTINI, A.C.; RIBEIRO, R.J.; GURIES, R.P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na Floresta Ombrofila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 256-280.

FARIAS, M. **Reinventando a relação humano-*Euterpe edulis*: do palmito ao açai**. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

FILHO, A.A.T.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORAIS, A.R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmito (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais. **CERNE**, v.7, n.1, p. 41-53, 2001.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE/ISA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da mata atlântica no período 1990-1995**. São Paulo, 1998.

GAIOTTO, F. A.; GATTAPAGLIA, D.; VENCOSKY, R. Genetic structure, mating system, and long-distance gene flow in heart of palm (*Euterpe edulis* Mart.) **Journal of Heredity**, v. 94, n. 5, p. 399-106, 2003.

IDE, B.Y.; ALTHOFF, D.A.; THOMÉ, V.M.R.; VIFOTTO, V.J. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**, 2ª etapa. Florianópolis, EMPASC. 1980. 106p.

ILLENSEER, R. e PAULILO, M.T.S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob

dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, p. 385-394, 2002.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 904, p. 501-528, 1970.

KLEIN, R.M. Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v. 32, p. 165-389. 1980.

MACFADDEN, J. **A produção do açaí a partir dos frutos do palmito (*Euterpe edulis* Martius) na mata atlântica**. 2005. 100f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.R.; REIS, M.S.; PUCHALSKI, A.; NODARI, R.O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.451-458, 2005.

MARTINEZ-RAMOS, M. **Patrones, procesos y mecanismos em la comunidad de plántulas de una selva húmeda neotropical**. 1991. Tese de Doutorado, México.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 173-179, 2001.

NEUBURGER, M.; SOUZA, T.V.; PAULILO, M.T. Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. **Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 157-165, 2010.

ORSELLI, L. Climatologia. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina, Gabinete do Planejamento e Coordenação Geral. 1986, p. 38-39.

PAULILO, M. T. S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 93-105.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC.** 1995, 154f. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

REIS, A. e KAGEYAMA, P. Y. A. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius - Palmae). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado.** 2000, p. 60-92.

REIS, A.; REIS, M. S.; FANTINI, A. C.; SGROTT, E. Z. Curso: Manejo de Rendimento Sustentado de *Euterpe edulis*. **Apostila curso** (15 a 17 de fevereiro), Registro, 1994, 59p.

REIS, A.; REIS, M.S.; FANTINI, A.C. Manejo de Rendimento Sustentado de *Euterpe edulis* Martius. In: Congresso florestal estadual, 2., 1992, Nova Prata-RS. **Anais...** Nova Prata-RS, 1992a, v. 5, p. 1226-1232.

REIS, M.S. Dinâmica da movimentação dos alelos: subsídios para conservação e manejo de populações naturais em plantas. **Revista brasileira de genética**, v.19, n.4 (suplemento), p. 37-47, 1996b.

REIS, M.S. **Distribuição e Dinâmica da Variabilidade Genética em Populações naturais de Palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius).** 1996a. 210p. Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

REIS, M.S.; FRANCHINI, R.G.; REIS, A.; FANTINI, A.C. Variação no período germinativo em sementes de *Euterpe edulis* Martius procedentes da região de Morretes – PR. In: Segundo congresso sobre essências nativas. 1992, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo-SP, 1992b, v. 4, p. 1252-1257.

REIS, M.S.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Management of natural populations and maintenance of genetic diversity. In: Workshop on “Recent advances in biotechnology for tree conservation and management”. Florianópolis, 1997. **Proceedings. Stockolm:** IFS, p.145-156, 1998.

REIS, M.S.; REIS, A.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; FANTINI, A.C.; ENDER, M.; BASSANI, A. Incremento corrente anual do palmitreiro (*Euterpe edulis*) na Floresta Ombrófila Densa. **Insula**, v.19, p. 51-56, 1989.

SILVA, J.Z. e REIS, M.S. Effects of Different Simulated Management Intensities on The Genetic Diversity of a Heart-of-palm Tree Natural Population (*Euterpe edulis* Martius). **Silvae Genética**, v. 59, n. 5, p. 201-210, 2010.

SNEATH, D.H.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W.H. Freeman & Co, 1973.

TONETTI, E.L. e NEGRELLE, R.R.B. Dinâmica do banco de plântulas de palmito em ambiente natural. **Scientia agraria**, v.2, n.1-2, p.79-85, 2001.

VASQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A.; RINCÓN, E.; SÁNCHEZ-CORONADO, M. E.; HUANTE, P.; BARRADAS, V.; TOLEDO, J. R. Light beneath the litter in a tropical forest: effect of seed germination. **Ecology**, v. 71, p.1952-1958, 1990.

YAMAZAKI, M.; IWAMOTO, S.; SEIWA, K. Distance- and density-dependent seedling mortality caused by several diseases in eight tree species co-occurring in a temperate forest. **Plant Ecology**, v. 201, n.1, p.181-196, 2009.

3.2. Dinâmica da Regeneração Natural de *Euterpe edulis*: Relações entre o número de Plântulas e Matrizes em diferentes estádios sucessionais

3.2.1. Resumo

Tendo em vista a crescente utilização dos frutos de *Euterpe edulis* para a produção de polpa de açaí, bem como a pressão que recai sobre remanentes florestais, também sujeitos à extração do palmito, este trabalho teve como objetivo estudar a regeneração natural da espécie, buscando levantar fundamentos para a extração sustentável de frutos, como uma alternativa para estabilizar as pressões antrópicas e assegurar a viabilidade das populações remanescentes. Os estudos foram conduzidos em três áreas, que contemplam diferentes estádios sucessionais, durante os anos de 1991 a 2008, tendo como foco a relação entre a evolução do número de plântulas e matrizes. Os resultados evidenciam forte correlação entre o número de plântulas e matrizes. Com a evolução da sucessão florestal, ocorre o aumento natural do número de matrizes e conseqüentemente de plântulas, o que resulta em maiores percentuais de mortalidade e auto regulação, porém não alteram significativamente a proporção anual de plântulas em mudança de classe de tamanho. A estabilização no número de plântulas e matrizes ao longo do tempo é sugerida pelos diferentes modelos matemáticos obtidos, onde estas podem não ocorrer conjuntamente, estando mais relacionada com a intensidade e com o estágio sucessional com que a colonização pela espécie se inicia, do que com a condição sucessional onde ocorre a estabilização. Entretanto, espera-se maiores densidades de matrizes e plântulas em estádios mais avançados, desde que não ocorram limitações no fluxo de sementes e que a regeneração da espécie se inicie o mais breve possível na escala sucessional. A densidade total de plântulas por hectare demonstrou ser menos eficiente para identificar a estabilização no número de plântulas/ha, em função do comportamento da classe I da regeneração natural, que representa em média 82% das plântulas. O estudo das classes II e III foi bastante eficiente em localizar a estabilização, fornecendo modelos muito representativos e consistentes. Em média, estádios secundários avançados tendem a apresentar proporções de plântulas nas classes I, II e III, próximas a 82, 14 e 4% respectivamente. Para atingir estes percentuais, observou-se, com a evolução sucessional, o aumento da proporção de plântulas na classe I e reduções nas classes II e III. Atendendo às necessidades da regeneração natural, a identificação de excedentes de frutos e sementes

foi possível. Em duas áreas o percentual foi de 18% do total de frutos maduros produzidos/ano, e em uma das áreas chegou a apenas 5%. Entretanto, os resultados obtidos até o momento não permitem a extrapolação para outras áreas, pois a determinação de excedentes envolve muitas variáveis locais, exigindo o acompanhamento de cada população, contudo, a metodologia aplicada é muito simples e fácil de ser empregada.

3.2.2. Introdução

A estrutura de populações de plantas é determinada em grande parte por processos associados à mortalidade e recrutamento dos indivíduos, neste sentido, os efeitos da competição entre plantas, sobretudo as mais próximas, e de seus reflexos sobre a sobrevivência, crescimento e reprodução, têm grande impacto sobre sua estruturação demográfica (Harper, 1977). Isto decorre principalmente pelo fato de que plantas vizinhas podem exibir parâmetros populacionais dependentes de densidade, alterando as taxas de mortalidade e reprodução, que podem ser descritos como competição intra- ou interespecífica (Janzen, 1970).

Em populações que ocorrem naturalmente em altas densidades, a competição por espaço, e com ele de nutrientes e/ou luz, como exemplo, pode tornar-se limitante (Goodall, 1970), sobretudo entre indivíduos da mesma espécie, por apresentarem características adaptativas semelhantes, principalmente se forem considerados estudos sobre genética de populações, onde o parentesco tende a ser maior em menores distâncias (Futuyma, 2002).

Euterpe edulis ocorre naturalmente em altas densidades, Veloso e Klein (1957, 1959) já apontavam o palmitreiro como a espécie mais abundante no estrato médio da Floresta Ombrófila Densa, com valores de até 1.000 indivíduos por hectare com altura superior a 1,5 m. Mais recentemente, outros estudos comprovaram esse comportamento através de dados demográficos da espécie (Negreiros, 1982; Nodari *et al.*, 1987; Reis *et al.*, 1989; 2000).

A dispersão de sementes na espécie é intensamente concentrada próximo as matrizes, formando um padrão agregado de distribuição (Reis e Kageyama, 2000), também observado em indivíduos imaturos em relação a adultos (Alves, 1994).

A regeneração natural da espécie apresenta-se submetida aos efeitos da densidade de plântulas e distância da matriz mais próxima,

onde as taxas de mortalidade e crescimento, aumentam e diminuem respectivamente, com a proximidade de indivíduos reprodutivos (capítulo 3 - sub-capítulo 3.1, desta tese). O estágio sucessional no qual se encontra a floresta, também produz efeitos sobre a densidade de plântulas e a distância da matriz mais próxima, onde estágios mais iniciais de sucessão florestal, como o *miconietum*, possivelmente pela maior oferta de luz ao subosque, tendem a apresentar menores taxas de mortalidade e maiores percentuais de crescimento.

A espécie tende ainda, a formar grupos reprodutivos - "demes panmíticas", o que aumentam os efeitos da competição intraespecífica. Reis (1996ab) em seus estudos, estimou uma área de vizinhança média para o palmitreiro de 13.000 m², e um tamanho de vizinhança em termos médios de 67 indivíduos, ou seja, demes de, em média, 67 indivíduos, ocupando uma área média de 13.000 m².

Levando em conta estes aspectos, que sugerem a ocorrência de forte competição intraespecífica, este trabalho teve como objetivo levantar informações sobre a regeneração natural de *E. edulis*, procurando por meio da caracterização das taxas de mortalidade, crescimento e proporção das classes de regeneração, encontrar relações e limites entre o número de plântulas e matrizes ao longo da evolução dos estágios sucessionais. A compreensão de tais questões, permite estabelecer exedentes frutos e sementes que poderiam ser extraídos da floresta, fundamentando o manejo sustentável.

3.2.3. Material e Métodos

O estudo sobre a regeneração natural do palmitreiro *E. edulis* foi conduzido em três áreas: São Pedro de Alcântara, Ibirama e Florianópolis. A escolha destas áreas teve como objetivo levantar informações referentes ao desenvolvimento da espécie em diferentes estágios sucessionais.

A área localizada em Florianópolis, situa-se na Unidade de Conservação Ambiental Desterro (UCAD). A cobertura vegetal desta reserva é feita por relictos de Floresta Ombrófila Densa, em diversos estágios de desenvolvimento, condicionados pelo uso agrícola ocorrido há mais de 60 anos. O relevo, caracteriza-se por ser bastante ondulado e é comum o afloramento de rochas graníticas no interior da floresta. O solo, em razão disso, se apresenta em diversos locais raso, com pequena cobertura formada pela serapilheira da floresta, o que favorece o crescimento de muitas bromélias. Nesta área, foram implantadas em

1999 seis parcelas permanentes de 40x40 metros, avaliadas nos anos de 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2007. Dentre as áreas estudadas, é a que se caracteriza em condição mais inicial de mata secundária. Quanto às condições ambientais locais, situa-se entre 240 e 300 metros de altitude, com temperatura média anual de 20°C.

A área de estudo localizada em Ibirama, encontra-se na Floresta Nacional de Ibirama (FLONA de Ibirama), coordenadas geográficas: latitude 27°02'09"S, longitude 49°27'25"W; distanciando-se aproximadamente 250 km de Florianópolis (SC). A vegetação original do local, segundo Klein *et al.* (1986), era composta por Floresta Ombrófila Densa Montana, tendo sofrido exploração seletiva entre as décadas de 1950 e 1970, encontrando-se atualmente em estágio secundário avançado de sucessão florestal, com características estruturais similares de áreas com cobertura florestal primária. O clima da região é do tipo Cfa-mesotérmico úmido com verão quente, com temperatura média anual entre 16° e 18°C (Ide *et al.*, 1980). A precipitação anual na região é bem distribuída, variando entre 1600 e 1800 mm (Orselli *et al.*, 1986). O solo predominante é o Cambissolo Álico (Moser *et al.*, 1986), com relevo ondulado a fortemente ondulado, tendo a área de amostragem uma variação entre 300 e 350 metros de altitude. Nesta área, em 1997 foram implantadas 24 parcelas permanentes, de 40x40m e avaliadas durante os anos de 1997, 1998, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 e 2008.

A área localizada em São Pedro de Alcântara, encontra-se em condições de Floresta Ombrófila Densa, em situação sucessional intermediária a encontrada entre às áreas localizadas em Ibirama e Florianópolis. Esta área sofreu corte raso e uso agrícola, onde foi gradualmente abandonada há mais de 60 anos. Desta maneira, das seis parcelas permanentes de 50 x 50m implantadas na área, quatro: A, B, C e D, situam-se num estágio mais avançado de mata secundária (Mantovani *et al.*, 2005), porém em uma condição sucessional menos avançada que a observada para Ibirama. Já as demais parcelas, E e F encontram-se em uma fase mais inicial, classificada como *Miconietum* (Klein, 1980), no entanto, sucessionalmente mais avançada que a encontrada em Florianópolis.

O clima da região é do tipo Cfa-mesotérmico úmido com verão quente. A temperatura média é de 20°C, sendo a média de temperatura do mês mais quente em torno de 25°C e a temperatura do mês mais frio, em torno de 16°C. A precipitação anual na região é bem distribuída, atingindo 1390mm (Ide *et al.*, 1980). As parcelas foram implantadas em 1991 e avaliadas anualmente de 1991 a 2005. A caracterização

sucessional desta área foi realizada através dos estudos de Mantovani *et al.* (2005), realizados nestas mesmas parcelas.

Nas áreas de Ibirama e Florianópolis, em cada parcela de 40x40 metros foram implantadas 39 subparcelas de 2x2 metros, dispostas em duas linhas em formato de cruz cruzando o centro das parcelas. Na área de São Pedro de Alcântara, as subparcelas de estudo da regeneração também foram implantadas da mesma maneira, porém devido ao maior tamanho das parcelas (50x50 metros) foram implantadas 49 subparcelas de 2x2 metros. Nas áreas, de São Pedro de Alcântara e Florianópolis, todas as plantas que não apresentaram estipe exposto a 1,3 metros, foram mapeadas, etiquetadas e avaliadas anualmente em três classes de altura, quanto à inserção da folha mais jovem: Classe I: até 10 cm; Classe II: de 11 a 50 cm e Classe III: de 51 a presença de estipe exposto a 1,3 metros. Levantando-se informações de mortalidade e crescimento, bem como o histórico de desenvolvimento de cada coorte de plântulas. As plântulas novas foram incluídas anualmente em cada avaliação e acompanhadas como novas coortes de plântulas, referindo-se cada uma, a uma chuva anual de sementes. Na área de Ibirama, as avaliações ocorridas entre 1997 e 2007, foram realizadas através da contagem anual das plântulas por classe de altura, sem a marcação individual. Somente no ano de 2008, a marcação individual foi utilizada, afim de obter percentuais de mortalidade.

Todos os dados foram obtidos por classificação e contagem, sendo posteriormente realizado o cálculo das médias, intervalos de confiança, transformações percentuais e ajustes por área. Foram realizadas análises de regressão procurando associar a dinâmica do conjunto de plântulas em termos de ingresso, mortalidade e recrutamento com o tempo. Os modelos matemáticos foram estimados utilizando-se o programa Statgraf (1993).

3.2.4. Resultados e Discussões

3.2.4.1. Caracterização da regeneração natural e relações sucessionais

A caracterização da regeneração natural nas diferentes áreas de estudo apresentou distribuição em formato de "j" invertido, porém este foi menos evidente em condições sucessionais mais iniciais, como a observada para a UCAD (Tabela 1).

Tabela 1: Percentual de plântulas nas três classes de regeneração por área de estudo e em outros trabalhos sobre a espécie.

Local	Classe I	Classe II	Classe III	Jovens 1 (CII+CIII)	Núm. de Matrizes/ ha
Paranaguá (Tonetti <i>et al.</i> , 1997)	49,5	ñ avaliado	ñ avaliado	50,5	8,5
UCAD - Inicial	51,2 (42,7 - 59,8)	25,3 (20,5 - 30,1)	23,5 (12,9 - 34,1)	48,8	9,2
SPA - Inicial	76,2 (73,5 - 79)	21,8 (19,2 - 24,3)	2,2 (2 - 2,4)*	24,0	191
Intervales - Avançado (Fantini <i>et al.</i> , 1993)	76,0 (71,1 - 80,9)	16,9 (12,5 - 21,3)	7,1 (4,0 - 10,1)	24,0 (19,1 - 28,9)	113
Eldorado1 - Avançado	78,6	18,6	2,8	21,4	187
Eldorado2 - Avançado (Fantini e Guries, 2007)	79,5	14,6	5,9	20,5	185
SPA - Avançado	82,4 (77,4 - 87,4)	15,6 (11,2 - 20,1)	2,0 (1,3 - 2,6)	17,6	110
Blumenau - Avançado (Reis, 1995)	83	ñ avaliado	ñ avaliado	17,0	61
Ibirama - Avançado	87,1 (84,5 - 89,6)	10,8 (8,8 - 12,8)	2,1 (1,2 - 3,1)	12,9	231
Blumenau - Avançado (Conte <i>et al.</i> , 2000)	86,5 (79,4 - 93,6)	9,9 (4,8 - 15,0)	3,6 (1,5 - 5,7)	13,5	ñ avaliado
Média (Avançados)	82	14	4	18	148
Média (Iniciais)	59	24	13	41	70

*Intervalos de confiança a 5% de probabilidade.

Na Tabela 1 estão explicitados os dados deste estudo e de vários outros disponíveis na literatura. A população estudada por Tonetti *et al.* (1997), apresentou distribuição semelhante a encontrada na UCAD, onde a espécie já foi explorada no passado e a população regenerante apresenta poucas matrizes, possivelmente também vinculada ao reduzido número de matrizes que apresenta.

Considerando apenas os estádios avançados de sucessão florestal, a proporção de indivíduos na classe I, foi de 82% do total de plântulas (Tabela 1). Seguida pelas classes II e III com respectivamente 14 e 4% das plântulas. Maiores percentuais de plântulas na classe I, apresentaram-se associados a ambientes sucessionalmente mais avançados, vinculados pela relação percentual, a menor proporção de plântulas encontradas nas classes II e III, indicando condições mais restritivas ao desenvolvimento das plântulas, possivelmente vinculadas a menor disponibilidade de luz, como sugerem os estudos de Paulilo (2000), Nakazono *et al.* (2001) e Neuburger *et al.* (2010), onde plântulas de *E. edulis* recebendo entre 2 e 20% de luz solar direta (RFA entre 36 e 360 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), apresentam aumento de biomassa, de taxas de crescimento relativo e de assimilação líquida com o aumento de RFA. Além da luz, os efeitos da densidade de plântulas e da distância da matriz mais próxima, apresentam maior expressão em condições sucessionais mais avançadas (capítulo 3 desta tese), promovendo maiores taxas de mortalidade.

A mortalidade anual, do total de plântulas nas três classes de regeneração, variou entre 5 e 34% (Tabela 2), sendo principalmente representada pela classe I, onde estão ocorrendo mais de 96% das mortes. A mortalidade média, observada para as classes II e III, foi respectivamente, de 4,4 e 0,03% do total de plântulas mortas, não diferindo entre os ambientes estudados, o que sugere pouco efeito da condição sucessional sobre elas. Neste sentido, a menor proporção de plântulas nas classes II e III, observada em estádios sucessionais mais avançados, está relacionada à mortalidade da classe I e na restrição ao seu desenvolvimento. A mortalidade foi maior em condições sucessionais mais avançadas, onde em média 30% das plântulas morreu ao longo do ano. Em condições mais iniciais de sucessão florestal a mortalidade foi menor, atingindo de 5 a 19% das plântulas, indicando, melhores condições de estabelecimento para a classe I da regeneração natural, possivelmente vinculadas a maior oferta de luz e a menores efeitos da relação: densidade de plântulas e distância da matriz mais próxima (capítulo 3 desta tese).

Tabela 2: Percentuais de mortalidade média anual para o total de plântulas nas três classes de regeneração e individual por classe de regeneração para as diferentes áreas de estudo.

Local	Mortalidade	Mortalidade por classe de Regeneração		
	Total	Classe I	Classe II	Classe III
UCAD - Inicial	5,3 (-5,8 - 16,3)**	99,2 (97 - 101,4)	0,8 (-1,4 - 3)	0,0
SPA - Inicial	18,5 (16,4 - 20,6)	93,6 (92 - 95,2)	6,3 (4,7 - 7,9)	0,1 (0 - 0,3)
SPA - Avançado	33,8 (29,2 - 38,4)	97,0 (95,6 - 98,4)	2,9 (1,6 - 4,3)	0,1 (-0,1 - 0,2)
Ibirama - Avançado	29,2 ^A (25,9 - 32,5)	96,8 (95,1 - 98,6)	3,2 (1,4 - 4,9)	0,0
Blumenau - Avançado (Conte <i>et al.</i> , 2000)	26,7 (16,4 - 36,9)	92,9 (83,4 - 102,4)	7,0 (-2,5 - 16,6)	0,0 (-0,1 - 0,1)
Média*	29,9	95,6	4,4	0,03

*Média dos estádios avançados de sucessão, ^APercentual referente a apenas 7 meses, portanto, subestimado. **Intervalo de confiança a 5% de probabilidade.

A mortalidade das plântulas, apresentou correlação positiva com o número de plântulas nas classes I e II (r^2 : 0,90 e 0,77, respectivamente para as classes I e II em estádio inicial; e r^2 : 0,97 e 0,80, respectivamente para as classes I e II em estádio avançado), o que confirmam os resultados obtidos com o estudo dos efeitos da densidade de plântulas (Tabela 3). O número total de plântulas, esteve também, positivamente correlacionado com a densidade de matrizes (r^2 : 0,78, em estádio inicial e r^2 : 0,81, em estádio avançado), indicando que quanto maior o número de matrizes, maior a densidade de plântulas e conseqüentemente maior a mortalidade, independentemente se a condição for de mata secundária inicial ou avançada. Já a classe III, apresentou baixa correlação entre o número de plântulas e a mortalidade respectiva da classe, em ambos os ambientes (r^2 : 0,22 e 0,31, respectivamente para os estádios inicial e avançado), indicando outras variáveis com efeitos predominantes à densidade.

Tabela 3: Correlação entre o número de plântulas nas classes I, II, III e Total, com o número de matrizes, mortalidade e mudança de classe, para os estádios sucessionais de secundário inicial e avançado, localizados em São Pedro de Alcântara-SC.

Inicial							
Núm. Plântulas	Mortalidade			Crescimento			Matrizes
	Classe I	Classe II	Classe III	I para II	II para III	III para R	
Classe I	0,90	0,54	0,46	0,48	-0,21	-0,39	0,71
Classe II	0,53	0,77	-0,03	-0,22	0,16	-0,22	0,80
Classe III	0,52	0,65	0,22	0,01	-0,42	-0,28	0,76
Total Plântulas							0,78
Avançado							
Núm. Plântulas	Mortalidade			Crescimento			Matrizes
	Classe I	Classe II	Classe III	I para II	II para III	III para R	
Classe I	0,97	0,14	0,08	0,30	0,33	-0,54	0,80
Classe II	0,37	0,80	0,08	-0,17	0,26	-0,44	0,66
Classe III	0,60	0,32	0,31	0,37	-0,32	-0,48	0,86
Total Plântulas							0,81

O percentual médio de plântulas em mudança de classe (crescimento) para o total das três classes de regeneração variou entre 1,6 a 10,8% do total de plântulas (Tabela 4). A classe I foi responsável pela maior parte do crescimento observado, variando entre 62 e 89% do crescimento total. Já os percentuais de plântulas em crescimento nas classes II e III, ficaram entre 8 e 23% e entre 3 e 15%, respectivamente.

Os resultados obtidos com os percentuais de plântulas em mudança de classe (Tabela 4), embora sugiram melhores condições de desenvolvimento em condições sucessionais mais iniciais, não foram estatisticamente diferentes. Apenas a UCAD, apresentou diferenças significativas. Evidenciando que a condição sucessional tem pouco efeito no percentual de plântulas crescendo em altura, estando mais ligado à sobrevivência das plântulas (Tabela 2).

Tabela 4: Percentual anual de plântulas em mudança de classe de tamanho, para o total de plântulas e individual por classe de regeneração para as diferentes áreas de estudo.

Local	Crescimento	Crescimento por classe de Regeneração		
	Total	Classe I	Classe II	Classe III
UCAD - Inicial	10,8 (4,6 - 17,0)**	61,9 (37,4 - 86,5)	23,3 (-8,0 - 54,7)	14,8 (-11,1 - 40,6)
SPA - Inicial	2,6 (2,0 - 3,2)	88,5 (83,7 - 93,3)	7,6 (4,1 - 11,1)	3,9 (0,9 - 6,8)
SPA - Avançado	1,6 (0,7 - 2,6)	79,8 (68,0 - 91,5)	13,9 (3,4 - 24,4)	6,3 (1,1 - 11,6)
Ibirama - Avançado	1,6 ^A (0,9 - 2,3)	83,7 (74,4 - 93,0)	13,6 (3,2 - 24,0)	2,7 (1,2 - 4,2)
Blumenau - Avançado (Conte <i>et al.</i> , 2000)	2,1 (1,2 - 3,0)	86,2 (75,6 - 96,8)	8 (0,7 - 15,3)	5,8 (-0,4 - 12,0)
Média*	1,8	83,2	11,8	4,9

*Média dos estádios avançados de sucessão, ^A Percentual referente a apenas 7 meses, portanto, subestimado. **Intervalo de confiança a 5% de probabilidade.

Considerando somente as condições sucessionais avançadas (Tabela 4), apenas 1,8% das plântulas muda anualmente de classe de tamanho, sendo este crescimento principalmente representado pela mudança de I para II, com 83% do total. A mudança de II para III, atingiu em média 12% e de III para R, 5% ao ano, e não foram estatisticamente diferentes. Onde "R" representa o recrutamento para a fase jovem, etapa em que a plântula passa a apresentar estipe exposta a 1,3 metros de altura. Estes percentuais foram muito próximos aos observados para a distribuição percentual das plântulas nas três classes de tamanho (Tabela 1), entretanto, podem ser apenas uma coincidência.

O número de plântulas presentes em cada classe, apresentou baixa correlação com a mudança de tamanho (Tabela 3), indicando que o número de plântulas em mudança, depende pouco do número de plântulas em cada classe. Entretanto, cabe destacar que embora a correlação obtida tenha sido baixa, os valores negativos sugerem a presença dos efeitos da densidade de plântulas (teoria da densidade dependente - Janzen, 1970 e Connell, 1971, 1979), mesmo em análises como esta, onde o efeito da densidade não é o foco do estudo.

3.2.4.2. Número de plântulas/ha e sua relação com o número de matrizes em diferentes condições sucessionais

De maneira geral, maiores densidades de plântulas são esperadas em estádios sucessionais mais avançados, em função do aumento natural do número de matrizes. Entretanto, estádios mais iniciais também podem apresentar elevadas densidades de plântulas e estádios mais avançados também podem apresentar baixas densidades, pois a constituição das populações de plântulas depende da combinação de vários fatores, dentre eles: densidade de matrizes, fase sucessional, interações com a fauna, e área de vizinhança como fonte de sementes.

Os resultados deste trabalho refletem uma grande variação entre as áreas de estudo (de 1.034 a 52.157 plântulas por ha – Tabela 5). Contudo, por mais que as variáveis mencionadas no parágrafo anterior atuem, quando se atinge condições avançadas de sucessão florestal, as proporções de plântulas nas classes I, II e III, mantêm-se respectivamente próximas a 82, 14 e 4% do total de plântulas (Tabela 1), sugerindo a ocorrência de limites comuns às populações, estabelecidos por conjuntos de fatores ainda desconhecidos.

Neste sentido, o estabelecimento de um modelo torna-se difícil, pois a densidade de matrizes e plântulas, dependem muito da condição da floresta após a exploração. Ambientes secundários mais iniciais, se apresentarem grande imigração de sementes vindas de áreas vizinhas, tendem a formar populações mais densas de matrizes e plântulas. No entanto, se a vizinhança dispõe de poucas matrizes e sementes, o esperado é a lenta colonização do ambiente em baixas densidades de plântulas e matrizes. A área da UCAD é um bom exemplo, onde as ações antrópicas que culminaram com a destruição da floresta há mais de 60 anos, deixaram poucas matrizes para recompor a população, logo, a presente densidade da regeneração é muito baixa.

Na área localizada em São Pedro de Alcântara, também em estádio secundário inicial, não ocorreram estas limitações, apresentando as maiores densidades de plântulas entre as áreas estudadas, maiores inclusive que as observadas em estádios mais avançados, possivelmente em razão da combinação entre maior luminosidade disponível, presente em estádios mais iniciais de sucessão, somada a menor mortalidade observada nestes ambientes (Tabela 2), e ausência de limitações no fluxo de sementes ou mesmo no número de matrizes remanescentes após a exploração.

Tabela 5: Número de plântulas e matrizes por hectare nas diferentes áreas de estudo.

Local	Total/ha	Núm. de Matrizes
Paranaguá (Tonetti <i>et al.</i> , 1997)	2580	8,5
UCAD - Inicial	1034 (912 - 1156)**	9,2
SPA - Inicial	52157 (45301 - 59014)	191
Intervales - Avançado (Fantini <i>et al.</i> , 1993)	7475 (5810 - 9139)	113
Eldorado 1 - Avançado	17315	187
Eldorado 2 - Avançado (Fantini e Guries, 2007)	11517	185
SPA - Avançado	15579 (10541 - 20618)	110
Blumenau - Avançado (Reis, 1995)	15130	61
Ibirama - Avançado	38821 (23360 - 54282)	231
Blumenau - Avançado (Conte <i>et al.</i> , 2000)	21749 (10599 - 32898)	ñ avaliado
Média*	18227	148

*Média dos estádios avançados de sucessão,**Intervalo de confiança a 5% de probabilidade.

Com a evolução da sucessão florestal, se não ocorrerem interferências antrópicas, o esperado é o aumento no número de matrizes, como estas estão positivamente correlacionadas ao número de plântulas (Tabela 3), ocorrerão maiores densidades de plântulas. Neste sentido, a competição intraespecífica que ocorre com as classes I e II, passará a limitar e a regular a mortalidade (Tabela 3), reduzindo os estoques de plântulas e principalmente limitando a passagem da classe I para II, que conseqüentemente reduzirá também, a proporção de plântulas crescendo das classes II para III e de III para R, como evidenciam os estudos sobre a densidade de plântulas e a distância da matriz mais próxima (capítulo 3 desta tese). O que faz com que a

proporção de plântulas na classe I aumente, principalmente por dois fatores: 1^o) pelo aumento da mortalidade com a densidade, que reduz a proporção das classes II e III, como mencionado anteriormente, e, principalmente, 2^o) pelo aumento no número de matrizes, que resulta em maior produção de sementes e de plântulas na classe I.

Porém, as plantas da classe I mencionadas, se mantêm em sua maioria, em intervalos inferiores a um ano, principalmente pelas reservas contidas na semente (Conte *et al.*, 2000). Este último aspecto pode ser visto na Tabela 6, pela comparação dos estádios sucessionais avançado e inicial, localizados em São Pedro de Alcântara, onde a proporção de novas plântulas germinadas por ano tende a ser maior no estágio mais avançado, mesmo apresentando um número menor de matrizes (o que gera menos sementes/ano), devido a baixa sobrevivência do conjunto total de plântulas ao longo do tempo, gerados pelos maiores percentuais de mortalidade.

Como a tendência é de aumento no número de plântulas, pelo aumento no número de matrizes, espera-se o aumento dos percentuais de mortalidade com o avanço da sucessão florestal, como pode ser visto na Tabela 2. Neste sentido, a possibilidade de estabilização no número de plântulas por hectare é coerente e possível, podendo ser gerada pela estabilização do número de matrizes, que ocorre pela competição por espaço e luz com outras espécies florestais (Fantini e Guries, 2007), ou ainda, provocada pelos próprios efeitos da densidade de plântulas e suas interações com o restante da floresta, como indicado pela teoria de Janzen (1970) e Connell (1971,1979), abordada para *E. edulis* no capítulo 3 desta tese.

A estabilização no número de matrizes segundo os modelos matemáticos obtidos, parece já ter ocorrido para as áreas de Ibirama e de São Pedro de Alcântara em estágio avançado, e parece estar ocorrendo para a área inicial de São Pedro (Figura 1). O estágio sucessional em que a densidade de matrizes atinge seu limite, parece ter pouca importância, pois áreas avançadas e iniciais podem apresentar os mesmos valores. Possivelmente o fator de maior importância na colonização das áreas pelo palmitreiro, está relacionado a intensidade e ao estágio sucessional onde o fluxo de sementes se inicia. Ou seja, a situação e as condições em que o processo de colonização/ recolonização se inicia é que são determinantes da situação de estabilização. Estádios secundários mais iniciais apresentam menores percentuais de mortalidade, logo, maior chance se formarem maiores estandes, entretanto, para que efetivamente apresentem maiores densidades de matrizes, dependem também, do fluxo de sementes de áreas vizinhas para a sua colonização. Em estágio

avanzado de sucessão florestal, estudos de Fantini e Guries (2007) têm demonstrado que: quanto maior a densidade e abundância de espécies madeireiras, menor é a regeneração, a sobrevivência e o crescimento do palmitero.

Tabela 6: Número total de plântulas, número de plântulas novas (germinadas no ano), número de matrizes e percentuais de plântulas mortas e novas, por ano e por hectare, para as áreas de São Pedro de Alcântara nos estádios avanzado e inicial de sucessão florestal.

Ano	SPA - Avanzado					SPA - Inicial				
	Total	% mortas	Novas	% novas	n° Mtz	Total	% mortas	Novas	% novas	n° Mtz
1991	6582	23			73	43520	17			106
1992	7895	30	2908	37	73	44974	12	9082	20	106
1993	6110	24	625	10	78	41658	17	2219	5	104
1994	8355	44	3686	44	99	39719	18	5281	13	140
1995	5344	21	714	13	98	41173	13	8750	21	164
1996	10472	40	6237	60	100	43342	21	7628	18	164
1997	7870	30	1594	20	104	36888	16	2755	7	164
1998	21173	42	15689	74	107	59694	18	28852	48	180
1999	27219	38	15038	55	115	69464	21	20791	30	216
2000	24668	36	7653	31	129	60434	17	5893	10	260
2001	25497	50	9668	38	135	52985	16	2781	5	264
2002	18355	42	5485	30	142	66020	22	22832	35	270
2003	26658	42	15893	60	146	70408	27	18138	26	268
2004	21913	32	6543	30	146	59923	19	8801	15	268
Média	15579	35,2	7057	39	110	52157	18,3	11062	19	191
IC+	20618	40,2		50,2	125	59014	20,5		27,1	229
IC-	10541	30,1		27,0	95	45301	16,1		11,9	153

IC: Intervalo de confiança a 5% de probabilidade; **Novas:** sementes germinadas no ano e que geraram plântulas; **n° Mtz:** número de matrizes; **%novas:** percentual de novas plântulas em relação ao total de plântulas no ano; **%mortas:** percentual de plântulas mortas em relação ao total de plântulas, após o período de um ano.

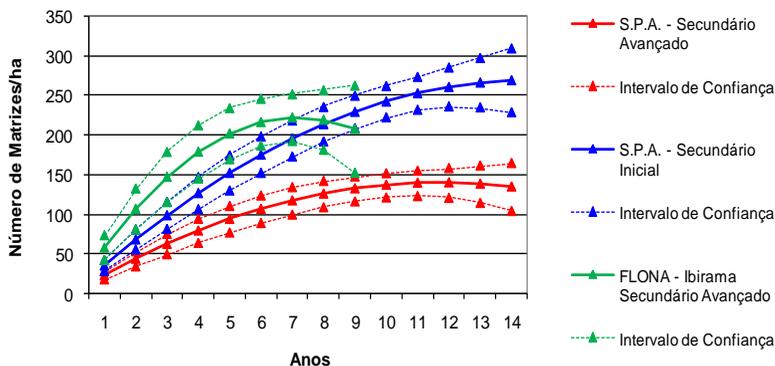


Figura 1: Modelos matemáticos representando o aumento no número de matrizes ao longo dos anos de estudo, para as áreas de São Pedro de Alcântara, nas condições sucessionais de secundário inicial (matrizes: $36,74 * \text{ano} - 1,25 * \text{ano}^2$, $R= 98\%$, $p<0,01$) e avançado (matrizes: $23,80 * \text{ano} - 1,01 * \text{ano}^2$, $R= 97\%$, $p<0,01$) e para a área de Ibirama (matrizes: $61,97 * \text{ano} - 4,32 * \text{ano}^2$, $R= 98\%$, $p<0,01$).

A estabilização na densidade de plântulas em função da estabilização no número de matrizes era esperada, entretanto, somente foi observada para a área localizada em São Pedro de Alcântara em condição sucessional mais inicial (Figura 2). Porém, a condição sucessional em que as áreas se encontram não foi determinante para a estabilização da densidade de plântulas, pois, como evidenciam os resultados obtidos por Conte *et al.* (2000), também podem ocorrer em áreas avançadas (Figura 2).

Na Figura 3 são apresentados os modelos matemáticos obtidos para as áreas de São Pedro de Alcântara, Ibirama e Intervales (Fantini *et al.*, 1993), que apresentam a relação entre o número de plântulas e matrizes em cada área. Observando a Figura 3, pode-se perceber que, para as populações de Ibirama e de São Pedro de Alcântara em estágio secundário avançado, está ocorrendo a estabilização no número de matrizes/ha, o que ainda não ocorre para o número de plântulas. Já para as populações de São Pedro em estágio secundário em condição mais inicial e para a área da Intervales em estágio secundário avançado de sucessão, estudada por Fantini *et al.* (1993), está ocorrendo a estabilização no número de plântulas.

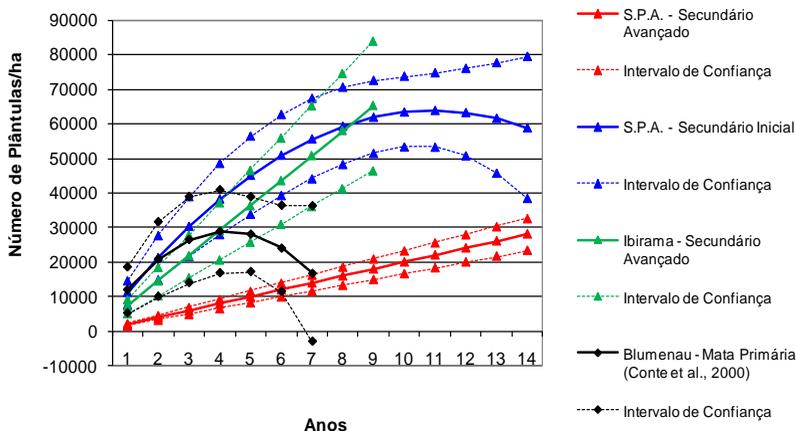


Figura 2: Modelos matemáticos representando o aumento no número de plântulas ao longo dos anos de estudo, nas áreas de São Pedro de Alcântara, nas condições sucessionais de secundário inicial (plântulas: $11.706,42 * \text{ano} - 535,53 * \text{ano}^2$, $R= 93\%$, $p<0,01$) e avançado (plântulas: $2003,80 * \text{ano}$, $R=93\%$, $p<0,01$) e para as áreas de Ibirama (plântulas: $7241,96 * \text{ano}$, $R=89\%$, $p<0,01$) e Blumenau (plântulas: $13.666,63 * \text{ano} - 1611,26 * \text{ano}^2$, $R= 88\%$, $p<0,03$).

Na área de São Pedro em estágio secundário mais inicial e na área da Intervalles (Figura 3), a estabilização da densidade de plântulas, segue perfeitamente a densidade de matrizes, seguindo um comportamento esperado, onde a limitação de plântulas depende da limitação no número de matrizes. A diferença entre estas áreas, no que se refere a densidade de plântulas, possivelmente está relacionada a menor mortalidade observada para condições mais iniciais (Tabela 2). Além disso, na área da Intervalles, a competição com espécies madeireiras e a presença de bambus (*Guadua tigoara*), podem limitar a regeneração de *E. edulis*, como ocorrem nas áreas de Eldorado 1 e 2, estudadas por Fantini e Guries (2007), onde a regeneração do palmitero apresenta estrutura semelhante (Tabela 1). Outro fator, poderia ser a fauna, em áreas maiores e sucessionalmente mais desenvolvidas, como a da Intervalles tendem a apresentar mais animais, principalmente os de maior porte, o que poderia afetar também, a estrutura da regeneração.

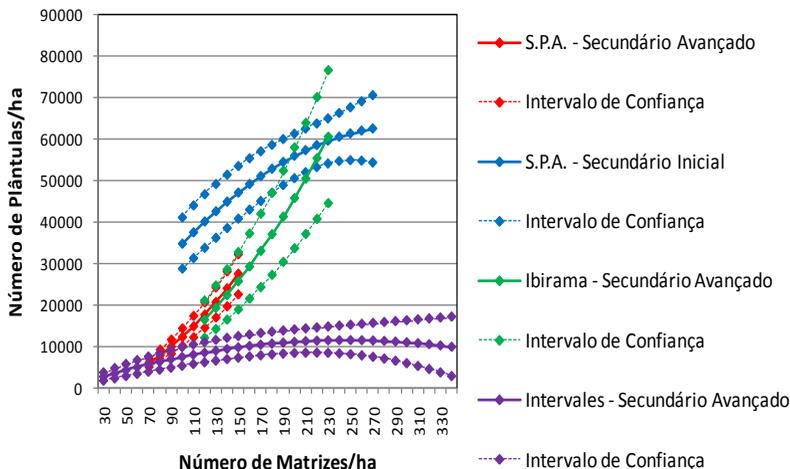


Figura 3: Modelos matemáticos representando a relação entre o número de plântulas e matrizes por hectare, para as áreas de São Pedro de Alcântara em estágio secundário inicial (Plântulas: $417,91 * matrizes - 0,69 * matrizes^2$, $R= 98\%$, $p<0,01$) e avançado (Plântulas: $1,22 * matrizes^2$, $R= 92\%$, $p<0,01$) e para as áreas de Ibirama (Plântulas: $1,15 * matrizes^2$, $R= 90\%$, $p<0,01$) e Intervals - obtido a partir dos dados originais de Fantini *et al.* (1993) (Plântulas: $93,40 * matrizes - 0,19 * matrizes^2$, $R= 79\%$, $p<0,01$).

Nos modelos apresentados na Figura 3, para as áreas de Ibirama e de São Pedro em estágio avançado de sucessão, a densidade de plântulas, apesar de seguir a densidade de matrizes, aumenta em uma velocidade maior que a observada para as matrizes, ocorrendo o contrário do observado para as outras áreas. Este resultado pode estar associado ao fato de que a densidade de matrizes, nas áreas de Ibirama e SPA em condição avançada, está se estabilizando há mais tempo (Figura 1), o que altera os modelos. Entretanto, a densidade de plântulas continua aumentando muito, o que coloca em dúvida os modelos apresentados para as áreas da Intervals e SPA em estágio inicial. Possivelmente no futuro, ocorrerá uma inversão dos modelos matemáticos apresentados para a Intervals e SPA em estágio inicial, que se tornarão semelhantes aos apresentados por Ibirama e SPA em estágio avançado, pois a velocidade no aumento da densidade de matrizes se reduzirá, forçando a mudança dos modelos.

Entretanto, persiste uma pergunta: "Porque a densidade de plântulas continua aumentando se a densidade de matrizes está estabilizando?" A resposta desta pergunta pode estar relacionada à produtividade das matrizes (capítulo 1 desta tese), que com o aumento do diâmetro (DAP), passam a produzir mais infrutescências/planta e maior quantidade de frutos por infrutescência, além de apresentarem uma participação mais constante nos eventos reprodutivos, sendo menos afetadas pela alternância reprodutiva. Neste sentido, mesmo estabilizado o número de matrizes com o avanço de tempo, estas continuarão crescendo em diâmetro e produzirão mais sementes e plântulas. Entretanto, espera-se um momento no tempo em que a distribuição diamétrica das matrizes também se estabilize, o que estabilizaria também o número de plântulas por hectare.

Outro fator que contribui para o aumento no número de plântulas, está relacionado a permanência das plântulas na classe I ao longo do tempo, pois apesar de apresentarem 85% de mortalidade após três anos da germinação em áreas avançadas, estas podem permanecer vivas e nesta classe, por até 11 anos (capítulo 3 desta tese). Em áreas mais iniciais, em função da menor mortalidade, 66% após três anos da germinação, as plântulas resistem por mais tempo, até 14 anos (capítulo 3 desta tese). O que naturalmente aumenta o número de plântulas, principalmente pelo fato de que a estabilização no número de matrizes é muito recente (Figura 1), ocorrida a no máximo três anos; logo, muitas matrizes estão apenas iniciando a sua contribuição ao banco de plântulas.

Uma outra forma de responder a pergunta "Porque a densidade de plântulas continua aumentando se a densidade de matrizes está estabilizando?", pode ser feita pela mudança de foco, pois a estabilização do número de plântulas na regeneração natural do palmiteiro, discutida até este momento, tratou do conjunto de classes: I, II e III, onde em média 82% do comportamento se deve a classe I. Mudando o foco para as classes II e III, e buscando as suas estabilizações (Figuras 4 e 5), pode-se perceber que estas ocorrem nas densidades de: 15.000 a 16.000 plântulas na classe I, para São Pedro de Alcântara em condição avançada, e entre 45.000 e 55.000 plântulas na classe I, para Ibirama. Como atualmente as densidades de plântulas/ha em São Pedro de Alcântara estão em 19.834 plântulas na classe I, 1.837 plântulas na classe II e 242 plântulas na classe III, tudo leva a crer, que a estabilização já ocorreu, apresentando inclusive redução na quantidade de plântulas nas classes II e III.

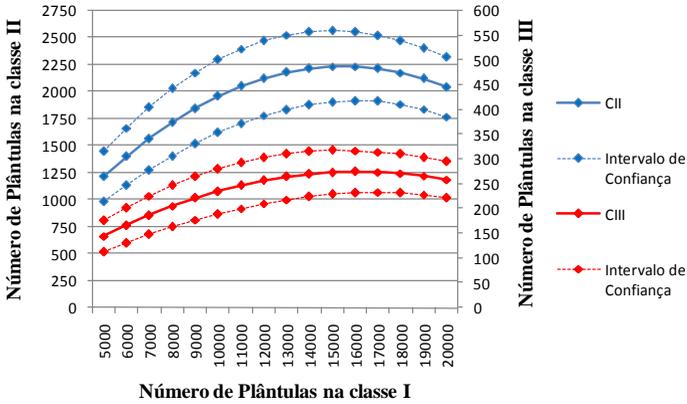


Figura 4: Modelos matemáticos representando o comportamento do número de plântulas/ha nas classes II e III da regeneração natural, em função do aumento no número de plântulas/ha na classe I, para a área de estudo de São Pedro de Alcântara em estágio secundário avançado de sucessão florestal. CII: $0,29*CI - 9,36*10^{-6}*CI^2$, R:95%, $p<0,01$; e CIII: $0,03*CI - 1,06*10^{-6}*CI^2$, R:95%, $p<0,01$.

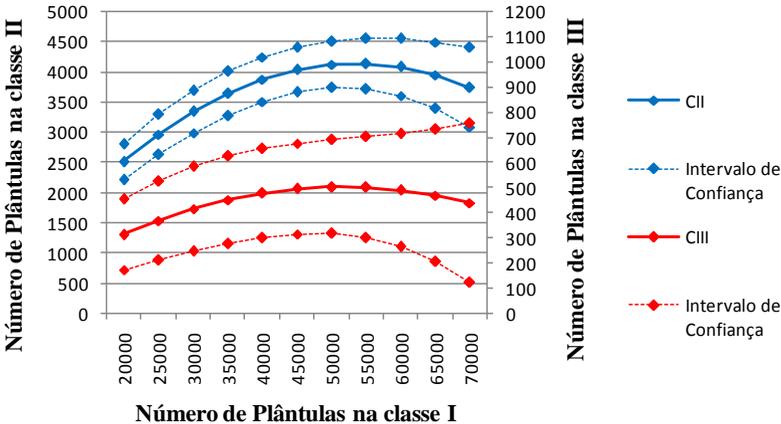


Figura 5: Modelos matemáticos representando o comportamento do número de plântulas/ha nas classes II e III da regeneração natural, em função do aumento no número de plântulas/ha na classe I, para a área de estudo de Ibirama em estágio secundário avançado de sucessão florestal. CII: $0,15*CI - 1,45*10^{-6}*CI^2$, R:99%, $p<0,01$; e CIII: $0,02*CI - 1,90*10^{-7}*CI^2$, R:84%, $p<0,04$.

Para Ibirama, a densidade de plântulas atualmente na classe I, está em 45.502 plântulas, momento em que a estabilização ocorre, onde CII deve apresentar entre 3.740 a 4.517 plântulas e CIII, entre 319 e 690 plântulas. Como atualmente a população apresenta 3.753 plântulas em CII e 475 plântulas em CIII, esta também pode ser considerada em equilíbrio. Neste sentido, a discussão dos aumentos na densidade de plântulas na classe I, além dos limites de 15.000 a 16.000 plântulas na classe I, para São Pedro de Alcântara em condição avançada, e de 45.000 a 55.000 plântulas na classe I para Ibirama, apresentam pouca importância, pois não refletem mais acréscimos nas demais classes, promovendo inclusive o inverso, a redução, possivelmente pelo aumento dos efeitos da densidade e da distância da matriz mais próxima (capítulo 3 desta tese).

A estabilização das classes II e III, para a área localizada em São Pedro de Alcântara em estágio mais inicial de sucessão florestal, apresentou densidades limites entre 45.000 e 50.000 plântulas na classe I (Figura 6), similares os limites encontrados para Ibirama em estágio avançado, que foram de 45.000 a 55.000 plântulas na classe I (Figura 5). Entretanto, apesar da densidade limite de plântulas nos dois ambientes terem sido semelhantes, a densidade das classes II e III foi bem diferente entre os ambientes, onde a condição inicial comportou um número maior de plântulas, possivelmente em função da menor mortalidade observada para a condição mais inicial (Tabela 2).

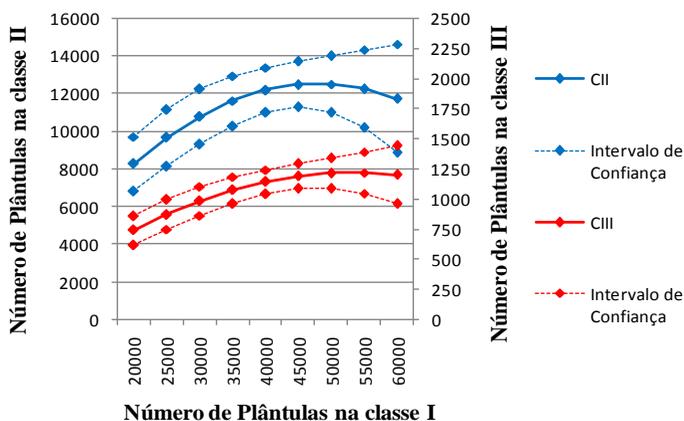


Figura 6: Modelos matemáticos representando o comportamento do número de plântulas/ha nas classes II e III da regeneração natural, em função do aumento no número de plântulas/ha na classe I, para a área de

estudo de São Pedro de Alcântara em estágio secundário mais inicial de sucessão florestal. CII: $0,52*CI - 5,45*10^{-6}*CI^2$, R:98%, $p<0,01$; e CIII: $0,05*CI - 4,26*10^{-7}*CI^2$, R:98%, $p<0,01$.

Comparando as áreas de Ibirama e São Pedro de Alcântara em estágio avançado, quanto à densidade de plântulas/ha, pode-se perceber, observando a Figura 3, que estas seguem modelos similares, e que portanto, a diferença atual no número de plântulas/ha ocorre principalmente em função da diferença no número de matrizes presente em cada área.

3.2.4.3. Manejo dos Frutos atendendo as necessidades da Regeneração Natural da espécie

A estabilização no número de plântulas/ha nas classes II e III, permite identificar excedentes de sementes e frutos, que seriam dispensáveis à regeneração natural, pois não promoveriam mais aumentos nas classes II e III, e inclusive, aumentariam a mortalidade pelos maiores efeitos da densidade de plântulas e da distância da matriz mais próxima.

Em São Pedro de Alcântara em condição de estágio secundário mais inicial, a estabilização das classes II e III, ocorre entre as densidades de 45.000 a 50.000 plântulas na classe I (Figura 6), o que corresponde a uma densidade total de plântulas (Classes I+II+III) variando entre 58.696 e 63.748 plântulas, que ocorrem por volta da densidade de 220 matrizes/ha (Figura 3), como atualmente a área apresenta 268 matrizes/ha (Tabela 6), o excedente na produção anual de frutos estaria associado à produção de 48 matrizes/ha. Considerando os dados obtidos no capítulo 1 desta tese, onde em média cada matriz produz 0,98 infrutescências maduras por ano, com em média 2.175 frutos, tem-se uma produção de aproximadamente 2.132 frutos maduros/matriz.ano. Como o excedente de matrizes nesta área é de 48, seria possível o manejo 102.336 frutos/ha.ano, o que corresponde a 102 kg, que seriam obtidos com a retirada de 47 infrutescências maduras/ha.ano. O que representa 18% da produção total de frutos nesta área.

Na área de São Pedro de Alcântara, em condição de secundário avançado, a estabilização das classes II e III da regeneração natural ocorre quando a densidade de plântulas na classe I encontra-se entre

15.000 e 16.000 plântulas (Figura 4), o que corresponde a uma densidade total de plântulas (Classes I+II+III) variando entre 17.510 e 18.511 plântulas. Relacionando estes valores com a densidade de matrizes (Figura 3), se obtêm a densidade de 120 matrizes/ha. Atualmente esta área apresenta 146 matrizes/ha, logo possui um excedente de 26 matrizes/ha, o que corresponde a possibilidade de manejo de 55kg de frutos/ha.ano (aproximadamente 25 infrutescências/ha.ano). O que também corresponde a 18% da produção total de frutos maduros/ha.ano.

A estabilização das classes II e III na área localizada em Ibirama ocorre entre as densidades de 45.000 e 55.000 plântulas na classe I, o que corresponde a uma densidade total variando entre 49.538 e 59.645 plântulas/ha (Figura 5), que ocorrem próximas a densidade de 220 matrizes/ha (Figura 3). Atualmente a área apresenta 231 matrizes/ha (Tabela 5), logo um excedente de apenas 11 matrizes/ha, o que corresponde a 23kg de frutos/ha.ano possíveis de serem manejados, que seriam colhidos em 11 infrutescências/ha.ano. O que corresponde a apenas 5% da produção total de frutos maduros/ha.ano.

O estabelecimento de excedentes de frutos, atendendo-se às necessidades da regeneração natural, em função do pouco conhecimento sobre a variação que ocorre entre diferentes áreas ocupadas com a espécie, ainda não pode ser extrapolado, entretanto, a aplicação da metodologia utilizada, com o levantamento do número de plântulas nas três classes e no acompanhamento do número de matrizes, permitem estabelecer em que condição de desenvolvimento uma população se encontra, e assim definir possibilidades e volumes de manejo. O período de acompanhamento para a caracterização de uma população é variável, e depende da metodologia a ser utilizada. Neste trabalho utilizamos basicamente duas estratégias: 1^a) em áreas com poucas parcelas (no mínimo seis) o acompanhamento anual é necessário, envolvendo pelo menos um período de três anos, embora mais tempo de avaliação seria ideal (neste trabalho, esta metodologia foi aplicada em áreas com no mínimo sete anos de avaliação); 2^a) em áreas com muitas parcelas (aprox. 20) e que contemplem variações na densidade de matrizes e plântulas, a caracterização pode ser feita em um único ano, pois a variação entre parcelas fornece informações para a modelagem matemática, e a média das parcelas, o posicionamento da população no modelo.

Comparando as necessidades de frutos requeridas para o processo de regeneração natural da espécie, onde os excedentes variaram entre 5 e 18% do total de frutos produzidos, com as

quantidades de frutos requeridas para a alimentação da fauna (capítulo 2 desta tese), onde o excedente chega em média a apenas 1,8% do total de frutos produzidos por ano, fica evidente que maior atenção deve ser dada às necessidades da fauna.

De qualquer forma, estes resultados não dispensam a continuidade dos estudos com a regeneração natural, pois existe a possibilidade de que existam relações ecológicas menos favoráveis aos processos de regeneração, como por exemplo: em áreas limites a distribuição geográfica da espécie, onde poderiam não ocorrer excedentes de plântulas, mesmo em altas densidades de matrizes, em função da maior mortalidade associada a menor adaptação as condições locais.

3.2.5. Bibliografia

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Ilhéus – Editus. 2000.

ALVES, L.F. **Competição intraespecífica e padrão espacial em uma população de *Euterpe edulis* MART. (Arecaceae)**. 1994. 67f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

BARROSO, R.M.; REIS, A.; HANAZAKI, N. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo. **Acta bot. bras.** v. 24, n. 2, p. 518-528, 2010.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 6. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Diário Oficial da União de 23 de setembro (Seção 1) 185, p. 75-83, 2008.

CONNELL, J.H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forests trees. In: DENBOER, P.J.; GRADWELL, G.R. (Ed.). **Dynamic populations**. Wageningen: Center for Agricultural Publishing and Documentation. 1971, p.298-312.

CONNELL, J.H. Tropical rain forests and coral reefs as open non equilibrium systems. In: ANDERSON, L.R.; TURNER, B.D.;

TAYLOR, L.R. (Ed.). **Population dynamics – Symposium of British Ecol. Soc.** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1979, p.141-163.

CONTE, R.; REIS, M.S.; REIS, A.; MANTOVANI, A.; MARIOT, A.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis*. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 106-130.

FANTINI, A.C. e GURIES, R.P. Forest structure and productivity of palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. **Forest Ecology and Management**, n. 242, p. 185-194, 2007.

FANTINI, A.C.; RIBEIRO, R.J.; GURIES, R.P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na Floresta Ombrofila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 256-280.

FANTINI, A.C.; REIS, M.S.; SGROTT, E.Z.; REIS, A.; PORTILHO, W.G.; RIBEIRO, R.J. Demografia de *Euterpe edulis* no vale do rio Ribeira de Iguape-SP. In: 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro, 1993, Curitiba, Brasil, **Anais...** Curitiba, 1993, v. 2, p.757.

FARIAS, M. **Reinventando a relação humano-*Euterpe edulis*: do palmito ao açai**. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

FRAVETO, R. e BAPTISTA, L.R.M. Growth of *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) under forest and agroforestry in southern Brazil. **Agroforest Syst**, v. 80, p. 303-313, 2010.

FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2ª ed., 2002. 631p.

GOODALL, D.W. Statistical plant ecology. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 1, p. 99-124, 1970.

HARPER, J.L. **Population biology of plants**. Academic Press, London, 1977.

IDE, B.Y.; ALTHOFF, D.A.; THOMÉ, V.M.R.; VIFOTTO, V.J. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**, 2ª etapa. Florianópolis, EMPASC. 1980. 106p.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 904, p. 501-528, 1970.

KLEIN, R.M.; PASTORE, U.; COURA NETO, A.B. Vegetação. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral,. 1986, p. 35-36.

KLEIN, R.M. Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v. 32, p. 165-389. 1980.

MACFADDEN, J. **A produção do açaí a partir dos frutos do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) na mata atlântica**. 2005. 100f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.R.; PUCHALSKI, A.; SILVA, J.Z.; REIS, M.S; NODARI, R.O. Diversidade de espécies e estrutura sucessional de uma formação secundária da floresta ombrófila densa. **Scientia Forestalis**, v. 67, p.13-25, 2005.

MOSER, J.M.; SHIMIZU, S.H.; SOMER, S.; VIEIRA, P.S. Pedologia. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, 1986, p. 33-35.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 173-179, 2001.

NEGREIROS, O.C. **Características fitossociológicas de uma comunidade de Floresta Latifoliada Tropical visando ao manejo do palmito, *Euterpe edulis* Martius**. 1982. 110f. Dissertação (Mestrado), ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

NEUBURGER, M.; SOUZA, T.V.; PAULILO, M.T. Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. **Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 157-165, 2010.

NODARI, R.O.; REIS, A. GUERRA, M.P.; REIS, M.S.; FLORIANO, E.P. Análise preliminar do inventário do palmitreiro em Floresta Ombrófila Densa Montana. In: I Encontro nacional de pesquisadores em palmito, 1987, Curitiba. **Anais.....** Curitiba, 1987, p. 159-65.

ORSELLI, L. Climatologia. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina, Gabinete do Planejamento e Coordenação Geral. 1986, p. 38-39.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. 1995. 154f. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

REIS, A. e KAGEYAMA, P. Y. A. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius - Palmae). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 60-92.

REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**, 2000, 335p.

REIS, M.S. Dinâmica da movimentação dos alelos: subsídios para conservação e manejo de populações naturais em plantas. **Revista brasileira de genética**, v.19, n.4 (suplemento), p. 37-47, 1996b.

REIS, M.S. **Distribuição e Dinâmica da Variabilidade Genética em Populações naturais de Palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius)**. 1996a. 210f. Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

REIS, M.S.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; REIS, A. Sustained yield management of *Euterpe edulis* Martius (Palmae): a tropical palm tree from the Atlantic Tropical Forest. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 11, n. 3, p. 1-17, 2000.

REIS, M.S.; REIS, A.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; FANTINI, A.C.; ENDER, M.; BASSANI, A. Incremento corrente anual do palmitreiro (*Euterpe edulis*) na Floresta Ombrófila Densa. **Insula**, v. 19, p. 51-56, 1989.

STATGRAF. **Statgrafics, statistical graphic system** by *Statistical Graphics Corporation*. Manugistic, USA, 1993.

PAULILO, M. T. S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. In: REIS, A. e REIS, M.S. *Euterpe edulis* Martius – **Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 93-105.

TONETTI, E. L. **Estrutura da população, crescimento e dinâmica do banco de plântulas e fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) num trecho da Floresta Ombrófila Densa das terras baixas do município de Paranaguá, PR**. 1997. 63f. Dissertação (Mestrado), UFPR, Curitiba.

TROIAN, L.C. **Contribuições ao manejo sustentado dos frutos de *Euterpe edulis* Martius: estrutura populacional, consumo de frutos, variáveis de hábitat e conhecimento ecológico local no sul do Brasil**. 2009. 73f. Dissertação (Mestrado), UFRGS.

VELOSO, H.P. e KLEIN, R.M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial atlântica do sul do Brasil. I. As associações do município de Brusque, SC. **Sellowia**, v.8, p. 81-235, 1957.

VELOSO, H.P. e KLEIN, R.M. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial atlântica do sul do Brasil. II. Dinamismo e fidelidade das espécies em associações do município de Brusque, SC. **Sellowia**, v. 10, p. 9-124, 1959.

VIVAN, J.L. Bananicultura em sistemas agroflorestais no Litoral Norte do RS. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 17-23, 2002.

3.3. Dinâmica da Regeneração Natural de *Euterpe edulis* e Influências da Condição Sucessional

3.3.1. Resumo

Euterpe edulis é uma espécie nativa da Mata Atlântica Brasileira, utilizada tanto para a produção de palmito, como de polpa para a fabricação do vinho de açai. Entretanto a sua maior importância se deve ao fato de ser uma das espécies mais estudadas deste ecossistema, servindo de referência para o conhecimento e manejo de outras espécies. Considerando sua importância, este trabalho teve como objetivo dar continuidade aos estudos sobre a dinâmica da regeneração natural, em especial ao estudo das coortes, procurando caracterizar a idade aproximada das plântulas, as taxas de mortalidade e crescimento; estimar o percentual de plântulas que poderia ingressar a fase jovem (estipe exposta à 1,3 metro - Recrutamento) e a variação destes parâmetros com o estágio sucessional em que se encontra a floresta. Para atingir estes objetivos, foram instaladas em 1991, seis parcelas permanentes, em diferentes condições sucessionais. Durante as avaliações realizadas anualmente até 2005, todas as plantas de palmitreiro foram mapeadas, etiquetadas e avaliadas quanto a altura, crescimento e mortalidade. O período mais crítico a sobrevivência das plântulas, ocorre no primeiro ano após a germinação, possivelmente resultado de dificuldades no estabelecimento, atingindo 51% de mortalidade em estágio de Mata Secundária Avançada (MSA) e 33% de mortalidade em condição de Mata Secundária mais Inicial (MSI). Após três anos, 85% e 66% das plântulas, respectivamente em condição sucessional avançada e inicial, já morreram. Entretanto, 0,64% das plântulas podem resistir por mais de 14 anos na classe I, em MSI, já em condição de MSA, as plântulas nesta classe, resistem por no máximo 11 anos. O crescimento das plântulas da classe I para a classe II, ocorre durante todo o período independente da condição sucessional, porém, em MSA atinge seu máximo, 2%, por volta do oitavo ano, reduzindo em seguida em função das taxas de mortalidade da classe II e do término das plântulas presentes na classe I. Na condição inicial, a passagem da classe I para II se estabilizou próxima a 5%, entre o décimo quarto e décimo quinto ano, com o dobro do percentual observado para a condição avançada. A passagem da classe II para a classe III, somente ocorreu após 10 anos, e mesmo assim em pequenos percentuais gerados das plântulas mais precoces em mudarem da classe I para II na condição

sucessional mais inicial. Analisando a estabilização da passagem das plântulas da classe I para II que ocorre por volta do décimo quarto ano na condição inicial, possivelmente a estabilização da passagem da classe II para III somente ocorra por volta do vigésimo quarto ano. Para a condição avançada, a passagem da classe II para III, somente ocorreu no décimo segundo ano, e apenas para uma única plântula. Estimativas utilizando os percentuais médios de mortalidade e de crescimento, bem como o tamanho médio de uma coorte, obtidos a partir do conjunto total de plântulas em cada ambiente, apontam para a seguinte dinâmica: Em MSA - coortes de 7.057 plântulas/ha.ano, destas, apenas 282 plântulas chegariam à classe II (3,76%), 51 à classe III (0,67%) e somente 41 teriam chance de serem recrutadas (0,54%). Em MSI - coortes de 11.062 plântulas/ha.ano, onde 1.327 plântulas chegariam à classe II (11,88%), 173 à classe III (1,56%) e somente 123 teriam chance de serem recrutadas (1,1%). Quanto à idade aproximada das plântulas, tomando-se por base o conjunto total de plântulas que compõe a regeneração natural da espécie, em ambas as condições sucessionais os resultados foram próximos, indicando que as plântulas presentes na classe I são principalmente compostas por sementes produzidas nos últimos três anos; já a classe II é formada por plântulas originadas de cruzamentos ocorridos entre 4 e 8 anos atrás, e a classe III é composta por plântulas geradas há mais de 14 anos. Os resultados obtidos trazem novas informações para aumentar a precisão dos modelos de manejo, além disso, pela relação entre as coortes e sua idade aproximada, podem fundamentar novas pesquisas sobre genética de populações.

3.3.2. Introdução

O palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) é uma espécie da família **Arecaceae** nativa da Mata Atlântica do Brasil, classificada como climácica de caráter umbrófilo, instalando-se na floresta no estágio sucessional denominado de *miconietum* (Klein, 1980). A espécie apresentava originalmente vasta e expressiva distribuição em quase toda a zona da mata pluvial da encosta atlântica, atingindo até as altitudes de 600 à 700 metros, sobretudo quando próximas à costa. Entretanto, por ter sido a principal palmeira produtora de palmito deste ecossistema, tornou-se alvo de intensa exploração a partir da década de 60 (Fantini *et al.*, 2000), o que resumiu a sua ocorrência natural a relictos florestais (Reis *et al.*, 2000), e incluiu *E. edulis* na lista de espécies brasileiras em extinção (Brasil, 2008).

O palmiteiro (*Euterpe edulis* M.) vem sendo estudado como uma espécie modelo para o manejo sustentado na Floresta Tropical Atlântica, considerando uma série de estudos relacionados, principalmente, à demografia, crescimento dos indivíduos, dinâmica da regeneração natural, fenologia reprodutiva, dispersão de sementes e genética de populações (Reis e Reis, 2000). Dentre estes pontos, segundo Fantini *et al.* (1992), o estudo da regeneração natural é um dos quesitos indispensáveis para garantir a sustentabilidade dos projetos de manejo.

A regeneração natural da espécie é caracterizada pela estratégia de formação de banco de plântulas, com distribuição espacial agrupada próxima às matrizes (Reis, 1995; Reis e Kageyama, 2000). O banco de plântulas, é formado pelo conjunto de diferentes chuvas anuais de sementes, que germinaram formando plântulas. As sementes são produzidas por eventos reprodutivos anuais, e ao conjunto de plântulas produzido anualmente, pela germinação de cada chuva de sementes, denomina-se coorte. Neste sentido, o banco de plântulas é formado por diferentes coortes, que correspondem ao conjunto total de sementes germinadas e produzidas em diferentes anos.

A estrutura demográfica da espécie, é em "J" reverso, onde um pequeno número de matrizes sustenta grandes quantidades de plântulas (Reis *et al.*, 1996), que podem chegar a mais de 70.000 plântulas/ha (capítulo 3: sub-capítulo 3.2, desta tese). Este grande número de plântulas está associado a grandes percentuais de mortalidade nas fases iniciais (Conte *et al.*, 2000).

O estudo da dinâmica da regeneração natural, envolve o acompanhamento da evolução de cada coorte ao longo do tempo, quanto às taxas de mortalidade, crescimento e sobrevivência. Estudos de Conte *et al.* (2000), apontam para altos percentuais de mortalidade, principalmente em anos subsequentes a sua entrada ao banco, chegando a mais de 80% após cinco anos de idade. Observando também, que com o crescimento das plântulas em altura, a mortalidade diminui significativamente, onde a partir da classe III, plântulas com mais de 50 cm de altura de inserção da folha mais nova, a mortalidade é praticamente nula.

A variação na quantidade de plântulas que compõe cada coorte, também foi observada por Conte *et al.* (2000), tanto em floresta primária, como em floresta secundária, sugerindo a ocorrência de "mast years", anos com grande produção de frutos, que geralmente apresentam-se intercalados por anos de baixa produção.

A mortalidade da regeneração, também parece estar associada aos estádios sucessionais, onde condições mais iniciais tendem a apresentar menores percentuais (capítulo 3: sub-capítulo 3.1, desta tese), possivelmente relacionados a oferta de luz, que segundo estudos de Paulilo (2000), Nakazono e Neuberg (2010), influencia o crescimento da regeneração.

Além disso, os efeitos da densidade de plântulas e da distância da matriz mais próxima, conforme discutem Janzen (1970) e Connell (1971 e 1979), estudados para *E. edulis* no capítulo 3 desta tese (sub-capítulo 3.1), promovem maiores taxas de mortalidade com o aumento da densidade e da proximidade das matrizes.

A variabilidade genética também tem sido associada a esta dinâmica (Reis, 1996; Conte *et al.*, 2003, 2008). Segundo Conte *et al.* (2003) a alta diversidade genética encontrada nos adultos, produto do acúmulo de indivíduos mais heterozigotos, está associada à seleção que ocorre no crescimento da plântulas. Este último aspecto, exige especial atenção no número de matrizes a serem mantidas/ha em sistemas de manejo, pois seu número está diretamente relacionado à diversidade genética da regeneração (Silva e Reis, 2010).

Considerando a importância da espécie e as pressões de uso a qual suas populações estão submetidas, este trabalho teve como objetivo caracterizar a dinâmica da regeneração natural do palmiteiro, dando continuidade aos estudos de Conte *et al.* (2000) sobre a dinâmica da regeneração natural, em especial ao estudo das coortes, procurando caracterizar a idade das plântulas; as taxas de mortalidade e crescimento; estimar o percentual de plântulas que poderiam ingressar a fase jovem (estipe exposta à 1,3 m - Recrutamento) e a variação destes parâmetros com o estágio sucessional em que se encontra a floresta.

3.3.3. Material e Métodos

Em junho de 1991, seis parcelas permanentes foram implantadas aleatoriamente em condições de Floresta Ombrófila Densa, em diferentes estádios de formação secundária no Município de São Pedro de Alcântara (SC). A área de estudo situa-se nas coordenadas geográficas: latitude 27°57'42"S, longitude 48°83'71"W e apresenta 30 ha de cobertura florestal. O clima da região é do tipo Cfa-mesotérmico úmido com verão quente. A temperatura média é de 20°C, sendo a média de temperatura do mês mais quente, em torno de 25°C e a

temperatura do mês mais frio, em torno de 16°C. A precipitação média anual na região é de 1391mm (Ide *et al.*, 1980).

Cada parcela apresenta uma área de 2.500 m² (50x50m), encontrando-se dividida em 25 subparcelas de 100 m² (10x10m) para a avaliação das plantas adultas, e em 49 subparcelas de 4 m² (2x2m) para a avaliação da regeneração natural. Estas parcelas foram implantadas caracterizando diferentes fases de sucessão florestal, onde as parcelas A, B, C, D situam-se num estágio mais avançado de mata secundária e as parcelas E e F em uma fase mais recente, conforme estudos sobre sucessão florestal realizados nesta área por Mantovani *et al.* (2005). Esta caracterização, considerou a fitossociologia e as informações sobre o histórico de uso da área, e os resultados obtidos pelo autor, apontaram para o domínio de espécies do grupo das pioneiras e oportunistas nas parcelas E e F, e de espécies climácicas para as parcelas A, B, C e D. Além disso, verificaram que espécies pertencentes ao grupo das climácicas, estavam sendo recrutadas nas parcelas E e F, e que espécies pioneiras e oportunistas apresentaram baixa densidade nas parcelas A, B, C e D. As parcelas E e F, também se caracterizaram por apresentarem maior densidade de indivíduos e plantas com DAP inferior a 40 cm, já as demais parcelas, apesar de serem menos densas, apresentaram indivíduos com até 90cm de DAP (Mantovani *et al.*, 2005).

Durante as avaliações, realizadas anualmente de 1991 a 2005, todas as plantas de palmitheiro foram mapeadas e etiquetadas. As plantas pertencentes à regeneração natural foram ainda mensuradas quanto à altura de inserção da folha mais jovem, e classificadas nas seguintes classes: Classe I - para plântulas até 10 cm; Classe II - para plantas de 10 à 50 cm; Classe III - para plantas de 50 cm à 1,30 m. As plantas maiores que 1,30 m de altura, foram classificadas como jovens, e assim como as adultas, foram avaliadas em termos de abundância, crescimento e fenologia. As plântulas novas foram incluídas em cada avaliação e acompanhadas nas avaliações posteriores.

Todos os dados recolhidos foram obtidos por classificação e contagem, sendo posteriormente realizado o cálculo das médias, intervalos de confiança, transformações percentuais e ajustes por área. Foram realizadas análises de regressão, procurando associar a mudança de classe de tamanho das plântulas com o tempo. Os modelos matemáticos foram estimados utilizando-se o programa Statgraf (1993).

3.3.4. Resultados e Discussões

3.3.4.1. Estudo das Coortes

A Figura 1 apresenta o comportamento médio de 13 coortes de plântulas nas condições sucessionais de secundário avançado e secundário inicial, localizadas em São Pedro de Alcântara. Cada coorte refere-se a um evento reprodutivo anual, ocorridos seqüencialmente de 1992 a 2004 e acompanhados até 2005. Neste sentido, a coorte de plântulas mais antiga, foi inventariada em 1992 e possui 14 anos. Seqüencialmente, a coorte produzida no ano seguinte “1993” possui 13 anos de acompanhamento e assim sucessivamente.

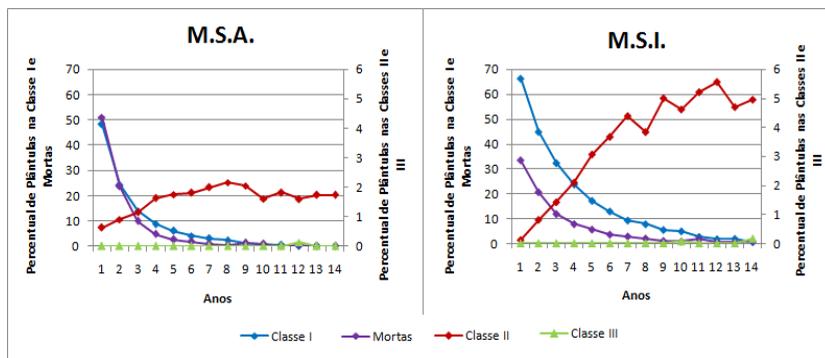


Figura 1: Desenvolvimento das coortes (acompanhamento por 14 anos consecutivos, média de 13 coortes). MSA: mata secundária avançada. MSI: mata secundária inicial.

O período mais crítico à sobrevivência das plântulas (Figura 1), independente da condição sucessionai estudada, ocorre no primeiro ano após a germinação, possivelmente resultado de dificuldades no estabelecimento, onde a mortalidade anual chega a 51% na condição avançada, e a 33% na condição mais inicial. Nos anos seguintes a mortalidade diminui, entretanto continua muito alta, permitindo atingir 85% de mortalidade, em três anos (mortalidade acumulada) para a condição avançada e 66% em condição mais inicial.

Apesar das altas taxas de mortalidade, algumas plântulas sobrevivem por muitos anos, em destaque para a condição mais inicial,

onde é possível encontrar 0,64% das plântulas ainda na classe I com 14 anos de idade (Tabela 1). Já para a situação avançada, em função da maior mortalidade que ocorre no primeiro ano de vida, o número de plântulas presentes na classe I, produto de um evento reprodutivo anual específico, sobrevive por no máximo 11 anos. Estes resultados, que evidenciam a capacidade de *E. edulis* em persistir no ambiente à espera de condições favoráveis ao recrutamento, justificam a capacidade da espécie em formar “bancos de plântulas”.

Tabela 1: Percentual médio de plântulas em cortes acompanhadas ao longo de 14 anos, nas condições sucessionais de mata secundária inicial (MSI) e avançada (MSA). Incluindo o percentual de plântulas na classe I, percentual de plântulas na classe II (originadas de CI), percentual de plântulas na classe III (originadas de CII) e percentual de mortalidade total (CI + CII + CIII).

Classe de Regeneração	Anos													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Classe I - MSA	48*	24*	14*	8,8*	6,1*	4,2*	3,1*	2,4*	1,1	0,68	0,46	0	0	0
Classe II - MSA	0,6	0,9	1,1	1,6	1,8	1,8	2	2,2	2,1	1,61	1,82	1,61	1,74	1,74
Classe III - MSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0
Mortas - MSA	51*	24	10	4,8	2,6	1,8	0,9	0,6	1,4	0,88	0	0,54	0	0
Classe I - MSI	66*	45*	32*	24*	17*	13*	9,4*	7,9*	5,6	5,02	2,77	1,82	2,01	0,64
Classe II - MSI	0,1	0,8	1,4	2,1	3,1	3,7	4,4	3,8	5	4,61	5,21	5,56	4,69	4,95
Classe III - MSI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0,16
Mortas - MSI	33*	21	12	7,9	5,7	3,7	2,9	2	1,1	0,86	1,73	0,61	0,67	0,96

* Valores estatisticamente diferentes entre si pelo intervalo de confiança.

A passagem das plântulas da classe I para a classe II, resultado do crescimento em altura, ocorre durante todo o período independente da condição sucessional, porém, na condição avançada atinge seu máximo, 2% entre o oitavo e nono ano (Figura 2), reduzindo em seguida em função das taxas de mortalidade da classe II e do término das plântulas presentes na classe I (Tabela 1). Na condição inicial, a estabilização da passagem da classe I para II ocorre 14 anos após a

germinação, próxima a 5%, mais que o dobro do percentual observado para a condição avançada (Figura 2). Após o décimo quarto ano, em função de restarem menos de 1% de plântulas na classe I (Tabela 1), o comportamento esperado é o de queda no percentual de plântulas na classe II, seguindo de maneira mais suave, em função das menores taxas de mortalidade, o comportamento observado para a condição avançada.

A passagem da classe II para a classe III, somente ocorreu após 10 anos, e mesmo assim, em pequenos percentuais gerados das plântulas mais precoces em mudarem da classe I para II na condição sucessional mais inicial (Tabela 1). Analisando a estabilização da passagem das plântulas da classe I para II que ocorre por volta do décimo quarto ano na condição inicial, possivelmente a estabilização da passagem da classe II para III somente ocorra por volta do vigésimo quarto ano (14 + 10). Para a condição avançada, a passagem da classe II para III somente ocorreu no décimo segundo ano e apenas para uma única plântula, como a estabilização da passagem da classe I para II, ocorre neste ambiente entre o oitavo e o nono ano, estima-se que a estabilização da passagem da classe II para III, ocorra próxima aos 20 anos, a partir do ano de germinação (8 ou 9 anos + 12).

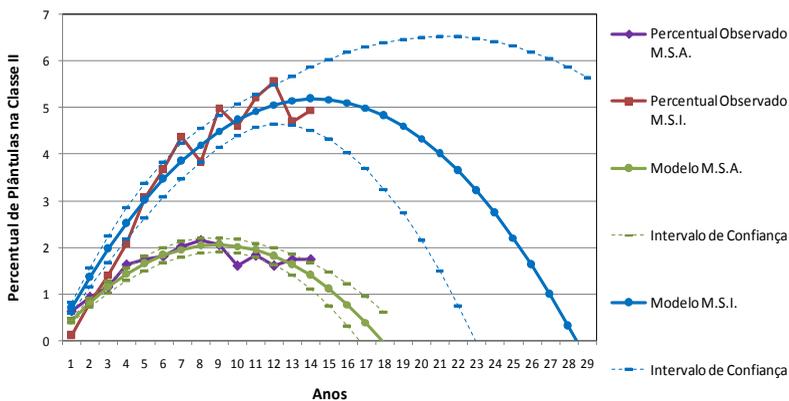


Figura 2: Modelos matemáticos apresentando o tempo médio de passagem da classe I para a classe II da regeneração natural, em 14 anos de estudo, nas condições sucessionais de secundário inicial (CII: $0,73 * \text{ano} - 0,03 * \text{ano}^2$, $R= 99\%$, $p<0,01$) e avançado (CII: $0,46 * \text{ano} - 0,03 * \text{ano}^2$, $R= 99\%$, $p<0,01$) presentes nas áreas de São Pedro de Alcântara.

3.3.4.2. Composição Etária do Conjunto de Plântulas

Com o estudo individual de cada coorte de plântulas, formado pelo número de plantas que emergiram em cada evento reprodutivo, foi possível reunir as informações de diferentes coortes e estimar a composição etária aproximada do total de plântulas que forma cada classe de tamanho e que compõem o conjunto total de plântulas presentes na floresta.

A Tabela 2, apresenta a composição etária do total de plântulas presente em cada classe de tamanho, nas condições sucessionais de secundário inicial e secundário avançado. Nesta composição, estão incluídas todas as coortes de plântulas, geradas pelos eventos reprodutivos ocorridos anualmente de 1992 a 2005, além das plântulas germinadas antes 1991, quando se iniciaram os estudos e que, portanto, se desconhece a idade.

Tabela 2: Composição etária em percentual, do total de plântulas por classe de tamanho e mortalidade, formada pelo conjunto de coortes ocorridas de 1991 a 2005, nas condições sucessionais: secundário avançado (MSA) e secundário inicial (MSI).

Anos	Avançado (MSA)				Inicial (MSI)			
	CI	CII	CIII	M	CI	CII	CIII	M
<1	47,3	x	x	x	27,8	x	x	x
1	24,4	1,32	0	49,8	17,8	0,68	0	33,5
2	10,1	3,60	0	24,2	14,0	2,51	0	20,0
3	8,38	7,19	0	12,2	10,7	3,82	0	13,9
4	3,51	11,6	0	6,11	7,79	7,19	0	10,2
5	2,43	12,5	0	2,66	5,30	10,7	0	4,78
6	1,28	11,2	0	1,63	3,89	10,4	0	3,92
7	1,13	10,1	0	0,82	2,38	9,22	0	2,43
8	0,81	9,14	0	0,54	3,26	10,4	0	2,33
9	0,21	6,02	0	0,43	1,15	5,97	0	0,74
10	0,10	5,16	0	0,19	0,85	4,42	2,08	0,35
11	0,06	2,23	0	0	0,91	4,68	0	0,88
12	0	2,50	4,2	0,18	0,42	2,93	0	0,28
13	0	0,23	0	0	0,28	0,53	0	0,12
14	0	0,69	0	0	0,38	2,34	2,08	0,71
>14	0,29	16,7	95,8	1,23	3,11	24,1	95,8	5,83

x = ano de ingresso

Analisando a composição da classe I (Tabela 2), pode-se perceber que esta é constituída por eventos reprodutivos recentes, ocorridos principalmente nos últimos três anos, o que faz sentido, em função das altas taxas de mortalidade que reduzem rapidamente o número de plântulas (Tabela 1).

Já a classe II, por envolver o desenvolvimento das plântulas à próxima classe de tamanho, é predominantemente composta por coortes ocorridas entre 4 e 8 anos. Entretanto, nesta classe, em ambas as condições sucessionais, acumulam-se altos percentuais de plântulas com mais de 14 anos, resultado de eventos reprodutivos contínuos, que formam um importante estoque resistente ao tempo.

A classe III é principalmente composta por eventos reprodutivos ocorridos há mais de 14 anos (95,8%), as plântulas mais precoces desta classe, necessitaram de pelo menos 10 anos para atingirem a categoria (Tabela 2). Como as plântulas presentes na classe II são constituídas por coortes ocorridas entre 4 e 8 anos atrás, estima-se que o conjunto de coortes que compõe a classe III, seja principalmente representado por coortes ocorridas entre 14 e 18 anos atrás.

3.3.4.3. Dinâmica Populacional da Regeneração Natural

A Tabela 3 caracteriza a regeneração natural da espécie, onde evidenciam-se características já observadas por outros autores, como por exemplo: o modelo de distribuição em "j" invertido, onde ocorre o predomínio das plântulas presentes na classe de menor tamanho, associado à brusca redução na representatividade das demais classes com o desenvolvimento em tamanho; à redução dos percentuais de mortalidade com o desenvolvimento das plântulas; e à ocorrência de "mast years", anos de grande ingresso de plântulas, geralmente seguidos ou antecedidos de anos de baixo ingresso, possivelmente associados a alternância reprodutiva (Kelly, 1994; Reis, 1996; Conte *et al.*, 2000).

A partir dos percentuais médios de mortalidade e de crescimento das três classes da regeneração (Tabela 3), obtidos em cada condição sucessional, procurou-se estimar o número e os percentuais de plântulas que morreriam e que cresceriam em cada classe, tendo como origem o tamanho médio das coortes/ha. Desta forma, partindo do número médio de plântulas novas produzidas por ano e por hectare, oriundas dos eventos reprodutivos anuais, é possível estimar qual seria a proporção e o número de plântulas encontrado em cada classe e quantas

plântulas poderiam chegar à fase jovem (plantas com estipe exposta à 1,3 metros).

Em condição de mata secundária avançada:

Para estimar o comportamento da classe I nesta condição sucessional e obter os percentuais de plântulas que morreriam e que chegariam a classe II, partindo do número médio de plântulas novas produzidas por ano neste ambiente, foi considerado o percentual médio de mortalidade anual de 41% da classe I, bem como, o percentual médio de mudança anual de classe, de I para II, que é de 1,6% (Tabela 3). Neste sentido, a cada ano o percentual de plântulas presente na classe I foi decomposto, onde 41% das plântulas presentes na classe I e originadas de uma mesma coorte, acabariam morrendo e 1,6% passando para a classe II (Tabela 4).

Para a estimativa do comportamento da classe II e obtenção dos percentuais de plântulas que morrem e que chegam a classe III, partindo do número médio de plântulas novas produzidas por ano e que passam da classe I para a classe II - 1,6% das plântulas presentes na classe I/ano, somado ao percentual de plântulas que permanece na classe II (obtido pelas plântulas presentes na classe II e que não morreram ou não mudaram para a classe III no intervalo de um ano), aplicou-se os percentuais médios anuais de mortalidade (5,5%) e de mudança de classe de II para III (1,2%), que ocorrem com a classe II (Tabela 3).

A estimativa dos percentuais de plântulas que morrem na classe III e que são recrutadas (passam da classe III para a fase jovem - plantas com estipe exposta a 1,3 metros), considerando o número de plântulas novas produzidas por ano e que compõem uma corte, bem como a sua sobrevivência e crescimento entre as fases de classe I e II, foi obtida pela aplicação dos percentuais de mortalidade (1,2%) e de mudança de classe de III para R (4,9%), sobre os percentuais de plântulas que chegam anualmente vindas da classe II, somadas ao percentual de plântulas que sobrevive anualmente na classe III (Tabela 4).

Tabela 3: Número de plântulas, mortalidade e crescimento anual por classe de tamanho e por hectare, para as condições sucessionais de mata secundária avançada e mata secundária inicial.

São Pedro de Alcântara em Estádio Secundário Avançado																							
Ano	Classe			Mortas			Crescimento			Novas	%/tot												
	Total	I	II	III	%	Total	I	II	III			%											
1991	6582	5064	77	1327	20	191	3	1531	23	1505	30	26	2	0	0	395	6	357	7.1	0	0	38	20
1992	7895	6084	77	1658	21	153	2	2385	30	2296	38	89	5	0	0	140	1.8	64	1	51	3.1	26	17
1993	6110	4349	71	1582	26	179	3	1467	24	1378	32	89	6	0	0	217	3.5	191	4.4	26	1.6	0	0
1994	8355	6492	78	1658	20	204	4	3712	44	3533	54	179	11	0	0	51	0.6	26	0.4	13	0.8	13	6
1995	5344	3648	68	1492	28	204	4	1110	21	1033	28	64	4	13	6	89	0.9	77	2.9	0	0	0	0
1996	10472	8763	68	1518	14	191	2	4196	40	4158	47	38	3	0	0	434	1.1	217	0.9	0	0	0	0
1997	7870	6122	78	1556	20	191	2	2347	30	2245	37	102	7	0	0	77	1	51	0.8	0	0	26	13
1998	21173	19503	92	1505	7	166	1	8967	42	8903	46	64	4	0	0	128	0.6	77	0.4	51	3.4	0	0
1999	27219	25536	94	1467	5	217	1	10230	38	10115	40	102	7	13	6	153	0.6	140	0.5	13	0.9	0	0
2000	24668	22959	93	1492	6	242	1	8763	36	8724	38	38	3	0	0	268	1.1	217	0.9	38	2.6	13	6
2001	25497	23622	93	1633	6	217	1	12640	50	12602	53	38	2	0	0	434	1.7	434	1.8	0	0	0	0
2002	16355	16059	87	2015	11	242	1	7640	42	7462	46	166	8	13	5	115	0.6	115	0.7	0	0	0	0
2003	26658	24362	91	2066	8	230	1	11122	42	10918	45	204	10	0	0	204	0.8	153	0.6	51	2.5	0	0
2004	21913	19834	91	1837	8	242	1	6952	32	6837	34	115	6	0	0	179	0.8	153	0.8	26	1.4	0	0
Média	15579	13743	84	1629	14	205	1.8	5933	35.2	5836	41	94	5.5	3	1.2	181	1.5	153	1.6	19	1.2	9	4.9
IC+	20618	18728	89	1751	19	221	2.4	8239	40.2	8138	45	126	7.2	5.9	2.7	248	2.4	221	2.7	31.3	1.9	16.4	9
IC-	10541	8757.2	79	1508	9.8	189	1.2	3626	30.1	3535	36	61.5	3.9	-0.4	-0.2	114.6	0.7	85.5	0.5	7	0.4	1.8	0.9
%T			88			10		38		98		2		0		1.2		84		11		5	

São Pedro de Alcântara em Estádio Secundário Inicial																							
Ano	Classe			Mortas			Crescimento			Novas	%/tot												
	Total	I	II	III	%	Total	I	II	III			%											
1991	43520	35204	81	7423	17	893	2	7500	17.2	7372	21	128	2	0	0	1837	4.2	1786	5.1	51	0.7	0	0
1992	44974	34974	78	9056	20	944	2	5485	12.2	5204	15	281	3	0	0	2551	5.7	2474	7.1	0	0	77	8.1
1993	41658	29541	71	11250	27	867	2	7219	17.3	6327	21	867	8	26	3	969	2.3	791	2.7	77	0.7	102	12
1994	39719	27806	70	11097	28	816	2	7168	18	6913	25	230	2	26	3	1046	2.6	765	2.8	179	1.6	102	13
1995	41173	28852	70	11454	28	867	2	5459	13.3	5255	18	204	2	0	0	1071	2.6	842	2.9	230	2	0	0
1996	43342	30383	70	11862	27	1097	3	9184	21.2	8469	28	714	6	0	0	816	1.9	663	2.2	153	1.3	0	0
1997	36888	24005	65	11633	32	1250	3	5969	16.2	5230	22	740	6	0	0	561	1.5	434	1.8	51	0.4	77	6.1
1998	59694	47194	79	11276	19	1224	2	10944	18.3	10332	22	612	5	0	0	740	1.2	612	1.3	77	0.7	51	4.2
1999	69464	57066	82	11148	16	1250	2	14898	21.4	14107	25	689	6	102	8	1531	2.2	1403	2.5	102	0.9	26	2
2000	60434	47398	78	11811	20	1224	2	10230	16.9	9464	20	740	6	51	4	1403	2.3	1378	2.9	26	0.2	0	0
2001	52985	39362	74	12679	24	1199	2	8495	16	8010	20	485	4	0	0	1352	2.6	1224	3.1	102	0.8	26	2.1
2002	66020	52934	80	13036	20	1327	2	14719	22.3	13597	26	1071	8	26	2	2239	3.4	2117	4	51	0.4	51	3.8
2003	70408	55306	79	14031	20	1097	2	18903	26.8	17755	32	1148	8	0	0	1919	2.8	1786	3.2	153	1.1	0	0
2004	59223	44388	74	14515	24	1276	2	11403	19	10408	23	995	7	0	0	995	1.7	969	2.2	26	0.2	0	0
Média	52157	39601	75	11591	23	1095	2.2	9827	18.3	9175	23	636	5.3	16	1.5	1539	2.6	1232	3.1	91	0.8	36	3.6
IC+	59014	45997	78	12633	26	1199	2.4	12148	20.5	11355	25	827	6.6	33	2.9	1700	3.3	1589	4	129	1.1	59	6.2
IC-	45301	33205	72	10549	20	991	1.9	7506	16.1	6994	20	445	3.9	-1	0	1018	2	875	2.3	53	0.5	14	1.1
%T			76			22		19		93		2.6		0.2		2.6		91		7		3	

Tabela 4: Percentual de plântulas por classe, mortas e que mudaram de classe, tomando-se como referência os percentuais médios de crescimento e mortalidade apresentados pela população em condição de mata secundária em estágio avançado de sucessão florestal.

Ano	Classe I			Classe II			Classe III		
	Em CI	Mortas	CI para CII	Em CII	Mortas	CII para CIII	Em CIII	Mortas	CIII para R
1	100,00	41,00	1,60	1,60	0,09	0,02	0,02	0,000	0,001
2	57,40	23,53	0,92	2,41	0,13	0,03	0,05	0,001	0,002
3	32,95	13,51	0,53	2,78	0,15	0,03	0,08	0,001	0,004
4	18,91	7,75	0,30	2,89	0,16	0,03	0,11	0,001	0,005
5	10,86	4,45	0,17	2,87	0,16	0,03	0,14	0,002	0,007
.
.
.
Total		96,24	3,76		3,08	0,67		0,132	0,538
Total*		96	4		82	18		20	80

*Percentual relativo ao percentual total da classe.

Tomando como referência os valores estimados pela Tabela 4 e considerando que anualmente ingressam em média de 7.057 novas plântulas/ha.ano, oriundas dos eventos reprodutivos anuais, apenas 282 plântulas/ha chegariam a classe II (3,76%), 51 a classe III (0,67%) e somente 41 teriam chance de serem recrutadas (0,54%).

Em condição de mata secundária em estágio inicial:

Para estimar o número de plântulas que seriam recrutadas em uma coorte, em ambiente de mata secundária em condição mais inicial, utilizou-se o mesmo delineamento matemático empregado anteriormente, porém, levando-se em consideração os percentuais médios de mortalidade e crescimento, bem como o tamanho médio observado para as coortes em condição sucessional mais inicial (Tabela 3).

Os percentuais obtidos são apresentados na Tabela 5, e tomando-se como referência o tamanho médio das coortes nesta condição sucessional, que chegam a 11.062 plântulas/ha.ano, apenas 1.327 plântulas/ha chegariam a classe II (11,88%), 173 a classe III (1,56%) e somente 123 teriam chance de serem recrutadas (1,1%).

Tabela 5: Percentual de plântulas por classe, mortas e que mudaram de classe, tomando-se como referência os percentuais médios de crescimento e mortalidade apresentados pela população em condição de mata secundária em estágio mais inicial de sucessão florestal.

Ano	Classe I			Classe II			Classe III		
	Em CI	Mortas	CI para CII	Em CII	Mortas	CII para CIII	Em CIII	Mortas	CIII para R
1	100,00	23,00	3,10	3,10	0,16	0,02	0,02	0,000	0,001
2	73,90	17,00	2,29	5,20	0,28	0,04	0,07	0,001	0,002
3	54,61	12,56	1,69	6,58	0,35	0,05	0,11	0,002	0,004
4	40,36	9,28	1,25	7,43	0,39	0,06	0,17	0,003	0,006
5	29,82	6,86	0,92	7,90	0,42	0,06	0,22	0,003	0,008
.
.
.
Total		88,12	11,88		10,31	1,56		0,457	1,098
Total*		88	12		87	13		29	71

*Percentual relativo ao percentual total da classe.

3.3.4.4. Conseqüências para o manejo

Os resultados obtidos trazem novas informações para aumentar a precisão dos modelos de manejo com a espécie, tornando possível a ligação entre os estudos referentes a dinâmica da regeneração natural (<1,3 metros de estipe exposta) e a dinâmica de plantas jovens e adultas (>1,3 metros de estipe exposta).

O período mais crítico a sobrevivência das plântulas, ocorre no primeiro ano após a germinação, possivelmente resultado de dificuldades no estabelecimento, atingindo 51% de mortalidade em

estádio de Mata Secundária Avançada (MSA) e 33% de mortalidade em condição de Mata Secundária mais Inicial (MSI). Após três anos, 85% e 66% das plântulas, respectivamente em condição sucessional avançada e inicial, já morreram. Entretanto, 0,64% das plântulas podem resistir por mais de 14 anos na classe I, em MSI, já em condição de MSA, as plântulas nesta classe, resistem por no máximo 11 anos.

O crescimento das plântulas da classe I para a classe II, ocorre durante todo o período independente da condição sucessional, porém, em MSA atinge seu máximo, 2%, por volta do oitavo ano, reduzindo em seguida em função das taxas de mortalidade da classe II e do término das plântulas presentes na classe I. Na condição inicial, a passagem da classe I para II se estabilizou próxima a 5%, entre o décimo quarto e décimo quinto ano, com o dobro do percentual observado para a condição avançada. A passagem da classe II para a classe III, somente ocorreu após 10 anos, e mesmo assim em pequenos percentuais gerados das plântulas mais precoces em mudarem da classe I para II na condição sucessional mais inicial. Analisando a estabilização da passagem das plântulas da classe I para II que ocorre por volta do décimo quarto ano na condição inicial, possivelmente a estabilização da passagem da classe II para III somente ocorra por volta do vigésimo quarto ano. Para a condição avançada, a passagem da classe II para III, somente ocorreu no décimo segundo ano, e apenas para uma única plântula.

Estimativas utilizando os percentuais médios de mortalidade e de crescimento, bem como o tamanho médio de uma coorte, obtidos a partir do conjunto total de plântulas em cada ambiente, apontam para a seguinte dinâmica: em MSA - coortes de 7.057 plântulas/ha.ano, destas, 282 plântulas chegariam à classe II (3,76%), 51 à classe III (0,67%) e 41 teriam chance de serem recrutadas (0,54%); em MSI - coortes de 11.062 plântulas/ha.ano, onde 1.327 plântulas chegariam à classe II (11,88%), 173 à classe III (1,56%) e 123 teriam chance de serem recrutadas (1,1%). Relacionando estes valores com a produção média anual de 2.132 frutos por matriz (capítulo 1, desta tese), com o número médio de matrizes/ha em reprodução em cada uma das áreas (110 matrizes/ha: para MSA e de 191 matrizes/ha para MSI) (capítulo 3, subcapítulo 3.2 desta tese), 0,02 e 0,03% do total de frutos maduros produzidos por ano formariam plântulas que chegariam a fase jovem (com estipe exposta a 1,3m de altura) para as áreas de MSA e MSI, respectivamente.

Quanto à idade aproximada das plântulas, tomando-se por base o conjunto total de plântulas que compõe a regeneração natural da espécie, em ambas as condições sucessionais os resultados foram próximos, indicando que as plântulas presentes na classe I são

principalmente compostas por sementes produzidas nos últimos três anos; já a classe II é formada por plântulas originadas de cruzamentos ocorridos entre 4 e 8 anos atrás e a classe III é composta por plântulas geradas há mais de 14 anos.

Além disso, pelas relações obtidas entre as classes de tamanho da regeneração e sua idade aproximada, abrem-se novas possibilidades para o estudos da genética de populações, permitindo futuros avanços no entendimento dos cruzamentos, como por exemplo: na variação da diversidade genética entre as coortes, principalmente no que se refere a seleção em prol de indivíduos mais heterozigotos (Conte *et al.*, 2003, 2008), e nas relações com a variação anual no número de plantas em reprodução.

3.3.5. Bibliografia

BRASIL. Instrução Normativa Nº 6. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Diário Oficial da União de 23 de setembro (Seção 1) 185, p. 75-83, 2008.

CONNELL, J.H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forests trees. In: DENBOER, P.J.; GRADWELL, G.R. (Ed.). **Dynamic populations**. Wageningen: Center for Agricultural Publishing and Documentation, 1971, p. 298-312.

CONNELL, J.H. Tropical rain forests and coral reefs as open non equilibrium systems. In: ANDERSON, L.R.; TURNER, B.D.; TAYLOR, L.R. (Ed.). **Population dynamics – Symposium of British Ecol. Soc.** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1979, p.141-163.

CONTE, R.; REIS, M.S.; REIS, A.; MANTOVANI, A.; MARIOT, A.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis*. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 106-130.

CONTE, R.; NODARI, R.O.; VENCOSKY R.; REIS, M.S. Genetic diversity and recruitment of the tropical palm, *Euterpe edulis* Mart., in a natural population from the Brazilian Atlantic Forest. **Heredity**, v. 91, p. 401–406, 2003.

CONTE, R.; REIS, M. S.; MANTOVANI A.; VENCovsky, R. Genetic structure and mating system of *Euterpe edulis* Mart. populations: a comparative analysis using microsatellite and allozyme markers. **Heredity**, v. 99, n. 5, p. 476–482, 2008.

FANTINI, A.C.; REIS, A.; REIS, M.S.; GUERRA, M.P. Sustained yield management in Tropical Forest: a proposal based on the autoecology of the species. **Sellowia**, v.42/44, p. 25-33, 1992.

FANTINI, A.C.; RIBEIRO, R.J.; GURIES, R.P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na Floresta Ombrofila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 256-280.

IDE, B.Y.; ALTHOFF, D.A.; THOMÉ, V.M.R.; VIFOTTO, V.J. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**, 2ª etapa. Florianópolis, EMPASC. 1980. 106p.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 904, p. 501-528, 1970.

KLEIN, R.M. Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v. 32, p. 165-389. 1980.

KELLY, D. The evolutionary ecology of mast seeding. **Trends Ecol. Evol.** v. 9, n.12, p. 465-470, 1994.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.R.; PUCHALSKI, A.; SILVA, J.Z.; REIS, M.S; NODARI, R.O. Diversidade de espécies e estrutura sucessional de uma formação secundária da floresta ombrófila densa. **Scientia Forestalis**, v. 67, p.13-25, 2005.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 173-179, 2001.

NEUBURGER, M.; SOUZA, T.V.; PAULILO, M.T. Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. **Rodriguésia**, v. 61, n.2, p. 157-165, 2010.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC.** 1995. 154f. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

REIS, A. e KAGEYAMA, P. Y. Dispersão de sementes do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius - Palmae). In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado.** 2000, p. 60-92.

REIS, A., KAGEYAMA, P.Y., REIS, M.S., FANTINI, A.C. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana, em Blumenau (SC). **Sellowia** v. 45, p. 13–45, 1996.

REIS, M.S.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; REIS, A. Sustained yield management of *Euterpe edulis* Martius (Palmae): a tropical palm tree from the Atlantic Tropical Forest. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 11, n. 3, p. 1-17, 2000.

REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado.** 2000, 335p.

SILVA, J.Z. e REIS, M.S. Effects of Different Simulated Management Intensities on The Genetic Diversity of a Heart-of-palm Tree Natural Population (*Euterpe edulis* Martius). **Silvae Genetica**, v. 59, n. 5, p. 201-210, 2010.

STATGRAF. **Statgrafics, statistical graphic system by Statistical Graphics Corporation.** Manugistic, USA, 1993.

PAULILO, M. T. S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado.** 2000, p. 93-105.

CAPÍTULO 4.

INCREMENTO E DINÂMICA DE PLANTAS JOVENS E ADULTAS DE *Euterpe edulis*

4.1. Resumo

Este trabalho teve como objetivo o estudo da dinâmica de plantas jovens e adultas, procurando identificar e compreender as variáveis que influenciam o seu crescimento (Incremento em DAP), bem como, as taxas e causas de mortalidade. Para atingir este objetivo, foram estudadas três populações, em diferentes estádios sucessionais, empregando-se 36 parcelas permanentes, e acompanhamento de todas as plantas com estipe exposta a 1,3 metros, por um período de até 14 anos. O incremento de *Euterpe edulis* segue o modelo de uma curva polinomial de quinto grau, entretanto apresenta-se variável quanto a intensidade entre diferentes populações. O estágio sucessional no qual se encontra a população interfere no crescimento das plantas, que em estádios secundários mais iniciais apresentam maior incremento do que em estádios avançados, porém a condição sucessional tem maior relevância em uma escala regional, pois entre populações de diferentes regiões, predominam outros fatores, possivelmente climáticos, edáficos e genéticos que causam maior efeito sobre o crescimento. A atividade reprodutiva reduz as taxas de incremento, fazendo com que o número de matrizes que compõe uma população também interfira nas curvas de incremento. Matrizes que produziram mais cachos, apresentaram correlação positiva com o diâmetro e negativa quanto as taxas de incremento. Fato também observado para as estruturas reprodutivas emitidas, onde infrutescências com frutos maduros requerem matrizes de maior diâmetro e proporcionam menores taxas de incremento que infrutescências com frutos imaturos, inflorescências femininas e inflorescências masculinas respectivamente, evidenciando o custo energético destas estruturas. Quanto ao tempo de crescimento dentro da floresta, tomando por base a população presente em Ibirama, que apresenta incremento intermediário entre as estudadas, as plantas levam em média 162 anos para crescerem de 3 a 20 cm de DAP, o que reflete alta longevidade e lento crescimento. As primeiras matrizes surgem por volta de 10 cm de DAP e até alcançarem os 20 cm de DAP, levam aproximadamente 133 anos, o que estabelece uma expectativa mínima de vida reprodutiva. Por outro lado, em média as plantas levam mais de 30 anos para alcançarem a fase reprodutiva, isso sem considerar o tempo

de desenvolvimento nas fases de regeneração, o que apresenta conseqüências nas estratégias de manejo empregadas. Quanto a mortalidade, esta é mais freqüente em estádios sucessionais mais avançados com até 4,8 mortes/ha.ano, principalmente provocadas pela ocorrência de clareiras (quedas de árvores ou galhos). Entretanto todas as populações estudadas estão em crescimento, sendo as melhores condições observadas em estádios sucessionais mais iniciais; nesta fase são recrutadas 37 plantas/ha.ano, contra 7,5 em condições mais avançadas. O número de matrizes presentes em uma população mostrou-se positivamente relacionado ao número de recrutamentos. Considerando os resultados obtidos para os valores de incremento médio, mortalidade e recrutamento, a interferência em áreas em estágio sucessional mais avançado parece oferecer maiores desafios para o manejo e perpetuação da espécie.

4.2. Introdução

Euterpe edulis é uma espécie climácica de caráter umbrófilo, pertencente a família Arecaceae e nativa da Mata Atlântica do Brasil (Klein, 1980). Foi por muito tempo a principal palmeira produtora de palmito nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, o que a tornou alvo de intensa exploração a partir da década de 60 (Fantini *et al.*, 2000). Atualmente, além de servir como matéria prima para a produção de palmito e estar incluída na lista de espécies brasileiras em extinção (Brasil, 2008), *E. edulis* sofre também os efeitos crescentes do extrativismo de seus frutos, utilizados localmente como substituto ao açai (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) (Macfadden, 2005; Troian, 2009; Farias, 2009; Favreto e Baptista, 2010 e Barroso *et al.*, 2010).

Considerando a importância deste produto florestal não madeireiro, o palmitreiro (*Euterpe edulis* M.) vem sendo estudado como uma espécie modelo para o manejo sustentável na Floresta Tropical Atlântica, considerando uma série de estudos relacionados, principalmente, à demografia (Reis *et al.*, 1996, 1999; Reis e Kageyama, 2000; Reis e Reis, 2000), crescimento dos indivíduos (Incremento) (Reis *et al.*, 1999; 2000; Fantini e Guries, 2007), dinâmica da regeneração natural (Conte *et al.*, 2000; Paulilo, 2000; Nakazono *et al.*, 2001; Tonetti e Negrelle, 2001; Illenseer e Paulilo, 2002; Neuburger *et al.*, 2010), fenologia reprodutiva (Laps, 1996; Tonetti, 1997; Fisch *et al.*, 1997; Silva Matos e Watkinson, 1998; Galetti e Aleixo, 1998; Galetti *et al.*, 1999; Mantovani e Morellato, 2000; Genini *et al.*, 2009; Fraveto, 2010),

dispersão de sementes (Reis *et al.*, 1996; Reis e Kageyama, 2000) e genética de populações (Reis, 1996; Conte *et al.*, 2003, 2008; Silva e Reis, 2010).

Em uma proposta de manejo em regime de rendimento sustentado, segundo Fantini *et al.* (1992), três pontos devem ser observados para garantir a sustentabilidade: a avaliação do estoque disponível; as taxas de incremento e a regeneração natural da espécie explorada. Dentre estes pontos, poucos estudos direcionaram-se a caracterização das taxas de incremento e a dinâmica de plantas jovens e adultas (mortalidade e recrutamento) (Reis *et al.*, 1999; 2000; Fantini e Guries, 2007), sendo por isso, ainda pouco conhecidos.

O incremento é o crescimento secundário da estipe, que ocorre devido ao espessamento das camadas de células que circundam os vasos, é um parâmetro muito importante para a determinação de estratégias que fundamentam o manejo sustentado, pois possibilita, pela determinação do incremento corrente anual (ICA) (crescimento de cada ano), a avaliação do desenvolvimento das plantas ao longo do tempo, permitindo estimar o número de indivíduos passíveis de exploração em projetos de manejo (Reis *et al.*, 2000). Além disso, pela relação funcional entre o diâmetro a altura do peito (DAP) e o ICA, é possível expressar matematicamente o crescimento de cada planta em função do DAP. O que permite estudar a dinâmica de crescimento individual e coletiva das plantas que compõem a população e estabelecer os intervalos de intervenção (Loetsch *et al.*, 1973; Enright e Ogden, 1979).

Os modelos matemáticos testados até o momento para o incremento em DAP (Diâmetro a Altura do Peito, 1,3 metros), para o palmitreiro, conferem maior ajuste aos modelos polinomiais quadráticos, sem constante (Reis *et al.*, 1999; 2000). O pico de maior incremento para as populações estudadas ocorre entre as classes de 6 a 10 cm de DAP e o ponto de máximo crescimento de cada equação, tendo em vista o maior aproveitamento do potencial de crescimento e acúmulo de biomassa, varia entre 7 e 9 cm de DAP (Reis *et al.*, 1999, 2000a,b).

A dinâmica de plantas jovens e adultas ainda é pouco conhecida, pois existem poucas informações sobre a passagem das plântulas presentes na regeneração natural para a fase jovem (recrutamento). Estudos de Conte *et al.* (2000), em floresta primária e secundária, apresentam médias de recrutamento de 30 ($S= 7,07$) e 21 ($S= 9,14$) plântulas/ha.ano, respectivamente para cada tipo de floresta. Já a mortalidade de plantas jovens e adultas ($>1,3$ m de estipe exposta), ainda é desconhecida.

Neste sentido, este capítulo têm como objetivo o estudo da dinâmica de plantas jovens e adultas, procurando identificar e compreender as variáveis que influenciam o seu crescimento (incremento) em diferentes populações, bem como, as taxas e causas de mortalidade nestas fases.

4.3. Material e Métodos

O estudo do incremento do palmiteiro *E. edulis* foi realizado em três áreas no estado de Santa Catarina, localizadas em Ibirama, São Pedro de Alcântara e Florianópolis. A escolha destas áreas teve como objetivo levantar informações referentes ao crescimento da espécie e sua relação com diferentes condições ambientais, condicionadas por estádios sucessionais.

A área localizada em Florianópolis, situa-se na Unidade de Conservação Ambiental Desterro (UCAD). A cobertura vegetal desta área é feita por relictos de Floresta Ombrófila Densa, em diversos estádios de desenvolvimento. O relevo caracteriza-se por ser bastante ondulado e é comum o afloramento de rochas graníticas no interior da floresta. O solo, em razão disso, se apresenta em diversos locais raso, com pequena cobertura formada pela serapilheira da floresta, o que favorece o crescimento de muitas bromélias. Nesta área, foram implantadas em 1999 seis parcelas permanentes de 40x40 metros, avaliadas nos anos de 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2007. Dentre as áreas estudadas, é a que se caracteriza em condição mais inicial de mata secundária, além disso, apresenta restrições edáficas condicionadas pelo solo pedregoso e raso que apresenta. Quanto as condições ambientais locais, situa-se entre 240 e 300 metros de altitude, com temperatura média anual de 20,4°C.

A área de estudo localizada em Ibirama, encontra-se na Floresta Nacional de Ibirama (FLONA de Ibirama), coordenadas geográficas: latitude 27°02'09"S, longitude 49°27'25"W. Distanciando-se a aproximadamente 250 km de Florianópolis (SC). A vegetação original do local, segundo Klein *et al.* (1986), era composta por Floresta Ombrófila Densa Montana, tendo sofrido exploração seletiva na década de 50 e também na década de 1970, encontrando-se atualmente em estágio secundário avançado de sucessão florestal, com características estruturais similares de áreas com cobertura florestal primária. O clima da região é do tipo Cfa-mesotérmico úmido com verão quente, com temperatura média anual entre 16° e 18°C (Ide *et al.*, 1980). A

precipitação anual na região é bem distribuída varia entre 1600 e 1800 mm (Orselli *et al.*, 1986). O solo predominante é o Cambissolo Álico (Moser *et al.*, 1986), com relevo ondulado a fortemente ondulado, tendo a área de amostragem uma variação entre 300 e 350 metros de altitude. Nesta área foram implantadas 24 parcelas permanentes de 40x40m implantadas em 1997, e avaliadas durante os anos de 1997, 1998, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007.

A área localizada em São Pedro de Alcântara, encontra-se em condições de Floresta Ombrófila Densa, em situação sucessional intermediária a encontrada entre as áreas localizadas em Ibirama e Florianópolis. Esta área sofreu corte raso e uso agrícola, onde foi gradualmente abandonada a mais de 60 anos, desta maneira das seis parcelas permanentes de 50 x 50m implantadas na área, quatro: A, B, C e D, situam-se num estágio mais avançado de mata secundária, porém em uma condição sucessional mais recente que a observada para Ibirama. Já as demais parcelas, E e F encontram-se em uma fase mais inicial, classificada como *Miconietum* (Klein, 1980), no entanto, sucessionalmente mais avançada que a encontrada em Florianópolis. O clima da região é do tipo Cfa-mesotérmico úmido com verão quente. A temperatura média é de 20°C, sendo a média de temperatura do mês mais quente em torno de 25°C e a temperatura do mês mais frio em torno de 16°C. A precipitação anual na região é bem distribuída e de 1390mm (Ide *et al.*, 1980). As parcelas foram implantadas em 1991 e avaliadas anualmente de 1991 a 2004. A caracterização sucessional desta área foi realizada através dos estudos de Mantovani *et al.* (2005), realizados nestas mesmas parcelas.

Em ambas as áreas estudadas, todas as plantas que apresentaram estipe exposto a 1,3 metros foram mapeadas, etiquetadas e avaliadas quanto ao diâmetro a altura do peito (DAP), crescimento e fenologia. As plântulas novas foram incluídas em cada avaliação e acompanhadas nas avaliações posteriores. As plantas foram consideradas como matrizes quando iniciaram a fase reprodutiva, fato que se distingue pela cicatriz deixada na estipe pelo cacho de frutos. O crescimento (Incremento) foi determinado pela diferença entre as medidas de diâmetro (DAP) apresentado pelas plantas entre os diferentes anos de estudo.

A comparação das taxas de incremento, entre as diferentes condições sucessionais estudadas, foi realizada pelo comparativo dos modelos de incremento e de seus intervalos de confiança, obtidos pela análise de regressão aplicada a cada condição sucessional. Os modelos

matemáticos e os resultados das análises de regressão foram obtidos com o uso do programa Statgraf 7 (1993).

As relações entre fenologia, DAP e Incremento foram realizadas a partir dos dados obtidas pelo acompanhamento fenológico durante os anos de 2007 e 2008, de todas as matrizes (888) encontradas nas 24 parcelas implantadas em Ibirama. O acompanhamento da fenologia reprodutiva, foi realizado quinzenalmente ou mensalmente, conforme a fase e a velocidade dos eventos fenológicos, iniciando em maio de 2007 e encerrando em dezembro de 2008. Os eventos fenológicos foram caracterizados com o uso de um binóculo e consistiram no acompanhamento individual de cada matriz (etiquetada, mapeada e medida quanto ao diâmetro a altura do peito DAP) quanto às seguintes características: número de inflorescências masculinas, femininas e "abortadas" (quando a inflorescência secou); número de infrutescências imaturas (com frutos de coloração verde), maduras (com frutos de coloração púrpura) e "abortadas" (quando a infrutescência e os frutos secaram). Tais dados permitiram obter a relação entre o número de inflorescências e infrutescências emitidas e "abortadas" nas diferentes fases fenológicas por matriz e por área, bem como a relação entre estas estruturas e o diâmetro das matrizes.

Os dados genéticos foram obtidos pela genotipagem de 599 matrizes presentes nas 24 parcelas de estudo e foram empregados para avaliar a similaridade genética entre as unidades amostrais. Os genótipos foram determinados empregando-se marcadores alozímicos, revelados a partir de eletroforese horizontal, utilizando 10 sistemas enzimáticos: Alfa-Esterase, Diaforase, Fosfoglucoisomerase, Fosfoglucomutase, Glucose 6-Fosfato Desidrogenase, Isocitrato Desidrogenase, Nicotinamida Adenina Dinucl. Desid., Peroxidase, Shiquimato Desidrogenase, 6-Fosfogliconato Desidrogenase, onde obteve-se 13 locos possíveis de interpretação (maiores detalhes em Silva, 2004 e Silva e Reis, 2010).

4.4. Resultados e Discussões

4.4.1. Incremento

A Figura 1, apresenta o incremento corrente anual de *E. edulis* em diferentes populações. Nesta figura é possível perceber que, independente do local de origem, as plantas apresentam um mesmo padrão de crescimento, iniciando com taxas crescentes de

desenvolvimento, até atingirem um ponto máximo, que é variável para cada população, e a partir deste ponto, segue-se uma redução e posterior estabilização em uma velocidade de crescimento próxima a verificada para os DAPs de 2 a 3 cm, perdurando até o fim da vida do indivíduo.

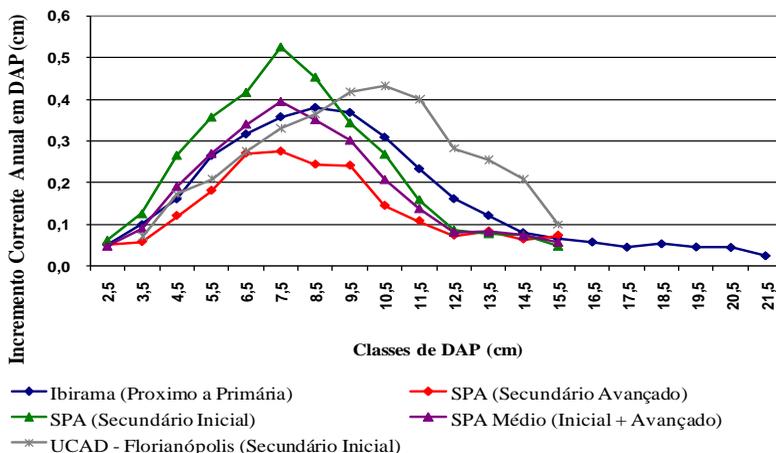


Figura 1: Incremento corrente anual em DAP para populações de *E. edulis* situadas em São Pedro de Alcântara, Florianópolis e Ibirama.

O ponto de máximo incremento define o diâmetro onde a taxa de crescimento das palmeiras é máximo e, em sistemas de manejo sustentado voltados ao corte do palmito é o diâmetro mínimo que um palmitreiro deveria ser abatido, tendo em vista o aproveitamento máximo do seu potencial de crescimento, sendo também denominado de DLC – diâmetro limite de corte (Fantini *et al.*, 1992).

Para identificar as relações mais estreitas entre DAP e incremento, utilizou-se a análise de regressão, testando-se modelos polinomiais quadráticos (grau 2), com e sem constante, já utilizados por outros autores (Reis *et al.*, 1999, 2000). Os modelos sem constante, apresentaram-se mais explicativos, com coeficientes de determinação (R^2) entre 78 e 98%, porém apesar de significativos, falham claramente em representar o crescimento das plantas em diâmetros maiores que 12 cm, como pode ser observado pela comparação das Figuras 1 e 2.

Nas classes onde o DAP é maior que 12 cm, ocorre o predomínio de plantas reprodutivas (Figura 3), o que faz com que a representatividade dos modelos matemáticos seja influenciada pela sua

proporção em uma população. Neste caso, quanto maior o número de plantas reprodutivas, menor tende a ser representatividade obtida com os modelos polinomiais quadráticos. Esta redução na representatividade, se deve ao fato, de que o crescimento das matrizes não tende a zero e não se reduz de maneira tão abrupta como descrevem os modelos polinomiais quadráticos (Figura 2), e sim, tende a uma estabilização mais suave em uma taxa de incremento próxima a 0,05 cm por ano (Figura 1). Como os modelos polinomiais quadráticos representam melhor as classes de DAP abaixo de 12cm, que são compostas quase que exclusivamente por indivíduos jovens, o crescimento diferenciado em diâmetro, entre plantas jovens e matrizes também é sugerido (assunto que será abordado a seguir, item 4.4.2).

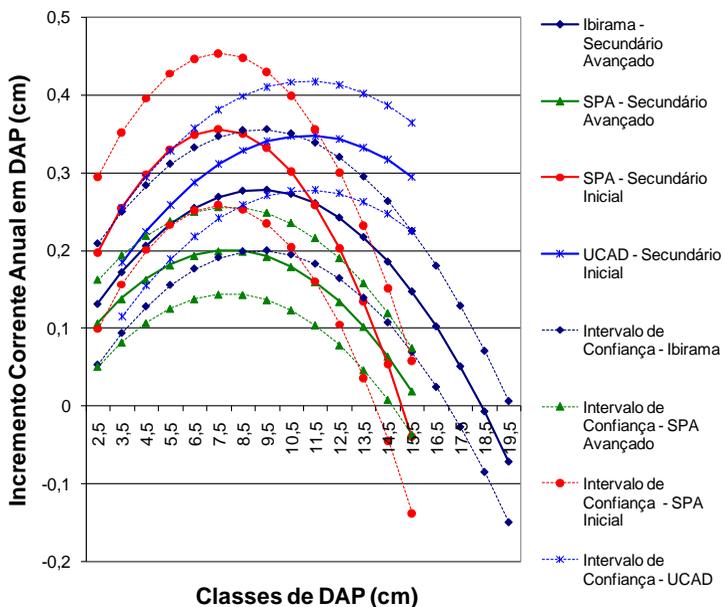


Figura 2: Incremento médio anual em DAP para populações de *E. edulis* situadas em: Ibirama (Inc: $0,060516 \cdot \text{DAP} - 0,003293 \cdot \text{DAP}^2$, R:88, $p < 0,01$; Florianópolis - UCAD (Inc: $0,073167 \cdot \text{DAP} - 0,00397 \cdot \text{DAP}^2$, R:94, $p < 0,01$) e São Pedro de Alcântara (SPA) em estádio secundário avançado (Inc: $0,050333 \cdot \text{DAP} - 0,003171 \cdot \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,01$) e em estádio secundário mais inicial (Inc: $0,094393 \cdot \text{DAP} - 0,006257 \cdot \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,01$) (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

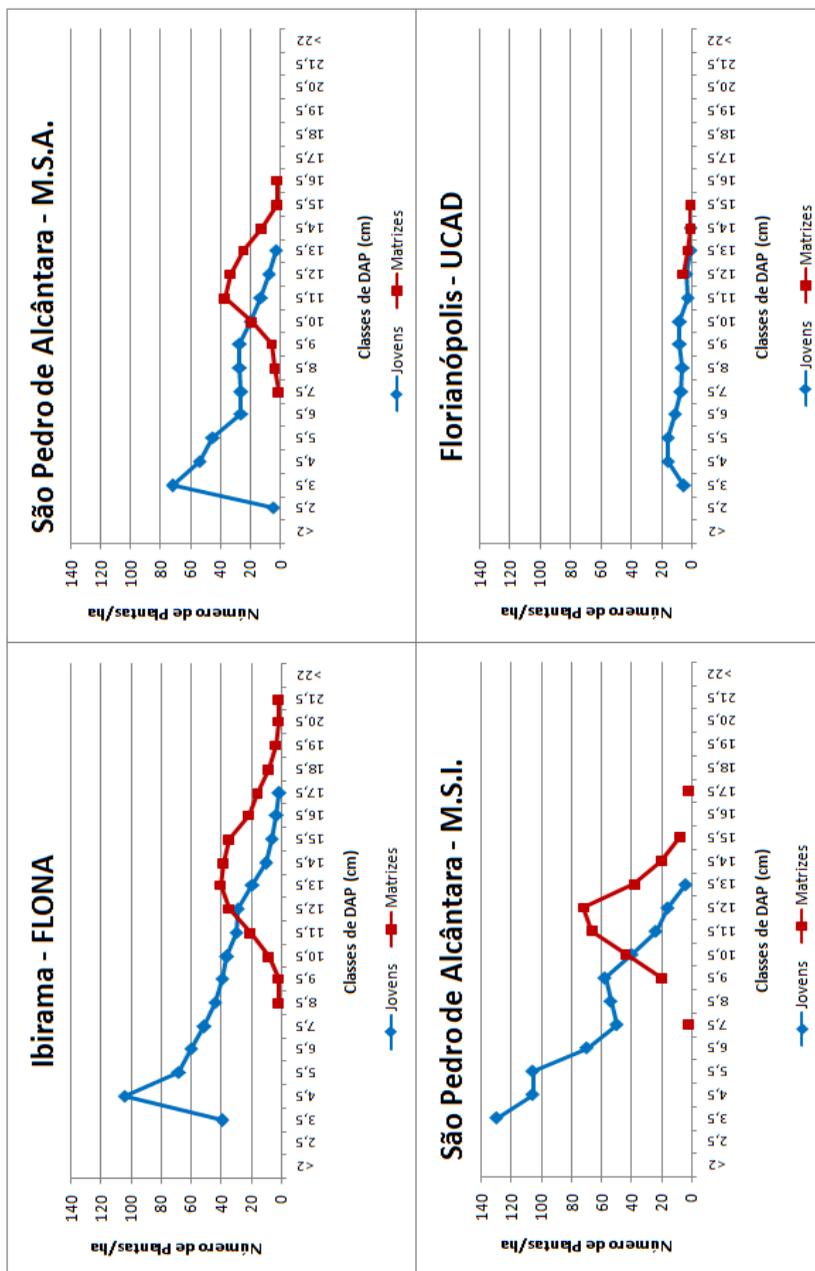


Figura 3: Número de plantas jovens e reprodutivas por hectare.

Os modelos polinomiais quadráticos, apesar de serem eficientes em determinar o diâmetro limite de corte (DLC), pois coincidem com os diâmetros de maior incremento observado nas populações (Figuras: 4, 5, 6 e 7), tendem a distorcer o crescimento das plantas, subestimando as taxas de crescimento próximas ao ponto de máximo incremento, localizadas no pico da curva quadrática e superestimando o crescimento das classes diamétricas localizadas em sua base, como por exemplo: entre os diâmetros de 2 a 4 cm de DAP. O que acaba prejudicando seu uso para a comparação entre locais, pois as diferenças encontradas entre os incrementos descritos pelos modelos e os incrementos observados, reduzem a representatividade dos modelos e aumentam a amplitude dos intervalos de confiança. Além disso, perdem precisão na estimativa da idade das plantas.

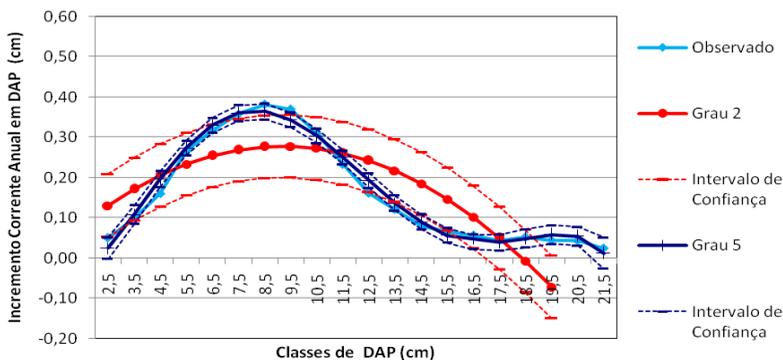


Figura 4: Incremento corrente anual observado e valores de incremento corrente anual obtidos pelo uso de modelos polinomiais de grau 2 (Inc: $0,060516 \cdot \text{DAP} - 0,003293 \cdot \text{DAP}^2$, $R:88$, $p < 0,01$) e 5 (Inc: $-0,094363 \cdot \text{DAP} + 0,058502 \cdot \text{DAP}^2 - 0,007867 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000397 \cdot \text{DAP}^4 - 6,90553 \times 10^{-6} \cdot \text{DAP}^5$, $R:99$, $p < 0,01$), para a população de Ibirama em estágio avançado de sucessão florestal (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

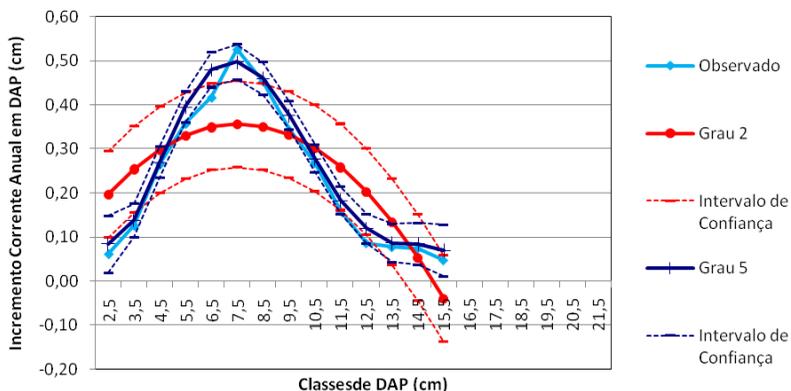


Figura 5: Incremento corrente anual observado e valores de incremento corrente anual obtidos pelo uso de modelos polinomiais de grau 2 (Inc: $0,094393 * \text{DAP} - 0,006257 * \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,01$) e 5 (Inc: $1,114625 - 1,030568 * \text{DAP} + 0,341431 * \text{DAP}^2 - 0,044847 * \text{DAP}^3 + 0,002548 * \text{DAP}^4 - 0,000053 * \text{DAP}^5$, R:97, $p < 0,02$), para a população de São Pedro de Alcântara em estágio secundário inicial de sucessão florestal (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

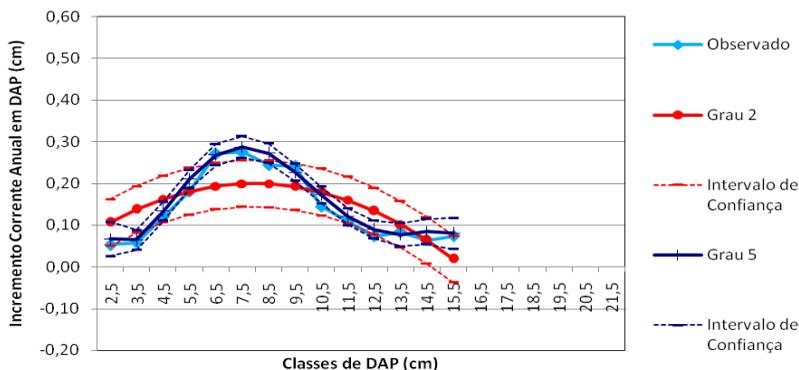


Figura 6: Incremento corrente anual observado e valores de incremento corrente anual obtidos pelo uso de modelos polinomiais de grau 2 (Inc: $0,050333 * \text{DAP} - 0,003171 * \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,01$) e 5 (Inc: $0,988603 - 0,838439 * \text{DAP} + 0,255895 * \text{DAP}^2 - 0,03239 * \text{DAP}^3 + 0,00181 * \text{DAP}^4 - 0,000037 * \text{DAP}^5$, R:96, $p < 0,01$), para a população de São Pedro de Alcântara em estágio secundário avançado de sucessão florestal (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

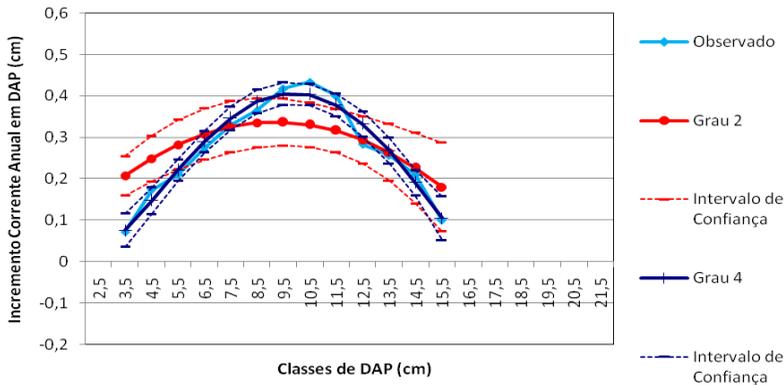


Figura 7: Incremento corrente anual observado e valores de incremento corrente anual obtidos pelo uso de modelos polinomiais de grau 2 (Inc: $0,073167 \cdot \text{DAP} - 0,00397 \cdot \text{DAP}^2$, R:94, $p < 0,01$) e 4 (Inc: $-0,051289 \cdot \text{DAP} + 0,029229 \cdot \text{DAP}^2 - 0,002659 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000065 \cdot \text{DAP}^4$, R:99, $p < 0,04$), para a população da UCAD em estágio secundário inicial de sucessão florestal (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

O uso de modelos polinomiais de grau 5 (Figuras: 4, 5, 6 e 7), com e sem constante, conforme o caso, aumentam a representatividade dos modelos e mantêm a significância, pois conseguem descrever melhor o crescimento apresentado pelas plantas, principalmente em populações submetidas a pouca interferência onde a porcentagem de matrizes é maior. Como pode ser observado nas populações de Ibirama e de São Pedro de Alcântara em estágio secundário inicial e avançado (Figuras: 4, 5 e 6), onde o percentual de plantas reprodutivas oscila em torno de 41% (Tabela 1). Para populações como a da UCAD, onde a proporção de matrizes é muito baixa (12%), o uso de modelos polinomiais de grau 4, apresentam melhores resultados, pois a expressão do crescimento apresentado pelas matrizes ainda exerce pouco efeito no crescimento da população (Figura 7).

Tabela 1: Número de plantas jovens e reprodutivas e sua relação percentual nas populações estudadas.

	Ibirama		S.P.A. Avançado		S.P.A. Inicial		Florianópolis UCAD	
	Jovens	Matrizes	Jovens	Matrizes	Jovens	Matrizes	Jovens	Matrizes
<2								
2-3			5					
3-4	39		72		130		5	
4-5	104		54		106		16	
5-6	68		45		106		16	
6-7	60		26		70		11	
7-8	51		26	1	50	2	7	
8-9	44	1	27	4	54		6	
9-10	39	1	27	6	58	20	8	
10-11	36	8	20	19	40	44	8	
11-12	30	20	13	37	24	66	3	
12-13	29	34	8	33	16	72	4	5
13-14	19	40	3	25	4	38	1	3
14-15	10	38		12		20	1	1
15-16	6	34		2		8		1
16-17	3	21		2				
17-18	1	16				2		
18-19		8						
19-20		3						
20-21		1						
21-22		1						
>22								
Total/ha	541	226	326	141	658	272	88	10
% Mtz		41,8		43,3		41,3		11,9

A Figura 8, apresenta o comparativo entre as populações estudadas, quanto ao incremento corrente anual, obtido a partir do melhor modelo matemático encontrado em cada uma das populações. Analisando as curvas de incremento é possível observar diferenças significativas entre as populações, sendo as maiores diferenças, encontradas entre populações em diferentes estádios de sucessão. Onde populações em estágio secundário mais inicial tendem a apresentar

maiores taxas de crescimento que populações em condição mais avançada. Possivelmente em razão da menor cobertura florestal, que compete por luz e espaço com *E. edulis* (Fantini e Guries, 2007). Tal aspecto é reforçado pela comparação das florestas em estágio secundário inicial e avançado, localizadas em São Pedro de Alcântara, principalmente porque estas áreas, fazem parte de um mesmo fragmento, portanto contínuas, onde os conjuntos de unidades amostrais são relativamente próximos (aprox. 200 metros) o que tende a diminuir as diferenças, em função das mesmas condições de clima e tipo de solo.

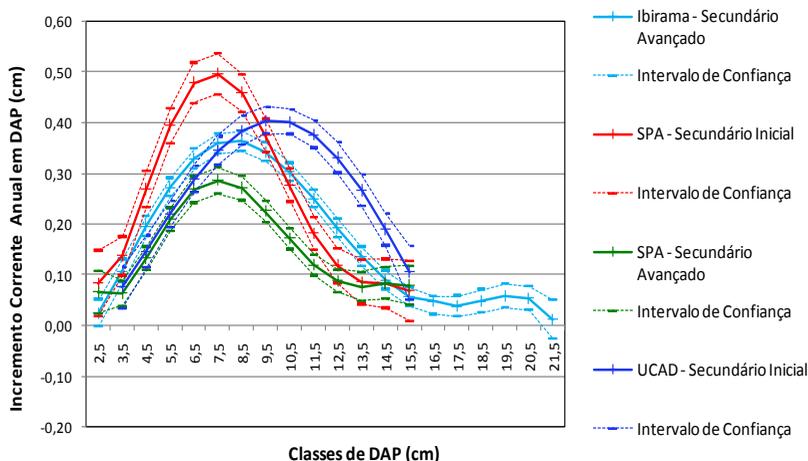


Figura 8: Modelos matemáticos apresentando o incremento corrente anual das populações de Ibirama (Inc: $-0,094363 \cdot \text{DAP} + 0,058502 \cdot \text{DAP}^2 - 0,007867 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000397 \cdot \text{DAP}^4 - 6,90553 \times 10^{-6} \cdot \text{DAP}^5$, R:99, $p < 0,01$), São Pedro de Alcântara em estágio secundário inicial (Inc: $1,114625 - 1,030568 \cdot \text{DAP} + 0,341431 \cdot \text{DAP}^2 - 0,044847 \cdot \text{DAP}^3 + 0,002548 \cdot \text{DAP}^4 - 0,000053 \cdot \text{DAP}^5$, R:97, $p < 0,02$), São Pedro de Alcântara em estágio secundário avançado (Inc: $0,988603 - 0,838439 \cdot \text{DAP} + 0,255895 \cdot \text{DAP}^2 - 0,03239 \cdot \text{DAP}^3 + 0,00181 \cdot \text{DAP}^4 - 0,000037 \cdot \text{DAP}^5$, R:96, $p < 0,01$) e Florianópolis - UCAD (Inc: $-0,051289 \cdot \text{DAP} + 0,029229 \cdot \text{DAP}^2 - 0,002659 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000065 \cdot \text{DAP}^4$, R:99, $p < 0,04$) (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

Apesar das diferenças encontradas nas curvas de incremento entre as populações, o que se destaca são as semelhanças, pois o crescimento das plantas segue um mesmo modelo, variando mais, de local para local, próximo ao pico de maior incremento.

As menores diferenças são observadas entre os diâmetros de 2,5 a 6,5 cm de DAP, onde três das quatro populações crescem de forma idêntica. Após o diâmetro de 14,5 cm de DAP, as plantas parecem seguir novamente um mesmo padrão, o de estabilização em incrementos de 0,05 cm ao ano, como observado para a população de Ibirama. A população localizada na UCAD, não segue este comportamento, entretanto é importante destacar que esta população ainda está se reestruturando, apresentando poucas matrizes, apenas 12% do total de plantas jovens e adultas, ao passo que nas demais este percentual oscila entre 41% (Tabela 1). Como a partir dos diâmetros de 11 cm de DAP, predominam matrizes nas outras populações, o conjunto de resultados sugere que no futuro, com a reestruturação da população presente na UCAD, ocorra uma aproximação de suas curvas de incremento com as demais curvas apresentadas pelas outras populações.

O posicionamento do pico de máximo incremento sobre a escala diamétrica (Figura 8), parece sofrer influência do amadurecimento reprodutivo das plantas, onde nas populações de São Pedro de Alcântara, tanto em estágio secundário inicial, como em estágio secundário avançado, o estímulo que desencadeia a atividade reprodutiva parece ocorrer de forma mais intensa em classes diamétricas menores (Tabela 1), com o acúmulo de matrizes entre as classes de 10 e 15 cm de DAP. O que ocorre mais tardiamente para as populações de Ibirama e UCAD. Como a atividade reprodutiva reduz as taxas de incremento (item seguinte deste capítulo) e as populações de São Pedro e Ibirama apresentam a mesma proporção de matrizes (Tabela 1), o que favorece a comparação, tudo indica que o posicionamento mais a esquerda dos picos de incremento apresentados pelas áreas localizadas em São Pedro e mais a direita apresentado por Ibirama (Figura 8), sejam provocados pela manifestação mais recente e mais tardia, respectivamente, da atividade reprodutiva, decorrente de efeitos ambientais (micro clima) ou genéticos.

O estímulo reprodutivo parece não ter nenhuma relação sucessional, pois ocorre de forma idêntica nas áreas de São Pedro de Alcântara, que apresentam-se em estádios sucessionais diferentes. Possivelmente, variáveis climáticas locais, regionais e genéticas, desempenham um papel predominante no amadurecimento reprodutivo das plantas.

4.4.2. Incremento Diferencial de Jovens e Adultos

Além das diferenças de incremento condicionadas pela classe de diâmetro no qual a planta se encontra e da influência que o estágio sucessional exerce no crescimento, também foram observadas variações nas taxas de crescimento, condicionadas pelo amadurecimento reprodutivo das plantas. As Figuras 9, 10 e 11 apresentam o incremento médio anual obtido para as populações de Ibirama e de São Pedro de Alcântara em estágio sucessional inicial e avançado, onde se observam diferenças entre as plantas reprodutivas e jovens, mantendo-se separadas as influências sobre o crescimento, condicionadas pelas classes de DAP e estágio sucessional.

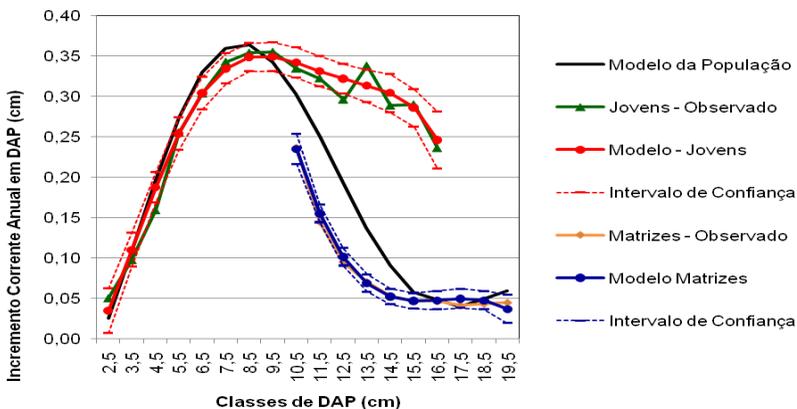


Figura 9: Modelagem para o incremento corrente anual de plantas jovens (Inc: $-0,080234 \cdot \text{DAP} + 0,054377 \cdot \text{DAP}^2 - 0,008028 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000475 \cdot \text{DAP}^4 - 0,00001 \cdot \text{DAP}^5$, R:100, $p < 0,01$) e matrizes (Inc: $3,901212 - 0,695888 \cdot \text{DAP} + 0,041731 \cdot \text{DAP}^2 - 0,000831 \cdot \text{DAP}^3$, R:98, $p < 0,01$), localizadas na população de Ibirama (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

Observando o incremento anual em DAP, apresentado pela plantas jovens e matrizes (Figuras 9, 10 e 11), pode-se perceber que a redução nas taxas de crescimento, com o aumento em diâmetro, apresentado pelas plantas jovens, é muito menor que a apresentada pelas

plantas reprodutivas, sendo evidente mesmo com o uso de modelos matemáticos mais simples como os polinomiais quadráticos (Figuras 10 e 11). O que indica que estas reduções nas taxas de incremento, possam estar condicionadas ao amadurecimento reprodutivo e aos gastos energéticos relacionados às estruturas reprodutivas. Porém, é evidente que outras variáveis estão presentes, pois, como pode ser observado pelo incremento das plantas jovens, estas também reduzem seu crescimento a partir da classe de 10 cm de DAP para a população de Ibirama, e a partir da classe de 9 cm de DAP para a população de São Pedro de Alcântara.

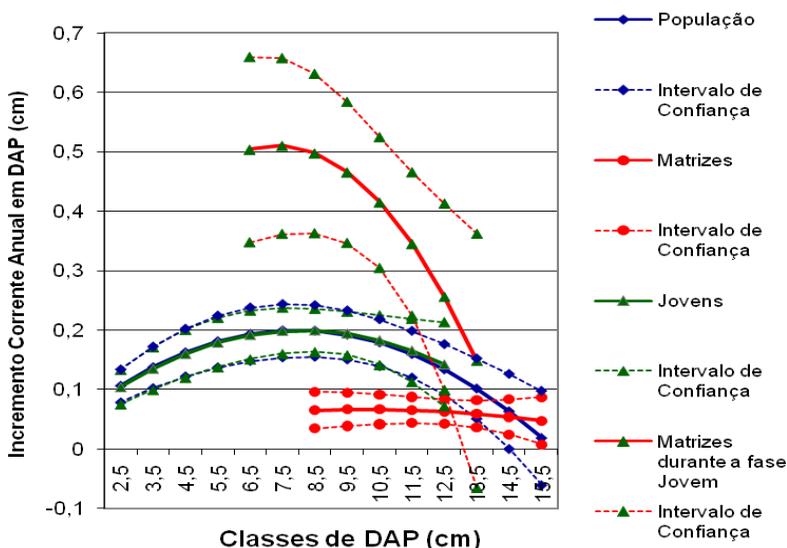


Figura 10: Incremento corrente anual para plantas jovens (Inc: $0,049213 \cdot \text{DAP} - 0,003026 \cdot \text{DAP}^2$, R:94, $p < 0,01$) e matrizes (Inc: $0,013254 \cdot \text{DAP} - 0,000659 \cdot \text{DAP}^2$, R:89, $p < 0,07$) e para matrizes durante a sua fase jovem (Inc: $0,139391 \cdot \text{DAP} - 0,009509 \cdot \text{DAP}^2$, R:93, $p < 0,01$), localizadas na população de São Pedro de Alcântara em estágio sucessional avançado (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

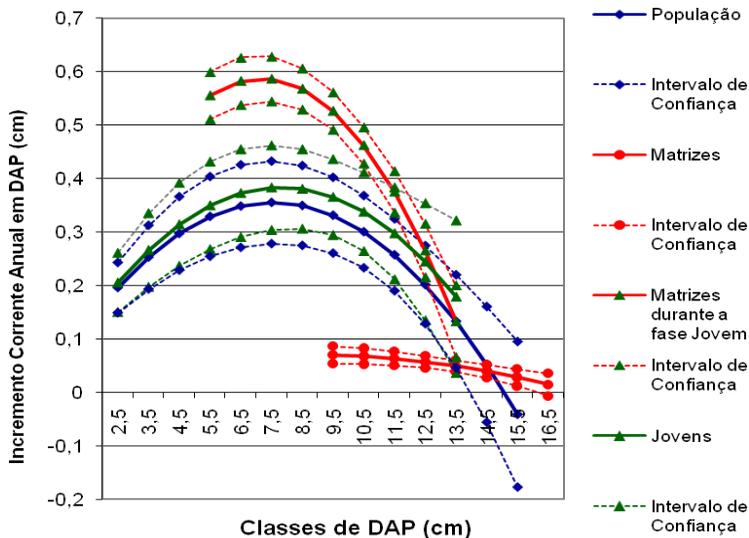


Figura 11: Incremento corrente anual para plantas jovens (Inc: $0,098319 \cdot \text{DAP} - 0,006296 \cdot \text{DAP}^2$, R:92, $p < 0,01$) e matrizes (Inc: $0,016134 \cdot \text{DAP} - 0,000924 \cdot \text{DAP}^2$, R:95, $p < 0,01$) e para matrizes durante a sua fase jovem (Inc: $0,163807 \cdot \text{DAP} - 0,011402 \cdot \text{DAP}^2$, R:99, $p < 0,01$), localizadas na população de São Pedro de Alcântara em estágio sucessional Inicial (tabela com os testes de significância para os coeficientes em anexo).

Considerando a hipótese de que as diferenças observadas, entre plantas jovens e reprodutivas pudessem estar relacionadas a condições específicas relacionadas ao local no qual se inserem, bem como, por possíveis diferenças individuais de performance genética de cada planta que compõem os conjuntos: jovens e reprodutivas. E que estas pudessem estar viesando os resultados, separou-se dos valores de incremento médio, os incrementos das plantas jovens que atualmente ainda são jovens, dos incrementos das plantas reprodutivas em sua fase jovem. Os resultados podem ser observados nas Figuras 10 e 11, onde fica evidente que as plantas que se tornaram reprodutivas ao longo dos anos, em sua fase jovem, apresentavam valores de incremento mais elevados que a média da população, inclusive maior que o incremento das plantas que ainda permanecem jovens. Derrubando, portanto, hipóteses relacionadas a variáveis locais, como por exemplo:

composição do solo ou posição topográfica, bem como, hipóteses relacionadas ao condicionamento específico das plantas. Pois as variáveis locais permaneceram inalteradas e o crescimento das plantas, era inclusive maior que a média. O que volta a indicar, que as reduções nas taxas de incremento estejam principalmente condicionadas pelo amadurecimento reprodutivo das plantas, mesmo que estas ainda não tenham emitido ainda nenhuma estrutura reprodutiva, o que deve estar ocorrendo com as plantas jovens situadas entre as classes de 10 a 17 cm de DAP para a população de Ibirama e entre as classes de 9 a 14 cm de DAP para a população de São Pedro de Alcântara. No entanto, se este argumento é verdadeiro, a emissão de estruturas reprodutivas aumentaria ainda mais este ônus reprodutivo, reduzindo conseqüentemente as taxas de crescimento.

Considerado a hipótese do ônus reprodutivo, foram relacionados o número e o tipo de estruturas reprodutivas emitidas por matriz em 2008 para a população de Ibirama, com o seu incremento médio anual e classe de DAP a que pertence. Observando a relação do número de inflorescências e infrutescências emitidos por matriz, com a classe de DAP a qual a matriz pertence (Figura 12), percebe-se que quanto maior o número de estruturas reprodutivas emitidas, maior é o DAP da matriz (r^2 entre 0,93 e 0,98 – Tabela 2). Além disso, fica evidente por esta relação, que as fases de desenvolvimento das inflorescências requerem um aporte crescente de recursos para o seu desenvolvimento. Aparentemente, as menos exigentes foram as inflorescências masculinas, apresentando-se associadas a matrizes com menores diâmetros. Quanto a exigência por maiores DAPs, seguem as inflorescências femininas, as infrutescências com frutos imaturos e as infrutescências com frutos maduros respectivamente. Relação que inclusive se mantêm em todas as classes de número de estruturas reprodutivas emitidas por planta (Figura 12). Possivelmente a relação que se estabelece entre maiores diâmetros e maior produtividade, esta relacionada a disponibilidade a luz, pois o diâmetro esta correlacionado a altura, $r^2=0,78$ (Kirchner *et al.*, 1987), outro fator, poderia ser o próprio amadurecimento reprodutivo, ligado a idade das plantas, que pelas curvas de incremento, também associa-se ao diâmetro (capítulo 4 desta tese). Estudos de Tonini *et al.* (2008), sobre a castanheira (*Bertholletia excelsa*), também encontraram correlação positiva entre o aumento do diâmetro e o aumento da produtividade de sementes, inclusive evidenciando que a partir de 50 cm de DAP, diâmetro considerado como limite para início da produção, nenhuma árvore apresentou copa em classes inferiores do dossel.

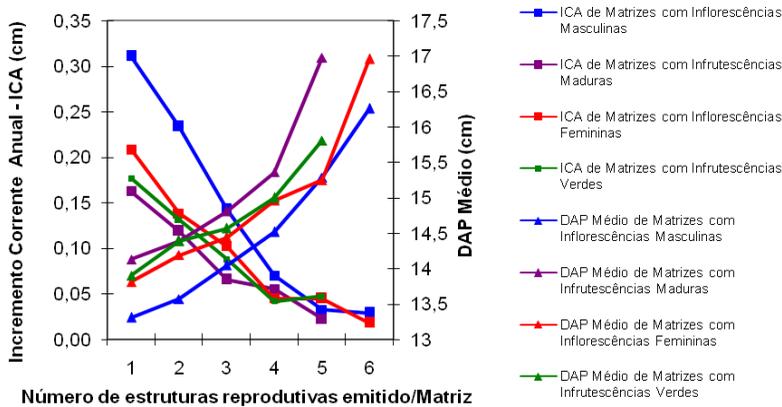


Figura 12: Relação entre o número de estruturas reprodutivas emitidas, com a classe de DAP e o Incremento corrente anual em DAP para plantas da população de Ibirama.

Tabela 2: Correlação entre o número de estruturas reprodutivas emitidas, fases fenológicas, classes de DAP e Incremento corrente anual em DAP, para plantas da população de Ibirama.

	DAP	Cres.	DAP	Cres.	DAP	Cres.	DAP	Cres.
	FrMad	FrMad	FrVe	FrVe	Ffe	Ffe	Fmas	Fmas
Núm.cachos	0,93	-0,98	0,98	-0,98	0,95	-0,97	0,98	-0,97
DAP FrMad		-0,90	0,98	x	0,91	x	0,98	x
Cres.FrMad			x	0,98	x	0,97	x	0,99
DAP FrVe				-0,92	0,97	x	0,99	x
Cres. FrVe					x	1	x	0,99
DAP Ffe						-0,88	0,97	x
Cres. Ffe							x	0,99
DAP Fmas								-0,89

FrMad: fruto maduro; FrVe: fruto verde (ou imaturo); Ffe: flor feminina; Fmas: flor masculina; Cres: Incremento.

Comparando as fases de desenvolvimento das estruturas reprodutivas, quanto ao número de estruturas emitidas por planta e classe de DAP requerido por fase, pode-se ainda, fazer algumas

comparações, como por exemplo: o fato de uma infrutescência com frutos maduros exigir o mesmo diâmetro de matriz que duas inflorescências na fase de flor feminina, e praticamente três na fase de flor masculina. Bem como, o fato de duas infrutescências em fase de fruto maduro exigirem diâmetros próximos, aos exigidos por três inflorescências em fase de flor feminina e quatro em fase de flor masculina.

A visualização deste custo energético, relacionado a exigência de maiores diâmetros, é melhor compreendido pela observação do crescimento médio anual em DAP, onde pode-se perceber, que, quanto maior é o número de estruturas reprodutivas emitidas por matriz, menor é o crescimento apresentado (r^2 entre -0,97 e -0,98 – Tabela 2), independentemente da fase na qual se encontra a estrutura reprodutiva. Porém, as fases de desenvolvimento das estruturas reprodutivas, novamente exigem um aporte diferenciado das matrizes. A fase de fruto maduro apresenta-se como a mais onerosa ao crescimento em DAP, seguidas pelas fases de fruto imaturo, flor feminina e flor masculina respectivamente. Isto faz sentido, pois quanto mais avançada a fase, maior a quantidade de tempo despendido e maior a quantidade de recurso consumido, principalmente pelo fato de que as fases mais avançadas dependem e concentram o recurso consumido pelas fases anteriores (r^2 entre 0,97 e 1).

A comparação do número de estruturas reprodutivas emitidas por matriz com o seu crescimento médio anual em DAP, também destaca outro aspecto importante inerente da natureza de constituição de seus dados, pois os dados fenológicos referem-se apenas ao evento reprodutivo de 2008 e os dados de incremento médio anual referem-se ao incremento ocorrido de 1997 a 2008, transcorrido portanto um período de 11 anos. O que surpreende pela relação que se estabelece, pois o evento reprodutivo de 2008, ainda esta relacionado ao crescimento médio dos últimos 11 anos, o que sugere uma espécie de estabilidade reprodutiva potencial. Assim, em função das classes diamétricas e de seus crescimentos médios esperados pode-se obter produtividades médias esperadas, o que ajuda a entender os resultados e ainda perceber a possibilidade de estabelecer expectativas reprodutivas para os próximos anos. Evidentemente, para anos livres de restrições ambientais que imponham limites a reprodução, as quais ainda são pouco conhecidas. No entanto, mesmo a comparação com anos atípicos (restritivos a reprodução), partindo de uma expectativa reprodutiva que se mantém mais ou menos constante, possibilitará um melhor

entendimento da influência das variáveis ambientais sobre os eventos reprodutivos.

Em função da atividade reprodutiva proporcionar reduções no crescimento das plantas, o deslocamento do pico de máximo incremento, esta envolvido com a proporção de jovens e matrizes em uma população (Figura 1). O posicionamento mais a direita, da curva de incremento apresentada pela população da UCAD em Florianópolis, possivelmente se deve a pequena proporção de matrizes presentes nesta população 12% (Tabela 1). Entretanto a proporção de matrizes em uma população não é a causa predominante para o posicionamento das curvas de incremento quando se comparam diferentes populações, como pode ser observado pela comparação entre as populações de Ibirama e São Pedro, onde a diferença na proporção de matrizes entre as populações chega no máximo a 2% (Tabela 1). Possivelmente outros fatores estão envolvidos, a influência mais marcante, parece estar relacionada a estímulos para o início da vida reprodutiva, como pode ser observado na Tabela 1, onde as plantas presentes na população de São Pedro, por algum motivo desconhecido, iniciam a fase reprodutiva antes que as demais populações, o que antecipa o pico de incremento apresentado pela população.

4.4.3. Evidências de outros fatores que afetam o incremento

Apesar das curvas de incremento sofrerem influência do estágio sucessional a que a população se encontra, outros fatores parecem ser predominantes no crescimento das plantas. Tal aspecto pode ser ressaltado pela comparação entre as curvas de incremento dos indivíduos das parcelas 6 e 8, presentes na FLONA de Ibirama (Figura 13), compostas por floresta contínua em mesmo estágio sucessional. Variação que é, inclusive maior, que a observada entre as populações (SPA x Ibirama).

Comparando a Figura 14, que apresenta as curvas de incremento dos indivíduos em cada uma das 24 parcelas instaladas em Ibirama, com o croqui com o posicionamento aproximado destas parcelas (Figura 15), pode-se perceber que parcelas próximas tendem a apresentar curvas estatisticamente similares de incremento. O que aponta para variáveis presentes no ambiente como por exemplo: a composição do solo, a posição topográfica (topo de morro, encosta, baixada) e geográfica (encosta sul ou norte), bem como, a constituição genética das plantas, como determinantes sobre a condição sucessional.

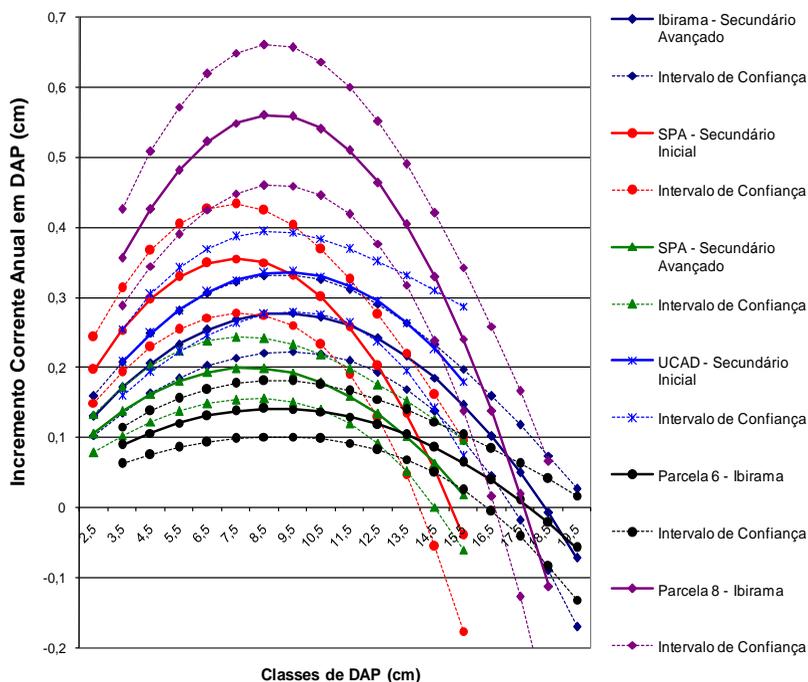


Figura 13: Incremento corrente anual para populações de *E. edulis* situadas em São Pedro de Alcântara, Florianópolis e Ibirama.

O estágio sucessional, apesar de não ser o principal fator responsável pelas diferenças encontradas entre os valores de incremento entre diferentes populações, parece exercer grande influência sobre o crescimento das plantas, pois embora os modelos obtidos não tenham sido estatisticamente diferentes para todos os locais, posicionam-se de acordo com o gradiente sucessional proposto, onde áreas em estádios mais iniciais como a UCAD e SPA em condição de secundário inicial, apresentam maiores médias de incremento que áreas mais avançadas como SPA avançado e Ibirama (Figuras 8 e 13).

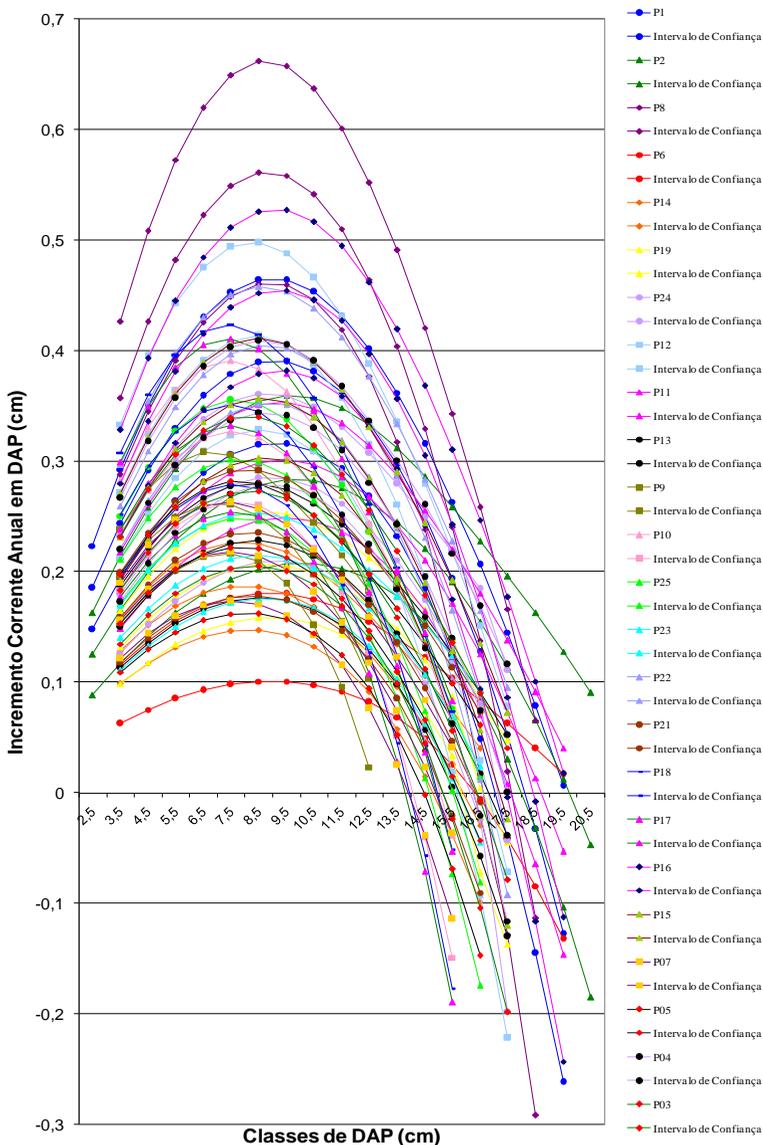


Figura 14: Curvas de incremento para as 24 parcelas instaladas em Ibirama-SC. Todos os modelos foram significativos a 1% de probabilidade, com R_s entre 78 e 96%. Parcelas que apresentaram menores valores de incremento, estão localizadas em encosta sul (6, 14 e 19), e em fundo de vale (2).

As variáveis topográficas e geográficas relacionadas a oferta de luz, também parecem influenciar os modelos de incremento, onde, parcelas em encosta sul (6, 14 e 19), e em fundo de vale (2), apresentam menores valores de incremento (Figura 14).

O fato de que parcelas próximas tenham apresentado valores de incremento semelhantes, sugerem também, a possibilidade de maior proximidade genética entre plantas, onde estas poderiam fazer parte de uma mesma deme, e assim apresentar performance semelhante. Na Tabela 3 são apresentados os índices de diversidade para cada parcela amostrada na área de estudo. Estes resultados revelam a existência de certa heterogeneidade, principalmente quanto ao número de matrizes presentes na área, que variou de 31 a 250 por hectare.

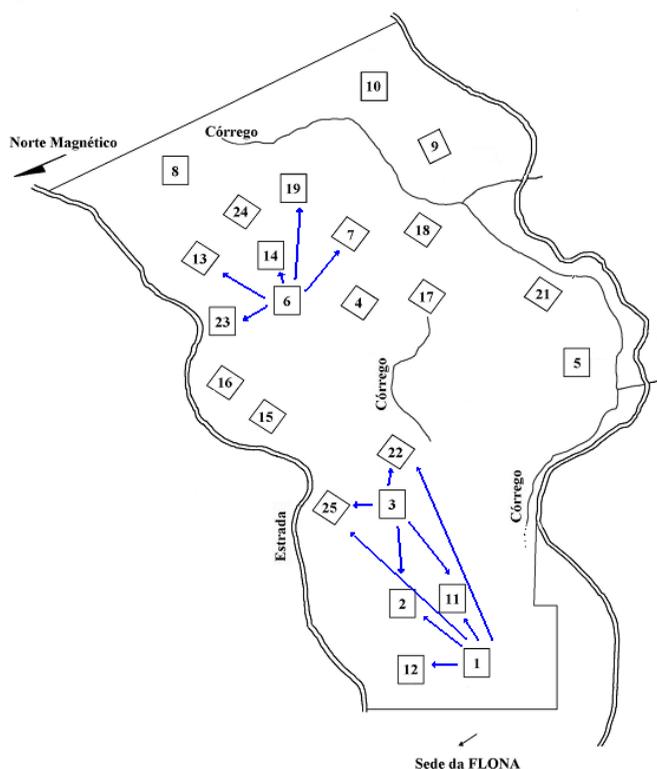


Figura 15: Croqui da área de estudo localizada em Ibirama, apresentando algumas parcelas que apresentaram curvas iguais de incremento.

A variação do número médio de alelos por loco entre as parcelas não diferiu pelo t-teste, porém a avaliação individual indica a ausência de alelos em algumas parcelas, destacando-se a parcela 23, com seis alelos a menos e as parcelas 6, 9, 19 e 22 onde não aparecem quatro alelos.

Os valores de heterozigosidade observada e esperada variaram de 0,168 a 0,230 e de 0,190 a 0,234 respectivamente entre as parcelas (Tabela 3). Embora estes valores apresentem-se numericamente diferentes, não podem ser considerados como distintos pelo t-teste; contudo sugerem também a existência de heterogeneidade na área de estudo.

Os valores do índice de fixação não mostraram-se significativos no teste de X^2 . No entanto, revelaram desde parcelas com 23% de fixação (endogamia) até parcelas com 16,7% de excesso de heterozigotos (Tabela 3). Apesar do fato de que, em algumas das parcelas, tenham sido detectados excessos no número de heterozigotos, estas representam apenas 25% da área amostrada, prevalecendo nos 75% restantes à ocorrência de fixação (endogamia), fato que se confirma através do índice de fixação médio de todos os locos, que apresenta um valor para a área de 0,099 (significativo pelo teste X^2 , Tabela 3). De qualquer forma, a realização de reamostragens dentro de cada parcela, poderia avaliar com mais rigor a significância dos valores do índice de fixação, o que elucidaria melhor esta questão.

A análise dos índices por parcela revela a ocorrência de heterogeneidades na área, quer seja pelo número de alelos por loco, quer seja pelo número de matrizes/ha, heterozigosidades observada e esperada ou pelos índices de fixação, sugerindo a existência de estruturação interna na população.

A estruturação ocorre quando formam-se grupos decorrentes principalmente das limitações físicas no sentido de todos os indivíduos cruzarem entre si, da ocorrência em maior probabilidade de cruzamentos entre indivíduos próximos (Futuyma, 2002), ou de cruzamentos não aleatórios, formando demes panmíticas.

Desvios do equilíbrio de Hardy-Weinberg segundo Sebbenn *et al.* (2003), em locos supostamente neutros como isoenzimas, implicam que a população está subdividida reprodutivamente em grupos com certo grau de parentesco, cruzamentos não aleatórios ou deriva genética. O que pode estar ocorrendo nesta população e afetando os valores de incremento.

Tabela 3: Índices de diversidade por parcela a partir de 13 locos alozímicos analisados para uma população natural de *Euterpe edulis* na FLONA de Ibirama-SC.

Parcela	Nº de Matrizes /parcela - /ha	Nº Médio Alelos /Loco (Á)	% de Locos Polimórficos ¹ (\hat{p})	Het. Observada (\hat{H}_o)	Het. Esperada (\hat{H}_e) ²	Índice de Fixação (\hat{f})
25	40 – 250	2,0 (0,3) ³	61,5	0,230 (0,079)	0,219 (0,071)	-0,050 ns
1	36 – 225	1,9 (0,3)	53,8	0,186 (0,062)	0,234 (0,074)	0,205 ns
13	35 – 219	1,9 (0,3)	61,5	0,213 (0,080)	0,199 (0,068)	-0,070 ns
14	34 – 213	2,1 (0,3)	69,2	0,174 (0,072)	0,205 (0,071)	0,151 ns
12	34 – 213	2,0 (0,3)	69,2	0,176 (0,056)	0,226 (0,066)	0,221 ns
21	34 – 213	1,9 (0,3)	61,5	0,217 (0,079)	0,216 (0,071)	-0,005 ns
3	33 – 206	2,0 (0,3)	69,2	0,207 (0,069)	0,219 (0,070)	0,055 ns
15	33 – 206	2,0 (0,3)	69,2	0,179 (0,065)	0,215 (0,069)	0,167 ns
5	33 – 206	1,9 (0,3)	61,5	0,189 (0,062)	0,206 (0,071)	0,083 ns
8	29 – 181	2,0 (0,3)	69,2	0,176 (0,053)	0,219 (0,072)	0,196 ns
4	29 – 181	1,9 (0,3)	61,5	0,186 (0,066)	0,212 (0,072)	0,123 ns
7	28 – 175	1,9 (0,3)	61,5	0,168 (0,068)	0,215 (0,071)	0,219 ns
18	26 – 163	1,9 (0,3)	61,5	0,219 (0,073)	0,233 (0,070)	0,060 ns
16	21 – 131	2,1 (0,3)	69,2	0,187 (0,070)	0,227 (0,074)	0,176 ns
24	20 – 125	2,0 (0,3)	69,2	0,177 (0,068)	0,202 (0,070)	0,124 ns
17	20 – 125	1,9 (0,3)	61,5	0,200 (0,075)	0,222 (0,071)	0,099 ns
19	19 – 119	1,8 (0,3)	53,8	0,224 (0,087)	0,192 (0,071)	-0,167 ns
2	18 – 113	1,8 (0,3)	53,8	0,209 (0,080)	0,202 (0,074)	-0,035 ns
11	18 – 113	1,8 (0,3)	61,5	0,197 (0,077)	0,215 (0,072)	0,084 ns
10	17 – 106	1,8 (0,3)	61,5	0,204 (0,075)	0,207 (0,068)	0,014 ns
22	17 – 106	1,8 (0,3)	53,8	0,181 (0,068)	0,224 (0,074)	0,192 ns
23	10 – 63	1,6 (0,3)	38,5	0,192 (0,084)	0,190 (0,077)	-0,011 ns
6	9 – 56	1,8 (0,3)	53,8	0,179 (0,076)	0,233 (0,076)	0,232 ns
9	5 – 31	1,8 (0,3)	46,2	0,169 (0,078)	0,191 (0,074)	0,115 ns
População		2,1 (0,3)	69,23	0,195 (0,069)	0,216 (0,070)	0,0987*

¹Critério $p < 1$. ²Estimativa não viesada de Nei (1978). ³Erro padrão da média. ns: não significativo no teste X^2 . *Valor Significativo pelo teste X^2 .

Reis (1996) em seus estudos, estimou uma área de vizinhança média para o palmitreiro de 13.000 m² e um tamanho de vizinhança em termos médios de 67 indivíduos, ou seja, demes de, em média, 67 indivíduos, ocupando uma área média de 13.000 m². Levando em conta estas informações, bem como o tamanho da área de estudo 380.000 m², conclui-se que poderiam existir várias demes nesta área, especialmente se considerada a heterogeneidade do relevo.

Os cruzamentos entre indivíduos próximos podem aumentar a probabilidade de ocorrer cruzamentos entre indivíduos aparentados, se as populações forem estruturadas, decorrentes da dispersão de pólen ou sementes a curta distância, o que tenderia a ampliar a quantidade de homozigotos, elevando, assim, os níveis de endogamia.

Resultados obtidos por Reis (1995) sobre dispersão de sementes do palmitreiro, revelaram que a dispersão primária pode atingir distâncias de até 61 metros das plantas parentais, o que tenderia a reduzir a probabilidade de cruzamentos entre indivíduos aparentados, porém a dispersão de sementes na espécie é do tipo leptocúrtica, apresentando maior densidade próximo as matrizes (Reis, 1995). Desta maneira, torna-se determinante para explicar esta questão o conhecimento dos fatores que atuam no recrutamento dos bancos de plântulas (Conte *et al.*, 2000), bem como a sua relação com a proximidade de plantas matrizes (Janzen, 1970 e Reis, 1995). Os resultados obtidos no capítulo 3 (subcapítulo 3.1, desta tese), evidenciam que melhores condições de desenvolvimento para as plântulas que compõem a regeneração natural, são encontradas em densidades de até 10 plântulas em 4m², que em média, estão localizadas em distâncias de 5 a 7 metros das matrizes - quando a condição sucessional da floresta é avançada; e entre 7 e 10 metros das matrizes - quando em condição sucessional mais inicial. O que favorece a estruturação pelo cruzamento entre aparentados.

Em relação ao fluxo de pólen para o palmitreiro não existem informações relativas à distância de vôo das espécies responsáveis pela polinização. No entanto, Reis (1996), considerando dados obtidos por Reis (1995), que confirmam o sucesso reprodutivo com até quatro indivíduos por hectare, estimou a distância de transporte de pólen em 56 metros, levando em consideração à distância entre as plantas nesta densidade. Porém, esta distância no transporte de pólen não é suficiente para justificar a redução na quantidade de cruzamentos entre indivíduos próximos, pois em densidades maiores os polinizadores procurariam as plantas mais próximas, voando preferencialmente em curtas distâncias.

Levando em conta estas considerações sobre a dispersão de sementes e o fluxo de pólen, esperava-se que a densidade por parcela

apresentasse alta correlação com o aumento da fixação (endogamia - valores de \hat{f}), o que de certa forma justificaria a ocorrência de cruzamentos entre indivíduos próximos. Contudo, os resultados obtidos ($r^2 = 0,002$) revelaram uma relação inexpressiva, o que leva a supor, que os valores de endogamia sejam gerados por outros fatores, como por exemplo, a ocorrência de cruzamentos não aleatórios ou endogâmicos.

Os cruzamentos endogâmicos podem ser causados pelo parentesco das plantas matrizes que compõem uma deme, pela fenologia da espécie, por condições ecológicas do microambiente (relevo, luminosidade, vegetação e etc.) ou ainda, pela ação conjunta destes fatores, obrigando os polinizadores a seguirem determinadas rotas pelo não florescimento sincronizado das matrizes que compõem a população.

A fenologia reprodutiva da espécie é caracterizada por um longo período de floração, aproximadamente cinco meses (Reis *et al.*, 1993 e Mantovani e Morellato, 2000). Porém esta não é sincronizada entre todos os indivíduos, ocorrendo uma tendência a um período inicial com poucas plantas floridas, um aumento gradativo até um máximo e, finalmente, uma redução. Além disso, o palmitreiro apresenta variação entre anos em relação à quantidade de indivíduos que se reproduzem anualmente, bem como curta duração da floração masculina e feminina em uma inflorescência, de cinco a sete dias e de quatro a seis dias respectivamente (Mantovani e Morellato, 2000).

Estudando a distribuição e dinâmica da variabilidade genética em populações naturais da espécie, Reis (1996) também observou a ocorrência de cruzamentos não aleatórios, sendo estes considerados como a provável causa da endogamia presente nas progênies em seus estudos, bem como da heterogeneidade verificada nas frequências alélicas entre os gametas femininos e masculinos.

Levando em conta: o tamanho de vizinhança; a fenologia reprodutiva da espécie; a dispersão agregada de sementes; e a ocorrência de cruzamentos não aleatórios, a estruturação das populações em demes parece ser comum e até mesmo esperada, o que indica a influência do componente genético sobre os valores de incremento, sobretudo nos crescimentos semelhantes observados em parcelas próximas.

4.4.4. Idade

Apesar dos incrementos médios entre os diferentes ambientes apresentarem-se próximos, na prática quando se realiza o cálculo do

tempo despendido para o crescimento entre as classes de 3 a 14 cm de DAP (intervalo onde o tamanho amostral é de no mínimo 16 valores), percebe-se que estas diferenças chegam até a 30 anos (Tabela 4). Comparando os ambientes estudados (Tabela 4), quanto ao tempo despendido no crescimento de 3 a 14 cm de DAP, percebe-se que com exceção da população localizada em Ibirama, se estabelece um gradiente sucessional, partindo de maiores incrementos para a população de Florianópolis, seguida pelas condições inicial e avançado de São Pedro de Alcântara. Comportamento que era de certa forma esperado, já que as populações presentes em Florianópolis e São Pedro de Alcântara são próximas, distanciando-se em aproximadamente 60 Km, o que tende a reduzir as variáveis climáticas e com isso possibilitar melhores condições de comparação entre as populações.

A população de Ibirama, em função dos maiores valores médios de incremento, possivelmente esta sendo submetida a variáveis ambientais mais favoráveis ao desenvolvimento do palmitreiro que as presentes em São Pedro de Alcântara, ou então, esta diferença pode estar sendo produzida pelo amadurecimento reprodutivo, que nesta população é mais tardio, ocorrendo mais intensivamente em classes de DAP superiores a 14 cm (Tabela 1), que não estão sendo comparadas. Já para as áreas localizadas em São Pedro de Alcântara, o amadurecimento reprodutivo, por ser mais precoce (Tabela 1), produz expressivas reduções nas taxas de incremento, que ocorrem já nas classes de 11 a 14 cm de DAP (Tabela 4).

Os resultados apresentados pela Tabela 4, que se referem ao tempo de desenvolvimento obtido a partir das curvas de incremento geradas pelos modelos matemáticos de cada local, permitem realizar uma expectativa mínima de tempo de vida de uma matriz, bem como do número aproximado de descendentes gerados. Considerando a população de Ibirama como referência, em função da maior segurança que os dados oferecem, em virtude do maior tamanho amostral nas diferentes classes de DAP, e considerando que nesta população as primeiras matrizes surgem com 10 cm de DAP (Tabela 1), e que levam aproximadamente 133 anos até atingirem os 20 cm de DAP (Tabela 4), - em um cálculo simples, considerando apenas a produtividade média de 0,98 infrutescências com frutos maduros por matriz/ano e o número médio de 2.175 frutos maduros/infrutescência (capítulo 1, desta tese), - uma matriz ao longo de sua vida, produziria aproximadamente 283.490 sementes. Considerando que 30% das sementes é destruída antes da germinação (capítulo 2, desta tese); e que 90% das plântulas morrem em um período de 3 anos após a germinação em condição sucessional de

Tabela 4: Incremento médio anual e tempo médio de desenvolvimento requerido em anos para a mudança de classe de DAP, para as populações de Ibirama-SC, São Pedro de Alcântara-SC e Florianópolis-SC.

	Ibirama			SPA Avan.			SPA Inicial			UCAD			Tempo Desenvolvimento				
	Inc.	Mod	n	Inc.	Mod	n	Inc.	Mod	n	Inc.	Mod	n	Ibir.	SPA.v.	SPIn.	UCAD	
<2																	
2-3	0,05	0,02	17	0,05	0,07	59	0,06	0,08	18				40,3	15,0	11,9		
3-4	0,10	0,11	1402	0,06	0,06	965	0,13	0,14	644	0,07	0,08	30	9,3	15,6	7,2	13,2	
4-5	0,16	0,20	3038	0,12	0,13	781	0,27	0,27	563	0,17	0,15	81	5,1	7,5	3,7	6,8	
5-6	0,27	0,27	2180	0,18	0,21	508	0,36	0,40	429	0,21	0,22	89	3,7	4,8	2,5	4,5	
6-7	0,32	0,33	1680	0,27	0,27	377	0,42	0,48	336	0,28	0,29	51	3,0	3,7	2,1	3,5	
7-8	0,36	0,36	1368	0,28	0,29	333	0,53	0,50	280	0,33	0,35	39	2,8	3,5	2,0	2,9	
8-9	0,38	0,36	1179	0,24	0,27	366	0,45	0,46	291	0,37	0,39	43	2,7	3,7	2,2	2,6	
9-10	0,37	0,34	1104	0,24	0,23	377	0,34	0,38	333	0,42	0,41	34	2,9	4,4	2,7	2,5	
10-11	0,31	0,30	1215	0,14	0,17	487	0,27	0,28	330	0,43	0,40	33	3,3	5,8	3,6	2,5	
11-12	0,23	0,25	1405	0,11	0,12	546	0,16	0,18	382	0,40	0,38	16	4,0	8,3	5,5	2,6	
12-13	0,16	0,19	1553	0,07	0,09	451	0,09	0,12	400	0,28	0,33	35	5,2	11,3	8,4	3,0	
13-14	0,12	0,14	1317	0,08	0,08	224	0,08	0,09	161	0,26	0,27	16	7,3	13,0	11,6	3,7	
14-15	0,08	0,09	1308	0,06	0,08	83	0,07	0,08	97	0,21	0,19	7	11,1	11,9	11,9	5,2	
15-16	0,07	0,06	1015	0,07	0,08	26	0,05	0,07	17	0,10	0,11	3	17,6	12,5	14,4	9,5	
16-17	0,06	0,05	672	0,00		7							20,7				
17-18	0,04	0,04	403				0		11				25,7				
18-19	0,05	0,05	219										20,5				
19-20	0,04	0,06	86										17,0				
20-21	0,04	0,05	16										18,3				
21-22	0,02	0,01	18										80,7				
>22																	
Total			21195			5590			4292			477					
Somatório do tempo despendido entre as classes de 3 a 14 cm de DAP													49,3	81,5	51,4	47,8	

Inc: incrementos observados; Mod: incrementos obtidos a partir da modelagem matemática; n: tamanho amostral.

mata secundária avançada (capítulo 3, desta tese), apenas 19.844 plântulas chegariam a fase de classe II (entre 10 e 50 cm de altura de inserção da folha mais nova) e sobreviveriam por mais de 3 anos.

4.4.5. Dinâmica de plantas Jovens e Adultas

4.4.5.1. Mortalidade

A Tabela 5 apresenta a mortalidade anual por hectare para plantas jovens e adultas, ou seja, plantas maiores que 1,3 metros de altura de estipe exposto, onde fica evidente a grande capacidade de sobrevivência que estas plantas apresentam, com no máximo 4,8 plantas mortas/ha.ano, muito menor que a observada para a regeneração natural (Capítulo 3, desta tese). A mortalidade anual apresentou variação quanto a área de estudo e, de maneira geral, seguiu o gradiente sucessional proposto, com maior mortalidade anual para os ambientes sucessionalmente mais avançados, partindo de 4,8 plantas mortas/ha.ano para a população de Ibirama, 3,5 para São Pedro de Alcântara na condição mais avançada e 1,0 para São Pedro de Alcântara na condição inicial.

As causas para a mortalidade foram apenas duas: as plantas morreram pela queda de outras árvores ou então simplesmente secaram. A mortalidade ocasionada pela queda de árvores foi condicionada pela ocorrência de clareiras naturais, provocadas em sua grande maioria pela morte e queda gradual ou total de árvores mais velhas, apresentando-se mais intensa nos estádios sucessionais mais avançados e seguindo o gradiente sucessional proposto. O que faz sentido, devido a maior presença de árvores com maior diâmetro, muitas das quais, com sinais evidentes de apodrecimento.

A causa da mortalidade para as plantas que secaram não foi identificada, pois as plantas não apresentaram nenhum tipo de dano aparente. Entretanto, como foi mais freqüente em plantas com menores diâmetros (Tabela 6), principalmente entre 3 e 7 cm de DAP, possivelmente esta relacionada a dificuldades de estabelecimento, provavelmente pela competição com outras espécies arbóreas (Fantini e Guris, 2007). A presença destes acontecimentos também foi maior em estádios sucessionais mais avançados, o que reforça esta hipótese.

Tabela 5: Causas de mortalidade e número de plantas mortas anualmente por área de estudo e por hectare.

São Pedro de Alcântara - Avançado																
Causas de Mortalidade	Anos												Total	Total/ha	Tot/ha.ano	%
	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03				
Secaram	1	2	1	4	1	2	2	1	3	5	2	2	26	26	2,2	62
Queda Árvore	1	0	0	1	3	3	2	0	5	0	1	0	16	16	1,3	38
Total	2	2	1	5	4	5	4	1	8	5	3	2	42	42	3,5	100

São Pedro de Alcântara – Inicial																
Causas de Mortalidade	Anos												Total	Total/ha	Tot/ha.ano	%
	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03				
Secaram	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	8	0,7	67
Queda Árvore	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	4	0,3	33
Total	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	6	12	1,0	100

Ibirama																
Causas de Mortalidade	Anos												Total	Total/ha	Tot/ha.ano	%
	97	98-01	02	03	04	05	06	07								
Secaram	12	13	9	6	3	5	4	4	56	15	1,3	28				
Queda Árvore	16	57	20	4	19	12	4	14	146	38	3,5	72				
Total	28	70	29	10	22	17	8	18	202	53	4,8	100				

*Secas: plantas que secaram, por motivo desconhecido; Queda: plantas que morreram pela queda total ou parcial de outras árvores.

A mortalidade média é de 0,72% do total de plantas jovens e adultas por ano (Tabela 6) e é maior em menores diâmetros ($r^2=-0,70$), condicionada pela mortalidade gerada pelas plantas que secaram.

Tabela 6: Percentuais de mortalidade por classe de diâmetro, em relação ao número de total de plantas/classe e percentuais de mortalidade ocasionados pela queda de árvores e por plantas que secaram, observadas para a população de Ibirama.

DAP	Percentual de Mortalidade		
	Secaram*	Queda Árvores	%mort/total**
3-4	61,9	38,1	1,00
4-5	48,7	51,3	0,90
5-6	40,7	59,3	0,92
6-7	41,7	58,3	0,55
7-8	20,0	80,0	0,83
8-9	6,3	93,8	1,05
9-10	20,0	80,0	0,69
10-11	9,1	90,9	0,69
11-12	11,1	88,9	0,50
12-13	0,0	100,0	0,35
13-14	0,0	100,0	0,60
14-15	0,0	100,0	0,35
15-16	0,0	100,0	0,23
16-17	0,0	100,0	1,26
17-18	0,0	100,0	0,77
18-19	0,0	100,0	0,34
19-20	0,0	0,0	0,00
20-21	0,0	0,0	0,00
21-22	0,0	0,0	0,00
Média			0,72
r^2			-0,7

*mortalidade de causa desconhecida, onde a planta apenas apresenta-se seca, sem a evidência de danos.**percentual de mortalidade anual, em relação ao número de plantas presente na classe de diâmetro.

4.4.5.2. Recrutamento

Apesar da mortalidade ser maior em estádios sucessionais mais avançados, em função da maior ocorrência de clareiras e possivelmente maior competitividade entre as plantas, observa-se que ambas as populações estudadas estão em crescimento, pois o número de plantas recrutadas/ha.ano (Tabela 7), supera o número de plantas mortas/ha.ano (Tabela 5). Entretanto, em função destes valores, evidencia-se que as melhores condições de desenvolvimento estão presentes no estádio sucessional mais inicial, onde recrutam 37 plantas/ha.ano e morrem apenas 1/ha.ano. Argumento também reforçado pelos maiores valores médios de incremento apresentados por esta condição (Figura 8). Porém comparando as população de Ibirama e de São Pedro de Alcântara em estádio sucessional avançado, percebe-se pela diferença entre os valores de recrutamento (21 e 7 plantas/ha.ano), que outros fatores ainda desconhecidos e decisivos estão presentes, pois mesmo em condição sucessional mais avançada a população de Ibirama apresenta taxas de recrutamento muito maiores que as observadas para São Pedro em condição sucessional avançada. Entretanto, a importância da condição sucessional não pode ser negligenciada, pois tratando-se de uma mesma região, como a de São Pedro de Alcântara, onde inclusive as áreas caracterizadas como estádios inicial e avançado são contínuas e próximas, o que favorece a comparação pela minimização de outras variáveis, as diferenças nas taxas de recrutamento foram ainda maiores (37 e 7 plantas/ha.ano, respectivamente).

Tabela 7: Número de plantas recrutadas anualmente por área de estudo e por hectare.

Área de	Anos												Total	Total /ha	Tot/ha.ano
	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03			
S.P.A. Avan.	15	8	23	9	4	7	12	1	6	1	1	3	90	90	7,5
S.P.A. Inicial	9	8	47	16	18	21	18	25	26	4	11	0	203	406	36,9
				97	98-01	02	03	04	05	06	07		Total	Total /ha	Tot/ha.ano
Ibirama				83	303	44	97	51	82	81	163		904	235,4	21,4

As diferenças observadas nas taxas de recrutamento (Tabela 7), apresentaram-se correlacionadas ao número de matrizes por hectare ($r^2=0,98$), onde o percentual de recrutamento aumentou com o número de indivíduos reprodutivos. A condição mais inicial apresentou-se novamente como a mais favorável, onde o número de recrutamentos representa 13,6% do número de matrizes; seguida pela população de Ibirama onde os recrutamentos atingem 9,5% e São Pedro na condição sucessional avançada com apenas 5,3%.

4.4.6. Conseqüências para o Manejo

O uso de modelos polinomiais quadráticos não apresentou-se como o mais apropriado na definição das curvas de incremento apresentadas pelas diferentes populações, pois tende a superestimar o crescimento das plantas entre classes diamétricas de 2 a 4 cm, e a subestimar o crescimento das plantas, quando próximas ao pico de máximo incremento. Além disso, falham em descrever o crescimento das plantas em reprodução, que tendem a uma estabilização e não a taxas negativas de crescimento. O uso de modelos polinomiais de maior grau, como o de grau cinco, reduzem estes problemas e apresentam-se mais indicados para a definição de intervalos de corte.

A sucessão florestal interfere nas curvas de incremento, onde estádios secundários sucessionalmente mais avançados tendem a apresentar menores taxas de crescimento que estádios em fase secundária mais inicial. Possivelmente motivada pela competição com outras espécies arbóreas, como observado por Fantini e Guries (2007).

Os valores de incremento também são afetados pela atividade reprodutiva, populações mais precoces, onde a emissão de estruturas reprodutivas ocorre em plantas com diâmetros menores que os observados em outras populações, tendem a apresentar picos de máximo incremento mais deslocados a esquerda da média. Já em populações com atividade reprodutiva mais tardia, o pico de máximo incremento tende a deslocar-se para a direita de média, exigindo mais tempo para que o ponto de maior aproveitamento do potencial de crescimento e acúmulo de biomassa seja atingido. O estímulo que desencadeia a atividade reprodutiva não demonstrou-se associado a condição sucessional, variáveis climáticas regionais e/ou genéticas, possivelmente apresentam maior importância para o início da reprodução.

As taxas de incremento apresentadas por plantas jovens e reprodutivas são diferentes, onde a reprodução reduz de maneira mais drástica o crescimento em DAP após o pico de máximo incremento. Plantas com maiores DAPs, emitem mais inflorescências e formam mais infrutescências, que plantas com menores diâmetros, bem como, mais frutos por infrutescência e apresentam maior regularidade na participação dos eventos reprodutivos (capítulo 1, desta tese). Porém, como consequência apresentam menores valores de incremento, possivelmente relacionados com o gasto energético com a reprodução. Neste sentido, o número de plantas reprodutivas em uma população também interfere nas curvas de incremento e o número de matrizes a serem mantidas/ha como porta sementes, deve considerar o diâmetro das plantas, pois dependendo o diâmetro médio, a produção de sementes e plântulas, responsáveis pela regeneração da espécie, pode apresentar grande variação.

Os valores de incremento parecem ainda sofrer influência das condições topográficas (topo de morro, encosta, fundo de vale, etc.) e geográficas (encosta norte, encosta sul, etc.), relacionadas possivelmente a quantidade de luz disponível em cada ambiente. Foram também constatadas evidências de que a constituição genética apresentou influência nas taxas de incremento, onde plantas mais próximas e que possivelmente compõem uma mesma deme, apresentaram incrementos médios semelhantes.

Considerando as curvas de incremento, plantas com 3 cm de DAP levam mais de 30 anos para atingirem os 10 cm de DAP, diâmetro onde normalmente se iniciam as atividades reprodutivas. Neste sentido, levando-se em consideração que as plântulas mais precoces presentes na regeneração natural, levam no mínimo 10 anos para atingirem a classe III da regeneração natural (capítulo 3, desta tese), e que o período compreendido entre a classe III da regeneração natural e a classe de 3 cm de DAP, ainda desconhecido, envolve um aumento considerável em biomassa, de pelo menos dois metros de altura, dificilmente uma plântula dentro de floresta atinja a fase reprodutiva antes dos 40 anos de idade.

A mortalidade de plantas jovens e adultas é muito menor que a observada para as plântulas pertencentes a regeneração natural (capítulo 3 desta tese) e ocorre predominantemente pela queda de árvores. Estádios sucessionais mais avançados apresentaram maiores índices de mortalidade, vinculados a maior queda de árvores, devido a ocorrência de clareiras naturais.

As taxas de recrutamento foram maiores em estádios sucessionais mais iniciais, em comparação com estádios secundários mais avançados, e também estiveram correlacionados positivamente com a densidade de matrizes.

Considerando os resultados obtidos para os valores de incremento médio, mortalidade e recrutamento e, relacionando-os com a idéia de manejo, tanto dos frutos para a produção de açaí como do próprio palmito, a interferência em áreas em estágio sucessional mais avançado parece oferecer maior risco para a perpetuação da espécie. Possivelmente estádios mais avançados, necessitem a permanência de um maior número de matrizes/ha, bem como, de cachos, frutos e sementes, para manterem maiores bancos de plântulas, e conseqüentemente suportarem maiores taxas de mortalidade e menores taxas de recrutamento e incremento.

4.5. Bibliografia

BARROSO, R.M.; REIS, A.; HANAZAKI, N. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo. **Acta bot. bras.** v. 24, n. 2, p. 518-528, 2010.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 6. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção.** Diário Oficial da União de 23 de setembro (Seção 1) 185, p. 75-83, 2008.

CONTE, R., NODARI, R.O., VENCOVSKY, R., REIS, M.S. Genetic diversity and recruitment of the tropical palm, *Euterpe edulis* Mart., in a natural population from the Brazilian Atlantic Forest. **Heredity**, v. 91, p. 401-406, 2003.

CONTE, R.; REIS, M. S.; MANTOVANI A.; VENCOVSKY, R. Genetic structure and mating system of *Euterpe edulis* Mart. populations: a comparative analysis using microsatellite and allozyme markers. **Heredity**, v. 99, n. 5, p. 476-482, 2008.

CONTE, R.; REIS, M.S.; REIS, A.; MANTOVANI, A.; MARIOT, A.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis*. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado.** 2000, p. 106-130.

ENRIGHT, N. e OGDEN, J. Applications of transition matrix models in Forest dynamics: Araucaria in Papua New Guinea and Nothofagus in New Zealand. **Aust. J. Ecol.** v. 4, p. 2, 1979.

FANTINI, A.C. e GURIES, R.P. Forest structure and productivity of palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. **Forest Ecology and Management**, n. 242, p. 185-194, 2007.

FANTINI, A.C.; REIS, A.; REIS, M.S.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Correlações entre parâmetros fenotípicos e a produtividade de palmito em *Euterpe edulis* Martius. In: 20^o Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 1992, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo-SP, 1992, v. 4, p. 534-536.

FANTINI, A.C.; RIBEIRO, R.J.; GURIES, R.P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius – Arecaceae) na Floresta Ombrofila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. In: REIS, A. e REIS, M.S. *Euterpe edulis* Martius – **Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 256-280.

FARIAS, M. **Reinventando a relação humano-*Euterpe edulis*: do palmito ao açai**. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

FISCH, S.T.V.; NOGUEIRA JUNIOR, L.R.; MANTOVANI, W. Aspectos da floração e frutificação do *Euterpe edulis* em Floresta Atlântica remanescente no vale do Paraíba-SP. In: Congresso Nacional de Botânica, 48., 1997, Crato. **Resumos**. Fortaleza: BNB, 1997. p.21.

FRAVETO, R. **Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae)**. 2010. 140f. Tese de doutorado, UFRGS.

FRAVETO, R. e BAPTISTA, L.R.M. Growth of *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) under forest and agroforestry in southern Brazil. **Agroforest Syst**, v. 80, p. 303-313, 2010.

FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2^a ed., 2002. 631p.

GALETTI, M. e CHIVERS, D.J. Palm harvest threatens Brazil's best protected area of Atlantic Forest. **Oryx**, v. 29, n. 4, p. 225-226, 1995.

GALETTI, M. e ALEIXO, A. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. **Journal of applied ecology**, v. 35, p. 286-293, 1998.

GALETTI, M.; KEUROGHLIAN, A.; HANADA, L.; MORATO, M.I. Frugivory and seed dispersal by the Lowland Tapir (*Tapirus terrestris*) in Southeast Brazil. **Biotropica**, v. 33, n. 4, p. 723-726, 2001.

GALETTI, M.; LAPS, R.; PIZO, M.A. Frugivory by toucans (Ramphastidae) at two altitudes in Atlantic rain forest of Brazil. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 842-850, 2000.

GALETTI, M.; ZIPPARRO, V.B.; MORELLATO, L.P.C. Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic Forest of Brazil. **Ecotropica**, v. 5, n. 1, p. 115-122, 1999.

GENINI, J.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Fruiting phenology of palms and trees in an Atlantic rainforest land-bridge island. **Flora**, v. 204, n. 2, p.131-145, 2009.

IDE, B.Y.; ALTHOFF, D.A.; THOMÉ, V.M.R.; VIFOTTO, V.J. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**, 2^a etapa. Florianópolis, EMPASC. 1980. 106p.

ILLENSEER, R. e PAULILO, M.T.S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, p. 385-394, 2002.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 904, p. 501-528, 1970.

KIRCHNER, F.; LOZOYA, J.C.R.; OHLSON, J.C. Aspectos quantitativos na estimativa do peso e distribuição por classe de qualidade do palmito (*Euterpe edulis*, MART.). In: Y. M. OLIVEIRA, N. A. MACHADO, A. A. CARPANEZZI (Eds.). **1º Encontro nacional de pesquisadores em palmito**. CNPF/EMBRAPA, Curitiba, Brasil, 1987, p. 119-124.

KLEIN, R.M.; PASTORE, U.; COURA NETO, A.B. Vegetação. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, 1986, p. 35-36.

KLEIN, R.M. Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v. 32, p. 165-389. 1980.

LAPS, R. R. **Frugivoria e dispersão de sementes de palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius, Arecaceae) na mata atlântica, sul do estado de São Paulo**. 1996. 77f. Dissertação (Mestrado), UNICAMP, Campinas-SP.

LAPS, R.R. Frugivoria e dispersão de sementes de palmitreiro por aves na Mata Atlântica do estado de São Paulo. In: B. F. AMARAL FILHO (Ed.) **Encontro de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, III**. UNICAMP, Campinas, Brasil, 1993, 58p.

LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest Inventory**. vol. 2. BLV Verlagsgesellschaft, München: 1973.

MACFADDEN, J. **A produção do açaí a partir dos frutos do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) na mata atlântica**. 2005. 100f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

MANTOVANI, A. e MORELLATO, P. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral. In: REIS, A. e REIS, M.S. ***Euterpe edulis* Martius – Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 23-38.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.R.; PUCHALSKI, A.; SILVA, J.Z.; REIS, M.S; NODARI, R.O. Diversidade de espécies e estrutura sucessional de uma formação secundária da floresta ombrófila densa. **Scientia Forestalis**, n.67, p.13-25, 2005.

MIKICH, S.B. A dieta frugívora de *Penelope superciliaris* (Cracidae) em remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil e sua relação com *Euterpe edulis* (Arecaceae). **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 207-217, 2002.

MOSER, J.M.; SHIMIZU, S.H.; SOMER, S.; VIEIRA, P.S. Pedologia. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina. Florianópolis: Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, 1986, p. 33-35.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 173-179, 2001.

NEI, M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. **Genetics**, v. 89, p. 583-590, 1978.

NEUBURGER, M.; SOUZA, T.V.; PAULILO, M.T. Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. **Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 157-165, 2010.

ORSELLI, L. Climatologia. In: **Atlas de Santa Catarina**. Santa Catarina, Gabinete do Planejamento e Coordenação Geral. 1986, p. 38-39.

PAULILO, M. T. S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. In: REIS, A. e REIS, M.S. *Euterpe edulis* Martius – **Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 93-105.

PIZO, M.A.; SILVA, W.R.; GALETTI, M.; LAPS, R. Frugivory in cotingas of the Atlantic forest of southeast Brazil. **Ararajuba**, v. 10, n. 2, p. 177-185, 2002.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe. edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. 1995. 154f. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

REIS, A. e KAGEYAMA, P. Y. Dispersão de sementes do palmitero (*Euterpe. edulis* Martius - Palmae). In: REIS, A. e REIS, M.S. *Euterpe edulis* Martius – **Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, p. 60-92.

REIS, A. e REIS, M.S. *Euterpe edulis* Martius – **Biologia, conservação e manejo sustentado**. 2000, 335p.

REIS, A., KAGEYAMA, P.Y., REIS, M.S., FANTINI, A.C. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana, em Blumenau (SC). **Sellowia**, v. 45, p. 13–45, 1996.

REIS, A.; REIS, M.S.; FANTINI, A.C. Manejo de Rendimento Sustentado de *Euterpe edulis* Martius. In: Congresso florestal estadual, 2., 1992, Nova Prata-RS. **Anais...Nova Prata-RS**, 1992, v. 5, p. 1226-1232.

REIS, M.S.; CONTE, R.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O. Caracterização do incremento em diâmetro de *Euterpe edulis* Mart. e implicações para o seu manejo em formações florestais secundárias. **Revista Árvore**, v. 23, p. 413–422, 1999.

REIS, M.S. **Distribuição e Dinâmica da Variabilidade Genética em Populações naturais de Palmeiro (*Euterpe edulis* Martius)**. 1996. 210f. Tese de doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

REIS, M.S.; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; REIS, A. Sustained yield management of *Euterpe edulis* Martius (Palmae): a tropical palm tree from the Atlantic Tropical Forest. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 11, n. 3, p. 1-17, 2000.

REIS, M.S.; GUIMARÃES, E.; OLIVEIRA, G.P. Estudos preliminares da biologia reprodutiva do palmeiro (*Euterpe edulis*) em mata residual do Estado de São Paulo. In: **7º Congresso Florestal Brasileiro**, Curitiba, 1993. **Anais...Curitiba**, 1993, p. 358-360.

SEBBENN, A.M.; KAGEYAMA, P.Y.; VENCOVSKY, R. Conservação genética *in situ* e número de matrizes para a coleta de sementes em populações de *Genipa americana* L. **Scientia Forestalis**, n. 63, p. 13-22, 2003.

SILVA, J.Z. **Efeito de diferentes intensidades de manejo simuladas sobre a diversidade genética de uma população natural de**

palmitero (*Euterpe edulis* Martius). 2004. 90f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), UFSC, Florianópolis-SC.

SILVA, J.Z. e REIS, M.S. Effects of Different Simulated Management Intensities on The Genetic Diversity of a Heart-of-palm Tree Natural Population (*Euterpe edulis* Martius). **Silvae Genetica**, v. 59, n. 5, p. 201-210, 2010.

SILVA MATOS, D.M. e WATKINSON, A.R. The fecundity, seed, and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in Southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 30, n. 4, p. 595-603, 1998.

STATGRAF. **Statgrafics, statistical graphic system by Statistical Graphics Corporation**. Manugistic, USA, 1993.

TONETTI, E.L. **Estrutura da população, crescimento e dinâmica do banco de plântulas e fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) num trecho da Floresta Ombrófila Densa das terras baixas do município de Paranaguá, PR**. 1997. 63f. Dissertação (Mestrado), UFPR, Curitiba.

TONETTI, E.L. e NEGRELLE, R.R.B. Dinâmica do banco de plântulas de palmito em ambiente natural. **Scientia agraria**, v. 2, n. 1-2, p.79-85, 2001.

TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P.E. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) em Roraima. **Floresta**, v. 38, n. 3, jul./set. 2008.

TROIAN, L.C. **Contribuições ao manejo sustentado dos frutos de *Euterpe edulis* Martius: estrutura populacional, consumo de frutos, variáveis de hábitat e conhecimento ecológico local no sul do Brasil**. 2009. 73f. Dissertação (Mestrado), UFRGS.

ZIMMERMANN, C.E. A dispersão do palmitero por passeriformes. **Ciência Hoje**, v. 12, p. 18-19, 1991.

4.6. ANEXOS

Níveis de significância dos coeficientes que compõem os modelos matemáticos

	Modelo	R	Nível de Significância					
			Constante	DAP	DAP ²	DAP ³	DAP ⁴	DAP ⁵
Figura 2	Ibirama (Inc: $0,060516 * DAP - 0,003293 * DAP^2$)	88%		0,0000	0,0000			
	UCAD (Inc: $0,073167 * DAP - 0,00397 * DAP^2$)	94%		0,0000	0,0001			
	SPA - Avançado (Inc: $0,050333 * DAP - 0,003171 * DAP^2$)	89%		0,0000	0,0000			
	SPA - Inicial (Inc: $0,094393 * DAP - 0,006257 * DAP^2$)	89%		0,0000	0,0000			
Figura 4	Inc: $0,060516 * DAP - 0,003293 * DAP^2$	88%		0,0000	0,0000			
	Inc: $-0,094363 * DAP + 0,058502 * DAP^2 - 0,007867 * DAP^3 + 0,000397 * DAP^4 - 6,90553 \times 10^{-6} * DAP^5$	99%		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Figura 5	Inc: $0,094393 * DAP - 0,006257 * DAP^2$	89%		0,0000	0,0000			
	Inc: $1,114625 - 1,030568 * DAP + 0,341431 * DAP^2 - 0,044847 * DAP^3 + 0,002548 * DAP^4 - 0,000053 * DAP^5$	97%	0,0164	0,0066	0,0024	0,0019	0,0024	0,0035
Figura 6	Inc: $0,050333 * DAP - 0,003171 * DAP^2$	89%		0,0000	0,0000			
	Inc: $0,988603 - 0,838439 * DAP + 0,255895 * DAP^2 - 0,03239 * DAP^3 + 0,00181 * DAP^4 - 0,000037 * DAP^5$	96%	0,0031	0,0017	0,0009	0,0009	0,0013	0,0020
Figura 7	Inc: $0,073167 * DAP - 0,00397 * DAP^2$	94%		0,0000	0,0001			
	Inc: $-0,051289 * DAP + 0,029229 * DAP^2 - 0,002659 * DAP^3 + 0,000065 * DAP^4$	99%		0,0352	0,0018	0,0036	0,0148	
Figura 8	Inc: $-0,094363 * DAP + 0,058502 * DAP^2 - 0,007867 * DAP^3 + 0,000397 * DAP^4 - 6,90553 \times 10^{-6} * DAP^5$	99%		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Inc: $1,114625 - 1,030568 * DAP + 0,341431 * DAP^2 - 0,044847 * DAP^3 + 0,002548 * DAP^4 - 0,000053 * DAP^5$	97%	0,0164	0,0066	0,0024	0,0019	0,0024	0,0035
	Inc: $0,988603 - 0,838439 * DAP + 0,255895 * DAP^2 - 0,03239 * DAP^3 + 0,00181 * DAP^4 - 0,000037 * DAP^5$	96%	0,0031	0,0017	0,0009	0,0009	0,0013	0,0020
	Inc: $-0,051289 * DAP + 0,029229 * DAP^2 - 0,002659 * DAP^3 + 0,000065 * DAP^4$	99%		0,0352	0,0018	0,0036	0,0148	

Figura 9	Jovens (Inc: $-0,080234 \cdot \text{DAP} + 0,054377 \cdot \text{DAP}^2 - 0,008028 \cdot \text{DAP}^3 + 0,000475 \cdot \text{DAP}^4 - 0,00001 \cdot \text{DAP}^5$)	100%		0,0027	0,0002	0,0004	0,0012	0,0026
	Matrizes (Inc: $3,901212 - 0,695888 \cdot \text{DAP} + 0,041731 \cdot \text{DAP}^2 - 0,000831 \cdot \text{DAP}^3$)	98%	0,0002	0,0004	0,0007	0,0012		
Figura 10	Jovens (Inc: $0,049213 \cdot \text{DAP} - 0,003026 \cdot \text{DAP}^2$)	94%		0,0001	0,0016			
	Matrizes (Inc: $0,013254 \cdot \text{DAP} - 0,000659 \cdot \text{DAP}^2$)	89%		0,0157	0,0739			
	Matrizes durante a sua fase jovem (Inc: $0,139391 \cdot \text{DAP} - 0,009509 \cdot \text{DAP}^2$)	93%		0,0007	0,0030			
Figura 11	Jovens (Inc: $0,098319 \cdot \text{DAP} - 0,006296 \cdot \text{DAP}^2$)	92%		0,0000	0,0003			
	Matrizes (Inc: $0,016134 \cdot \text{DAP} - 0,000924 \cdot \text{DAP}^2$)	95%		0,0002	0,0008			
	Matrizes durante a sua fase jovem (Inc: $0,163807 \cdot \text{DAP} - 0,011402 \cdot \text{DAP}^2$)	99%		0,0000	0,0000			

CAPÍTULO 5.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O MANEJO SUSTENTÁVEL PARA A PRODUÇÃO DE FRUTOS

O desenvolvimento de propostas de manejo sustentável, têm como princípio básico, o uso dos recursos naturais de forma monitorada e controlada, procurando causar danos mínimos com a extração e garantir a recomposição da floresta. Neste sentido, a principal ferramenta na busca da sustentabilidade é o conhecimento contínuo das espécies manejadas e de suas relações com a comunidade florestal.

Euterpe edulis é uma espécie que se destaca entre as demais por apresentar muitas relações inter-específicas, sendo considerada por muitos autores com "chave", principalmente pelo uso de seus frutos pela fauna, inclusive, destacando-se como item de grande importância na dieta de animais que correm risco de extinção. Além disso, *E. edulis* apresenta uma dinâmica populacional com expressiva redução no número de indivíduos, devido a presença de altas taxas de mortalidade nas fases de regeneração. Fatores estes que aumentam o desafio e a responsabilidade no desenvolvimento de propostas de manejo. Com base nestes aspectos, este trabalho procurou reunir diversas informações sobre a ecologia da espécie, procurando através do conhecimento a possibilidade de uso com a minimização dos impactos negativos para as populações.

No que se refere aos conhecimentos fenológicos, a espécie apresenta características favoráveis ao manejo, como por exemplo: grande produção de frutos por planta; grande densidade de matrizes por ha; extenso período de frutificação e grande área de ocorrência. Entretanto, tanto a produção anual como a sua intensidade ao longo do ano apresentaram-se variáveis. O início da reprodução ocorre em indivíduos com diâmetro entre 7 e 8 cm, porém as matrizes nesses diâmetros produzem quase que exclusivamente flores masculinas. A produção de frutos maduros e, portanto, de sementes viáveis, somente ocorre em matrizes com maiores diâmetros, em geral maiores que 10 cm e em média 14 cm de DAP. Matrizes com maiores diâmetros apresentam menor alternância reprodutiva e são mais resistentes a condições adversas à reprodução. Além disso, apresentam maior produção de infrutescências por planta e maior número de frutos por infrutescência. Entretanto, matrizes com mais de 18 cm de DAP apresentam redução na fecundidade, possivelmente sinal de senilidade. Em média, cada matriz produz 0,98 infrutescências maduras por ano,

com média de 2.175 frutos por infrutescência. Em anos mais favoráveis à frutificação, com maior participação de matrizes e maior número de infrutescências formadas por matriz, ocorre menor número de frutos formados por infrutescência. Por outro lado, em anos desfavoráveis, com menor participação de matrizes e menor número de infrutescências formadas por matriz, ocorre um aparente efeito tampão sobre a produção de frutos, com aumento no número de frutos formados por infrutescência, possivelmente pela relação entre o número de flores produzidas e o número de polinizadores disponíveis, o que possivelmente altera também a diversidade genética das sementes produzidas.

No processo de regeneração natural é formado banco de plântulas, que apresenta distribuição do tipo "j" invertido. Apresenta grandes percentuais de mortalidade, que aumentam com a densidade de plântulas, com a proximidade das matrizes e com o avanço do estágio sucessional no qual se encontra a floresta, chegando a quase 90% em três anos. Entretanto, algumas plântulas podem sobreviver por mais de 15 anos, mesmo sem mudarem de classe de tamanho, formando um estoque resistente ao tempo, à espera de condições mais favoráveis ao crescimento, como aquelas oferecidas com o surgimento de uma clareira, que são mais freqüentes em condições sucessionais mais avançadas. A regeneração natural está também correlacionada com o número de matrizes e é possível identificar a estabilização do número de plântulas nas classes II e III e/ou de matrizes ao longo do tempo, permitindo com isso obter excedentes de frutos e sementes ao processo de regeneração, que poderiam ser manejados.

Em São Pedro de Alcântara, em condição de estágio secundário mais inicial, a estabilização das classes II e III ocorreu quando a densidade total de plântulas variou entre 58.696 e 63.748 plântulas/ha, correspondendo a uma densidade de 220 matrizes/ha. Como atualmente a área apresenta 268 matrizes/ha, o excedente na produção anual de frutos estaria associado à produção de 48 matrizes/ha. Considerando os dados obtidos no capítulo 1 desta tese, onde é apontado que em média cada matriz produz 0,98 infrutescências maduras por ano, com em média 2.175 frutos, tem-se uma produção de aproximadamente 2.132 frutos maduros/matriz.ano. Como o excedente de matrizes nesta área é de 48, seria possível o manejo 102.336 frutos/ha.ano, o que corresponde a 102 kg, que seriam obtidos com a retirada de 47 infrutescências maduras/ha.ano. O que representa 18% da produção total de frutos nesta área.

Na área de São Pedro de Alcântara, em condição de floresta secundária avançada, a estabilização das classes II e III da regeneração natural ocorreu quando a densidade total de plântulas variou entre 17.510 e 18.511 plântulas. Relacionando estes valores com a densidade de matrizes, se obtém a densidade de 120 matrizes/ha. Atualmente esta área apresenta 146 matrizes/ha, logo possui um excedente de 26 matrizes/ha, o que corresponde a possibilidade de manejo de 55kg de frutos/ha.ano (aprox. 25 infrutescências/ha.ano). O que também corresponde a 18% da produção total de frutos maduros/ha.ano.

A estabilização das classes II e III na área localizada em Ibirama ocorreu quando a densidade total de plântulas variou entre 49.538 e 59.645 plântulas/ha, que ocorrem próximas a densidade de 220 matrizes/ha. Atualmente a área apresenta 231 matrizes/ha, logo um excedente de apenas 11 matrizes/ha, o que corresponde a 23kg de frutos/ha.ano possíveis de serem manejados, que seriam colhidos em 11 infrutescências/ha.ano. O que corresponde a apenas 5% da produção total de frutos maduros/ha.ano.

O estudo do incremento e dinâmica de plantas jovens e adultas revelou lento crescimento e pequenos percentuais de mortalidade nestas fases. O crescimento apresenta-se influenciado pelo estágio sucessional no qual se encontra a floresta; estádios secundários mais iniciais tendem a apresentar maiores taxas de incremento do que estádios mais avançados. Porém a condição sucessional não é determinante; outros fatores como diferenças climáticas regionais, condições geográficas e topográficas locais relacionadas ao posicionamento das plantas, e genéticas, parecem exercer maior influencia no desenvolvimento das plantas. O início da reprodução reduz as taxas de crescimento, que apresentam-se negativamente correlacionadas ao número e a fase de desenvolvimento das estruturas reprodutivas. Para iniciarem a produção de frutos, as plantas localizadas em ambiente florestal necessitam de mais de 30 anos e isso sem considerar o tempo necessário para superar as fases de regeneração, que se estima em mais 30 anos. A mortalidade na fase jovem e adulta é muito menor se comparada às fases de regeneração. Plantas menores em diâmetro apresentam maiores percentuais de mortalidade, possivelmente devido a dificuldades em seu estabelecimento. A condição estágio do ecossistema também produz efeito sobre as taxas de mortalidade, onde estádios mais avançados apresentam maiores percentuais, principalmente provocados pela maior incidência de clareiras, que é a principal causa de morte para plantas jovens e adultas.

Os estudos sobre os frutos consumidos pela fauna demonstraram que o principal recurso buscado pelos animais é a sua polpa madura. Independentemente do ano reprodutivo, o consumo anual de frutos segue uma mesma tendência, aumentando entre maio e agosto, período que compreende o inverno na região, possivelmente pela menor presença de outras espécies em frutificação, ou ainda, pela oferta de frutos de menor interesse pelos animais. Nesse período, mais de 98% dos frutos produzidos foram utilizados, evidenciando que os primeiros meses de frutificação, independente do ano reprodutivo e de sua intensidade, tem uma maior importância para o conjunto da fauna. De setembro a dezembro, o consumo dos frutos diminui, possivelmente pela utilização de outros recursos preferenciais aos frutos de *E. edulis*. Entretanto, a partir deste mês, o número de matrizes em frutificação também está se reduzindo. Neste sentido, a perspectiva de ordenamento da coleta sustentável de frutos, deve considerar esta variação no consumo, que reflete períodos de dependência e períodos onde outras opções de alimentação estão disponíveis, procurando retirar os frutos da floresta quando estes apresentarem uma menor importância para o conjunto de animais envolvidos. Como por exemplo: o manejo dos frutos após o mês de setembro, em anos de alta produção, como a ocorrida em 2008 e após o mês de outubro, em anos de baixa produção, como em 2009. O manejo dos frutos no momento certo pode, inclusive, proporcionar benefícios para a ecologia do palmitreiro, como por exemplo na dispersão das sementes e na redução da densidade de plântulas localizadas sob as matrizes, pois entre novembro e dezembro o percentual de sementes dispersadas é muito baixo, ficando em média entre 19 e 15%, respectivamente. Dos frutos produzidos, 70% apresentaram sementes em condições de germinar, enquanto 30% tiveram as sementes destruídas pela fauna. Entretanto, somente 41% dos frutos produzidos conciliam dispersão (evitando problemas decorrentes da densidade e da distância) e sementes com capacidade de germinação.

De qualquer forma, de todas as questões estudadas, a mais crítica para o manejo, por utilizar maior quantidade de frutos produzidos, envolve a fauna, pois existem dentro da floresta mecanismos complexos de competição e equilíbrio entre as espécies, além de fatores ambientais decisivos nos processos de reprodução e controle populacional, os quais ainda são pouco conhecidos. *Euterpe edulis* está sujeito a esses processos e a dinâmica ecológica que envolve a produção, consumo e predação de seus frutos, sementes e plântulas são uma evidência clara de sua conectividade com o restante da comunidade florestal. Dessa maneira, de acordo com os resultados obtidos, a colheita

dos frutos ou práticas que favoreçam o aumento da produtividade, poderiam perturbar este delicado equilíbrio e colocariam em risco, além do palmito, outras espécies envolvidas com seu ciclo reprodutivo, algumas das quais como o próprio palmito, já declaradas ameaçadas de extinção. Tanto diretamente, considerando-se as espécies que alimentam-se em *E. edulis*, como indiretamente, pelas espécies que dependem de animais que se alimentam em *E. edulis*, quer sejam espécies da flora, para as ações de dispersão e polinização, quer sejam espécies da fauna, pela predação e controle populacional.

Além disso, os resultados aqui obtidos, por seu pioneirismo, trazem uma série de implicações contra a coleta de frutos em áreas de mata nativa, inclusive de outras espécies, pois apresentam evidências claras de que a extração de frutos deve ser muito criteriosa. No caso do palmito, existe um pequeno excedente de frutos maduros (1,8% do total produzido, - aprox. 8,3 kg/ha.ano ou 3,8 infrutescências maduras/ha.ano), possivelmente inviabilizado economicamente o manejo e sobretudo colocando em risco a fauna que depende deste recurso.

Neste sentido, regulamentações visando a coleta de frutos devem se preocupar muito com a quantidade de frutos extraída, com o número de matrizes e sobretudo com a época em que a espécie manejada frutifica, dando especial atenção e rigor na regulamentação dos processos de manejo que envolvam espécies que frutificam em períodos críticos de oferta de frutos, onde evidentemente a dependência de frutos pela fauna é maior. O levantamento da fenologia de frutificação de outras espécies, seria de grande valor para caracterizar a importância dos frutos de *Euterpe edulis* dentro da floresta ao longo do ano, a fim de levantar outras possibilidades de alimentação para a fauna. Entretanto, esta metodologia também apresenta limitações, pois é apenas um indicativo da presença de outros tipos de frutos, que poderão ou não ser utilizados como alimento, de acordo com as diferentes necessidades e possibilidades de alimentação das espécies da fauna envolvidas.

Além disso, a intensidade e alternância na frutificação, bem como a própria composição das espécies nas diferentes florestas e principalmente fragmentos é variável, o que limita a precisão e a extrapolação de resultados, reforçando o princípio da precaução quanto à coleta de frutos em áreas nativas, a fim de oferecer condições mínimas para a sobrevivência da fauna e flora.

Estudos adicionais sobre a fauna também destacam-se como necessários, sobretudo no que se refere ao tamanho dos fragmentos e o suporte populacional desejado, pois fragmentos pequenos que não

comportem predadores de topo de cadeia, podem levar a um excesso na fauna de pequenos frugívoros, assim, quanto maior a oferta de alimento maior será o crescimento populacional destes animais e, portanto, dificilmente ocorrerá um excedente de frutos a ser manejado.

Os resultados obtidos também trazem um questionamento em relação as regulamentações que definiram critérios para o manejo sustentado de *E. edulis*, visando a extração do palmito, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Tais regulamentações estipulam a permanência de apenas 50 matrizes/ha, e como demonstram os resultados obtidos, mesmo sem o corte de nenhuma matriz, mantendo-se as 229 matrizes/ha, o excedente de frutos praticamente não existe. Neste sentido, alterações tornam-se necessárias para garantir a sobrevivência da fauna. A proibição do corte das matrizes seria um caminho, sobretudo as que produzem mais frutos e infrutescências, situadas na faixa de 14 e 17 cm de DAP.

A construção de políticas públicas que definam melhor áreas de manejo e preservação tornam-se necessárias. Áreas pequenas, com pequenos fragmentos florestais, geralmente desconexos a outros fragmentos, contaminados por espécies exóticas, ou mesmo cultivadas ou criadas, são uma realidade no país e pouco valor apresentam no sentido de manter as espécies nativas, sobretudo as relações ecológicas que as unem e regulam. Para estas áreas é que o manejo sustentável de frutos deve ser direcionado, com o objetivo de recuperação de seu papel ecológico original, uma vez que dificilmente atingirão condições plenas, devido ao seu tamanho e proximidade a ações antrópicas impactantes, pois não suportam espécies dependentes de grandes áreas, nem espécies sensíveis a alteração do ambiente. Áreas maiores devem permanecer mais restritas ao uso, permitindo apenas danos mínimos e comprovadamente reparáveis pela floresta. A definição de áreas grandes e pequenas é fundamental e necessária para a determinação do que é e de que se espera de uma "unidade ecológica ou módulo ecológico" - unidade de área onde em tese as ações ecológicas seriam auto suficientes.