

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**ESTRUTURA POPULACIONAL DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis Mart.*) E SUA RELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA**

**PEDRO HENRIQUE CANDIOTA BEVILAQUA**

**SEROPÉDICA – RJ  
2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**ESTRUTURA POPULACIONAL DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis*  
*Mart.*) E SUA RELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO EM UM  
FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA**

**PEDRO HENRIQUE CANDIOTA BEVILAQUA**

*Sob orientação do Professor:*

**Eduardo Vinícius da Silva**

Dissertação submetida como requisito parcial para  
obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso  
de Pós Graduação em Ciências Ambientais e  
Florestais, Área de Concentração em Silvicultura e  
Manejo Florestal

**SEROPÉDICA, RJ**

**Fevereiro de 2023**

**Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico**

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Candiota Bevilaqua, Pedro Henrique, 1993-  
C571e ESTRUTURA POPULACIONAL DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis*  
Mart.) E SUA RELAÇÃO COM AS CARACTERÍSTICAS DO SOLO EM  
UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA / Pedro  
Henrique Candiota Bevilaqua. - Rio de Janeiro, 2023.  
31 f.: il.  
Orientador: Eduardo Vinícius da Silva.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Ruraldo Rio de  
Janeiro, PPGCAF, 2023.

1. Estágios Ontogenéticos. 2. Regeneração. 3.Ecologia.  
I. da Silva, Eduardo Vinícius, 1981-, orient. II Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. PPGCAF III. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de  
Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de  
Financiamento 001

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**PEDRO HENRIQUE CANDIOTA BEVILAQUA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Silvicultura e Manejo Florestal.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/02/2023**

---

Eduardo Vinicius da Silva. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Jerônimo Boelsums Barreto Sansevero. Dr. UFRRJ

---

Alexander Silva de Resende. Dr. Embrapa Agrobiologia

---

Emitido em 2023

**TERMO N° 463/2023 - PPGCAF**  
**(12.28.01.00.00.00.27)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 03/05/2023 08:12 )*  
EDUARDO VINICIUS DA SILVA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)  
Matrícula: ###176#4

*(Assinado digitalmente em 02/05/2023 22:01 )*  
JERONIMO BOELSUMS BARRETO SANSEVERO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptCamb (12.28.01.00.00.00.29)  
Matrícula: ###372#1

*(Assinado digitalmente em 03/05/2023 08:02 )*  
ALEXANDER SILVA DE RESENDE  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ####.###.497-##

Agradeço à Luana, minha companheira, pelo apoio e suporte durante toda a caminhada.

A toda a minha família por ser a base que me trouxe até aqui.

Aos meus amigos que não me deixaram esmorecer.

Ao Professor Eduardo Vinícius que, durante a pandemia, me aceitou como primeiro orientando de mestrado.

Ao Professor Emanuel e seu orientando Danilo pela colaboração na análise estatística.

Aos colegas discentes Alan Andrade e Alain pela parceria nos estudos e disciplinas de campo.

Aos alunos de iniciação científica Roberto, Paulo, Vitor, Catherine e Rosane pelo apoio na coleta de dados.

Ao Alexandre “Caminhão” que me passou conhecimentos valiosos sobre a Juçara.

Por fim, a CAPES pela bolsa auxílio nos últimos meses de pesquisa.

**“Quando a educação não é libertadora, o sonho do oprimido é ser o opressor”**

**Paulo Freire**

## RESUMO

BEVILAQUA, Pedro. **Estrutura populacional da palmeira juçara (*Euterpe edulis* mart.) e sua relação com as características do solo em um fragmento de Mata Atlântica.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 2023.

O presente estudo analisa a estrutura da população da espécie *Euterpe edulis* em um trecho de Mata Atlântica (1,12 ha) a fim de compreender como as características físicas e químicas do solo influenciam no processo de regeneração da espécie. Realizou-se uma amostragem com 9 parcelas de 100 m<sup>2</sup>, totalizando 900 m<sup>2</sup> distribuídas em três posições da topossequência (posição superior, média e inferior). Desta forma, foram amostrados 187 indivíduos com mais de 1,3 m de altura. As coordenadas geográficas de todos os pontos foram marcadas com *GPS Garmin* e posteriormente processadas no software *GPS TrackMaker*. As variáveis relacionadas à distribuição dos indivíduos em cada parcela foram diâmetro à altura do peito (DAP), altura e estágios ontogenéticos (subparcelas de 1 m<sup>2</sup>). Para analisar a relação destas variáveis com os atributos físicos e químicos do solo, foram coletadas 9 amostras compostas deformadas de solo de 500 g, no horizonte 0-30 cm. Com isso, para a análise dos dados, primeiramente, realizou-se o teste de esfericidade de Bartlett. Em seguida, analisou-se os componentes principais (ACP), sendo avaliadas 20 variáveis, as quais se correlacionaram com 64,32% da distribuição dos indivíduos na topossequência. A posição superior da topossequência apresentou 118 indivíduos amostrados nas 3 parcelas, o que foi a maior densidade encontrada. Essa foi a posição com maior número de indivíduos absolutos observados, com um estoque de população representativo nos estágios iniciais de desenvolvimento com diâmetro até 5,3 cm e altura até 4,9 m. Em relação as variáveis do solo, destaca-se que o teor de argila e de potássio (K) apresentaram forte correlação com essa posição. Já a posição média apresentou uma curva em formato exponencial, do tipo J invertido, na distribuição de frequência da variável diâmetro, em contrapartida em relação a variável altura (Figura 10-B), observou-se um padrão alternado de distribuição ao longo das classes. Esse comportamento pode indicar um distúrbio na regeneração natural dessa posição (média) devido ao baixo estoque populacional em classes de altura intermediárias que virão a substituir os indivíduos em estágio avançado no futuro. A exceção foram as parcelas 8 e 9 (posição inferior da topossequência) que apresentaram uma distribuição homogênea nas duas variáveis, indicando um baixo estoque populacional em classes iniciais de desenvolvimento. Tanto as análises estatísticas dos dados como a regressão linear mostraram correlação positiva entre DAP e altura total em todas as posições da topossequência. Em relação aos estágios ontogenéticos, ao todo foram amostrados nas subparcelas 231 indivíduos em estágio plântula, 72 em estágio jovem 1, 7 em estágio jovem 2, 3 em estágio imaturo 1 13 em estágio adulto. Foi observada a influência das características do solo na estrutura populacional, estágios ontogenéticos, densidade populacional e morfologia (diâmetro e altura) no presente estudo. Cada variável apresentou maior ou menor grau de correlação a depender da posição que em que se encontram as amostras. Entretanto o teor potássio e argila influenciaram positivamente o comportamento da espécie no estudo.

**Palavras-Chave:** Estágios ontogenéticos, Regeneração, Ecologia

## ABSTRACT

BEVILAQUA, Pedro. **Evaluation of the structure of the population of Palmeira Juçara (*Euterpe edulis* mart.) and its relationship with soil characteristics of a stretch of Atlantic Forest.** Master's Dissertation in Environmental and Forestry Sciences, Silviculture and forest management. Forestry Institute, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

The *Euterpe edulis* species has great ecological importance in native forests and regenerating woods. The present study analyzes the structure of the population of the species *Euterpe edulis* in a stretch of Atlantic Forest (1.12 ha) in order to understand how the physical and chemical characteristics of the soil influence the regeneration process of the species. Sampling was carried out with 9 plots of 100m<sup>2</sup>, totaling 900 m<sup>2</sup>, where 187 individuals with more than 1.3 m in height were sampled. The geographic coordinates of all points were marked with a *Garmin* GPS and later processed in the *GPS TrackMaker software*. The treatments given to the plots were breast height diameter (DBH), height and sub-plots of 1m<sup>2</sup> to study the ontogenetic stages. To establish a relationship between physical and chemical soil attributes with regeneration, 9 deformed soil samples of 500g were collected, in the 0-30 cm horizon, and sent for laboratory analysis. Thus, for data analysis, firstly, Bartlett's sphericity test was performed. Then, the principal components (PCA) were analyzed, evaluating 20 variables, which correlated with 64.32% of the distribution of individuals in the toposequence. The top position of the toposequence had 118 individuals sampled in the 3 plots, which was the highest density found. This was the position with the highest number of absolute individuals observed, with a representative population stock in the early stages of development with a diameter of up to 5.3 cm and a height of up to 4.9 m. Regarding the soil variables, it is noteworthy that the clay and potassium (K) content showed a strong correlation with this position. The mean position, on the other hand, presented an exponential curve, of the inverted J type, in the frequency distribution of the diameter variable, in contrast to the height variable (Figure 10-B), an alternating pattern of distribution was observed throughout the classes. This behavior may indicate a disturbance in the natural regeneration of this position (average) due to the low population stock in intermediate height classes that will replace individuals in an advanced stage in the future. The exception were plots 8 and 9 (bottom position of the toposequence) which showed a homogeneous distribution in both variables, indicating a low population stock in early development classes. Both the statistical analysis of the data and the linear regression showed a positive correlation between DBH and total height in all positions of the toposequence. Regarding the ontogenetic stages, a total of 231 individuals were sampled in the subplots in the Seedling stage, 72 in the Young 1 stage, 7 in the Young 2 stage, 3 in the Immature 1 stage and 13 in the adult stage. The influence of soil characteristics on population structure, ontogenetic stages, population density and morphology (diameter and height) were observed in the present study. Each variable showed a greater or lesser degree of correlation depending on the position of the samples. However, the potassium and clay content positively influenced the behavior of the species in the study.

**Keywords:** Ontogenetic stages, Regeneration, Ecology

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<b>Figura 1.</b> A: Localização do município de Queluz/SP e B: Imagem da área experimental na propriedade Fazenda Vargem Grande da Bela Aurora-----	8
<b>Figura 2.</b> Precipitação (barras) e temperatura máx. e mínima (linhas). Fonte: base de dados do Clima Tempo -----	9
<b>Figura 3.</b> Instalação e modelo da parcela. Fonte: Portaria CFB-7, de 31-5-2021, Diário Oficial da União-----	10
<b>Figura 4.</b> A: Georreferenciamento das parcelas e dos indivíduos de <i>E. edulis</i> ; B: Mensuração dos indivíduos dentro da parcela instalada no campo -----	10
<b>Figura 5.</b> Georreferenciamento e confecção de imagens mostrando os indivíduos de <i>E. edulis</i> em uma parcela do experimento-----	11
<b>Tabela 1.</b> Definição dos estágios ontogenéticos avaliados no estudo-----	13
<b>Figura 6.</b> Coleta de dados referentes aos estágios ontogenéticos utilizando um gabinete de 1 m-----	15
<b>Figura 7.</b> Perfil do solo da parte superior do relevo (A), da parte média (B) e da parte inferior (C)-----	16
<b>Tabela 2.</b> Características granulométricas e químicas do Cambissolo Húmico argiloso, camada de 0-30 cm, nas diferentes posições do relevo-----	17
<b>Figura 8AB:</b> Distribuição geral de indivíduos na toposequência; onde A:em função do DAP e B: em função da altura-----	20
<b>Figura 9AB:</b> Distribuição de indivíduos na posição superior da toposequência; onde A: em função do DAP e B: em função da altura -----	21
<b>Figura 10.</b> Distribuição geral de indivíduos na toposequência de acordo com o estágio ontogenético-----	22
<b>Figura 11.</b> Distribuição de indivíduos nas posições inferior, média e superior da toposequência de acordo com o estágio ontogenético-----	23
<b>Figura 12:</b> Gráfico das correlações lineares significativas-----	24
<b>Figura 13:</b> Análise das componentes principais-----	25

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1. Breve histórico e caracterização da paisagem.....	3
2.2. A Serra da Mantiqueira – clima, topografia e vegetação.....	3
2.3. Levantamento florístico.....	4
2.4. Caracterização da espécie <i>Euterpe edulis</i> .....	4
2.5. Sua relação com as características edafoclimáticas.....	5
2.6. Classificação em estágios ontogenéticos.....	5
2.7. Estrutura de tamanho da população.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. Caracterização da área experimental.....	7
3.2. Desenho experimental.....	9
3.2.1. Definição das parcelas e método de amostragem.....	9
3.2.2. Localização das amostras em campo.....	10
3.3. Variáveis analisadas.....	11
3.3.1. Altura (H) e diâmetro altura do peito (DAP).....	11
3.3.2. Distribuição de frequência de altura e diâmetro – definição do intervalo de classes.....	11
3.4. Análise de regeneração de <i>Euterpe edulis</i> (estágio ontogenético).....	12
3.5. Marcação das sub-parcelas.....	15
3.6. Análise do solo.....	15
3.7. Análise estatística.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1. Distribuição de frequência.....	19
4.2. Estágios ontogenéticos.....	24
4.3. Análise estatística.....	27
4.4. Matriz de correlações lineares.....	27
4.5. Análise dos componentes principais.....	28
5. CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Euterpe edulis*, da família Arecaceae, é naturalmente encontrada em toda o bioma Mata Atlântica, desde o Sul da Bahia (15°S) até o Norte do Rio Grande do Sul (30°S), ao longo do litoral brasileiro, no domínio Floresta Atlântica, em trechos de Floresta Estacional Semidecidual (REIS et al., 2000). Muitas espécies desse gênero apresentam potencial para a produção de palmito, destacando-se o palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius), com distribuição preferencial ao longo do litoral brasileiro, na Floresta Tropical Atlântica, e o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Martius) no baixo rio Amazonas. A espécie é utilizada desde muito tempo por populações indígenas, mas seu declínio acentuou-se a partir das décadas 30 e 40, quando o crescimento das classes sociais média e alta, aliado a industrialização do país, criaram uma demanda de mercado que incentivou o desenvolvimento das tecnologias de processamento do palmito (MAFEI, 2011). Tal fato faz com que os pequenos produtores percam espaço para os coletores clandestinos, os “palmiteiros”, que se tornam os maiores fornecedores de palmito para as grandes empresas, mediante matéria prima roubada de áreas públicas e privadas (ORLANDE et al., 1996; GALETTI; FERNANDEZ, 1998; REIS et al., 2000a).

Durante muitos anos, o “Palmiteiro” como era conhecida a *Euterpe edulis* foi somente utilizado para a retirada de seu palmito, uma iguaria que se encontra na parte superior do estipe (caule), ocasionando a retirada total da planta que não rebrota. A superexploração vem reduzindo drasticamente o tamanho populacional e até culminando em sua extinção local em muitas áreas de Mata Atlântica. Por esse motivo, algumas plantações de *E. Edulis* foram estabelecidas para suprir a demanda comercial, mas a colheita ilegal em florestas naturais remanescentes ainda é uma prática comum como fonte de alimento e renda complementar (GALETTI; FERNANDEZ, 1998).

Devido a essa superexploração, sem as devidas boas práticas de manejo, a espécie foi considerada em estágio vulnerável e entrou na lista de espécies ameaçadas (CNCFLORA, 2012). Com isso, houve uma guinada em relação à utilização gastronômica somente do palmito para a extração da sua polpa, como já vem sendo utilizada pelas populações ribeirinhas há muitos anos (PORTELA, 2011). O fruto da Juçara contém uma polpa que se assemelha muito a polpa do Açaí quanto a textura, cor e sabor, sendo a Juçara considerada, inclusive, mais nutritiva em relação ao Açaí, contendo cerca de 4 vezes mais antioxidantes (antocianinas) que o parente amazônico (GUIMARÃES; SOUZA, 2017).

Portela (2011) identificou e descreveu os estados ontogenéticos pós germinativos da Palmeira Juçara. Estudos com objetivo de descrição dos estágios ontogenéticos são escassos na literatura, mas muito importantes para a padronização na investigação da estrutura e dinâmica populacional de espécies de plantas. Em outro recente estudo, Portela et al. (2020) mostrou que aspectos fenológicos (floração e frutificação), assim como o tamanho da semente de *E. edulis*, mudaram dependendo da altitude da floresta e habitat. Isso demonstra que as características edafoclimáticas do ambiente tem influência na reprodução da espécie e por consequente em sua estrutura populacional.

Mafei (2011) e Galetti et al. (2013) caracterizaram a Palmeira Juçara como uma espécie chave para o bioma Mata Atlântica, por apresentar ampla distribuição geográfica, grande importância econômica e forte interação com a fauna. Buscando entender a dinâmica populacional de *E. edulis* no sul da Bahia, Mafei (2011) dividiu a população de

*E. edulis* em seis estágios de desenvolvimento e gerou um modelo matricial para entender como variáveis ambientais podem influenciar no comportamento da espécie, inclusive nas taxas de crescimento individual, fecundidade e produção de frutos.

Segundo Ribeiro et al. (2011) a introdução de *E. edulis* em florestas secundárias tende a acelerar a sucessão ecológica, pois, como produz grande quantidade de frutos atrativos à fauna silvestre, possibilita que várias espécies de aves (jacus, jacutingas, arapongas, sabiás, tucanos) e mamíferos (preás, porcos do mato, antas, macacos e até morcegos frugívoros) passem a colonizar e dispersar suas sementes e de muitas outras espécies, inclusive de outras comunidades vegetais relativamente próximas (MARTINS; DE LIMA, 1999). Essa forte interação com a fauna e seu destacado papel na sucessão ecológica faz a espécie ser considerada por alguns autores como uma espécie chave dentro desses ecossistemas (PLACCI et al., 1999). Em contrapartida, sua retirada indiscriminada da vegetação causa severos impactos ambientais negativos sobre a flora e fauna, em razão da sua forte contribuição na dinâmica e estrutura das florestas tropicais onde ocorre.

A importância ecológica da *E. edulis* é também reforçada pelo fato de ser uma das poucas espécies comercialmente exploradas que pode ser cultivada em florestas nativas, permitindo a conservação destas por meio de sistemas de enriquecimento e manejo sustentável. Por isso é importante conhecer melhor características de comportamento da espécie em diferentes estágios para que estas sejam melhor integradas tanto nos Sistemas Agroflorestais e no manejo ecológico de florestas nativas para a produção com foco no extrativismo, como para sua conservação e regeneração.

Apesar dos numerosos estudos desenvolvidos com a espécie, a maioria destes não considerou a influência do ambiente sobre as populações em questão. Sendo assim, é necessária uma melhor compreensão sobre os fatores que determinam o sucesso e a mortalidade dos indivíduos de *E. edulis* em cada estágio de desenvolvimento (MAFEI, 2011). Dentre os fatores que determinam a mortalidade na espécie nos primeiros estágios de desenvolvimento podemos destacar a competição interespecífica e intraespecífica por luz, nutrientes e água. A água é, sabidamente, um fator preponderante no desenvolvimento dessa espécie (NOGUEIRA et al, 2003). Com relação ao micro sítio de luz, o estudo de Nakazono et al. (2001) aponta para uma necessidade de 30 a 50% para seu pleno desenvolvimento.

Venturi e Paulilo (1998) sugerem que a sobrevivência das plântulas também está ligada às condições de fertilidade do solo. Neste aspecto, é de interesse o estudo do comportamento de plântulas de *E. edulis* sob diferentes níveis nutricionais. Os resultados de Nogueira et al. (2003) sugerem que para *E. edulis* há diferença dos fatores ambientais requeridos para o crescimento e função da mudança de estágio ontogenético. Em relação aos nutrientes do solo, somente Brancalion (2012) faz um paralelo entre essas variáveis com a Juçara, através de uma análise estatística ele comparou o desenvolvimento em dois solos, de restinga e floresta Atlântica. Seus resultados foram de extrema importância uma vez que identificaram a influência do potássio (K) no desenvolvimento das Palmeiras. Esse autor, porém, não considerou estágios ontogenéticos em sua análise, levando em consideração somente o DAP médio como variável de interesse nessa comparação. Com isso, decidiu-se abordar o tema de uma nova forma, caracterizando a estrutura de população através de seus estágios ontogenéticos em gradientes altimétricos (topossequências), relacionando seu desenvolvimento com atributos físicos e químicos do solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura de uma população de *Euterpe edulis* relacionando com as características de solo em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidua na Mata Atlântica.

Desta forma, o estudo pretende responder as seguintes questões:

- a) Quais granulométricos e químicos do solo apresentam correlação com o número de indivíduos de *E. edulis* ?
- b) Quais atributos granulométricos e químicos do solo apresentam correlação com a distribuição de DAP e Altura total?
- c) Quais atributos granulométricos e químicos do solo apresentam correlação com os estágios ontogenéticos e a estrutura da população (característica qualitativa)?

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Breve histórico e caracterização da paisagem**

O município de Queluz localiza-se na porção paulista do Vale do Paraíba do Sul, ou Vale do Paraíba Paulista. Região esta que compreende, entre seus primeiros trechos, as encostas das Serras do Mar e da Mantiqueira (ICMBIO 2018). Por volta de 1700, possuía uma rica e densa floresta, que cobria as serranias, desdobrava-se por morros e colinas e cobria vales estreitos, onde os cursos d’água desapareciam sob o teto das ramagens (OIVIERA, 2018).

Os primeiros ocupantes foram os índios Puris, que formavam parte das nações indígenas Tupinambá e habitavam o litoral do Espírito Santo até o Rio de Janeiro (ICMBIO 2018). Com a chegada dos europeus no século XVI, viram-se obrigados a subir para as regiões montanhosas entre as Serras do Mar e da Mantiqueira, fugindo da escravidão e da dominação. Queluz teve sua origem em 1800, numa aldeia de índios Puris.

Contudo, em meados do século XIX, o café alcançou a região e, por conta disso, essas paisagens sofreram intensas transformações, que perduram até os dias atuais (OLIVIERA, 2018). Sua ocupação foi caracterizada pelo cultivo do café e posteriormente pela pecuária extensiva de gado e leite. O constante avanço das plantações do café, sempre norteada pela existência de terras virgens, resultou na destruição da Mata Atlântica no Vale do Paraíba do Sul já em meados do século XIX, restando como refúgios ecológicos, as serras mais altas.

Segundo Ab’saber e Bernardes, (1958), essas terras mais elevadas, impróprias para o plantio do café, teriam permanecido como matas e sido manejadas por pequenos agricultores, que a utilizavam segundo as roças tradicionais (sistema de coivara), a extração de madeira e produção de carvão.

### **2.2. A Serra da Mantiqueira – clima, topografia e vegetação**

A Serra da Mantiqueira tem grande diversidade de ecossistemas, como consequência de sua topografia que apresenta desníveis de mais de 2.000 metros, pois

suas altitudes variam entre 700 m, a cota mais baixa e 2.798,06 m, seu ponto culminante, na Pedra da Mina (ICMBIO, 2018). Nela são encontrados campos de altitude, diferentes tipos de florestas, matas de araucária e pequenas áreas brejosas, que abrigam muitas espécies endêmicas.

Segundo o Atlas dos Remanescentes Florestais do Estado de São Paulo (2018), a área de estudo encontra-se localizada na Subformação Montana da Floresta Estacional Semidecidual, que ocorre entre as altitudes 600 a 1500m da Serra da Mantiqueira. Esse tipo de vegetação é influenciado pela ocorrência de clima estacional, em que há uma estação seca bem definida e verões chuvosos, o que determina semideciduidade (queda parcial) da folhagem da cobertura florestal. Entre 10% e 50% das árvores nesse tipo de floresta apresentam queda de folhas durante a estação seca ou, em algumas regiões, durante os invernos bem frios.

O nome indígena Mantiqueira pode ser traduzido por “lugar onde nascem as águas” ou “serra que chora”, devido à grande quantidade de nascentes e cursos d’água que nela se originam e ajudam a formar inúmeras bacias hidrográficas do Sudeste. Suas águas abastecem as pequenas cidades e os grandes centros urbanos da região e parte do estado do Rio de Janeiro, além de constituir um importante contribuinte do Sistema Cantareira, que abastece a Região Metropolitana de São Paulo (ICMBIO, 2018). As bacias dos rios Paraná, Verde, Grande, Jaguari, Sapucaí, Sapucaí-Mirim e Paraíba do Sul (que fornece água para a maior parte da população fluminense), entre outras, são abastecidas pela Serra da Mantiqueira.

### **2.3. Levantamento Florístico**

Não foram realizados levantamentos florísticos na área. De acordo com o diagnóstico realizado para o Plano de Manejo da APA Serra da Mantiqueira (APASM), registrou-se um número acentuado de espécies endêmicas exclusivas da região da Serra da Mantiqueira como um todo, nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Do total, o número representado pelas endêmicas corresponde a 195 espécies, distribuídas em 73 famílias botânicas, sendo 09 as mais representativas: Asteraceae (40 espécies, 13,56% do total de endêmicas); Melastomataceae (28, 9,49%); Orchidaceae (20, 6,78%) Fabaceae (15, 5,08%) Rubiaceae (12, 4,07%); Ericaceae (10, 3,39%); Solanaceae (10, 3,39%); Myrtaceae (8, 2,71%); Lauraceae (8, 2,71%).

### **2.4. Caracterização da espécie *Euterpe edulis***

A espécie *E. edulis*, popularmente conhecida como Palmeira Juçara ou Palmiteiro, é uma palmeira monopodial (não-estolonífera, não perfilhante), com estipe reto e cilíndrico, com diâmetros variando de 8 a 30 cm quando adulto, apresentando copa formada por um tufo de 15 a 20 folhas grandes no ápice e indivíduos adultos que podem chegar a 20m de altura (CARVALHO, 1994). Ela ocorre dentro de diferentes associações

vegetais que lhe proporcionam sombreamento e seus indivíduos começam a florescer entre 6 e 8 anos de idade.

A Palmeira Juçara é uma espécie que apresenta estratégia de regeneração do tipo banco de plântulas, com distribuição espacial agregada próximo das plantas matriz (FANTINI et al., 2006).

Esse fator leva à baixa sobrevivência das plântulas de *E. edulis* nas florestas tropicais, a qual se intensifica com a contínua degradação desses ambientes, uma vez que reduz a população adulta produtora de sementes e da sua dependente população da fauna dispersora, que contribui para uma distribuição mais dispersa das sementes e, consequentemente, das plântulas. (RIBEIRO, 2011)

## 2.5. Sua relação com as características edafoclimáticas

*E. edulis* ocorre dentro de diferentes associações vegetais que lhe proporcionam sombreamento. Um estudo experimental acerca do seu crescimento inicial sob diferentes níveis de sombreamento revelou um nível ótimo de crescimento entre 20% e 30% de irradiação (luz solar total), sendo que abaixo de 20% e acima de 70% ocorria inibição de produção de biomassa (NAKAZONO et al., 2001)

Nogueira Jr. et al. (2003) avaliaram a influência de umidade do solo no desenvolvimento de plântulas e jovens de *E. edulis*, em que verificaram maior densidade de indivíduos em solos saturados e semi-saturados do que em área de meia-encosta e platô. As plântulas tiveram maior crescimento em altura e diâmetro de colo em solos saturados e meia-encosta, e os jovens apresentaram crescimento em altura e em diâmetro do colo maior em meia encosta e platô.

Embora a espécie ocorra preferencialmente entre poças e cursos d'água, Alves (1994) comenta que ela não consegue viver em locais completamente cobertos pela água. Dias et al. (1988) indicaram como principais fatores necessários à ocorrência do palmiteiro a água, a matéria orgânica e a sombra.

Avaliando seus dados e relacionando com aqueles levantados por Nodari e colaboradores, aponta que *E. edulis* alcança em geral grandes densidades em matas onde as condições são extremas para outras espécies, como baixa luminosidade, solos com saturação hídrica, solos pouco profundos e encostas (MAFEI, 2011).

## 2.6. Classificação em Estágios Ontogenéticos

Gatsuk et al. (1980), classificaram os indivíduos de uma população de acordo com seu estado etário e os classificaram de acordo com sua ordem cronológica. O termo estado etário refere-se à classificação dos indivíduos com base na ontogenia ou desenvolvimento da planta, como por exemplo, semente, plântula, juvenil e reprodutivo. Durante sua ontogenia um indivíduo passa por diferentes períodos de desenvolvimento. Cada período, ou estado etário, é geralmente caracterizado pelo aparecimento de estruturas que estavam ausentes em estágios mais recentes de desenvolvimento e pela perda de outras que

estavam presentes. Dentro de cada período, o indivíduo sofre mudanças morfológicas, anatômicas, fisiológicas e bioquímicas particulares, sendo estas características biológicas indicadores do seu estágio de desenvolvimento (características qualitativas). De acordo com esses autores, o estado etário de um indivíduo pode ser definido por características quantitativas (por exemplo, altura) e qualitativas (por exemplo, tipo de folha). Portanto, o termo “estágio ontogenético” é o que tem sido mais utilizado para caracterizar as fases da vida das plantas e será aqui utilizado.

Também é frequente a classificação de plantas em classes de tamanho com intervalos regulares, ou então a utilização de características individuais bem evidentes como indicadoras de determinados estágios, como por exemplo a presenças de flores, frutos ou sementes. Assim, pode encontrar-se uma população de plantas com indivíduos classificados como jovens e adultos. Isto indicaria, na verdade, dois períodos ontogenéticos diferentes: pré-reprodutivo e reprodutivo. Enfim, a classificação dos indivíduos de uma população por uma ou por outra maneira depende dos objetivos do pesquisador (SILVA, 1991).

No estudo de Portela (2011), foram reconhecidos quatro estágios ontogenéticos em *E. edulis*, sendo três estágios pré-reprodutivos e um reprodutivo. Esses estágios foram definidos por características como ausência (dois estágios) e presença (dois estágios) de estipe aéreo. Os dois estágios sem estipe aéreo foram definidos de acordo com aparecimento da folha madura (pinada). Os dois estágios com presença de estipe aéreo foram definidos de acordo com a ausência ou presença de estruturas reprodutivas.

Segundo Mafei (2011) preferiu-se considerar plântulas apenas os indivíduos com até as duas primeiras folhas abertas. Para tal adaptação, levou-se em conta os trabalhos de Gatsuk e colaboradores (1980) e Venturi e Paulilo (1998). Os primeiros consideram plântula apenas os indivíduos cuja nutrição ainda é oriunda de substâncias produzidas pela planta mãe e estocadas na semente, que ainda apresentariam estruturas embrionárias. Já Venturi e Paulilo (1998) constataram que os indivíduos de *E. edulis* são dependentes das reservas de nutrientes da semente apenas até a abertura da segunda folha, e após esse período passam a contar apenas com sua própria capacidade fotossintetizante e com a disponibilidade de luz do ambiente onde germinaram.

## 2.7. Estrutura de tamanho da população

Harper e White (1974) consideraram que a interpretação da estrutura etária das populações deve ser cuidadosa. A estrutura dominada por jovens pode representar uma população em expansão com poucos indivíduos colonizadores e um grande número de seus descendentes, ou uma população estável com a curva de sobrevivência fortemente côncava.

Alguns trabalhos realizados com a palmeira *E. edulis* apresentam dados que indicam distribuições de tamanho assimétricas: grande número de jovens e poucos adultos na população (SILVA, 1991). Em análises de populações naturais de *E. edulis*, observou-se uma estrutura demográfica em forma de pirâmide, com a base representando

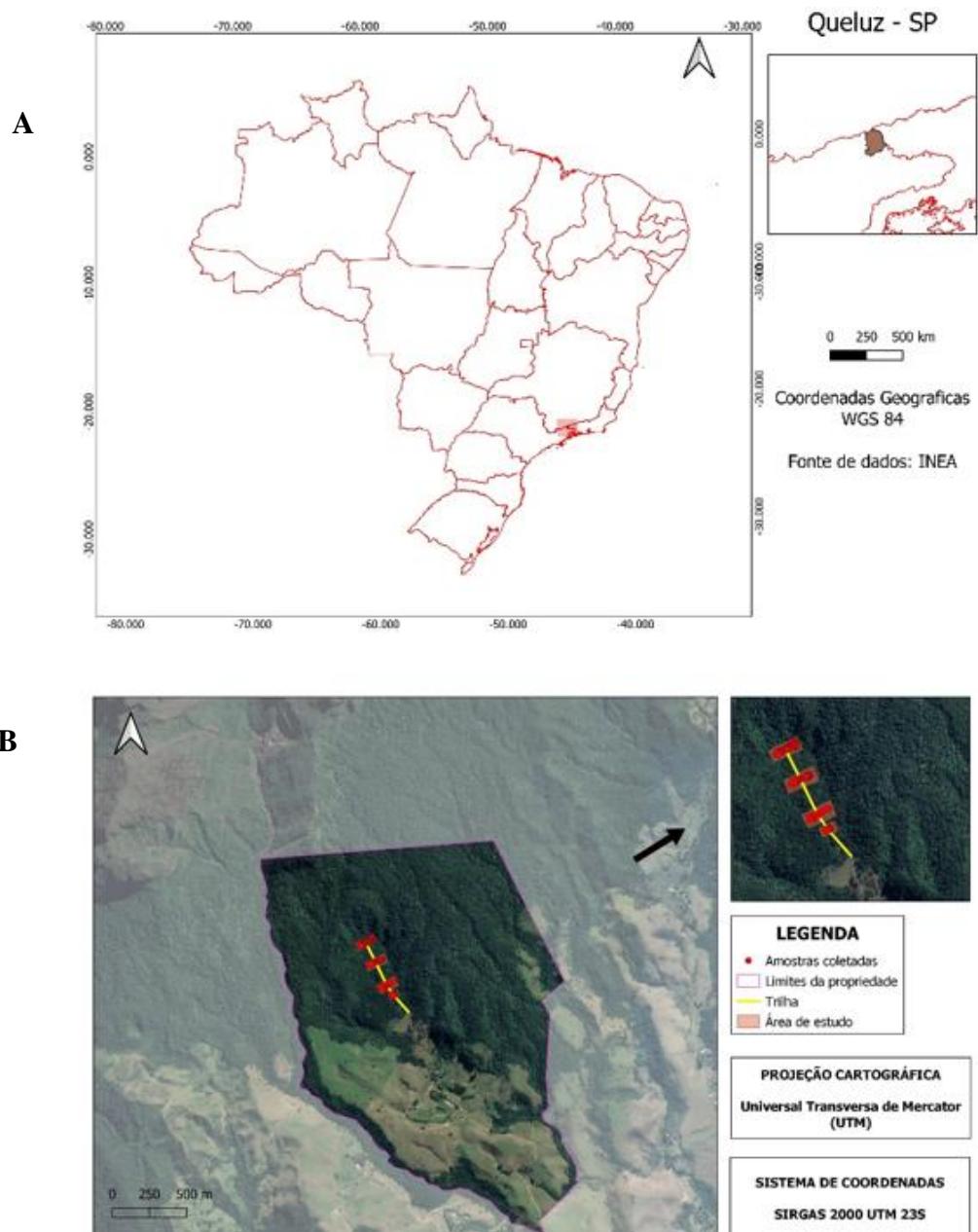
a grande frequência de plantas juvenis e no topo o pequeno número de indivíduos reprodutivos (REIS, 1995). Estes dados sugerem forte dependência de populações a um número pequeno de indivíduos reprodutivos, os quais são responsáveis pela manutenção da diversidade genética, estrutura genética e estrutura demográfica de toda a população (MENDES, 2010)

Nodari et al. (1988 a.) mostraram que os indivíduos nas classes iniciais de tamanho apresentaram-se em número bem maior do que nas classes cujos tamanhos eram superiores. O mesmo foi verificado por Bovi et al. (1988) em levantamento realizado na região de Ubatuba (SP). Os autores apresentaram dados sobre o número de indivíduos e densidade em 5 classes de altura sendo que a 1<sup>a</sup> classe apresentou um número de indivíduos bem maior que as outras, número que diminui com o aumento da altura das plantas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área experimental**

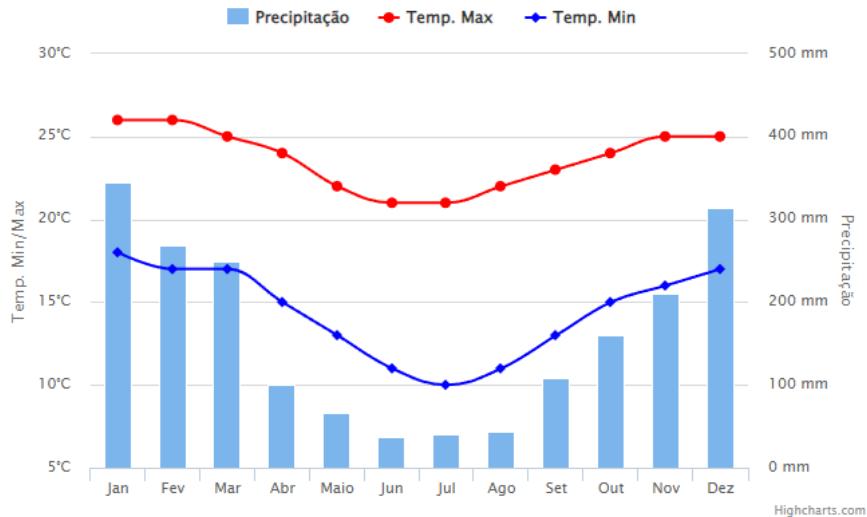
A presente pesquisa foi realizada no município de Queluz, Estado de São Paulo, dentro dos limites da propriedade Fazenda Vargem Grande da Bela Aurora. A área de estudo tem aproximadamente 1,12 ha e localiza-se em um fragmento de Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual), que integra o território abrangido pela Área de Proteção Ambiental - APA da Serra da Mantiqueira e pela APA Mananciais do rio Paraíba do Sul, Unidades de Conservação Federais sob gestão do ICMBio, fazendo parte do Mosaico da Mantiqueira



**Figura 1.** A: Localização do município de Queluz/SP e B: Imagem da área experimental na propriedade Fazenda Vargem Grande da Bela Aurora

Há relatos na região de que parte da floresta, onde se localiza a área de estudo, teria sido sofrido corte e queima de árvores para produção de carvão (carvoaria) no século passado. Logo, existem evidências históricas para acreditar que a floresta se encontra em estágio secundário, ou seja, sofreu um distúrbio quanto a sua formação primária.

A altitude da área experimental variou entre 900 a 1000 m. O clima da região é o Cb de Köppen (subtropical úmido e mesotérmico), com médias anuais de temperatura e precipitação de 16,7 °C e 2.108 mm, respectivamente (CARVALHO et al., 2005). As médias de precipitação e temperatura dos últimos 30 anos foram obtidas através da base de dados do Clima Tempo. Os dados apresentados representam a distribuição pluviométrica e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados (Figura 2).



**Figura 2:** Precipitação e temperatura máx. e mínima.

### 3.2 Desenho experimental

#### 3.2.1. Definição das parcelas e método de amostragem

Para definição das parcelas, foi utilizado o Protocolo de Monitoramento, da subsecretaria do Meio Ambiente do Estado de SP, referente as áreas submetidas à exploração Agroflorestal em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) de que tratam os artigos 12 e 32, da Resolução SMA 189, de 20-12-2018. Nesta, foi estabelecida a metodologia para aferição dos valores de referência do ANEXO I da Portaria CFB-7, de 31-5-2021, publicada do diário oficial da união. Sendo assim, foram definidos três estratos com contrastes bem definidos em relação à altimetria, inclinação, ocorrência de indivíduos arbóreos, umidade e característica do dossel.

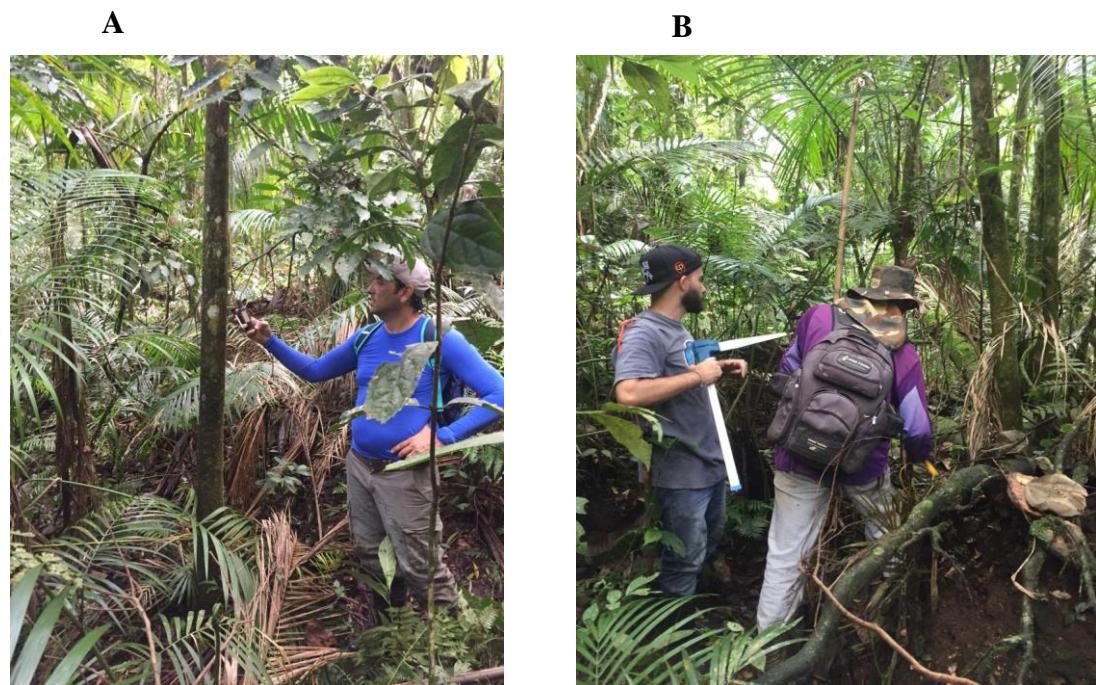
Os estratos foram identificados como parte superior – área mais alta de acordo com a toposequência e de maior inclinação (semi-encosta); parte média - área mais plana, localizada na posição intermediária da toposequência e parte baixa – área de menor altimetria da toposequência, relativamente plana. Segundo essa metodologia, para a coleta de dados, dentro de cada estrato, foram alocadas três parcelas retangulares de 4 x 25 m (100 m<sup>2</sup>), totalizando uma área amostrada de 900 m<sup>2</sup>. Utilizou-se canos de PVC de, aproximadamente, 80 cm para marcação do vértice das parcelas com fitilho plástico nas bordaduras.



**Figura 3.** Instalação e modelo da parcela. Fonte: Portaria CFB-7, de 31-5-2021, Diário Oficial da União

### 3.2.2 Localização das amostras em campo

Para a instalação adequada das parcelas no campo e georreferenciamento das mesmas e de todos os indivíduos mensurados de *E. edulis*, foi utilizado os seguintes aparelhos: GPS (*Global Positioning System*) modelo *Garmin II Plus*, instrumento que fornece a localização por coordenadas geográficas, uma bússola e um altímetro (modelo Schoeninger 2002). Inicialmente, foram obtidas as coordenadas geográficas de cada vértice da parcela e posteriormente de cada indivíduo de Juçara com altura superior a 1,3 m (Figura 4).



**Figura 4.** A: Georreferenciamento das parcelas e dos indivíduos de *E. edulis*; B: Mensuração dos indivíduos dentro da parcela instalada no campo, respectivamente

Após esta etapa, realizou-se o processamento dos dados das coordenadas geográficas obtidas em campo através do programa de computador *GPS TrackMaker* e do Software QGis, sendo possível visualizar a localização das parcelas e dos indivíduos de *E. edulis* em campo com precisão. Os dados obtidos em campo na extensão *gtm* foram processados pelo *GPS TrackMaker* e posteriormente convertidos para *Shapefile*, o que possibilitou a confecção de imagens no Software QGis (Figura 5).



**Figura 5.** Georreferenciamento e confecção de imagens mostrando os indivíduos de *E. edulis* em uma parcela do experimento.

### 3.3 Variáveis analisadas

#### 3.3.1 Altura (H) e diâmetro altura do peito (DAP)

Todas os indivíduos de *Euterpe edulis* (juçaras) com altura superior à 1,3 m tiveram o DAP amostrado com uma suta. Posteriormente utilizou-se uma vara graduada de 2,5 m para fazer a aferição aproximada da altura com extração do número de varas até a copa da árvore.

#### 3.3.2. Distribuição de frequência de altura e diâmetro – definição do intervalo de classes

Para análise dos dados de altura e diâmetro obtidos em campo, optou-se pelo gráfico (histograma) de distribuição dessas variáveis por classes. É importante que a distribuição conte com um número adequado de classes, por isso para determiná-las, utilizou-se a regra de Sturges, que fornece o número de classes (K) em função do total de observações (n) (1). O tamanho de cada classe é definido pela amplitude dos dados dividido pelo número de classes.

$$K = 1 + 3,33 \cdot \log n \quad (1)$$

Após a definição do limite máximo e mínimo de cada variável, foram obtidas as classes, respectivamente, para diâmetro e altura.

### **3.4. Análise da regeneração de *Euterpe edulis* (estágio ontogenético)**

Optou-se por classificar os estágios ontogenéticos segundo aqueles observados por Mafei (2011), no qual utilizam-se medidas quantitativas e qualitativas (Tabela 1). Desta forma, foram observados 5 estágios ontogenéticos pré-reprodutivos e 1 estágio reprodutivo, fase adulta. Tipo de folha, aparecimento do estipe e eventos reprodutivos foram as principais características usadas para identificação dos estágios ontogenéticos. Para classificar os indivíduos mais jovens, observou-se o aparecimento da terceira folha como sinal de que a planta não mais depende das reservas da semente, nesse estágio ela começa a exibir um padrão de crescimento vertical com expansão da área foliar, porém sem sinal de folha pinada.

**Tabela 1.** Definição dos estágios ontogenéticos avaliados no estudo (continua)

Estágio	Representação	Descrição
Plântula		Indivíduos com até as duas primeiras folhas abertas. Estágio relacionado com a dependência das reservas de nutriente da semente.
Jovem 1		Desde indivíduos que já emitiram a terceira folha até indivíduos com uma altura de 30 cm, medida da base do estipe até o ponto de interseção da folha mais jovem com a folha imediatamente anterior. Estágio relacionado com o esgotamento de reservas da semente.
Jovem 2		Maiores que 30 cm, mas ainda sem exibir o estipe lenhoso. Estágio onde ocorre expansão da área foliar. Aparecimento de folhas pinadas.

**Tabela 1: Continuação.**

Estágio	Representação	Descrição
Imaturo 1		Plantas que já apresentam estipe exposto, porém inferior a 1,3 m. Início do crescimento vertical.
Imaturo 2		Estipe exposto maior que 1,3 m, mas sem evidência de emissão de inflorescência.
Adulto		Reconhecido pela presença de estruturas reprodutivas, como inflorescências, infrutescências, cicatrizes na bainha foliar, ou mesmo cachos recém caídos junto à planta, quando fica evidente a origem desse cacho.

### **3.5. Marcação das subparcelas**

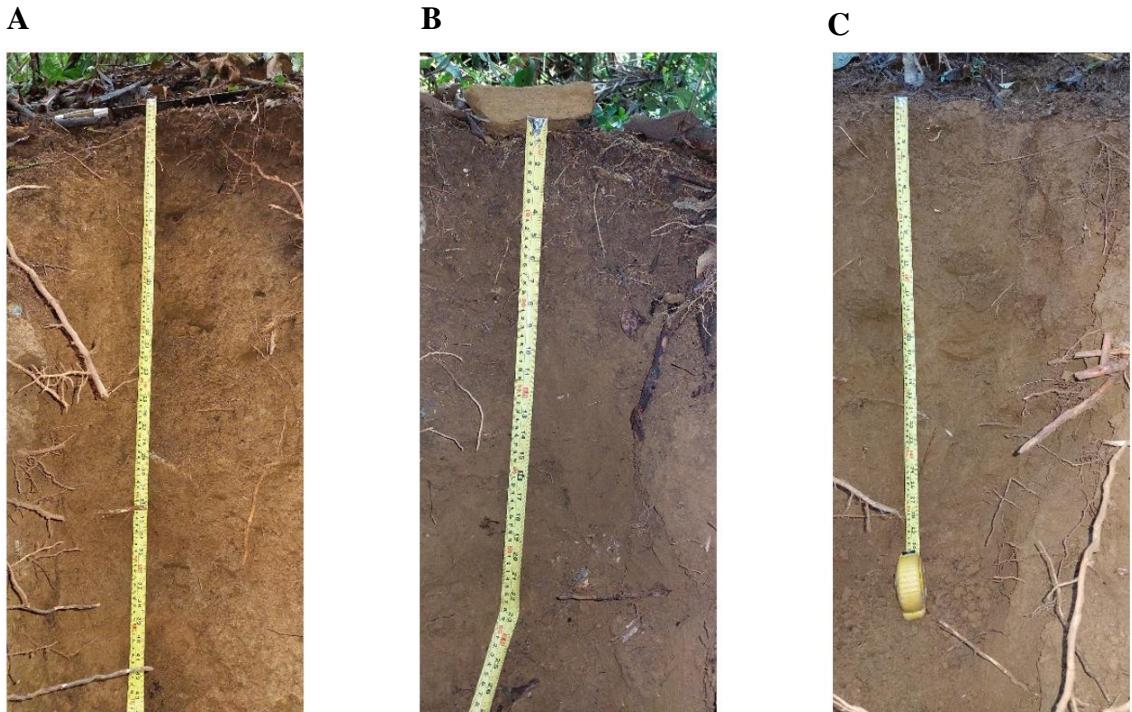
Foram alocadas subparcelas (Figura 6) de 1 m<sup>2</sup> em cada parcela, nas diferentes posições da topossequência. Foi observada a existência de pelo menos uma planta matriz e o padrão de distribuição agregado de plântulas no entorno. Foi respeitado um limite de 10 cm para fora da borda da parcela, onde os indivíduos que se encontram nessa faixa foram levados em consideração no estudo.



**Figura 6.** Coleta de dados referentes aos estágios ontogenéticos utilizando um gabarito de 1 m<sup>2</sup>

### **3.6. Análise do solo**

Para a classificação do solo, foram abertos três perfis de até 1 m de profundidade. Cada um, correspondente a topossequência da área experimental (parte superior, média e inferior), sendo o solo de toda a área classificado como Cambissolo húmico argiloso (Figura 7).



**Figura 7.** Perfil do solo da parte superior da topossequência (A), da parte média (B) e da parte inferior (C), respectivamente

Em relação à análise granulométrica e química, para cada parcela em sua respectiva posição da topossequência, foram coletadas 23 amostras deformadas de solo com aproximadamente 500 g, de 0 – 30 cm (Tabela 2).

**Tabela 2.** Características granulométricas e químicas do Cambissolo Húmico argiloso, camada de 0-30 cm, nas diferentes posições do relevo

Topossequência	Granulometria			pH	MO	S	P	K	Ca	Mg	H+Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	V%	CTC
	Areia	Silte	Argila	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----	mmolc dm <sup>-3</sup>	----	----	mmolc dm <sup>-3</sup>	----	mg dm <sup>-3</sup>	----	mmolc dm <sup>-3</sup>	-----	mmolc dm <sup>-3</sup>	%	mmolc dm <sup>-3</sup>
Superior	39,3	31,5	39,3	4,9	40,7	14,7	29,7	3,7	47,3	8,0	62,3	0,5	0,9	100,7	46,2	3,3	59,0	48,7	121,3
Média	44,2	33,0	44,2	4,8	71,0	23,0	30,3	1,8	79,3	12,7	84,0	0,5	0,9	245,7	51,9	5,1	90,8	52,0	174,8
Inferior	49,2	29,1	49,2	4,2	38,7	27,3	29,7	1,9	22,3	5,7	97,7	0,5	1,2	146,3	61,0	3,5	29,9	22,7	127,6

pH: Cloreto de cálcio 0,01; H+Al: Tampão SMP; P, K, Ca, Na e Mg: resina de troca iônica; S: Fosfato de cálcio; B, Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA.

### **3.7. Análise estatística**

A análise estatística consistiu na Análise dos componentes principais (ACP), teste de esfericidade de Bartlett e matriz de correlação de Pearson com linhas de comando através do software *R Design*.

A ACP é uma técnica multivariada de redução de dados, na qual o objetivo principal é a construção de uma combinação linear das variáveis originais gerando novos componentes ortogonais que representam e captam a variabilidade do conjunto original de variáveis. Este método foi utilizado com o objetivo de reduzir o número de variáveis gerando novos componentes captando as dependências entre as variáveis (JOHNSON; WICHERN, 2002; MINGOTI, 2005). Busca-se assim, uma relação natural entre as variáveis com análise de independência ou dependência. Além disso, a ACP consiste no cálculo dos autovalores e respectivos autovetores de uma matriz de variâncias e covariâncias ou de uma matriz de coeficientes de correlação entre variáveis. Sua aplicação ocorre por meio de uma transformação linear de “m” variáveis originais em “n” novas variáveis, de modo que a primeira nova variável (1<sup>a</sup> componente) seja responsável pela maior variação existente no conjunto de dados, e assim por diante, até que toda a variação do conjunto tenha sido captada (MINGOTI, 2005; WILLKS, 2006).

O teste de esfericidade de Bartlett avalia se as variáveis da base de dados são correlacionadas o suficiente, permitindo uma análise ACP elucidativa. Sendo assim, para que uma ACP tenha sentido, deve se rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ) do teste de esfericidade, ou seja, a matriz de correlação da população seja uma matriz identidade. De acordo com essa hipótese, as variáveis não são correlacionadas entre si. Enquanto a hipótese 1 ( $H_1$ ), a matriz de correlação da população não é uma matriz identidade. De acordo com essa hipótese, as variáveis são correlacionadas entre si.

Foram consideradas 20 variáveis quantitativas para cada estágio ontogenético: número de indivíduos por hectare (N/ha), altura total (Ht), diâmetro à 1,3m de altura (DAP), matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), hidrogênio e alumínio (H+Al), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (V%), Argila, Silte e Areia.

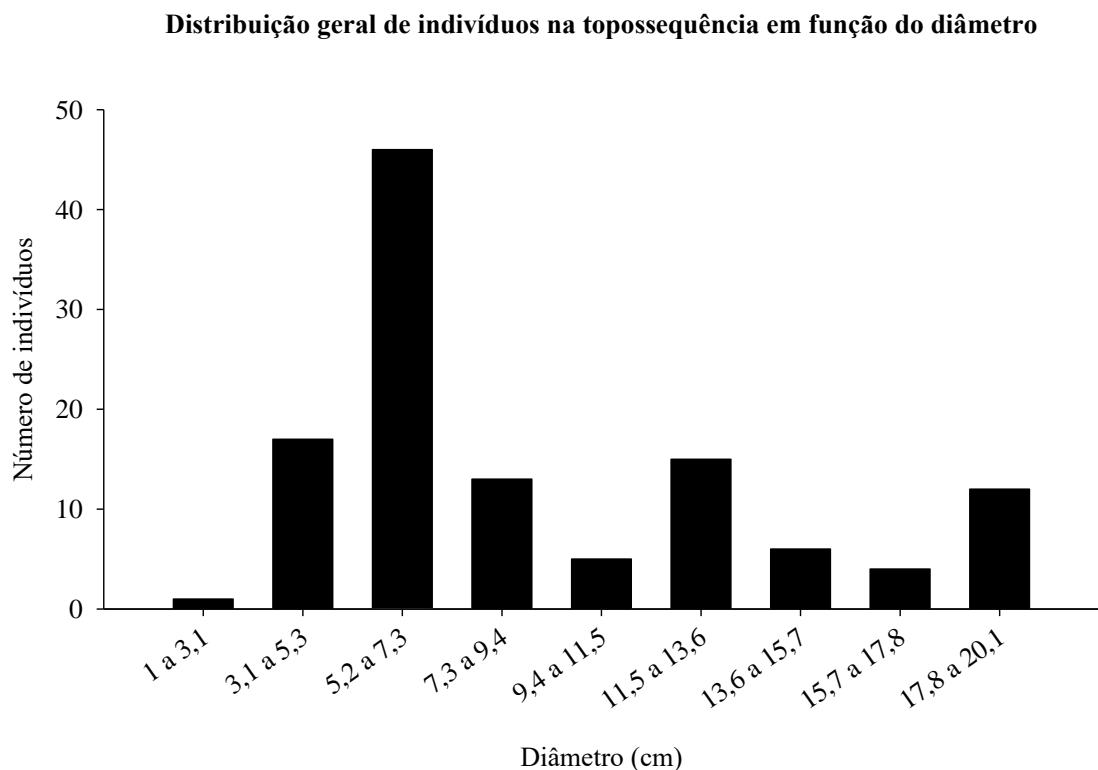
O número de indivíduos por hectare (N/ha), foi extrapolado utilizando o número absoluto encontrado na respectiva unidade amostral para uma área de um hectare. A altura total (Ht) representou a média das alturas totais, assim como DAP representa a média dos diâmetros à altura do peito amostrados em plantas com altura superior a 1,3m. As demais variáveis são as mesmas encontradas na análise química e granulométrica do solo. As variáveis boro (B) e cobre (Cu) não apresentaram correlação significativa com nenhuma das variáveis, por isso foram retiradas da análise.

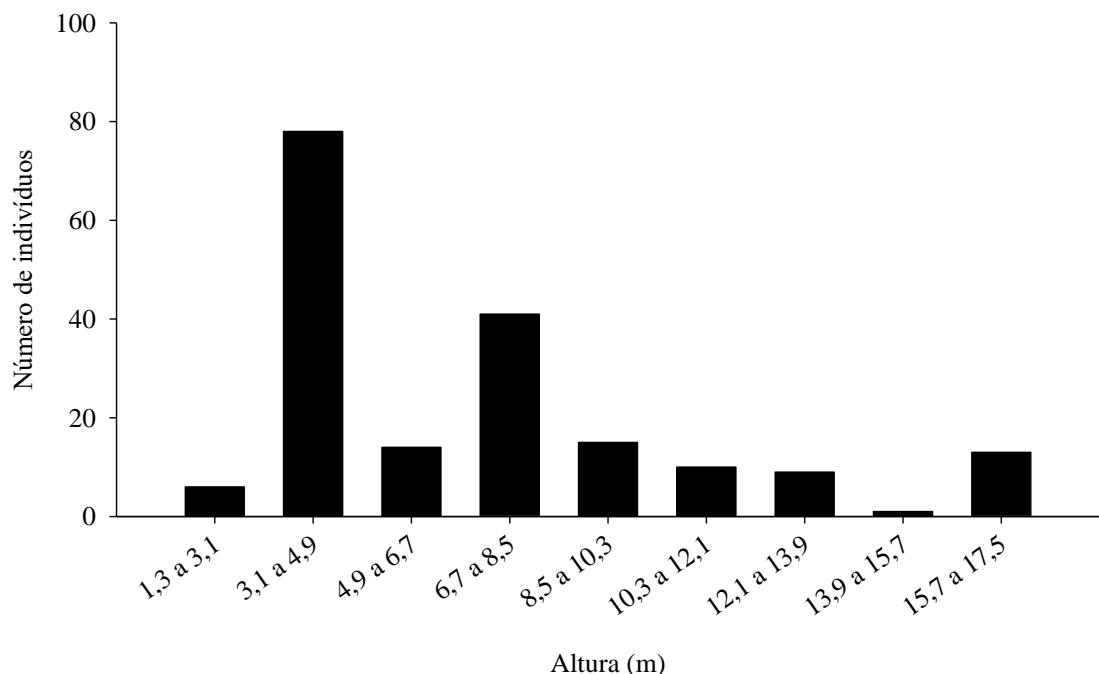
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Distribuição de frequência

No presente trabalho, amostrou-se um total de 187 indivíduos nas nove parcelas, com predominância destes nos estágios iniciais de desenvolvimento (Figura 8). A maior concentração de indivíduos nas menores classes de altura e diâmetro pode caracterizar um estoque da população, com maior recrutamento nos estágios iniciais. Com relação ao diâmetro, observou-se uma deficiência populacional na classe 9,4 a 11,5 (cm), logo após a população volta a crescer na classe seguinte (11,5 a 13,6 cm) e depois diminui novamente. O número de indivíduos na variável altura diminui, drasticamente, de 4,9 a 6,7 m e depois volta a subir na classe seguinte. Similarmente com outras espécies tropicais, a distribuição da população do palmito apresenta o formato padrão de “j invertido”, resultado de uma alta mortalidade nos primeiros estágios de crescimento causada pela predação das sementes pelos roedores (PIZO et al, 2006), variáveis relacionadas a densidade e distância (SILVA et. al, 1999) e competição intraespecífica (FANTINI; GURIES, 2007).

A



**B****Distribuição geral de indivíduos na topossequência em função da altura**

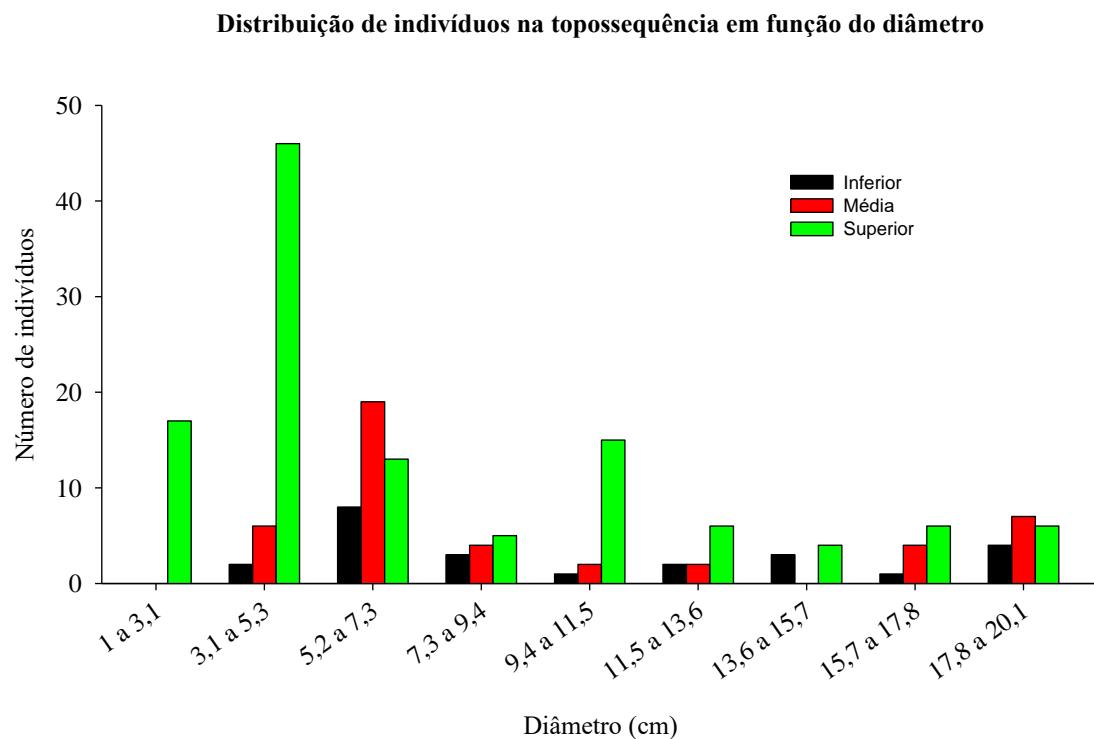
**Figura 8.** Distribuição geral de indivíduos na topossequência; onde A: em função do DAP e B: em função da altura

Foram coletadas 118 amostras na posição superior da topossequência,. A parte superior está localizada em uma área da topossequência (meia encosta) com pouca incidência de raios solares e relevo levemente côncavo. Essa foi a posição com maior número de indivíduos absolutos observados, com um estoque de população representativo nos estágios iniciais de desenvolvimento com diâmetro até 5,3 cm e altura até 4,9 m (Figura 9). Por sua vez o diâmetro teve uma redução de indivíduos na classe 7,3 a 9,4 (cm) voltando a aumentar de 9,4 a 11,5 cm e depois se mantendo praticamente homogêneo. Já a variável altura, nessa posição apresentou deficiência populacional entre a classe 4,9 e 6,7 m, seguindo o mesmo padrão observado na distribuição geral de frequência nas 3 posições.

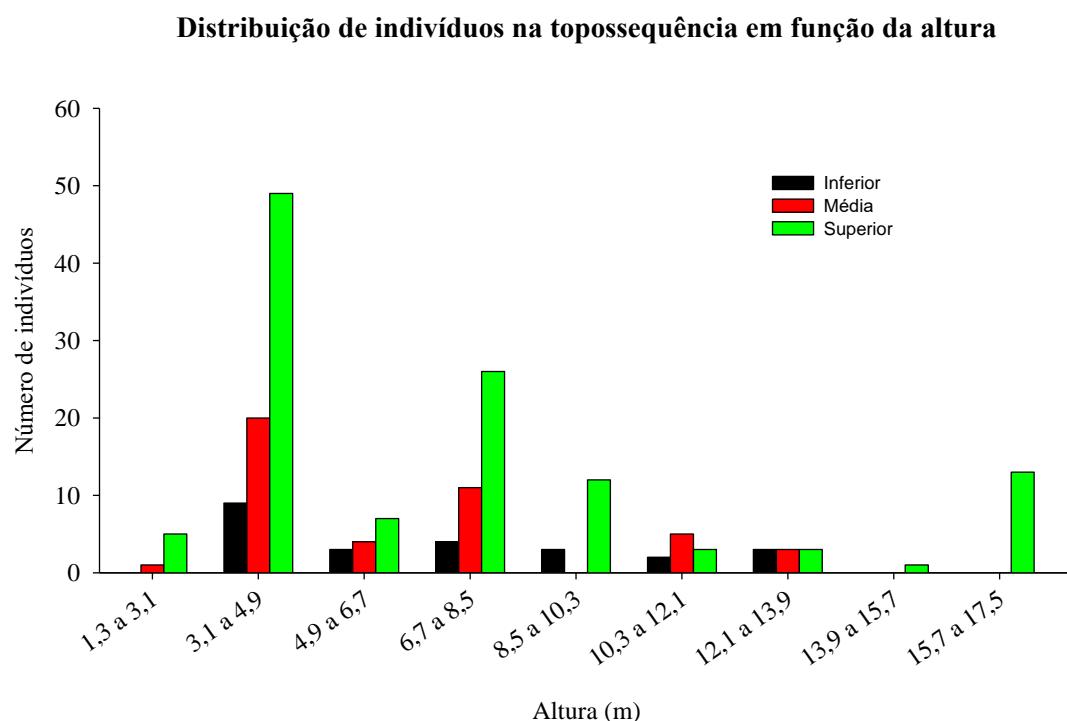
Em contrapartida, foram amostrados um total de 44 indivíduos na posição média da topossequência,. Observou-se nesta posição (Figura 9A) uma curva em formato exponencial, do tipo J invertido, na distribuição de frequência da variável diâmetro, com uma concentração de indivíduos na classe de 5,2 a 7,3 cm e depois uma drástica redução a partir dessa classe que vai aumentando, levemente, a partir de 15,7 cm. Já em relação a variável altura (Figura 9B), vemos um padrão não homogêneo de distribuição com 2 classes 3,1 a 4,9 (m) e 6,7 a 8,5 (m) representativas enquanto outras 2 classes 4,9 a 6,7 (m) e 8,5 a 10,3 (m) não acompanham a curva descendente, com poucos indivíduos amostrados nessas classes. Esse comportamento pode indicar um distúrbio na regeneração natural dessa posição (média) devido ao baixo estoque populacional em classes de altura intermediárias que virão a substituir os indivíduos em estágio avançado no futuro.

Já a posição inferior obteve o menor número indivíduos amostrados, totalizando 24 palmeiras. Este encontra-se localizado na menor altimetria, com 900m acima do nível do mar. Observou-se que a posição inferior apresentou distribuição mais homogênea de diâmetro e altura, principalmente a partir dos estágios iniciais de 3,9 m de altura e 6,5 cm de diâmetro (Figura 9). A posição inferior ficou caracterizada por uma população homogênea entre os estágios, comprovando que o número de indivíduos recrutados em estágios iniciais não será capaz de desenvolver uma quantidade razoável de indivíduos em estágio adulto. Esse comportamento pode indicar um distúrbio na regeneração natural da espécie e nos estoques de população adulta (menor recrutamento). Esses dados demonstram a necessidade de um trabalho de enriquecimento para aumentar o número de recrutamentos em estágios médio e inicial de desenvolvimento e com isso favorecer a estratégia de regeneração da espécie.

A)



B)

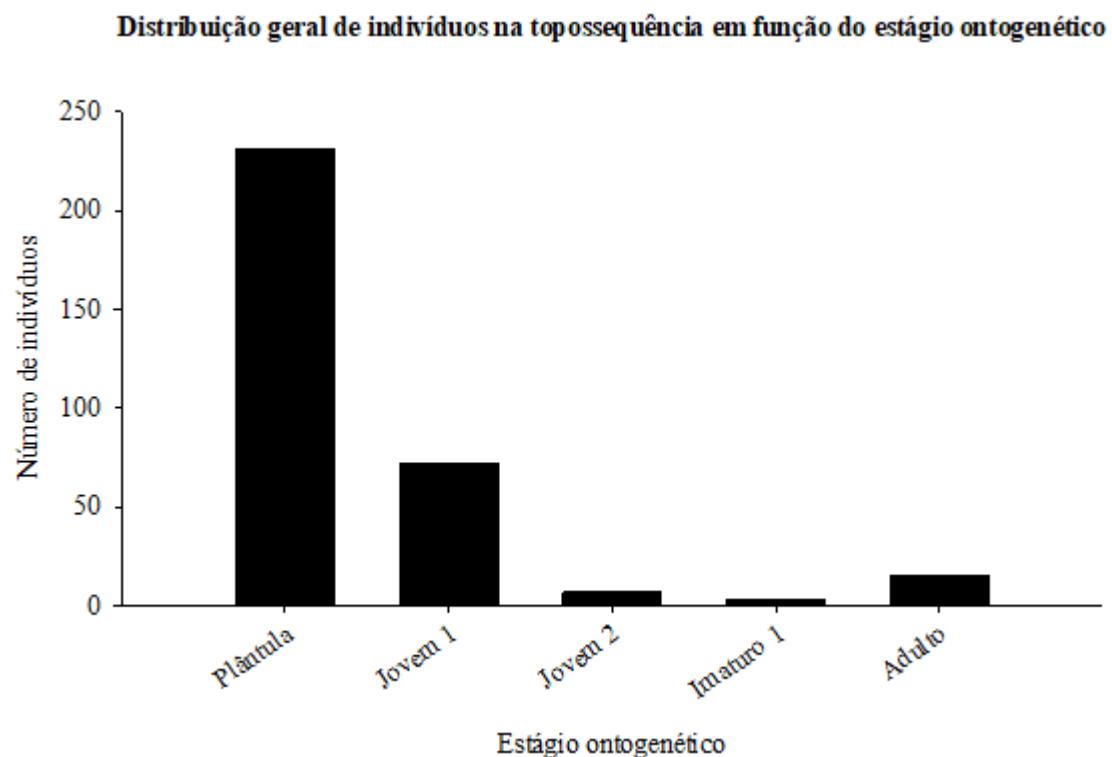


**Figura 9.** Distribuição de indivíduos nas posições inferior, média e superior da topossequência ; onde A: em função do DAP e B: em função da altura

#### 4.2. Estágios ontogenéticos

Em relação aos estágios ontogenéticos, ao todo foram amostrados nas sub-parcelas 231 indivíduos em estágio Plântula, 72 em estágio Jovem 1, 7 em estágio Jovem 2, 3 em estágio Imaturo 1 e 15 em estágio Adulto (Figura 10).

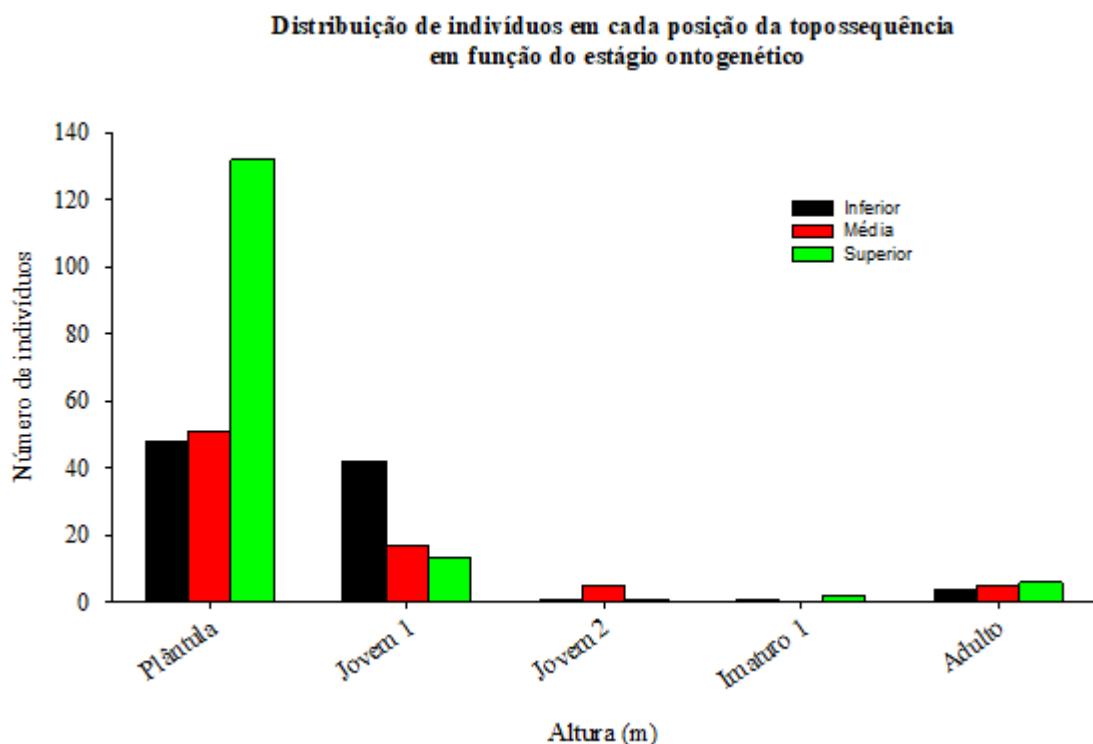
Quando se observa a distribuição geral de indivíduos nas topossequências superior e media (Figuras 10) vê-se que o padrão se mantém com um estoque de população concentrado no estágio inicial de desenvolvimento. Essa informação corrobora a tese da estratégia de dispersão da espécie através do banco de plântulas. Segundo Arantes (2003), há um forte padrão de dependência entre a distribuição de jovens e a de adultos indicando uma limitação da dispersão e concentração de recrutamentos no entorno de adultos já estabelecidos.



**Figura 10.** Distribuição geral de indivíduos na topossequência de acordo com o estágio ontogenético

Na topossequência superior o número de plântulas (132) foi, proporcionalmente, muito maior do que em outros estágios, representando 85% do total de amostras encontrada nessa

posição (Figura 11). Enquanto o estágio Jovem 1 teve 8% das amostras (13) e os outros estágios totalizaram 7% das amostras. Na topossequência média houve um número menor de amostras coletadas (78), porém, as plântulas também representaram o maior número de amostras coletadas (51) com 65%, enquanto jovem 1 teve 21% com 17 amostras (Figura 11). Já na topossequência inferior foram 96 amostras, nas quais observou-se que a estrutura populacional mudou com os estágios Plântula e Jovem 1 apresentando valores muito próximos (Figura 11). Nessa posição o número de indivíduos no estágio Jovem 1 foi o maior com 42 amostras.



**Figura 11.** Distribuição de indivíduos nas posições inferior, média e superior da topossequência de acordo com o estágio ontogenético

O número menor de plantas em estágio Jovem 2 e Adulto pode ser explicado pela alta competição intraespecífica por nutrientes, água e luz, logo depois que a planta esgota a reserva de nutrientes da semente. Essa competição é responsável pela alta mortalidade nos estágios iniciais de desenvolvimento, como atesta o estudo de Ribeiro (2011).

Mafei (2011) identificou uma lenta transição do estágio jovem 1 para o estágio jovem 2. De fato, foi observado nesse estudo uma redução drástica do número de indivíduos entre esses 2 estágios, podendo ser um gargalo ao crescimento populacional. Segundo esse estudo, a lenta transição do estágio jovem 1 para o estágio jovem 2 pode representar um distúrbio no bom desenvolvimento da espécie.

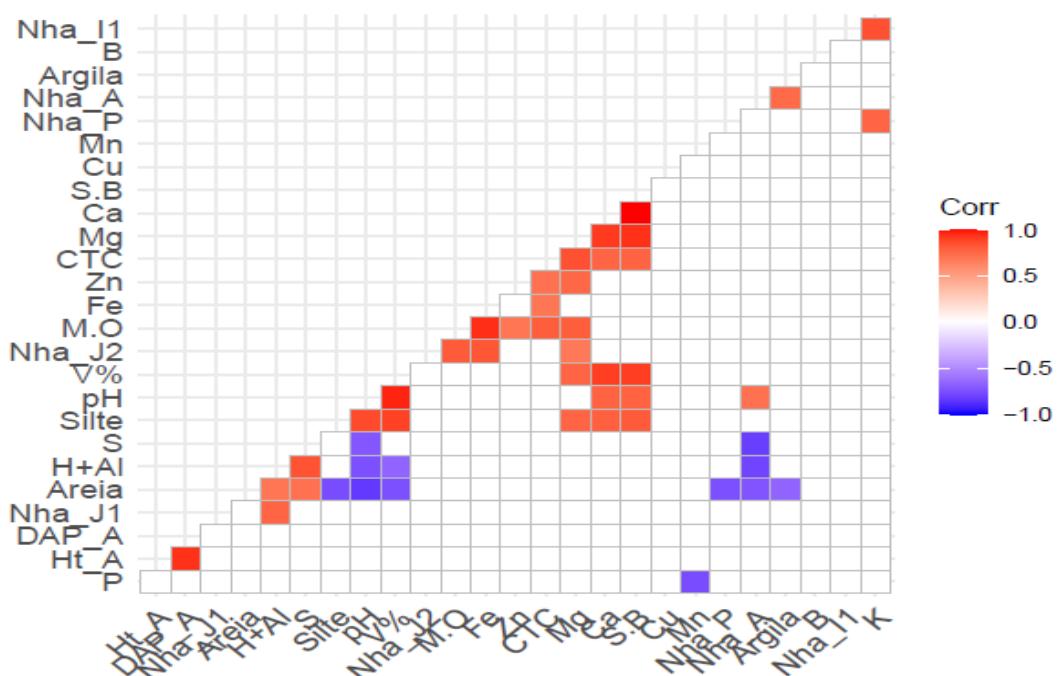
Analizando-se a densidade de indivíduos, no presente estudo, encontrou-se valores extrapolados de 500 a 5200 indivíduos por hectare. Portela (2020), em seu mais recente estudo,

encontrou densidades de indivíduos de 523 ind/ha enquanto o número de recrutas (estágios iniciais) amostrados foi de 59 ind/ha. Já Fávaro et al. (2021) examinaram apenas os indivíduos de *E. edulis* que apresentaram estipe exposta acima de 1,30 m de altura, encontrando densidades superiores a 500 ind/ha (VELOSO; KLEIN, 1957), a 750 ind/ha (NODARI et al., 2000), sendo considerada, por esses autores, uma das espécies de maior densidade dentro da Mata Atlântica, o que corrobora com a dominância de *Euterpe edulis* na área de estudo.

#### 4.3. Análise estatística

#### 4.4. Matriz de correlações lineares

Analizando-se os dados e suas correlações através do método de componentes principais, juntos, o componente Principal 1 (PC1) e 2 (PC2) explicam 64,32% dos dados. Na matriz de correlações lineares significativas (Figura 12), o número de indivíduos por hectare no estágio Adulto (Nha\_A) apresentou correlação positiva com pH e argila e correlação negativa com enxofre (S), H+ Al e areia. Já o número de indivíduos por hectare na fase Plântula (Nha\_P) e imaturo 1 (nha\_I1) apresentaram correlação positiva com a variável potássio (K). Enquanto que o número de indivíduos por hectare na fase Jovem 2 (Nha\_J2) apresentou correlação positiva com MO, Fe e Mg. A variável areia apresentou correlação negativa com número de indivíduos por hectare na fase Adulta e Plântula. Por fim o número de indivíduos por hectare no estágio Jovem 1 (nha\_J1) apresentou correlação positiva com H+Al. Com relação as variáveis do solo, o número de indivíduos no estágio Jovem 1 (n\_J1) apresentou correlação com a variável H+Al, presentes na topossequência inferior, como podemos observar na matriz de correlação linear (Figura 12).



**Figura 12:** Gráfico das correlações lineares significativas.

#### **4.5. Análise dos componentes principais (ACP)**

Segundo a Análise dos Componentes Principais (Figura 13), os atributos químicos do solo que mais influenciaram na estrutura populacional e estágios ontogenéticos iniciais foram, respectivamente, potássio (K) e argila. Tendo potássio uma correlação positiva com as parcelas que apresentaram a maior densidade de indivíduos *E. edulis*. Especificamente potássio (K) e argila apresentaram correlação positiva com a posição superior da toposequência. Posição essa com maior densidade de indivíduos por cada estágio ontogenético. Através da análise dos autovalores e autovetores (Figura 13), verificou-se que as parcelas 2 e 3 apresentam uma forte correlação com potássio (K) e argila. Esta correlação de maior distribuição de indivíduos de *E. edulis* em áreas com maior teor de argila e com maior teor de potássio, de forma geral, demonstra que estes fatores são importantes para o desenvolvimento e sobrevivência dos indivíduos. Em contrapartida, os estágios Jovem 1 apresentaram correlação com a variável H+Al e Adulto com pH, indicando que solos ácidos não são ideais para o desenvolvimento da espécie.

Esses dados estão de acordo com o estudo de Brancalion (2012) que relaciona solos ricos em K com um melhor desenvolvimento da espécie, especialmente o tamanho de DAP. Apesar da variável DAP, no estágio adulto, não ter apresentado correlação direta nesse estudo com as parcelas, essa premissa é importante pois atesta a influência do potássio (K) na estrutura da população. A relação entre potássio e sódio podem ainda apresentar uma grande influência no crescimento das palmeiras porque mesmo a população encontrada na floresta atlântica seja de maiores indivíduos, seu solo apresentou uma menor soma de bases, e, particularmente, uma concentração reduzida de fósforo e magnésio comparadas com os solos de restinga. O fósforo, que parece ser um elemento de grande importância em solos tropicais lixiviados (Vitousek and sandford 1986), mostrou ser um elemento de menor influência no crescimento dessa espécie de palmeira do que o potássio. (BRANCALION 2012).

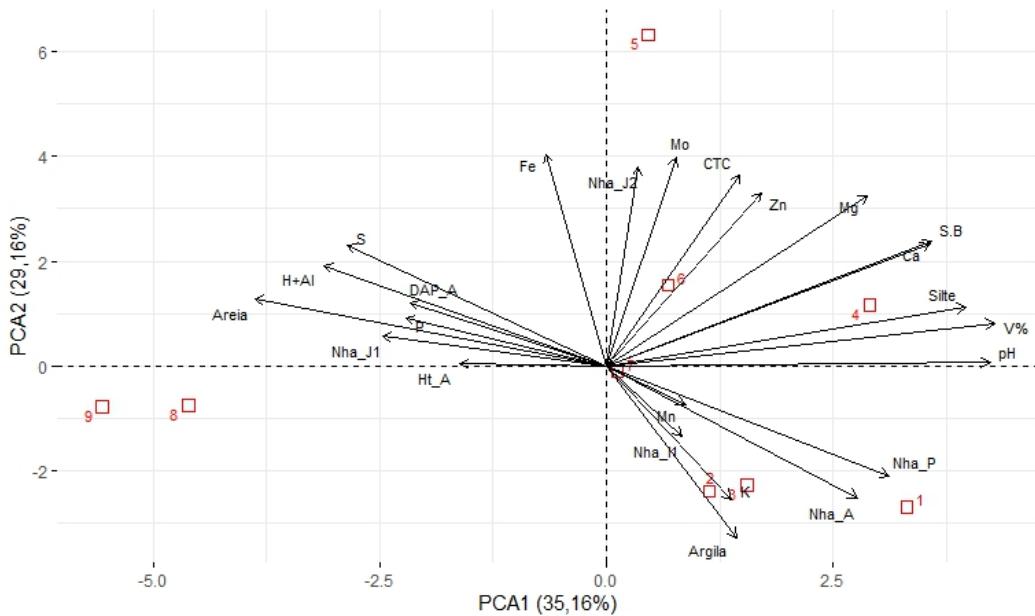
A parcela 4 apresenta correlação com Silte e Cálcio e a parcela 6 uma ligeira correlação com CTC, M.O. e Zn. Fica evidente a diferença das parcelas 7,8 e 9 em relação a outras unidades amostrais do estudo. Essa diferença significativa, no que tange aos tratamentos e variáveis das parcelas, pode ser observado na ACP (Figura 13), onde a parcela 7 está localizada próxima ao centro do gráfico, apresentando pouca ou nenhuma relação com as componentes principais. Já as parcelas 8 e 9 apresentam correlação negativa com as componentes e todas as outras parcelas estudadas, apresentando maior proximidade com as variáveis H+Al, S, P e areia. Além disso, o aumento do teor de areia, H+Al e S apresentaram correlação negativa com as parcelas mais significativas e a densidade de indivíduos. Solos mais arenosos apresentam maior macroporosidade, ou seja, são mais permeáveis, com menor retenção de água em comparação com os solos argilosos, o que resulta em uma menor quantidade de nutrientes, devido principalmente a processos de lixiviação. A disponibilidade de nutrientes e a MO correlacionam-se com o desenvolvimento da espécie.

As variáveis H+Al, S, P podem ser relacionadas com solos pobres e pouco suscetíveis ao bom desenvolvimento das palmeiras. Brancalion (2012) analisou P, Ca, Mg e Al pois os mesmos possuem efeitos negativos (Schatman and Liu, 1999) bem documentados sobre o crescimento das palmeiras. No mesmo estudo, foi feita uma comparação entre solos de Floresta Atlântica e Floresta de Restinga, onde foram coletados, atributos químicos do solo, DAP e número de frutos por cacho das amostras. Os resultados apontaram para uma concentração maior de K, Ca, Mg e Al na Floresta Atlântica, enquanto na restinga P e Na foram mais presentes. Os dados mostraram uma distribuição de DAP e produção de cachos por fruto, proporcionalmente, muito maior nos solos de Floresta Atlântica do que na Floresta de Restinga.

Potássio é um dos nutrientes mais importantes para o crescimento de espécies de palmeira, e sua deficiência é muito comum em palmeiras crescendo em solos arenosos altamente lixiviados (BROSCHAT 2008). Como mencionado por Broschat (2008), a deficiência de Potássio parece afetar palmeiras ao redor do mundo e sua disponibilidade relacionada com a presença de indivíduos em determinados ambientes. Com isso vemos uma correlação positiva com os dados encontrados nesse estudo onde o potássio (K) influenciou no número de indivíduos no estágio inicial de desenvolvimento, plântula, que estaria deixando de utilizar reservas da semente.

Além disso, K apresenta uma correlação negativa com areia (Figura 13). Isso pode ser explicado pois isso solos que apresentam uma maior quantidade de areia apresentam uma menor CTC e menor quantidade de nutrientes como potássio (K), que foram lavados. Solos arenosos apresentam maior macroporosidade, ou seja, são mais permeáveis, não conseguem reter tanta água como solos argilosos, sendo assim possuem menor quantidade de nutrientes devido a lixiviação. Esse fato foi observado na maior presença de areia nas parcelas 7,8 e 9 do estrado inferior, que apresentaram correlação negativa com a presença do nutriente potássio (K), muito importante para o desenvolvimento das palmeiras. Essas parcelas apresentaram o menor número de indivíduos por hectare, corroborando a importância desse nutriente essencial.

Por fim, como os estudos de Mendes et al. (2022) comprovam, a espécie *E. edulis* pode ser considerada uma espécie chave na estrutura de florestas tropicais úmidas. Analisando os resultados obtidos em campo, vemos que esta espécie tem um papel importante na regeneração do fragmento em questão, porém são necessários mais estudos para entender a relação que ela possui com outras espécies. Observou-se no presente estudo a influência das características do solo na estrutura populacional, estágios ontogenéticos, densidade populacional e morfologia (diâmetro e altura). Cada variável apresentou maior ou menor grau de correlação a depender da posição que se encontram as amostras. Entretanto o teor de potássio e argila (K) influenciaram positivamente o comportamento da espécie no estudo.



**Figura 13:** Análise das componentes principais

## 5. CONCLUSÃO

O atributo químico do solo que apresentou maior grau de correlação com o número de indivíduos por hectare foi o potássio (K). Em contrapartida, as variáveis quantitativas DAP e altura total, dos indivíduos acima de 1,3m, não apresentaram correlação com nenhum atributo do solo. Em relação aos estágios ontogenéticos, Plântula e Imaturo 1 apresentaram, ambas, correlação com a variável Potássio (K). Jovem 2 apresentou grau de correlação positiva com as variáveis matéria orgânica e Ferro. Fósforo (P) apresentou correlação positiva com o estágio Jovem 1. Já, o teor de argila presente no solo apresentou correlação positiva com o estágio Adulto. Outros estudos, se fazem necessários, para entender a dominância da *E. edulis* nesses fragmentos e compreender como ela interage com outras espécies.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AB'SABER, A.; BERNARDES, N. *Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo*. Congresso Internacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1958.

ALVES, L. F. *Competição interespecífica e padrão espacial em uma população de Euterpe edulis Mart.* (Arecaceae). 1994. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ARANTES, B. L. 2013. Distribuição espacial e associação de habitat edáfico de *E. edulis* Mart. em uma floresta de restinga, Iniciação Científica em Biologia da Conservação, Universidade Estadual Paulista – UNESP Campus Botucatu, São Paulo.

Broschat, T.K. 2008. Guia de nutrição das Palmeiras. Universidade da Florida: Gainesville.

Coelho, G. M. Estrutura genética populacional em morfotipos de *Euterpe edulis* / Ilhéus, BA: UESC, 2010.

DIAS, A. C. et al. Pesquisa sobre palmito no Instituto Florestal de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PALMITO, 1, Curitiba, 1987. *Anais...* Curitiba, EMBRAPA/CNPB, p. 63-74. 1988.

FANTINI, A. C.; RIBEIRO, R. J.; GURIES, R. P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius - Arecaceae) na floresta ombrófila densa: potencial, problemas e possíveis soluções. *Sellowia*, n.49/ 52, p.256-80, 2000.

Fantini, A., Guries, R., 2007. Forest structure and productivity of palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. *For. Ecol. Manage.* 242, 185–194.

Fávaro, L. B.; Souza, A. L.; Maia, R. T.; Gaspar, R. O. 2021.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). Atlas dos remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2013-2014: relatório técnico. São Paulo, 2015.

Galetti, M. & Fernandez, J. C. (1998) Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic Forest: changes in industry structure and the illegal trade. *Journal of Applied Ecology*, 35, 294- 301.

GATSUK, L.E., SMIRNOVA, O.V., VORONTZOVA, L.V., ZAUGOLNOVA, L.B. & ZHUKOVA, L.A. 1980. Age states of plants of various growth forms: a review. *Journal of Ecology* 68:675-696.

Geografia histórica do café [recurso eletrônico] / Rogério Ribeiro de Oliveira e Adi Estela Lazos Ruiz, organizadores. – Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2018.

GUIMARÃES, L.A.O.P., SOUZA, R.G., Palmeira juçara : patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo / organizadores– Vitória, ES : Incaper, 2017. 68 p

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied Multivariate Statistical Analysis. 5. ed. Prentice Hall: Upper Saddle River, 2002. 767 p.

Mafei, Rodolpho Antunes. Dinâmica populacional de Euterpe edulis Martius em Floresta Ombrófila Densa no sul da Bahia / Rodolpho Antunes Mafei. -- São Carlos : UFSCar, 2011. 76 p.

MARTINS, S. V.; DE LIMA, D. G. Cultura de Palmeiras I: Palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 28p. (Série Cadernos Didáticos, 54)

Mendes E, Galdino F and Portela RdCQ (2022) Predicting the impacts of palm heart and fruit harvesting using Integral Projection Models. *Front. For. Glob. Change* 5:932454. doi: 10.3389/gc.2022.9324

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de Métodos de Estatística Multivariados. 1. ed. Minas Gerais: UFMG; 2005. 295 p.

Moreira, A. Mensuração da Palmeira Juçara (*Euterpes edulis* Mart.), como subsídio para o manejo da produção de frutos. ESAL, USP, 2013.

Nakazono, E. M. Costa. M. C., Futasugi, K., Paulilo, M. T. S. (2001). Crescimento inicial de Euterpe edulis Mart. em diferentes regimes de luz. *Revista brasileira de botânica*, São Paulo, 24 (2); 173-179.

Nogueira Jr, L. R., Fisch, S. T. V., Ballestro, S. D. (2003). Influência da umidade do solo no desenvolvimento inicial de plantas do palmiteiro Euterpe edulis Mart. em floresta nativa, revista biociências, Taubaté, SP, 9(1): 7-13

P.H.S. Brancalion et al. / *Forest Ecology and Management* 284 (2012) 78–85

Pizo, M.A., Von Allmen, C., Morellato, L.P.C., 2006. Seed size variation in the palm Euterpe edulis and the effects of seed predators on germination and seedling survival. *Acta Oecol.* 29, 311–315.

Plano de Manejo APA Serra da Mantiqueira, Associação pró-gestão das águas da bacia hidrográfica do rio paraíba do sul – AGEVAP Instituto Chico Mendes de Conservação da Ciodiversidade – icmbio ministério do meio ambiente – mma, 2018.

Portela, R. C., Santos, F. A., Caracterização dos estádios ontogenéticos de três espécies de palmeiras: uma proposta de padronização para estudos de dinâmica populacional, (2011).

Reis, M.S., Fantini, A.C., Nodari, R.O., Reis, A., Guerra, M.P., Mantovani, A., 2000. Management and conservation of natural populations in Atlantic rain forest: the case study of palm heart Euterpe edulis Martius. *Biotropica* 32, 894–902

Ribeiro et al. sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de Euterpe edulis mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG, (2011).

Rossi, M., Mapa pedológico do Estado de São Paulo, revisado e ampliado, Governo do Estado de São Paulo, 2017.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 392, DE 25 DE JUNHO DE 2007, Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, (Publicação - Diário Oficial da União – 26/06/2007).

RESOLUÇÃO CONAMA N1, DE 31 DE JANEIRO DE 1994.

Schoeninger, E, R; Kirchner, F, F. Quantificação e avaliação de parâmetros quali-quantitativos do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius), ao longo de um gradiente altimétrico em um sistema de informação geográfica. **floresta**, [s.l.], aug. 2003. issn 1982-4688.

Schachtman, D., Liu, W., 1999. Molecular pieces to the puzzle of the interaction between potassium and sodium uptake in plants. Trends Plant Sci. 4, 281–287.

Silva Matos, D.M., Freckleton, R.P., Watkinson, A.R., 1999. The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm. Ecology 80, 2635– 2650.

VENTURI, S., PAULILO, M. T. S., Esgotamento das reservas na semente de *Euterpe edulis* Mart. e efeito da nutrição mineral nas plântulas, 1998

Vitousek, P.M., Sanford, R.L., 1986. Ciclagem de nutrientes em floresta tropical úmida. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17, 137–167.

WILKS, S. D. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2006. 649 p.