



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MARIANE ZAMBONE SAKUMA

**SOBREVIVÊNCIA DE *PALMITO JUÇARA (EUTERPE EDULIS  
MART.)* EM EXPERIMENTOS DE REINTRODUÇÃO DA  
ESPÉCIE.**

---

Londrina  
2023

MARIANE ZAMBONE SAKUMA

**SOBREVIVÊNCIA DE PALMITO JUÇARA (*EUTERPE EDULIS*  
MART.) EM EXPERIMENTOS DE REINTRODUÇÃO DA  
ESPÉCIE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan

Londrina  
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

M333s Sakuma, Mariane Zambone.  
SOBREVIVÊNCIA DE PALMITO JUÇARA (EUTERPE EDULIS MART.) EM EXPERIMENTOS DE REINTRODUÇÃO DA ESPÉCIE. / Mariane Zambone Sakuma. - Londrina, 2023.  
43 f.

Orientador: José Marcelo Domingues Torezan.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2023.  
Inclui bibliografia.

1. Restauração ecológica - Tese. 2. Palmeira - Tese. 3. Microclima - Tese. 4. Clima - Tese. I. Torezan, José Marcelo Domingues . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

MARIANE ZAMBONE SAKUMA

**SOBREVIVÊNCIA DE PALMITO JUÇARA (*EUTERPE EDULIS*  
MART.) EM EXPERIMENTOS DE REINTRODUÇÃO DA  
ESPÉCIE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo  
Domingues Torezan  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. José Eduardo Lahoz da Silva  
Ribeiro  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Marcio Seiji Suganuma  
Universidade Federal de Santa Catarina -  
UFSC

---

Londrina, 28 de Fevereiro de 2023.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan, que me recebeu na universidade de forma acolhedora e teve toda paciência diante dos desafios de tempos tão difíceis.

Aos parceiros do Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas, que mesmo com pouco contato foram essenciais e me inspiraram a continuar. Em especial ao Roberto Chimentão, que contribui com seu tempo e disposição aos campos e a escrita do primeiro capítulo deste trabalho; e á Fátima Aparecida Arcanjo, que foi essencial para o desenvolvimento estatístico do primeiro capítulo.

Aos meus amigos da pós-graduação, Giovanna Camargo do Carmo, Priscila Frazato da Silva, Felipe dos Santos Machado Pereira, Lucas Henrique dos Santos, Nicholas Alexandre A. Pernambuco e tantos outros que estiveram presente e foram minha família em Londrina. Também ao Thiago Deruza Garcia que me auxiliou em uma das fases de mudanças.

Aos demais amigos de Londrina, Três Lagoas e Votuporanga, que acompanharam de perto todo processo.

Aos meus pais, que mesmo de longe, torceram por mim.

Á Universidade Estadual de Londrina (UEL), pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

Ao corpo docente, direção e administração pela experiência e oportunidade.

Á CAPES pela bolsa recebida (88887.499622/2020-00)

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram nesta jornada, meus sinceros agradecimentos.

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

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

“Le coût de la protection du milieu naturel est beaucoup plus faible que le coût de sa reconstitution. La défense de la nature est rentable pour les nations” - **Philippe St Marc**

SAKUMA, Mariane Zambone; TOREZAN, José Marcelo Domingues. **Sobrevivência de palmito juçara (*Euterpe edulis* Mart.) em experimentos de reintrodução da espécie.** 2022. 43 folhas. Dissertação Mestrado em Ciências Biológicas – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

## RESUMO GERAL

A exploração da *Euterpe edulis* motivada pela apreciação do seu palmito levou a espécie à ameaça de extinção, potencializado pela dificuldade de cultivo. A palmeira Juçara é uma espécie climática e mesófila e está associada a locais com alta umidade e temperaturas anuais amenas, sendo sensível a mudanças no habitat. De modo que o sucesso da restauração da espécie depende de uma série de fatores climáticos e microclimáticos. No primeiro capítulo, foi realizada uma revisão de literatura, a fim de montar um banco de dados com resultados de experimentos de restauração de *E. edulis*, no qual foram extraídos valores de taxa de sobrevivência, métodos de plantio usado e coordenadas geográficas. O objetivo do primeiro capítulo foi correlacionar a taxa de sobrevivência aos fatores climáticos de temperatura e precipitação, avaliando o método de plantio usado. Foram amostradas 18 literaturas, que somaram o total de 40 taxas de sobrevivência de experimentos de restauração, distribuídos pelos estados da Bahia, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Houve correlação positiva do método de plantio com sementes para fatores climáticos de temperaturas mínimas e precipitação em meses de seca, os experimentos com semente na superfície tiveram correlação com as variáveis de precipitação mais significativas; Já o método de plantio de mudas houve correlação significativa aos fatores temperatura. No segundo capítulo foram realizados experimentos de restauração de *E. edulis*, a partir de semeadura direta, em duas áreas de reflorestamentos distintas. No qual o objetivo foi avaliar a sobrevivência dos juvenis associado aos fatores microclimáticos de intensidade luminosa e abertura de dossel. Os resultados não demonstraram diferenças microclimáticas entre as áreas, porém houve diferença entre a taxa de sobrevivência sendo a Fazenda Escola a área com melhor desempenho.

**Palavras-chaves:** Restauração Ecológica, Sobrevivência de Mudas, Semeadura Direta, Extrativismo, Microclima, Clima.

## ABSTRACT

SAKUMA, Mariane Zambone; TOREZAN, José Marcelo Domingues. **Survival of juçara palm (*Euterpe edulis* Mart.) in reintroduction experiments.** 2022. 43 pp. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

## GENERAL ABSTRACT

The exploitation of *Euterpe edulis* motivated by the cooking of its heart of palm led the species to the threat of extinction, enhanced by the difficulty of cultivation. The Juçara palm is a climax and mesophilic species and is associated with places with high humidity and continuous mild temperatures, very sensitive to changes in habitat. Therefore, the success of the restoration of the species depends on a series of climatic and microclimatic factors. In the first chapter, a literature review was carried out in order to assemble a database with results of *E. edulis* restoration experiments, in which survival rate values, used planning methods and geographic coordinates were discovered. The objective of the first chapter was to correlate the survival rate with the climatic factors of temperature and precipitation, evaluating the used planting method. Eighteen literatures were sampled, which summed the total 40 survival rates of restoration experiments, distributed across the states of Bahia, São Paulo, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. There was positive of the seed planting method for climatic factors of minimum temperatures and precipitation in dry months, the experiments with seed on the surface had changed with the more tropical precipitation variables; The seedling planting method had a significant influence on the temperature factors. In the second chapter, experiments were carried out to restore *E. edulis*, from direct sowing, in two different reforestation areas. In which the objective was to evaluate the survival of juveniles associated with microclimatic factors of light intensity and canopy openness. The results did not show microclimatic differences between the areas, but there was a difference in the survival rate, with Fazenda Escola being the area with the best performance.

**Keywords:** Ecological Restoration, Seedling Survival, Direct Seeding, Non-Timber Forest Products, Microclimate, Climate.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b>   | <b>11</b> |
| 1.1 <i>EUTERPE EDULIS</i>  | 11        |
| 1.2 ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO   | 13        |
| 1.3 FATORES CLIMÁTICOS   | 14        |
| 1.4 FATORES MICROCLIMÁTICOS  | 15        |
| 1.5 REFERÊNCIAS  | 16        |
| <b>2. PADRÕES CLIMÁTICOS NAS RESPOSTAS DE EXPERIMENTOS DE REINTRODUÇÃO DE EUTERPE EDULIS</b>   | <b>22</b> |
| 2.1 INTRODUÇÃO   | 22        |
| 2.2 OBJETIVO   | 23        |
| 2.3 MATERIAIS E MÉTODOS  | 23        |
| 2.3.1 AMOSTRAGEM   | 23        |
| 2.3.2 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS   | 25        |
| 2.3.3 ANÁLISE DE DADOS   | 26        |
| 2.4 RESULTADOS   | 27        |
| 2.4.1 AMOSTRAGEM   | 27        |
| 2.4.2 MUDAS  | 27        |
| 2.4.3 SEMENTES   | 27        |
| 2.5 DISCUSSÃO  | 28        |
| 2.6 CONCLUSÃO  | 29        |
| 2.7 REFERÊNCIAS  | 29        |
| <b>3. SOBREVIVÊNCIA DE JUVENIS DE PALMEIRA JUÇARA (EUTERPE EDULIS) ORIUNDOS DE SEMEADURA A LANÇO EM DOIS SÍTIOS DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ESTACIONAL NOS MUNICÍPIOS DE ALVORADA DO SUL E LONDRINA, NORTE DO PARANÁ.</b> | <b>32</b> |
| 3.1 INTRODUÇÃO   | 32        |
| 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS  | 33        |
| 3.2.1 ÁREA DE ESTUDOS  | 33        |
| 3.2.2 COLETA DE DADOS  | 34        |
| 3.2.3 EXPERIMENTO DE SEMEADURA   | 34        |
| 3.3 RESULTADOS   | 36        |
| 3.4 DISCUSSÃO  | 37        |
| 3.5 CONCLUSÃO  | 37        |
| 3.6 REFERÊNCIAS  | 38        |
| <b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>   | <b>41</b> |
| <b>5. APÊNDICES</b>  | <b>42</b> |

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 *EUTERPE EDULIS*

Pertencente à família *Arecaceae*, a palmeira *Euterpe edulis*, conhecida popularmente como Juçara, possui ampla distribuição, com ocorrência na Costa Atlântica do Brasil e áreas adjacentes (Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), alcançando o nordeste argentino (Misiones) e sudeste paraguaio (Carvalho, 2002), e também foram encontrados registros da espécie no Mato Grosso do Sul (CGMS), Mato Grosso (HERBAM), Pará (IAN), Maranhão (IAN) e Tocantins (CEN). Vinculada a áreas de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual e Estacional Semidecídua (Vianna, 2020), com algumas ocorrências em Floresta Ombrófila Mista e em matas ciliares de paisagens de Cerrado, com altitude entre 700m e 900m (Carvalho, 2003; Lorenzi, 1992; Reis *et al.*, 2000). É uma espécie climática, perenifolia, heliófita, mesófila, e, portanto, a sua distribuição geográfica está vinculada a locais com alta umidade, de 700mm a 1200mm de precipitação (Carvalho, 2003; Lorenzi *et al.*, 2010) e temperaturas médias anuais entre 17 e 23°C (Guimarães *et al.*, 2018).

*E. edulis*, diferencia-se das demais espécies do gênero pelo estipe único, de 20 a 30m, liso, não possui propagação vegetativa ou rebrotamento, o que causa a morte do indivíduo após o corte (Henderson *et al.*, 1995; Lorenzi *et al.*, 2010; Martinelli; Moraes, 2013; Tsukamoto Filho *et al.*, 2001; Vianna, 2020). Possui diâmetro do caule a 1,3m (DAP) de 10 a 20cm, folhas pinadas alternas de até 2,5m, com bainhas verdes desenvolvidas que formam um coroamento no ápice do caule, onde se desenvolve o palmito, que chega até 1,5m (Anjos *et al.*, 1998; Lorenzi *et al.*, 2010; Nogueira *et al.*, 2003; Silva, 1991; Vianna, 2020). Possui inflorescências infrafoliares, com raque e inúmeras ráquias onde localizam-se flores estaminadas e tríades (Mantovani; Morellato, 2000; Vianna, 2020). A autofecundação é possível, porém são preferencialmente alógamas, cruzamento entre indivíduos diferentes, com polinização entomófila (Mantovani; Morellato, 2000). Os frutos estão organizados em cachos, e estes pesam em média 1 Kg, podendo chegar até 3 Kg (Reis, 1995; Henderson *et al.*, 2000; Queiroz, 2000). As sementes possuem alto teor de umidade (Bovi; Cardoso, 1978; Lin, 1986; Queiroz, 2000), germinação lenta e desuniforme (Guimarães *et al.*, 2018; Martins-Corder *et al.*, 2006; Queiroz, 2000), alta taxa de germinação, entre

80% e 100% de viabilidade (Fischer *et al.*, 1997; Lin, 1986; Reis *et al.*, 1999) porém com perda de umidade gradativa, de modo que há perda de viabilidade quando a umidade está abaixo de 28%, o que caracteriza as sementes como recalcitrantes (Martins *et al.* 2009; Reis *et al.*, 1999; Wen e Cai, 2014).

Há diferenças no período de floração de acordo com a região de ocorrência, sendo de setembro a dezembro na região Sul do Brasil e de maio a novembro nas demais localidades (Carvalho 2003; Guimarães *et al.*, 2018; Lorenzi, 1992; Lorenzi, 2010). Dispersam as sementes por autocoria em um raio de até 5m, porém por permanecerem boa parte do ano com frutos disponíveis, possuem grande interação com a fauna, tendo dispersão zoocórica por espécies de aves e mamíferos (Galetii *et al.*, 2015; Reis, 1995; Reis e Nageyama, 2000; Pizo e Allmen, 2006).

Em locais onde a Juçara foi totalmente explorada, mesmo que ainda exista cobertura florestal, a recomposição natural através do banco de plântulas é um processo mais lento por depender da chegada de sementes por dispersores (Fantini, 2000b; Nodari *et al.*, 2000).

A alta produção de frutos somada à dispersão autocórica e zoocórica caracteriza uma estratégia de regeneração através de banco de plântulas (Conte *et al.*, 2000), que se desenvolvem rapidamente quando ocorrem mudanças significativas na disponibilidade de luz do sub-bosque (Augspurger, 1984; Coutinho *et al.*, 2007), podendo formar manchas densas. Porém, mesmo sendo relativamente tolerantes à sombra, há alta competição entre os juvenis da espécie e de outras espécies por luz solar o que interfere na sobrevivências das plântulas de palmito (Charão; Vaca, 2000, Conte *et al.*, 2000), uma vez que possuem crescimento limitado sob forte sombreamento, assim como sob altas irradiâncias (>50%) (Dos Santos, 2012; Nakazono *et al.*, 2001; Nodari *et al.*, 1999; Paulilo, 2000), dependendo diretamente do aparecimento de clareiras para o desenvolvimento das plântulas (Paulilo, 2000).

*E. edulis* é uma espécie com alto valor econômico, tanto pela comercialização do palmito e, mais recentemente, também dos frutos para a produção de “açai” (a polpa do fruto de espécies do gênero *Euterpe* que leva o nome popular das espécies amazônicas). A alta demanda de consumo dos palmitos e a intensa exploração (Schulz *et al.*, 2016), somada à impossibilidade de cultivo da espécie em monocultura a céu aberto (Martinelli; Moraes, 2013) levou a Juçara à Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Brasil, 2008). A crescente fragmentação dos ambientes de ocorrência natural da população (Reis *et al.*, 2000) também dificulta a

regeneração natural, por promover mudanças drásticas no ambiente, dificultando o recrutamento e estabelecimento de novos indivíduos (Lindenmayer; Fischer, 2013).

Políticas públicas, como a Resolução SMA 16/94 do estado de São Paulo, e Lei Federal nº 11.428/2006, são instrumentos jurídicos que já atuam no estabelecimento de procedimentos para o controle da exploração da palmeira juçara, (Fanelli *et al.*, 2012; Matos; Bovi, 2002; Souza; Vidal, 2016), porém são poucos os incentivos a restauração da espécie.

Diversos estudos abordaram o uso de *E. edulis* no enriquecimento florestal (Cavalheiro *et al.*, 2002), possivelmente em função da espécie ser considerada “espécie-chave” nos ecossistemas de Mata Atlântica, por produzir muitas flores e frutos e alimentar a fauna em períodos de escassez de recursos (Silva *et al.*, 2017), revelando grande potencial na sucessão florestal (Favreto *et al.*, 2010; Reis; Kageyama, 2000, Ribeiro *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2016) como também alto potencial econômico (Cembraneli *et al.*, 2009), que pode contribuir para geração de renda a partir dos reflorestamentos (Grimes *et al.*, 1994; Lamb *et al.*, 2005).

## 1.2 ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO

A recomposição de palmitais em áreas com cobertura vegetal pode ser feita por plantio de frutos, sementes ou mudas (Moura Netto, 1986; Sansevero *et al.*, 2006; Souza, 2011; Vale, 2019; Yamazoe, 1990). Diversos estudos testaram a melhor forma de realizar a recomposição da população através de experimentos com diferentes sistemas de reintrodução, sendo eles: semeadura direta com frutos, semeadura direta com sementes, frutos enterrados, sementes enterradas e uso de mudas (Fantini, 2000a; Nodari *et al.*, 2000; Favreto *et al.*, 2010; Corrêa, 2019), buscando estabelecer bases para a recomposição mais viável das populações, levando em conta os custos, o tempo de execução, a demanda por mão de obra, a frequência de manutenção, a disponibilidade local de sementes, bem como fatores bióticos e abióticos do local a sofrer intervenção (Nodari *et al.*, 2000)

Nodari *et al.* (2000) concluíram que o sistema de recomposição através do plantio de mudas tem maior potencial, com taxa de sobrevivência de 62,3% em um período de 64 meses, devido à seleção feita ainda nos viveiros, que elimina grande número de sementes que seriam inviáveis ou de plântulas com poucas chances de sobrevivência; outra vantagem é quanto ao menor índice de predação, sendo um dos métodos mais indicado para áreas com escassez de sementes. Porém, o sistema de

plântio de mudas é necessariamente manual, sendo menos eficiente economicamente devido a gastos elevados com recursos materiais e humanos em campo (Nodari *et al.*, 2000).

Outros métodos também foram analisados por Nodari *et al.* (2000) e Reis *et al.* (1992) no qual destacou-se o a recomposição por sementes e frutos enterrados, que tiveram maior desempenho do que na sementeira a lanço, obtendo uma taxa de 37,8% de sobrevivência para frutos enterrados e 62,6% de sobrevivência para sementes, em um período de 64 meses, enquanto para frutos na superfície a taxa de sobrevivência foi de 27,6% e para sementes, 20,1%, em um período de 64 meses. O melhor desempenho da germinação e sobrevivência de frutos e sementes enterradas está vinculado à proteção promovida pelo solo contra dessecação, fator decisivo para espécies com sementes recalcitrantes. Em diversos estudos este método foi o mais recomendado para ambientes de floresta secundária ou em florestas degradadas, devido à combinação da eficiência com baixo custo de manutenção (Nodari *et al.*, 1987, Reis *et al.*, 1992)

### 1.3 FATORES CLIMÁTICOS

Os fatores climáticos, principalmente a temperatura e a pluviometria, estão diretamente ligados ao estabelecimento, à distribuição e à sobrevivência de espécies vegetais (Anderegg; Hillerislammers, 2016; Trueba *et al.*, 2017). Mudanças climáticas naturais ou agravadas por ação antrópica estão associadas a eventos de mortalidade generalizada de espécies vegetais (McDowell *et al.*, 2008; Menezes-Silva, 2019), somadas à perda de biodiversidade, a mudanças no ciclo do carbono e da água (Frank *et al.*, 2015).

Modelos de previsão sugerem que as mudanças climáticas estão levando a um aumento das temperaturas, associado à drástica redução no volume de chuva em algumas regiões, e aumento em outras (IPCC, 2014), que possivelmente resultarão em mudanças na composição de espécies dos ecossistemas. Os efeitos destes eventos climáticos em regiões tropicais são potencializados pelo grande número de espécies mais sensíveis ao clima (Becklin *et al.*, 2016; Lapola *et al.* 2017; Urban, 2015; Wiens, 2016). Para a Mata Atlântica foram criados modelos de previsão para o efeito das mudanças climáticas sobre a família Arecaceae, sugerindo que as mudanças climáticas afetam as espécies dentro do gênero de modo diferente, aumentando a

vulnerabilidade de espécies mais sensíveis e favorecendo, muitas vezes, espécies invasoras (Menezes-Silva *et al.*, 2019; Sorte *et al.*, 2013; de Souza; Prevedello 2021).

De Souza e Prevedello (2021) destacam a importância da investigação do efeito climático sobre as espécies vegetais, no qual os autores realizam uma projeção de adequação ambiental, obtendo uma previsão de redução da população de *E. edulis* devido a adequação climática da espécie, sendo classificada pelos autores como uma espécie vulnerável. Os autores sugerem também que as mudanças climáticas irão gerar uma forte pressão ecológica sobre o gênero *Euterpe*, favorecendo *E. oleracea*, que possui maior afinidade com as condições climáticas previstas e afetando *E. edulis* de forma negativa, reduzindo a sua distribuição geográfica, devido à previsão de aumento de temperaturas e diminuição da precipitação nas regiões de florestas sazonais e densas. *E. edulis* possui baixa tolerância a secas, o que sugere que as populações da espécie serão restritas à porção sul da Mata Atlântica (Bakkenes *et al.*, 2002; Zwiener *et al.*, 2018).

#### 1.4 FATORES MICROCLIMÁTICOS

A dinâmica florestal cria uma heterogeneidade espacial imprecisa e variável, umidade, intensidade luminosa, (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007), e nutrientes no solo (Illenseer; Paulilo, 1998; Neuburger *et al.*, 2010). A abertura de clareiras é um exemplo de mudanças no ambiente, que afeta diretamente a dinâmica florestal, promovendo maior irradiação solar em áreas de alguns metros quadrados até centenas, o que permite o recrutamento de outras espécies (Givnish, 1999).

A fragmentação promove forte alteração da paisagem, o que gera mudanças microclimáticas mais intensas, que podem limitar a sobrevivência e o desenvolvimento da vegetação no local (Leal *et al.*, 2021), promovido pelo aumento da temperatura e a perda de umidade no ambiente (Wen; Cai, 2014). Leal *et al.* (2021), afirmam que as modificações na paisagem são a principal causa do decaimento da abundância de *E. edulis*.

O microclima tem grande influência nas primeiras etapas do ciclo vida das plantas e, para *E. edulis*, é um fator decisivo, uma vez que a umidade, tanto do solo quanto do ar, são essenciais para a germinação das sementes recalcitrantes, assim como para o desenvolvimento e recrutamento das plântulas, que se dá a partir de níveis maiores de intensidade luminosa (Neuburger *et al.*, 2010; Tabarelli; Mantovani, 1997). Em ambientes muito degradados, as alterações na cobertura do dossel, que

aumentam os níveis de intensidade luminosa, prejudicam a germinação e o recrutamento das plântulas, devido ao dessecamento das sementes e ao déficit hídrico sobre indivíduos jovens (Leal *et al.*, 2021).

### 1.5 REFERÊNCIAS

- ANDEREGG, Leander. D.; HILLERISLAMBERS, Janneke. Drought stress limits the geographic ranges of two tree species via different physiological mechanisms. **Global Change Biology**, Seattle, 22(3), p.1029-1045, 2016.
- AUGSPURGER, Carol. K. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. **Journal of ecology**, Urbana, 72, p. 777-795, 1984.
- BAKKENES, Michel., ALKEMADE, J. R. M., Ihle, F., Leemans, R., e Latour, J. B. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. **Global change biology**, Bilthoven, 8(4), p. 390-407, 2002.
- BECKLIN, Katie, M.; ANDERSON, Jill, T.; GERHART, Laci, M.; WADGYMAR, Susana, M.; WESSINGER, Carolyn. A.; WARD, Joy K. Examining plant physiological responses to climate change through an evolutionary lens. **Plant physiology**, Manhattan, 172(2), p. 635-649, 2016.
- BOVI, Marilene Leão Alves; CARDOSO, Mário. **Conservação de sementes de palmitero (*Euterpe edulis*)**. *Bragantia*, 37, p. 65-71, 1978.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. *Palmitero: Euterpe edulis*. In: CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho, **Espécies arbóreas brasileiras**. V. 1. Brasília: Embrapa, 2003. Informação Tecnológica. p. 699-708.
- CAVALHEIRO, Alba Lucia; TOREZAN, José Marcelo Domingues; FADELLI, Laercio. Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. In: MEDRI, Moacyr. E.; BIANCHINI, Edmilson.; SHIBATTA, Oscar. A.; PIMENTA, José A. (eds.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: UEL, 2002. p. 213- 224.
- CHARÃO, L. S.; VACA, J. A. A. Dispersão de sementes e regeneração de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) na floresta estacional decidual – RS, Brasil. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6. 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera. 2000. p. 99.
- CONTE, Rudimar; REIS, Ademir; MANTOVANI, Adelar; MARIOT, Alexandre; FANTINI, Alfredo Celso; NODARI, Rubens Onofre; REIS, Mauricio Sedrez. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) na Floresta Ombrófila Densa da Encosta Atlântica. In: REIS, Mauricio Sedrez; REIS, Ademir (eds). ***Euterpe edulis* (palmitero): Biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p. 106-130.
- COUTINHO, R. P.; OLIVEIRA NETO, S. N.; LELES, P. S. S.; COUTINHO, M. P.; MARTINS, S. V.; PEREIRA, C. R. Influência de fatores ambientais no crescimento de espécies florestais em plantio de enriquecimento. In: CONGRESSO

- BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramado-RS. **Resumo expandido**. Conquistas e desafios da Ciência do Solo, 2007. p. 205-206.
- CROMBERG, V. U.; BOVI, M. L. A. Possibilidades do uso do palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.) na recuperação de áreas degradadas de mineração. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 688-691, mar 1992.
- DRANSFIELD, J.; UHL, N. W.; ASMUSSEN, C.B.; BAKER, W. J.; HARLEY, M. M.; LEWIS, C. E. Genera Palmarum – The Evolution and Classification of Palms. **Royal Botanical Gardens**, Kew: Kew Publishing. P. 732. 2008.
- GALETTI, M. Fruiting phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic forest of Brazil. **Ecotropica**, 5, p.115-122, 1999.
- GUIMARÃES, Lorena Abdalla de Oliveira; SOUZA, Roberta Guimarães; DAN, Maurício Lima; GUIMARÃES, Maristela Aparecida Dias. Emergence and vigor of *Euterpe edulis* seedling under shading levels and the presence and absence of the pericarp. **IDESIA**. v. 36, n1. Chile, p.49-55. 2018.
- FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA JUNIOR, L. R. 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.
- FILHO, A. D. A. T.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; de MORAIS, A. R. (2001). Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, Lavras: Universidade Federal de Lavras, 7(1), p. 041-053, 2001.
- FANTINI, A. C. O uso de programação linear para otimizar o manejo de populações naturais de palmiteiro (*Euterpe edulis*) na mata atlântica. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 348-350.
- FANTINI, A. C.; GURIES, R. P. Estrutura da população e produtividade do palmiteiro (*Euterpe edulis*) sob manejo em floresta primária na mata atlântica. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Resumos técnicos**. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 295-297.
- FRANK, D.; REICHSTEIN, M.; BAHN, M.; THONICKE, K.; FRANK, D.; MAHECHA, M. D.; ZSCHEISCHLER, J. Effects of climate extremes on the terrestrial carbon cycle: concepts, processes and potential future impacts. **Global change biology**, 21(8), p. 2861-2880, 2000.
- FAVRETO, R.; MELLO, R. S. P. ; BAPTISTA, Luís Rios de Moura . Growth of *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) under forest and agroforestry in southern Brazil. **AGROFORESTRY SYSTEMS**, v. 80, p. 303-313, 2010.
- GALETTI, Mauro; BOVENDORP, Ricardo S.; GUEVARA, Roger. Defaunation of large mammals leads to an increase in seed predation in the Atlantic forests. **Global Ecology and Conservation**. V.3, p. 824-830, 2015.
- GIVNISH, T. J. On the causes of gradients in tropical tree diversity. **Journal of ecology**, 87(2), p. 193-210, 1999.

- HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. Field Guide to the Palms of the Americas. **Princeton University Press**, Princeton: New Jersey, USA, p. 352, 1995.
- HENDERSON, A.; REIS, M. D.; REIS, A. *Euterpe edulis* Martius—(palmitreiro) biologia, conservação e manejo. **The genus Euterpe in Brazil**, p. 1-22, 2000.
- ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. Interação entre os efeitos da luz e da nutrição mineral sobre o crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. **Resumos**. Salvador: Universidade Federal da Bahia: Instituto de Biologia, p. 216, 1998.
- IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by C. B. Field *et al.* Cambridge/New York, Cambridge university Press/IPCC, 2014.
- KAHN, F.; de CASTRO, A. The palm community in a forest of central Amazonia, Brazil. **Biotropica**, p. 210-216, 1985.
- LAPOLA, D. M.; PRADO, H.; RIUS, B. F. ; DARELA-FILHO, J. P. ; SOUZA, Y. S. ; DOMINGUES, T. F.; OMETTO, J. P. H. B. ; BALDASSIN, A. ; FLEISCHER, KATRIN ; RAMMIG, A. . Assessing the response of highly diverse tropical ecosystems to climate change with the CAETÊ model: heuristic and first results. In: 39th New Phytologist Symposium - Trait covariation: Structural and functional relationships in plant ecology, 2017, **Exeter**. Abstract Book, 2017
- LIN, S. S. 1986. Efeito do tamanho e maturidade sobre a viabilidade, germinação e vigor do fruto de palmitreiro. **Revista Brasileira de Sementes**, 8(1): 57-66
- LINDENMAYER, D. B.; FISCHER, J. Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis. **Island Press**. Whashington, DC. 2013.
- LEAL, A.; BENCHIMOL, M.; FARIA, D.; DODONOV, P.; CAZETTA, E. Landscape-scale forest loss shapes demographic structure of the threatened tropical palm *Euterpe edulis* mart. (Arecaceae). **Forest Ecology and Management**, v. 502, 15 dez 2021.
- LORENZI H.; KAHN F.; NOBLICK L. R.; FERREIRA, E. **Flora Brasileira – Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 368, 2010.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa, Editora Plantarum, p. 222, 1992.
- MARTINELLI, Gustavo; MORAES, Miguel. **Livro vermelho da flora do Brasil**. 1 ed. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.
- MARTINS-CORDER, Maisa Pimentel; SALDANHA, Cleber Witt. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênies de *Euterpe edulis* Mart. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5. Viçosa: Sociedade de Investigação Florestal, p. 693-699, 2006.
- MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C.. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitreiro. **Sellowia**, v. 49-52, p. 23-38. Itajaí, 2000.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Ed 1, São Paulo: Oficina de textos. P. 208, 2017.

- MATOS D.M.; WATKINSON A.R. The fecundity, seed, and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 30, p. 595–603, 2006.
- MCDOWELL, N.; POCKMAN, W. T.; ALLEN, C. D.; BRESHEARS, D. D.; COBB, N.; KOLB, T.; ...; YEPEZ, E. A. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought?. **New phytologist**, v. 178(4), p. 719-739, 2008.
- MENEZES-SILVA, P. E.; LORAM-LOURENÇO, L.; ALVES, R. D. F. B.; SOUSA, L. F.; ALMEIDA, S. E. D. S.; FARNESE, F. S. Different ways to die in a changing world: Consequences of climate change for tree species performance and survival through an ecophysiological perspective. **Ecology and evolution**, v. 9(20), p. 11979-11999, 2019.
- MOURA NETTO, B. V. Sobrevivência de *Euterpe edulis* Mart. em plantio sob diferentes tipos de vegetação. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, n. 40 a, p. 99-107, 1986.
- NAKAZONO, E.; COSTA, M. C. D.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, p.173-179, 2001.
- NEUBURGER, M., SOUZA, T. V. D., & PAULILO, M. T. S. **Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes.** Rodriguésia, v. 61, p. 157-165, 2010.
- NODARI, R. O.; FANTINI, A. C.; REIS, A.; REIS M. S. Restauração de população de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) na Mata Atlântica. 2000. In: Reis MS, Reis A (eds), ***Euterpe edulis* (palmito): Biologia, conservação e manejo.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p. 106-130.
- NODARI, R. O.; REIS, M. S.; FANTINI, A. C.; MANTOVANI, A.; RUSCHEL, A.; WELTER, L. J. Crescimento de mudas de palmito (*Euterpe edulis*) em diferentes condições de sobreamento e densidade. Revista Árvore. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 23, n.3, p. 285-292, 1999.
- NODARI, R. O.; GUERRA, M. P.; REIS, A.; REIS, M. S.; MERIZIO, D. 1987. Eficiência dos sistemas de implantação do palmito em mata secundária. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM PLANTIO, 1º. Curitiba, 1987. **Anais**, Colombo, CNPF/EMBRAPA. P. 165-172.
- NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; FISCH, S. T. V.; BALLESTERO, S. D. Efeito da umidade do substrato e sobreamento no estabelecimento de plântulas de *Euterpe edulis* Mart. em viveiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 47., 1996, Nova Friburgo. **Resumos**. Rio de Janeiro: Sociedade Botânica do Brasil, 1996. p. 386
- PAULILO, M. T. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis*: Comportamento em relação a variação de luz. 2000. In: Reis MS, Reis A (eds), ***Euterpe edulis* (palmito): Biologia, conservação e manejo.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p. 106-130.
- PALMWEB (2020). Palmweb: Palms of the World Online. Published on the internet: <http://www.palmweb.org> Acesso em: 15 jul. 2021.
- PIZO, A. M.; SIMÃO, I. Seed deposition patterns and the survival of seeds and seedling of the palm *Euterpe edulis*. **Acta Oecologica** 22 p. 229-223, 2001.

- PIZO, M. A., VON ALLMEN, C., & MORELLATO, L. P. C. Seed size variation in the palm *Euterpe edulis* and the effects of seed predators on germination and seedling survival. *Acta oecologica*, v. 29(3), p. 311-315, 2006.
- QUEIROZ, M. D. **Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmito *Euterpe edulis* Martius–Arecaceae**. Sellowia, v. 45(48), p. 39-59, 2000.
- REIS, M. S., FANTINI, A., C., NODARI, R. O., REIS, A., GUERRA, M. P., & MANTOVANI, A. Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica*. v. 32(4b), p. 894-902, 2000.
- RIBEIRO, T. M.; MARTINS, S. V.; LANA, V.M.; SILVA, K.A. Sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de *Euterpe edulis* Mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 35, p. 1219–1226, 2011.
- REIS, A. **Dispersão de eementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. 1995. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 1995.
- REIS, A.; KAGEYAMA, P.Y. Dispersão de sementes do palmito (*Euterpe edulis* Martius – Palmae). In: Reis, M.S. & Reis, A. (eds). ***Euterpe edulis* Martius (Palmito): biologia, conservação e manejo**. Herbário Barbosa Rodrigues. Sellowia, v. 45-48, p. 60-92, 2000.
- SANSEVERO, J. B. B.; PIRES, J. D. A.; PEZZOPANE, J. E. M. Caracterização ambiental e enriquecimento da vegetação de áreas em diferentes estágios sucessionais (pasto, borda, clareira e floresta). **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**, v. 4(07), 2006.
- SILVA, J. Z.; BERNARDI, A. P.; MONTAGNA, T.; MACHADO, M. X.; ZANCHETTI, F.; SALAZAR FILHO, H. O.; REIS, M. S. Fauna associada ao consumo de frutos de *Euterpe edulis* (Martius), uma espécie chave para conservação de aves e mamíferos da Mata Atlântica, na Floresta Nacional de Ibirama/SC (FLONA Ibirama). In: VIII SEMINÁRIO DE PESQUISA E VIII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO ICMBio, 2016, Brasília. **Anais** do VIII Seminário de Pesquisa e VIII Encontro de Iniciação Científica do ICMBio, 2016.
- SORTE, C. J.; IBÁÑEZ, I.; BLUMENTHAL, D. M.; MOLINARI, N. A.; MILLER, L. P.; GROSHOLZ, E. D.; ... DUKES, J. S. Poised to prosper? A cross-system comparison of climate change effects on native and non-native species performance. **Ecology letters**, v.16(2), p.261-270, 2013.
- SOUZA, S. E. X. F.; VIDAL, E. Aspectos ecológicos e socioeconômicos dos atuais sistemas de manejo de juçara (*Euterpe edulis* Mart.). In: II Workshop de Pesquisa Científica do PESM - Núcleo Picinguaba, 2016, Ubatuba. **Anais** do 2 Workshop de Pesquisa Científica do PESM - Núcleo Picinguaba. São Paulo: Instituto Florestal, 2015.
- SOUZA, Luana Santos de. **Enriquecimento com *Campomanesia phaea* (Berg.) Landr. e *Euterpe edulis* Martius em fragmentos de floresta ombrófila densa em estágio secundário**. 2011. VIII, 62 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011.

- SOUZA, A. C.; PREVEDELLO, J. A. Climate change and biological invasion as additional threats to an imperiled palm. **Perspectives in Ecology and Conservation**. Rio de Janeiro: ABEC. 19(2), p. 216-224, 2021.
- SANTOS, M. L. S. FRANÇA, S.; NASCIMENTO, J. L.; dos ANJOS SILVA, L. MIELKE, M. S. Low light availability affects leaf gas exchange, growth and survival of *Euterpe edulis* seedlings transplanted into the understory of an anthropic tropical rainforest. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 74, n. 3, p. 167-174, 2012.
- SCHULZ, Mayara; BORGES, Graciele da Silva Campelo; GONZAGA, Luciano Valdemiro; COSTA, Ana Carolina Oliveira; FETT, Raseane. Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 89, p. 14-26, 2016.
- TSUKAMOTO FILHO, A. de A. **Introdução do palmitheiro (*Euterpe edulis* Martius) em sistemas agroflorestais em Lavras – Minas Gerais**. 1999. 148 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- TRUEBA, S., POUTEAU, R., LENS, F., FEILD, T. S., ISNARD, S., OLSON, M. E., & DELZON, S. Vulnerability to xylem embolism as a major correlate of the environmental distribution of rain forest species on a tropical island. **Plant, Cell & Environment**, v. 40(2), p. 277-289, 2017.
- URBAN, M. C. Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, v. 348(6234), p. 571-573, 2015.
- VALE, C. P. Z. ***Euterpe edulis* (Arecaceae) e o enriquecimento de áreas restauradas de Mata Atlântica: o papel dos filtros ambientais**. 2019. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas
- VIANNA, S.A. (2020) *Euterpe* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15712>>. Acesso em: 22 jun. 2022
- VON ALLMEN C.; MORELLATO L. P. C.; PIZO M. A. Seed predation under high seed density condition: the palm *Euterpe edulis* in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, p. 471-474, 2004.
- WEN, B. E CAI, Y. Seed viability as a function of moisture and temperature in the recalcitrant rainforest species *Baccaurea ramiflora* (Euphorbiaceae). **Ann. For Sei.** V. 71 (8), p. 853- 861, 2014.
- WIENS, J. J. Climate-related local extinctions are already widespread among plant and animal species. **PLoS biology**, v. 14(12), 2016.
- YAMAZOE, G.; DIAS, A. C.; MOURA NETTO, B. V. DE; GARRIDO, L. M. DO A. G. Enriquecimento de vegetação secundária com *Euterpe edulis* Martius. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 55-67, 1990.
- ZWIENER, V. P.; LIRA-NORIEGA, A.; GRADY, C. J.; PADIAL, A. A.; VITULE, J. R. Climate change as a driver of biotic homogenization of woody plants in the Atlantic Forest. **Global Ecology and Biogeography**, v. 27(3), p.298-309, 2018.

## 2. PADRÕES CLIMÁTICOS NAS RESPOSTAS DE EXPERIMENTOS DE REINTRODUÇÃO DE *EUTERPE EDULIS*.

### 2.1 INTRODUÇÃO

*Euterpe edulis* (Arecaceae), conhecida popularmente como Juçara, é uma palmeira muito apreciada pelo seu palmito. A espécie, que possui ciclo de vida longo (Guimarães; Souza, 2017), levando até 10 anos para atingir o estágio adulto, não se adapta a cultivo em monocultura, por ser uma espécie esciófita, ou seja, possui adaptações fisiológicas para crescimento em ambiente parcialmente sombreado e não rebrota após o corte (Guimarães; Souza, 2017; Martins; Souza, 2009). A soma destas características levou a espécie para a lista vermelha como uma espécie ameaçada (MMA, 2008).

Existem ainda algumas lacunas no conhecimento da ecologia da espécie, principalmente no que diz respeito à sua tolerância ao sombreamento (Guimarães; Souza, 2017). Porém é consenso que os fatores abióticos têm grande influência na sobrevivência e desenvolvimento das plantas (Malheiros, 2016; Borém *et al.*, 2021), e o estresse climático causado por mudanças no ambiente está diretamente ligado à perda de biodiversidade, afetando espécies que necessitam de habitats mais específicos, como o caso de *E. edulis* (Souza; Prevedello, 2021).

Estudos realizados por Zwiener *et al.* (2018) e Bakkenes *et al.* (2002) mostraram a influência do clima sobre a distribuição de plantas nativas. Muller *et al.*, (2014) em publicação recente discutiu o efeito das mudanças climáticas sobre *E. edulis*, e aponta alteração na distribuição das populações vinculada às mudanças climáticas, uma vez que o aumento da temperatura e a diminuição da precipitação influenciam o estabelecimento de populações de espécies como *E. edulis*, que possui baixo nível de tolerância ao déficit hídrico e a altas temperaturas (Gatti *et al.* 2014; Menezes-Silva *et al.*, 2018; Souza e Prevedello, 2020)

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos buscando melhores métodos para restaurar populações e para promover o manejo sustentável (Maier *et al.*, 2018; Chagas, 2015), bem como buscando formas alternativas de se utilizar e comercializar produtos obtidos de *E. edulis* (Vale, 2019; Souza, 2015). Neste cenário aumenta a importância do estabelecimento claro dos limites de temperatura e precipitação adequados à germinação, ao estabelecimento e à sobrevivência da espécie.

Sendo assim, neste estudo, buscou-se analisar resultados de experimentos de reintrodução de *E. edulis*, buscando detectar possíveis padrões associados com variáveis climáticas como a temperatura e a pluviosidade. Embora os padrões climáticos na área de distribuição geográfica atual da espécie sejam bem conhecidos, o estudo da correção do método de plantio a sobrevivência pode contribuir para o melhor estabelecimento de populações da espécie.

## 2.2 OBJETIVOS

Este trabalho possui como objetivo principal revisar a literatura contendo resultados de experimentos de campo com *E. edulis* e compilar resultados, visando buscar padrões associados aos fatores climáticos que influenciam as taxas de sobrevivência de *E. edulis* nestas condições.

## 2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

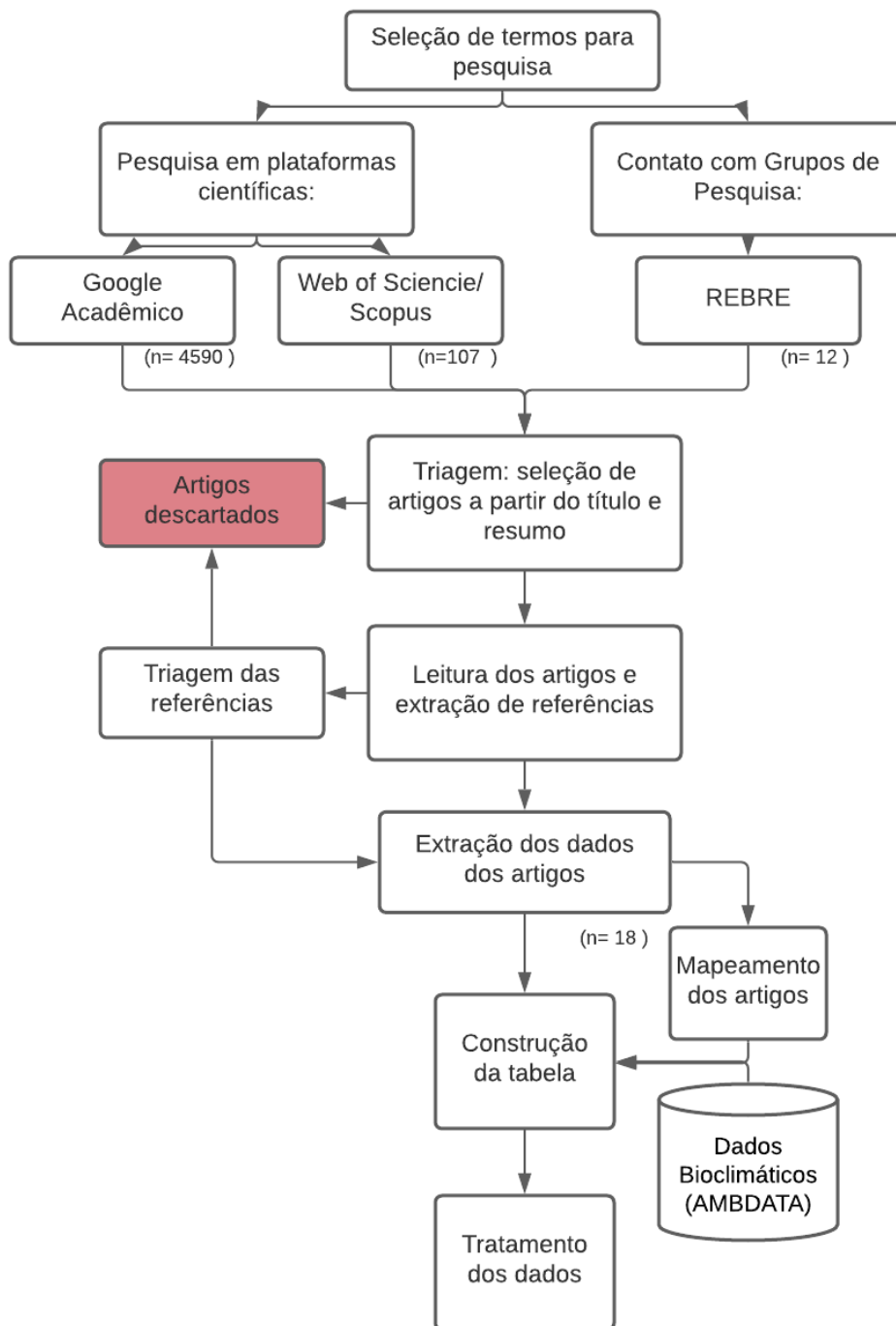
### 2.3.1 Amostragem

Foi realizada uma revisão sistemática nos principais mecanismos de busca, utilizando os termos “*E. edulis*”, “Sobrevivência”, “Mortalidade” e “Restauração” (assim como os seus equivalentes em inglês), buscando localizar artigos científicos, dissertações, teses e outros trabalhos de conclusão de curso, assim como “literatura cinza” (relatórios técnicos, resumos de congresso etc.).

As buscas foram realizadas inicialmente na plataforma *Web of Science* e na plataforma *Scopus* e posteriormente, dado o baixo número de trabalhos localizados, também na plataforma Google Acadêmica. Além disso, foi feita uma consulta à Rede Brasileira de Restauração (REBRE), no intuito de mobilizar os seus membros e conseguir dados de pesquisas que não foram finalizadas, não publicadas ou apresentadas apenas em eventos locais. Todo o processo de busca de literatura levou aproximadamente quinze dias para ser realizada, devido ao tempo de espera do retorno dos pesquisadores contatados.

As publicações obtidas passaram por uma triagem na qual foram extraídos os dados de taxa de sobrevivência ou mortalidade, coordenada geográfica e método de plantio. Além disso, para trabalhos feitos com uso de sementes ou frutos foi determinado se estes foram semeados na superfície ou enterrados. Foram excluídos

trabalhos realizados em ambientes controlados ou que não contivessem as informações quanto à taxa de sobrevivência e ao local onde foi realizado o experimento (Figura 1). Os dados extraídos compuseram uma amostragem dividida em dois blocos, de acordo com o método utilizado na restauração (plantio de mudas ou sementeira direta).

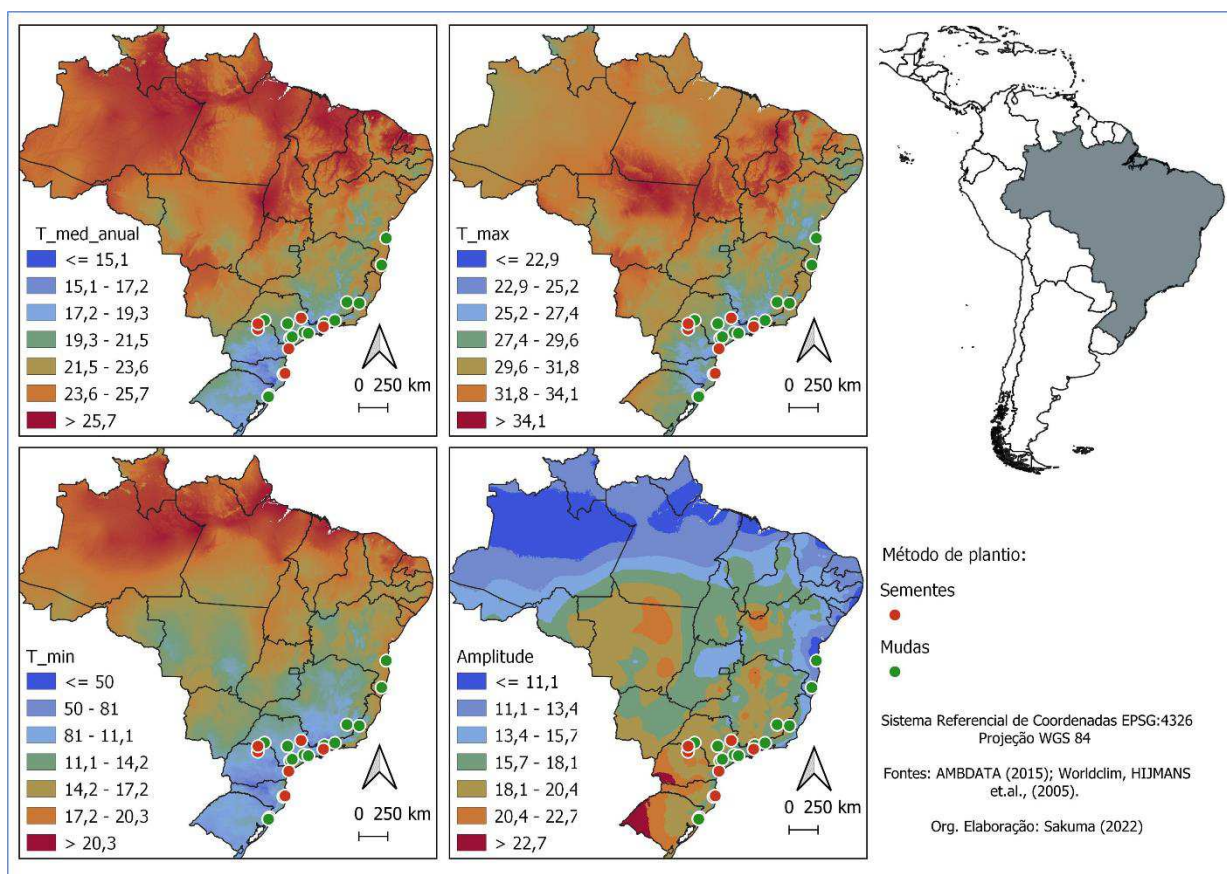


**Figura 1** – Fluxograma do processo de coleta de dados

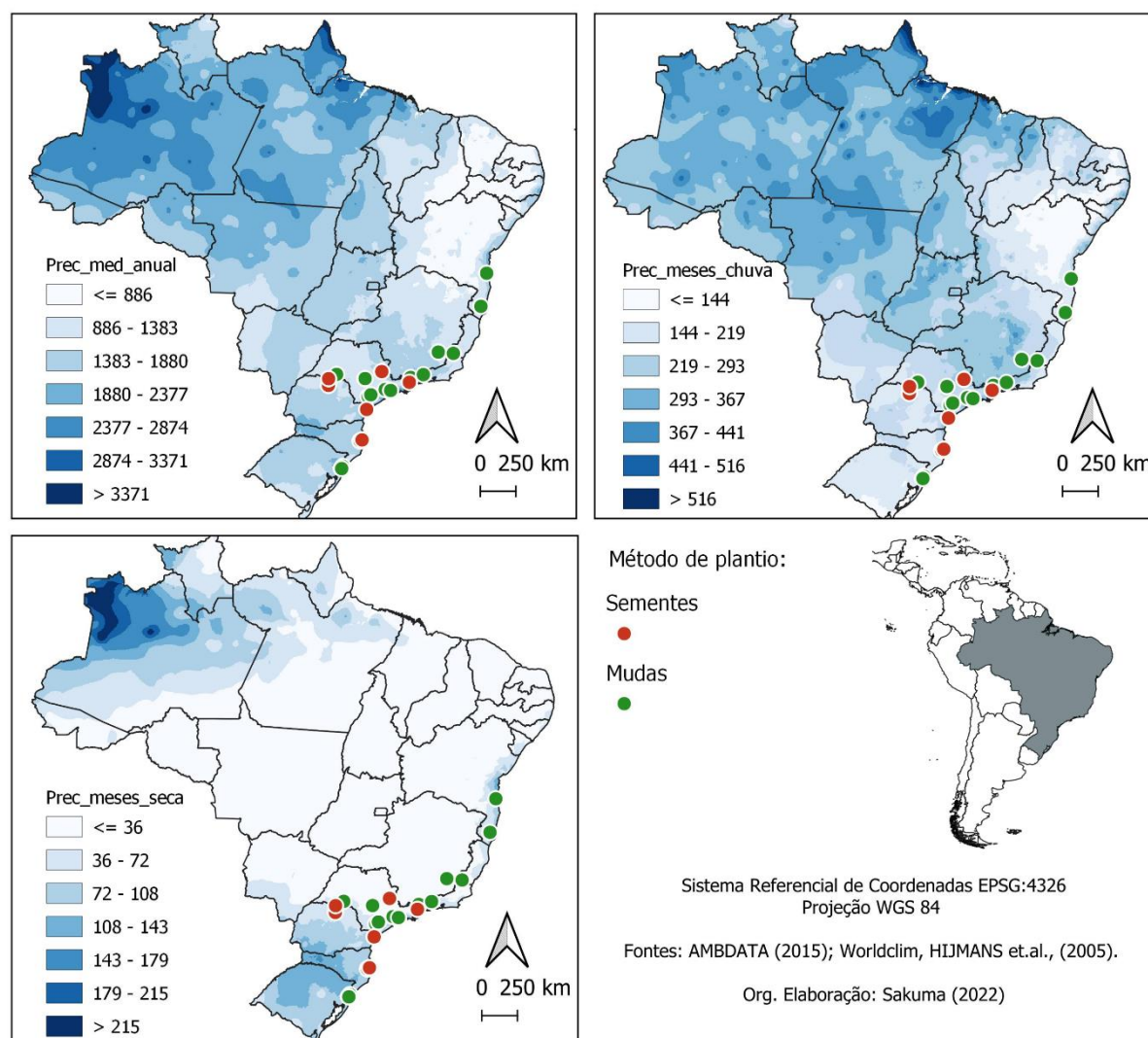
### 2.3.2 Variáveis climáticas

Os experimentos foram georreferenciados a partir das coordenadas ou da localização informada nos trabalhos. A partir deste mapeamento foi definida a área para obtenção de dados climáticos no banco de dados do AMBDATA, que retiram os dados climáticos globais do *World-Clim 2.1* (Fick e Hijmans, 2017) e fornece layers em diferentes resoluções, interpolados do período de 1950 a 2000.

As variáveis climáticas possuíam a resolução de 30 arco-segundos (~1km), e foram selecionadas as seguintes: temperatura média anual, temperatura máxima do mês mais quente, temperatura mínima do mês mais frio, amplitude térmica anual, precipitação anual, precipitação do mês mais chuvoso e precipitação do mês mais seco (Figuras 2 e 3).



**Figura 2** - Localização das áreas de reintrodução da *E. edulis* e as variáveis de temperatura.



**Figura 3** - Localização das áreas de reintrodução da *E. edulis* e as variáveis de precipitação.

### 2.3.3 Análise dos Dados

Os dados de sobrevivência foram transformados em arcoseno da raiz quadrada da proporção. Foi feita uma matriz de correlações entre as variáveis pelos métodos de Spearman e de Pearson, para verificar a existência de multicolinearidade. A partir da matriz de correlações foi feita a seleção das variáveis a serem utilizadas num modelo de regressão múltipla pelo método “*step wise forward*” (Riboldi, 2005).

Os experimentos de semeadura foram separados em semente e frutos enterrados, e, sementes e frutos na superfície, afim de analisar a influência do solo ao sucesso de sobrevivência (Bovi et al., 1992), não foram separados semeadura de frutos e de sementes devido os resultados encontrados nas literaturas, que demonstraram resultados poucos significativos a sobrevivência (Nodari et al, 1987;

reis *et al.*, 1992; Nodari *et al.*, 2000).

Então foi estimada a correlação entre a taxa de sobrevivência sob os métodos de plantio, com as variáveis climáticas.

## 2.4 RESULTADOS

### 2.4.1 Amostragem

Das 26 publicações analisadas, 18 atendiam os critérios determinados para nosso estudo e foram selecionadas, das quais 14 utilizaram somente o método de plantio de mudas, 2 somente o método de semeadura direta e 2 utilizaram ambos os métodos. Foram compiladas no total 40 taxas de sobrevivência, sendo 16 para sementes e 24 para mudas (Apêndice A).

Foram encontrados trabalhos realizados nos estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com temperaturas médias anuais entre 17,1°C (Santos Junior; Tamaki, 2014) a 24,4 °C (Corrêa, 2019), e precipitação média anual entre 1068mm (Corrêa, 2019) e 2190mm (Nodari *et al.*, 2000).

### 2.4.2 Mudanças

A sobrevivência de mudas apresentou correlação negativa com a temperatura média anual, com a temperatura máxima e com a temperatura mínima (Tabela 1). Houve também uma correlação positiva, mas baixa, com a precipitação média anual.

Os modelos construídos por meio do método *step wise* não foram significativos (Apêndice B), de modo que o que melhor explicou a sobrevivência das mudas foram modelos individuais, de temperatura média anual ( $\beta = -2,86$ ;  $p = 0,032$ ; Apêndice A) e temperatura máxima ( $\beta = -2,51$ ;  $p = 0,023$ ; Apêndice A).

### 2.4.3 Sementes

A sobrevivência de sementes apresentou correlação positiva com temperatura mínima nos meses mais frios, com a precipitação média anual e com a precipitação nos meses de seca, e uma correlação negativa com amplitude térmica (Tabela 1), explicadas pelos modelos individuais (Apêndice A). Os modelos apresentados pelo *step wise* não foram significativos (Apêndice C).

Nos experimentos com sementes, as sementes expostas mostraram correlação

significativa com temperatura mínima, amplitude e chuva do mês mais seco (Tabela 1)

**Tabela 1** - Correlação de Pearson entre a taxa de sobrevivências e as variáveis climáticas. T<sub>med</sub>: Temperatura média anual; T<sub>max</sub>: Temperatura máxima do mês mais quente; T<sub>min</sub>: Temperatura mínima do mês mais frio; Amp: Amplitude térmica; P<sub>med</sub>: Precipitação média anual; P<sub>ch</sub>: Precipitação no mês mais úmido; P<sub>sc</sub>: Precipitação no mês mais seco.

|                               | Temperatura do ar |                  |                  |       | Precipitação pluviométrica |                 |                 |
|-------------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------|----------------------------|-----------------|-----------------|
|                               | T <sub>med</sub>  | T <sub>max</sub> | T <sub>min</sub> | Amp   | P <sub>med</sub>           | P <sub>ch</sub> | P <sub>sc</sub> |
| <b>Sementes</b>               | 0.09              | 0.05             | 0.38             | -0.59 | 0.30                       | 0.23            | 0.37            |
| <b>Sementes na superfície</b> | 0.32              | 0.28             | 0.78             | -0.78 | 0.64                       | 0.44            | 0.88            |
| <b>Mudas</b>                  | -0,44             | -0,46            | -0,32            | 0,09  | 0,22                       | 0,13            | 0,07            |

## 2.5 DISCUSSÃO

*E. edulis* apresenta alta sensibilidade às alterações no microclima (Brahm, 2010; Coutinho, 2007; Cassano, 2009; Santos *et al.*, 2012). A distribuição da população, apesar de abranger grande variação latitudinal, apresenta pouca variação em relação às variáveis climáticas.

Entre os principais fatores que podem influenciar o sucesso da restauração de populações de *E. edulis*, destacou-se a influência das características climáticas aos métodos de restauração.

De modo que, no método de plantio de mudas, no qual houve correlações negativas significativas com as variáveis de temperatura, sugere ser mais sensível ao estresse térmico que o método de plantio de sementes. Enquanto para o método de restauração com sementes, principalmente para sementes na superfície (Bovi *et al.*, 1992; Nodari *et al.*, 2000; Sakuma, 2021) houve correlação positiva com as variáveis de precipitação.

A elevada correlação com a precipitação para o método em que as sementes que ficaram expostas, está associada com o dessecamento dos propágulos em períodos de seca ( $p=0,88$ ), fator que é potencializado por serem sementes recalcitrantes, uma vez que as sementes não serão capazes de sobreviver até a estação chuvosa seguinte (Andrade; Pereira, 1997; Roberto; Habermann, 2010). No método em que as sementes são enterradas, mesmo a poucos centímetros da

superfície, os efeitos das variações na temperatura e na pluviosidade são amenizados, devido à maior estabilidade da umidade do solo em comparação à umidade do ar (dados de umidade do solo não estão disponíveis no *WordClim* e não foram reportados na maioria dos experimentos).

## 2.6 CONCLUSÃO

Evidencia-se que os fatores climáticos têm influência diferente de acordo com o método de restauração, no qual observou-se diferentes associações de variáveis de temperatura com o método de plantio de mudas e para o método de semeadura direta; neste último caso houve associação com as variáveis descritoras da precipitação. Tais fatores podem subsidiar ajustes nos métodos de restauração de populações de *E. edulis*. Assim, em locais com temperaturas muito altas e períodos de seca relevantes, pode ser necessário recorrer ao plantio de sementes em covas ou mesmo ao plantio de mudas, ficando a semeadura a lanço restrita a locais ou períodos com alta pluviosidade

## 2.7 REFERÊNCIAS

- BAKKENES, M.; ALKEMADE, J. R. M.; IHLE, F., LEEMANS, R.; E LATOUR, J. B. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. **Global change biology, Biltoven**, 8(4), 390-407, 2002
- BORÉM, A.; GLAUCO V. M.; ROBERTO F. Melhoria de plantas. **Oficina de Textos**, 2021.
- BOVI, M. L. A.; GODOY JÚNIOR, G.; VAL, M. R.; MYAO, L.; CAMARGO, S. B.; VICENTE, N. E.; DIAS, G. S.. Eficiência de métodos de semeadura de palmitero: efeitos na emergência, sobrevivência e vigor das plantas. 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas (**anais**). P. 573 – 582. 1992.
- BRAHM, R. Ü. **Efeito de substratos e do sombreamento no desenvolvimento de plantas de palmeira-juçara *Euterpe edulis* (Mart.) e palmeira-real *Roystonea regia* (Kunth)**. Dissertação (mestrado). Programa de pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas 2010. P. 111.
- CASSANO, C. R. Mortalidade denso-dependente de palmito-juçara *Euterpe edulis* (Arecaceae) em uma floresta ombrófila densa. Curso de Pós-Graduação em Ecologia- Universidade de São Paulo: 2009. P. 4.
- CHAGAS, G. F. **Manejo Florestal comunitário de frutos como estratégia de conservação da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.)** Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”: Centro de Energia nuclear na Agricultura. Piracicaba, 2015. P.45.

- CEMBRANELI, F.; FISCH, S.T.V.; CARVALHO, C.P. Exploração sustentável da palmeira *Euterpe edulis* Mart. no bioma Mata Atlântica, Vale do Paraíba-SP. **Revista Ceres**, v. 56, p. 233-240, 2009.
- CORRÊA, L. S. Enriquecimento artificial na Floresta Atlântica. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas – SP. P.109. 2019.
- COUTINHO, R. P.; OLIVEIRA NETO, S. N.; LELES, P. S. S.; COUTINHO, M. P.; MARTINS, S. V.; PEREIRA, C. R. . Influência de fatores ambientais no crescimento de espécies florestais em plantio de enriquecimento. **Resumo** In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Gramado-RS. Conquistas e desafios da Ciência do Solo, 2007. p. 205-206.
- GALETTI M; ALEIXO A (1998) Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain Forest of Brazil. **Journal of Applied Ecology**, 35: 286-293.
- GOTELLI, N. J. Princípios de estatística em ecologia [recurso eletrônico] / Nicholas J. Gotelli, Aaron M. Ellison; tradução: Fabrício Beggiato Baccaro ... [et al.] ; revisão técnica: Victor Lemes Landeiro. - Dados eletrônicos. - Porto Alegre: Artmed, 2011.
- GATTI, M.G.; CAMPANELLO, P.I.; VILLAGRA, M.; MONTTI, L.; GOLDSTEIN, G.; Hydraulic architecture and photoinhibition influence spatial distribution of thearborescent palm *Euterpe edulis* in subtropical forests. **Tree Physiol.** 34,630–639. 2014.
- FICK, S. E.; HIJMANS, R.J. 2017. WorldClim 2: novas superfícies climáticas de resolução espacial de 1km para áreas terrestres globais. **International Journal of Climatology** 37 (12): 4302-4315 .
- GUIMARÃES, L. A. O.; SOUZA, R. G.. Palmeira juçara: patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo. Vitória, ES : **Incaper**. P.68, 2017.
- MAIER, Thais Ferreira; BENINI, Rubens de Miranda, FACHINI, Cristina; SANTANA, Paulo José Alves. Financial analysis of enrichment model using timber and non-timber products of secondary remnants in the Atlantic forest. **Revista Árvore** v. 42 (6), p. 1-11. 2018.
- MALHEIROS, R. A influência da sazonalidade na dinâmica da vida no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, 2016.
- MARTINS, S. V.; SOUZA, M. N. **Cultivo do palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart.): Produção de palmito e restauração florestal**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora. P. 107, 2009.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Instrução Normativa N 06, de 23 de setembro de 2008. Lista Nacional das Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção. **Diário Oficial da União**, v. 185, p. 75-83. 2008.
- MULLER, A. E.; ROTHER, D. C.; BRANCALION, P. S.; NAVES, R. P.; RODRIGUES, R. R. Can overharvesting of a non-timber-forest-product change the regeneration dynamics of a tropical rainforest? The case study of *Euterpe edulis*. **Forest Ecology and Management** v. 324. P. 117-125, 2014.
- MOREIRA, A. B. **Mensuração da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) como subsídio para o manejo da produção de frutos**. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 2013.

- NEUBURGER, M.; SOUZA, T. V.; PAULILO, M. T. Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 157-165, abr./jun. 2010. speciesLink network, 01-Dez-2021 16:22, specieslink.net/Search
- NODARI, R. O.; FANTINI, A. C.; REIS, A.; REIS M. S. Restauração de população de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) na Mata Atlântica. 2000. In: Reis MS, Reis A (eds), *Euterpe edulis*. 2000. \*\*\*
- SANTOS JUNIOR, Nelson Augusto; TAMAKI, Vivian. Realocação de plantas resgatadas em processos de supressão da vegetação: uma ação do Projeto Rodoanel Trecho Norte/SP 21ª Reunião Anual do Instituto de Botânica. Resumo Expandido. P.4 São Paulo, 2014.
- SOUZA, A. C.; E PREVEDELLO, J. A. Climate change and biological invasion as additional threats to an imperiled palm. **Perspectives in Ecology and Conservation**. Rio de Janeiro: ABEC. 19(2), P. 216-224, 2021.
- SOUZA, S. E. X. F. **Manejo de *Euterpe edulis* Mart. para produção de polpa de fruta: subsídios à conservação da biodiversidade e fortalecimento comunitário**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Piracicaba. p. 151, 2015,
- VALE, C. P. Z. ***Euterpe edulis* (Arecaceae) e o enriquecimento de áreas restauradas de Mata Atlântica: o papel dos filtros ambientais**. 2019. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas
- ROBERTO, G.G.; HABERMANN, G. Morphological and physiological responses of the recalcitrant *Euterpe edulis* seeds to light, temperature and gibberellins. **Seed Sci. & Technol**, 38. P.367-378. 2010.
- SOUZA, Saulo E. X. F. **Manejo de *Euterpe edulis* Mart. para produção de polpa de fruta: subsídios à conservação da biodiversidade e fortalecimento comunitário**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Piracicaba 2015, p. 151.
- ZWIENER, V. P., Lira-Noriega, A., Grady, C. J., Padial, A. A., & Vitule, J. R. (2018). Climate change as a driver of biotic homogenization of woody plants in the Atlantic Forest. **Global Ecology and Biogeography**, 27(3), 298-309.

### **3. SOBREVIVÊNCIA DE JUVENIS DE PALMEIRA JUÇARA (*EUTERPE EDULIS*) ORIUNDOS DE SEMEADURA A LANÇO EM DOIS SÍTIOS DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ESTACIONAL NOS MUNICÍPIOS DE ALVORADA DO SUL E LONDRINA, NORTE DO PARANÁ.**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

A extração e comercialização de palmito (*Euterpe edulis* Martius) é uma fonte de renda para muitas comunidades tradicionais, como caiçaras e indígenas, e para pequenas indústrias informais. Contudo, a exploração descontrolada prejudica, além das populações da espécie, também a fauna nativa e as comunidades tradicionais que subsistem de seus produtos. As plântulas de *E. edulis* também enfrentam predação por parte de vários agentes como fungos, moluscos, insetos e mamíferos como os catetos (Reis, 1995). Desta forma, revisar as práticas de exploração intensiva é fundamental para a conservação da espécie, buscando formas de extrativismo sustentável do palmiteiro (Fantini *et al.*, 1992; Conte *et al.*, 2000; Reis *et al.*, 2000). A escassez de estudos sobre o manejo e a silvicultura de *E. edulis* é um fator limitante para este objetivo, por mais que existam estudos sobre a biologia da espécie, especialmente num cenário de degradação ambiental (Carvalho, 2003).

*E. edulis* é frequente em solos mais úmidos, sendo esta espécie característica de áreas mais avançadas em termos de sucessão (Neto, 2014), normalmente não se estabelecendo no início da sucessão secundária espontânea, e tampouco é usada em reflorestamentos com espécies nativas, o que sugere a reintrodução em ambientes que já tenham vegetação com estrutura florestal e microclima adequado, aparecendo, portanto, em técnicas de enriquecimento ambiental (Souza, 2011).

Assim, são necessários estudos sobre germinação e estabelecimento de juvenis em florestas secundárias, além da investigação da influência de fatores microclimáticos para orientar esforços de restauração de populações da espécie. A germinação das sementes tem variação de 1 a 6 meses, ou em alguns casos de 18 meses a 4 anos (Yocun, 1964), sendo lenta, desuniforme e com diminuição do rápida do teor de umidade, característica de sementes recalcitrantes (Bovi & Cardoso, 1976; Reis *et al.*, 1999), o que impõe desafios para a prática de restaurar ativamente populações da espécie.

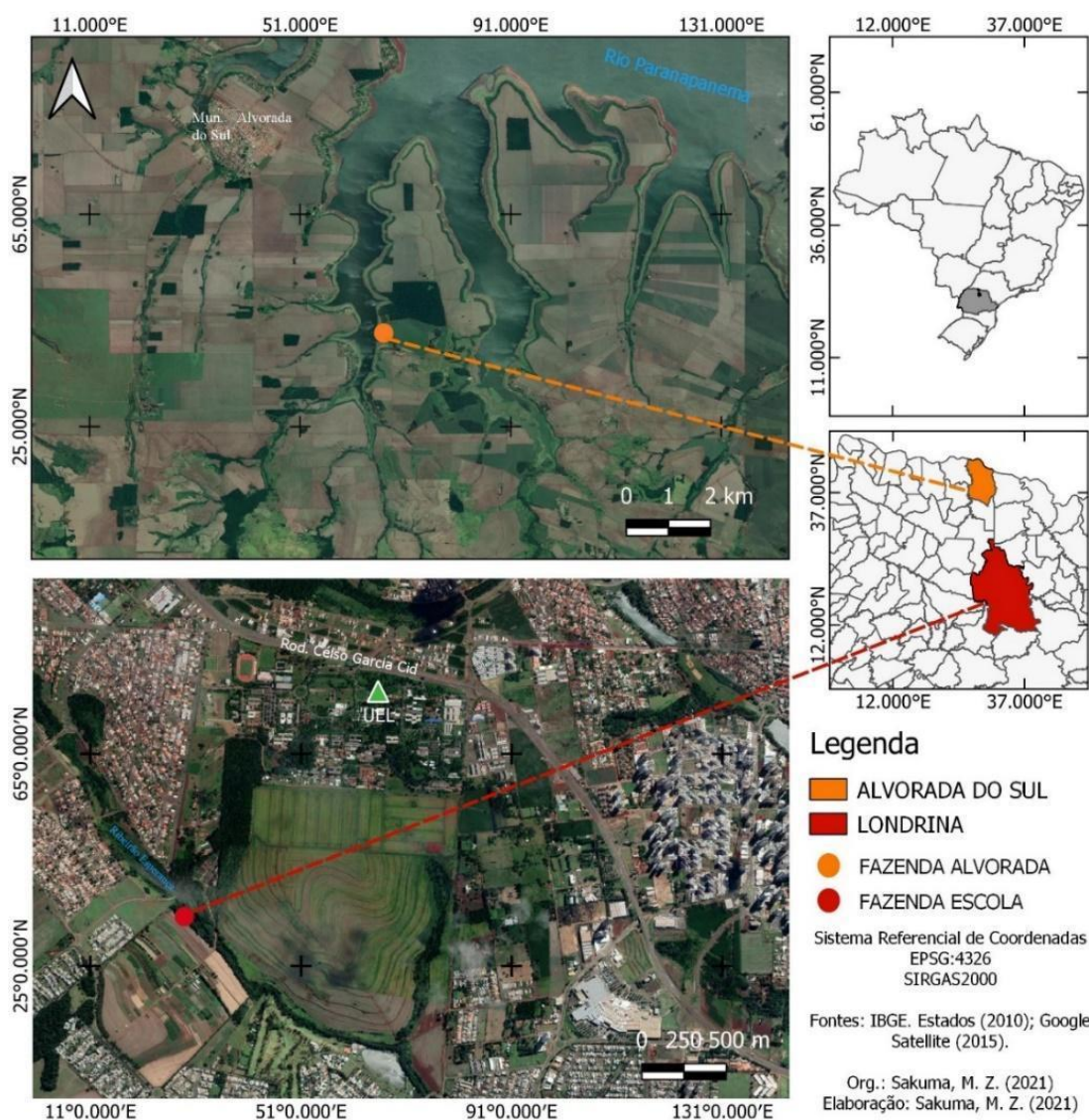
Desta forma, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a sobrevivência de juvenis de *E. edulis* oriundos de semeadura a lanço em dois sítios de restauração de Floresta

Estacional Semidecidual, com clima ligeiramente diferente, e a influência da abertura do dossel sobre a sobrevivência. A hipótese é a de que, sendo os sítios de restauração (reflorestamentos com espécies nativas) locais com estrutura florestal ainda incipiente, haverá maior recrutamento em locais mais sombreados.

### 3. 2 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2.1 Áreas de Estudo

Os experimentos foram executados em duas áreas de reflorestamento, na Fazenda Escola (F.E) da Universidade Estadual de Londrina no município de Londrina-PR e Fazenda Alvorada (F.A) no município de Alvorada do Sul-PR (Figura 4).



**Figura 4** – Áreas de reflorestamento onde foram realizados os experimentos de restauração da população de *E. edulis*.

O experimento realizado na fazenda escola foi instalado em um reflorestamento realizado com plantio de espécies nativas implantado em 1996 às margens do Ribeirão Esperança. Na fazenda Alvorada em uma faixa de reflorestamento iniciado em 2002, às margens do reservatório de Capivara.

**Tabela 2** – Características dos reflorestamentos localizados nos municípios de Londrina e Alvorada do sul, norte do Paraná, onde foram realizados os experimentos.

| Local         | Altitude | T° média anual | Pluviometria anual | Köppen |
|---------------|----------|----------------|--------------------|--------|
| Faz. Escola   | 525m     | 21,2 °C        | 1488               | Cfa    |
| Faz. Alvorada | 343m     | 22,1 °C        | 1252               | Cfa    |

### 3.2.2 Experimento de Semeadura

Em maio de 2017 foram estabelecidas três parcelas de 10x10m, distantes ao menos 20m entre si, em cada área de reflorestamento. Em cada parcela foi realizada a semeadura direta a lanço de 4,4kg de frutos colhidos 24 horas antes, o que corresponde aproximadamente a 4mil frutos (de acordo com três pesagens de 100 frutos, correspondendo a aproximadamente 1,1g por fruto), resultando em cerca de 40 sementes/m<sup>2</sup>. Para maior uniformidade na distribuição os frutos foram divididos, já em campo, em porções, distribuídas a lanço percorrendo toda a área de cada parcela.

### 3.2.3 Coleta de Dados

As parcelas na fazenda escola foram amostradas em outubro de 2020 e as parcelas da Fazenda Alvorada em fevereiro de 2021. Na amostragem, foi registrado o número de plântulas encontradas em cada uma das parcelas. Para cada plântula encontrada foi mensurada a altura, desde o solo até a inserção da folha e contado o número de folhas abertas, para determinar o grau de desenvolvimento das plântulas no ambiente (Figura 5, Tabela 2).

Foram avaliadas a abertura de dossel e intensidade luminosa de cada parcela. Para caracterizar a estrutura da vegetação foram feitas fotografias hemisféricas com câmera fotográfica digital acoplada a uma lente 8mm, posta no centro de cada parcela, posicionada a 1m do solo, com o auxílio de um tripé, com a lente da câmera voltada para o dossel da parcela, e a parte superior da câmera voltada para norte. As fotografias foram tiradas nos períodos da manhã, entre as 8h00 e 11h00. Também foi medida a intensidade de luz no centro de cada parcela, utilizando um sensor de

radiação fotossinteticamente ativa (LI-250A, LiCor Inc, Nebraska, EUA), registrando-se, para cada ponto, a média de 15 segundos contínuos de medição. Nos dois dias de medição as condições atmosféricas eram similares (céu sem nuvens).

As fotografias hemisféricas foram analisadas utilizando o software Gap Light Analyzer 2.0 (Frazer *et al.*, 1999) do qual foi obtida a porcentagem da abertura do dossel de cada parcela.

Neste trabalho a sobrevivência foi considerada como sendo o resultado acumulado dos processos de germinação das sementes, recrutamento das plântulas, e da ação de predadores de sementes, herbívoros e patógenos de modo geral a taxa de sobrevivência foi estimada a partir do percentual total de cada parcela, através da seguinte equação: sobrevivência (%) =  $n^{\circ}$  total de plântulas encontradas x 100 /  $n^{\circ}$  de frutos semeados.



**Figura 5** – Medição e contagem dos indivíduos encontrados nas parcelas da Fazenda Escola, município de Londrina - PR

A taxa de sobrevivência e a abertura de dossel foram transformados em arco seno da raiz quadrada da proporção ( $x / 100$ ) e os dados foram testados para normalidade (teste de Shapiro Wilk) e homogeneidade de variância (teste de Levene). Foram comparadas as médias de sobrevivência, abertura do dossel e luminosidade entre as áreas pelo Teste-t de Student, e o coeficiente de correlação de Pearson foi usado para relacionar as três variáveis citadas tomando os dados das duas áreas em conjunto.

### 3.3 RESULTADOS

Houve diferença entre as áreas quanto à taxa de sobrevivência ( $p = 0,02$ ; Tabela 3 sendo a Fazenda Escola a área com maior sucesso no estabelecimento das plântulas. A intensidade luminosa média também diferiu entre as áreas ( $p=0,03$ ; Tabela 3), sendo a Fazenda Alvorada a área com maior disponibilidade de luz. No entanto, a abertura de dossel não mostrou distinção entre as áreas ( $p = 0,08$ ; Tabela 3).

Mesmo com a diferença entre as áreas quanto a taxa de sobrevivência e intensidade luminosa, a correlação entre esses fatores foi baixa ( $R=0,09$ ). Não houve correlação entre a taxa de sobrevivência e a abertura do dossel.

**Tabela 3** – NP - Número de plântulas, NF - média de número de folhas, H – média da altura de inserção, S- Taxa de sobrevivência (%), Luz – intensidade luminosa ( $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e AD – Abertura do dossel (%) das parcelas nos reflorestamentos.

|                      | NP  | NF  | H    | S     | Luz   | AD    |
|----------------------|-----|-----|------|-------|-------|-------|
| <b>Faz. Escola</b>   |     |     |      |       |       |       |
| Parcela 1            | 59  | 2   | 17,2 | 4,8%  | 4,3   | 2,4%  |
| Parcela 2            | 100 | 3   | 22,5 | 8,2%  | 2,5   | 2,6%  |
| Parcela 3            | 145 | 3   | 24,2 | 11,9% | 31,5  | 4,1%  |
| Média                | 101 | 3   | 21,3 | 8,3%  | 12,8  | 3,0%  |
| <b>Faz. Alvorada</b> |     |     |      |       |       |       |
| Parcela 1            | 2   | 3   | 27,5 | 0,2%  | 324,2 | 9,1%  |
| Parcela 2            | 1   | 1   | 23   | 0,1%  | 208,3 | 20%   |
| Parcela 3            | 0   | 0   | 0    | 0,0%  | 116,5 | 7,4%  |
| Média                | 1   | 1,2 | 16,8 | 0,1%  | 216,3 | 12,2% |

### 3.4 DISCUSSÃO

Por ser uma espécie de sub-bosque e de crescimento lento (Paulilo 2000), diversos autores (Bovi *et al.* 1992; Schaefer 1999; Santos 2009; Favreto *et al.* 2010) citam a importância do sombreamento para a *E. edulis* durante a fase de plântula, na qual, geralmente, maiores níveis de radiação solar estão relacionados a maiores taxas de mortalidade (Reis *et al.* 2000, Kitao *et al.*, 2000, Lavinsky *et al.* 2014). Porém, não

foi observada esta correlação neste experimento, que pode estar relacionada à relativa homogeneidade entre e dentro das áreas quanto à estrutura florestal.

A diferença significativa no recrutamento de plântulas de *E. edulis* entre as áreas não pode ser justificada pelos pela luminosidade, portanto, uma vez que não houve correlação entre a abundância de plântulas e a luminosidade. Conte *et al.* (2000) cita alguns fatores que afetam o processo de regeneração da *E. edulis*, dando destaque para a alta taxa de mortalidade de plântulas, que pode ser atribuída à herbivoria, à queda de folhas e galhos do dossel, à competição intra ou interespecífica, ou ainda a doenças e a fatores abióticos como a fertilidade do solo, luminosidade, precipitação e temperatura. É preciso analisar em estudos futuros outros fatores que influenciam a diferença da taxa de sobrevivência entre as áreas, principalmente a umidade do solo no local, uma vez que há evidências na literatura de haver correlação entre umidade do solo e germinação, para o método de semeadura direta (Gómez-Aparicio *et al.* 2005; Tavares *et al.* 2008; Favreto *et al.* 2010; Vale, 2019).

Assim, o predomínio de *E. edulis* em ambientes sombreados pode estar mais vinculado à soma dos fatores que geram o microclima do que a fatores isolados (Guimarães *et al.* 2018, Santos *et al.*, 2012).

### 3.5 CONCLUSÃO

A semeadura direta a lanço, embora seja um método atraente de restauração, devido ao menor custo de implantação e manutenção, pode apresentar baixa taxa de sobrevivência, demandando condições microclimáticas específicas e maior tempo para obtenção de resultados.

Este comportamento ecológico da espécie poderia justificar a menor taxa de sobrevivência na Fazenda Alvorada, onde há menor pluviosidade, maior temperatura média e onde foram observados maiores valores de intensidade luminosa; portanto, as sementes estariam mais expostas à luz direta e ao ressecamento, gerando estresse fisiológico.

Sendo assim, um clima mais úmido, assim como condições intermediárias de abertura do dossel, com a formação de um microclima mais ameno, como o da Fazenda Escola, podem favorecer o estabelecimento da população, o que torna *E. edulis* uma espécie adequada para o enriquecimento de áreas em restauração com um dossel já estabelecido, onde essas condições ambientais geralmente são

atendidas. No entanto, outros fatores, como a ocorrência de períodos de seca, pareceram influenciar no sucesso do restabelecimento de populações da espécie, e estes devem ser investigados mais a fundo.

### 3.7 REFERÊNCIAS

- ALABARCE, F. S.; DILLERNBURG, L. R. A luz materna durante o desenvolvimento das sementes pode afetar a qualidade das sementes de *Euterpe edulis*. *Theor. Exp. Plant Physiol.* 29, 1-11. 2017.
- ANDRADE, A.C.S.; VENTURI, S.; PAULILO, M.T.S. Efeito do tamanho da semente de *Euterpe edulis* Mart. Sobre a emergência e crescimento inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, 18, 225-231, 1996.
- BOVI, M. L. A.; CARDOSO, M. **Germinação de Sementes de Palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.)** I. **Bragantia**, 35 (6), 23-29, 1976.
- BOVI, M. L. A.; GODOY JÚNIOR, G.; VAL, M. R.; MYAO, L.; CAMARGO, S. B.; VICENTE, N. E.; DIAS, G. S.. Eficiência de métodos de semeadura de palmito: efeitos na emergência, sobrevivência e vigor das plantas. 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas (**anais**). P. 573 – 582. 1992.
- BRAHM, R. Ü. **Efeito de substratos e do sombreamento no desenvolvimento de plantas de palmeira-juçara *Euterpe edulis* (Mart.) e palmeira-real *Roystonea regia* (Kunth)**. Dissertação (mestrado). Programa de pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas 2010. P. 111.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa, p. 1040, 2003.
- CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAN, J. M. D.; FADELLI, L. Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. In: Medri, M. E.; Bianchini, E.; Shibatta, O. A.; Pimenta, J. A. (eds.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, PR: UEL. P.213-224, 2002.
- CASTRO, E.R., GALETTI, M., MORELLATO, L. P. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. *Australian Journal of Botany* (Print). 55. 725-735, 2007.
- COSTA, M.C.; PAULILO, M.T.S. Aclimação de plantas de *Euterpe edulis* (palmito) transferidas de baixa para alta luminosidade. **Anais** da V Reunião Especial da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, P. 330, 1997.
- CONTE, R.; REIS, A.; MANTOVANI, A.; MARIOT, A.; FANTINI, A. C.; NODARI, R. O.; REIS, M. S.. Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) na Floresta Ombrófila Densa da Encosta Atlântica. In: Reis, Mauricio Sedres; Reis, Ademir (eds). ***Euterpe edulis* (palmito): Biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. P. 106-130, 2000.
- FANTINI, A. C.; REIS, A.; REIS, M. S.; GUERRA, M. P. **Sustained yield management in the tropical forest: a proposal based on the autoecology of the species**. *Sellowia*, p. 25-33, 1992.

- FAVRETO, R.; MELLO, R. S. P. ; BAPTISTA, Luís Rios de Moura . Growth of *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) under forest and agroforestry in southern Brazil. *AGROFORESTRY SYSTEMS*, v. 80, p. 303-313, 2010.
- FRAZER, G.W., CANHAM, C.D., LERTZMAN, K.P. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York. 1999.
- GUIMARÃES, Lorena Abdalla de Oliveira; SOUZA, Roberta Guimarães; DAN, Maurício Lima; GUIMARÃES, Maristela Aparecida Dias. Emergence and vigor of *Euterpe edulis* seedling under shading levels and the presence and absence of the pericarp. *IDESIA*. v. 36, n1. Chile, p.49-55. 2018.
- KITAO, M.; LEI, T. T.; KOIKE, T.; TOBITA, H.; MARUYAMA, Y.; MATSUMOTO, Y.; ANG, L. Temperature response and photoinhibition investigated by chlorophyll fluorescence measurements for four distinct species of dipterocarp trees. *Physiologia Plantarum*. 109 (3). P. 284-290, 2000.
- LAVINSKY, A. O. GOMES, F. P., MIELKE, M.S.; FRANÇA, S. Photosynthetic acclimation in shade-developed leaves of *Euterpe edulis* Mart (Arecaceae) after long-term exposure to high light. *Photosynthetica*, 52. P. 351-357, 2014.
- NETO, N. E. DE O. **Aspectos ecológicos da comunidade arbórea em um trecho de floresta atlântica com predominância de palmito-juçara (*Euterpe edulis* Martius)**. Juiz de Fora. 2014.
- NODARI, R. O.; FANTINI, A. C.; REIS, A.; REIS M. S. Restauração de população de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) na Mata Atlântica. 2000. In: Reis MS, Reis A (eds), ***Euterpe edulis* Martius (Palmito) Biologia: Conservação e Manejo**. Itajaí, SC: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. P.23-38.
- 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, Maurício Sedrez dos; Reis, Ademir (ed.). ***Euterpe edulis* Martius (Palmito) Biologia: Conservação e Manejo**. Itajaí, SC: Herbário Barbosa Rodrigues, p. 93-105, 2000.
- REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. P.154, 1995.
- REIS, A.; PAULILO, M. T. S.; NAKAZONO, E. M.; VENTURI, S. Efeito de diferentes níveis de dessecamento na germinação de sementes de *Euterpe edulis* Martius Arecaceae. *Insula*, v. 28, p. 31-42, 1999.
- REIS, M. S., FANTINI, A., C., NODARI, R. O., REIS, A., GUERRA, M. P., & MANTOVANI, A. Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica*. 32(4b), P. 894-902, 2000.
- SANTOS, M. L. S. FRANÇA, S.; NASCIMENTO, J. L.; dos ANJOS SILVA, L. MIELKE, M. S. Low light availability affects leaf gas exchange, growth and survival of *Euterpe edulis* seedlings transplanted into the understory of an anthropic tropical

rainforest. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 74, n. 3, p. 167-174, 2012.

SOUZA, Luana Santos de. **Enriquecimento com *Campomanesia phaea* (Berg.) Landr. e *Euterpe edulis* Martius em fragmentos de floresta ombrófila densa em estágio secundário**. 2011. VIII, 62 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011.

VALE, C. P. Z. ***Euterpe edulis* (Arecaceae) e o enriquecimento de áreas restauradas de Mata Atlântica: o papel dos filtros ambientais**. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, 2019.

YOCUN, H.G. Factors affecting the germination of palm seeds. **The American Horticultural Magazine**. 43(2): 104-6, abr, 1964.

#### 4 . CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados reportados na literatura, assim como os obtidos no pequeno experimento aqui descrito evidenciaram a sensibilidade de *E. edulis*, a qual apresenta respostas evidentes aos fatores climáticos e microclimáticos, com variação a depender do método de plantio. Estes resultados sugerem melhores taxas de sobrevivência da sementeira direta sob maior precipitação, temperaturas médias mais baixas e locais mais sombreados, enquanto no método de plantio de mudas a sobrevivência apresentou maior sensibilidade às variáveis de temperatura. Estes resultados representam um importante subsídio a restauração da espécie.

Portanto, as taxas esperadas de sobrevivência de *E. edulis* Mart. dependem da associação do método de plantio com as características bióticas e abióticas do local, sendo possível sugerir que o método de plantio de mudas, embora de implantação mais cara, é mais favorável em locais com temperaturas mais amenas e para o método de sementeira direta, seja por fruto ou sementes, é mais indicado em locais mais sombreados e com maiores níveis de precipitação pluviométrica.

## 5. APÊNDICES

**Apêndice A** – Lista da literatura usada para a construção do banco de dados.

| <b>Autor</b>            | <b>Sobrevivência</b> |
|-------------------------|----------------------|
| <b>Mudas</b>            |                      |
| Aguiar e Filho (1992)   | 76%                  |
| Alabarce (2016)         | 62%                  |
| Corrêa (2009)           | 24%                  |
| Corrêa (2009)           | 21%                  |
| Coutinho (2007)         | 68%                  |
| Durigan et al. (2004)   | 0%                   |
| Favreto et al. (2010)   | 69%                  |
| Medina e Tamaki, 2011   | 43%                  |
| Miranda et al. (2017)   | 37%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 46%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 62%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 53%                  |
| Oliveira (2015)         | 0%                   |
| Ribeiro et al. (2011)   | 37%                  |
| Sansevero et al. (2006) | 63%                  |
| Sansevero et al. (2006) | 94%                  |
| Sansevero et al. (2006) | 38%                  |
| Santos et al (2012)     | 46%                  |
| Souza (2011)            | 46%                  |
| Souza (2011)            | 93%                  |
| Vale (2019)             | 78%                  |
| Yamazoe et al. (1990)   | 61%                  |
| Yamazoe et al. (1990)   | 70%                  |
| Yamazoe et al. (1990)   | 94%                  |
| <b>Semeadura</b>        |                      |
| Aguiar e Filho (1992)   | 34%                  |
| Bovi et al. (1992)      | 31%                  |
| Bovi et al. (1992)      | 13%                  |
| Bovi et al. (1992)      | 0%                   |
| Nodari et al. (2000)    | 36%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 19%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 24%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 30%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 12%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 16%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 38%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 33%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 28%                  |
| Nodari et al. (2000)    | 20%                  |
| Sakuma (2021)           | 8%                   |
| Sakuma (2021)           | 0%                   |

**Apêndice B** – Regressão linear do número de mudas sobreviventes nos métodos de plantio e variáveis climáticas. T<sub>med</sub>: Temperatura média anual; T<sub>max</sub>: Temperatura máxima do mês mais quente; T<sub>min</sub>: Temperatura mínima do mês mais frio; Amp: Amplitude térmica; P<sub>med</sub>: Precipitação média anual; P<sub>ch</sub>: Precipitação no mês mais úmido; P<sub>sc</sub>: Precipitação no mês mais seco; em modelos individuais, valor de p.

|                 | T <sub>med</sub> | T <sub>max</sub> | T <sub>min</sub> | Amp   | P <sub>med</sub> | P <sub>ch</sub> | P <sub>sc</sub> |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------|------------------|-----------------|-----------------|
| <b>Mudas</b>    | 0,03             | 0,02             | 0,13             | 0,67  | 0,30             | 0,56            | 0,74            |
| B               | -2,86            | -2,51            |                  |       |                  |                 |                 |
| <b>Sementes</b> | 0,71             | 0,85             | 0,15             | 0,02  | 0,23             | 0,16            | 0,16            |
| B               |                  |                  |                  | -3,72 |                  |                 |                 |

**Apêndice C** – Modelos estatísticos obtidos pelo método de “*forward step wise*,” correlacionando taxas de sobrevivência de mudas com as variáveis climáticas: T<sub>med</sub>: Temperatura média anual; T<sub>max</sub>: Temperatura máxima do mês mais quente; T<sub>min</sub>: Temperatura mínima do mês mais frio; Amp: Amplitude térmica; P<sub>med</sub>: Precipitação média anual; P<sub>ch</sub>: Precipitação no mês mais úmido; P<sub>sc</sub>: Precipitação no mês mais seco

| Variáveis incluídas no modelo  | AIC   |
|--|-------|
| T <sub>med</sub> ; T <sub>max</sub> ; T <sub>min</sub> ; Amp; P <sub>med</sub> P <sub>sc</sub> ; P <sub>ch</sub> | 145,7 |
| T <sub>med</sub> ; T <sub>max</sub> ; T <sub>min</sub> ; Amp; P <sub>sc</sub> ; P <sub>ch</sub>                  | 145,3 |
| T <sub>med</sub> ; T <sub>max</sub> ; T <sub>min</sub> ; Amp; P <sub>sc</sub>                                    | 143,3 |
| T <sub>med</sub> ; T <sub>min</sub> ; Amp; P <sub>sc</sub>   | 142,9 |
| T <sub>med</sub> ; T <sub>min</sub> ; P <sub>sc</sub>  | 140,9 |

**Apêndice D** - Modelos estatísticos obtidos pelo método de “*forward step wise*,” correlacionando taxas de sobrevivência de sementes com as variáveis climáticas: T<sub>med</sub>: Temperatura média anual; T<sub>max</sub>: Temperatura máxima do mês mais quente; T<sub>min</sub>: Temperatura mínima do mês mais frio; Amp: Amplitude térmica; P<sub>med</sub>: Precipitação média anual; P<sub>ch</sub>: Precipitação no mês mais úmido; P<sub>sc</sub>: Precipitação no mês mais seco

| Variáveis incluídas no modelo  | AIC  |
|--|------|
| T <sub>med</sub> ; T <sub>max</sub> ; T <sub>min</sub> ; Amp; P <sub>med</sub> P <sub>sc</sub> ; P <sub>ch</sub> | 76,8 |
| T <sub>med</sub> ; T <sub>max</sub> ; T <sub>min</sub> ; Amp; P <sub>med</sub> ; P <sub>ch</sub>                 | 76,8 |
| T <sub>med</sub> ; T <sub>max</sub> ; T <sub>min</sub> ; Amp; P <sub>sc</sub>                                    | 75,3 |