

Isabela Barasuol Fogaça

**Aspectos Demográficos e Ecológicos em Adensamentos da Espécie
Historicamente Útil *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi em
Imbituba, Santa Catarina**

Dissertação submetida ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia da
Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Nivaldo Peroni

Florianópolis/SC
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fogaça, Isabela Barasuol
Aspectos Demográficos e Ecológicos em
Adensamentos da Espécie Historicamente Útil *Butia*
catarinensis Noblick & Lorenzi em Imbituba, Santa
Catarina / Isabela Barasuol Fogaça ; orientador,
Nivaldo Peroni, 2017.
80 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas,
Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Florianópolis,
2017.

Inclui referências.

1. Ecologia. 2. Arecaceae. 3. Manejo. 4.
Demografia. I. Peroni, Nivaldo. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Ecologia. III. Título.

“Aspectos demográficos e ecológicos em adensamentos da espécie historicamente útil *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi em Imbituba, Santa Catarina”

Por

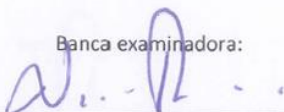
Isabela Barasuol Fogaça

Dissertação julgada e aprovada em sua forma final pelos membros titulares da Banca Examinadora (009/PPGECO/2017) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia - UFSC.



Prof(a). Dr(a). Nivaldo Peroni
Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia

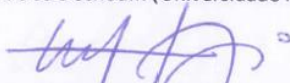
Banca examinadora:



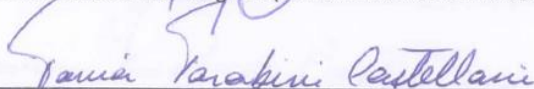
Dr(a) Nivaldo Peroni (Universidade Federal de Santa Catarina)
Orientador(a)



Dr(a) Michele de Sá Dechoum (Universidade Federal de Santa Catarina)



Dr(a) Maurício Neves Cantor Magnani (Universidade Federal de Santa Catarina)



Dr(a) Tânia Tarabini Castellani (Universidade Federal de Santa Catarina)

Florianópolis, 24 de maio de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Nivaldo Peroni por todos os ensinamentos, o apoio e a paciência desde os tempos de iniciação científica. Nossas reuniões sobre o trabalho e as nossas conversas informais me ajudaram muito a crescer profissionalmente e como pessoa. Serei eternamente grata por ter me apresentado o butiá!

Aos meus colegas do Laboratório de Ecologia Humana e Etnobotânica pelos cafés, discussões e aprendizado. À Natalia Hanazaki por toda a experiência compartilhada nas reuniões do laboratório e conversas informais.

Ao programa de Pós-Graduação em Ecologia, aos professores e pós doutores que tanto nos ensinaram. Obrigada Michele de Sá Dechoum e Fábio Daura-Jorge pelas considerações na pré banca; elas enriqueceram o trabalho. Ao Eduardo L. Hettwer Giehl pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Tânia Castellani Tarabini por tornar o estágio docência um momento enriquecedor e descontraído na minha formação. Obrigada pelo incentivo a trabalhar com as tabelas de vida que inclusive estão presente neste trabalho.

À banca, Michele de Sá Dechoum, Tânia Castellani Tarabini e Maurício Neves Cantor Magnani pela leitura atenta ao trabalho e por todas as considerações e sugestões.

Aos colegas e amigos Aline, Ana, André, Andressa, Angelet, Bruna, Cláudia, Gabriela, Juliana, Melody, Natália Nunes, Priscila e Tuane por terem me ajudado nos campos. O campo em si, o “acampamento” no alojamento da ACORDI e as refeições compartilhadas tornaram as idas a campos muito alegres. A presença de vocês foi essencial para a realização desta dissertação!

À ACORDI por ter disponibilizado o seu espaço, que se tornou quase a minha segunda casa durante o período de campos. Agradeço a Marlene e ao Seu Luiz por incentivarem os trabalhos com o butiá. Um agradecimento especial ao Nei, que me tratou com tanto carinho e cuidou de mim, dos meus colegas e amigos quando estávamos por lá.

Ao pessoal da Serralheria da UFSC, especialmente ao Carlos, que cedeu o espaço para que eu pudesse cortar as plaquinhas usadas nas medições dos butiazeiros. À Natália Nunes, às minhas amigas Melody e Bruna e à minha mãe por terem também me auxiliado na confecção delas. Aos meus vizinhos por terem aguentado as várias marteladas na confecção das muitas plaquinhas.

À minha mãe por sempre acreditar em mim, pelo apoio e amor neste longo caminho de contagem de butiás. Fico muito grata por tudo, inclusive pela tua ida aos butiazais comigo. À minha família pelo incentivo a continuar contando butiás e pelo carinho. Ao Gustavo e Murilo, meus pequenos (e grandes) amores, que me fazem querer preservar cada dia mais os butiazais, para que no futuro eles ainda possam apreciá-los. Ao Vagner por ser uma pessoa maravilhosa e despertar o melhor de mim. À Bere por me tratar com tanto carinho e por me ensinar tanta coisa. Um agradecimento especial também à Tuane, minha irmã de leite, que segue sendo uma amiga parceira e que me faz gostar ainda mais da ciência.

Às minhas amigas Bruna, Cláudia, Melody e Priscila que fazem os meus dias mais felizes. Obrigada por me ouvirem durante toda a realização deste trabalho, por entenderem a minha ausência, me acompanharem em todos os momentos, na confecção das plaquinhas, nos campos, na vida! Fico muito grata que a biologia tenha proporcionado esse encontro. Obrigada pelo auxílio no abstract, Pri! Obrigada por me ajudar nas correrias da vida, Clau! Desculpem os dedos machucados pelas plaquinhas, pelos butiazeiros que machucaram e pelas furadas que eu coloquei vocês (incluindo os colchões). Minha sorte é que vocês são parceiras demais.

Obrigada a todos que de forma direta e muitas vezes indireta me inspiraram e me ajudaram na realização desta dissertação!

Agradeço também a CAPES pela bolsa de estudo e ao apoio financeiro do projeto "Etnobotânica, manejo e domesticação de espécies e paisagens" (471903/2012-4 - Edital Universal CNPq).

RESUMO

Populações humanas, ao longo do tempo, têm manejado paisagens em que estão inseridas, alterando abundância e distribuição de populações de espécies vegetais úteis, como é o caso de plantas da família Arecaceae. No sul do Brasil, a palmeira *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi é endêmica da restinga centro-sul de Santa Catarina e vem sendo manejada e utilizada para diversos fins por comunidades litorâneas. Sua distribuição se dá muitas vezes em agrupamentos chamados butiazais. Estes agrupamentos são possivelmente consequências de atividades passadas por grupos Guaranis (200-600 anos antes do presente) e de manejo agrícola itinerante (de corte e queima). O objetivo desta dissertação foi compreender os distintos graus de adensamentos de *B. catarinensis* e os fatores ambientais e antrópicos que podem influenciar em sua abundância e distribuição. O estudo foi realizado na restinga dos Areias da Ribanceira, Imbituba/SC, onde há registro histórico de manejo agrícola itinerante nas áreas de concentração da espécie. Foram selecionados dois locais com variação clara em densidade populacional de butiá, um mais denso (AA) e outro com menor adensamento (RR). Em cada local, três áreas (AA: A1, A2 e A3; RR: A4, A5 e A6) foram selecionadas para alocação de quatro parcelas de 10x20 m por área. Locais mais densos são caracterizados pela alta abundância de indivíduos adultos. Os indivíduos foram localizados espacialmente nas parcelas, categorizados quanto ao seu estágio ontogenético (plântula, infantil, juvenil e adulto) e medidos comprimento, altura vertical e sinais reprodutivos. Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMMs) foram utilizados para comparar características populacionais entre os locais. Para verificar a relação dos sinais reprodutivos com o comprimento foi utilizado Modelos Lineares Generalizados (GLMs). A distribuição espacial dos indivíduos foi analisada através do Índice de Morisita padronizado. Para caracterização do ambiente de butiazal, variáveis ambientais foram coletadas (cobertura vegetal, de copas, de serapilheira, porcentagem de solo exposto e componentes físico-químicos do solo) e relacionadas com os dados de estrutura populacional através de uma análise de redundância (RDA). Para avaliar a dinâmica populacional, em uma área de menor adensamento (A4) foram feitos censos entre os anos de 2010 e 2016. Neste período ocorreu um evento de fogo, resultando em diferentes matrizes de transição de acordo com os períodos classificados como total, pré-fogo, pós-fogo recente e tardio. Foram

analisados 4285 indivíduos. Nos locais de maior adensamento (AA) há predominância de plântulas (61%) e adultos (20%). Nos locais de menor adensamento (RR) a estrutura populacional apresenta predominância de juvenis de menor porte (39%) e plântulas (41%). O comprimento de juvenis e a densidade de plântulas e adultos é superior nos locais AA. A relação entre comprimento e sinais reprodutivos é positiva, porém sofre com a dependência de densidade. O padrão geral de distribuição é agregado, mas quanto mais avançado o estágio ontogenético menor o valor de agregação na maioria das áreas. Nos locais AA há maior cobertura de serapilheira e de área de copa, juntamente com o maior teor de fósforo e com o maior número de plântulas e adultos. Os locais RR são melhor explicados pela maior porcentagem de solo exposto e de cobertura vegetal, apresentando maiores abundâncias de juvenis. Em relação a dinâmica populacional, *B. catarinensis* apresenta fecundidade alta no período pós-fogo recente. Maiores mortalidades, entretanto, também foram acompanhadas neste período, seguidas de porcentagens altas de sobrevivência no período seguinte. Na projeção dos modelos, em 600 anos, as densidades alcançadas foram inferiores às encontradas nas áreas de maior adensamento. Mediante modelos de projeções, somente pelas características ambientais não se espera que as áreas menos adensadas (RR) possuam características demográficas semelhantes as áreas AA. Assim, o manejo passado e atual, com a ação de eventos do fogo na paisagem pode ter gerado as distintas áreas. A população ainda apresenta dependência de densidade, pois quando há muitos adultos encontra-se poucos estágios intermediários.

Palavras-chave: Arecaceae, Manejo, Demografia.

ABSTRACT

Humans, over time, have maintained landscapes that they are inserted, changing the abundance and distribution of populations of useful plant species, as is the case of plants of the Arecaceae family. In southern Brazil, the palm tree *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi is endemic of the south-central restinga of Santa Catarina State and has been managed and used for various purposes by local coastal communities. Its distribution occurs in patches called butiazais. These patches are possibly consequences of past activities by Guarani groups (200-600 years before the present) and by traditional agricultural management (slash and burn). The objective of this dissertation was to understand the distinct degrees of *B. catarinensis* densities and the environmental and anthropic factors that have influenced its abundance and distribution. The study was made at the restinga of Areais da Ribanceira, Imbituba/SC, where there is a historical record of traditional agricultural management in areas of species occurrence. Were selected two sites with clear variation in butiá population density, one more dense (AA) and another with lower density (RR). In each location, three areas (AA: A1, A2 and A3; RR: A4, A5 and A6) were selected for allocation of four plots of 10x20 m per area. High-density sites are characterized by the high abundance of adult individuals. The individuals were identified spatially in the plots, categorized by their ontogenetic stage (adult, juvenile, infant and seedling) and measured the length, vertical height and reproductive signs. Generalized Linear Mixed Models (GLMMs) were used to compare the populations characteristics between sites. To verify the relationship between the reproductive signals with de length was used Generalized Linear Models (GLMs). The spatial distribution of the individuals was analyzed using standardized Morisita Index. For butiazal environment characterization, environmental variables was collected (vegetation cover, canopy cover, litter cover, percentage of exposed soil and soil physicochemical components) and this variables was related to the population structure data and analised through a redundancy analysis (RDA). To evaluate the population dynamics, in an area of lower density (A4), recensions were made between the years 2010 and 2016. In this period a fire event occurred, resulting in different transition matrices according to the periods classified as total, before-fire, recent and late post-fire. 4285 individuals was analyzed. In higher density sites (AA) there's a predominance of seedlings (61%) and adults (20%). In

lower densities sites (RR) the population structure is predominantly composed by smaller juveniles (39%) and seedlings (41%). Juvenile length and density of seedlings and adults is higher in the AA sites. The correlation between length and reproductive signals is positive, but suffer with the density dependence. The general pattern of distribution is aggregate, but the more advanced the ontogenetic stage, lower the aggregation value in most areas. In the sites AA there's greater litter cover and canopy area, along with the higher phosphorus content and greater number of seedlings and adults. The AA sites are associated with the litter and canopy area cover, together with the phosphorus and the ontogenetic stages of seedlings and adults. The RR sites are better explained by the higher percentage of exposed soil and vegetation cover, with higher abundances of juveniles. In relation to the population dynamics, *B. catarinensis* shows high fecundity in the recent post-fire period. Higher mortality, however, were accompanied in this period, followed by high percentages of survival in the next period. In the estimated period of 600 years in the models projection the densities achieved were lower than those found in the higher density areas nowadays. Through the projection models, is not expected that lower densified areas have similar demographic characteristics of areas with higher density only by the environmental characteristics. Thus, the past and current management, with the action of fire events in the landscape may have generated the different areas. The population still shows density dependence, because when there are many adults there are few intermediary stages.

Keywords: Arecaceae, Management, Demography.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS.....	23
2.1. Objetivo Geral	23
2.2. Objetivos Específicos.....	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. Área de Estudo.....	24
3.2. A Espécie <i>Butia catarinensis</i> Noblick & Lorenzi.....	26
3.3. Coleta de Dados.....	28
3.4. Análise de Dados	31
4. RESULTADOS	35
4.1. Estrutura Populacional de <i>B. catarinensis</i>	35
4.2. Comprimento e Altura Vertical de <i>B. catarinensis</i>	35
4.3. Proporção de Plântulas e Infantis por Adultos de <i>B. catarinensis</i>	39
4.4. Sinais Reprodutivos dos Adultos de <i>B. catarinensis</i>	41
4.5. Relação entre Comprimento e Sinais Reprodutivos de <i>B. catarinensis</i>	41
4.6. Densidade de <i>B. catarinensis</i>	42
4.7. Padrão de Distribuição Espacial de <i>B. catarinensis</i>	45
4.8. Análise das Características Ambientais e dos Estágios Ontogenéticos da Estrutura Populacional de <i>B. catarinensis</i>	47
4.9. Análise das Matrizes de Transição da População de <i>B. catarinensis</i> em uma Área de Menor Adensamento (A4).....	52
4.10. Modelo de Projeção Populacional de <i>B. catarinensis</i> em uma Área de Menor Adensamento (A4).....	56
5. DISCUSSÃO.....	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	68
8. APÊNDICE	79

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização dos Areais da Ribanceira em Imbituba/SC. A. Locais de maior adensamento de *B. catarinensis* entremeadas por roças (AA – A1, A2 e A3). B. Paleoduna que divide os dois locais de *B. catarinensis*. C. Locais de menor adensamento na restinga em regeneração (RR – A4, A5 e A6).....26
- Figura 2. *Butia catarinensis* na restinga dos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A. Butiazeiro, indivíduo adulto. B. Espata. C. Inflorescência. D. Infrutescência. E. Frutos maduros. Fonte: Autora, 2016.27
- Figura 3. Estágios ontogenéticos de *Butia catarinensis*.....29
- Figura 4. Classes de comprimento (em metros) entre indivíduos juvenis (em hachuras) e adultos (em preto) de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA) e de menor adensamento (RR) nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC.38
- Figura 5. Proporção de plântulas e plântulas + infantis por adultos de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A linha central em negrito representa a mediana e os círculos são outliers. A. Proporção de regenerantes por adultos em relação às áreas de maior e menor adensamento (A1, A2, A3, A4, A5 e A6). B. Proporção de regenerantes por adultos em relação aos locais de maior (AA) e menor adensamento (RR).....40
- Figura 6. Relação entre o número de sinais reprodutivos e o comprimento (em metros) entre os indivíduos adultos de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A. Locais de maior adensamento. B. Locais de menor adensamento.....42
- Figura 7. Densidade de cada estágio ontogenético e total de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A linha central em negrito representa a mediana e os círculos são outliers. A. Densidade em relação às áreas de maior e menor adensamento (A1, A2, A3, A4, A5 e A6). B. Densidade em relação aos locais de maior (AA) e menor adensamento (RR). ...43
- Figura 8. Representação gráfica do Índice de Morisita Padronizado para cada estágio ontogenético de *B. catarinensis* nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800 m²) analisadas, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. Os valores do padrão de distribuição observados estão

representados em preto e os valores obtidos pelos modelos nulos significativamente ($p \leq 0,05$) distintos ao observado estão em cinza. .46

Figura 9. Diagrama de dispersão da análise de redundância (RDA) com os dois primeiros eixos representando os estágios ontogenéticos de *B. catarinensis* (adultos – A, juvenil – J, infantil – I e plântula – P) e as variáveis ambientais (argila, potencial hidrogeniônico – pH da água, fósforo – P, capacidade de troca catiônica – CTC, saturação de bases – V, umidade, coberturas das copas 1 e 2, de serapilheira, de cobertura vegetal e de solo exposto). Os locais de maior (AA – marrom) e de menor adensamento (RR – verde) contêm as áreas e suas respectivas parcelas. 48

Figura 10. Curvas dos modelos de projeção de *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC para as transições do período total (2010-2016), pré-fogo (2010-2013) e pós-fogo recente (2013-2015). A. Modelo de projeção para todos os estágios ontogenéticos: plântula (cinza), infantil (amarelo), juvenil (verde) e adulto (vermelho). B. Modelo de projeção mais detalhado de adultos. 57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Abundância média \pm desvio padrão e porcentagem de indivíduos de <i>B. catarinensis</i> para cada estágio ontogenético nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800m ²) amostradas, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. AA: locais de maior adensamento. RR: locais de menor adensamento.....	36
Tabela 2. Comprimento médio \pm desvio padrão (em metros) de indivíduos de <i>B. catarinensis</i> para cada estágio ontogenético nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800 m ²) amostradas, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. AA: locais de maior adensamento. RR: locais de menor adensamento.....	37
Tabela 3. Estatística do GLMM utilizado para análise do comprimento dos estágios ontogenéticos de <i>B. catarinensis</i> nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).....	37
Tabela 4. Comprimento médio e altura vertical média \pm desvio padrão (em metros) dos indivíduos inclinados de <i>B. catarinensis</i> nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800 m ²) amostradas, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. AA: locais de maior adensamento. RR: locais de menor adensamento. As diferenças significativas estão representadas por *.....	39
Tabela 5. Estatística do GLMM utilizado para análise de proporção de plântulas e plântulas + infantis por adultos de <i>B. catarinensis</i> nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).....	41
Tabela 6. Estatística do GLMM utilizado para análise de sinais reprodutivos por adultos de <i>B. catarinensis</i> nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).....	41
Tabela 7. Estatística do GLM utilizado para análise do número de sinais reprodutivos pelo comprimento (Comp., em metros) medidos por indivíduos adultos de <i>B. catarinensis</i> nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).....	42

Tabela 8. Densidade média (indivíduos/m ²) ± desvio padrão de indivíduos de <i>B. catarinensis</i> para cada estágio ontogenético nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800 m ²) amostradas, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. AA: locais de maior adensamento. RR: locais de menor adensamento.	44
Tabela 9. Estatística do GLMM utilizado para análise da densidade de cada estágio ontogenético de <i>B. catarinensis</i> nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos (p≤0,05).....	44
Tabela 10. Padrão de distribuição dos estágios ontogenéticos de <i>B. catarinensis</i> observados e a média de distribuição dos modelos nulos (n=1000) nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800 m ²) analisadas, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A significância dos distintos valores (observados ao acaso) pode ser observada pelo *.....	45
Tabela 11. Correlações entre os dois primeiros eixos da RDA (RDA1 e RDA2) com as variáveis ambientais e com o valor de p após permutação (n=999 repetições). Os valores significativos estão representados por * e os valores marginalmente significativos por .	49
Tabela 12. Valores das variáveis ambientais utilizadas na Análise de Redundância (RDA) para verificar a relação das mesmas com a estrutura populacional de <i>B. catarinensis</i> entre as seis áreas (n=4 parcelas) amostradas, nos Areais da Ribanceira, em Imbituba/SC. Legenda: CV – Cobertura vegetal, SE – Solo exposto, CS – Cobertura de serapilheira, CC1 – Cobertura de copa 1, CC2 – Cobertura de copa 2, P – Fósforo, V – Saturação de bases, CTC – Capacidade de troca catiônica e pH - Potencial hidrogeniônico da água.....	50
Tabela 13. Matriz de transição entre os anos de 2010 e 2016 de <i>B. catarinensis</i> na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A principal diagonal indica a probabilidade de permanência nos estágios ontogenéticos (em negrito) e a sub-diagonal inferior a probabilidade de transição entre os estágios (em itálico). A taxa de mortalidade (q _x) está representada no final da tabela. A fecundidade (recrutas de plântulas + infantis/adulto) se encontra na célula superior direita da matriz (sublinhado).....	52
Tabela 14. Análise de elasticidade entre os anos de 2010 e 2016 para a população de <i>B. catarinensis</i> na área de menor adensamento A4, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. Os valores na matriz representam a contribuição específica para a taxa finita de crescimento (λ).	53

Tabela 15. Matriz de transição para os períodos pré-fogo (2010-2013), pós-fogo recente (2013-2015) e pós-fogo tardio (2015-2016) de <i>B. catarinensis</i> na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A principal diagonal indica a probabilidade de permanência nos estágios ontogenéticos (em negrito) e a sub-diagonal inferior a probabilidade de transição entre os estágios (em itálico). A taxa de mortalidade (q_x) está representada no final da tabela. A fecundidade (recrutas de plântulas + infantis/adulto) se encontra na célula superior direita da matriz (sublinhado).	54
Tabela 16. Taxa de crescimento finita (λ), distribuição estável (w_i) e valor reprodutivo (v_i) dos estágios ontogenéticos para os períodos pré-fogo (2010-2013), pós-fogo recente (2013-2015) e pós-fogo tardio (2015-2016) de <i>B. catarinensis</i> na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC.	55
Tabela 17. Análise da elasticidade para os períodos pré-fogo (2010-2013), pós-fogo recente (2013-2015) e pós-fogo tardio (2015-2016) de <i>B. catarinensis</i> na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC.	55

1. INTRODUÇÃO

Muitas transformações ambientais foram e continuam sendo influenciadas por atividades humanas, pelo uso e manejo de espécies ao longo do tempo (Foster et al., 2003). Estas alterações foram geradas a partir de influências históricas de sociedades humanas, que, por sua vez, também foram influenciadas pela disponibilidade e tipo de recursos e pelas características dos ambientes habitados (Balée, 2006). A relação entre sociedades humanas com espécies vegetais, por exemplo, é dinâmica e, por isso, compreende determinados padrões temporais e espaciais (Balée, 2006). Desde o início do Holoceno, as consequências desta relação se intensificaram, uma vez que sociedades humanas expandiram-se em áreas ricas em recursos (Balée, 2006; Balée, 2010; Clement et al., 2015). Diversos ambientes foram influenciados e geraram, em algumas condições, florestas altamente diversas, tanto em diversidade alfa quanto beta, denominadas florestas antropogênicas ou culturais (Balée, 2006; Balée, 2010; Clement et al., 2015).

A transformação de florestas naturais em florestas antropogênicas envolveu, ao longo do tempo, alterações da composição original das florestas, transformando-as em "jardins de floresta" dominadas por espécies vegetais úteis (Toledo e Barrera-Bassols, 2008; Levis et al., 2017). Há diversas evidências dos efeitos das atividades humanas sobre as modificações do ambiente, em especial em nível de paisagem (Moran, 2009), uma vez que os ecossistemas sofreram influências antrópicas através do uso e do manejo da biodiversidade (Berkes et al., 2000). Manejo este que pode ser entendido como um processo em que a intervenção humana resulta em aumento da produtividade do ambiente em função de mudanças na ecologia e demografia de suas populações de plantas (Clement, 1999). Para garantir abundância e diversidade de espécies úteis há evidências do uso de técnicas de transplante de indivíduos e redução de competição mediante exclusão de plantas não úteis na Amazônia por sociedades indígenas (Clement, 1999). O cultivo de plantas precedidas pelo manejo de corte e queima foi outra forma de transformação de paisagem (Clement, 1999; Balée, 2006).

Populações de espécies que sofrem pressões de manejo e uso humano, como extração de frutos e folhas, e que crescem em paisagens sujeitas a diferentes tipos e níveis de pressões antropogênicas apresentam distintas respostas ecológicas e demográficas (Ticktin, 2004). Segundo esta autora, as técnicas usadas no manejo da paisagem são atividades que modificam a estrutura de populações utilizadas para

extração de Produto Florestais Não-Madeireiros (PFNM). Estas mudanças podem ser melhor compreendidas quando estudada a dinâmica populacional, na qual inclui estimativas de parâmetros demográficos, como as taxas de sobrevivência, crescimento e reprodução (Caswell, 2001; Schmidt et al., 2011).

Modelos matriciais baseados em estágios ontogenéticos construídos a partir de medidas repetidas de taxas vitais de plantas individuais têm sido utilizados nestes estudos (Caswell, 2001; Schmidt et al., 2011). A partir destes dados, pode-se calcular a taxa finita de crescimento populacional (λ), o recrutamento e os estágios ontogenéticos que mais influenciam no crescimento populacional de espécies (Caswell, 2001). As projeções dos modelos matriciais assumem que a dinâmica populacional é constante ao longo do tempo e do espaço (Zuidema et al., 2001). Entretanto, os efeitos gerados pelas atividades humanas na população influenciam as taxas vitais e a taxa finita de crescimento populacional, tanto no espaço quanto no tempo, e devem ser considerados quando avaliadas dinâmicas populacionais (Zuidema et al., 2001; Ticktin, 2004; Schmidt et al., 2011). O manejo pelo fogo na paisagem, por exemplo, acarreta em mudanças ambientais e nos parâmetros demográficos ao longo do tempo (Schmidt et al., 2011; Souza e Martins, 2004). As consequências do fogo são complexas, acarretando em uma dificuldade em prever os seus efeitos em populações, uma vez que afeta simultaneamente a reprodução sexual, o estabelecimento de plântulas, o crescimento e a mortalidade, alterando também a taxa finita de crescimento da população (Hoffman, 1999).

Bons exemplos de espécies que podem ser estudadas quanto às modificações demográficas decorrentes do manejo histórico de paisagens e que são utilizadas para extração de PFNM são as da família das palmeiras (Arecaceae). Palmeiras intensivamente utilizadas e amplamente reconhecidas, são consideradas inclusive como indicadoras das formações vegetais antropogênicas (Balée, 2010; Junqueira et al., 2011; Fraser et al., 2011; Levis et al., 2012). As técnicas de manejo já apresentadas são exemplos de formas de manejo pré-colombianas da paisagem, cujos efeitos se mantiveram por longos períodos em algumas florestas antropogênicas dominadas por palmeiras em certas regiões da Amazônia (Clement, 1999; Clement et al., 2010; Balée, 2010; Levis et al., 2017). No estudo de Balée (2010), as palmeiras do gênero *Attalea* e *Astrocaryum* foram as plantas mais relevantes das florestas antropogênicas manipuladas pelo povo

indígena Ka'apor. Popularmente conhecida como pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth, é uma espécie de palmeira que apresenta ocorrência de populações domesticadas em simpatria às populações selvagens na Amazônia (Clement et al., 2015). Segundo estes autores, a diferença de tamanho de frutos de populações domesticadas e selvagens é contrastante, pois houve seleção e manejo de plantas com a característica de frutos maiores por populações humanas ao longo do tempo.

Em estudos arqueológicos na América do Sul, foram encontrados diversos vestígios de palmeiras, como endocarpos e sementes carbonizados. A predominância de endocarpos neste estado é provavelmente o resultado combinado das condições ambientais às quais estas espécies estavam submetidas, assim como de preferências das populações humanas que as usavam, tanto pela seleção quanto pelo consumo dos frutos (Morcote-Rios e Bernal, 2001). De acordo com os mesmos autores, para algumas das palmeiras com maior produção de frutos, dados arqueológicos sugerem que sua distribuição e abundância podem ser resultado da dispersão antrópica. A ecologia desta família, que prospera facilmente em áreas perturbadas, como pela ação do fogo, contribuiria para a sua ampla dispersão por seres humanos (Morcote-Rios e Bernal, 2001). Espécies do gênero *Attalea*, por exemplo, têm germinação favorecida em solos que sofreram ação do fogo, o qual é responsável por transformações da paisagem secundária no habitat dos índios Ka'apor (Balée, 2010). Nesta família, destacam-se adaptações que as tornam resistentes à ação do fogo, incluindo características morfológicas, anatômicas e fenológicas (Tomlinson, 2006; Bond e Midgley, 2012; Liesenfeld, 2014).

Além da intervenção humana, condições ambientais também controlam a abundância de palmeiras que apresentam algum grau de domesticação (Levis et al., 2017). A família das palmeiras apresenta limitações ambientais para a sua ocorrência, sendo que estão distribuídas principalmente de acordo com o clima (temperatura e precipitação), topografia, fertilidade e umidade do solo (Clark et al., 1995; Svenning, 2001; Normand et al., 2006; Emilio et al., 2014; Levis et al., 2017). Entretanto, segundo Levis et al. (2017), apesar de algumas espécies hiperdominantes e domesticadas possuírem distintos nichos ecológicos, elas co-ocorrem. A co-ocorrência improvável no mesmo espaço-tempo demonstra a forte relação de uso e manejo que as sociedades humanas têm com esta família.

Muitos grupos humanos na América do Sul têm usado espécies de palmeiras das mais diversas formas, como para a alimentação, construção, uso medicinal, comercialização e em rituais religiosos (Macía et al., 2011). No sul do Brasil, as palmeiras do gênero *Butia* representam um importante produto da sociobiodiversidade. Desde os primeiros registros de seres humanos que habitavam a região sul do Brasil, são encontrados indícios de que as palmeiras, principalmente as do gênero *Butia*, estão relacionadas a seus hábitos e costumes (Rossato e Barbieri, 2007; Hoffman et al., 2014). O uso das folhas para confecção de cestas, chapéus e cobertura de habitações e o consumo dos frutos *in natura* são relatados entre povos indígenas (Rossato e Barbieri, 2007). No litoral catarinense, o gênero *Butia* também foi manejado e usado por grupos Guaranis há cerca de 200-600 anos antes do presente, para a confecção de trançados, jogos, cobertura de construções, flechas e arcos (Lino, 2009; Pereira et al., 2016). Nos sítios arqueológicos de Guaranis também foram encontrados endocarpos carbonizados (Lino, 2009).

Na região centro-sul de Santa Catarina estudos têm demonstrado a relação das comunidades locais com o butiá-da-praia, *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi, e com o ambiente de restinga atualmente (Sampaio, 2011; Coradin et al., 2011; Riffel, 2012; Reitz, 1974, Kumagai e Hanazaki, 2013a; Kumagai e Hanazaki, 2013b; Lindner, 2013; Fogaça, 2014a; Fogaça, 2014b). De acordo com estes autores, as comunidades usam os frutos da espécie para finalidades alimentícias diversas, como para a confecção de suco, picolé, sorvete e cachaça. As folhas secas ou palhas são usadas na fabricação de chapéus, roupas, cobertura de ranchos e vassouras, sendo antigamente mais utilizadas como crina vegetal para a confecção de colchões e obras de estofaria. O tronco é usado em estivados e a amêndoa aproveitada como alimento e azeite alimentar, sendo a espécie também usada como ornamental.

Butia catarinensis é uma palmeira pequena e exclusiva da restinga, ecossistema associado à Mata Atlântica (Lorenzi et al., 2010). A restinga é um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, dependente mais da natureza do solo que do clima (Falkenberg, 1999). A espécie se estende do litoral de Santa Catarina até o município de Osório/RS e forma, muitas vezes, pequenos agrupamentos mais densos chamados butiazais, também conhecidos pelo nome indígena “butiatuba” (Reitz, 1974; Soares et al., 2014). Há graduações de densidade nos butiazais de *B. catarinensis*, como ocorrem em outras espécies do gênero. É o caso de populações de *B. odorata* no Rio Grande do Sul e no Uruguai, que

podem variar desde poucas dezenas até mais de seiscentas plantas por hectare em alguns locais (Rivas e Barbieri, 2014).

Butiazais densos de *B. catarinensis* já foram registrados em Imbituba/SC e região no século XIX por Saint-Hilaire (1978) e Avé-Lallemant (1980), assim como atividades de subsistência relacionadas ao manejo da paisagem através do uso da agricultura itinerante (Cavechia, 2011). Uma roça neste sistema de cultivo é formada mediante abertura de clareiras com corte e queima da vegetação e plantação dos cultivares para, posterior colheita, haver períodos de pousio com formação de áreas de capoeiras (Martins, 2005). A prática de manejo com o uso do fogo era comum em tempos passados na região de Imbituba/SC, sendo praticada atualmente por uma pequena minoria de agricultores (Cavechia, 2011).

Nestes locais de coexistência entre butiazais densos e roças, Sampaio (2011) e Kumagai e Hanazaki (2013b) destacam que as áreas de adensamento de butiá podem ter sido originadas pela facilitação humana do recrutamento de novos indivíduos ou pela ação do fogo usado nas atividades agrícolas tradicionais, influenciando positivamente a densidade da espécie ao longo do tempo. Entretanto, não se conhece com profundidade quais aspectos ecológicos, incluindo a ação humana, podem ter determinado tais adensamentos. Assim, como exemplo de uma espécie historicamente manejada e usada pelo homem, é esperado que butiazais com maior densidade tenham predominância de indivíduos adultos, com estrutura populacional dependente de densidade e que são influenciados por características ambientais e pela ação humana de uso e extração de frutos e folhas, bem como do uso do fogo na paisagem.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Compreender os distintos graus de adensamento de *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi (Arecaceae) e os fatores ambientais e antrópicos que influenciaram sua abundância e distribuição populacional.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar a estrutura populacional e o recrutamento de *B. catarinensis* nos locais de maior e menor adensamento;

- Avaliar a densidade e a distribuição espacial de *B. catarinensis* nos locais de maior e menor adensamento;
- Caracterizar ambientalmente os locais de maior e menor adensamento de *B. catarinensis*, enfatizando a ação do manejo pelo fogo;
- Avaliar a dinâmica populacional e projetar o crescimento populacional de *B. catarinensis* em uma área de menor adensamento que sofreu com ação do fogo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

A localidade Areais da Ribanceira (29°12'12''S e 48°40'40''W) se encontra no município de Imbituba, localizado na porção centro sul do litoral de Santa Catarina. Esta região possui registro de atividades de subsistência relacionadas ao uso e manejo da restinga desde o século XIX, juntamente com uma área de concentração de *B. catarinensis* (Saint-Hilaire, 1978; Avé-Lallemant, 1980).

As populações de butiá são encontradas na restinga, definida como um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades florística e fisionomicamente distintas, as quais formam um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima (Falkenberg, 1999). Essas comunidades ficam situadas em terrenos predominantemente arenosos, em geral com solos pouco desenvolvidos (Falkenberg, 1999). Os butiazeiros são encontrados na fitofisionomia arbustiva primária e em estágio avançado de regeneração (Falkenberg, 1999). Entretanto, quando há manejo da paisagem através da agricultura itinerante, butiazeiros também são encontrados nos estágios sucessionais inicial e médio na restinga arbustiva (Cavechia, 2011). De acordo com o Sistema de Classificação Climática Köppen, o clima na região é subtropical do tipo Cfa, com temperatura média acima de 22°C no mês mais quente.

As restingas, ecossistema associado ao Domínio Mata Atlântica e em que os butiazeiros estão inseridos, tem como característica a alta suscetibilidade de perda de espécies frente à degradação ambiental (Guadagnin, 1999). As áreas da planície arenosa ocupadas por vegetação de restinga com adensamentos de *B. catarinensis* estão ameaçadas por pressões antrópicas atuais, principalmente pelo aumento de zonas urbanas e industriais e da ocupação turística (Hanazaki et al., 2012; Henrique, 2017). A restinga dos Areais da Ribanceira deve ser considerada uma área de interesse para a conservação, não só pela

biodiversidade mas também por sua relevância social (Kumagai e Hanazaki, 2013b). O uso histórico da área para extração dos frutos de *B. catarinensis* ocorre entre moradores e vizinhos da localidade, além de municípios próximos (Kumagai e Hanazaki, 2013a; Kumagai e Hanazaki, 2013b; Fogaça, 2014b). A extração complementa a renda dos residentes locais que praticam a agricultura itinerante, cujas plantações são de mandioca e aipim (*Manihot esculenta* Crantz) na grande maioria (Kumagai e Hanazaki, 2013b). De acordo com Cavechia (2011), a área atual é ainda limitada, intensificando o uso da terra para o plantio comunal, aumentando a rotatividade e reduzindo o período de pousio (1 a 5 anos). O uso do fogo, frequente antigamente, tem sido utilizado por uma minoria de agricultores atualmente, sendo substituído por maquinários e adubação química (Cavechia, 2011).

Os Areais da Ribanceira compreendem uma região de ocupação humana e se distinguem basicamente em duas porções na paisagem, que estão separadas por uma paleoduna com vegetação arbórea que se estende perpendicularmente ao mar (Figura 1). Um dos locais está em um mosaico de atividades agrícolas itinerantes de pequena escala (AA) com roças principalmente de mandioca e aipim (*M. esculenta*), onde encontram-se manchas de butiazais claramente distintas pelo maior adensamento que apresentam as áreas A1, A2 e A3. Os locais de menor adensamento encontram-se na restinga em regeneração (RR) com as áreas A4, A5 e A6.

As áreas mais adensadas (AA – A1, A2 e A3) são fragmentos de butiazal circundadas ora por vegetação herbácea ou arbustiva, ora por roças de mandioca e aipim (*M. esculenta*). Em todas as áreas há vestígio de extração dos frutos, com menor intensidade na A2 possivelmente devido a sua localização afastada das estradas e por ser a área de menor tamanho. A A1 é a maior área de adensamento da espécie, apresenta vegetação herbáceo-arbustiva juntamente com os butiazeiros e o seu entorno está sendo manejado atualmente para plantio de mandioca e aipim em roças de agricultura itinerante. A área A2 apresenta vegetação arbustiva. A área A3 também é composta por vegetação herbáceo-arbustiva e é a que mais apresenta butiazeiros com restos de bainhas e pecíolos enegrecidos pela ação do fogo. Esta área fica próxima a um local de separação de lixo, na qual a prática da limpeza por queimadas é comum. Como consequência, o fogo alastra-se para o butiazal. As três áreas estão sobre o topo das dunas.

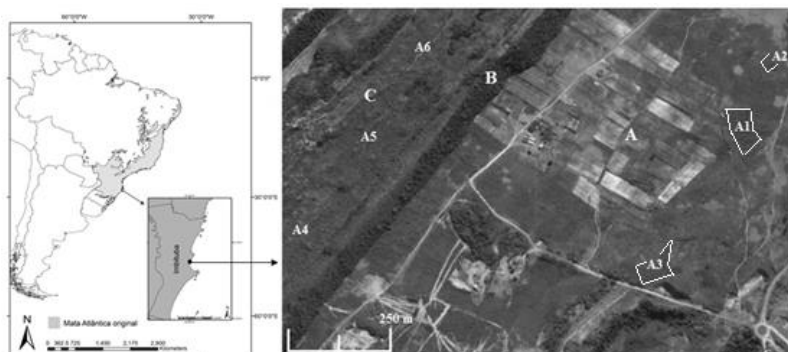


Figura 1. Localização dos Areais da Ribanceira em Imbituba/SC. A. Locais de maior adensamento de *B. catarinensis* entremeadas por roças (AA – A1, A2 e A3). B. Paleoduna que divide os dois locais de *B. catarinensis*. C. Locais de menor adensamento na restinga em regeneração (RR – A4, A5 e A6).

Em contrapartida, as áreas de menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) são caracterizadas por butiazal em um mosaico de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea. As áreas avaliadas estão separadas por manchas de vegetação arbórea. As áreas A4 e A5 são semelhantes fisionomicamente quanto à vegetação arbustiva. Na primeira, houve queima da vegetação em 2013-2014. Recentemente (2016) a área A6 também sofreu com a ação do fogo, o que refletiu na vegetação herbácea e uma quantidade considerável de samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis* (G. Forest.) Ching). O uso do fogo na paisagem ainda acontece na região, porém não é comumente usado para a manutenção das roças. Atualmente a comercialização de samambaia-preta, a especulação imobiliária e a maior produção de frutos de *B. catarinensis* nos anos subsequentes são os principais fatores que desencadeiam as queimadas na região. Nestas áreas também há extração de frutos de *B. catarinensis*.

3.2. A Espécie *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi

Butia catarinensis pertence à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, ordem Arecales, família Arecaceae e gênero *Butia*. A espécie é exclusiva da restinga e ocorre sobre solos arenosos e rochosos, em dunas estáveis crescendo ora nos campos litorâneos, ora em meio à densa vegetação arbustiva da restinga (Lorenzi et al., 2010; Reitz, 1974). Sua distribuição abrange o litoral centro-sul de Santa Catarina

até Osório/RS (Lorenzi et al., 2010; Soares et al., 2014). A situação da espécie *B. catarinensis* é preocupante, pois encontra-se em risco de extinção na natureza muito elevado (CONSEMA, 2014).

Butia catarinensis tem como característica caule solitário, curto, crescendo até cerca de 2 m de altura, 22-48 folhas contemporâneas, flores pistiladas e flores estaminadas de 5-8 mm e 9-10 mm de comprimento, respectivamente, na mesma inflorescência, bem como uma bráctea peduncular, ou espata, que se alarga em direção ao ápice e termina abruptamente em um bico curto. Possui frutos ovoides pequenos, medindo 1,4-2,6 cm de comprimento, de coloração variada entre os indivíduos, podendo ser amarela, alaranjada, alaranjada-avermelhada ou vermelha quando maduros e endocarpo estreito-ovoide, fusiforme ou elíptico, com 1,3-1,4 cm de comprimento (Lorenzi et al., 2010) (Figura 2).



Figura 2. *Butia catarinensis* na restinga dos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A. Butiazeiro, indivíduo adulto. B. Espata. C. Inflorescência. D. Infrutescência. E. Frutos maduros. Fonte: Autora, 2016.

A floração ocorre entre julho a fevereiro e a maturação dos frutos de novembro a maio (Reitz, 1974; Rosa et al., 1998). Segundo Rosa (2000), *B. catarinensis* possui inflorescências que são visitadas por uma

grande diversidade de insetos, nas quais as abelhas nativas podem ser consideradas como o mais importante grupo de polinizadores. As flores apresentam nectários totalmente expostos, localizados na porção central da flor, não restringindo desta forma a entrada de visitantes florais e enquadrando-se como generalista (Rosa, 2000). A espécie apresenta protandria (antese de flores masculinas primeiramente e posteriormente antese de flores femininas) e baixa porcentagem de inflorescências em diferentes fases de floração no mesmo indivíduo, formando frutos através da polinização cruzada (Rosa et al., 1998; Rosa, 2000).

Mesmo não frutificando o ano inteiro, algumas populações da espécie apresentam alta densidade de indivíduos reprodutivos conferindo papel importante como fonte alimentar para uma série de frugívoros e populações humanas no verão (Rosa et al., 1998). Dentre os animais que se alimentam e dispersam os frutos destacam-se as espécies de graxaim (*Dusicyon spp.*), mão-pelada (*Procyon spp.*), lebre (*Lepus capensis*), besouros e anta (*Tapirus terrestres*), além de aves como a aracuã (*Ortalis spp.*) (Rosa et al., 1998; Santos et al., 2005; Fogaça, 2014b.). A germinação das sementes é lenta, ocorrendo após 12 meses, sendo mais efetivo nos frutos inteiros do que nos despulpados (com retirada do epicarpo e mesocarpo) ou com choque térmico a 60°C (Sampaio et al., 2012). Aparentemente a dormência das sementes pode ser quebrada através de compostos químicos, pois em fezes de antas foram encontradas mudas de *B. catarinensis* (Santos et al., 2005).

3.3. Coleta de Dados

Os locais de estudo seguiram os adensamentos avaliados por Sampaio (2011), que foram selecionados de acordo com as indicações dos agricultores locais. Em cada local, áreas foram selecionadas para alocação de parcelas em populações com uma variação clara em densidade, inicialmente estimada visualmente. Locais de maior adensamento foram caracterizados pela alta abundância de indivíduos adultos (mínimo de 30 em uma parcela de 200m² ou 0,15 adultos/m²). Estes valores foram estipulados de acordo com a quantidade mínima encontrada em uma das parcelas dentre os locais de maior adensamento (AA) que foi de 35 adultos ou 0,18 adultos/m². As parcelas de menor adensamento apresentam números inferiores de adultos. Em cada área dentre as adensadas (AA - A1, A2 e A3) e de menor adensamento (RR - A4, A5 e A6) houve a alocação de quatro parcelas (10x20m), totalizando 24 (2 locais x 3 áreas x 4 parcelas por área). A instalação

e avaliação das parcelas ocorreu entre fevereiro e outubro de 2016. As parcelas foram dispostas equidistantes 20m entre si a fim de amostrar a heterogeneidade do local. Nas AA, foram evitadas um mínimo de cinco metros na borda da vegetação, uma vez que o adensamento se dá por manchas em meio às roças de mandioca e aipim (*M. esculenta*). Apenas na área A2 não foi possível respeitar esse limite, pois a área é menor.

Todos os indivíduos foram localizados espacialmente na parcela (eixos x e y) e categorizados quanto ao seu estágio ontogenético. Os estágios ontogenéticos de *B. catarinensis* seguiram a classificação de Sampaio (2011) (Figura 3), com modificações:

a) plântula: apresenta de um a cinco eófilos, inteiros, lanceolados e sem folhas pinadas;

b) infantil: folhas pinadas cujas pinas e nervura central são mais finas e menores que as dos próximos estágios;

c) juvenil: todas as folhas pinadas, com restos de bainhas e pecíolos, com ou sem estipe exposto, mas sem as estruturas reprodutivas ou evidências anteriores destas;

d) adulto: todas as folhas pinadas, com restos de bainhas e pecíolos, com ou sem estipe exposto e com as estruturas reprodutivas ou evidência de reprodução anterior.

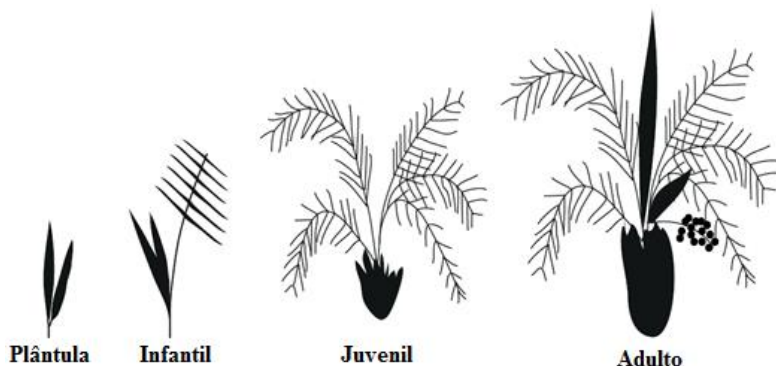


Figura 3. Estágios ontogenéticos de *Butia catarinensis*.

Foram medidos o comprimento de todos os indivíduos. Para plântulas e infantis foi medido o comprimento da folha maior e para juvenis e adultos foi medido o comprimento do estipe (do solo até a inserção da folha flecha). Para os juvenis e adultos inclinados foram medidos também a altura vertical. Para os indivíduos adultos foram verificados a presença e contabilizados os seguintes sinais reprodutivos:

espata, inflorescência, infrutescência, inflorescência seca e espata abortada e seca.

Para caracterização do ambiente de butiazal nos locais de maior e menor adensamento, variáveis ambientais foram coletadas em cada parcela. Seleccionamos cinco pontos (quatro próximos aos vértices e um ponto central) em cada parcela para a amostragem do solo. Em cada ponto, a coleta de solo foi feita com o auxílio de um trado na profundidade de 20cm. As amostras foram posteriormente misturadas e homogeneizadas, de modo a compor uma amostra composta por parcela e enviadas para análises físico-químicas na EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). Os parâmetros físico-químicos analisados foram: matéria orgânica (MO), porcentagem de argila, potencial hidrogeniônico (pH - água), índice SMP, fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (S) e saturação de bases (V), bem como as relações entre Ca/Mg, Ca/K e Mg/K.

O mesmo desenho amostral foi utilizado para as outras variáveis ambientais medidas nos locais de maior e menor adensamento, que foram as seguintes: cobertura das copas 1 (0,30 m) e 2 (1,30 m), cobertura e espessura da serapilheira, porcentagem de solo exposto, cobertura vegetal (herbácea e arbustiva) e umidade do solo. Para a cobertura da copa foi utilizado um densiômetro esférico de Lemmon, Modelo C, sendo dividido em diferentes alturas a partir do solo (1 – 0,30 m e 2 – 1,30 m) devido a vegetação ter altura e estrato heterogêneos. Para as demais variáveis, utilizamos o método ponto-quadrante adaptado (Brower et al., 1998) com auxílio de um quadrado (1m²) feito de tubos plásticos no solo. As porcentagens de cobertura da serapilheira, vegetal e de solo exposto foram estimadas visualmente. Obteve-se a espessura da serapilheira com auxílio de uma régua. Para determinação da umidade do solo, utilizou-se o medidor HidroFarm HFM2010/HFM2030 (Falker, S.A., Brasil) que mede a porcentagem de umidade volumétrica do solo de 0 a 0,10 m de profundidade no final de outubro. Verificamos o manejo com uso do fogo através das modificações na vegetação (plantas e butiazeiros com estipes queimados), alterações visuais na paisagem e relatos dos moradores locais.

Para a dinâmica populacional, trabalhamos na mesma área de menor adensamento, que Sampaio (2011) e Lindner (2013), denominada área A4. Nos anos subsequentes a estes trabalhos, foram

feitos censos, estabelecendo-se pelo menos um intervalo de um ano entre eles. Foram registrados ao longo dos anos 2010 e 2016 a sobrevivência, a mortalidade, a transição dos indivíduos nos estágios ontogenéticos e o recrutamento de indivíduos.

3.4. Análise de Dados

Para a descrição da estrutura populacional, calculamos as porcentagens de cada estágio ontogenético por local (AA e RR) e área (da A1 à A6). Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMMs) para dados aninhados, com uso de distribuição Gamma com função de ligação logarítmica, foram utilizados para testar se comprimento, proporção de regenerantes (plântula e plântula + infantil) por adulto, número de sinais reprodutivos por adulto e densidade (variáveis resposta) apresentam diferença entre os locais de adensamento (variável explanatória). Nos modelos, os locais de adensamento (AA – maior e RR – menor adensamento) foram considerados como de efeitos fixos e as parcelas aninhadas as áreas de maior (A1, A2 e A3) e menor (A4, A5 e A6) adensamento foram consideradas como de efeito aleatório. Para o comprimento e a densidade analisou-se separadamente cada estágio ontogenético (plântula, infantil, juvenil e adulto). Nos modelos para avaliar o comprimento e os sinais reprodutivos, os indivíduos foram considerados como unidades de análise. As parcelas foram consideradas unidades de análise nos modelos que avaliaram proporção de regenerantes por adulto e densidade. Nestes dois últimos modelos, a área de menor adensamento A6 foi desconsiderada quando se tratou de número de plântulas, por ter sofrido com a ação do fogo. A queima foi considerada como um efeito a mais do grau de adensamento, podendo interferir nas análises de comparação. Para análises dos modelos, usou-se o pacote `glmmTMB` (Magnusson et al., 2017) e `car` (Fox e Weisberg, 2011). Todos os testes foram realizados na interface R 3.0.3 (R Core Team, 2016), considerando o nível de significância $p \leq 0,05$.

Além do comprimento do caule, avaliamos a altura vertical dos indivíduos de *B. catarinensis* que apresentavam inclinação. A altura vertical e o comprimento desses indivíduos (juvenis e adultos) foi comparada através do Teste T de Student pareado (Sokal e Rohlf, 2009) para verificar se há realmente diferença entre ambos. Separamos em classes de tamanho os comprimentos destes indivíduos para avaliar qual a altura mínima encontrada para o evento de reprodução. Para verificar o esforço reprodutivo e de crescimento dos indivíduos, analisamos a

relação dos sinais reprodutivos (variável resposta) com o comprimento (variável explanatória) nos distintos locais de adensamentos (AA e RR) através da análise de Modelos Lineares Generalizados, sob distribuição de Poisson.

Para avaliar o padrão de distribuição da população, calculamos o índice de Morisita padronizado (Morisita 1959; Krebs, 1999) para as áreas (M obs) e para 1000 modelos nulos (M nulo) com o pacote vegan (Oksanen et al., 2013). Neste índice, o padrão de distribuição pode ser uniforme ($M < 0$), aleatório ($M = 0$) ou agrupado ($M > 0$). Foram criados modelos nulos para comparar os valores observados dos valores obtidos em matrizes teóricas criadas ao acaso, com base em critérios pré-definidos (Gotelli e Graves, 1996; Gotelli e Ulrich, 2012). Inicialmente foram criadas 1000 matrizes binárias (presença/ausência) de iguais dimensões das matrizes originais, com quatro linhas representando as quatro parcelas e quatro colunas representando os quatro estágios ontogenéticos (plântula, infantil, juvenil e adulto) de cada área. Em seguida, foram atribuídos valores de abundância para cada estágio ontogenético variando entre o mínimo e o máximo valor de abundância observado dentre todos os estágios ontogenéticos da área. Posteriormente foram comparados os valores observados em relação aos obtidos nas matrizes teóricas, testando a significância ($p \leq 0,05$) da comparação em cada estágio ontogenético. O valor de p foi calculado pela razão de quantas matrizes teóricas (M nulo) tiveram índice de Morisita maiores ou iguais (se $M \text{ nulo} \geq M \text{ obs}$) ou menores ou iguais (se $M \text{ nulo} \leq M \text{ obs}$) que o valor de M obs, dividido pelo número de matrizes teóricas criadas (Bascompte et al., 2003). Também foi obtido o desvio padrão dos modelos nulos.

As variáveis ambientais de cada parcela foram obtidas pela média dos cinco pontos de amostragem. As variáveis de cobertura (vegetal, de copas 1 e 2 e de serapilheira) e porcentagem de solo exposto foram classificadas em porcentagens: 0-5, 6-25, 26-50, 51-75, 76-95 e 96-100 (Brower et al., 1998). Para as análises, utilizamos a mediana dessas classes. Para compreender a influência das variáveis ambientais sobre os padrões de estrutura populacional encontrados nas diferentes áreas de estudo realizamos uma análise de redundância (RDA) (Legendre e Legendre, 1998). Foi utilizado o pacote HH na (Heiberger, 2016). Os dados de estrutura populacional sofreram transformação de Hellinger e as variáveis ambientais foram padronizadas (Borcard et al, 2011). Para que as variáveis ambientais não tivessem valores inflacionados, foram excluídas aquelas com alta correlação e escolhidas

as variáveis com maior sentido ecológico através da função VIF (*Variance Inflation Factor*). As variáveis selecionadas foram: porcentagem de argila, potencial hidrogeniônico (pH - água), fósforo, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (V), umidade, coberturas das copas (1 e 2), de serapilheira, de cobertura vegetal e porcentagem de solo exposto. Foi avaliada a significância da associação entre as variáveis através do teste de permutação Monte-Carlo (999 iterações).

A dinâmica populacional de *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4 foi avaliada em intervalos demográficos de 2010 (t_0) a 2016 (t_6). Nos recenseamentos anuais foram coletados dados de permanência, transição e mortalidade dos estágios ontogenéticos, bem como o recrutamento de indivíduos. Utilizou-se o modelo matricial de Lefkovich (1965) uma vez que trata de estágios ontogenéticos (Rockwood, 2006; Gotelli, 2009). As estimativas de taxas de crescimento (λ , λ) e os parâmetros demográficos (distribuição etária estável, valor reprodutivo e elasticidade) que influenciam o λ da população ao longo do tempo também foram analisados (Caswell, 2001; Gurevitch et al., 2009). O valor reprodutivo é o número relativo de descendentes que será produzido por indivíduos de cada estágio ontogenético, indicando quais dos estágios são mais valiosos para a população (Gotelli, 2009). A distribuição etária estável se refere à permanência constante dos números relativos de indivíduos por estágio após intervalos de tempo (Caswell, 2001). A elasticidade revela as mudanças proporcionais de cada elemento da matriz no λ (Gurevitch et al., 2009). Foi utilizado pacote Rramas para a análise da matriz de transição (de la Cruz, 2014).

Entre 2013 e 2014, a área A4 sofreu ação do fogo e foi realizada uma análise de intervalo de tempo refinado para entender como a população de *B. catarinensis* respondeu a ação deste evento. Foram analisadas três matrizes de transição de acordo com o período: pré-fogo ($t_0 = 2010$ a $t_3 = 2013$), pós-fogo recente ($t_0 = 2013$ a $t_2 = 2015$) e pós-fogo tardio ($t_0 = 2015$ e $t_1 = 2016$). Para a construção da matriz de transição, utilizou-se os valores de sobrevivência com permanência no mesmo estágio ontogenético, probabilidade de sobrevivência para o próximo estágio ontogenético (podendo passar de um a dois estágios subsequentes) e fecundidade. A fecundidade foi obtida pela quantidade de regenerantes (plântulas e infantis) por adultos. Foi incluído o estágio infantil, uma vez que nos intervalos de tempo dos períodos analisados há o aparecimento de recrutas que se tornam infantis. Na matriz (A_t), a

diagonal principal indica a permanência no mesmo estágio ontogenético e a subdiagonal inferior a probabilidade de transição entre os estágios. A fecundidade está representada no valor direito superior da primeira linha e não há regressão de estágios representados nesta matriz, pois ainda não foram observadas regressões (Lindner, 2013). Os elementos de permanência e transição de estágios ontogenéticos estão representados por a_{ij} e a fecundidade por F :

$$A_t = \begin{array}{ccccc} & \begin{array}{c} \textit{Plântula} \\ \textit{Infantil} \\ \textit{Juvenil} \\ \textit{Adulto} \end{array} & \begin{array}{c} \textit{Plântula} \\ a_{PP} \\ a_{PI} \\ a_{PJ} \\ 0 \end{array} & \begin{array}{c} \textit{Infantil} \\ 0 \\ a_{II} \\ a_{IJ} \\ 0 \end{array} & \begin{array}{c} \textit{Juvenil} \\ 0 \\ 0 \\ a_{JJ} \\ a_{JA} \end{array} & \begin{array}{c} \textit{Adulto} \\ F \\ 0 \\ 0 \\ a_{AA} \end{array} \end{array}$$

Foi projetado o crescimento populacional a partir da dinâmica e abundância populacional amostrada na área de menor adensamento A4 com intuito de estimar a sua densidade. O objetivo desta análise é verificar se a população atingirá densidades semelhantes aos locais de maior adensamento daqui a 600 anos. O período de 600 anos foi selecionado devido à história de vida longa do butiá e pelo possível manejo dos povos Guaranis no passado, cujas datações são de 200-600 anos antes do presente (Pereira et al., 2016). Optou-se, além do período total, as matrizes dos períodos pré-fogo e pós-fogo recente, pois o intervalo de tempo entre eles é semelhante ($t=3$ anos e $t=2$ anos, respectivamente) e são os mais representativos em relação às respostas populacionais ao efeito do fogo. Para cada matriz foram criados modelos de crescimento contínuo logístico, contendo a transição (h) e a mortalidade (m – indivíduos que não sobreviveram e nem transitaram entre estágios) dos estágios ontogenéticos plântula (P), infantil (I), juvenil (J) e adulto (A). A fecundidade (F) também foi incluída no modelo para plântulas e infantis. Utilizou-se a densidade (indivíduos/área) para todos os parâmetros, sendo a área de 800 m² (4 parcelas x 200 m²). A capacidade de suporte (k) foi de 0,975 indivíduos/área, ou seja, com densidade inferior a um indivíduo/m² (como encontrado na maioria das áreas de maior adensamento) e o intervalo de tempo foi de um ano ($t=0,01$):

$$\begin{aligned}
 P_{t1} &= [P_{t0} + (F_p * t) - (m_p * t)]^{kP} \\
 I_{t1} &= [I_{t0} + ((F_I * t) + (h_{PI} * P_{t0}) * t) - (m_I * t)]^{kI} \\
 J_{t1} &= [J_{t0} + ((h_{PJ} * P_{t0}) + (h_{IJ} * I_{t0}) * t) - (m_J * t)]^{kJ} \\
 A_{t1} &= [A_{t0} + ((h_{JA} * J_{t0}) * t) - (m_A * t)]^{kA}
 \end{aligned}$$

onde:

P_{t0} : densidade de plântulas no tempo t e P_{t1} : no tempo t+1;

I_{t0} : densidade de infantis no tempo t e I_{t1} : no tempo t+1;

J_{t0} : densidade de juvenis no tempo t e J_{t1} : no tempo t+1;

A_{t0} : densidade de adultos no tempo t e A_{t1} : no tempo t+1.

4. RESULTADOS

4.1. Estrutura Populacional de *B. catarinensis*

Foram avaliados 4.285 indivíduos de *B. catarinensis*, totalizando 0,48 ha amostrados nas seis áreas (Apêndice 1). Nos locais de menor e maior adensamento se obteve, respectivamente, 550 e 2.388 adultos/ha. Nos locais de maior adensamento (AA), 61% da estrutura populacional foi composta por plântulas, seguidas de 5% de infantis, 14% de juvenis e 20% de adultos. Em contrapartida, os locais menos adensados (RR) possuem população com 41% de plântulas, 11% de infantis, 39% de juvenis e apenas 9% de adultos (Tabela 1).

4.2. Comprimento e Altura Vertical de *B. catarinensis*

Adultos e juvenis apresentam maior comprimento médio (1,14 e 0,69 m) nos locais mais adensados (AA) do que nos menos adensados (RR) (0,96 e 0,13 m), bem como infantis e plântulas (0,54 e 0,25 nas AA contra 0,49 e 0,19 m nas RR) (Tabela 2). Entretanto, estatisticamente apenas o comprimento de juvenis diferiu entre locais de maior e menor adensamento (Tabela 3). Os indivíduos menores ou iguais a 0,20 m de comprimento de caule não apresentaram reproduções anteriores (Figura 4). Nos locais AA, o aparecimento de sinais reprodutivos inicia em adultos mais altos (acima de 0,41 m) que nos RR (acima de 0,21 m). Todos os indivíduos acima, ou iguais, a 1,81 m nos locais mais densos (AA), e 1,21 m nos de menor adensamento (RR) já possuíam sinais reprodutivos. Há uma grande quantidade de indivíduos juvenis na classe 0-0,20 m nos locais RR (Figura 4).

Tabela 1. Abundância média \pm desvio padrão e porcentagem de indivíduos de *B. catarinensis* para cada estágio ontogenético nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800m²) amostradas, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. AA: locais de maior adensamento. RR: locais de menor adensamento.

	Plântula	Infantil	Juvenil	Adulto
AA	149,85 \pm 122,86 (61%)	167,18 \pm 122,29 (5%)	106,26 \pm 73,74 (14%)	105,22 \pm 85,82 (20%)
A1	195,30 \pm 122,61 (74%)	229,32 \pm 115,54 (4%)	132,67 \pm 101,48 (9%)	157,19 \pm 101,78 (13%)
A2	89,23 \pm 56,18 (56%)	128,39 \pm 77,73 (6%)	95,98 \pm 67,79 (8%)	79,71 \pm 66,33 (30%)
A3	86,69 \pm 53,31 (44%)	71,00 \pm 48,59 (3%)	93,57 \pm 47,21 (30%)	85,64 \pm 53,76 (24%)
RR	75,48 \pm 44,64 (41%)	68,4 \pm 47,51 (11%)	64,58 \pm 44,05 (39%)	47,72 \pm 42,57 (9%)
A4	63,79 \pm 23,49 (29%)	47,17 \pm 26,75 (12%)	40,01 \pm 26,75 (46%)	26,98 \pm 22,95 (13%)
A5	67,65 \pm 39,56 (31%)	74,55 \pm 54,19 (13%)	76,42 \pm 46,82 (44%)	66,36 \pm 45,40 (12%)
A6	82,89 \pm 50,17 (59%)	77,26 \pm 46,02 (9%)	71,34 \pm 44,17 (29%)	36,43 \pm 42,58 (4%)
Total	130,68 \pm 105,00 (54%)	111,55 \pm 95,71 (7%)	81,63 \pm 61,54 (22%)	94,45 \pm 82,61 (16%)

Tabela 2. Comprimento médio \pm desvio padrão (em metros) de indivíduos de *B. catarinensis* para cada estágio ontogenético nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800 m²) amostradas, nos Arais da Ribanceira, Imbituba/SC. AA: locais de maior adensamento. RR: locais de menor adensamento.

	Plântula	Infantil	Juvenil	Adulto
AA	0,25 \pm 0,14	0,54 \pm 0,17	0,69 \pm 0,36	1,14 \pm 0,25
A1	0,22 \pm 0,12	0,51 \pm 0,17	0,62 \pm 0,35	1,18 \pm 0,23
A2	0,33 \pm 0,18	0,60 \pm 0,15	0,43 \pm 0,28	1,07 \pm 0,25
A3	0,21 \pm 0,09	0,46 \pm 0,18	0,80 \pm 0,34	1,20 \pm 0,24
RR	0,19 \pm 0,12	0,49 \pm 0,16	0,13 \pm 0,14	0,96 \pm 0,39
A4	0,23 \pm 0,11	0,44 \pm 0,13	0,13 \pm 0,12	0,76 \pm 0,35
A5	0,22 \pm 0,14	0,58 \pm 0,17	0,14 \pm 0,14	1,03 \pm 0,38
A6	0,16 \pm 0,11	0,42 \pm 0,11	0,12 \pm 0,16	1,19 \pm 0,33
Total	0,23 \pm 0,14	0,51 \pm 0,17	0,36 \pm 0,38	1,11 \pm 0,29

Tabela 3. Estatística do GLMM utilizado para análise do comprimento dos estágios ontogenéticos de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Arais da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).

	Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Valor z	Pr(> t)
Plântula	Intercepto (Local AA)	-1,38397	0,09832	-14,076	<0,01
	Local RR	-0,19752	0,14066	-1,404	0,16
Infantil	Intercepto (Local AA)	-0,60552	0,07082	-8,550	<0,01
	Local RR	-0,1545	0,0968	-1,596	0,11
Juvenil	Intercepto (Local AA)	-0,5096	0,1116	-4,564	<0,01
	Local RR	-1,5498	0,1553	-9,981	<0,01
Adulto	Intercepto (Local AA)	0,13176	0,07075	1,862	0,06
	Local RR	-0,16682	0,10248	-1,628	0,10

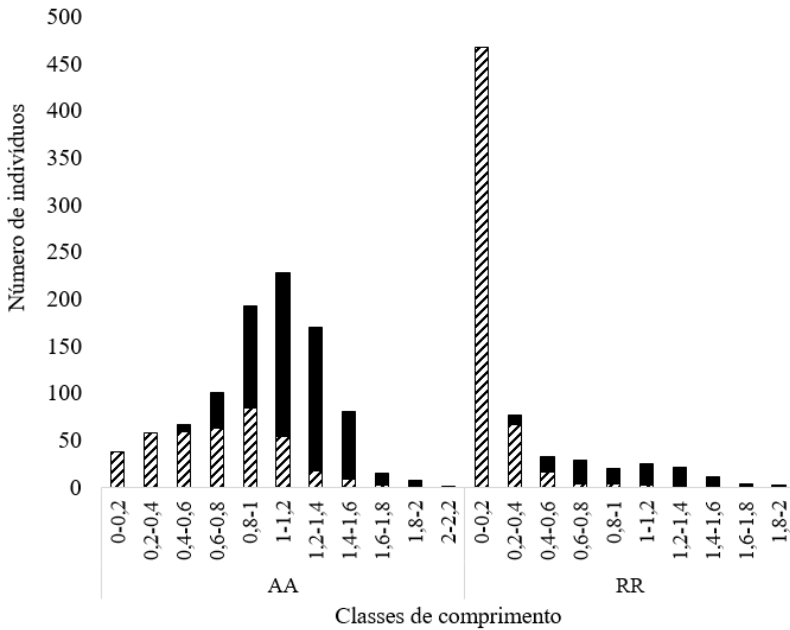


Figura 4. Classes de comprimento (em metros) entre indivíduos juvenis (em hachuras) e adultos (em preto) de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA) e de menor adensamento (RR) nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC.

Os indivíduos adultos apresentaram diferença significativa entre comprimento e altura vertical nas áreas A1 ($t=10,58$, $gl=49$, $p<0,01$), A2 ($t=6,25$, $gl=55$, $p<0,01$), A3 ($t=5,22$, $gl=21$, $p<0,01$), A5 ($t=5,15$, $gl=12$, $p<0,01$) e A6 ($t=5,73$, $gl=6$, $p<0,01$). O mesmo foi encontrado na área A1 ($t=4,51$, $gl=17$, $p<0,01$) e A3 ($t=5,96$, $gl=16$, $p<0,01$) para os juvenis. Apenas adultos inclinados foram observados nos locais RR (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento médio e altura vertical média \pm desvio padrão (em metros) dos indivíduos inclinados de *B. catarinensis* nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800 m²) amostradas, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. AA: locais de maior adensamento. RR: locais de menor adensamento. As diferenças significativas estão representadas por *.

	Juvenil		Adulto	
	Comprimento	Altura vertical	Comprimento	Altura vertical
AA	1,00 \pm 0,30	0,74 \pm 0,30	1,20 \pm 0,25	1,02 \pm 0,23
A1	0,87 \pm 0,26*	0,72 \pm 0,25*	1,21 \pm 0,21*	1,04 \pm 0,21*
A2	0,81 \pm 0,27	0,64 \pm 0,17	1,14 \pm 0,25*	0,97 \pm 0,24*
A3	1,18 \pm 0,26*	0,79 \pm 0,38*	1,34 \pm 0,27*	1,10 \pm 0,26*
RR	-	-	1,13 \pm 0,37	1,04 \pm 0,33
A4	-	-	0,91 \pm 0,36	0,89 \pm 0,33
A5	-	-	1,33 \pm 0,29*	1,18 \pm 0,32*
A6	-	-	1,30 \pm 0,22*	1,14 \pm 0,18*

4.3. Proporção de Plântulas e Infantis por Adultos de *B. catarinensis*

A proporção entre regenerantes (plântulas e plântulas + infantis) por adultos não diferiu significativamente entre os locais (Tabela 5 e Figura 5). Entretanto, observa-se um número expressivo de regenerantes por adultos na A6 (não inclusa no modelo). A proporção de plântulas por adultos nos AA foi de 3,11 \pm 2,16 (A1=5,53 \pm 2,13, A2=1,90 \pm 0,33 e A3=1,91 \pm 0,84) e nos RR de 7,51 \pm 9,22 (A4=2,57 \pm 1,13, A5=3,10 \pm 1,99 e A6=16,85 \pm 11,48). Locais de maior adensamento (AA) apresentaram 3,33 \pm 2,29 (A1=5,85 \pm 2,30, A2=2,10 \pm 0,48 e A3=2,03 \pm 0,97) e os de menor adensamento (RR) 9,16 \pm 9,85 (A4=3,76 \pm 1,87, A5=4,45 \pm 2,32 e A6=19,25 \pm 11,95) de plântulas + infantis por adultos.

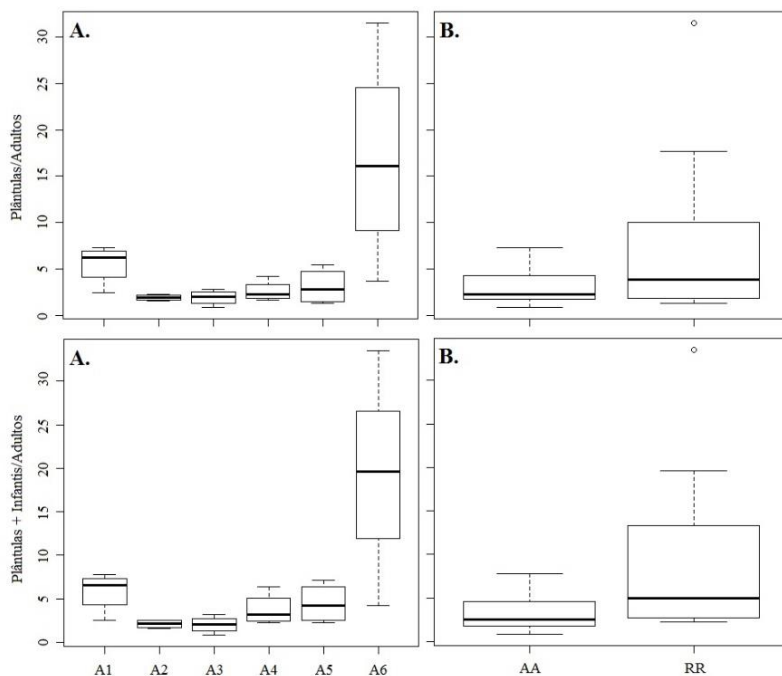


Figura 5. Proporção de plântulas e plântulas + infantis por adultos de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A linha central em negrito representa a mediana e os círculos são *outliers*. A. Proporção de regenerantes por adultos em relação às áreas de maior e menor adensamento (A1, A2, A3, A4, A5 e A6). B. Proporção de regenerantes por adultos em relação aos locais de maior (AA) e menor adensamento (RR).

Tabela 5. Estatística do GLMM utilizado para análise de proporção de plântulas e plântulas + infantis por adultos de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).

Proporção	Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Valor z	Pr(> t)
Plântulas/ Adultos	Intercepto (Local AA)	1,03052	0,23212	4,440	<0,01
	Local RR	0,02611	0,36591	0,071	0,94
Plântulas e Infantis/ Adultos	Intercepto (Local AA)	1,1039	0,2261	4,881	<0,01
	Local RR	0,3223	0,3565	0,904	0,37

4.4. Sinais Reprodutivos dos Adultos de *B. catarinensis*

Os indivíduos adultos têm em média $3,47 \pm 2,07$ sinais reprodutivos/indivíduo nos locais mais densos (A1= $3,24 \pm 1,71$, A2= $3,72 \pm 2,18$ e A3= $3,39 \pm 2,24$), contra $3,19 \pm 1,96$ nos de menor adensamento (A4= $2,64 \pm 1,81$, A5= $3,78 \pm 2,05$ e A6= $2,61 \pm 1,53$). Não houve diferença significativa entre locais de maior e menor adensamento (Tabela 6).

Tabela 6. Estatística do GLMM utilizado para análise de sinais reprodutivos por adultos de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Valor z	Pr(> t)
Intercepto (Local AA)	1,22063	0,05581	21,870	<0,01
Local RR	-0,09161	0,09403	-0,974	0,33

4.5. Relação entre Comprimento e Sinais Reprodutivos de *B. catarinensis*

A relação entre comprimento e a soma de número de sinais reprodutivos entre os indivíduos adultos (Figura 6) é positiva ($p < 0,01$), porém com baixa explicação para os locais mais adensados (pseudo-

$R^2=5,94\%$). Nos locais de menor adensamento (RR) a relação é melhor explicada, com pseudo- R^2 de 20,01% (Tabela 7).

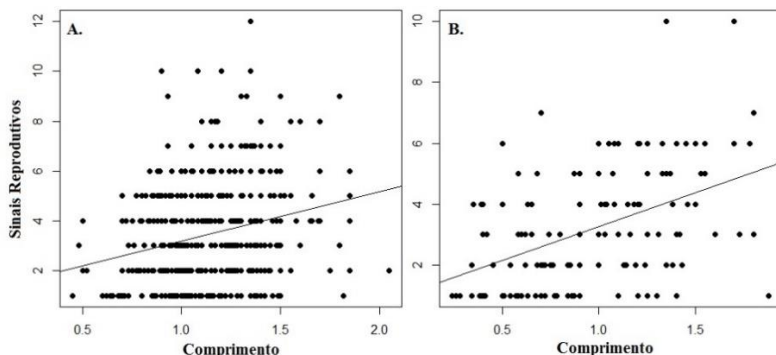


Figura 6. Relação entre o número de sinais reprodutivos e o comprimento (em metros) entre os indivíduos adultos de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Arais da Ribanceira, Imbituba/SC. A. Locais de maior adensamento. B. Locais de menor adensamento.

Tabela 7. Estatística do GLM utilizado para análise do número de sinais reprodutivos pelo comprimento (Comp., em metros) medidos por indivíduos adultos de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Arais da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).

Área	Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Valor z	Graus de liberdade	Pr(> t)
AA	(Intercepto)	0,59459	0,10615	5,601	704	<0,01
	Comp.	0,56178	0,08818	6,371	703	<0,01
RR	(Intercepto)	0,4625	0,1403	3,298	131	<0,01
	Comp.	0,6852	0,1227	5,582	130	<0,01

4.6. Densidade de *B. catarinensis*

A densidade total de indivíduos diferiu entre os locais, sendo os de maior adensamento (AA) aproximadamente o dobro do encontrado em locais de menor adensamento (RR). A densidade média de plântulas e adultos (0,72 e 0,24 ind/m², respectivamente) nos AA é superior aos locais de menor adensamento (RR: 0,25 e 0,06 ind/m²) (Figura 7 e Tabela 8). A densidade de plântulas e adultos difere entre os locais de

maior e menor adensamento (Tabela 9). Infantis e juvenis não diferiram quanto aos locais ($p \geq 0,05$).

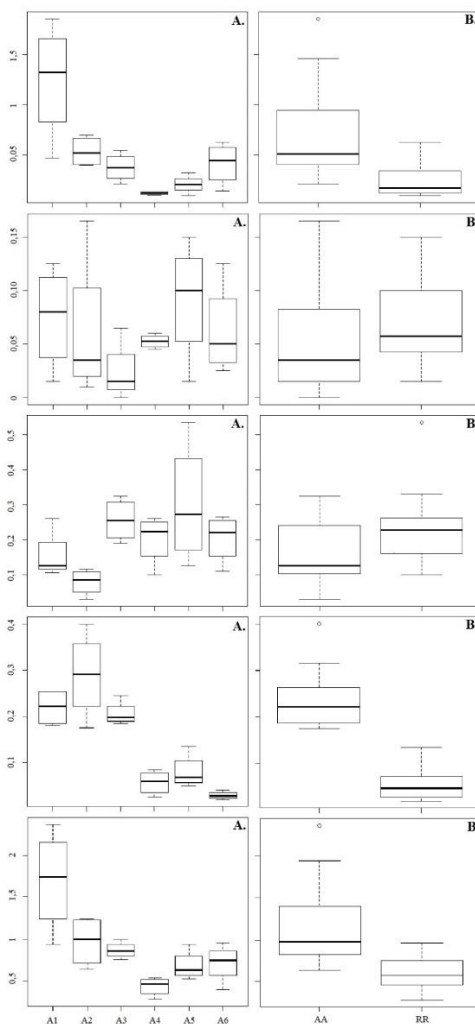


Figura 7. Densidade de cada estágio ontogenético e total de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. A linha central em negro representa a mediana e os círculos são *outliers*. A. Densidade em relação às áreas de maior e menor adensamento (A1, A2, A3, A4, A5 e A6). B. Densidade em relação aos locais de maior (AA) e menor adensamento (RR).

Tabela 8. Densidade média (indivíduos/m²) \pm desvio padrão de indivíduos de *B. catarinensis* para cada estágio ontogenético nas seis áreas (n=4 parcelas, totalizando 800 m²) amostradas, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. AA: locais de maior adensamento. RR: locais de menor adensamento.

	Plântula	Infantil	Juvenil	Adulto	Total
AA	0,72 \pm 0,51	0,05 \pm 0,05	0,16 \pm 0,09	0,24 \pm 0,07	1,18 \pm 0,53
A1	1,25 \pm 0,58	0,08 \pm 0,05	0,15 \pm 0,07	0,22 \pm 0,04	1,69 \pm 0,61
A2	0,54 \pm 0,16	0,06 \pm 0,07	0,08 \pm 0,04	0,29 \pm 0,09	0,97 \pm 0,30
A3	0,38 \pm 0,14	0,02 \pm 0,03	0,26 \pm 0,06	0,21 \pm 0,03	0,87 \pm 0,10
RR	0,25 \pm 0,18	0,07 \pm 0,04	0,24 \pm 0,12	0,06 \pm 0,03	0,61 \pm 0,21
A4	0,12 \pm 0,02	0,05 \pm 0,01	0,20 \pm 0,07	0,06 \pm 0,03	0,43 \pm 0,11
A5	0,21 \pm 0,09	0,09 \pm 0,06	0,30 \pm 0,18	0,08 \pm 0,04	0,68 \pm 0,18
A6	0,42 \pm 0,21	0,06 \pm 0,04	0,20 \pm 0,07	0,03 \pm 0,01	0,71 \pm 0,23
Total	0,49 \pm 0,44	0,06 \pm 0,05	0,20 \pm 0,11	0,15 \pm 0,11	0,89 \pm 0,49

Tabela 9. Estatística do GLMM utilizado para análise da densidade de cada estágio ontogenético de *B. catarinensis* nos locais de maior (AA – A1, A2 e A3) e menor adensamento (RR – A4, A5 e A6) amostrados, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. Valores em negrito são significativos ($p \leq 0,05$).

Densidade	Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Valor z	Pr(> t)
Plântula	Intercepto (Local AA)	-0,43580	0,2439	-1,787	0,07
	Local RR	-1,3727	0,3852	-3,563	<0,01
Infantil	Intercepto (Local AA)	0,05196	0,0121	4,286	<0,01
	Local RR	0,01453	0,0171	0,847	0,40
Juvenil	Intercepto (Local AA)	-1,8931	0,2117	-9,944	<0,01
	Local RR	0,4464	0,2983	1,496	0,14
Adulto	Intercepto (Local AA)	-1,4323	0,1822	-7,862	<0,01
	Local RR	-1,5336	0,258	-5,945	<0,01
Total	Intercepto (Local AA)	0,1283	0,1514	0,848	0,40
	Local RR	-0,6372	0,2139	-2,978	<0,01

4.7. Padrão de Distribuição Espacial de *B. catarinensis*

O padrão de distribuição espacial geral de *B. catarinensis* é agregado (Figura 8 e Tabela 10). Plântulas e infantis apresentam padrão agregado, como o encontrado nas matrizes teóricas ($p > 0,05$), exceto para a área A4 que difere do esperado ao acaso e apresenta padrão uniforme. O padrão agregado também é encontrado para os juvenis, diferindo do esperado ao acaso apenas na área A3. Os adultos são os que apresentam maior variação no padrão de distribuição. Nas áreas A1, A2, A4 e A5 os adultos estão agregados, diferindo do acaso apenas na primeira área. Nas demais (A3 e A6), o padrão de distribuição é uniforme e diferem dos valores do modelo nulo ($p \leq 0,05$). Quanto mais avançado o estágio ontogenético menor o valor de agregação na maioria das áreas.

Tabela 10. Padrão de distribuição dos estágios ontogenéticos de *B. catarinensis* observados e a média de distribuição dos modelos nulos ($n=1000$) nas seis áreas ($n=4$ parcelas, totalizando 800 m²) analisadas, nos Areas da Ribanceira, Imbituba/SC. A significância dos distintos valores (observados ao acaso) pode ser observada pelo *.

	Plântula		Infantil		Juvenil		Adulto	
	M obs	M null	M obs	M null	M obs	M null	M obs	M null
A1	0,53	0,54 ± 0,06	0,53	0,54 ± 0,07	0,51	0,54 ± 0,07	0,12	0,54 ± 0,06*
A2	0,51	0,53 ± 0,09	0,64	0,53 ± 0,08*	0,50	0,53 ± 0,11	0,51	0,53 ± 0,10
A3	0,51	0,53 ± 0,12	0,62	0,58 ± 0,10	0,47	0,54 ± 0,12*	-0,17	0,54 ± 0,11*
A4	-0,23	0,44 ± 0,21*	-	0,44 ± 0,20*	0,51	0,45 ± 0,20	0,36	0,45 ± 0,19
A5	0,51	0,52 ± 0,12	0,53	0,52 ± 0,13	0,54	0,52 ± 0,12	0,50	0,52 ± 0,12
A6	0,53	0,52 ± 0,11	0,53	0,52 ± 0,10	0,50	0,52 ± 0,10	-0,27	0,52 ± 0,11*

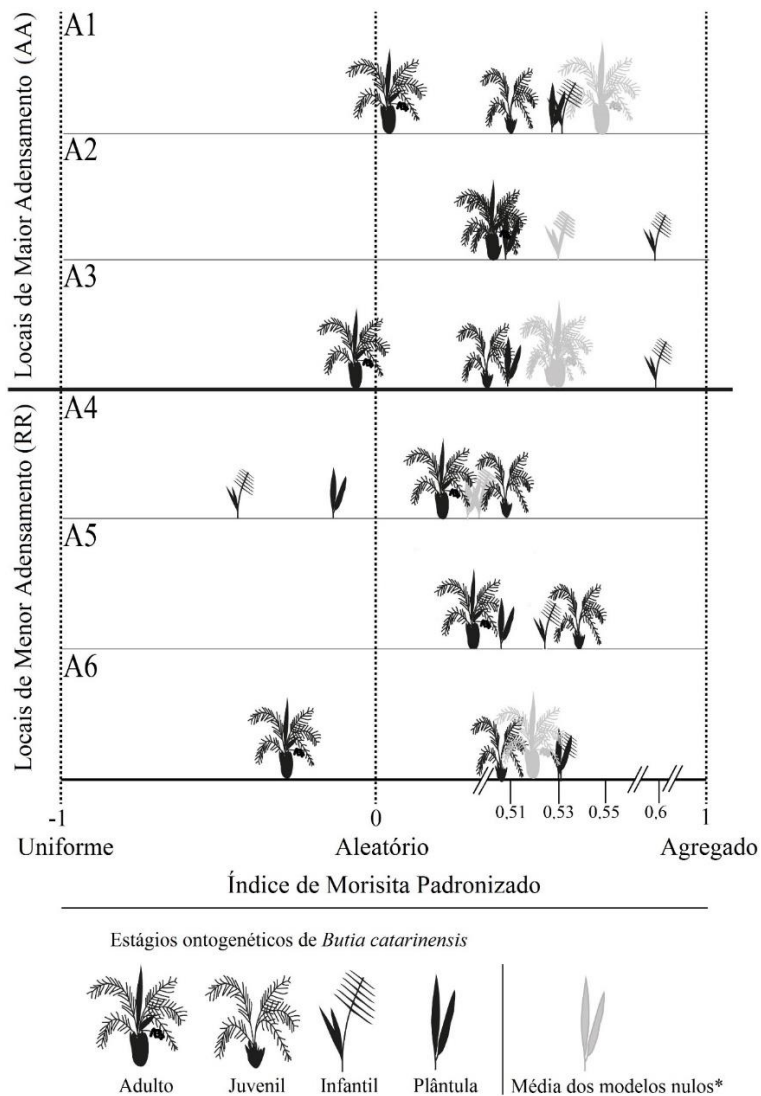


Figura 8. Representação gráfica do Índice de Morisita padronizado para cada estágio ontogenético de *B. catarinensis* nas seis áreas ($n=4$ parcelas, totalizando 800 m²) analisadas, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. Os valores do padrão de distribuição observados estão representados em preto e os valores obtidos pelos modelos nulos significativamente ($p \leq 0,05$) distintos ao observado estão em cinza.

4.8. Análise das Características Ambientais e dos Estágios Ontogenéticos da Estrutura Populacional de *B. catarinensis*

A variação total observada nos dois primeiros eixos foi de 75,77%, sendo que o primeiro eixo (RDA1) da ordenação explica 55,85% da proporção acumulada e o segundo (RDA2) 12,88% (Figura 9). De acordo com o teste de permutação (Tabela 11), as variáveis cobertura vegetal, de serapilheira e porcentagem de solo exposto estão relacionadas significativamente com os estágios ontogenéticos.

As variáveis coberturas da copa (1 e 2), fósforo (P) e saturação por bases (V) tiveram significância marginal. As variáveis ambientais mais relacionadas ao primeiro eixo são: cobertura da copa 2 ($F=-0,52$), fósforo ($F=-0,62$), cobertura vegetal ($F=0,64$), cobertura de serapilheira ($F=-0,71$) e cobertura da copa 1 ($F=-0,81$). As variáveis ambientais mais associadas ao segundo eixo da ordenação foram argila ($F=-0,38$), saturação de bases – V ($F=0,40$), cobertura da copa 1 ($F=-0,42$), capacidade de troca catiônica – CTC ($F=-0,49$) e umidade ($F=-0,49$).

A ordenação separou as áreas mais adensadas (AA - A1, A2 e A3) das de menor adensamento (RR - A4, A5 e A6), bem como os estágios ontogenéticos de *B. catarinensis*. Os estágios ontogenéticos plântula e adulto estão associados às áreas de maior adensamento, que sofrem maior influência das variáveis ambientais: cobertura da serapilheira, fósforo (P), coberturas da copa (1 e 2) e CTC. As áreas de menor adensamento apresentam maior número de indivíduos infantis e juvenis, sendo melhor explicadas pela porcentagem de solo exposto, cobertura vegetal e potencial hidrogeniônico (pH da água) do solo. Os valores das variáveis ambientais analisadas se encontram na Tabela 12.

Tabela 11. Correlações entre os dois primeiros eixos da RDA (RDA1 e RDA2) com as variáveis ambientais e com o valor de p após permutação (n=999 repetições). Os valores significativos estão representados por * e os valores marginalmente significativos por .

Variáveis ambientais	RDA1	RDA2	F	Pr(> F)
Cobertura vegetal	0,6398	0,3682	12,20	<0,01 *
Solo exposto	0,2148	0,156195	4,34	0,02*
Cobertura de serapilheira	-0,7104	-0,12	3,32	0,05*
Cobertura da copa 1	-0,8081	-0,41817	3,34	0,06.
Cobertura da copa 2	-0,5196	-0,36768	2,64	0,08.
Fósforo – P	-0,6194	0,009757	2,77	0,09.
Saturação de bases – V	-0,1291	0,403836	2,66	0,09.
Argila	0,2091	-0,38048	2,21	0,11
Capacidade de troca catiônica – CTC	-0,4748	-0,48483	2,06	0,14
Potencial hidrogeniônico – pH da água	0,3417	0,089697	1,20	0,32
Umidade	0,0712	-0,49432	0,79	0,47

Tabela 12. Valores das variáveis ambientais utilizadas na Análise de Redundância (RDA) para verificar a relação das mesmas com a estrutura populacional de *B. catarinensis* entre as seis áreas (n=4 parcelas) amostradas, nos Areais da Ribanceira, em Imbituba/SC. Legenda: CV – Cobertura vegetal, SE – Solo exposto, CS – Cobertura de serapilheira, CC1 – Cobertura de copa 1, CC2 – Cobertura de copa 2, P – Fósforo, V – Saturação de bases, CTC – Capacidade de troca catiônica e pH - Potencial hidrogeniônico da água.

Local	Área	Parcela	CV	SE	CS	CC1	CC2	P	V	Argila	CTC	pH	Umidade
Maior Adensamento	A1	P1	38	63	38	85,5	85,5	2,7	16,49	4	2,16	4,5	6
		P2	63	15,5	38	63	85,5	3,2	20,24	4	1,76	4,8	7
		P3	38	63	38	38	38	1,8	12,4	4	2,28	4,4	9
		P4	63	38	38	38	63	2,4	16,88	4	2,05	4,4	7
	A2	P1	38	38	63	63	85,5	3,2	17,17	6	2,41	4,8	7
		P2	15,5	38	63	85,5	85,5	3	18,44	3	1,72	5,5	7
		P3	38	15,5	85,5	85,5	98	3,5	38,9	4	2,94	5	6
		P4	38	38	63	85,5	85,5	3	16,2	3	2,74	4,6	6
	A3	P1	63	63	15,5	63	63	2,2	16,29	3	1,79	4,8	9
		P2	38	63	38	63	63	2,8	14,33	25	3,38	4,5	10
		P3	63	38	15,5	63	63	3,1	15,04	4	2,47	4,8	7
		P4	63	38	38	38	63	3,6	16,79	3	2,16	5	7

Menor Adensamento	A4	P1	85,5	38	15,5	15,5	38	2	20,07	4	1,75	4,9	6
		P2	63	63	15,5	38	38	1,9	17,13	4	2,05	4,8	7
		P3	85,5	63	15,5	2,5	38	2,2	22,65	6	1,55	4,9	7
		P4	63	38	15,5	2,5	15,5	1,8	24,86	5	1,33	5,2	7
	A5	P1	85,5	38	38	15,5	63	1,9	16,34	3	1,44	5,2	6
		P2	85,5	15,5	15,5	15,5	85,5	2,4	18,44	13	1,96	5,1	8
		P3	63	38	15,5	15,5	63	2,1	23,17	4	1,56	5	7
		P4	38	63	15,5	2,5	2,5	2,4	19,15	4	1,86	5	7
	A6	P1	63	63	15,5	2,5	15,5	2,7	19,6	4	1,87	4,9	8
		P2	85,5	38	38	15,5	38	3,1	36,73	4	2,22	5,3	8
		P3	85,5	63	38	15,5	38	3,2	23,55	14	1,83	5	7
		P4	38	85,5	15,5	2,5	15,5	2,4	16,52	7	2,28	4,9	6

4.9. Análise das Matrizes de Transição da População de *B. catarinensis* em uma Área de Menor Adensamento (A4)

Na implantação das parcelas na área A4 no ano de 2010 havia um total de 181 indivíduos (Sampaio, 2011), número que foi aumentando gradativamente para os 347 indivíduos amostrados em 2016. No período estudado houve transição de um a dois estágios ontogenéticos (Tabela 13). A maior sobrevivência e permanência encontrada neste período foi para os indivíduos adultos (86%), seguido dos juvenis (70%), infantis e plântulas (5% cada). A maior probabilidade de transição foi de infantil para juvenil (64%), seguida de plântula para juvenil (43%). A fecundidade foi de 2,96 plântulas e infantis por adulto.

Tabela 13. Matriz de transição entre os anos de 2010 e 2016 de *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribeirão, Imbituba/SC. A principal diagonal indica a probabilidade de permanência nos estágios ontogenéticos (em negrito) e a sub-diagonal inferior a probabilidade de transição entre os estágios (em itálico). A taxa de mortalidade (q_x) está representada no final da tabela. A fecundidade (recrutas de plântulas + infantis/adulto) se encontra na célula superior direita da matriz (sublinhado).

	Plântula	Infantil	Juvenil	Adulto
Plântula	0,05	0,00	0,00	<u>2,96</u>
Infantil	<i>0,24</i>	0,05	0,00	0,00
Juvenil	0,43	<i>0,64</i>	0,70	0,00
Adulto	0,00	0,00	<i>0,12</i>	0,86
q_x	0,28	0,31	0,18	0,14

O valor reprodutivo das plântulas é de 1 (um), dos infantis 1,14, dos juvenis 2,05 e dos adultos 8,61. A distribuição estável dos estágios ontogenéticos é 0,37 para plântulas, 0,08 para infantis, 0,41 para juvenis e 0,14 para adultos. A taxa finita de crescimento indica que a população continua crescendo ($\lambda=1,204$). Os valores que mais contribuíram para o λ foram a probabilidade de sobrevivência e permanência de adultos, de juvenis e a transição de juvenis para adultos com, respectivamente, 34,8%, 19,3% e 13,9% da elasticidade total. A fecundidade também influenciou na taxa finita de crescimento atingindo 13,9% da elasticidade total (Tabela 14).

Tabela 14. Análise de elasticidade entre os anos de 2010 e 2016 para a população de *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4, nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC. Os valores na matriz representam a contribuição específica para a taxa finita de crescimento (λ).

	Plântula	Infantil	Juvenil	Adulto
Plântula	0,006	0,000	0,000	0,139
Infantil	0,033	0,001	0,000	0,000
Juvenil	0,106	0,033	0,193	0,000
Adulto	0,000	0,000	0,139	0,348

Quando analisamos as matrizes de transição entre os períodos pré-fogo, pós-fogo recente e tardio (Tabela 15), podemos verificar que as maiores probabilidades de sobrevivência e permanência no mesmo estágio se encontram no período pós-fogo tardio com 65% para plântulas, 73% para infantis, 94% para juvenis e 98% para adultos. Os valores mais altos de transições ocorreram no período pré-fogo, sendo que 33% das plântulas transitaram para infantis, 64% dos infantis se tornaram juvenis e 8% dos juvenis começaram a se reproduzir. Em relação ao período pós-fogo recente, podemos observar que as taxas de mortalidade foram maiores do que nos outros períodos (Tabela 15). A mortalidade não foi maior apenas para infantis. Em contrapartida, a fecundidade que antes era de 1,84 subiu para 3,11 após a ação do fogo, declinando para 0,27 no período subsequente.

Quanto à taxa de crescimento finita nos períodos, os dados revelaram que antes da ação do fogo a população estava aumentando ($\lambda = 1,117$) e no pós-fogo apresenta um declínio ($\lambda = 0,958$ para o período recente e $\lambda = 0,988$ para o tardio) (Tabela 16). Os dados de distribuição etária estável e valor reprodutivo também variaram entre os períodos, mas este último apresentou padrão crescente dos estágios iniciais para o reprodutivo (Tabela 16). No período pós-fogo recente o valor reprodutivo de adultos foi maior do que nos demais.

Nos três períodos avaliados a maior contribuição para λ foi a probabilidade de permanência no estágio adulto de forma crescente (pré-fogo = 38,2%, pós-fogo recente = 74,8% e pós-fogo tardio = 81%). A probabilidade de sobrevivência e permanência nos juvenis foi o segundo maior elemento que contribuiu para λ , com 30,1%, 8,8% e 13,4% da elasticidade nos períodos pré, pós-fogo recente e tardio, respectivamente. A elasticidade da transição de juvenis para adultos

também contribuiu para λ nos períodos pré-fogo e pós-fogo recente (7,7% e 4%), bem como a fecundidade (Tabela 17).

Tabela 15. Matriz de transição para os períodos pré-fogo (2010-2013), pós-fogo recente (2013-2015) e pós-fogo tardio (2015-2016) de *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Ibituba/SC. A principal diagonal indica a probabilidade de permanência nos estágios ontogenéticos (em negrito) e a sub-diagonal inferior a probabilidade de transição entre os estágios (em itálico). A taxa de mortalidade (q_x) está representada no final da tabela. A fecundidade (recrutas de plântulas + infantis/adulto) se encontra na célula superior direita da matriz (sublinhado).

	Plântula	Infantil	Juvenil	Adulto
Período pré-fogo				
Plântula	0,19	0,00	0,00	<u>1,84</u>
Infantil	<i>0,33</i>	0,14	0,00	0,00
Juvenil	0,05	<i>0,64</i>	0,89	0,00
Adulto	0,00	0,00	<i>0,08</i>	0,93
q_x	0,43	0,22	0,03	0,07
Período pós-fogo recente				
Plântula	0,23	0,00	0,00	<u>3,11</u>
Infantil	<i>0,09</i>	0,19	0,00	0,00
Juvenil	0,04	<i>0,62</i>	0,66	0,00
Adulto	0,00	0,00	<i>0,03</i>	0,91
q_x	0,64	0,19	0,31	0,09
Período pós-fogo tardio				
Plântula	0,65	0,00	0,00	<u>0,27</u>
Infantil	<i>0,07</i>	0,73	0,00	0,00
Juvenil	0,01	<i>0,15</i>	0,94	0,00
Adulto	0,00	0,00	<i>0,01</i>	0,98
q_x	0,27	0,12	0,06	0,02

Tabela 16. Taxa de crescimento finita (λ), distribuição estável (w_i) e valor reprodutivo (v_i) dos estágios ontogenéticos para os períodos pré-fogo (2010-2013), pós-fogo recente (2013-2015) e pós-fogo tardio (2015-2016) de *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC.

		Pré-fogo	Pós-fogo recente	Pós-fogo tardio
λ		1,117	0,958	0,988
Plântula	w	0,332	0,578	0,28
	v	1	1	1
Infantil	w	0,112	0,068	0,076
	v	2,281	5,219	3,879
Juvenil	w	0,389	0,218	0,293
	v	3,48	6,467	6,681
Adulto	w	0,167	0,135	0,351
	v	9,859	64,317	32,309

Tabela 17. Análise da elasticidade para os períodos pré-fogo (2010-2013), pós-fogo recente (2013-2015) e pós-fogo tardio (2015-2016) de *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC.

	Plântula	Infantil	Juvenil	Adulto
Período pré-fogo				
Plântula	0,016	0,000	0,000	0,077
Infantil	0,062	0,009	0,000	0,000
Juvenil	0,014	0,062	0,301	0,000
Adulto	0,000	0,000	0,077	0,382
Período pós-fogo recente				
Plântula	0,013	0,000	0,000	0,040
Infantil	0,026	0,006	0,000	0,000
Juvenil	0,014	0,026	0,088	0,000
Adulto	0,000	0,000	0,040	0,748
Período pós-fogo tardio				
Plântula	0,013	0,000	0,000	0,007
Infantil	0,006	0,016	0,000	0,000
Juvenil	0,001	0,006	0,134	0,000
Adulto	0,000	0,000	0,007	0,810

4.10. Modelo de Projeção Populacional de *B. catarinensis* em uma Área de Menor Adensamento (A4)

De acordo com o modelo de projeção populacional para *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4, nos próximos 600 anos não serão obtidas densidades semelhantes às áreas mais adensadas para o período total (2010-2016), o período pré-fogo (2010-2013) e o período pós-fogo recente (2013-2015) (Figuras 10.A). A densidade alcançada ficou entre 0,01 e 0,02 adultos/m² para o período total e valores inferiores a 0,01 adultos/m² foram obtidos para os demais períodos (Figura 10.B). Esses valores também são inferiores aos valores encontrados nas áreas de maior adensamento A1, A2 e A3 com, respectivamente, 0,22, 0,29 e 0,21 adultos/m² (Tabela 8).

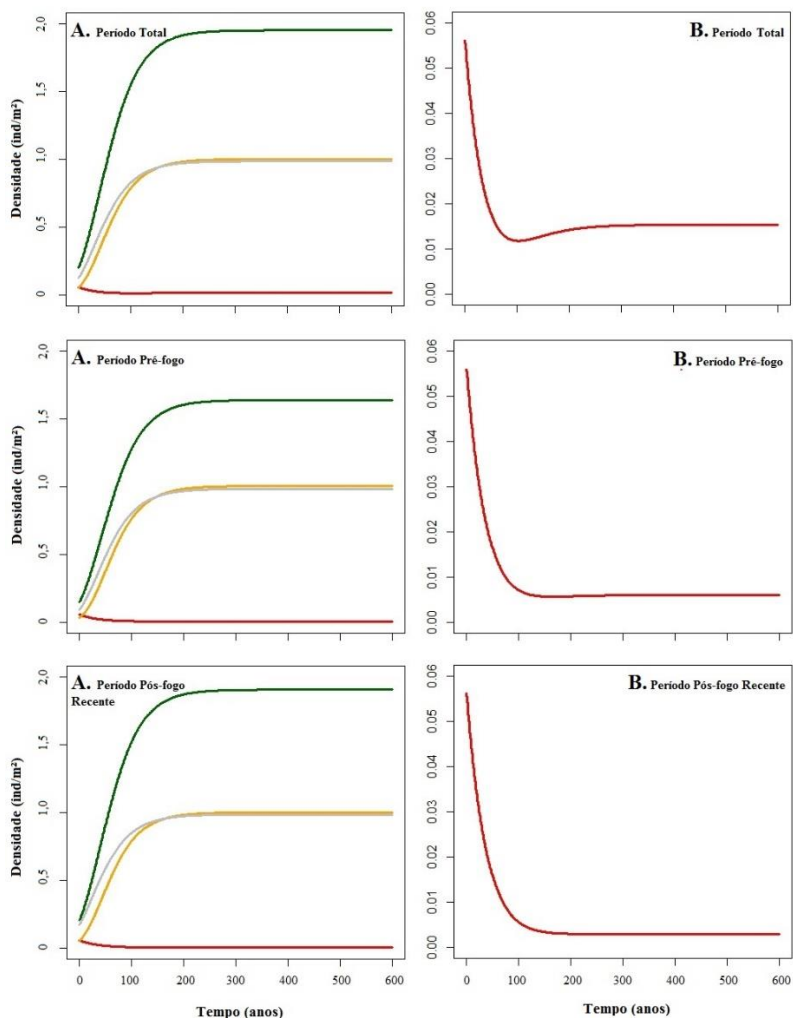


Figura 10. Curvas dos modelos de projeção de *B. catarinensis* na área de menor adensamento A4 (n=4 parcelas), nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC para as transições do período total (2010-2016), pré-fogo (2010-2013) e pós-fogo recente (2013-2015). A. Modelo de projeção para todos os estágios ontogenéticos: plântula (cinza), infantil (amarelo), juvenil (verde) e adulto (vermelho). B. Modelo de projeção mais detalhado de adultos.

5. DISCUSSÃO

A população de *B. catarinensis* nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC está sujeita a diferentes características ambientais e práticas de manejo, como o uso do fogo intenso antigamente e esporádico ultimamente. Em consequência, apresenta distintas estruturas populacionais nas áreas de ocorrência, corroborando com a hipótese inicial do trabalho de que butiazais mais adensados teriam predominância de indivíduos adultos, com estrutura populacional dependente de densidade. A ação do fogo acarretou no aumento de nutrientes no solo (fósforo) e, conseqüentemente, maior recrutamento. A conformação das populações em áreas de maior e menor adensamento diferiu em relação às características biológicas (comprimento), ecológicas (densidade e padrão de distribuição espacial) e ambientais (como serapilheira).

Os locais de maior adensamento (AA) apresentam densidade estimada de 2400 adultos/ha, diferentemente dos de menor adensamento (RR), cuja estimativa é de 550 adultos/ha. Esta é a principal característica que distingue os locais de estudo, mas que podem ser consideradas ambas de alta densidade quando comparadas a outras espécies do mesmo gênero. Segundo Rivas e Barbieri (2014), um butiazal nativo do Bioma Pampa de *B. odorata* com baixa densidade apresenta menos de 100 plantas por hectare e valores superiores a este são considerados de alta densidade. Nas áreas mais adensadas (AA), o número de adultos é superior aos das áreas de menor adensamento (RR), com densidade variando de 0,21 e 0,29 contra 0,03 e 0,08 indivíduos/m², respectivamente.

As maiores porcentagens médias de abundância nos locais de maior adensamento (AA) se concentram em plântulas, seguidas por adultos. Os juvenis por sua vez são os que apresentam maiores valores nas áreas de menor adensamento A4 e A5. A área de menor adensamento A6, por conta da ação do fogo, possui valores semelhantes as áreas mais adensadas quanto a maior abundância de plântulas. A estrutura populacional das áreas de maior adensamento (A1 e A2) e da área de menor adensamento A6 possuem distribuição semelhante ao “J invertido” ou exponencial negativa. Entretanto, o elevado número de adultos nas áreas de maior adensamento (A1 e A2), fazem com que a distribuição não siga precisamente o mesmo padrão. A distribuição “J invertido” já foi observada em outros estudos com o palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) (Reis et al., 1996; Milanesi, 2012) e com as espécies de butiá, *B. odorata* (Azambuja, 2009), *B. capitata* (Silva,

2008) e *B. catarinensis* (Sampaio, 2011; Lindner 2013) mesmo que as espécies e as paisagens tenham sido submetidas a diferentes formas de manejo.

Quando há efeitos dependentes de densidade, o desenvolvimento de regenerantes é inibido de acordo com a proximidade de adultos e da densidade de plântulas, resultando no decréscimo de estágios ontogenéticos intermediários e na distribuição da população em exponencial invertido (Matos et al., 1999), como foi visto nos trabalhos de Reis et al. (1996), Bernacci (2001) e Azambuja (2009). De acordo com estes autores, o recrutamento e a transição de estágios intermediários foi mais efetivo a maiores distâncias de indivíduos reprodutivos e menos agregados. Nas áreas menos adensadas A4 e A5 há uma maior predominância de juvenis e as maiores abundâncias relativas de infantis, corroborando com a hipótese de dependência de densidade e de estágios intermediários porque as densidades de adultos são menores nestas áreas. De acordo com o modelo de Janzen (1970) e Connell (1971), a alta densidade de sementes sob a copa da planta mãe favorece a maior predação de sementes por patógenos e herbívoros, dificultando o recrutamento sob a copa. Estudos realizados com remoção de frutos de *B. catarinensis* sob a copa de indivíduos reprodutivos indicam que a fauna auxilia na redução dos efeitos da densidade, pois desloca os frutos a distâncias maiores quando o ambiente é mais fechado (Witt, 2009).

Na maioria das áreas há um número maior de regenerantes (plântulas) do que de indivíduos reprodutivos (adultos). O menor número de infantis em relação aos demais estágios ontogenéticos também foi encontrado por Silva (2008), que o justificou devido ao intervalo ontogenético de curta duração. O maior número de juvenis nos RR também pode ser explicado por este fato, uma vez que os comprimentos médios destes são menores (0,13 m) do que nos locais mais adensados (AA – 0,69 m). Se forem comparados os juvenis quanto a classe de comprimento, pode-se ver que a maioria dos indivíduos está entre 0-0,20 m, ou seja, são indivíduos que passaram a ser juvenis muito recentemente. Como as idades de palmeiras podem ser estimadas pelo comprimento do estipe, juntamente com a produção de folhas e cicatrizes anuais (Guarín e Valle, 2014; Guarín et al., 2014), espera-se que os juvenis nos locais de menor adensamento (RR) sejam mais novos do que nos de maior adensamento (AA).

Por conta dos adultos e juvenis com possível maior idade e vegetação com características de estágios sucessionais mais avançados,

a estimativa de que os locais mais adensados (AA) tenham um período de tempo maior em relação aos menos adensados (RR) também reflete no padrão de distribuição espacial. Essa observação aplica-se em especial aos adultos e juvenis de maior porte, por serem os indivíduos de maior idade. A maior densidade dos indivíduos adultos nas áreas mais adensadas também reflete no padrão de distribuição observado e no manejo das áreas, pelo transplante de indivíduos (Sampaio, 2011). O padrão agrupado em adultos é predominante nas áreas, mas também é o que apresenta maior variação. O padrão de distribuição dos adultos diferiu do padrão agregado, variando entre uniforme (A3 e A6) e ficando mais próximo ao padrão aleatório (A1). Menores valores de agregação em *B. capitata* ocorrem nas classes mais desenvolvidas, principalmente em indivíduos reprodutivos, indicando que a agregação diminui com o desenvolvimento populacional (Silva, 2008). Estudos com a palmeira *Euterpe edulis* mostraram que é observada uma mudança do padrão agregado para o aleatório na transição de estágios ontogenéticos da espécie (Reis et al., 1996). Padrões estes que podem estar acontecendo com a população de *B. catarinensis* avaliada. Ainda, o padrão espacial dos adultos tende a ser menos agregado do que em estágios iniciais quando há dependência de densidade (Crawley, 1986). Segundo este autor, quando há densas agregações locais e aumento da demanda por recursos, conseqüentemente, ocorre aumento de competição intraespecífica. O mesmo ocorre para o padrão uniforme (Silva et al., 2009). Assim como em outros estudos, foi observado um padrão agregado para plântulas e juvenis (Silva, 2008; Azambuja, 2009; Lima, 2011; Sampaio, 2011). Na área de menor adensamento A4, o padrão de distribuição uniforme entre plântulas e infantis diferiu das demais áreas e pode ser explicado pelas menores densidades desses estágios ontogenéticos.

Ainda em relação a estimativa de idades dos butiazeiros nos locais de adensamento, os adultos reproduzem com maiores comprimentos nos locais mais adensados (AA). Nos locais de menor adensamento (RR), os adultos iniciam a reprodução acima de 0,21 m de comprimento de caule e todos os indivíduos acima de 1,21 m já haviam reproduzido pelo menos uma vez. Padrão este encontrado em populações de *B. catarinensis* em Laguna/SC, com mínimo para reprodução de 0,21 m (Rosa et al., 1998). Nos indivíduos dos locais de maior adensamento (AA) estes valores são de 0,41 m para o início da reprodução, onde todos os indivíduos acima de 1,81 são reprodutivos. Estes valores podem estar corroborando com a hipótese de maior idade

entre os indivíduos nos AA ou ser reflexo da densidade e de alguns fatores ambientais. Nos locais de maior adensamento, por exemplo, as coberturas das copas são superiores aos locais RR. Isto pode ter estimulado uma maior alocação de recursos para os indivíduos terem um maior comprimento devido a busca pela luz.

Os comprimentos dos indivíduos adultos por sua vez apresentam relação positiva com o número de sinais reprodutivos, assim como em Sampaio (2011) e Lindner (2013). No presente estudo, a relação entre a alocação de recursos para investimento reprodutivo e o vegetativo apresentou relação com a densidade, pois nos locais menos adensados (RR) a relação foi melhor explicada do que nos de maior densidade (AA). Os indivíduos adultos em maiores adensamentos provavelmente competem por recursos e apresentam maior esforço vegetativo, sugerindo que condições ambientais podem acarretar em esforços diferentes de acordo com os recursos oferecidos. As limitações ecológicas para o crescimento reprodutivo e vegetativo ainda são pouco conhecidas para o gênero *Butia*. Entretanto, a probabilidade de uma planta reproduzir, tende a aumentar de acordo com o seu tamanho (Rosa et al., 1998; Silva, 2008).

O esforço reprodutivo também pode ser avaliado através da regeneração. O número de plântulas e infantis por adulto demonstra uma boa regeneração na maioria das áreas. Nos locais mais adensados (AA) a proporção média foi inferior aos de menor adensamento (RR). Isto em parte se deve às altas proporções observadas na área de menor adensamento A6, que sofreu com a ação do fogo recentemente, chegando a ser, no mínimo, três vezes superior em relação às demais (Figura 5). O maior recrutamento em áreas pós-fogo já foi observado na mesma extensão de butiazal, na área de menor adensamento A4 (2013-2014), havendo um aumento substancial de regenerantes (Tabela 15). Apesar de não haver estudos sobre o impacto da ação do fogo nas espécies do gênero, incluindo quebra de dormência sob altas temperaturas e fumaça e sobre o banco de sementes, estes resultados sugerem que o recrutamento é beneficiado após o evento.

O maior recrutamento pode ser explicado através da relação entre variáveis ambientais e estrutura populacional. Após a ação do fogo, verificou-se que na área de menor adensamento A6 houve incremento de fósforo e da saturação por bases (V), indicando uma maior fertilidade no solo. O fogo provoca liberação de nutrientes na forma de cinzas, agregando potássio, fósforo e cálcio (Catry et al., 2010). O fósforo assimilável, nestas situações, sofre aumento

significativo numa camada entre 0-5 cm, sendo só isso possível pelo efeito fertilizador das cinzas (Fernandes e Fernandes, 2002). No momento pós-fogo a matéria orgânica é mineralizada, fazendo com que os nutrientes fiquem temporariamente disponíveis para as plantas sob a forma de sais dissolvidos na solução do solo, resultando em um pH muito alcalino (Ferreira et al., 2010). O solo arenoso encontrado nos locais é caracterizado por baixa concentração de nutrientes e baixa capacidade de retenção de água, sendo considerado pouco desenvolvidos (Lacerda et al., 1984; Falkenberg, 1999). Com isso, as restingas, deficientes em fósforo, fazem com que as plantas tenham uma maior eficiência de utilização deste nutriente (Mariano et al., 2007). Neste sentido, a abundância e a porcentagem de plântulas nas áreas mais adensadas e na área de menor adensamento A6 podem estar relacionados pela ação do fósforo, pois os valores são semelhantes entre essas áreas (Tabela 12). Nos locais de maior adensamento, a quantidade de fósforo é provavelmente explicada pela quantidade alta de serapilheira, uma vez que é um ambiente mais sombreado e a sua lenta taxa de decomposição pode reter nutrientes no ecossistema (Hay e Lacerda, 1984). Apesar dos locais AA estarem próximos às roças foi descartada a influência da lixiviação da adubação química, pois as machas de butiazais estão no topo de dunas.

A hipótese da influência da fertilidade do solo parece ser corroborada, quando são observadas outras espécies de palmeiras que ocorrem em restinga e que sofrem ação do fogo. Por exemplo, formações arbustivas de *Allagoptera arenaria*, palmeira de caule subterrâneo, são formadas possivelmente por queimadas periódicas através da substituição das formações vegetais existentes, uma vez que a espécie suporta a ação das queimadas na restinga (Almeida e Araújo, 1997; Menezes e Araujo, 2004). A regeneração pós-fogo neste ambiente é influenciada pelas mudanças proporcionadas pela senescência das folhas de *A. arenaria* que aumenta os nutrientes do solo ao longo do tempo (Menezes e Araujo 2000; Menezes e Araujo, 2004). Caso semelhante ao que foi observado nas áreas mais adensadas aqui estudadas, pois o manejo com o fogo nestas áreas não é tão recente quanto aos que ocorreram nas áreas A4 entre os anos de 2013-2014 e A6 no ano de 2016.

Nos locais de menor adensamento, os valores mais altos de cobertura vegetal e de solo exposto são explicados pelo fato da vegetação arbustiva de menor porte estar em regeneração. A baixa quantidade de indivíduos adultos, juvenis (mais antigos) e de arbustos

de maior porte acarretou no aumento da proporção de solo exposto e, consequentemente, na redução da quantidade de serapilheira, uma vez que em ambientes de restinga ela se acumula em moitas densas (Falkenberg, 1999). Outro fator determinante para esta variável é a ação do fogo, pois há queima da serapilheira existente. Em contrapartida, a cobertura vegetal é grande devido a regeneração da restinga ter predominantemente fisionomia arbustiva em estágio sucessional inicial ou médio, com presença de espécies herbáceas/subarbustivas e arbustivas bem desenvolvidas (Falkenberg, 1999). A baixa quantidade de estágios tardios resultou também nas maiores quantidades de indivíduos infantis e juvenis (mais jovens), uma vez que a população sofre com a dependência de densidade. Já nos locais mais adensados (AA) há adultos de maior porte e uma alta abundância de plântulas. A maior estatura dos indivíduos reprodutivos e da vegetação arbustiva explica as maiores coberturas da copa (1 e 2) nestes locais (AA).

A ação do fogo em palmeiras acarreta em mudanças complexas no ambiente em que estão inseridas e na população. As palmeiras são resistentes a ação do fogo por suas características morfológicas e anatômicas, mas principalmente pelo estipe ter disposição de vasos que resistem ao calor de queimadas e relação positiva entre maior diâmetro de caule e melhor isolamento (Gill, 1995; Liesenfeld, 2014). Aspectos pouco entendidos também são importantes para sua manutenção após uma queimada, como as respostas fenológicas (Liesenfeld, 2014). De acordo com extratores de *B. catarinensis* no município de Laguna/SC, quando o fogo é usado na paisagem e nos butiazais, a produção de frutos nos dois anos subsequentes é superior (Fogaça, 2014b). A maior produtividade relatada pode ter influenciado no aumento do número de regenerantes da área de menor adensamento A4 no período pós-fogo recente (anos de 2013-2015), bem como na área A6. O incremento de nutrientes no solo, já discutido, também auxiliou neste processo.

Esses dados evidenciam que logo após a queimada há um esforço reprodutivo muito alto devido ao estresse ocasionado pelo fogo. Neste período, houve o mais alto valor de fecundidade dentre os três períodos, bem como as maiores taxas de mortalidade para plântula, juvenil e adulto. O sucesso reprodutivo da espécie observado no período pós-fogo tardio (2016) foi mantido, onde os regenerantes (plântulas e infantis) obtiveram uma maior probabilidade de sobrevivência. Juvenis e adultos também tiveram as maiores probabilidades de sobrevivência e permanência. Neste sentido, dois anos após o evento de queimada, a alta probabilidade de sobrevivência sugere que a população busca uma

maior estabilidade. A taxa de crescimento finita corrobora com este resultado, pois houve aumento do período pós-fogo recente ($\lambda=0,958$) para o tardio ($\lambda=0,988$). Como a avaliação deste último foi de apenas um ano, a população necessita de um maior período de tempo para se estabilizar e continuar crescendo. Entretanto, mesmo com o manejo com o uso do fogo e da pressão de uso pela extração de folhas e frutos, a população continua crescendo ($\lambda=1,204$ para o período total).

A mortalidade pós-fogo em algumas palmeiras é variável, mas quanto maior o diâmetro da base do estipe, menor é a mortalidade (Liesenfeld, 2014). Segundo o mesmo autor, a mortalidade aumenta na proporção do aumento da queima das folhas e não é explicada pelo comprimento do estipe, pois a temperatura na gema apical é variável. Neste estudo, *Euterpe precatoria* Mart. não apresentou rebrote basal, tendo o fogo reduzido o número de indivíduos, uma vez que a morte do estipe representa a morte do indivíduo; o que pode estar ocorrendo com *B. catarinensis*. De acordo com a revisão realizada pelo mesmo autor, a mortalidade de árvores pós-fogo pode ser causada pela hipótese de morte cambial (Michaletz et al., 2012) ou pela hipótese de morte hidráulica (Balfour e Midgley, 2006). A primeira é explicada pela morte do câmbio devido as altas temperaturas e a segunda hipótese pela interrupção ou descontinuidade na condutividade do xilema.

As taxas de mortalidade no período pós-fogo recente foram decrescentes com 64% para plântulas, 31% para juvenis e 9% para adultos. Não foram medidas o diâmetro na base do estipe, mas é esperado que haja um aumento do diâmetro de acordo com a altura e dos estágios finais, corroborando com a causa de mortalidade observada por Liesenfeld (2014). No decorrer dos estudos foram observados indivíduos com o estipe exposto nos locais que tiveram ação do fogo recente, ao contrário do que foi observado por Sampaio (2011) que contabilizou indivíduos com essa característica apenas nos locais mais densos (AA). Característica essa que fortalece a hipótese de que o manejo com o fogo pode ter influenciado fortemente no adensamento de butiá. Destaca-se também que os resultados das análises de elasticidade apontam para a importância da probabilidade de sobrevivência de adultos, característicos de áreas mais adensadas, tendo a maior contribuição para a taxa finita de crescimento. Dados semelhantes foram obtidos para indivíduos reprodutivos de *B. capitata* (Lima, 2011) e de outras palmeiras (*Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret, *Euterpe edulis* Mart. e *Geonoma schottiana* Mart.) (Portela et al, 2010).

O manejo da paisagem e dos butiazais através do uso do fogo refletem na estrutura e na dinâmica populacional. De acordo com a nossa projeção de 600 anos através da matriz de transição na área de menor adensamento A4, a configuração de uma área mais adensada não foi alcançada. Isto sugere que as áreas mais adensadas realmente tenham sofrido com o uso histórico do fogo e manejo da paisagem. Estas atividades são oriundas da agricultura (pousio e plantio de mandioca e aipim), para “limpeza” das áreas de *B. catarinensis* (eliminação de plantas que crescem entre os butiazeiros para facilitar a extração dos frutos) e pelo transplante de indivíduos para estes remanescentes (Sampaio, 2011; Kumagai e Hanazaki, 2013b). Locais de maior densidade, caracterizados como mais tardios, também podem ser reflexo das ações passadas de Guaranis. Locais menos adensados (RR) foram alvo de tais manejos e são mais recentes, caracterizados por estarem em estado de regeneração.

Pesquisas realizadas com palmeiras úteis alertam que condições ecológicas nem sempre explicam sozinhas as suas distribuições, pois elas estão em diferentes preferências ambientais ou fora de seus ambientes naturais (Levis et al., 2017). Assim, sugere-se que as populações humanas tenham moldado a distribuição e a abundância de algumas palmeiras (Levis et al., 2012). Por exemplo, em áreas de vegetação do cerrado na região do Araripe, nordeste do Brasil, florestas monoespecíficas da palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart ex. Spreng) foram geradas pelo manejo da paisagem através do uso do fogo no cultivo de cana-de-açúcar (May et al., 1985; Almeida et al., 2015). As altas temperaturas do fogo modificaram o solo e o banco de sementes, fazendo com que o babaçu, resistente a queimadas e livre de competição, tivesse sua estrutura populacional modificada (Galdos et al., 2009; Mitja e Ferraz 2001; May et al., 1985; Almeida et al., 2015).

A frequência e a intensidade de ocorrência de eventos de fogo têm impactos na demografia de *B. catarinensis* e nas variáveis ambientais. Sugere-se que se a frequência destes eventos ocorrer em intervalos de tempos maiores que 10 anos, por exemplo, poderá haver influências positivas para a população. Isto porque haverá incremento de nutrientes no solo e regenerantes, bem como um maior período para estes transitarem para os estágios subsequentes. Uma vez que a transição tenha ocorrido e que os indivíduos tenham maiores diâmetros, como os estágios infantil e juvenil, estes estarão menos suscetíveis à mortalidade devido ao maior diâmetro e a gema apical estar mais protegida contra a ação do fogo, como ocorre em outras palmeiras

(Liesenfield, 2014). Quando o intervalo de tempo for pequeno (menor do que 10 anos), as altas mortalidades são preocupantes para a manutenção da população. Apesar do modelo de projeção ter sido estimado com apenas um evento de fogo, é provável que a sua ocorrência tenha sido recorrente ao longo destes 600 anos. O evento de fogo, resultou numa flutuação no número de adultos ao longo do tempo, também resultando numa maior densidade de adultos do que quando avaliados os períodos (pré e pós-fogo recente) separadamente. A maior densidade no período total também é explicada pela maior taxa finita de crescimento ($\lambda=1,204$) do que nas demais.

Estes resultados e predições são semelhantes ao estudo de Souza e Martins (2004) com populações da palmeira *Attalea humilis* Mart. ex. Spreng. No período que compreendeu a ocorrência do fogo e depois do seu evento, todas as populações avaliadas permaneceram em equilíbrio. Embora as taxas de crescimento populacional tenham mostrado ser resistentes e a estrutura populacional tenha sido capaz de se recuperar, a persistência de populações de *A. humilis* pode ser dependente da frequência do fogo (Souza e Martins, 2002). Assim, se as queimadas não forem demasiadamente frequentes, o fogo poderia promover o crescimento populacional através do aumento da fecundidade e do aumento da disponibilidade de nutrientes (Souza e Martins, 2004).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo histórico da paisagem, dos butiazais e da espécie *B. catarinensis* nos Areais da Ribanceira, Imbituba/SC reflete nas diferentes características ambientais e demográficas. As populações de *B. catarinensis* apresentam dependência de densidade, nos quais locais de maior adensamento (AA) possuem grande número de plântulas e adultos. Nos locais menos densos (RR), menores abundâncias de adulto refletem nos maiores números de infantis e juvenis de menor porte. Estes juvenis estão relacionados a áreas mais recentes (RR). Locais mais adensados (AA) apresentam juvenis e adultos de maior porte por terem características de indivíduos mais antigos. Estes locais (AA) apresentam menores valores de agregação nos padrões de distribuição espacial conforme os estágios mais avançados. Plântulas e adultos estão relacionados às coberturas da copa serem ocupadas por vegetação e indivíduos de maior porte nos locais mais adensados. A cobertura vegetal e a porcentagem de solo exposto, relacionadas à restinga em regeneração ser composta por estrato herbáceo/subarbustivo se

relaciona aos locais de menor adensamento e na abundância de infantis e juvenis. As altas quantidades de regenerantes em ambos os locais está ligada ao incremento de nutrientes, principalmente o fósforo resultante do fogo (RR) ou da cobertura de serapilheira (AA).

Butia catarinensis apresenta alto recrutamento no período pós-fogo recente. Maiores mortalidades, entretanto, também foram acompanhadas neste período, com porcentagens altas de sobrevivência para os indivíduos no período pós-fogo tardio. Indivíduos adultos são os que mais contribuíram para a taxa finita de crescimento. Mesmo com a pressão de uso para extração de frutos e de folhas e da ação do fogo como manejo da paisagem, a população segue crescendo. Pelas características ambientais não é esperado que as áreas menos adensadas tenham as características demográficas das áreas com maior adensamento conforme os modelos de projeções. Deste modo, a ação do homem na paisagem (passada e atual) pode ter gerado as distintas áreas. O manejo passado da agricultura itinerante na paisagem possivelmente gerou os locais adensados, pois houve transplante de indivíduos e a ação do fogo acarreta em modificação no solo (aumentando os nutrientes assimiláveis) e aumento no recrutamento de indivíduos. O manejo atual da paisagem nos locais menos adensados, pela ação de eventos estocástico de fogo, faz com que a população se mantenha estável pelo aumento no número de regenerantes e maior desenvolvimento para os estágios intermediários, pois o efeito da densidade é menor. Os locais mais densos possuem características ecológicas de populações mais antigas, refletindo os efeitos do manejo de populações passadas. Sugere-se que o manejo com uso de fogo ocorra em períodos longos, buscando maior recrutamento inicial, estabilidade e crescimento populacional a longo prazo.

Os resultados deste trabalho estão sendo e devem ser usados a fim de garantir a conservação dos butiazais. Atualmente, em Imbituba/SC está em discussão a criação de uma Instrução Normativa (nº 3) sobre os transplantes de butiás. Este trabalho subsidia a identificação da variação na densidade da espécie, e conseqüentemente, áreas consideradas como butiazais e o seu uso histórico. Identificadas tais áreas, não é aconselhável a retirada de indivíduos uma vez que irá descaracterizar os butiazais. Isso pode acarretar em um desequilíbrio na comunidade ecológica, tanto da fauna como da flora associada, e da dinâmica do ecossistema como um todo, além de prejudicar o uso e o manejo praticado historicamente pelas comunidades humanas litorâneas.

Um aprofundamento quanto a dinâmica populacional, sofrendo com ações esporádicas da ação do fogo, são essenciais para identificar como as populações de butiá respondem a estas ações e devem ser acompanhadas temporalmente. Para os próximos trabalhos com *B. catarinensis* é interessante avaliar a dinâmica do banco de sementes e a germinação com e sem a ação do fogo. A produtividade de frutos e a produção de folhas em locais com e sem a ação do fogo, assim como estimativas da idade dos indivíduos, devem ser também estudadas para verificar se há mudanças decorrentes e, desta forma, compreender continuamente as consequências do manejo passado e atual nas populações de *B. catarinensis*.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, A. L.; ARAÚJO, D. S. D. Comunidades Vegetais do Cordão Arenoso Externo da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, RJ. **Oecologia Brasiliensis**, v. 3, p. 47-63, 1997.
- ALMEIDA, G. M. A.; RAMOS, M. A.; ARAÚJO, E. L.; BAULDAUF, C.; ALBUQUERQUE, U. P. Human Perceptions of Landscape Change: The Case of a Monodominant Forest of *Attalea speciosa* Mart ex. Spreng (Northeast Brazil). **Ambio**, p. 1-10, 2015.
- AVÉ-LALLEMANT, R. C. 1858. **Viagens pelas províncias de Santa Catarina, Paraná e São Paulo**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 1980. 34p.
- AZAMBUJA, A. C. **Demografia e Fenologia Reprodutiva de *Butia capitata* (mart.) Becc. (Arecaceae) em Arambaré, Rio Grande do Sul**. 46 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- BALÉE, W. Contingent Diversity on Anthropic Landscapes. **Diversity**, v. 2, p.163-181, 2010.
- BALÉE, W. The Research Program of Historical Ecology. **Annual Review of Anthropology**, v. 35, p.75–98, 2006.
- BALFOUR, D. A.; MIDGLEY, J. J. Fire Induced Stem Death in an African Acacia is not Caused by Canopy Scorching. **Austral Ecology**, v. 31, p. 892–896, 2006.
- BASCOMPTE, J., JORDANO, P., MELIÁN, C. J.; OLESEN, J. M. The Nested Assembly of Plant–Animal Mutualistic Networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v. 100, n. 16, p. 9383-9387, 2003.

- BERKES, F.; COLDING, J.; FOLKE, C. Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. **Ecological Applications**, v. 10, n. 5, p. 1251-1262, 2000.
- BERNACCI, L. C. **Aspectos da Demografia da Palmeira Nativa *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, jerivá, como subsídios ao seu manejo**. 2001. 134 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- BOND, W. J.; MIDGLEY, J. J. Fire and the Angiosperm Revolutions. **International Journal**, v. 173, n. 6, p. 569– 583, 2012.
- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. New York: Springer. 2011. 306 p.
- BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; ENDE, C. N. von. **Field and laboratory methods for general ecology**. Boston: McGraw-Hill, 4 ed., 1998. 273p.
- CASWELL, H. **Matrix Population Models: Construction, Analysis and Interpretation**. Massachusetts: Sinauer Associates, 2. Ed., 2001. 722 p.
- CATRY, F. X.; SILVA, J. S.; FERNANDES, P. Efeitos do Fogo na Vegetação. In: MOREIRA, F.; CATRY, F. X.; SILVA, J. S.; REGO, F. (Eds). **Ecologia do Fogo e Gestão de Áreas Ardidas**, Lisboa: IsapMress, 2010. p. 49-86.
- CAVECHIA, L. A. **Manejo da Paisagem por Populações Litorâneas e Conservação da Agrobiodiversidade**. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- CLARK, D. A.; CLARK, D. B.; SANDOVAL, R.; CASTRO, M.V. Edaphic and Human Effects on Landscape-Scale Distributions of Tropical Rain-Forest Palms. **Ecology**, v. 76, p. 2581–2594, 1995.
- CLEMENT, C. 1492 and the Loss of Amazonian Crop Genetic Resources. I. The Relation Between Domestication and Human Population Decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.
- CLEMENT, C. R.; CRISTO-ARAÚJO, M.; D'EECKENBRUGGE, G. C.; PEREIRA, A. A.; PICANÇO-RODRIGUES, D. Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. **Diversity**, v. 2, 72-106 p, 2010.
- CLEMENT, C. R.; DENEVAN, W. M.; HECKENBERGER, M. J.; JUNQUEIRA, A. B.; NEVES, E. G.; TEIXEIRA, W. G.; WOODS, W. I. The Domestication of Amazonia before European Conquest. **Proceedings of the Royal Society**, v. 282, p. 1-9, 2015.

CONNELL, J. H. On the Role of Natural Enemies in Pre-Venting Competitive Exclusion in Some Marine Animals and in the Rain Forest Trees. In: DEN BOER, P. J.; GRADWELL, G. R. (Eds). **Dynamics of Populations**. Centre for Agriculture Publications and Documentation, Wageningen, the Netherlands, 1971. 298 - 310 p.

CONSEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina). **Resolução n. 51**, de 05 de dezembro de 2014. Reconhece a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial**: Plantas para o Futuro – Região Sul. Brasília: MMA, 2011. 934 p.

CRAWLEY, M. J. **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986. 496 p.

DE LA CRUZ, M. **Rramas: Matrix Population Models**. 2014.

EMILIO, T.; QUESADA, C. A.; COSTA, C. F.; MAGNUSSON, W. E.; SCHIETTI, J.; FELDPAUSCH, T. R.; BRIENEN, R. J. W.; BAKER, T. R.; CHAVE, J.; ÁLVAREZ, E.; ARAÚJO, A.; BÁNKI, O.; CASTILHO, C. V.; HONORIO C., E. N.; KILLEEN, T. J.; MALHI, Y. MENDOZA, E. M. O.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D.; PARADA, G. A.; PEÑA-CRUZ, A.; RAMIREZ-ÂNGULO, H.; SCWARMZ, M.; SILVEIRA, M.; STEEGE, H. ter; TERBORGH, J. W.; THOMAS, R.; TORRES-LEZAMA, A.; VILANOVA, E.; PHILIPS, O. L. Soil Physical Conditions Limit Palm and Tree Basal Area in Amazonian Forests. **Plant Ecology & Diversity**, v. 7, n. 1–2, p. 215–229, 2014.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da Flora e da Vegetação Secundária da Restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**, Florianópolis, n. 28, p. 1-30, 1999.

FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. **Características Químicas do Solo em Área de Pastagem Nativa Recém Queimada no Pantanal Arenoso, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 18 p.

FERREIRA, A. D.; COELHO, C.; SILVA, J. S.; ESTEVES, T. Efeitos do Fogo no Solo e no Regime Hidrológico. In: MOREIRA, F.; CATRY, F. X.; SILVA, J. S.; REGO, F (Eds). **Ecologia do Fogo e Gestão de Áreas Ardidas**, Lisboa: Isapress, 2010, 21-48 p.

FOGAÇA, I. B. **Estrutura Populacional, Etnoecologia e Fenologia de *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi no Litoral Centro-Sul de Santa Catarina**. Relatório PIBIC, Relatório PIBIC, UFSC/Florianópolis, 2014a.

- FOGAÇA, I. B. **Etnoecologia de *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi em Laguna, Santa Catarina**. 2014. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014b.
- FOSTER, D.; SWANSON, F.; ABER, J.; BURKE, I.; BROKAW, N.; TILMAN, N.; KNAPP, A. A. The Importance of Land-Use Legacies to Ecology and Conservation. **BioScience**, v.53, n.1, p. 77-88, 2003.
- FOX, J.; WEISBERG, S. **Car: Companion to Applied Regression**, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. 2011.
- FRASER, J. A.; JUNQUEIRA, A. B.; KAWA, N. C.; MORAES, C. P.; CLEMENT, C. R. Crop Diversity on Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia, **Human Ecology**, v. 39, p. 395–406, 2011.
- GALDOS, M. V.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Soil Carbon Stocks Under Burned and Unburned Sugarcane in Brazil. **Geoderma**, v. 153, p. 347–352, 2009.
- GILL, A. M. Stems and Fires. In: Gartner, B. L. (Eds). **Plant Stems: Physiology and Functional Morphology**. New York: Academic Press, 1995. 323–342 p.
- GOTELLI, N. J. **Ecologia**. 4 Ed. Londrina: Editora Planta, 2009. 287 p.
- GOTELLI, N. J. ULRICH, W. Statistical Challenges in Null Model Analysis. **Oikos**, v. 121, p. 171-180, 2012.
- GOTELLI, N. J.; GRAVES, G. R. **Null Models in Ecology**. Washington e Londres: Smithsonian Institution Press, 1996. 368 p.
- GUADAGNIN, D. L. **Diagnóstico da Situação e Ações Prioritárias para a Conservação da Zona Costeira da Região Sul – Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Projeto Pronabio, 1999. 91 p.
- GUARÍN, J. R.; VALLE, J. I. del. Modeling the Stipe Growth of the *Oenocarpus bataua* Palm in the Central Cordillera of the Andes, Colombia. **Forest Ecology and Management**, v. 314, p. 141-149, 2014.
- GUARÍN, J. R.; VALLE, J. I. del; SIERRA, C. A. Establishment Phase, Spatial Pattern, Age, and Demography of *Oenocarpus bataua* var. *bataua* can be a Legacy of Past Loggings in the Colombian Andes. **Forest Ecology and Management**, v. 328, p. 282–291, 2014.
- GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2. Ed. 2009. 592 p.
- HANAZAKI, N.; ZANK, S.; PINTO, M. C.; KUMAGAI, L.; CAVECHIA, L. A.; PERONI, N. Etnobotânica nos Areais da Ribanceira de Imbituba: Compreendendo a Biodiversidade Vegetal

Manejada para Subsidiar a Criação de uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável. **Biodiversidade Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 50-64, 2012.

HAY, J. D.; LACERDA, L. D. Ciclagem de Nutrientes no Ecossistema de Restinga. In: LACERDA, L. D.; ARAUJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURQ, B. (Orgs). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. CEUFF/UFF, 1984. 461-477 p.

HEIBERGER, M. R. **HH: Heiberger and Holland Package**. 2016.

HENRIQUE, F. L. **Uso e Cobertura do Solo no Entorno de Populações de Butiá, *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi nos Áreas da Ribanceira, Santa Catarina**. 2017. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

HOFFMANN, J. F.; BARBIERI, R. L.; ROMBALDI, C. V.; CHAVES, F. C. *Butia* spp. (Arecaceae): an Overview. **Scientia Horticulturae**, v. 179, p. 122-131, 2014.

HOFFMANN, W. Fire and Population Dynamics of Woody Plants in a Neotropical Savanna: Matrix Model Projections. **Ecology**, v.,80, n.4, p. 1354–1369, 1999.

JANZEN, D. H. Herbivores and the Number of Tree Species in Tropical Forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501 – 528, 1970.

JUNQUEIRA, A. B.; SHEPARD, G. H.; CLEMENT, C. R. Secondary Forests on Anthropogenic Soils of the Middle Madeira River: Valuation, Local Knowledge, and Landscape Domestication in Brazilian Amazonia. **Economic Botany**, v. 65, n. 1, p. 85-99, 2011.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. Menlo Park: Addison Wesley Educational Publishers, 2. Ed., 1999. 620 p.

KUMAGAI, L.; HANAZAKI, N. Economic Botany of an Endemic Palm Species (*Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi) in Southern Brazil. **Ethnobotany Research & Applications**, v. 11, p. 143-152, 2013a.

KUMAGAI, L.; HANAZAKI, N. Ethnobotanical and Ethnoecological Study of *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi: Contributions to the Conservation of an Endangered Area in Southern Brazil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 27, n. 1, p. 13-20, 2013b.

LACERDA, L. D.; ARAUJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURQ, B. (Orgs). **Restingas: Origem, Estrutura, Processos**. CEUFF/UFF, 1984. 477 p.

LEFKOVITCH, L. P. The Study of Population Growth in Organisms Grouped by Stages. **Biometrics**, p. 1-18, 1965.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. Amsterdam: Elsevier Science, 2. Ed., 1998. 849p.

LEVIS, C.; COSTA, F. R. C.; BONGERS, F.; PEÑA-CLAROS, M.; CLEMENT, C. R.; JUNQUEIRA, A. B.; NEVES, E. G.; TAMANAHA, E. K.; FIGUEIREDO, F. O. G.; SALOMÃO, R. P.; CASTILHO, C. V.; MAGNUSSON, W. E.; PHILLIPS, O. L.; GUEVARA, J. E.; SABATIER, D.; MOLINO, J-F; CÁRDENAS LÓPEZ, D.; MENDOZA, A. M.; PITMAN, N. C. A.; DUQUE, A.; NÚÑEZ VARGAS, P.; ZARTMAN, C. E.; VASQUEZ, R.; ANDRADE, A.; CAMARGO, J. L.; FELDPAUSCH, T. L.; LAURANCE, S. G. W.; LAURANCE, W. F.; KILLEEN, T. J.; MENDONÇA NASCIMENTO, H. E.; MONTERO, J. C.; MOSTACEDO, B.; AMARAL, I. L.; GUIMARÃES VIEIRA, I. C.; BRIENEN, R.; CASTELLANOS, H.; TERBORGH, J.; DE JESUS VEIGA CARIM, M.; DA SILVA GUIMARÃES, J. R.; DE SOUZA COELHO, L.; DE ALMEIDA MATOS, F. D.; WITTMANN, F.; MOGOLLÓN, H. F.; DAMASCO, G.; DÁVILA, N.; GARCÍA-VILLACORTA, R.; CORONADO, E. N. H.; EMILIO, T.; DE ANDRADE LIMA FILHO, D.; SCHIETTI, J.; SOUZA, P.; TARGHETTA, N.; COMISKEY, J. A.; MARIMON, B. S.; MARIMON JR., B.-H.; NEILL, D.; ALONSO, A.; ARROYO, L.; CARVALHO, F. A.; DE SOUZA, F. C.; DALLMEIER, F.; PANSONATO, M. P.; DUIVENVOORDEN, J. F.; FINE, P. V. A.; STEVENSON, P. R.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; AYMARD C., G. A.; BARALOTO, C.; DO AMARAL, D. D.; ENGEL, J.; HENKEL, T. W.; MAAS, P.; PETRONELLI, P.; CARDENAS REVILLA, J. D.; STROPP, J.; DALY, D.; GRIBEL, R.; RÍOS PAREDES, M.; SILVEIRA, M.; THOMAS-CAESAR, R.; BAKER, T. R.; DA SILVA, N. F.; FERREIRA, L. V.; PERES, C. A.; SILMAN, M. R.; CERÓN, C.; VALVERDE, F. C.; DI FIORE, A.; JIMENEZ, E. M.; PEÑUELAMORA, M. C.; TOLEDO, M.; BARBOSA, E. M.; DEMATOS BONATES, L. C.; ARBOLEDA, N. C.; DE SOUSA FARIAS, E.; FUENTES, A.; GUILLAUMET, J.-L.; MØLLER JØRGENSEN, P.; MALHI, T.; DE ANDRADE MIRANDA, I. P.; PHILLIPS, J. F.; PRIETO, A.; RUDAS, A.; RUSCHEL, A. R.; SILVA, N.; VON HILDEBRAND, P.; VOS, V. A.; ZENT, E. L.; ZENT, S.; CINTRA, B. B. L.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA, A. A.; RAMIREZ-ANGULO, H.; RAMOS, J. R.; RIVAS, G.; SCHÖNGART, J.; SIERRA, R.; TIRADO, M.; VAN DER HEIJDEN, G.; TORRE, E. V.; WANG, O.; YOUNG, K. R.; BAIDER, C.; CANO,

A.; FARFAN-RIOS, W.; FERREIRA, C.; HOFFMAN, B.; MENDOZA, C.; MESONES, I.; TORRES-LEZAMA, A.; MEDINA, M. N. U.; VAN ANDEL, T. R.; VILLARROEL, D.; ZAGT, R.; ALEXIADES, M. N.; BALSLEV, H.; GARCIA-CABRERA, K.; GONZALES, T.; HERNANDEZ, L.; HUAMANTUPACHUQUIMACO, I.; MANZATTO, A. G.; MILLIKEN, W.; CUENCA, W. P.; PANSINI, S.; PAULETTO, D.; AREVALO, F. R.; COSTA REIS, N. F.; SAMPAIO, A. F.; URREGO GIRALDO, L. E.; VALDERRAMA SANDOVAL, E. H.; VALENZUELA GAMARRA, L.; VELA, C. I. A.; TER STEEGE, H. Persistent Effects of Pre-Columbian Plant Domestication on Amazonian Forest Composition. **Science**, v. 355, p. 925–931, 2017.

LEVIS, C.; SOUZA, P. F.; SCHIETTI, J.; EMILIO, T.; PINTO, J. L. P. V.; CLEMENT, C. R.; COSTA, F. R. C. Historical Human Footprint on Modern Tree Species Composition in the Purus-Madeira Interfluve, Central Amazonia. **Plos One**, v. 7, n. 11, p.1-10, 2012.

LIESENFELD, M. V. A. **Efeitos do Fogo de Superfície Experimental na Ecologia de Palmeiras (Arecaceae) de Sub-Bosque em uma Floresta na Amazônia Ocidental**. 2014. 214 f. Tese (Doutorado em Ecologia Florestal) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2014.

LIMA, V. V. F. **Estrutura e Dinâmica de Populações de Coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Beccari; Arecaceae) em Áreas de Extrativismo no Morte de Minas Gerais, Brasil**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, 2011.

LINDNER, B. **Dinâmica Populacional e Uso do Butiá, *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi (Arecaceae) no Litoral Catarinense**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

LINO, J. T. **Arqueologia Guarani no Vale do Rio Araranguá, Santa Catarina**. Erechim: Habilis, 2009. 259 p.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2010. 384 p.

MACÍA, M. J.; ARMESILLA, P. J.; CÁMARA-LERET, R.; PANIAGUA-ZAMBRANA, N.; VILLALBA, S.; BASLEV, H.; PARDO-DE-SANTAYANA, M. Palm Uses in Northwestern South America: a Quantitative Review. **Botanical Review**, v. 77, p. 462–570, 2011.

- MAGNUSSON, A.; SKAUG, H.; NIELSEN, A.; BERG, C.; KRISTENSEN, K.; MAECHLER, M.; van BENTHAM, K.; BOLKER, B.; BROOKS, M. **GlmTMB**: Generalized Linear Mixed Models using Template Model Builder. 2017.
- MARIANO, K. R. S.; AMORIM, S. M. C.; MARIANO, C. A. S. J.; SILVA, K. K. A. Produção de Serapilheira e Retorno de Nutrientes ao Solo pela Espécie *Coccoloba ramosíssima* Wedd. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 3, p. 381-383, 2007.
- MATOS, D. M. S.; FRECKLETON, R. P.; WATKINSON, A. R. The Role of Density Dependence in the Population Dynamics of a Tropical Palm. **Ecology**, v. 80, n. 8, p. 2613-2650, 1999.
- MAY, P. H., ANDERSON, A. B.; BALICK, M. J.; FRAZÃO, J. M. F. Subsistence Benefits from the Babassu Palm (*Orbignya martiana*). **Economic Botany**, v. 39, n. 2, p. 113–129, 1985.
- MENEZES, L. F. T.; ARAUJO, D. S. D. Regeneração e Riqueza da Formação Arbustiva de Palmae em uma Cronosequência Pós-Fogo na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica.**, v. 18, n. 4, p. 771-780, 2004.
- MENEZES, L. F. T.; ARAUJO, D. S. D. Variação da Biomassa Aérea de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O. Kuntze numa Comunidade Arbustiva de Palmae na Restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 1, p. 147-157, 2000.
- MICHALETZ, S. T., JOHNSON, E. A. E TYREE, M. T. Moving Beyond the Cambium Necrosis Hypothesis of Post-Fire Tree Mortality: Cavitation and Deformation of Xylem in Forest Fires. **New Phytologist**, v. 194, p. 254–263, 2012.
- MILANESI, L. S. **Dinâmica de Uso da Paisagem e sua Influência nas Características Populacionais de *Euterpe edulis* Martius**. 156 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- MITJA, D.; FERRAZ, I. D. K. Establishment of Babassu in Pastures in Pará, Brazil. **Palms**, v. 45, n. 3, p. 138–147, 2001.
- MORAN, E. F. Interação Homem-Ambiente em Ecossistemas Florestais: uma Introdução. In: MORAN, E. F.; Ostrom, E. (Org.) **Ecossistemas Florestais, interação Homem – Ambiente**. São Paulo: Senac, EDUSP. 2009. 19-40 p.
- MORCOTE-RIOS, G.; BERNAL, R. Remais of Palms (Palmae) at Archaeological Sites in the New World: a Review. **The Botanical Review**, v. 67, n. 3, p. 309-350, 2001.

MORISITA, M. **Measuring of the Dispersion of Individuals and Analysis of the Distributional Patterns**. Memories of Faculty Science, Kyushu University, Series E. Biology v. 2, n. 4, p. 215-235, 1959.

NORMAND, S.; VORMISTO, J.; SVENNING, J.C.; GRANDEZ, C.; BALSLEV, H. Geographical and Environmental Controls of Palm Beta Diversity in Paleo-Riverine Terrace Forests in Amazonian Peru. **Plant Ecology**, v. 186, p. 161–176, 2006.

OKSANEN, J., F.G. BLANCHET, R. KINDT, P. LEGENDRE, P.R. MINCHIN, R.B. O'HARA, G.L. SIMPSON, P. SOLYMOS, M.H.H. STEVENS, AND H. WAGNER. **Vegan: Community Ecology Package**. 2013.

PEREIRA, G. S.; NOELLI, F. S.; CAMPOS, J. B.; SANTOS, M. P.; ZOCHE, J. J. Ecologia Histórica Guarani: as Plantas Utilizadas no Bioma Mata Atlântica do Litoral Sul de Santa Catarina, Brasil (Parte 1). **Cadernos do Lepaarq**, v. 13, n. 26, 1-50 p, 2016.

PORTELA, R. C. Q.; BRUNA, E. M.; SANTOS, F. A. M. Demography of Palm Species in Brazil's Atlantic forest: a Comparison of Harvested and Unharvested Species Using Matrix Models. **Biodivers Conserv**, v. 19, p. 2389–2403, 2010.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.r-project.org/>

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y.; REIS, M. S.; FANTINI, A. C. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana, em Blumenau, SC. **Sellowia**, v. 45-48, p.13-45, 1996.

REITZ, P. R. **Flora Ilustrada Catarinense: Palmeiras**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1974. 189 p.

RIFFEL, R. **Estrutura Populacional e Recrutamento de Butiá, *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi**: Subsídios para Manejo e Conservação. Relatório PIBIC, UFSC, Florianópolis, 2012.

RIVAS, M.; BARBIERI, R. L.; **Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável do Butiá**. Brasília: Embrapa, 2014. 59 p.

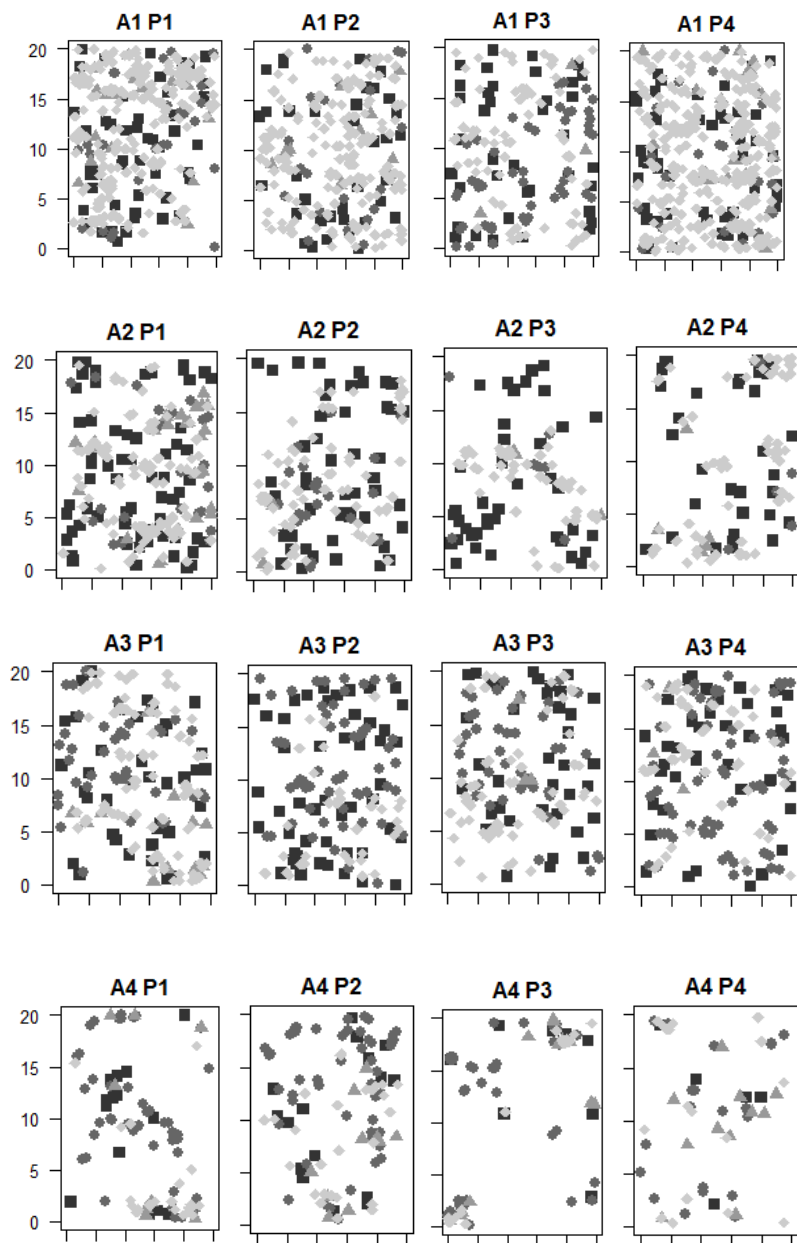
ROCKWOOD, L. L. **Introduction to Population Ecology**. 1 Ed. Blackwell Publishing, 2006. 339 p.

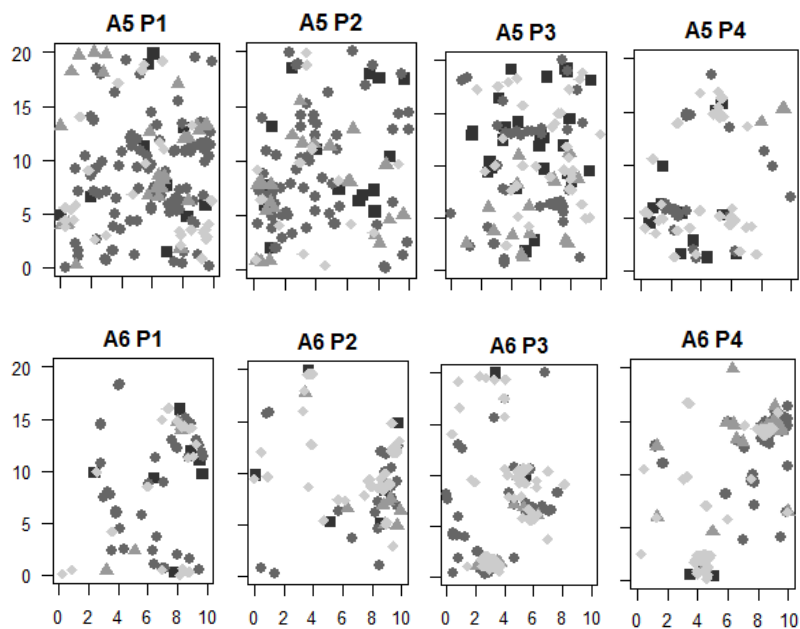
ROSA, L. **Ecologia da Polinização de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae), no Sul do Brasil**. 2000. 101 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

- ROSA, L.; CASTELLANI, T. T.; REIS A. *Biologia Reprodutiva de Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na Restinga do Município de Laguna, SC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 3, 1998.
- ROSSATO, M; BARBIERI, R. L. Estudo Etnobotânico de Palmeiras do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 997-1000, 2007.
- SAINT-HILAIRE, A. 1820. **Viagem de Curitiba a Santa Catarina**. Tradução de Regina Regis Junqueira. Belo Horizonte; Ed. Itatiaia, USP, São Paulo, 1978. 190-191 p.
- SAMPAIO, L. K. A. **Etnobotânica e Estrutura Populacional do Butiá, *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi (Arecaceae) na comunidade dos Areais da Ribanceira de Ibituba/SC**. 2011. 136 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- SAMPAIO, L. K. A.; PERONI, N.; HANAZAKI, N. Influência da Despolpa do Fruto e do Choque Térmico na Germinação de *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 127-130, 2012.
- SANTOS, L. G. R.; MACHADO FILHO, L. C. P.; TORTATO, M. A.; FALKENEHRG, D. B.; HÖTXEL, M. J. Diet of Tapirs (*Tapirus terrestris*) Introduced in a Salt Marsh Area of the Baixada do Massiambu, State Park of the Serra do Tabuleiro – Santa Catarina, South of Brazil. **Tapir Conservation**, v. 14/2, n. 18, 2005.
- SCHMIDT, I. B.; MANDLE, L.; TICKTIN, T.; GAOUE, O. G. What do Matrix Population Models Reveal about the Sustainability of Non-Timber Forest Product Harvest? **Journal of Applied Ecology**, v. 48, p. 815-826, 2011.
- SILVA, K. E.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. Padrões Espaciais de Espécies Arbóreas Tropicais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 1. Ed., 2009. p. 216-244.
- SILVA, P. A. D. **Ecologia Populacional e Botânica Econômica de *Butia capitata* (Mart.) Beccari no Cerrado do Norte de Minas Gerais**. 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- SOARES, K. P.; LONGHI, S. J.; NETO, L. W.; ASSIS, L. C. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 1, p. 113-139, 2014.

- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Introduction to Biostatistics**. New York: Dover Publications, 2. Ed., 2009. 363 p.
- SOUZA, A. F.; MARTINS, F. R. Population Structure and Dynamics of a Neotropical Palm in Fire-Impacted Fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1611–1632, 2004.
- SOUZA, A. F.; MARTINS, F. R. Spatial Distribution of the Palm *Attalea humilis* in Fire-Prone Fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Plant Ecology** v. 164, p. 141–155, 2002.
- SVENNING, J. C. On the role of Microenvironmental Heterogeneity in the Ecology and Diversification of Neotropical Rain-Forest Palms (Arecaceae). **Botanical Review**, v. 67, p. 1–53, 2001.
- TICKTIN, T. The Ecological Implications of Harvesting Non-Timber Forest Products. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, p. 11–21, 2004.
- TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **La memoria Biocultural: la Importancia Ecológica de las Sabidurías Tradicionales**. Barcelona: Icaria Editorial. 2008. 232 p.
- TOMLINSON, P. B. The Uniqueness of Palms. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, p. 5–14, 2006.
- WITT, J. R. **Estudo de Dispersão de *Butia capitata* (Mart.) Becc. em Remanescentes de Butiazais no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2009. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.
- ZUIDEMA, P.; FRANCO, M. Integrating Vital Rate Variability Into Perturbation Analysis: an Evaluation for Matrix Population Models of Six Plant Species. **Journal of Ecology**, v. 89, p. 995–100, 2001.

8. APÊNDICE





Plots dos indivíduos de *B. catarinensis* das áreas A1, A2, A3, A4, A5 e A6 com suas respectivas parcelas (n=4). Os indivíduos adultos estão representados por quadrados, os juvenis por círculos, os infantis por triângulos e as plântulas por losangos.