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

DANIEL BRAGA DA SILVA

# **EFEITO DA REINTRODUÇÃO DO JABUTI-TINGA** *Chelonoidis denticulatus* **NA DINÂMICA POPULACIONAL DA COMIGO-NINGUÉM-PODE** *Dieffenbachia seguine* **NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ**

SEROPÉDICA
2026

DANIEL BRAGA DA SILVA

# EFEITO DA REINTRODUÇÃO DO JABUTI-TINGA *Chelonoidis denticulatus* NA DINÂMICA POPULACIONAL DA COMIGO-NINGUÉM-PODE *Dieffenbachia seguine* NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais e Florestais, Área de concentração: Conservação da Natureza.

Orientador(a): Dra. Alexandra Pires.

Coorientador(a): Dra. Rita de Cássia Quitete Portela.

SEROPÉDICA
2026

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

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

BB813e
e

Braga, Daniel, 1998-
Efeitos da reintrodução do jabuti-tinga Chelonoidis denticulatus na dinâmica populacional da comigo-ninguém-pode Dieffenbachia seguine no Parque Nacional da Tijuca, RJ. / Daniel Braga. - Seropédica, 2026.
45 f.: il.

Orientadora: Alexandra dos Santos Pires.
Coorientadora: Rita de Cássia Quitete Portela.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, 2026.

1. Interações animal-planta. 2. Herbivoria. 3. Espécie invasora. 4. Dinâmica de populações. 5. Reintrodução de fauna. I. dos Santos Pires, Alexandra, 1974-, orient. II. de Cássia Quitete Portela, Rita, -, coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta TFC/Dissertação/Tese, desde que seja citada a fonte

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

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DANIEL BRAGA DA SILVA**

EFEITO DA REINTRODUÇÃO DO JABUTI-TINGA *Chelonoidis denticulatus* NA DINÂMICA POPULACIONAL DA COMIGO-NINGUÉM-PODE *Dieffenbachia seguine* NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de concentração em Conservação da Natureza.

Dissertação aprovada em 06 de julho de 2026.

BANCA EXAMINADORA:

gov.br Documento assinado digitalmente
ALEXANDRA PIRES FERNANDEZ
Data: 06/07/2026 17:17:43-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Alexandra Pires - Orientadora – UFRRJ

gov.br Documento assinado digitalmente
RODOLFO CESAR REAL DE ABREU
Data: 13/07/2026 15:36:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Rodolfo Cesar Real Abreu - Membro interno – UFRRJ

gov.br Documento assinado digitalmente
DANIELA RODRIGUES
Data: 07/07/2026 08:14:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Daniela Rodrigues - Membro externo – UFRJ

**DEDICATÓRIA**

*A minha avó Dora, a minha mãe Renata, aos meus irmãos Isabela e Marlon, e a minha namorada Carolina, com carinho dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Sou grato à minha família, por todo o apoio que sempre me deram e por acreditar que eu sou capaz de alcançar muito mais, à minha avó Dora por seu exemplo de vida diário e por ser responsável pela minha criação, à minha mãe Renata, por todo seu amor e esforço que faz por seus filhos, e aos meus irmãos Isabela e Marlon, por todos os momentos de alegria e por me tomar como exemplo para seu futuro.

À minha namorada, Carolina, por toda nossa trajetória juntos desde a graduação e pelo amor que compartilhamos todos os dias.

Às minhas amigas, Mayara e Gabriela, pelos momentos nas aulas, em nosso pequeno confinamento na REGUA e toda a felicidade que nossa amizade nos proporcionou.

À minha orientadora Alexandra, por todo esse período de trabalho juntos e pelos ensinamentos que eu levarei para minha vida profissional.

À minha coorientadora Rita, por trazer uma nova visão ao projeto que culminou na melhor realização possível do meu trabalho.

Ao meu companheiro de campos, Erick, por toda a parceria e trabalho árduo e momentos compartilhados durante este projeto.

Ao Guilherme, por todos os ensinamentos sobre os Modelos de Projeção integral.

À equipe REFAUNA, pela troca de experiências, ideias e por todos os valores que este projeto representa e se enraizaram em mim.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais (PPGCAF) e professores, por partilharem o seu conhecimento, em especial ao professor André Felippe Nunes de Freitas, pelos conhecimentos importantíssimos adquiridos em sua disciplina de Ecologia de Campo.

Aos membros da banca por aceitarem meu convite para a defesa dessa dissertação.

Por fim a mim mesmo, pela perseverança e conclusão de mais essa etapa da minha vida, que representa uma realização pessoal e profissional.

*"Venha para a luz das coisas, deixe a natureza ser a sua professora."* (William Wordsworth)

## RESUMO

BRAGA, Daniel. **Efeitos da reintrodução do jabuti-tinga** *Chelonoidis denticulatus* **na dinâmica populacional da comigo-ninguém-pode** *Dieffenbachia seguine* **no Parque Nacional da Tijuca, RJ.** 2026. 45p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2026.

Interações ecológicas são fundamentais para o funcionamento de um ecossistema, e a presença de uma planta invasora pode impactar, direta ou indiretamente, a dinamicidade do ambiente em que ela se encontra. No Parque Nacional da Tijuca a planta comigo-ninguém-pode, *Dieffenbachia seguine*, apesar de não ocorrer naturalmente no estado do Rio de Janeiro, tem distribuição majoritária em áreas altamente antropizadas, formando agregados próximo ao solo da floresta. Conhecida por seu uso ornamental e também por sua toxicidade como defesa contra a herbivoria, a planta é evitada pela maioria dos animais presentes no Parque, porém, após a reintrodução dos jabutis-tinga *Chelonoidis denticulatus*, observou-se que estes animais se alimentavam regularmente desta planta, não apresentando quaisquer sinais de intoxicação. A partir deste ocorrido, deu-se início à investigação desta interação, objetivando compreender como a pressão gerada pela herbivoria e pisoteio realizados pelos jabutis poderia impactar na dinâmica populacional desta planta invasora, e se poderiam agir como reguladores da mesma. Para verificar as alterações causadas por *C. denticulatus* na população de *D. seguine*, foram estabelecidos três pares de parcelas, medindo 5x5m, sendo um par aberto para os animais (P01A, P02A, P03A) e outro cercado (P01F, P02F e P03F), onde todas as plantas com comprimento superior a 10 centímetros foram medidas e tiveram seu número de folhas contado. Um quadrante aleatório foi selecionado em cada parcela onde os parâmetros das plantas menores que 10 centímetros também foram aferidos. Uma segunda medição foi realizada após 1 ano a partir da primeira, a fim de verificar as taxas vitais da população, sendo estas a Sobrevivência, Crescimento e Fecundidade, e então uma análise utilizando Modelos de Projeções Integrais (IPMs) foi feita para verificar a dinâmica populacional desta planta. Os IPMs resultantes indicaram que as taxas vitais de *D. seguine* variaram entre áreas e tratamentos, sendo a sobrevivência e o crescimento dependentes do tamanho inicial dos indivíduos, enquanto a fecundidade respondeu mais fortemente às condições ambientais. Houve declínio da população em P01 ($\lambda = 0,38$ em P01A e $\lambda = 0,7$ em P01F), declínio pouco acentuado, mais próximo da estabilidade, em P02 ($\lambda = 0,94$ em P02A e $\lambda = 0,93$ em P02F) e resultados divergentes em P03 ($\lambda = 0,9$ em P03A e $\lambda = 0,74$ em P03F).

Uma análise integrada de ambientes revelou que ambas as áreas, aberta e cercada, apresentam declínio populacional ($\lambda$ = 0,68 em aberta e $\lambda$ = 0,75 em cercada). As parcelas abertas, sob efeito de herbivoria e pisoteio, apresentaram menores taxas de recrutamento e sobrevivência, enquanto as parcelas cercadas, sem presença dos jabutis, demonstraram maior contribuição do recrutamento, especialmente P03F. Esse aumento no recrutamento, no entanto, não foi suficiente para promover crescimento populacional nas parcelas cercadas. Sendo assim, é possível considerar os jabutis como estruturadores populacionais da comigo-ninguém-pode, juntamente com processos demográficos ambientais de caráter múltiplo.

**Palavras-chave:** Interações animal-planta, herbivoria, espécie invasora, dinâmica de populações, reintrodução de fauna.

## ABSTRACT

BRAGA, Daniel. **Effect of the reintroduction of yellow-footed-tortoise** *Chelonoidis denticulatus* **on the population dynamics of the dumb-cane** *Dieffenbachia seguine* **in Parque Nacional da Tijuca, RJ.** 2026. 45p. Dissertation (Masters in Environmental and Forest Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2026.

Ecological interactions are fundamental to the healthy functioning of an ecosystem, and the presence of an invasive plant can directly or indirectly impact the dynamics of the environment in which it is found. In Parque Nacional da Tijuca, *Dieffenbachia seguine*, commonly known as dumb-cane, although it doesn't occur naturally in the state of Rio de Janeiro, is found primarily in highly anthropized areas, forming clustered populations near the forest floor. Known by its ornamental use and also for its toxicity as a defense against herbivores, the plant is avoided by most animals in the area. However, after the reintroduction of the yellow-footed-tortoise *Chelonoidis denticulatus*, it was observed that these animals regularly fed on this plant, showing no signs of intoxication. This led to an investigation into this interaction, to understand how the pressure generated by herbivory and trampling by the tortoises might affect the population dynamics of this invasive plant, and whether they might act as regulators of it. To check the changes caused by *C. denticulatus* in the *D. seguine* population, three pairs of plots, each measuring 5 × 5 m, were established, one of each pair open to the animals (P01A, P02A, P03A), while the other was fenced off (P01F, P02F, P03F), were all plants longer than 10 centimeters were measured, and their number of leaves was counted. A random quadrant was selected in each plot, where the parameters of plants shorter than 10 centimeters were also measured. A second measurement was taken one year after the first, in order to determine the population's vital rates: survival, growth, and fecundity. An analysis using Integrated Projection Models (IPMs) was then conducted to examine the population dynamics of this plant. The resulting IPMs indicated that the vital rates of *D. seguine* varied across areas and treatments, with survival and growth being size-dependent, while fecundity responded more strongly to environmental conditions. There was a population decline in P01 ($\lambda = 0.38$ in P01A and $\lambda = 0.7$ in P01F), a slight decline, closer to stability, in P02($\lambda = 0.94$ in P02A and $\lambda = 0.93$ in P02F), and divergent results in P03 ($\lambda = 0.9$ in P03A and $\lambda = 0.74$ in P03F). An integrated analysis of the habitats revealed that the population had

declined in both the open area and the fenced area ($\lambda = 0.68$ in the open area and $\lambda = 0.75$ in the fenced area). The open plots, subject to herbivory and trampling, exhibited lower recruitment and survival, while the fenced ones, where tortoises were absent, demonstrated a greater contribution from recruitment, especially P03F. This increase in recruitment, however, was not sufficient to promote population growth in the fenced plots. It is therefore possible to regard tortoises as key factors in shaping the population of the dumb-cane, alongside a variety of environmental demographic processes.

**Keywords:** Ecological interaction, herbivory, biological invasion, population dynamics, wildlife reintroduction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1:** Parque Nacional da Tijuca (em verde), localizado no município do Rio de Janeiro (em laranja). Fonte: Elaborado pelo autor.....**5**

**Figura 2:** Área remanescente da Mata Atlântica no território brasileiro. Cores em tom de roxo indicam áreas de ocorrência natural da floresta, enquanto cores em tom de laranja indicam porções de vegetação nativa remanescente. Adaptado de Vancine et al. 2024.....**6**

**Figura 3:** Indivíduo de *Chelonoidis denticulatus* reintroduzido no ano de 2020 no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Banco de fotos do Projeto REFAUNA.....**8**

**Figura 4:** Diferenças morfológicas entre *Chelonoidis denticulatus* (à esquerda) e *Chelonoidis carbonaria* (à direita), destacando características como escamas e escudos da carapaça e do plastrão que podem ser utilizadas para diferenciar ambas as espécies. Fonte: International Turtle and Tortoise Society Journal 2:4-5, 1968.....**9**

**Figura 5:** Espécime de *Dieffenbachia seguine* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Em destaque suas amplas folhas variegadas. Fonte: Arquivo pessoal do autor. .....**11**

**Figura 6:** Distribuição de *Dieffenbachia seguine* em território brasileiro. Estados em verde escuro indicam áreas onde a ocorrência natural da planta foi confirmada, estados em verde claro indicam áreas onde a ocorrência natural não é confirmada, e estados em branco indicam a não ocorrência. Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados de Flora do Brasil (2026)...**11**

**Figura 7:** *Chelonoidis denticulatus* se alimentando da folha de *Dieffenbachia seguine* no interior de uma das parcelas abertas no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Arquivo pessoal do autor.....**15**

**Figura 8:** *Chelonoidis denticulatus* pisoteando *Dieffenbachia seguine* ao se locomover no interior de uma das parcelas abertas no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Arquivo pessoal do autor.....**16**

**Figura 9:** Disposição das parcelas no setor floresta do Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Elaborado pelo autor.....**17**

**Figura 10:** Parcela fechada com cerca de aço galvanizado, Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Arquivo pessoal do autor.....**18**

**Figura 11:** Talo de um indivíduo de *Dieffenbachia seguine* maior do que 10 centímetros marcado com uma plaqueta. Fonte: Arquivo pessoal do autor..... **19**

**Figura 12:** Estruturas reprodutivas de *Dieffenbachia seguine*. **a** Espádice com inflorescência;

**b** Frutos que caem no solo após a maturação. Fonte: Arquivo pessoal do autor..... **19**

**Figura 13:** Relação entre o número de folhas e indivíduos reprodutivos de *Dieffenbachia seguine*. Adaptado de Gibernau, 2015..... **20**

**Figura 14:** Plântulas de *Dieffenbachia seguine* menores do que 10 centímetros, plaquetadas e medidas dentro de um dos quatro quadrantes da parcela. Fonte: Arquivo pessoal do autor.... **20**

**Figura 15:** Distribuição de tamanhos corporais de *Dieffenbachia seguine* nas áreas observadas (P01A, P01F, P02A, P02F, P03A e P03F). Intervalo de tempo t nos painéis superiores; Intervalo de tempo t + 1 nos painéis inferiores. As barras representam a densidade de indivíduos e as linhas vermelhas indicam curvas de densidade suavizadas. ..... **24**

**Figura 16:** Padrões de sobrevivência da população de *Dieffenbachia seguine* em cada área (P01, P02 e P03). Pontos e linhas em vermelho representam indivíduos e linhas de tendência das parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos e linhas em azul representam indivíduos e linhas de tendência parcelas fechadas (sem herbivoria)..... **26**

**Figura 17:** Padrões de crescimento dos indivíduos de *Dieffenbachia seguine* em cada área (P01, P02 e P03). Pontos vermelhas representam indivíduos das parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos azuis representam indivíduos das parcelas fechadas (sem herbivoria)..... **27**

**Figura 18:** Variações dos parâmetros de fecundidade da população de *Dieffenbachia seguine* presente na área P01. Pontos, linhas e barras vermelhos representam parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos, linhas e barras azuis representam parcelas fechadas (sem herbivoria)..... **28**

**Figura 19:** Variações dos parâmetros de fecundidade da população de *Dieffenbachia seguine* presente na área P02. Pontos, linhas e barras vermelhos representam parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos, linhas e barras azuis representam parcelas fechadas (sem herbivoria)..... **29**

**Figura 20:** Variações dos parâmetros de fecundidade da população de *Dieffenbachia /seguine* presente na área P03. Pontos, linhas e barras vermelhos representam parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos, linhas e barras azuis representam parcelas fechadas (sem herbivoria)..... **30**

**Figura 21:** Análises demográficas feitas através de Modelos de Projeção Integral (IPM) para a área P01 da população de *Dieffenbachia seguine* presente no Parque Nacional da Tijuca, Rio

de Janeiro. Painéis superiores representam a parcela aberta (com herbivoria) e painéis inferiores a parcela fechada (sem herbivoria). À esquerda: kernels de projeção, construídos a partir de um componente P (representando sobrevivência e crescimento, disposto na diagonal de cada imagem) e um componente F (representando fecundidade, disposto na direita inferior de cada imagem). À direita: kernels de elasticidade, indicando a sobrevivência e crescimento de indivíduos de maior tamanho como as taxas vitais de maior impacto. Cores mais quentes, bem como a cor branca, indicam maior probabilidade de transição. Eixos x e y estão em escala logarítmica (1.0 = 10 mm; 2.0 = 100 mm)..... **32**

**Figura 22:** Análises demográficas feitas através de Modelos de Projeção Integral (IPM) para a área P02 da população de *Dieffenbachia seguine* presente no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Painéis superiores representam a parcela aberta (com herbivoria) e painéis inferiores a parcela fechada (sem herbivoria). À esquerda: kernels de projeção, construídos a partir de um componente P (representando sobrevivência e crescimento, disposto na diagonal de cada imagem) e um componente F (representando fecundidade, disposto na direita inferior de cada imagem). À direita: kernels de elasticidade, indicando a sobrevivência e crescimento de indivíduos de tamanho intermediário a grande como as taxas vitais de maior impacto. Cores mais quentes, bem como a cor branca, indicam maior probabilidade de transição. Eixos x e y estão em escala logarítmica (1.0 = 10 mm; 2.0 = 100 mm)..... **33**

Figura **23:** Análises demográficas feitas através de Modelos de Projeção Integral (IPM) para a área P03 da população de *Dieffenbachia seguine* presente no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Painéis superiores representam a parcela aberta (com herbivoria) e painéis inferiores a parcela fechada (sem herbivoria). À esquerda: kernels de projeção, construídos a partir de um componente P (representando sobrevivência e crescimento, disposto na diagonal de cada imagem) e um componente F (representando fecundidade, disposto na direita inferior de cada imagem). À direita: kernels de elasticidade, indicando a sobrevivência e crescimento de indivíduos de tamanho intermediário para pequeno como as taxas vitais de maior impacto. Cores mais quentes, bem como a cor branca, indicam maior probabilidade de transição. Eixos x e y estão em escala logarítmica (1.0 = 10 mm; 2.0 = 100 mm)..... **34**

**Figura 24:** Análises demográficas feitas através de Modelos de Projeção Integral (IPM) para a totalidade da população de *Dieffenbachia seguine* analisada neste estudo. Painéis superiores representam a área aberta (com herbivoria) e painéis inferiores a área cercada (sem herbivoria). À esquerda: kernels de projeção, construídos a partir de um componente P (representando sobrevivência e crescimento, disposto na diagonal de cada imagem) e um

componente F (representando fecundidade, disposto na direita inferior de cada imagem). À direita: kernels de elasticidade, indicando a sobrevivência e crescimento de indivíduos de tamanho intermediário para pequeno como as taxas vitais de maior impacto. Cores mais quentes, bem como a cor branca, indicam maior probabilidade de transição. Eixos x e y estão em escala logarítmica (1.0 = 10 mm; 2.0 = 100 mm)..... **35**

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Registros dos jabutis que foram vistos se alimentando de Dieffenbachia seguine naturalmente no Parque Nacional da Tijuca..... **13**

**Tabela 2:** Itens alimentares consumidos pelos jabutis reintroduzidos no Parque Nacional da Tijuca.....**14**

**Tabela 3:** Taxa de crescimento populacional (λ), estimativas por bootstrap (λ b) e intervalos de confiança a 95% (IC-, IC+) para cada área e tratamento da população de Dieffenbachia seguine no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro.....**36**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C - Crescimento (individual das plantas)

F - Fecundidade

IPMs - Modelos de Projeção Integral (*Integral Projection Models*)

IUCN - *International Union for Conservation of Nature*

MA - Mata Atlântica

PNT - Parque Nacional da Tijuca

S - Sobrevivência

## LISTA DE SÍMBOLOS

$t$ - Tempo inicial do experimento

$t + 1$ - Tempo final do experimento (passado 1 ano)

$\lambda$ - Taxa de crescimento populacional

$\lambda_b$ - Taxa de crescimento populacional obtida através de bootstrap

**SUMÁRIO**

**INTRODUÇÃO..... 1**

**OBJETIVOS..... 4**

**MATERIAL E MÉTODOS..... 4**

Área de estudo..... 4

Espécies estudadas..... 7

Interação entre animais e plantas..... 12

Amostragem..... 16

Coleta de dados..... 18

Análise de dados..... 21

**RESULTADOS..... 22**

Estrutura da população de Dieffenbachia seguine..... 22

Taxas vitais da população de Dieffenbachia seguine..... 25

Dinâmica populacional de Dieffenbachia seguine..... 31

**DISCUSSÃO..... 36**

**CONCLUSÃO..... 40**

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 41**

# INTRODUÇÃO

Interações ecológicas desempenham um importante papel para o funcionamento de ecossistemas, agindo como uma força motriz para a sua constante dinamicidade, estabilidade e resiliência (Del-Claro & Torezan-Silingard, 2006; Kéfi et al., 2016). Estas interações constituem a base da organização e do funcionamento dos ecossistemas, conectando espécies por meio de relações antagonísticas e mutualísticas que regulam processos como ciclagem de nutrientes, fluxo de energia, recrutamento, dispersão de sementes e controle populacional, e podem incluir processos como a herbivoria, na qual um animal consome partes de uma planta ou toda ela, podendo ou não impactar diretamente sua sobrevivência e reprodução (Strauss & Agrawal, 1999), ou mesmo as supracitadas polinização e a dispersão de sementes, que além de serem benéficas para ambos os organismos envolvidos, são importantes para a manutenção da biodiversidade das comunidades (Bronstein, 1994).

A estrutura e a intensidade dessas interações influenciam diretamente a estabilidade, a resiliência e a capacidade de resposta dos ecossistemas frente a distúrbios ambientais, uma vez que alterações em um único componente podem desencadear efeitos indiretos sobre diversas espécies e processos ecológicos (Bascompte & Jordano, 2014; Kéfi et al., 2016). Townsend, Harper e Begon (2010) ressaltam que essas interações ecológicas compõem uma complexa "teia da vida", na qual cada espécie desempenha diversos papéis ecológicos e contribui, de forma direta ou indireta, para a resiliência dos ecossistemas. Em seu livro Fundamentos em Ecologia, os autores enfatizam a hipótese da facilitação, segundo a qual algumas espécies criam condições favoráveis ao estabelecimento e crescimento de outras, um aspecto que se mostra relevante para estratégias de restauração ecológica, onde a interdependência entre espécies promove a recuperação de ecossistemas degradados.

Na ecologia populacional de plantas, interações ecológicas podem ter influência em suas taxas vitais como sobrevivência, crescimento e fecundidade, e consequentemente alterando a dinâmica e persistência das populações ao longo do tempo (Maron & Crone, 2006). A intensidade e natureza desses efeitos variam de acordo com o contexto ambiental, a identidade das espécies envolvidas e o estágio ontogenético das plantas, podendo resultar não só em limitações populacionais, mas

também em mecanismos compensatórios capazes de modular o crescimento populacional (Agrawal & Maron, 2022). Em especial, interações antagonísticas, como é a herbivoria, podem atuar como reguladores da abundância e distribuição de espécies vegetais, afetando não apenas indivíduos isolados, mas também a estrutura demográfica de populações inteiras. Dessa forma, compreender como interações ecológicas afetam diferentes taxas vitais tornou-se um dos principais enfoques da ecologia populacional, principalmente em estudos que buscam integrar processos ecológicos e demográficos em ambientes naturais (Ehrlén et al., 2016; Adler et al., 2014).

No Parque Nacional da Tijuca (PNT), uma interação em específico tem chamado a atenção por ser protagonizada por um animal nativo reintroduzido e uma planta invasora. No ano de 2020 o Projeto REFAUNA (Fernandez et al., 2017) iniciou a reintrodução do jabuti-tinga *Chelonoidis denticulatus* (Linnaeus, 1766), espécie que no passado ocorria neste local (Starling-Manne, 2020). O Projeto é uma iniciativa voltada para a reintrodução de espécies de vertebrados de médio a grande porte já extintas localmente em algumas áreas de Mata Atlântica, com o intuito de restabelecer interações ecológicas que foram perdidas com estas extinções. No PNT, duas outras espécies são frutos da reintrodução feita pelo REFAUNA e são exemplos de sucesso, as cutias *Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831, e os bugios *Alouatta guariba* (Humboldt, 1812), e uma terceira, a arara-canindé *Ara ararauna* (Linnaeus, 1758), teve sua reintrodução iniciada no ano de 2026.

Durante a fase de monitoramento, pela qual os espécimes reintroduzidos devem passar, foi observado que os jabutis começaram a se alimentar de *Dieffenbachia seguine* (Jacq.) Schott., de nome popular comigo-ninguém-pode, uma planta herbácea da família Araceae que pode ultrapassar 1 metro de altura (Braga et al., 2025). Suas folhas são amplas, de formato oblongo, medindo entre 30 e 60 cm de comprimento, e apresentam padrões claros sobre uma lâmina verde, assumindo um aspecto variegado. A planta secreta um látex esbranquiçado e possui cristais de oxalato de cálcio em toda sua estrutura. Seus frutos têm o formato de pequenas bagas (Ferreira et al., 2006).

Esta interação do jabuti com a planta é um tanto incomum, pois uma das principais características desta planta é sua forte defesa contra herbivoria, expressa através da alta toxicidade (Rizzini e Occhioni, 1957; Schutz, 1968; Silva e Takemura, 2006;), o que faz com que os animais geralmente a evitem, já que a sua ingestão pode ser extremamente perigosa. A presença de cristais de oxalato de cálcio no formato de

ráfides e drusas (Schutz, 1968), bem como substâncias proteicas e não-proteicas, agem como um mecanismo de intoxicação de caráter múltiplo da planta, sendo uma defesa físico-química que desencadeia um processo inflamatório da mucosa, com risco de causar morte por sufocamento (Rizzini e Occhioni, 1957; Silva e Takemura, 2006). Apesar desta defesa contra a herbivoria da planta, não foram registrados casos de intoxicação nos indivíduos que se alimentaram dela, com alguns indivíduos até mesmo se estabelecendo por longos períodos onde há presença da planta e tendo sido registrados consumindo este recurso diversas vezes (Braga et al., 2025). Vale ressaltar que esse histórico do caráter tóxico da planta é amplamente bem documentado em mamíferos (Arditti & Rodriguez, 1982; Gwaltney-Brant, 2006) , mas carece de registros da interação com répteis herbívoros em geral.

Em muitos casos, a herbivoria por vertebrados, bem como o pisoteio, associado à movimentação desses animais, podem afetar negativamente populações vegetais, exercendo um papel significativo na regulação destas populações, atuando tanto sobre a sobrevivência, quanto sobre a reprodução e o recrutamento (Traveset & Richardson, 2014). Quando esses efeitos ocorrem de maneira intensa o suficiente, podem acabar levando a uma redução ou colapso populacional. É possível exemplificar o processo de colapso com um estudo de McKone et al., 2014, conduzido em uma Estação de Pesquisa na Costa Rica, local de ocorrência de uma espécie de *Dieffenbachia* utilizada por pequenos anfíbios como área de nidificação. Tendo como principal objetivo investigar essa interação, o resultado encontrado foi surpreendente, a população da planta sofreu grave declínio ao longo dos anos de pesquisa, efeito este que foi atribuído à presença do cateto *Dicotyles tajacu* (Linnaeus, 1758) na área. Segundo os autores, esses animais realizavam a herbivoria das plantas, porém o pisoteio provavelmente desempenhou um papel na redução populacional, dificultando o estabelecimento de plântulas ao destruir as já estabelecidas e compactar o solo impedindo que novas se estabeleçam, o que reforça o papel de vertebrados herbívoros como agentes moduladores da dinâmica populacional de plantas.

Neste contexto existe a possibilidade de que, ao interagirem com *D. seguine*, os jabutis exerçam um papel de reguladores dessa população invasora, pois além da herbivoria, sua constante movimentação em meio aos agregados da planta parece também causar impactos significativos, pois são animais bastante corpulentos e de peso

considerável, podendo ultrapassar 80 cm de comprimento de casco e peso variando entre 15 kg e 60 kg nos maiores exemplares (Turtle Taxonomy Workung Group, 2025).

## OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo entender o efeito do uso da *Dieffenbachia seguine* por *Chelonoidis denticulatus* na dinâmica populacional desta planta no PNT. Para isso, possui os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar a população de *D. seguine* no setor floresta do PNT em relação à estrutura de tamanho;

2. Estimar as taxas de crescimento, sobrevivência e fecundidade para parte da população de *D. seguine* utilizada por *C. denticulatus* e parte da população isolada desses animais;

3. Comparar, através de Modelos de Projeções Integrais, a taxa de crescimento populacional da espécie de planta com a presença e ausência de *C. denticulatus*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Nacional da Tijuca (PNT, 22º55’ e 23º00’ S, 43º11’ e 43º19’ O), localizado no município do Rio de Janeiro **(Figura 1)**, nas montanhas do Maciço da Tijuca, Região Sudeste do Brasil. O relevo montanhoso é composto por áreas com altitudes que variam de 80 metros, ao fundo do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, até 1.021 metros, no Pico da Tijuca. O clima até 500 metros de altitude é do tipo “Af- Clima úmido de floresta tropical”, e para altitudes acima de 500 metros o clima é do tipo “Cfa- Clima temperado, mesotérmico e superúmido” considerando a classificação de Köppen (1948). A temperatura média é de 21,5 ºC, com precipitação média de 2.277 mm (Prisoto et al., 2018).

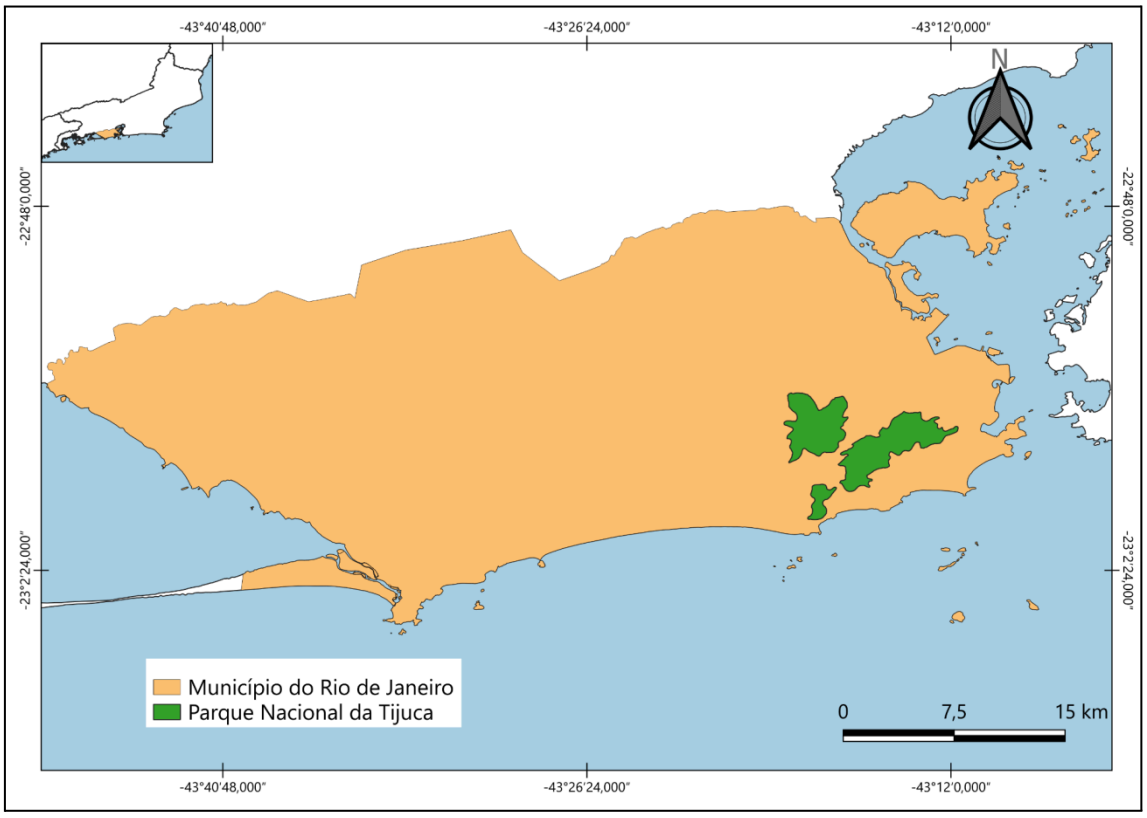



**Figura 1:** Parque Nacional da Tijuca (em verde), localizado no município do Rio de Janeiro (em laranja). Fonte: Elaborado pelo autor.

O bioma em que o Parque se encontra é a Mata Atlântica (MA). Sendo o quinto maior *hotspot* em termos de biodiversidade global (Myers et al. 2000), a MA é composta predominantemente por florestas tropicais e estende-se por diversos estados do território brasileiro (Muylaert et al., 2018). Com o passar dos anos sua área original sofreu intensa degradação, sendo a perda estimada em 88% de seu território (Ribeiro et al., 2009; Vancine et al., 2024) **(Figura 2)**, e por conta desta elevada degradação houve, ao longo do tempo, alguns esforços para a tentativa de reflorestar parte deste bioma, sendo o PNT um exemplo disso. O Parque é um fragmento (3.953 ha) de MA localizado em meio urbano, na região metropolitana do Rio de Janeiro, e representa o sucesso de uma grande iniciativa de reflorestamento realizada durante o século XIX (Freitas et al., 2006).

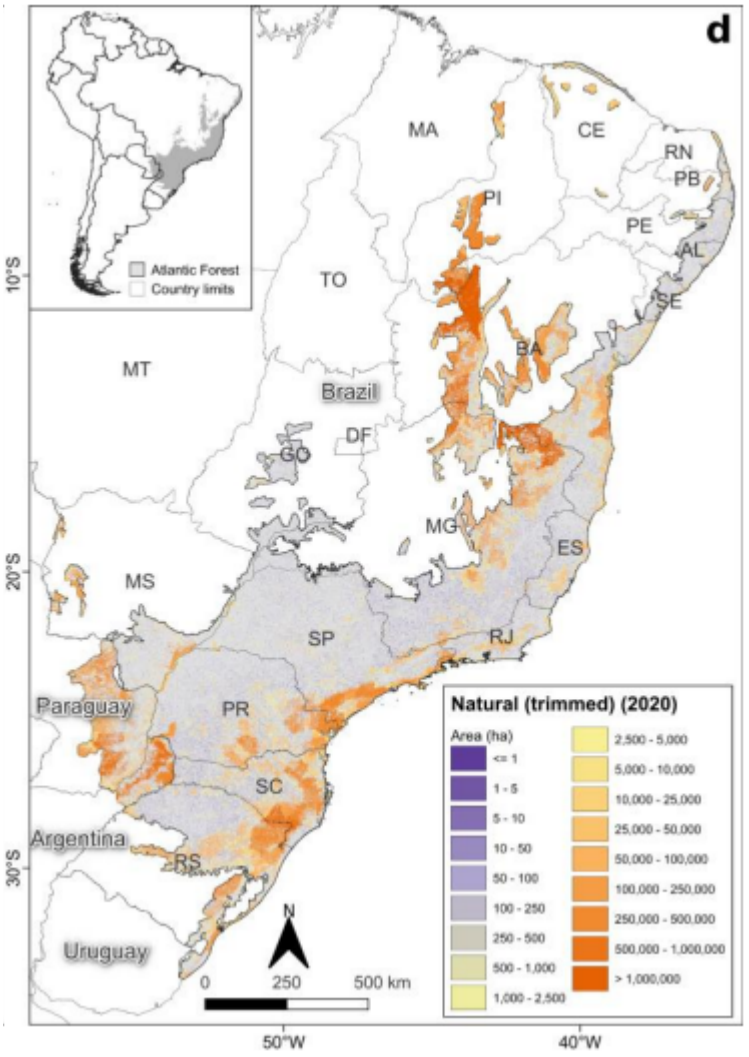



**Figura 2:** Área remanescente da Mata Atlântica no território brasileiro. Cores em tom de roxo indicam áreas de ocorrência natural da floresta, enquanto cores em tom de laranja indicam porções de vegetação nativa remanescente. Adaptado de Vancine et al. 2024.

Funcionando como uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC – Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000), o PNT é uma área destinada à conservação da biodiversidade (MMA-SNUC, 2000), tendo como outros objetivos, alinhados com o status de Parque Nacional, a pesquisa científica, educação ambiental e o fornecimento de áreas destinadas ao lazer da população (Rylands e Brandon, 2005). O Parque está dividido em diferentes setores, no entanto para este estudo, considerou-se apenas o Setor Floresta, onde fica a área propriamente conhecida como Floresta da Tijuca, local onde a população de jabutis foi reintroduzida.

## Espécies estudadas

*Chelonoidis denticulatus* **(Figura 3)**, espécie animal foco deste estudo, é listada como em perigo (EN) na lista vermelha da International Union for Conservation of Nature (IUCN), sendo considerada funcionalmente extinta na Mata Atlântica pelos especialistas em quelônios da IUCN (Turtle Taxonomy Working Group, 2025), o que quer dizer que sua população neste bioma é escassa e insuficiente para desempenhar suas funções ecológicas. É estimado que estes animais não eram observados na cidade do Rio de Janeiro desde o final do século XIX e início do século XX, um período caracterizado por uma intensa exploração zoológica da Mata Atlântica (Starling-Manne, 2020). O caráter generalista destes animais em relação à dieta, e seu desempenho na dispersão de sementes (Jerozolimski et al. 2009) destacam a importância desta reintrodução para a reestruturação de processos e interações ecológicas fundamentais a manutenção de um ambiente sustentável (Dirzo et al., 2014), além de aliar-se a conservação desta espécie com status de ameaçada (Seddon et al., 2014).

Estes jabutis possuem a carapaça oval alongada na fase adulta e se assemelham bastante com a outra espécie de jabuti presente no Brasil, *Chelonoidis carbonarius* (Spix, 1824), e devido a essa semelhança não é incomum que sejam confundidas, portanto a identificação correta destes animais por parte dos profissionais se faz necessária para iniciativas de reintrodução, já que essa espécie não ocorre no Parque (Turtle Taxonomy Working Group, 2025). *Chelonoidis denticulatus* é ligeiramente maior em tamanho, mas pode ser distinguido principalmente pela coloração das escamas, amarelas nesta espécie, enquanto as de *C. carbonarius* são vermelhas, de onde vêm os nomes populares, jabuti-tinga e jabuti-piranga respectivamente. De acordo com Pritchard e Trebbau (1984), *C. denticulatus* possui as cores menos vibrantes que *C. carbonarius*, tanto em relação às escamas quanto aos escudos da carapaça, o que também pode ser usado para diferenciá-los. Além disso, existem outras diferenças, como duas escamas pré-frontais maiores e uma projeção nos primeiros escudos marginais da carapaça dos jovens em *C. denticulatus*, bem como diferenças na ornamentação dos escudos centrais da carapaça, formando ranhuras concêntricas mais

evidentes em *C. carbonarius*, e no formato e tamanho dos escudos que formam o plastrão (Hagan, 1968) **(Figura 4)**.



**Figura 3:** Indivíduo de *Chelonoidis denticulatus* reintroduzido no ano de 2020 no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Banco de fotos do Projeto REFAUNA.

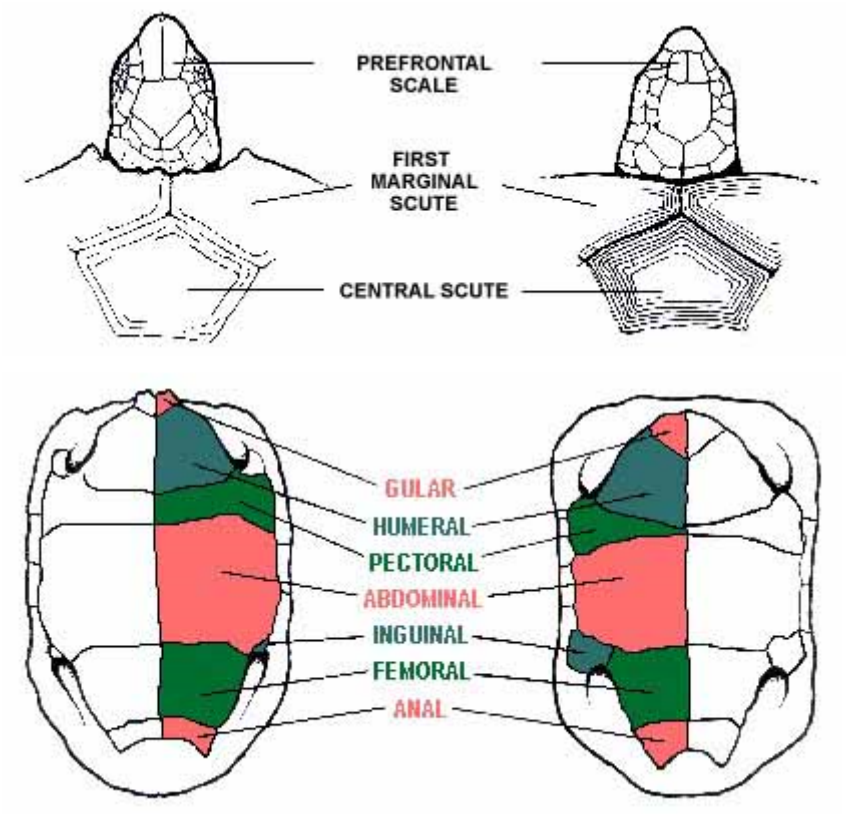



**Figura 4:** Diferenças morfológicas entre *Chelonoidis denticulatus* (à esquerda) e *Chelonoidis carbonaria* (à direita), destacando características como escamas e escudos da carapaça e do plastrão que podem ser utilizadas para diferenciar ambas as espécies. Fonte: International Turtle and Tortoise Society Journal 2:4-5, 1968.

*Dieffenbachia seguine* **(Figura 5)** é a espécie vegetal foco deste estudo, ela possui uma distribuição cosmopolita, ocorrendo também em território brasileiro, especialmente em alguns estados das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Embora haja registros não confirmados da espécie em estados da região Sudeste, não há comprovação de sua ocorrência natural nessa área. Na região Sul sua ocorrência está listada apenas para o estado do Paraná, sendo incerta no Rio Grande do Sul e não ocorrendo em Santa Catarina (Mayo, Flora do Brasil) **(Figura 6)**. Levando em conta estas informações, como a ocorrência natural da planta não é confirmada para o estado do Rio de Janeiro, o mais provável é que tenha sido plantada no PNT por antigos moradores da área onde hoje se encontra esta Unidade de Conservação.

É uma planta comum em residências brasileiras, devido ao seu caráter ornamental (Judd et al., 2002), por possuir folhas chamativas, bem amplas e variegadas.

Outro fator que contribui para a popularidade desta planta é seu uso religioso (Bittencourt et al., 2014). Por esses fatores, sua presença no PNT é observada em associação com áreas altamente antropizadas, como casas e ruínas antigas, bordas de mata e proximidades de estradas e trilhas, sempre formando manchas próximas ao solo da floresta devido ao seu hábito gregário. A partir de observações da distribuição local, é possível classificá-la com base em um quadro adaptado de Durigan et al. (2013). Segundo esta análise classificatória, *D. seguine* seria classificada como planta Ruderal Dominante, dominando áreas antropizadas e inibindo o crescimento de outras plantas, incluindo nativas **(Quadro 1)**.

Como observado em estudos anteriores, *D. seguine*, mesmo frente ao distúrbio causado pela constante interação com os jabutis, apresenta capacidades reprodutivas, seja de se reproduzir por brotamento ou de maneira sexuada. Embora ocorra, a reprodução sexuada provavelmente não está relacionada aos jabutis, tendo em vista que, a família Araceae no geral é conhecida por ser entomófila quando se trata de polinização (Gibernau 2003), e também o desinteresse dos quelônios pelos frutos, preferindo consumir o caule e as folhas (Braga, 2025). Apesar disso, a reprodução sexuada ainda representa um fator de recrutamento para a população da planta, portanto a identificação de indivíduos aptos à reprodução também se faz necessária. Indivíduos que apresentavam estruturas reprodutivas aparentes foram devidamente identificados como reprodutivos, enquanto para aqueles que não apresentavam estruturas, mas poderiam estar aptos à reprodução, foi seguido o método de Gibernau (2015), considerando indivíduos que possuíam seis ou mais folhas como aptos, já que esse traço vegetativo é um bom indicador para o vigor da planta.



**Figura 5:** Espécime de *Dieffenbachia seguine* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Em destaque suas amplas folhas variegadas. Fonte: Arquivo pessoal do autor.

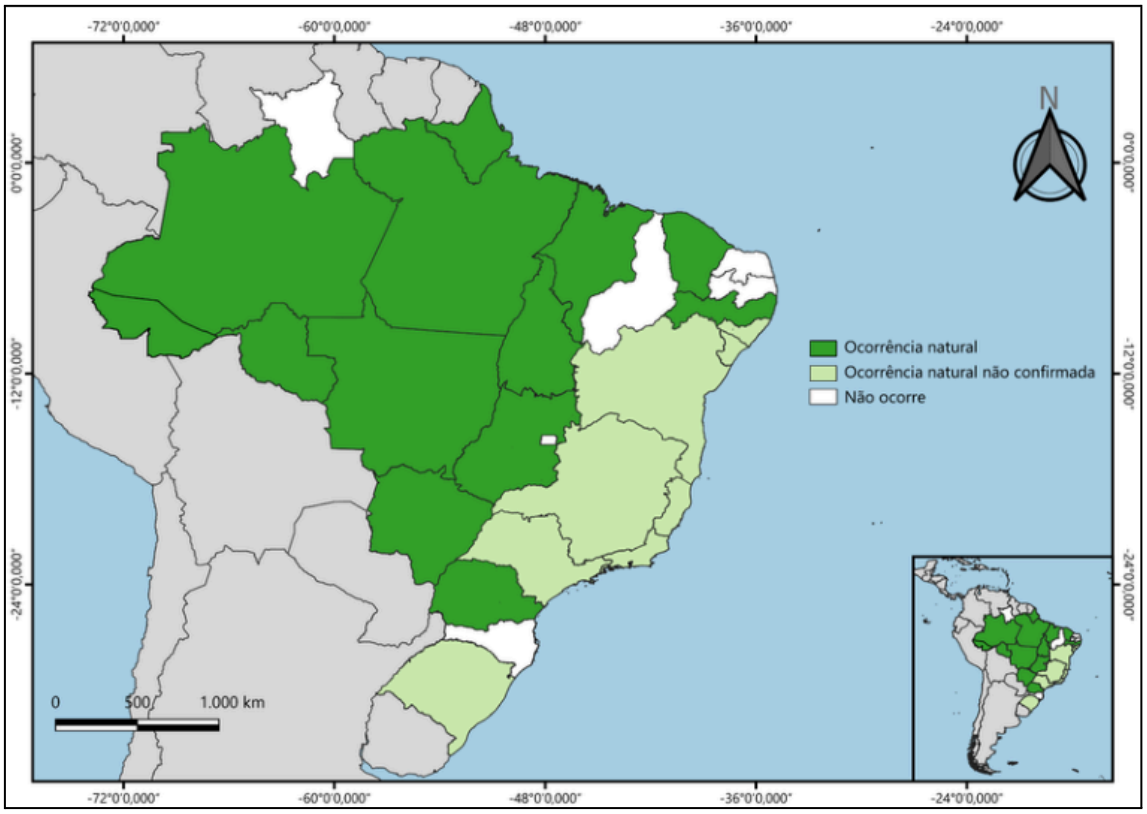



**Figura 6:** Distribuição de *Dieffenbachia seguine* em território brasileiro. Estados em verde escuro indicam áreas onde a ocorrência natural da planta foi confirmada, estados em verde claro indicam áreas onde a ocorrência natural não é confirmada, e estados em branco indicam a não ocorrência. Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados de Flora do Brasil (2026).

Quadro 1 - Categorias e definições de plantas em Unidades de Conservação. Compilado por Sangy (2023) com base em Durigan et al. (2013).

| Classificação | Definição |
|---|---|
| Nativa não agressiva | Plantas nativas do bioma que não são agressivas ao ecossistema local |
| Nativa agressiva | Plantas nativas que dominam a comunidade e/ou regeneração |
| Alienígena ocasional | Plantas exóticas que por contribuição humana ocorrem temporariamente |
| Ruderal não dominante | Plantas que ocorrem em áreas antropizadas porém não inibem as plantas nativas |
| Ruderal dominante | Plantas que dominam áreas antropizadas inibindo plantas nativas |
| Invasora não dominante | Plantas exóticas invasoras de ambientes perturbados ou não, mas que não estão alterando a composição e estrutura da comunidade nativas |
| Invasora dominante | Plantas que se espalham e alteram a composição e estrutura da comunidade, suprimindo a regeneração de espécies nativas |

**Interação entre animais e plantas**

A interação realizada por *Chelonoidis denticulatus* com *Dieffenbachia seguine* foi constatada no estudo anterior (Braga, 2025), demonstrando através de registros de alimentação que os animais fazem uso frequente deste recurso **(Tabela 1)**. De acordo com os registros mais recentes da frequência alimentar dos jabutis, atualizados até o ano de 2024, quando se encerrou o monitoramento periódico dos animais, a planta representa 28,85% de sua dieta no PNT, sendo 45 de um total de 156 registros de alimentação **(Tabela 2)**. Este valor é considerado incomum para um quelônio

generalista, esperando-se uma maior variedade de itens alimentares em sua dieta (Guzmán e Stevenson, 2008; Jerozolimski et al. 2009; Wang et al. 2011).

Durante as avaliações das plantas em campo, foi possível notar que a presença dos jabutis nas parcelas abertas ocorre de maneira constante, onde eles se alimentam das plantas **(Figura 7)**, e mesmo quando não o fazem, ainda realizam o pisoteio **(Figura 8)**.

**Tabela 1:** Registros dos jabutis que foram vistos se alimentando de *Dieffenbachia seguine* naturalmente no Parque Nacional da Tijuca.

| Indivíduo | Quantidade de registros |
|---|---|
| 02 | 1 |
| 03 | 1 |
| 04 | 3 |
| 07 | 1 |
| 13 | 1 |
| 15 | 3 |
| 24 | 3 |
| 25 | 1 |
| 27 | 4 |
| 28 | 2 |
| 29 | 1 |
| 34 | 2 |
| 38 | 1 |
| 42 | 2 |
| 45 | 2 |
| 46 | 4 |

**Tabela 1:** Continuação.

| Indivíduo | Quantidade de registros |
|---|---|
| 49 | 1 |
| 54 | 5 |
| 55 | 1 |
| 57 | 1 |
| 59 | 4 |
| 62 | 1 |

Fonte: Caderno de campo digital do Projeto REFAUNA.

**Tabela 2:** Itens alimentares consumidos pelos jabutis reintroduzidos no Parque Nacional da Tijuca.

| Táxon | Nome comum | Quantidade | Percentual |
|---|---|---|---|
| Araceae | | | |
| *Dieffenbachia seguine* | Comigo-ninguém-pode | 45 | 28,85% |
| *Alocasia sp.* | Orelha-de-elefante | 1 | 0,64% |
| Arecaceae | | | |
| *Euterpes edulis* | Palmito-juçara | 1 | 0,64% |
| Asparagaceae | | | |
| *Dracaena fragrans* | Pau-d'água | 19 | 12,18% |
| Malvaceae | | | |
| *Ceiba crispiflora* | Paineira-rosa | 3 | 1,92% |
| *Malvaviscus arboreus* | Malvavisco | 2 | 1,28% |

**Tabela 2:** Continuação

| Táxon | Nome comum | Quantidade | Percentual |
|---|---|---|---|
| Moraceae | | | |
| *Artocarpus heterophyllus* | Jaca | 3 | 1,92% |
| Urticaceae | | | |
| *Pilea cadierei* | Alumínio | 8 | 5,13% |
| Não identificado | | | |
| Plantae | Plantas | 66 | 42,31% |
| Fungi | Cogumelos | 8 | 5,13% |

Fonte: Caderno de campo digital do Projeto REFAUNA.



**Figura 7:** *Chelonoidis denticulatus* se alimentando da folha de *Dieffenbachia seguine* no interior de uma das parcelas abertas no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Arquivo pessoal do autor.



**Figura 8:** *Chelonoidis denticulatus* pisoteando *Dieffenbachia seguine* ao se locomover no interior de uma das parcelas abertas no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Arquivo pessoal do autor.

## Amostragem

Para a realização deste experimento, áreas com a presença de *D. seguine* utilizadas anteriormente, no trabalho responsável pela descrição desta interação (Braga, 2025), foram reaproveitadas. Devido à estas áreas coincidirem com as áreas de vida dos jabutis reintroduzidos, presumiu-se que a interação entre os organismos continuaria acontecendo nestes locais. Pares de parcelas foram estabelecidos e georreferenciados nestas áreas **(Figura 9)**, respeitando uma distância mínima de pelo menos 10 metros entre os pares, bem como entre outras parcelas. Cada par é composto por uma parcela aberta, onde os animais têm livre acesso às plantas, e uma parcela cercada, impedindo o acesso às plantas em seu interior, ambas medindo 5x5 metros. Para o cerceamento das parcelas fechadas, foram utilizados canos de PVC de cerca de 1 metro de altura para formar os vértices, e uma cerca de aço galvanizado de cerca de 60 centímetros de altura **(Figura 10)**, fixada rente ao solo com a intenção de impedir a entrada dos jabutis e servir como controle. Ao todo foram estabelecidas seis parcelas, compondo três pares,

sendo identificados cada um pela letra P e o número correspondente, diferenciando-se entre o par em Aberta ou Fechada (P01A e P01F, P02A e P02F, P03A e P03F).

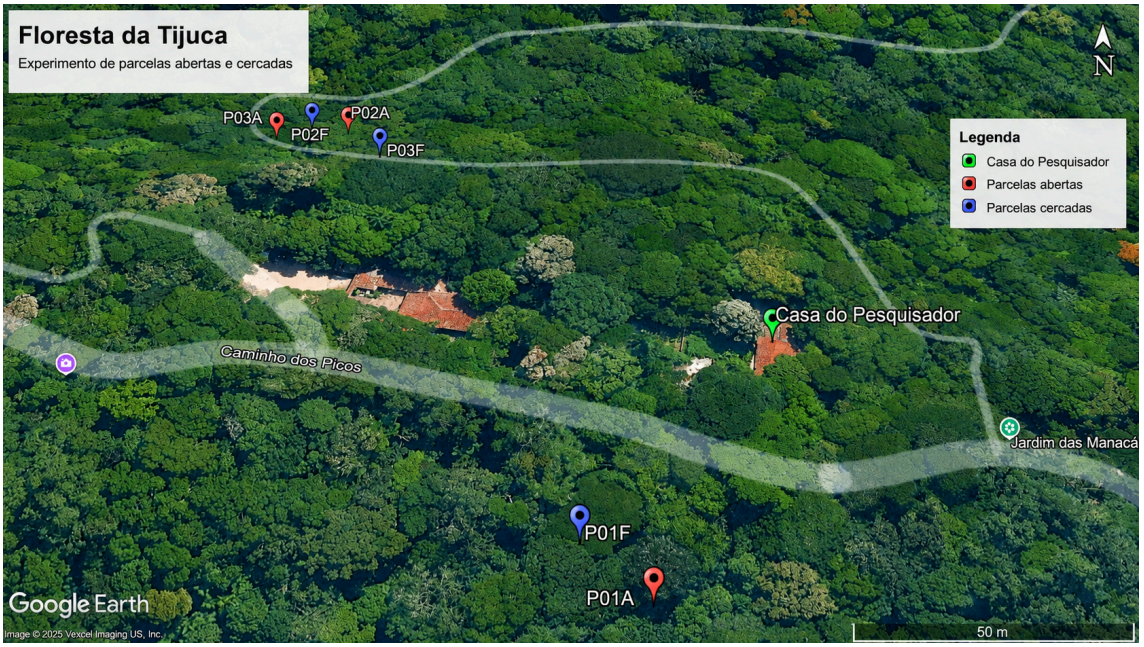



**Figura 9:** Disposição das parcelas no setor floresta do Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Elaborado pelo autor.



**Figura 10:** Parcela fechada com cerca de aço galvanizado, Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Fonte: Arquivo pessoal do autor.

## Coleta de dados

Dentro dos limites de cada parcela, todas as plantas da população maiores do que 10 cm de comprimento foram identificadas com plaquetas **(Figura 11)**, tiveram seu comprimento medido e número de folhas contado, características que foram utilizadas para estabelecer estágios de desenvolvimento da planta, considerando não apenas o tamanho, mas também sua aptidão à reprodução, relacionando isto com a presença de estruturas reprodutivas **(Figura 12)** e/ou número de folhas (Gibernau, 2015) **(Figura 13)**. Em cada uma das parcelas também foi selecionado aleatoriamente um quadrante de 2,5x2,5 metros, e dentro deste todos os indivíduos de *D. seguine* menores que 10 cm de altura também tiveram seus parâmetros medidos, desta forma foi possível verificar o recrutamento de plântulas **(Figura 14)** que acontece em cada parcela.



**Figura 11:** Talo de um indivíduo de *Dieffenbachia seguine* maior do que 10 centímetros marcado com uma plaqueta. Fonte: Arquivo pessoal do autor.



**Figura 12:** Estruturas reprodutivas de *Dieffenbachia seguine*. **a** Espádice com inflorescência; **b** Frutos que caem no solo após a maturação. Fonte: Arquivo pessoal do autor.

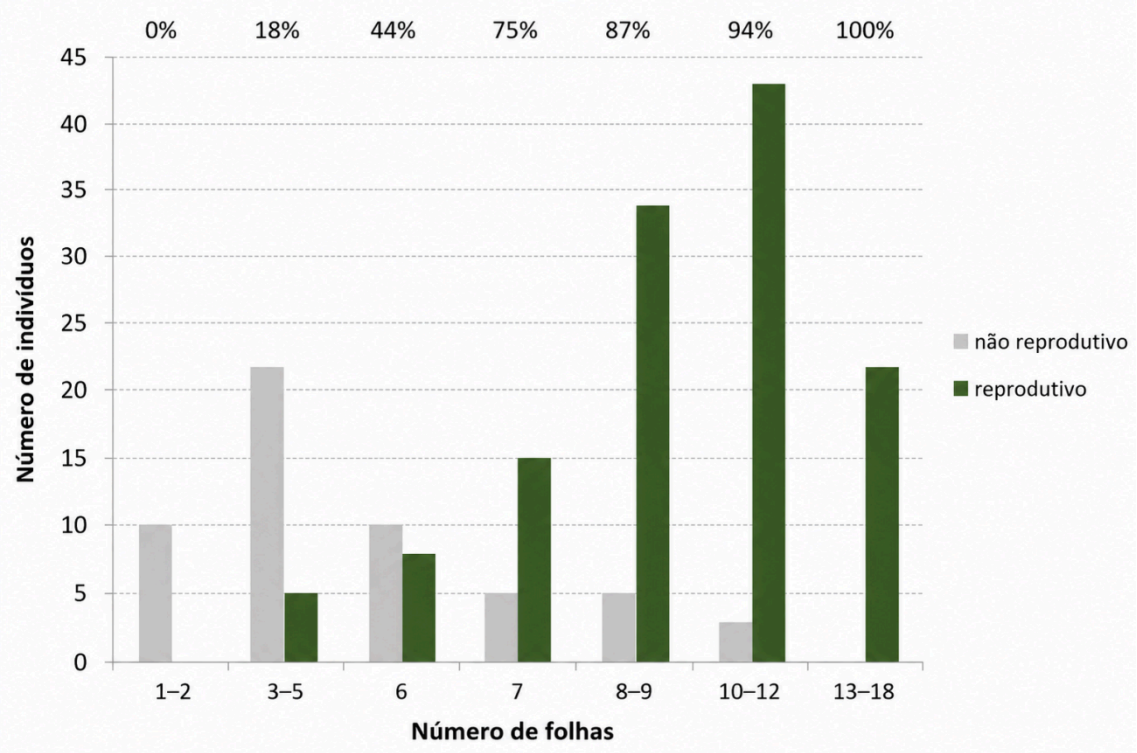



**Figura 13:** Relação entre o número de folhas e indivíduos reprodutivos de *Dieffenbachia seguine*. Adaptado de Gibernau, 2015.



**Figura 14:** Plântulas de *Dieffenbachia seguine* menores do que 10 centímetros, plaquetadas e medidas dentro de um dos quatro quadrantes da parcela. Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Durante o período de amostragem, foram realizadas duas campanhas de coleta de dados, em maio (P01), em julho (P02) e em novembro (P03), resultando em um intervalo anual de 2024 a 2025 para cada um dos pares, medindo Sobrevivência (S), Crescimento (C), e Fecundidade (F) para cada indivíduo presente dentro das parcelas. O monitoramento constante dos animais já não era mais realizado durante este período, por isso a intensidade de uso de cada parcela não foi medida. Para S, foi utilizada a presença e ausência dos indivíduos no tempo *t* e tempo *t* + 1. Para C, a diferença de tamanho em comprimento dos indivíduos em *t* comparados ao seu tamanho em *t* + 1, caso tenham sobrevivido. Já F foi estimada através da razão entre o número de recrutas, que são novas plântulas, no quadrante em *t* + 1 e o número de indivíduos reprodutivos em *t*.

**Análise de dados**

Para o cálculo da taxa de Crescimento Populacional (λ) e dos parâmetros do ciclo de vida da população (S, C e F), foram utilizados Modelos de Projeções Integrais (IPMs, Easterling et al., 2000). IPMs foram gerados para cada uma das parcelas, totalizando seis IPMs. A escolha pela utilização de IPMs se dá pela possibilidade de não precisar dividir os indivíduos de *D. seguine* em categorias de tamanho estritas, possibilitando avaliar as variáveis de maneira contínua (Easterling et al. 2000). Os IPMs descrevem a dinâmica da estrutura de tamanhos de uma população em intervalos discretos de tempo por meio da seguinte equação:

$$n(y\ ,\ t+1) \ = \int_{L}^{U} k(x\ ,\ y)\ n(x\ ,\ t)dx.$$

Nessa formulação, $k(x\ ,\ y)$ é o kernel de projeção, que substitui a matriz de transição utilizada em modelos matriciais de estrutura por tamanho (Easterling et al., 2000) e representa todas as possíveis transições de tamanho entre os indivíduos da

população, incluindo os processos reprodutivos. A variável *x* corresponde ao tamanho corporal do indivíduo no tempo *t*, enquanto *y* representa o tamanho no tempo *t* + 1. O intervalo [*L* , *U*] define a faixa de tamanhos corporais biologicamente possíveis, e *n*(*x* , *t*) é a função que descreve a distribuição dos indivíduos da população ao longo do gradiente de tamanhos no tempo *t*. A construção do kernel foi realizada por integração numérica utilizando o método do ponto médio, avaliado em uma malha contínua de tamanho fixo (n = 150). Os limites inferiores (L) e superiores (U) de integração correspondem aos valores mínimo e máximo de tamanhos de indivíduos observados para cada parcela. O kernel de projeção foi composto por um componente P, representando sobrevivência e crescimento, e um componente F, representando fecundidade (Easterling et al. 2000; Ellner and Rees 2006; Zuidema et al. 2010). A sobrevivência foi modelada como uma função logística do tamanho do indivíduo, enquanto o crescimento foi descrito por uma função normal condicional do tamanho em t. Para evitar evicção numérica nos limites do kernel, utilizou-se a correção discretizeExtremes na construção das matrizes P e F. A taxa de crescimento populacional (λ) foi estimada como o autovalor dominante da matriz de projeção. Valor de λ = 1 indica estabilidade na população, λ > 1 indica o crescimento populacional, e λ < 1 indica uma população em declínio. A contribuição relativa das diferentes transições do ciclo de vida para λ foi avaliada por meio de análises de elasticidade (Caswel 2001). Intervalos de confiança para λ, bem como estimativas de crescimento populacional ($\lambda_b$), foram estimados através de bootstrap, com 100 reamostragens dos dados. Todas as análises foram realizadas no software R v.4.5.1 e RStudio v.2026.01.0, utilizando os pacotes IPMPack (Metcalf et al. 2013), popbio (Stubben & Milligan 2007) e fields (Nychka et al. 2025).

## RESULTADOS

### Estrutura da população de *Dieffenbachia seguine*

A média de indivíduos foi de 312 para parcelas abertas e 265 para parcelas fechadas, sendo os números de P01A (N = 658) e P01F (N = 399), P02A (N = 147) e P02F (N = 207), e o menor número de indivíduos registrados em P03A (N = 131),

seguida pela P03F (N = 191), totalizando 1.730 plantas, com 933 em áreas abertas e 797 e áreas cercadas. Em relação à distribuição de tamanhos, foram observadas diferenças entre as parcelas abertas e fechadas **(Figura 15)**. Em geral, ocorreu maior concentração de indivíduos em classes intermediárias de tamanho. Nas parcelas abertas, ocorreu maior frequência de distribuição de indivíduos em classes de tamanhos menores, com relativa estabilidade nos padrões entre os tempos *t* e *t* + 1 (intervalo anual), observando-se também a ausência de acúmulo expressivo nas classes de maior tamanho. Já as parcelas fechadas exibiram uma distribuição de tamanhos com maior concentração em classes intermediárias, com indícios de deslocamento em direção à tamanhos maiores entre os tempos *t* e *t* + 1.

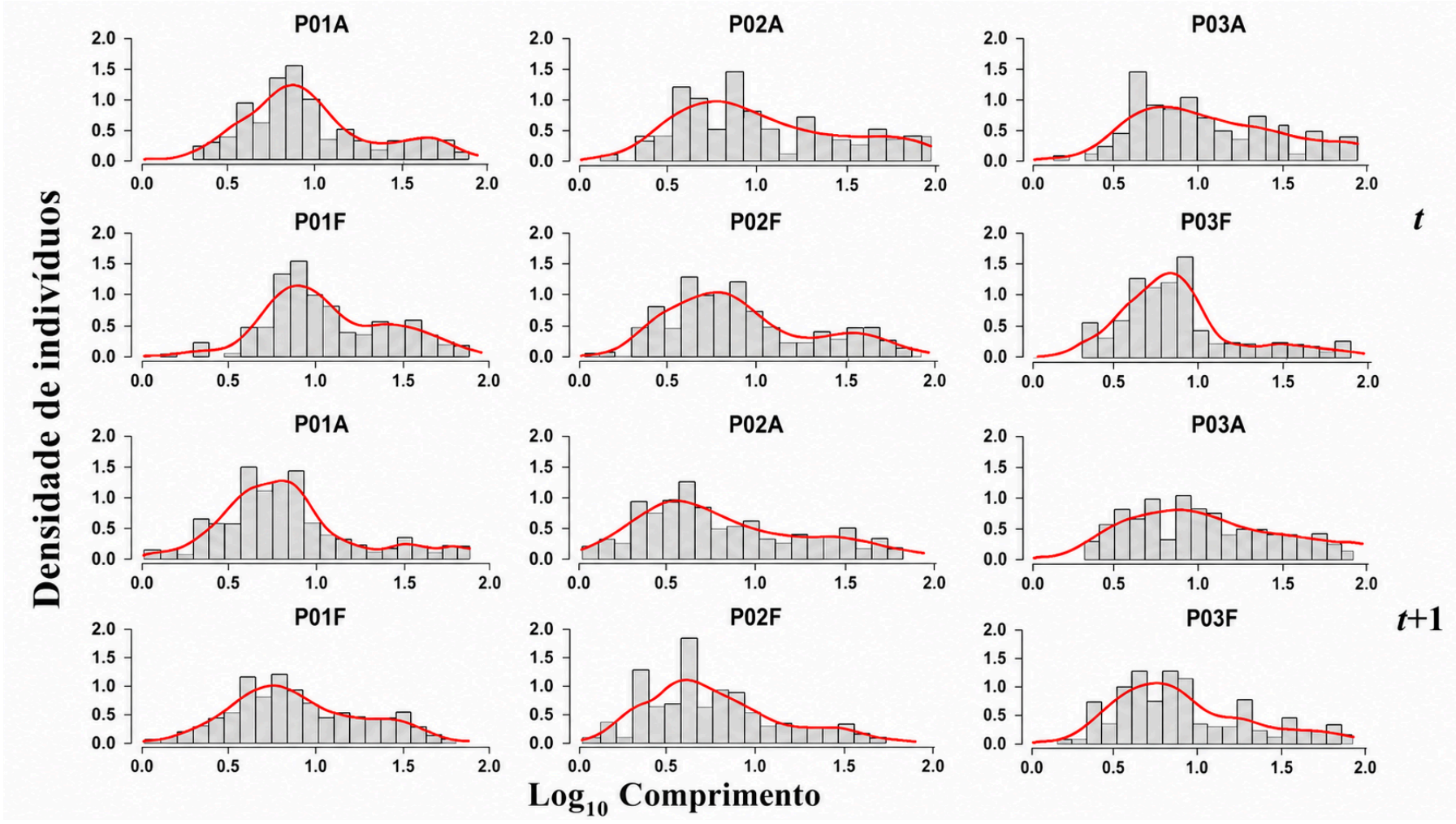



**Figura 15:** Distribuição de tamanhos corporais de *Dieffenbachia seguine* nas áreas observadas (P01A, P01F, P02A, P02F, P03A e P03F). Intervalo de tempo *t* nos painéis superiores; Intervalo de tempo *t* + 1 nos painéis inferiores. As barras representam a densidade de indivíduos e as linhas vermelhas indicam curvas de densidade suavizadas.

**Taxas vitais da população de** *Dieffenbachia seguine*

As taxas vitais da população de *D. seguine* foram variadas entre áreas (P01, P02 e P03) e entre tratamentos (aberta e fechada). A sobrevivência (S) apresentou variação em relação tanto às áreas quanto ao tamanho dos indivíduos **(Figura 16)**.

Em P01, foi observado que indivíduos na parcela fechada apresentam maior probabilidade de sobrevivência ao longo de todas as faixas de tamanhos, com leve tendência ao aumento acompanhando o tamanho. Na parcela aberta a sobrevivência foi consistentemente menor, embora também ocorra o aumento com o tamanho dos indivíduos. Para P02, ambas as parcelas apresentaram aumento da sobrevivência seguindo o tamanho dos indivíduos, no entanto houve maior acentuação deste efeito na parcela aberta, onde indivíduos maiores exibiram probabilidades de sobrevivência superiores às observadas na parcela fechada. Já na área P03, foi observado um padrão diferente, com os indivíduos da parcela aberta seguindo a tendência de sobreviverem mais conforme o aumento no tamanho, enquanto na parcela fechada ocorre uma leve diminuição da sobrevivência ao longo do gradiente de tamanho.

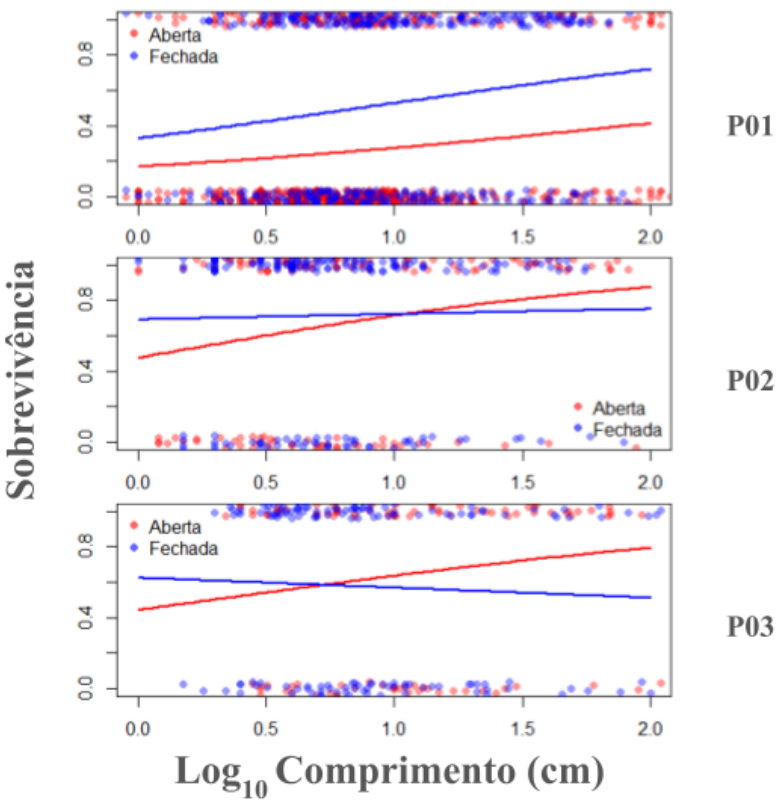



**Figura 16:** Padrões de sobrevivência da população de *Dieffenbachia seguine* em cada área (P01, P02 e P03). Pontos e linhas em vermelho representam indivíduos e linhas de tendência das parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos e linhas em azul representam indivíduos e linhas de tendência parcelas fechadas (sem herbivoria).

O crescimento individual (C), expresso pela relação entre o tamanho corporal em $t$ e em $t + 1$, apresentou um padrão geral positivo em todas as áreas **(Figura 17)**. Em P01 observou-se uma forte relação linear entre o tamanho em $t$ e $t + 1$, com distribuição relativamente concentrada dos pontos ao longo da diagonal, sugerindo crescimento consistente e baixa variação individual. Não foram observadas diferenças significativas entre a parcela aberta e a fechada, indicando efeito limitado de herbivoria e pisoteio sobre o crescimento dos indivíduos de *D. seguine* nesta área. Esta relação positiva também pode ser observado em P03, com pontos distribuídos próximos à linha e crescimento relativamente consistente tanto para a aberta quanto para a fechada, o que difere na P02, que embora também apresente crescimento positivo, possui maior dispersão dos pontos em torno da diagonal, principalmente na parcela fechada, indicando uma maior variabilidade no crescimento de seus indivíduos. Além disso,

alguns indivíduos apresentam desvios consideráveis, sugerindo possível crescimento reduzido ou até mesmo regressão de tamanho corporal.

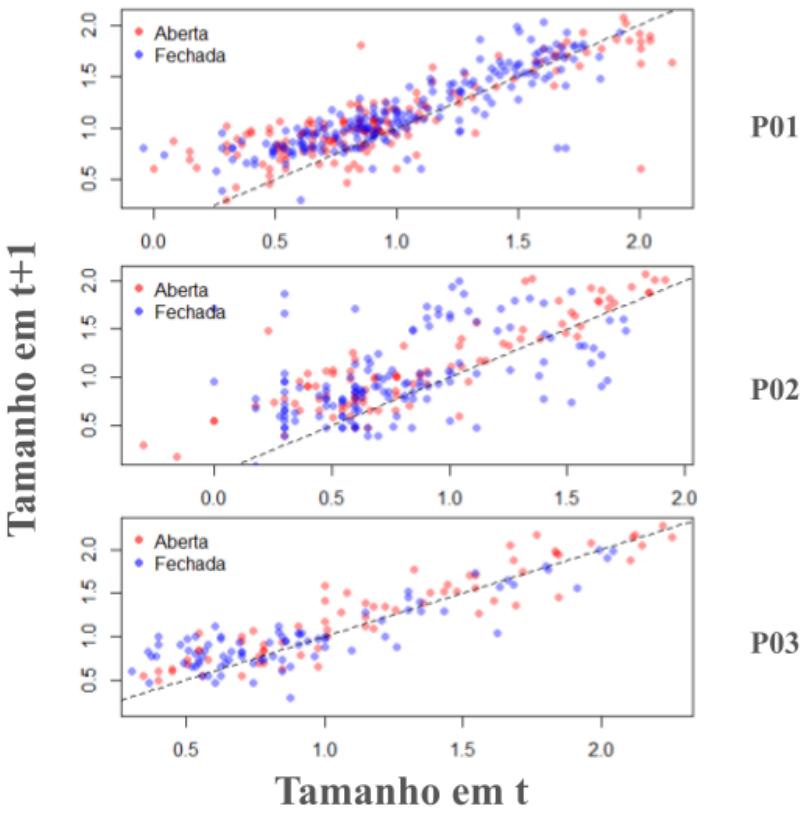



**Figura 17:** Padrões de crescimento dos indivíduos de *Dieffenbachia seguine* em cada área (P01, P02 e P03). Pontos vermelhas representam indivíduos das parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos azuis representam indivíduos das parcelas fechadas (sem herbivoria).

A fecundidade (F) variou de maneira mais complexa do que as variáveis anteriores, tanto entre áreas quanto tratamentos, envolvendo diferenças em termos de probabilidade de reprodução, número e tamanho dos recrutas produzidos.

Na área P01 **(Figura 18)**, a probabilidade de reprodução, calculada através de regressão logística, foi baixa para a maior parte dos indivíduos, aumentando nos maiores tamanhos, seguindo padrões semelhantes entre as parcelas aberta e fechada. O número de recrutas produzidos foi maior na parcela aberta, bem como a variabilidade na distribuição de tamanhos, maior também nesta parcela, incluindo indivíduos de maior tamanho.

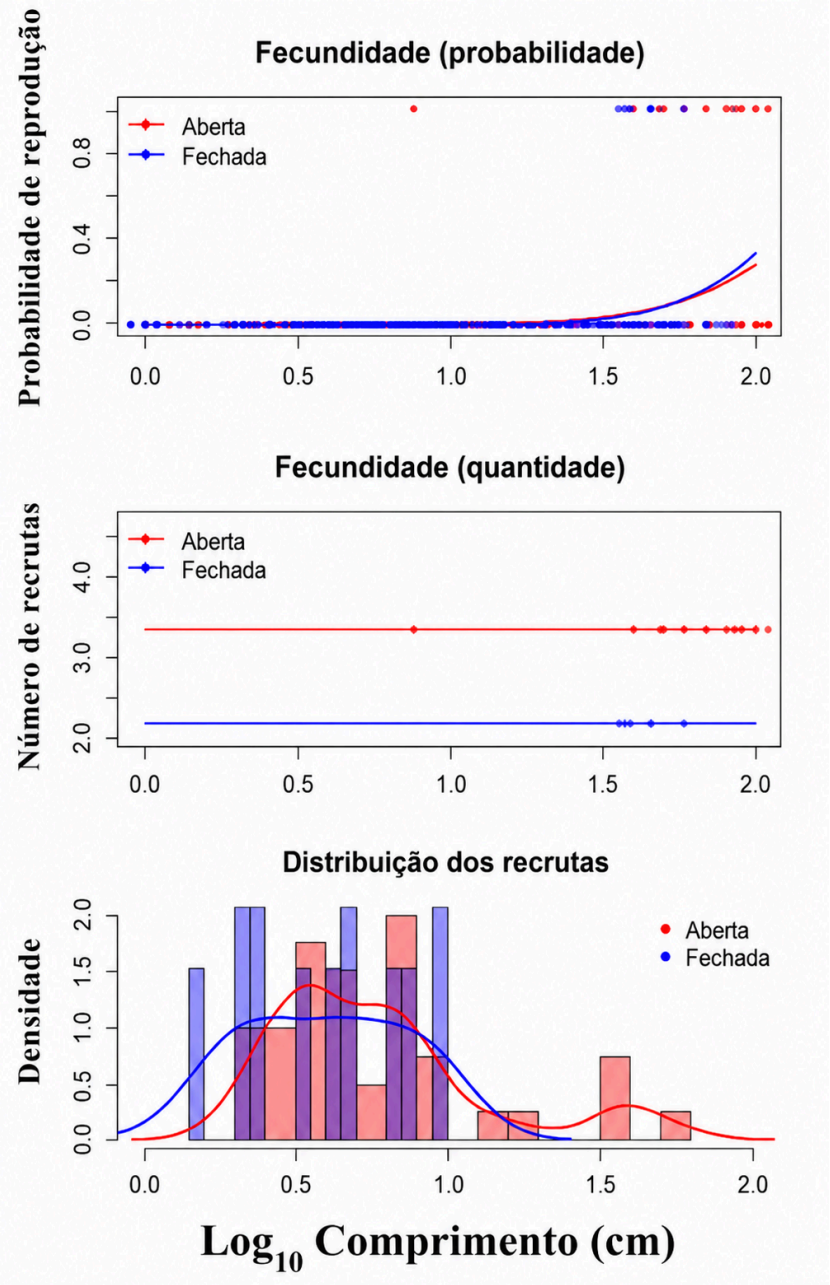



**Figura 18:** Variações dos parâmetros de fecundidade da população de *Dieffenbachia seguine* presente na área P01. Pontos, linhas e barras vermelhos representam parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos, linhas e barras azuis representam parcelas fechadas (sem herbivoria).

Em P02 **(Figura 19)** a probabilidade de reprodução aumentou acentuadamente com o tamanho dos indivíduos em ambos os tratamentos, sendo que na parcela aberta foi mais elevada, porém o número de recrutas foi maior na parcela fechada. A distribuição de tamanho dos recrutas foi similar entre as parcelas, com uma sutil tendência a indivíduos maiores na parcela fechada.

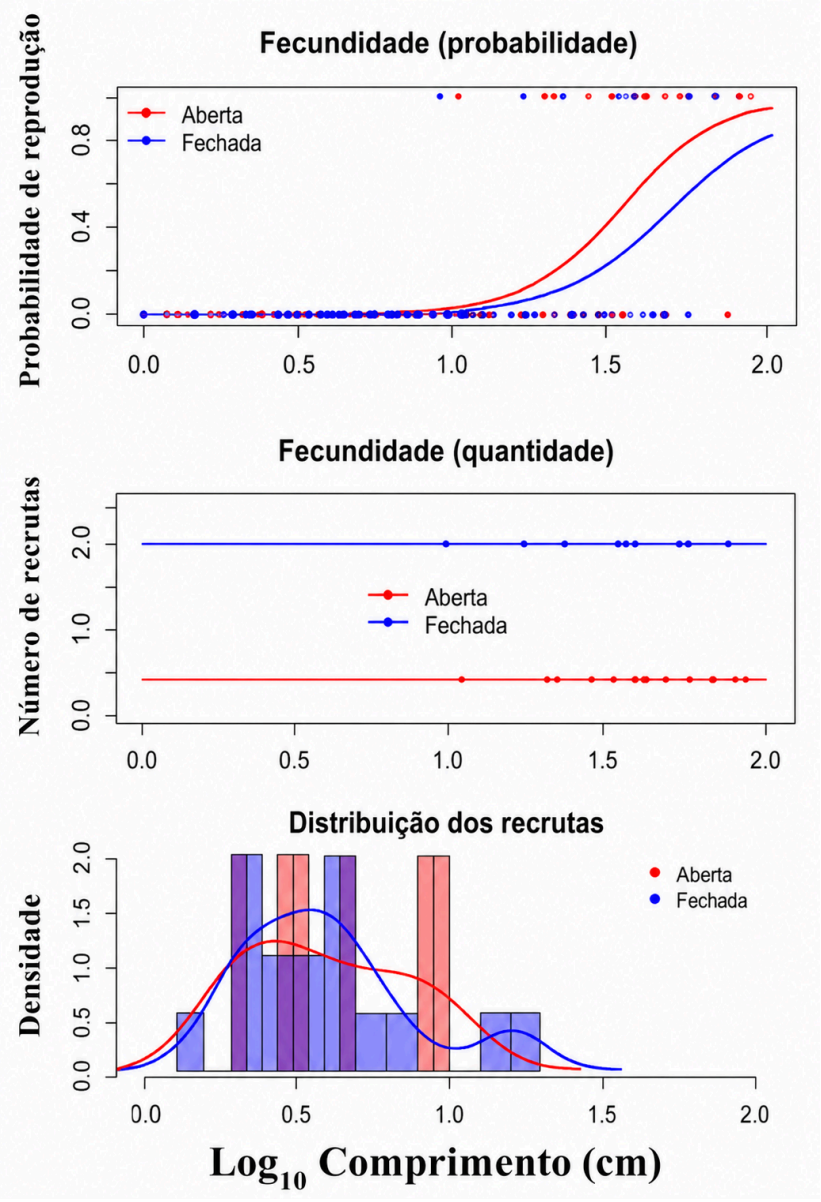



**Figura 19:** Variações dos parâmetros de fecundidade da população de *Dieffenbachia seguine* presente na área P02. Pontos, linhas e barras vermelhos representam parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos, linhas e barras azuis representam parcelas fechadas (sem herbivoria).

A área P03 **(Figura 20)** apresentou um padrão similar, com o aumento da probabilidade acompanhando o gradiente de tamanhos em ambas as parcelas, com indivíduos maiores na parcela aberta sendo mais propensos à reprodução do que na parcela fechada. O número de recrutas, por outro lado, foi maior na parcela fechada, embora a distribuição de tamanhos de recrutas tenha sido relativamente parecida entre as duas parcelas, mesmo que a variabilidade de tamanhos na fechada fosse menor.

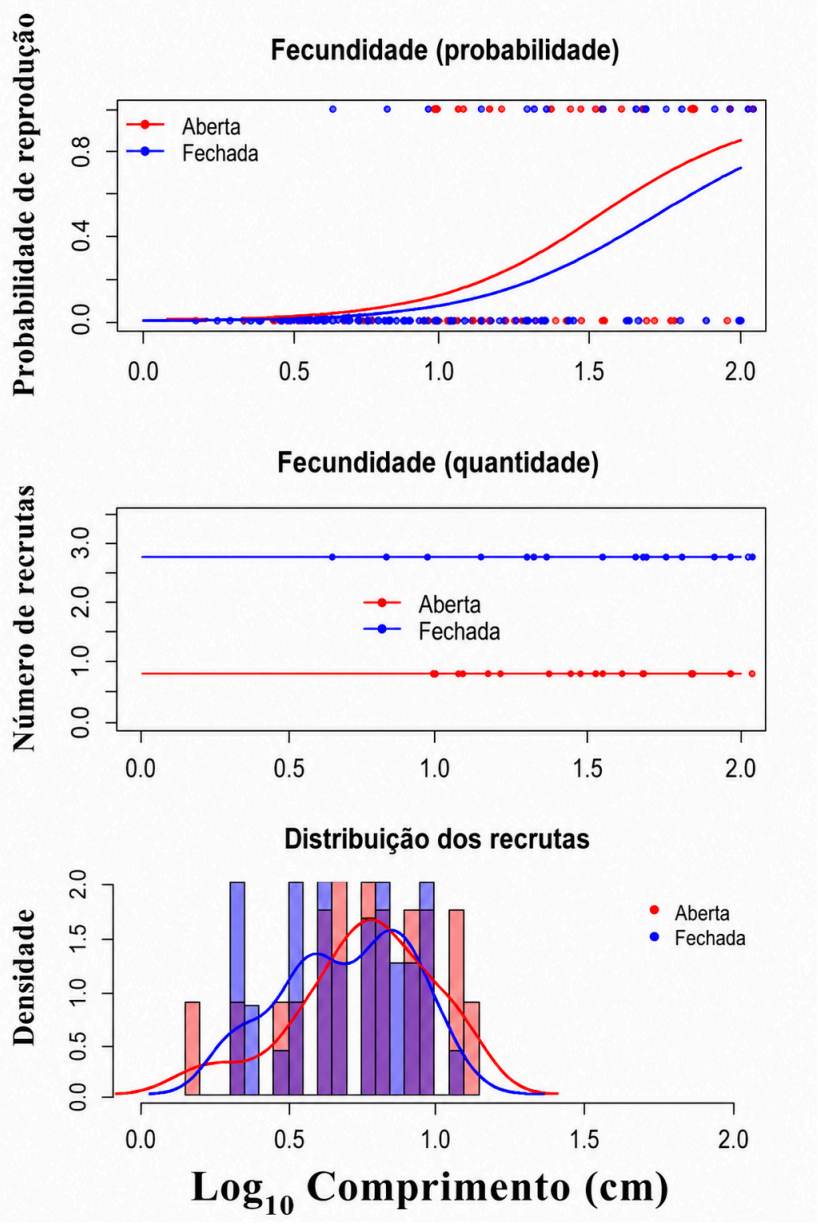



**Figura 20:** Variações dos parâmetros de fecundidade da população de *Dieffenbachia seguine* presente na área P03. Pontos, linhas e barras vermelhos representam parcelas abertas (com herbivoria), enquanto pontos, linhas e barras azuis representam parcelas fechadas (sem herbivoria).

**Dinâmica populacional de** *Dieffenbachia seguine*

A dinâmica populacional, expressa através dos kernels de projeção e elasticidade resultantes das análises de IPMs, mostrou diferenças significativas entre parcelas abertas e fechadas, bem como entre as três áreas analisadas.

Os kernels de projeção apresentam concentração de indivíduos ao longo da diagonal em todos os casos, indicando predominância de processos de sobrevivência e crescimento como manutenção de tamanho corporal ao longo do tempo. A intensidade e forma dessa concentração, no entanto, variam entre áreas e tratamentos, refletindo diferenças nas taxas vitais.

Em relação à área P01 **(Figura 21)**, a taxa de crescimento populacional foi negativa em ambas as parcelas, ou seja, $\lambda < 1$, com um valor de $\lambda = 0{,}38$ na parcela aberta e $\lambda = 0{,}7$ na parcela fechada, indicando declínio populacional, mesmo para a parcela fechada que, embora o valor esteja mais próximo de 1, ainda está abaixo da estabilidade. Em ambos os tratamentos a maior contribuição para a dinâmica foi de indivíduos de tamanho intermediário a grande, demonstrado pela distribuição de cores concentradas ao longo da diagonal. A elasticidade reforça este padrão, mostrando-se mais sensível a mudanças que ocorrem em indivíduos maiores, principalmente na parcela fechada.

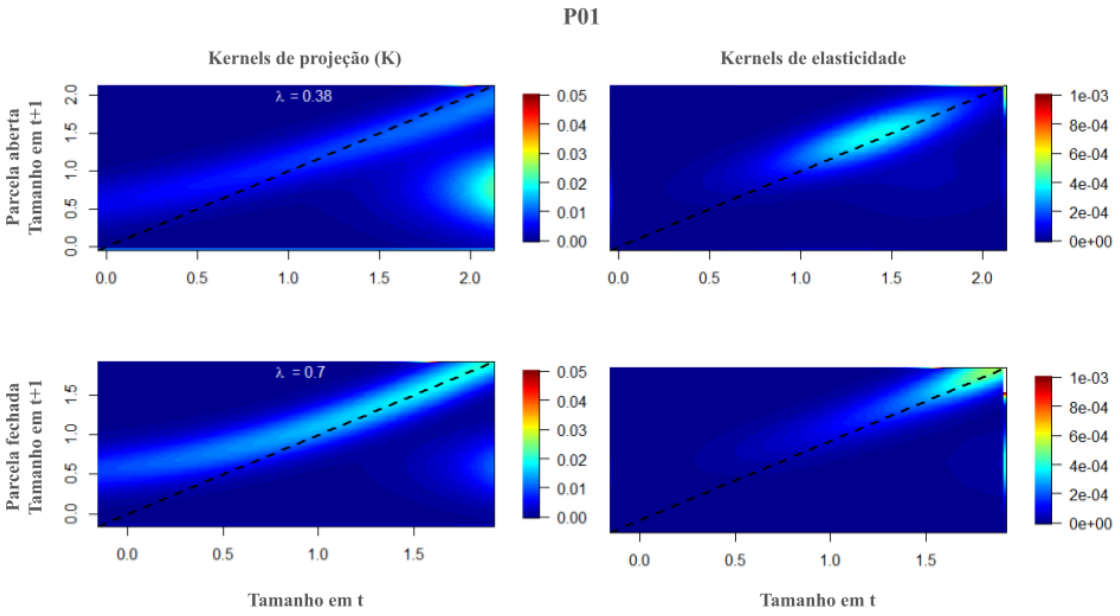



**Figura 21:** Análises demográficas feitas através de Modelos de Projeção Integral (IPM) para a área P01 da população de *Dieffenbachia seguine* presente no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Painéis superiores representam a parcela aberta (com herbivoria) e painéis inferiores a parcela fechada (sem herbivoria). À esquerda: kernels de projeção, construídos a partir de um componente P (representando sobrevivência e crescimento, disposto na diagonal de cada imagem) e um componente F (representando fecundidade, disposto na direita inferior de cada imagem). À direita: kernels de elasticidade, indicando a sobrevivência e crescimento de indivíduos de maior tamanho como as taxas vitais de maior impacto. Cores mais quentes, bem como a cor branca, indicam maior probabilidade de transição. Eixos x e y estão em escala logarítmica (1.0 = 10 mm; 2.0 = 100 mm).

Em P02 **(Figura 22)** a população apresentou valores de λ próximos à estabilidade tanto na parcela aberta (λ = 0,94) quanto na cercada (λ = 0,93). Os kernels de projeção apresentam uma distribuição mais difusa ao redor da diagonal, sugerindo uma maior variação no crescimento. Na parcela cercada observa-se a contribuição de indivíduos menores, possivelmente associada ao recrutamento. A elasticidade, por sua vez, indica que a dinâmica populacional permanece sensível à variações envolvendo indivíduos de maior tamanho, embora de forma menos concentrada do que em P01.

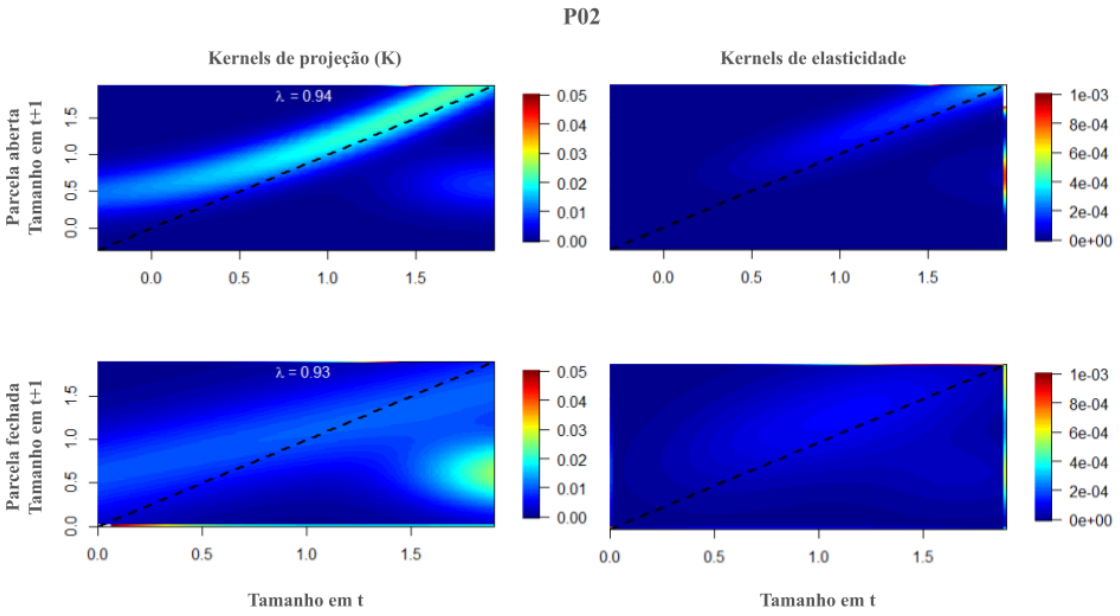



**Figura 22:** Análises demográficas feitas através de Modelos de Projeção Integral (IPM) para a área P02 da população de *Dieffenbachia seguine* presente no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Painéis superiores representam a parcela aberta (com herbivoria) e painéis inferiores a parcela fechada (sem herbivoria). À esquerda: kernels de projeção, construídos a partir de um componente P (representando sobrevivência e crescimento, disposto na diagonal de cada imagem) e um componente F (representando fecundidade, disposto na direita inferior de cada imagem). À direita: kernels de elasticidade, indicando a sobrevivência e crescimento de indivíduos de tamanho intermediário a grande como as taxas vitais de maior impacto. Cores mais quentes, bem como a cor branca, indicam maior probabilidade de transição. Eixos x e y estão em escala logarítmica (1.0 = 10 mm; 2.0 = 100 mm).

Para P03 **(Figura 23)** observa-se um contraste entre as áreas. Na parcela aberta, a população apresentou valor próximo da estabilidade (λ = 0,9), com padrão semelhante aos anteriores, dominado por sobrevivência e crescimento de indivíduos maiores. Já a parcela fechada registrou declínio populacional (λ = 0,74), com o kernel de projeção evidenciando uma região horizontal de alta densidade, associada a indivíduos de tamanhos menores e intermediários. Esse padrão sugere forte influência de uma concentração de transições rápidas entre essas faixas de tamanho, sendo possíveis explicações o recrutamento ou crescimento inicial dos indivíduos. No entanto, mesmo com essa contribuição de classes menores, a dinâmica observada não se mostrou suficiente para sustentar o crescimento populacional nesta parcela. A elasticidade nesse ambiente indica maior sensibilidade em variações envolvendo indivíduos de tamanhos

intermediários para pequenos, destacando-se uma área de grande concentração em menores tamanhos para a parcela fechada, diferindo dos casos anteriores onde variações em indivíduos maiores predominam.

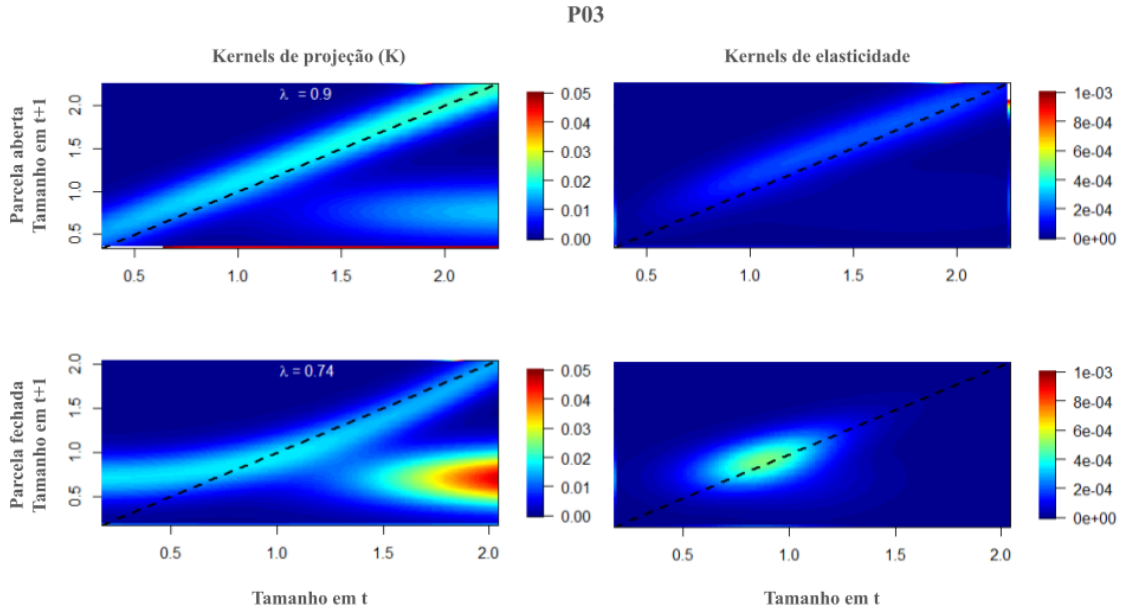



**Figura 23:** Análises demográficas feitas através de Modelos de Projeção Integral (IPM) para a área P03 da população de *Dieffenbachia seguine* presente no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro. Painéis superiores representam a parcela aberta (com herbivoria) e painéis inferiores a parcela fechada (sem herbivoria). À esquerda: kernels de projeção, construídos a partir de um componente P (representando sobrevivência e crescimento, disposto na diagonal de cada imagem) e um componente F (representando fecundidade, disposto na direita inferior de cada imagem). À direita: kernels de elasticidade, indicando a sobrevivência e crescimento de indivíduos de tamanho intermediário para pequeno como as taxas vitais de maior impacto. Cores mais quentes, bem como a cor branca, indicam maior probabilidade de transição. Eixos x e y estão em escala logarítmica (1.0 = 10 mm; 2.0 = 100 mm).

Uma análise integrada das parcelas, juntando abertas e fechadas, reforça padrões observados entre as áreas **(Figura 24)**. A área aberta apresentou maior declínio populacional ($\lambda$ = 0,68), enquanto a cercada apresentou valor de declínio menos acentuado ($\lambda$ = 0,75). Em ambos os casos, o padrão indicado pelos kernels de projeção é de forte contribuição de indivíduos maiores para a dinâmica populacional, porém a elasticidade da área cercada mostra maior distribuição dessa contribuição entre as classes de tamanho, abrangendo indivíduos intermediários e menores, sugerindo

participação significativa do recrutamento e estabelecimento inicial dos indivíduos nesse ambiente. Em contrapartida, a área aberta apresentou maior concentração da elasticidade em indivíduos de tamanhos maiores, indicando dependência da sobrevivência de adultos para a manutenção populacional.

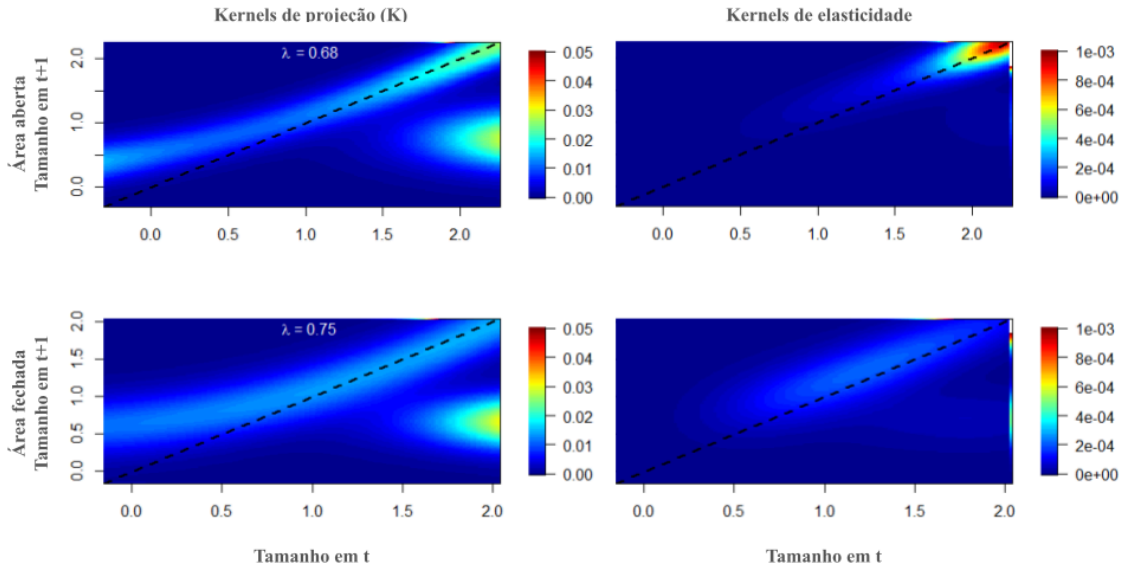



**Figura 24:** Análises demográficas feitas através de Modelos de Projeção Integral (IPM) para a totalidade da população de *Dieffenbachia seguine* analisada neste estudo. Painéis superiores representam a área aberta (com herbivoria) e painéis inferiores a área cercada (sem herbivoria). À esquerda: kernels de projeção, construídos a partir de um componente P (representando sobrevivência e crescimento, disposto na diagonal de cada imagem) e um componente F (representando fecundidade, disposto na direita inferior de cada imagem). À direita: kernels de elasticidade, indicando a sobrevivência e crescimento de indivíduos de tamanho intermediário para pequeno como as taxas vitais de maior impacto. Cores mais quentes, bem como a cor branca, indicam maior probabilidade de transição. Eixos x e y estão em escala logarítmica (1.0 = 10 mm; 2.0 = 100 mm).

As estimativas de crescimento populacional obtidas através de bootstrap ($\lambda_b$) foram consistentes com as taxas de crescimento observadas para a população **(Tabela 3)**.

**Tabela 3:** Taxa de crescimento populacional (λ), estimativas por bootstrap ($\lambda_b$) e intervalos de confiança a 95% (IC-, IC+) para cada área e tratamento da população de *Dieffenbachia seguine* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro.

| Área | Tratamento | λ | $\lambda_b$ | IC- | IC+ |
|---|---|---|---|---|---|
| P01 | Aberto | 0,38 | 0,393 | 0,318 | 0,500 |
| | Fechado | 0,7 | 0,697 | 0,587 | 0,801 |
| P02 | Aberto | 0,94 | 0,938 | 0,844 | 1,041 |
| | Fechado | 0,93 | 0,928 | 0,829 | 1,062 |
| P03 | Aberto | 0,9 | 0,897 | 0,766 | 1,017 |
| | Fechado | 0,74 | 0,736 | 0,638 | 0,856 |
| População Geral | Aberto | 0,68 | 0,612 | 0,533 | 0,704 |
| | Fechado | 0,75 | 0,758 | 0,702 | 0,823 |

Os valores de bootstrap foram obtidos a partir de 100 amostragens.

## DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que a dinâmica populacional de *D. seguine* é estruturada por uma complexa interação entre o tamanho dos indivíduos, a variações ambientais e a pressão de herbivoria e pisoteio combinados, refletindo um padrão típico de populações vegetais tropicais nas quais múltiplos processos demográficos atuam de forma integrada (Rüger et al., 2012; Matsuo et al., 2021). Abordagens baseadas em IPMs têm se mostrado particularmente eficazes para capturar essa complexidade, ao permitir a integração simultânea de sobrevivência, crescimento e fecundidade em populações estruturadas por tamanho (Merow et al., 2014; Rees et al., 2014; Ellner et al., 2016; DeMarche et al., 2019).

A dependência positiva da sobrevivência em relação ao tamanho, observada neste estudo, está de acordo com o padrão amplamente descrito para plantas perenes como *D. seguine*, nas quais indivíduos maiores costumam apresentar maior resistência a estresses e maior estabilidade fisiológica (Adler et al., 2014; Salguero-Gómez et al.,

2015). No entanto, a variação espacial desse padrão indica que o tamanho não atua de forma isolada, mas em interações com fatores bióticos, especialmente herbivoria. Em P01, a menor sobrevivência de indivíduos na parcela aberta sugere um efeito negativo direto dos processos de herbivoria e pisoteio por *C. denticulatus*, consistente com estudos que demonstram que herbívoros podem reduzir a sobrevivência de plantas por meio da biomassa e danos estruturais (Maron & Crone, 2006; Agrawal & Maron, 2022). Por outro lado, os padrões constantes observados em P02 e P03 aberta indicam que esse efeito pode ser dependente do estágio ontogenético da planta, variando ao longo do gradiente de tamanho dos indivíduos (Boege & Marquis, 2005).

O crescimento individual apresentou um padrão mais estabelecido entre áreas e tratamentos, sendo fortemente dependente do tamanho inicial, como esperado em modelos estruturados por tamanho (Easterling et al., 2000). A baixa dispersão dos dados observada em P01 e P03 sugere estabilidade no desempenho individual, enquanto a maior variabilidade em P02 indica possíveis condições mais favoráveis do ambiente ou plasticidade fenotípica. Esse resultado reforça a ideia de que o crescimento é afetado de maneira menos direta por herbivoria e pisoteio, e mais influenciado por fatores abióticos, como disponibilidade de luz e recursos, que modulam o desempenho de plantas de sub-bosque (Rüger et al., 2012; Adler et al., 2014 Matsuo et al., 2021).

A fecundidade foi a taxa vital mais sensível ao contexto ambiental e estresse causado pelos animais, apresentando padrões não lineares e, em alguns casos, evidências de compensação demográfica. Em P01, o maior número de recrutas na parcela aberta, apesar da menor sobrevivência, sugere um possível mecanismo compensatório, no qual aumentos na reprodução mitigam perdas em outras taxas vitais (Villellas et al., 2015; Griffith et al., 2016). Esse tipo de resposta é frequentemente associado a estratégias de tolerância à herbivoria, nas quais plantas redirecionam recursos para reprodução após danos (Strauss & Agrawal, 1999). Em P02, a divergência entre probabilidade de reprodução e número de recrutas evidencia que diferentes componentes da fecundidade respondem de forma independente às condições ambientais, destacando a importância de sua decomposição em análises demográficas (Rees et al., 2014). Já em P03, o maior número de recrutas observado na parcela fechada sugere condições mais favoráveis ao estabelecimento inicial dos indivíduos, possivelmente relacionadas à uma maior estabilidade microclimática e menor intensidade de distúrbio físico. Entretanto, esse aumento no recrutamento não foi

suficiente para promover crescimento populacional, indicando que outras taxas vitais também exerceram forte influência sobre a dinâmica da população.

Essas variações nas taxas vitais se refletem diretamente na dinâmica populacional da planta estimada pelos IPMs. Em P01, o declínio populacional em ambas as parcelas ($\lambda < 1$) indica que os efeitos negativos sobre a sobrevivência não são totalmente compensados pela fecundidade. Em P02, os valores de $\lambda$ próximos à estabilidade sugerem um equilíbrio dinâmico entre ganhos e perdas populacionais. Em P03, apesar da maior contribuição de indivíduos pequenos e intermediários na parcela fechada, ambas as parcelas apresentam valores de $\lambda$ inferiores a 1, indicando tendência ao declínio populacional. A análise integrada das parcelas traz um panorama geral, evidenciando declínio populacional em ambos os tratamentos, mas sendo mais evidente na área aberta. Enquanto esta área apresenta maior dependência da sobrevivência de indivíduos maiores para a manutenção populacional, a área cercadaa demonstra contribuição relativa de indivíduos em tamanhos intermediários e pequenos, sugerindo maior participação do recrutamento e estabelecimento inicial na dinâmica da população. Esses resultados indicam que a herbivoria e o pisoteio podem influenciar não apenas na intensidade do crescimento populacional, mas também na estrutura demográfica responsável pela persistência da população (Franco & Silvertown, 2004; Salguero-Gómez et al., 2015).

Os gráficos de elasticidade fornecem uma interpretação mecanicista desses padrões. Na maioria dos cenários, a maior sensibilidade associada a indivíduos de maior tamanho confirma o paradigma clássico de que, em plantas perenes, a sobrevivência de indivíduos maiores tende a contribuir de maneira mais significativa para a taxa de crescimento populacional do que a fecundidade (Silvertown et al., 1993; Franco & Silvertown, 2004). O padrão observado na parcela fechada de P03, no entanto, representa uma exceção importante, indicando maior sensibilidade associada a indivíduos de tamanhos intermediários e pequenos. Esse resultado sugere uma mudança na contribuição relativa das diferentes classes de tamanho para a dinâmica populacional, com maior influência do recrutamento e estabelecimento inicial dos indivíduos. Esse tipo de desacoplamento entre recrutamento e crescimento populacional evidencia a complexidade dos processos demográficos que estruturam populações vegetais em ambientes naturais (Ellner et al., 2016). Esse padrão também foi observado na análise integrada dos ambientes, na qual áreas abertas apresentaram maior concentração da

elasticidade em indivíduos de maior tamanho, enquanto áreas cercadas exibiram distribuição mais ampla da contribuição demográfica entre diferentes classes de tamanho.

Os avanços recentes na aplicação de IPMs reforçam a importância de considerar a atuação simultânea de múltiplas taxas vitais. Estudos recentes demonstraram que a herbivoria pode afetar de forma integrada sobrevivência, crescimento e fecundidade, resultando em impactos significativos sobre a taxa de crescimento populacional (Dalgleish et al., 2024). Além disso, abordagens mais recentes têm destacado a capacidade dos IPMs de separar e integrar diferentes processos ecológicos, permitindo inferências mais robustas sobre os mecanismos que estruturam populações (Pollesch et al., 2022; Frost et al., 2023; Keller et al., 2026). Nesse contexto, os resultados aqui apresentados reforçam que estressores físicos como a herbivoria e o pisoteio não atuam de forma isolada, mas como agentes moduladores da dinâmica populacional, com efeitos dependentes do ambiente e da estrutura de tamanho das populações.

A presença de *C. denticulatus* nas parcelas abertas sugere que esses animais atuam como agentes estruturadores da população de *D seguine*. Seus efeitos parecem ser predominantemente negativos sobre a sobrevivência, devido ao consumo e pisoteio, mas potencialmente complexos sobre a fecundidade, podendo gerar respostas compensatórias. Além disso, o pisoteio pode reduzir o estabelecimento de plântulas, por meio de danos físicos diretos e compactação do solo, afetando negativamente o recrutamento, pois limita a transição de indivíduos recém-germinados para classes já estabelecidas. Esse mecanismo, frequentemente negligenciado em estudos de impactos por herbivoria, compõe um passo invisível no meio do processo, muitas vezes pela dificuldade de ser medido diretamente, porém causa um grande impacto demográfico, portanto é ecologicamente relevante (Rusterholz et al., 2008; Prescott & Stewart, 2014). Sendo assim, a herbivoria e o distúrbio físico associado à presença desses animais podem atuar conjuntamente na limitação da persistência populacional em áreas abertas.

## CONCLUSÃO

Conjuntamente, esses resultados indicam que a dinâmica populacional de *D. seguine* não é determinada por uma única taxa vital, mas pela interação entre múltiplos processos demográficos modulados pelo ambiente e pela interação com *C. denticulatus*. Embora ambientes cercados, livres dessa interação, tenham apresentado maior contribuição do recrutamento e do estabelecimento inicial dos indivíduos, esse efeito não foi significativo para promover crescimento populacional, possivelmente por atingirem a capacidade de suporte. Em contrapartida, ambientes abertos que estão sob maior pressão de herbivoria e pisoteio, tendem a enfrentar limitações quanto à sobrevivência, recrutamento e persistência populacional, evidenciando esse papel de reguladores desses animais para a população de *D. seguine* presente no Parque. Essas observações reforçam a importância de abordagens integrativas, como os IPMs, para compreender como diferentes processos ecológicos interagem na determinação da dinâmica de populações invasoras em ambientes naturais, contudo, é importante ressaltar que os resultados obtidos devem ser interpretados levando em consideração as suas particularidades, tratando-se da interação de um animal nativo reintroduzido com uma planta invasora, fazendo-se necessário seguir o monitoramento, avaliando até mesmo condições diferentes das deste estudo, como incidência de luz nos locais de ocorrência da plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ADLER, P. B.; SALGUERO-GÓMEZ, R.; COMPAGNONI, A.; HSU, J. S.; RAY-MUKHERJEE, J.; MBEAU-ACHE, C. & FRANCO, M. Functional traits explain variation in plant life history strategies. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 2, p. 740-745, 2014.

AGRAWAL, A. A. & MARON, J. L. Long-term impacts of insect herbivores on plant populations and communities. **Journal of Ecology**, v. 110, p. 2800-2811, 2022.

BASCOMPTE, J. & PEDRO, J. Mutualistic Networks. **Princeton University Press**, 2014. *JSTOR*, http://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhnpq. Accessed 24 July 2026.

BITTENCOURT, B. L. G.; LIMA, P. G. C. & BARROS, F. B. Comércio e uso de plantas e animais de importância mágico-religiosa e medicinal no mercado público de Guamá, Belém do Pará. **Revista FSA**. v. 11, n. 3, p. 96-158. 2014.

BOEGE, K & MARQUIS R. J. Facing herbivory as you grow up: the ontogeny of resistance in plants. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 8, p. 441-448, 2005.

BRAGA, D.; PIRES, A. S.; QUERINO, T.; LEÃO. M. & STARLING-MANNE, C. *Chelonoidis denticulatus* (Yellow-footed Tortoise). Diet. **Herpetological Review**, v. 56, n. 1, p. 70–71, 2025.

BRONSTEIN, J. L. Our Current Understanding of Mutualism. **The Quarterly Review of Biology**, v. 69, n.1, p. 31–51. 1994.

CASWELL, H. **Matrix Population Models: Construction, Analysis, and Interpretation**, 2ª edição. Massachusetts. Sinauer Associates. 2001.

DALGLEISH, H. J.; KULA, A. A. R.; YAIR, S. S.; MUNKRES, I.; MUTTERPEARL, J.; STRUCKMAN, S. & LAMAR, M. D. Herbivory as a continuous state variable in an IPM: Increasing herbivory decreases population growth of *Asclepias syriaca* through its effects on clonal reproduction. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 62, 125779, 2024.

DEMARCHE, M. L.; MORRIS, W.; LINARES, C. & DOAK, D. Improving structured population models with more realistic representations of non‐normal growth. **Methods in Ecology and Evolution,** v. 10, p. 1431-1444, 2019.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Comportamento animal, interações ecológicas e conservação. **ROCHA, CFDR, SLUYS, MV, BERGALLO, HG Biologia da Conservação: Essências. Rio de Janeiro: Instituto Biomas. Rima Editora**, p. 399-410, 2006.

DIRZO, R.; YOUNG, HS.; GALETTI, M; CEBALLOS, G.; ISAAC, N. J.; COLLEN, B. Defaunation in the Anthropocene. **Science**, v. 345, n. 6195, p. 401-406, 2014.

DURIGAN, G., IVANAUSKAS, N. M., ZAKIA, N. J. B. & ABREU, R. C. R. Control of Invasive Plants: Ecological and Socioeconomic Criteria for the Decision Making Process. Natureza e Conservação. **Brazilian Journal of Native Conservation**. Julho de 2013.

EASTERLING, M. R.; ELLNER, S. P.; DIXON, P. M. Size‐specific sensitivity: applying a new structured population model. **Ecology**, v. 81, n. 3, p. 694-708, 2000.

ELLNER, S. P. & REES, M. Integral Projection Models for Species with Complex Demography. **The American Naturalist**, v. 167, n. 3, p. 410-427, 2006.

ELLNER, S. P.; CHILDS, D. Z. & REES, M. **Data-driven Modelling of Structured Populations: A Practical Guide to the Integral Projection Model**. 1ª edição. Cham: Springer International Publishing Switzerland, 2016.

EHRLÉN, J.; MORRIS, W. F.; VON EULER, T. & DAHLGREN, J. P. Advancing environmentally explicit structured population models of plants. **Journal of Ecology**, v. 104, p. 292-305, 2016.

FERNANDEZ, F.A.S.; RHEINGANTZ, M.L.; GENES, L. et al. Rewilding the Atlantic Forest: restoring the fauna and ecological interactions of a protected area. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 4, p. 308–314, 2017.

FERREIRA, L. DE S.; MARSOLA, F. J.; TEIXEIRA, S. DE P. Anatomia dos órgãos vegetativos de Dieffenbachia picta Schott (Araceae) com ênfase na distribuição de cristais, laticíferos e grãos de amido. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 664–670, 2006.

FRANCO, M. & SILVERTOWN, J. A comparative demography of plants based upon elasticities of vital rates. **Ecology**, v. 85, n. 2, p. 531-538, 2004.

FREITAS, S.R.; NEVES, C.L. & CHERNICHARO, P. Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in Atlantic forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p. 975-982, 2006.

FROST, F.; MCCREA, R.; KING, R.; GIMENEZ, O. & ZIPKIN, E. Integrated Population Models: Achieving Their Potential. **Journal of Statistic Theory and Practice**, v. 17, n. 6, p. 1-28, 2022./

GIBERNAU, M. Pollinators and visitors of aroid inflorescences. Aroideana 26: 66–83. 2003.

GIBERNAU, M. Pollination ecology of two *Dieffenbachia* in French Guiana. **Aroideana**, v. 38E, n. 2, p. 38-66. 2015.

GRIFFITH, A. B.; SALGUERO-GÓMEZ, R.; MEROW, C. & MCMAHON, S. Demography beyond the population. **Journal of Ecology**, v. 104, p. 271-280, 2016.

GUZMÁN, A. & STEVENSON, P. Seed dispersal, habitat selection and movement patterns in the Amazonian tortoise, Geochelone denticulata. **Amphibia-Reptilia**, v. 29, n. 4, p. 463-472. 2008.

GWALTNEY-BRANT, S. **Small Animal Toxicology (Second edition)**, chapter 67 - Oxalate-Containing Plants, p. 956-963, W.B. Saunders, 2006.

HAGAN, J. W. What's the difference? Differentiating *Geochelone denticulata* and *Geochelone carbonaria*. **International Turtle and Tortoise Society Journal**, v. 2, p. 4-5. 1968.

JEROZOLIMSKI, A.; RIBEIRO, M. B. N.; MARTINS, M. Are tortoises important seed dispersers in Amazonian forests?. **Oecologia**, v. 161, p. 517-528, 2009.

ARDITTI, J. & RODRIGUEZ, E. Dieffenbachia: Uses, abuses and toxic constituents: A review, **Journal of Ethnopharmacology**, v. 5, n. 3, p. 293-302, 1982.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A. & STEVENS P.F. Plant Systematics: A Phylogenetic Approach. **Systematic Biology**, v. 48, n. 4, p. 826-828, 1999.

KELLER, A. G.; GOLDSTEIN, B. R.; SKARE, L. & VALPINE, P. An integrated integral projection model (IPM2 ) to disentangle size-structured harvest and natural mortality. **Journal of Animal Ecology**, v. 95, p. 157-174, 2026.

MARON, J. L. & CRONE, E. Herbivory: effects on plant abundance, distribution and population growth. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 273, p. 2575-2584, 2006.

MATSUO, T.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; BONGERS, F.; VAN DER SANDE, M. T. & POORTER, L. Forest structure drives changes in light heterogeneity during tropical secondary forest succession. **Journal of Ecology**, v. 109, p. 2871-2844, 2021.

MAYO, S.J. *Dieffenbachia in* **Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB25178>. Acesso em: 10 fev. 2026.

MCKONE, M. J.; MOORE, J. W.; HARBISON, C. et al. Rapid collapse of a population of Dieffenbachia spp., plants used for tadpole-rearing by a poison-dart frog (Oophaga pumilio) in a Costa Rican rain forest. **Journal of Tropical Ecology,** v. 30, p. 615-619, 2014.

MEROW, C; DAHLGREN, J. P.; METCALF, C. J. E.; CHILDS, D. Z.; EVANS, M. E. K.; JONGEJANS, E.; RECORD, S.; REES, M.; SALGUERO-GÓMEZ, R.; MCMAHON, S. M. Advancing population ecology with integral projection models: a practical guide. **Methods in Ecology and Evolution,** v. 5, p. 99-110, 2014.

METCALF, C. J. E.; MCMAHON, S. M.; SALGUERO-GOMÉZ, R. & JONGEJANS, E. IPMpack: an R package for integral projection models. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 4, p. 195-200, 2013.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) - SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação). 2000. MMA, SNUC, Brasília.

MUYLAERT, R. L.; VANCINE, M. H.; BERNARDO, R.; OSHIMA, J. E. F.; SOBRAL-SOUZA; T. TONETTI, V. R.; NIEBHUR, B.; RIBEIRO, M. C. Uma nota sobre os limites territoriais da Mata Atlântica. **Oecologia Australis,** v. 22, n. 4, p. 302-311, 2018.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-924, 2000.

NYCHKA, D.; FURRER, R.; PAIGE, J.; SAIN, S.; GERBER, F.; IVERSON, M. & JOHNSON, R. Fields: tools for spatial data. https://doi.org/10.5065/D6W957CT, 2025.

POLLESCH, N. L.; FLYNN, K. M.; KADLEC, S. M.; SWINTEK, J. A.; RAIMONDO, S. & ETTERSON, M. A. Developing integral projection models for ecotoxicology. **Ecological Modeling**, v. 464, 109813, 2022.

PRESCOTT, O. L. & STEWART, G. B. Assessing the impact of human trampling on vegetation: a systematic review and meta-analysis of experimental evidence. **PeerJ**, v. 2, e360, 2014.

PRISOTO, M. V. J.; DERECZYNSKI, C. P.; SOUZA, P. R. & MENEZES, W. F. Climatologia de Chuvas Intensas no Município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 4, p. 615–630, out. 2018.

PRITCHARD, P. C. H. & TREBBAU, P. The turtles of Venezuela. **Society for the Study of Amphibians and Reptiles**, v. 2, p. 1-403, 1984.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.r-project.org/> , 2026.

REES, M.; CHILDS, D. Z. & ELLNER, S. P. Building integral projection models: a user's guide. **Journal of Animal Ecology**, v. 83, p. 528-545, 2014.

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

RIZZINI, C.T.; OCCHIONI, P. Ação tóxica das *Dieffenbachia picta* e *seguine*. **Rodriguésia**, v. 20, p. 5-26, 1957.

RYLANDS, A. B. & BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 27-35, 2005.

RÜGER, N.; WIRTH, C.; WRIGHT, S. J. & CONDIT, R. Functional traits explain light and size response of growth rates in tropical tree species. **Ecology**, v. 93, n. 12, p. 2626-2636, 2012.

SALGUERO-GÓMEZ, R.; JONES, O. R.; JONGEJANS, E.; BLOOMBERG, S. P.; HODGSON, D. J.; MBEAU-ACHE, C.; ZUIDEMA, P. A.; KROON, H. & BUCKLEY, Y. M. Fast–slow continuum and reproductive strategies structure plant life-history variation worldwide. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 113, n. 1, p. 230-235, 2014

SANGY, I.R. **Classificação das plantas exóticas em Unidades de Conservação do Rio de Janeiro**. 2023. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023.

SCHULTZ, A.R. **Introdução ao Estudo da Botânica Sistemática**, vol. II 3ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1968.

SEDDON, P. J.; GRIFFITHS, C. J.; SOORAE, P. S.; ARMSTRONG, D. P. Reversing defaunation: restoring species in a changing world. **Science, v.** 345, n.6195, p. 406-412, 2014.

SILVA, I. G. da R.; TAKEMURA, O. S. Aspectos de intoxicações por Dieffenbachia ssp (Comigo-ninguém-pode) - Araceae. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 5, n. 2, p. 151–159, 2006.

SILVERTOWN, J.; FRANCO, M.; PISANTY, I. & MENDOZA, A. Comparative plant demography - relative importance of life-cycle components to the finite rate of increase in woody and herbaceous perennials. **Journal of Ecology**, v. 81, p. 456-476, 1993.

STARLING-MANNE, C. **Ecological history, distribution and conservation of the functionally extinct yellow-footed tortoise** *Chelonoidis denticulatus* **in a biodiversity hotspot**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

STRAUSS, S. Y & AGRAWAL, A. A. The ecology and Evolution of plant tolerance to herbivory. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 14, n. 5, p179-185, 1999.

STUBBEN, C. & MILLIGAN, B. Estimating and Analyzing Demographic Models Using the popbio Package in R. **Journal of Statistical Software**, v. 22, n. 11, 2007.

TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. & BEGON, M. **Fundamentos em Ecologia**. 3ª edição. Brasil: Artmed, 2010.

TRAVESET, A. & RICHARDSON, D. M. Mutualistic interactions and biological invasions. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 45, p. 89–113, 2014.

TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP (RHODIN, A. G. K.; IVERSON, J. B.; FRITZ, U.; GALLECO-GARCIA, N.; GEORGES, A.; SHAFFER, H. B. & DIJK, P. P.) Turtles of the World: Annoted Checklist and Atlas of taxonomy, synonymy, distribution and conservation status (10th Ed.). **Chelonian Research Monographs**, v. 10, p. 1–575, 2025.

VILLELLAS, J.; DOAK, D. F.; GARCÍA, M. B. & MORRIS, W. F. Demographic compensation among populations: what is it, how does it arise and what are its implications?. **Ecology Letters**, v. 18, p. 1139-1152, 2015.

WANG, E., DONATTI, C. I., FERREIRA, V. L., RAIZER, J., & HIMMELSTEIN, J. Food habits and notes on the biology of Chelonoidis carbonaria (Spix 1824) (Testudinidae, Chelonia) in the southern Pantanal, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 6, n. 1, p. 11-19, 2011.

ZUIDEMA, P.A.; JONGEJANS, E.; CHIEN, P. D.; DURING, H. J. & SCHIEVING F. Integral Projection Models for trees: a new parameterization method and a validation of model output. **Journal of Ecology**, v. 98, p. 345–355, 2010.