

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**KAMILA JESUS DE SOUZA**

**FACILITAÇÃO POR *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm.  
(BROMELIACEAE) NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE  
PLANTAS NA RESTINGA**

VITÓRIA - ES

2023

KAMILA JESUS DE SOUZA

**FACILITAÇÃO POR *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. (BROMELIACEAE) NA  
GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS NA RESTINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Área de concentração: Fisiologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Luis Fernando Tavares de Menezes

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Elisa Mitsuko Aoyama.

VITÓRIA - ES

2023

Jesus de Souza, Kamila, 1993-  
J 58f FACILITAÇÃO POR *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm.  
(BROMELIACEAE) NA GERMINAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS NA RESTINGA /  
Kamila Jesus de Souza. - 2023.  
59 f. : il.

Orientador: Luis Fernando Tavares de Menezes.

Coorientadora: Elisa Mitsuko Aoyama.

Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

I. Tavares de Menezes, Luis Fernando. II. Mitsuko Aoyama, Elisa. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. IV. Título.

CDU: 57

---

KAMILA JESUS DE SOUZA

**FACILITAÇÃO POR *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. (BROMELIACEAE) NA  
GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS NA RESTINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Aprovada em 28 março de 2023.

**Comissão Examinadora:**

---

**Dr. Luis Fernando Tavares de Menezes - UFES**

Orientador e Presidente da Comissão

---

**Dr. Stéfano Zorzal de Almeida - UFES**

Examinador Interno



Documento assinado digitalmente  
MARCELO DA COSTA SOUZA  
Data: 08/06/2023 08:22:43-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Dr. Marcelo, da Costa Souza - UFRRJ**

Examinador Externo



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
LUIS FERNANDO TAVARES DE MENEZES - SIAPE 1290688  
Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas - DCAB/CEUNES  
Em 04/06/2023 às 18:16

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/723773?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**PROTOCOLO DE ASSINATURA**



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por  
STEFANO ZORZAL DE ALMEIDA - SIAPE 1099750  
Departamento de Oceanografia e Ecologia - DOE/CCHN  
Em 07/06/2023 às 11:10

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:  
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/726099?tipoArquivo=O>

“Aqueles que semeiam com lágrimas, com cantos de alegria colherão. Aquele que sai chorando enquanto lança a semente, voltará com cantos de alegria, trazendo os seus feixes”.

**Salmos 126:5-6**

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho aos meus pais, Antonio e Marieta e toda minha família e amigos, por todo amor, incentivo, apoio e esforço que sempre fizeram e ainda o fazem para que eu possa caminhar na direção da realização dos meus sonhos. Obrigada a todos por confiarem em mim e me transmitirem valores que excedem os valores acadêmicos.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, gratidão por me manter de pé quando eu já estava desistindo de tudo. Por toda luz que me proporcionou nessa caminhada. Por ter me dado sabedoria para que eu trilhasse sempre o caminho da luz e do amor e por ter me dado coragem para aceitar as lutas que se fizeram presentes e por ser minha rocha e estar sempre comigo nos momentos de tribulação.

À Universidade Federal do Espírito Santo pela formação acadêmica, tanto na graduação quanto na pós-graduação, durante o mestrado acadêmico.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal pela oportunidade que me deram de construir minha carreira acadêmica, obrigada por todos os excelentes profissionais que colocaram no meu caminho para que pudesse ajudar na minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Fernando Tavares de Menezes, pela oportunidade de trabalho e pelo apoio no desenvolvimento do meu projeto. Você foi o grande incentivador e idealizador deste trabalho, obrigada pelo aceite da orientação, pelo apoio incondicional em todos os momentos e principalmente, pela amizade firmada. Sem dúvidas, você foi uma peça fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Obrigada por não me abandonar nos momentos ruins, momentos esses que estava dando tudo errado na minha vida. Obrigada pelos puxões de orelha. Saiba que você é especial para mim. Você é um exemplo de profissional. Obrigada de coração.

À professora Dra. Elisa Mitsuko Aoyama, muito obrigada por todo apoio.

À banca examinadora pelo aceite e contribuição dedicada ao meu trabalho.

Dedico todo meu trabalho aos meus pais Antônio e Marieta. Obrigada por todo incentivo e por sempre fazerem de tudo para me permitir chegar aonde eu quero e realizar meus sonhos. Sou muito grata, amo vocês.

Aos meus irmãos, em especial a minha irmã Amanda que sempre esteve presente em tudo na minha vida e sempre me incentivou a ir longe. Amo todos vocês, vocês são a alegria da minha vida.

Aos amigos que sempre estiverem me dando força para não desistir. Fernanda Favoretto (Fernandinha) eu te amo, como não amar você? Sou grata por tudo que fez por mim e foi muita coisa, nesse papel nem caberia. Muito obrigada. Vera Lúcia de Jesus (Verinha) minha amiga, companheira que sempre estava ali para me ouvir me dando conselho e força, mesmo estando numa situação não tão legal. Obrigada Verinha amo você. Alana Felipe (Topo da hierarquia)

obrigada por me ouvir sempre que ligava, obrigada por responder meus áudios de duas horas e por me auxiliar e me aconselhar sempre. Sou grata por ter você e Luana Barbosa (Topster) na minha vida. Obrigada por todos os conselhos Luana. Saiba que eu amo demais vocês. Thalia e Beatriz Brito não sei nem como agradecer, por me aturar na casa de vocês sempre que estava pra baixo. Amo vocês meninas. Ana Beatriz (Anabi) sua linda, obrigada de coração pelo apoio e pelos conselhos e por estar sempre presente na minha vida. Só tenho a te agradecer amiga por tudo. Jackson obrigada por sempre me colocar para cima e por não me deixar desistir quando eu estava mal. Carlos Eduardo (Dudu) meu bem como te agradecer? Você foi e continua sendo uma benção na minha vida. Obrigada por todo tempo cedido para ajudar no meu projeto. Amo você amigo. Juliana Penha (Juju Penha), você foi um canal de Deus para me direcionar em tudo. Obrigada pela força e por todo incentivo. Eu amo muito você amiga. Izabela muita obrigada pela ajuda inicial que você me deu, sou grata por todo tempo cedido para me ajudar. Seu direcionamento inicial foi meu ponto de partida, sou grata a você. Alcemar muito obrigada pelo carinho e por toda ajuda que você me deu, sou grata de coração pelo tempo que tirou para conversar comigo e me aconselhar, você é maravilhoso.

Agradeço ao professor Antelmo Raph Falqueto por sempre estar de braços abertos para me receber em seu laboratório toda vez que eu precisava e por todo incentivo. Você é maravilhoso professor, sou grata de coração.

Ao Josinei, pelo apoio, incentivo, paciência e por ser um canal de benção na minha vida. Obrigada por ser meu noteador na etapa de análise estatística. Mesmo sem me conhecer tirou um tempo para me ajudar mesmo à distância. Josinei você é benção. Deus te abençoe sempre.

Agradeço a minha amiga Dayana, por ser um canal de Deus na minha vida. Quando eu pensava que estava só você foi aquela que ficou ao meu lado me apoiando e me ajudando. Sou muito grata a você. Te amo demais amiga. Roberland e Quezia, muito obrigada por toda força e por sempre me levantar quando tudo parecia um caos na minha vida. Obrigada por sempre estarem comigo. Amo vocês. Agradeço ao meu pastor Luis Carlos e sua esposa Izabel, por todo incentivo que me deram para fazer o mestrado e muito obrigada por suas orações. Amo vocês.

A todos os meus amigos do Laboratório de Ecologia de Restinga e Mata Atlântica (LERMA) e Herbário SAMES, pelas trocas de ideias e conhecimentos, pelos incentivos e por todo apoio. Vocês são todos especiais para mim.

Agradeço a colega do PPGBV, Lais pela convivência e troca de aprendizado no decorrer destes dois anos de mestrado. Obrigada por sempre sanar minhas dúvidas e por me acalmar sempre nas minhas crises de ansiedade.

Agradeço de coração a todos que de uma forma ou de outra contribuiu para meu trabalho. Sou grata a vocês!

Gratidão!

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa das áreas de estudo e de experimentação.....	27
<b>Figura 2</b> - Imagem da montagem do experimento no CEUNES- UFES.....	28
<b>Figura 3</b> - <i>Aechmea blanchetiana</i> (Baker) L.B.Sm. (Bromeliaceae) na restinga da APA de Conceição da Barra - ES, Brasil.....	29
<b>Figura 4</b> - Imagem das espécies testadas no experimento.....	30
<b>Figura 5</b> - Desenho amostral do delineamento experimental em blocos casualizados no experimento.....	31
<b>Figura 6</b> - Imagem do controle (A) e dos dois tratamentos (B-C) implementado no experimento .....	32
<b>Figura 7</b> - Equipamentos utilizados para biometria e biomassa das plântulas (A) sacos de papel usado para secagem do material (B-C) balança digital utilizada para obtenção do peso fresco e seco das plântulas.....	33
<b>Figura 8</b> – Equipamento utilizado para registrar temperatura, umidade e luminosidade .....	34
<b>Figura 9</b> – Porcentagem de germinação das seis espécies testadas.....	35
<b>Figura 10</b> – Taxa de sobrevivência das seis espécies testadas.....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Porcentagem de Germinação (%) índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) das seis espécies testadas no controle e nos tratamentos (média $\pm$ desvio padrão).....	36
<b>Tabela 2:</b> Parâmetros de biometria: comprimento de raiz (CR) e parte aérea (PA), parâmetros de biomassa: peso fresco (PF) e peso seco (PS) das plântulas das espécies sobreviventes (média $\pm$ desvio padrão).....	38
<b>Tabela 3:</b> Variáveis micro-climáticas (temperatura, umidade e luminosidade) do controle e dos dois tratamentos (média $\pm$ desvio padrão).....	39
<b>Tabela 4:</b> Variáveis do solo coletado no APA de Conceição da Barra - ES (média $\pm$ desvio padrão).....	40

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

**APA** = Área de Proteção Ambiental

**CEUNES** = Centro Universitário Norte do Espírito Santo

**UFES** = Universidade Federal do Espírito Santo

**TMG** = Tempo Médio de Germinação

**IVG** = Índice de Velocidade de Germinação

**cm** = Centímetros

**g** = Gramas

**PF** = Peso fresco

**PS** = Peso seco

**Lx** = Luminosidade

**CR** = Comprimento de Raiz

**CPA** = Comprimento de Parte Aérea

## RESUMO

A interação entre a espécie *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. (Bromeliaceae) e as espécies germinadas, foi avaliada para responder as seguintes questões: (1) Os fatores abióticos diferem sob a copa dessa bromélia quando comparado com locais com sua ausência? (2) A disponibilidade de recurso é maior sob a copa da bromélia do que nos locais sem a referida espécie? (3) A bromélia *A. blanchetiana* promove a facilitação através da germinação em ambientes de restinga? (4) o efeito dessa bromélia aumenta a sobrevivência de plântulas? (5) O solo é influenciado pela presença da bromélia? Avaliamos o efeito da presença da bromélia *A. blanchetiana* na germinação e desenvolvimento de espécies em uma área de restinga. O estudo foi conduzido no Centro Universitário Norte do Espírito Santo, em São Mateus, ES. Foram coletados frutos de seis espécies e amostras de solo coletadas em uma área de restinga na APA de Conceição da Barra, Conceição da Barra, ES. O experimento foi organizado em um delineamento experimental casualizado, composto por três blocos. Cada bloco continha um controle (ausência da bromélia) e dois tratamentos com a presença da bromélia. Para cada bloco, utilizamos 150 sementes, com cinco sementes de cada espécie para cada repetição. Foram avaliados a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, variáveis ambientais, atributos de biometria e biomassa da raiz e parte aérea das plântulas, matéria orgânica e análise química do solo. Os resultados mostraram que os tratamentos com a presença da bromélia favoreceram a porcentagem e índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e a sobrevivência das espécies estudadas. Além disso, observou-se que os parâmetros de biometria e biomassa das plântulas foram influenciados positivamente pela presença da bromélia. Foi observada uma maior disponibilidade de recursos no solo onde a bromélia estava presente. Com base nesses resultados, concluímos que a *A. blanchetiana* atua como uma planta facilitadora, fornecendo condições adequadas para a germinação e estabelecimento das seis espécies estudadas, tanto abaixo de suas copas quanto dentro de seu tanque. Essa planta facilitadora ameniza as condições extremas do ambiente, possibilitando o crescimento das espécies em estudo.

**Palavras-chave:** *Interação positiva; Plantas enfermeiras; Restauração de restinga.*

## ABSTRACT

The interaction between the species *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. (Bromeliaceae) and the germinated species, was evaluated to answer the following questions: (1) The abiotic factors differ under the canopy of this bromeliad when compared to sites with their absence (2) Resource availability is greater under the canopy of the bromeliad than the who us without the said species? (3) Does the bromeliad *A. blanchetiana* promote facilitation through germination in restinga environments? (4) does the effect of this bromeliad increase seedling survival? (5) Is the soil influenced by the presence of bromeliad? We evaluated the effect of the presence of the bromeliad *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.SM. in the germination and development of species in a restinga area. The study was conducted at Centro Universitário Norte do Espírito Santo, in São Mateus, ES. Fruits of six species and soil samples were collected in a restinga area in the APA of Conceição da Barra, Conceição da Barra, ES. The experiment was organized in a randomized experimental design, consisting of three blocks. Each block contained a control (absence of bromeliad) and two treatments with the presence of bromeliad. For each block, we used 150 seeds, with five seeds of each species for each repetition. The germination percentage, germination speed index, average germination time, environmental variables, biometry attributes and biomass of the root and aerial part of the seedlings, organic matter and chemical analysis of the soil were evaluated. The results showed that the treatments with the presence of bromeliad favored the percentage and rate of germination speed, average time of germination and the survival of the studied species. In addition, it was observed that the parameters of biometrics and seedling biomass were positively influenced by the presence of bromeliad. A greater availability of resources was observed in the soil where the bromeliad was present. Based on these results, we conclude that *A. blanchetiana* acts as a facilitator plant, providing adequate conditions for the germination and establishment of the six studied species, both below their canopies and inside their tank. This facilitator plant softens the extreme conditions of the environment, allowing the growth of the studied species.

**Key-words:** *Positive interaction; nurse plants; restinga restoration.*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
2.1 COMPETIÇÃO X FACILITAÇÃO.....	18
2.2 MECANISMO DE FACILITAÇÃO.....	20
2.3 RESTINGA.....	21
2.4 FAMÍLIA BROMELIACEAE.....	23
2.5 GERMINAÇÃO.....	25
<b>3. OBJETIVO GERAL</b> .....	26
<b>4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	26
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE COLETA E MONTAGEM DO EXPERIMENTO.....	27
5.2 ESPÉCIE EM ESTUDO.....	28
5.3 CRITÉRIO NA SELEÇÃO DE ESPÉCIES.....	29
5.4 DESENHO AMOSTRAL.....	30
5.5 EFEITO DA <i>A. blanchetiana</i> NA GERMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES.....	32
5.6 EFEITO DE <i>A. blanchetiana</i> NAS CONDIÇÕES MICRO-CLIMÁTICAS.....	34
5.7 EFEITO DE <i>A. blanchetiana</i> NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS.....	35
5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
<b>6. RESULTADOS</b> .....	36
6.1 EFEITO DA <i>A. blanchetiana</i> NA GERMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES.....	36
6.2 EFEITO DE <i>A. blanchetiana</i> NAS CONDIÇÕES MICRO- CLIMÁTICAS.....	39
6.3 EFEITO DE <i>A. blanchetiana</i> NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS.....	41

<b>7 DISCUSSÃO</b> .....	42
7.1 EFEITO DA <i>A. blanchetiana</i> NA GERMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES.....	42
7.2 EFEITO DE <i>A. blanchetiana</i> NAS CONDIÇÕES MICRO-CLIMÁTICAS.....	44
7.3 EFEITO DE <i>A. blanchetiana</i> NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS.....	45
<b>8. CONCLUSÕES</b> .....	47
<b>9. REFERÊNCIAS</b> .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

A facilitação é um processo de interação entre plantas onde uma espécie beneficia a outra no crescimento, desenvolvimento ou sobrevivência. O conceito foi introduzido pela primeira vez, por Connell e Slatyer (1977) para descrever a forma como os organismos podem modificar o ambiente para melhorar as condições de sobrevivência. Interações planta-planta são importantes para os ecossistemas, pois permitem a criação de comunidades mais complexas e resilientes, permitindo que plantas não tolerantes cresçam em condições extremas (CALLAWAY, 2007). O processo de facilitação de planta é importante para o equilíbrio ecológico, pois é através desse processo que espécies diferentes podem coexistir e interagir entre si, mantendo, assim, o ecossistema em equilíbrio (CALLAWAY, 2007). O resultado da facilitação é evidenciado em áreas onde há influência de fatores abióticos extremos e herbivoria que limitam o desenvolvimento das espécies (PADILLA; PUGNAIRE, 2006).

Os principais tópicos de pesquisa abordados nos trabalhos de facilitação, incluem a ecologia de comunidades, a distribuição de espécies, a diversidade funcional, os processos de recrutamento, o comportamento de dispersão, a dinâmica de populações e a relação entre espécies hospedeiras e as comunidades que elas abrigam (SAMPAIO *et al.*, 2005; ZALUAR; SCARANO, 2000). Os resultados desses trabalhos têm sido a identificação de fatores que influenciam a estrutura das comunidades, a importância das interações entre espécies no estabelecimento de comunidades e a influência das condições ambientais na dinâmica das comunidades (SANTOS *et al.*, 2021). Além disso, esses resultados visam mostrar os principais mecanismos da facilitação envolvidos na formação de comunidades em ambientes tropicais, como: criação de condições favoráveis para o estabelecimento de espécies, proteção dos indivíduos contra predação e a modificação das condições ambientais para o aumento da diversidade biológica (ZALUAR; SCARANO 2000).

As restingas sofrem antropização constantemente (CARBONI *et al.*, 2009) e têm sido alvos de estudos com enfoque em restauração de sua vegetação para viabilização do seu processo sucessional. Os trabalhos realizados nas restingas têm sido importantes para o conhecimento da vegetação, avaliação dos recursos florestais, conservação de espécies nativas (ALVES *et al.*, 2012; TOMAZI *et al.*, 2012; ZAMITH; SCARANO, 2006), caracterização das formações relacionando à sua riqueza florística e determinação de padrões de distribuição geográfica das espécies (PEREIRA, 2022).

Nas restingas, as plantas podem enfrentar condições ambientais extremas como: altas temperatura e luminosidade, solos pobres em nutrientes, ventos fortes, restrição hídrica e

salinidade (SCARANO *et al.*, 2001; SHUMWAY, 2000). Essas condições podem interferir no desenvolvimento e estabelecimento inicial das espécies, aumentando a competição por recursos e intensificando as interações positivas entre os indivíduos (BRANCALION *et al.*, 2009). As restingas constituem um ambiente único, já que as espécies presentes são oriundas da floresta tropical úmida (ARAUJO; PEREIRA; PEIXOTO, 2008). Essas espécies possuem elevado grau de plasticidade que pode ser vista nos fatores fisiológicos apresentados por elas, como a tolerância ao clima, a resistência a doenças e a adaptação a diferentes tipos de solo e recursos (SCARANO, 2002).

Algumas espécies presentes na restinga, chegam a alterar as condições do meio, amenizando as altas temperaturas, aumentando a umidade e a disponibilidade de água, deixando assim, o ambiente propício para o estabelecimento de outras espécies (MAAREL, 2005). As espécies com o potencial de beneficiar outras, são conhecidas como beneficiadoras, facilitadoras, enfermeiras ou plantas berçários (*nurse plants*) (NIERING *et al.*, 1963; ZALUAR, 2000). A existência de espécies facilitadoras no ambiente reduz a mortalidade de plântulas, uma vez que nessa fase do crescimento os indivíduos encontram-se vulneráveis a dessecação, herbivoria e competição com outras espécies (FENNER; THOMPSON, 2005).

Trabalhos realizados em restingas descreveram a ocorrência da facilitação através da germinação de sementes de espécies arbóreas como *Erythroxylum ovalifolium* Peyr. (FIALHO, 1990, FIALHO; FURTADO, 1993), *Clusia hilariana* Schlttdl. (SCARANO, 2002) e *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (MACEDO; MONTEIRO, 1987), dentro do tanque de bromélias. Em locais degradados, as espécies facilitadoras são indicadas para melhorar as taxas de sobrevivência e crescimento de plântulas (PADILLA; PUGNAIRE, 2006), restabelecer as propriedades e as funções dos ecossistemas, nortear o processo sucessional das espécies (REN *et al.*, 2008), além de contribuir para a melhoria do solo (HAY; LARCERDA, 1980), melhorando seu estabelecimento, crescimento e desenvolvimento no ambiente de ocorrência (JUNIOR, 2021).

Nas restingas, as bromélias são representativas (COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2001; COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2008; ROCHA-PESSÔA *et al.*, 2008), e são consideradas amplificadoras da biodiversidade local (WANDERLEY; MARTINS, 2007; ROCHA *et al.*, 2004). Algumas espécies da família Bromeliaceae, devido ao arranjo de suas folhas, acumulam água e matéria orgânica do ambiente, formando assim, micro-habitat (BENZING *et al.*, 1978). O micro-habitat formado nessa estrutura proporciona um ambiente de acasalamento, alimento, abrigo e reprodução para diversas espécies de animais (FRANK; LOUNIBOS, 2009) e permite a germinação de sementes e estabelecimento de plântulas

(FIALHO, 1990; FIALHO; FURTADO, 1993; SCARANO, 2002). As bromélias são capazes de captar nitrogênio, fósforo, potássio e outros elementos essenciais da atmosfera e do solo, que são devolvidos ao meio ambiente por meio de suas folhas e raízes. Este processo ajuda a manter um equilíbrio de nutrientes essenciais no solo, que por sua vez suporta o crescimento de outras espécies de plantas nas restingas (SOUZA *et.al.*, 2016), pois auxilia no aumento do teor de nutrientes e matéria orgânica no solo (HAY; LARCERDA., 1980).

Compreender a facilitação de planta é importante para o gerenciamento e conservação dos ecossistemas, pois essa interação pode auxiliar na restauração de ecossistemas degradados ou melhorar o desempenho de ecossistemas em funcionamento.

O efeito facilitador foi mensurado: a) pelo acompanhamento da germinação, dos parâmetros de biometria e biomassa da raiz e parte aérea e estabelecimento das plântulas sobreviventes; b) pela avaliação das modificações micro-climáticas; c) pela disponibilidade de recursos (solo).

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 COMPETIÇÃO X FACILITAÇÃO**

Durante muito tempo a competição entre plantas foi a interação ecológica mais estudada por pesquisadores, onde os mesmos durante todo século XX, traçaram teorias a respeito dessa interação (BERTNESS; CALLAWAY, 1994; BRUNO *et al.*, 2003). As plantas interagem entre si, assim como qualquer outro organismo vivo (CASTANHO; OLIVEIRA; PRADO, 2012), podendo ser uma interação de caráter negativo através da competição ou positivo através da facilitação (CALLAWAY, 2007). No ambiente a competição entre espécies pode resultar na exclusão de alguns indivíduos e na seleção de outros (VILLAR-SALVADOR *et al.*, 2012). Como resultado da competição podemos observar as disputas entre indivíduos ou espécies em grupo, lutando por espaço, luz, água, nutrientes e outros fatores limitantes para a sua sobrevivência (PINTO-COELHO, 2000).

Em geral, a competição é subdividida em: - competição interespecífica (entre espécies diferentes) e a intraespecífica (entre indivíduos da mesma espécie). A competição interespecífica é mais intensa, sendo a que mais limita a sobrevivência das espécies (GRIFFITH 2010; PUGNAIRE; LUQUE 2001). Embora a competição ainda seja a interação mais estudada, no início da década de 90, houve um aumento no interesse de estudo sobre a facilitação de plantas. Nesse momento começou-se a estudar a respeito dessa interação positiva (CASTANHO; OLIVEIRA; PRADO, 2012).

As interações positivas entre plantas por meio da facilitação ocorrem frequentemente no ambiente (CASTANHO; OLIVEIRA; PRADO, 2012). O termo facilitação é usado para descrever a interação entre as plantas, onde um indivíduo auxilia o outro a obter recursos necessários para desenvolverem e estabelecerem em um determinado ambiente. O processo de facilitação é estabelecido como uma associação benéfica entre dois ou mais indivíduos, na qual, pelo menos, um destes é favorecido (CALLAWAY, 2007). Essa facilitação pode ocorrer de diversas maneiras, tais como: aumento da absorção de luz, redução da evaporação da água, proteção contra ventos fortes, redução da competição por recursos, e até mesmo a redução da predação de algumas espécies (CALLAWAY, 2007). Plantas facilitadoras podem compartilhar nutrientes, como nitrogênio, que são essenciais para o crescimento de outras plantas, através da queda de suas folhas no solo (PEIXOTO-NETO, 2022).

Existem várias teorias sobre como a facilitação ocorre, mas a maioria delas se baseia em um ou mais dos seguintes mecanismos: a proteção das plantas contra herbívoros, o compartilhamento de nutrientes entre as plantas, ou a modificação do ambiente local para torná-lo mais favorável para o crescimento de ambas as plantas. A interação positiva entre plantas, é importante para a conservação da biodiversidade, pois permite que espécies raras e ameaçadas sobrevivam em ambientes hostis (CALLAWAY, 2007), além de ser fundamental para a manutenção da saúde de vários ecossistemas (BERTNESS; CALLAWAY, 1994). É importante compreender como funciona a facilitação e seus mecanismos, para entendermos como uma espécie pode de fato beneficiar outra (BROOKER *et al.*, 2008).

A facilitação pode ocorrer em diversos ambientes. O estudo realizado por Callaway e Walker (1997) mostrou que em ambientes áridos, alagados e alpinos a facilitação é um mecanismo importante no estabelecimento e manutenção da biodiversidade e que o efeito da facilitação depende de diversos fatores, incluindo a qualidade do solo, a disponibilidade de água, as condições climáticas e a composição da comunidade. Plantas facilitadoras podem ser úteis para a criação de habitats de maneira mais simples e eficiente, proporcionando condições ideais para a rápida colonização de outras espécies (MAAREL, 2005).

É importante a existência de espécies facilitadoras em ambientes extremos. Fenner e Thompson (2005) mostraram que a existência de espécies facilitadoras no ambiente reduz a mortalidade de plântulas, onde nessa fase esses indivíduos encontram-se vulneráveis a dessecação, herbivoria e competição com outros indivíduos. Essas espécies podem ajudar a aumentar a diversidade de espécies em ambientes hostis, pois criam microclimas que podem ajudar outras espécies a sobreviverem, além de melhorar os processos ecológicos, contribuindo para o equilíbrio ecológico (ZALUAR; SCARANO, 2000). Espécies facilitadoras têm sido

utilizada para acelerar o processo de recuperação de área degradada, ajudando na estabilização do solo, protegendo a área de erosão e fornecendo nutrientes para outras espécies através do solo (HAY; LARCERDA, 1980; PADILLA; PUGNAIRE, 2006; REN *et al.*, 2008).

## 2.2 MECANISMO DE FACILITAÇÃO

É necessário entendermos a fundo o processo de facilitação entre plantas. Compreender a dinâmica pelas quais uma planta pode promover condições para o desenvolvimento de outras e saber em quais espécies essa interação é mais comum, é de extrema importância, pois nos auxilia na compreensão da facilitação e dos seus mecanismos (BROOKER *et al.*, 2008). Pode haver mecanismos diretos e indiretos na facilitação. Os mecanismos diretos da facilitação incluem: proteção: onde uma planta pode fornecer sombreamento, diminuindo as altas temperaturas, o excesso de luz e a disponibilidade de água no solo, proteção mecânica contra o vento, intempéries climáticas (BAUMEISTER; CALLAWAY, 2006; SHUMWAY, 2000; YANG *et al.*, 2010), nutrientes: uma planta pode liberar substâncias nutritivas para o solo que podem ser aproveitadas por outras plantas (HAY; LARCERDA, 1980), estímulo de crescimento: uma planta pode fornecer substrato, luz e água de forma que estimule o crescimento de outras plantas, cobertura do solo: uma planta pode servir como um cobertor para o solo, evitando a evaporação e a erosão do solo, assim como promovendo melhores condições de crescimento para as outras plantas (CASTANHO; OLIVEIRA; PRADO, 2012).

Os mecanismos indiretos de facilitação estão relacionados com as interações com insetos: uma planta pode fornecer abrigo e alimento para insetos que, por sua vez, podem polinizar outras plantas (JUILLET *et al.*, 2007; PETER; JOHNSON, 2009); interações com espécies vegetais: uma planta pode fornecer nutrientes para outras espécies vegetais, que, por sua vez, podem servir de enriquecimento ao solo, fornecendo benefícios para outras plantas (CASTANHO; OLIVEIRA; PRADO, 2012); interações com microrganismos: uma planta pode fornecer nutrientes para microrganismos, que por sua vez, podem melhorar ou enriquecer o solo, permitindo que outras plantas possibilitem seu crescimento (SHUMWAY, 2000; VAN DER PUTTEN, 2009).

A facilitação entre plantas é mais comum entre espécies de plantas que crescem em áreas áridas ou sub-úmidas, onde nessas áreas, as condições são mais extremas e os recursos escassos (SAMPAIO *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2021; ZALUAR; SCARANO, 2000). As condições que promovem a facilitação entre plantas são aquelas que aumentam a disponibilidade dos recursos essenciais, como luz, água e nutrientes. Além disso, o grau de facilitação também

depende da diversidade de espécies presentes, pois quanto maior a diversidade, mais interações serão possíveis (CASTANHO; OLIVEIRA; PRADO, 2012).

### 2.3 RESTINGA

A restinga é um dos ambientes costeiros mais importantes para a biodiversidade brasileira, pois abriga grande variedades de espécies. É um ecossistema associado ao Bioma Mata Atlântica, formado a partir da deposição de sedimentos marinhos na faixa litorânea. A deposição dos sedimentos nesses ambientes é influenciada pela dinâmica das marés, além de fatores como vento, corrente e altura do nível do mar (ARAUJO; HENRIQUES, 1984; SANTOS *et al.*, 2021).

Durante o período Holoceno e final do Pleistoceno ocorreram as transgressões e regressões marinhas. As variações do nível relativo do mar criaram as feições típicas da costa brasileira, como dunas, interdunas e cristas praias (MARTIN; *et al.* 1997; SUGUIO *et al.* 1985). A restinga possui um complexo vegetacional composto por um conjunto de fitofisionomias associadas a depósitos arenosos e ambientes litorâneos (ARAUJO *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 1991; 1992).

Esse ambiente é caracterizado por ser úmido e com um solo arenoso e pobre em nutrientes (ARAUJO; HENRIQUES, 1984; SANTOS *et al.*, 2021). A restinga é um ecossistema que oferece suporte e abrigo e alimentação para biodiversidade, além de proporcionar serviços ecológicos como: regulação do clima, controle de inundações e estocagem de carbono orgânico (DAROLD; IRIGARAY, 2018).

A diversidade vegetal das restinga está diretamente ligada a fatores abióticos, como: a topografia do terreno, variação na profundidade do lençol freático, sazonalidade das inundações, textura dos solos, acúmulo de matéria orgânica, influência da salinidade e direção dos ventos (MAGNAGO *et al.*, 2011; MENEZES; ARAUJO, 2005; PEREIRA, 1990; SILVA, 1999). Sua flora se diferencia dos demais biomas por possuir características específicas de adaptação às condições ambientais, como: tolerância ao sal, adaptação às inundações, resistência à seca, resistência ao calor intenso, resistência às queimadas e resistência ao vento. Além disso, a presença do lençol freático nesse ambiente pode influenciar diretamente a diversidade ambiental, pois áreas mais inundadas possuem maior diversidade em relação às áreas a menos inundadas. (ARAUJO, 1992; MENEZES; ARAUJO, 2005; MENEZES *et al.*, 2010; PEREIRA, 1990). Além disso, fatores ambientais como a umidade, exposição solar, solo, tipo de clima e a presença de água podem influenciar a estrutura e composição da vegetação de uma região (MENEZES; ARAUJO, 2005).

Diversas pesquisas têm sido realizadas para descrever as comunidades presentes nas restingas. Estudos de descrição de comunidades foram conduzidos por Ruschi (1950) e Pereira (1990), abordando a formação pós-praia (FABRIS; PEREIRA; ARAUJO, 1990). Além disso, foram realizadas investigações florísticas por Oliveira *et al.* (2014), estudos sobre a facilitação de plantas por Zaluar e Scarano (2000), Sampaio *et al.* (2005), Padilla e Pugnaire (2006) e Callaway (2007), pesquisas sobre formações vegetais por Medeiros *et al.* (2010), monitoramento e análise do impacto antrópico por Zamith e Scarano (2010), Alves *et al.* (2012) e Tomazi *et al.* (2012), categorização das fitofisionomias por Oliveira e Landim (2014) e Santos-Filho *et al.* (2015), interações de plantas e insetos por Arriola e Ferreira (2016), levantamentos fitossociológicos por Melo-Júnior *et al.* (2017), descrição da fauna de anfíbios por Carmo *et al.* (2019) e formações arbustivas abertas por Pereira (2022). Esses estudos têm ressaltado a importância desse ecossistema para a biodiversidade (MENEZES; ARAUJO, 2005).

As áreas de restinga desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade, estando envolvidas em diversos processos ecológicos, como dispersão de sementes, polinização, produção de nutrientes e estabilização da dinâmica costeira. Além disso, elas possuem funções importantes no controle da erosão, prevenção de enchentes e proteção dos ecossistemas aquáticos (GUEDES *et al.*, 2011). Essas regiões são consideradas refúgios para espécies que podem não se adaptar facilmente em outros biomas (MAGNAGO *et al.*, 2011; MENEZES; ARAUJO, 2005; PEREIRA, 1990; 2003).

No entanto, as restingas enfrentam ameaças significativas de degradação devido a ações humanas, como a expansão de empreendimentos, extração ilegal de areia, expansão de áreas agropecuárias e introdução de espécies não-nativas (ARAUJO; HENRIQUES, 1984; SCHLICKMANN *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2021). Essas ameaças têm levado à perda de biodiversidade, à redução da qualidade da água e à erosão das margens (ROCHA *et al.*, 2004, SCHLICKMANN *et al.*, 2019).

É de extrema importância preservar as áreas de restinga, adotando práticas de uso sustentável dos recursos naturais e monitorando regularmente suas condições. Além disso, é fundamental realizar estudos sobre a facilitação de plantas nas restingas, pois essa interação desempenha um papel essencial na manutenção da biodiversidade e fornece diversos serviços ecossistêmicos para as comunidades (ZALUAR; SCARANO, 2000). A pesquisa sobre facilitação de plantas nas restingas nos permite entender como essa interação influencia a estrutura e o funcionamento desses ecossistemas, bem como no processo de restabelecimento das propriedades, auxiliando na sucessão das espécies (REN *et al.*, 2008). Tais estudos são

cruciais para o planejamento de estratégias de restauração dessas áreas e, assim, para a preservação da biodiversidade desse ecossistema (ARAÚJO; HENRIQUES, 1984; SANTOS *et al.*, 2021).

#### 2.4 FAMÍLIA BROMELIACEAE

O Brasil é o país com a maior diversidade de bromélias, abrigando mais de 50% das espécies (PALMA-SILVA; FAY, 2020) e 70% dos gêneros (WANDERLEY; MARTINS, 2007). A família Bromeliaceae é composta por ervas, cujas folhas podem ser alternas-espíraladas ou rosuladas, apresentando raízes absorventes ou apenas fixadoras, além de serem geralmente recobertas por tricomas peltados (FORZZA, *et al.*, 2020). Atualmente, essa família é constituída por 76 gêneros (VERSIEUX *et al.*, 2020) e 3.408 espécies (LUTHER, 2014). As bromélias possuem uma ampla distribuição em toda a região neotropical, com exceção da espécie *Pitcairnia feliciana*, que é encontrada apenas no continente africano (SMITH; DOWNS, 1974). Adaptando-se a diversas condições ambientais, essas plantas são encontradas desde regiões tropicais úmidas até semiáridas, ocorrendo desde a floresta tropical até a caatinga (SILVA, 2008). No Brasil, as espécies da família Bromeliaceae são reconhecidas pela diversidade de formas, cores e tamanhos (RIZZINI, 1997; BENZING, 2000), sendo catalogadas 56 gêneros e 1387 espécies, e desempenham um papel importante como componentes da flora e das diferentes fitofisionomias (FORZZA *et al.*, 2020).

As bromélias são importantes para a preservação da biodiversidade, graças à sua habilidade de se adaptarem a diversas condições ambientais. Elas foram agrupadas em 8 subfamílias: Brocchinioideae, Bromelioideae, Hechtioideae, Lindmanioideae, Navioideae, Pitcairnioideae, Puyoideae e Tilandsioideae, com base na observação de características como o hábito de crescimento, a posição do ovário e a morfologia dos frutos e sementes (LUTHER, 2014). Essas plantas desempenham um papel importante nos ecossistemas, algumas atuam como reservatórios de água para diversas espécies de animais (DIAS *et al.*, 2014). Estudos têm demonstrado a interação das bromélias com artrópodes (FRAVETTO *et al.*, 2011; MÜLLER; MARCONDES, 2006), aves (SANTANA; MACHADO, 2010; MANDAI, 2008), mamíferos (KAEHLER *et al.*, 2005; PASSOS, 2003) e anfíbios (DUELLMAN, 1985; SILVA; GIARETTA, 2008; SCHNEIDER; TEIXEIRA, 2001). Além disso, as bromélias são importantes para o equilíbrio hídrico da região, pois seus tanques armazenam grandes quantidades de água, que são essenciais para a alimentação, abrigo, acasalamento e cuidado da prole de diversas espécies (DELCLARO, 2012). As espécies dessa família também contribuem

para a manutenção da qualidade e conservação dos ecossistemas, já que suas folhas e frutos são importantes fontes de alimento para várias espécies (SILVA; MARTINS, 2008).

Além disso, as bromélias desempenham um papel importante na captação e transferência de nutrientes para a vegetação. Essas plantas absorvem água e nutrientes pelas folhas, pois suas raízes atuam apenas na fixação. Quando suas folhas caem no solo, seja por morte natural da planta ou senescência, elas são decompostas, liberando seus nutrientes no solo, que são posteriormente absorvidos pelas plantas ao redor. Esse processo de deposição de folhas de bromélias no solo ajuda na retenção de água e favorece o estabelecimento de outras espécies vegetais (ROCHA *et al.*, 2004).

Nas restingas, as bromélias são amplamente representativas (COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2001; COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2008; ROCHA-PESSÔA *et al.*, 2008) e desempenham um papel fundamental na manutenção do equilíbrio dos solos, absorvendo nutrientes e água, o que contribui para prevenir a erosão. Além disso, elas são importantes para a dispersão de sementes, pois hospedam muitas espécies de plantas (DIAS *et al.*, 2014). Estudos com bromélias têm mostrado a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas dentro de seus tanques (FIALHO, 1990; FIALHO; FURTADO, 1993; SCARANO, 2002), além de aumentarem o teor de nutrientes e matéria orgânica no solo, favorecendo a regeneração (HAY; LARCERDA, 1980). Essa grande versatilidade destaca a importância da família Bromeliaceae como uma fonte valiosa de recursos para os seres vivos, fornecendo água, matéria orgânica e abrigo (YOUNG *et al.*, 2022).

Conforme apontado por Rocha *et al.* (2004), áreas com a presença de bromélias têm maior probabilidade de serem colonizadas por espécies arbustivas e arbóreas, pois essas plantas crescem sob as copas das bromélias para evitar a competição por luz. Acredita-se que esse seja um dos principais mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento das espécies nas restingas.

Além de sua relevância ecológica, a família Bromeliaceae possui grande importância nas indústrias alimentícias, com destaque para o abacaxizeiro comum, a espécie *Ananas comosus* (L.) Merrill. Outras espécies também possuem relevância econômica, sendo amplamente utilizadas como plantas ornamentais em jardins, parques e praças (MAYO, 1992; SOUZA; LORENZI, 2012).

Dentre as espécies da família Bromeliaceae, a *A. blanchetiana* é uma espécie nativa do Brasil, exclusiva do bioma Mata Atlântica e presente nos estados da Bahia e Espírito Santo (FORZZA *et al.*, 2010). Ela possui porte herbáceo ou epífita, sendo perene e rizomatosa. Suas folhas são longas, rígidas, laminares, em formato de roseta, sem espinhos nas margens, com coloração verde-claro, e apresenta inflorescência decorativa com espigas amarelas, ramificadas

em panículas. Com altura variando de 60 a 90 cm, essa espécie é comum nas restingas, formando grandes moitas tanto em áreas de pleno sol como em locais com meia-sombra e solo rico em matéria orgânica (FORZZA *et al.*, 2020; LORENZI, 2001). Devido a sua beleza e características ornamentais, a *A. blanchetiana* é amplamente utilizada para decoração de jardins e interiores, apresentando assim um alto valor econômico.

No entanto, devido ao seu uso frequente como planta ornamental, as espécies da família Bromeliaceae, incluindo a *A. blanchetiana*, têm sido alvo de extrativismo ilegal (CARVALHO; MERCIER, 2005). Esse tipo de exploração, juntamente com as constantes perdas dos ecossistemas, tem colocado essas espécies em situação de ameaça (REITZ, 1983), resultando em sua diminuição e contribuindo para a perda da biodiversidade (GALEUCHET, 2005). Portanto, é essencial a realização de estudos sobre a família Bromeliaceae, incluindo a *A. blanchetiana*, para conscientização do seu grande potencial ecológico em fornecer recursos para outros organismos nas restingas.

Em estudos realizados em áreas degradadas de restinga, as espécies facilitadoras, como a *A. blanchetiana*, são indicadas para melhorar as taxas de sobrevivência e crescimento de plântulas (PADILLA; PUGNAIRE, 2006). Ribeiro (2023) apontou a *A. blanchetiana* como uma espécie-chave e facilitadora, tanto no ambiente natural quanto em experimentos de plantio, considerando-a uma mediadora importante na restauração de áreas degradadas de restinga.

## 2.5 GERMINAÇÃO

A germinação de sementes está intimamente ligada ao ambiente em que a planta está adaptada, sendo influenciada por diversos fatores externos e internos. É um processo fisiológico que marca o início do crescimento do embrião, iniciando-se com a absorção de água pela semente e culminando com a protrusão da radícula através das camadas de tecidos que a envolvem (OBROUCHEVA *et al.*, 2006; BEWLEY *et al.*, 2013; NONOGAKI *et al.*, 2010). Conforme Ungar (1967), uma semente é considerada germinada somente quando a radícula emerge.

A disponibilidade de água é essencial para a germinação, pois inicia as atividades metabólicas nas sementes. A água desempenha várias funções vitais, incluindo a absorção de nutrientes, o amolecimento do tegumento da semente, o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, a diluição do protoplasma, a difusão de hormônios e a ativação de sistemas enzimáticos, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da planta (MARCOS-FILHO, 1986). No entanto, o excesso de água pode ser prejudicial, afetando a respiração celular e causando anormalidades nas plântulas (MARCOS-FILHO *et al.*, 1987).

O oxigênio também desempenha um papel fundamental na germinação e no crescimento das plantas, ativando mecanismos fisiológicos e oxidando as substâncias de reserva (NOGUEIRA, 2020). A disponibilidade adequada de oxigênio é essencial para a ativação desses processos e para a obtenção de energia pelas plantas.

A luz tem um efeito direto na germinação, induzindo reações químicas que estimulam o crescimento do embrião e quebram a dormência da semente. A necessidade de luz varia entre as espécies, algumas requerem luz para germinar, enquanto outras não (NASSIF *et al.*, 1998). A luz desempenha papéis metabólicos importantes no processo de germinação, incluindo a estimulação do crescimento do embrião e a superação da dormência das sementes (COPELAND; MCDONALD, 2001).

A temperatura é outro fator crítico na germinação, afetando a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas envolvidas no processo (OLIVEIRA, 2012). A temperatura ideal para germinação varia entre as espécies, dependendo do ambiente em que elas se desenvolvem. Estudos mostraram que temperaturas mais baixas são favoráveis para sementes de plantas de regiões temperadas, enquanto temperaturas mais altas são ideais para sementes de plantas tropicais (MOLES *et al.*, 2005).

Em áreas de restinga, a germinação das sementes é influenciada principalmente pelas condições de água e temperatura. O teor de umidade do solo também é crucial para a germinação, uma vez que as sementes absorvem água a partir do solo para iniciar o processo de germinação. Em ambientes de restinga, sementes podem ter dificuldade em germinar na areia nua, destacando a importância de espécies facilitadoras para o sucesso da germinação e da restauração desses ecossistemas (SCARANO, 2002; DIAS *et al.*, 2005).

### **3 OBJETIVO GERAL**

Avaliar se a espécie *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. (Bromeliaceae) facilita a germinação e o desenvolvimento de outras espécies presentes na restinga.

### **4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Analisar a germinação e o estabelecimento das espécies estudadas com a presença da *A. blanchetiana*;

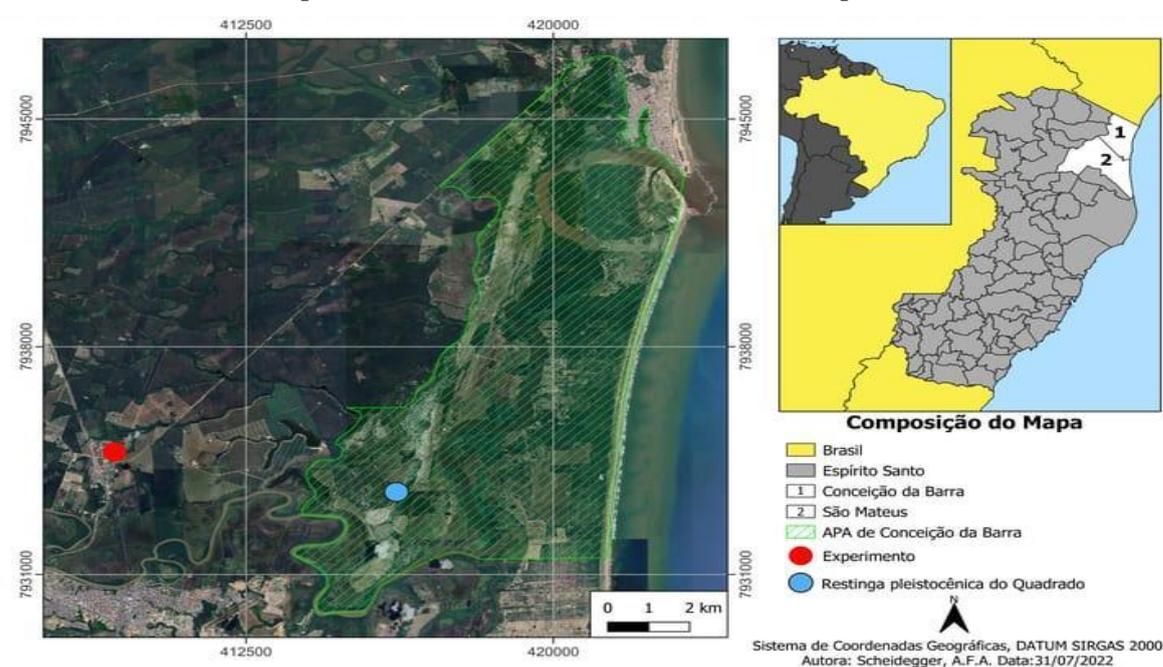
2. Avaliar a influência da *A. blanchetiana* nas condições micro-climáticas ambientais para o desenvolvimento de espécies;
3. Medir e comparar aspectos biométricos e de biomassa das espécies estudadas, nos diferentes tratamentos;
4. Fornecer informação da fertilidade do solo abaixo da *A. blanchetiana* em ambiente natural.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE COLETA E MONTAGEM DO EXPERIMENTO

As coletas dos frutos das espécies utilizadas foram iniciadas em agosto de 2021, na área da APA de Conceição da Barra – ES. O clima dessa região é caracterizado com o do tipo “Af” (clima tropical chuvoso, sem estação seca no inverno) segundo a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2014; KÖPPEN; GEIGER, 1928). A temperatura média do mês mais quente (fevereiro) é de 26,8 °C e do mês mais frio (julho) é de 21,9°C, com média anual de 24,4 °C. Em relação a precipitação, a média anual no município de Conceição da Barra é de 1,175,1 mm, apresentando maior precipitação nos meses de outubro a abril (847,9 mm) e um período de menores concentrações de chuva entre os meses de maio a setembro (327,1 mm) (INCAPER, 2020).

**Figura 1 - Mapa das áreas de estudo, destacando a área da coleta na APA de Conceição da Barra e o local do experimento no Centro Universitário Norte do Espírito Santo.**



**Fonte: Scheidegger, A.F.A.**

Para a montagem do experimento foi selecionada uma área aberta situada no Campus do Centro Universitário Norte do Espírito Santo Ceunes/Ufes, São Mateus, ES, ( $18^{\circ}40'34.91''S$   $39^{\circ}51'36.66''O$ ), com exposição ao sol durante a maior parte do dia e sombreamento nas duas horas finais da tarde (16h e 17h).

**Figura 2 - Imagem da montagem do experimento no CEUNES- UFES.**



**Fonte: Elaboração própria**

## 5.2 ESPÉCIE EM ESTUDO

A *A. blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. (Figura 3) foi selecionada como uma possível planta facilitadora, devido à sua ampla ocorrência na área da APA de Conceição da Barra - ES e à observação em campo de sementes e plântulas de outras espécies sob sua copa e dentro do seu tanque. Essa espécie forma grandes touceiras nas restingas, tanto em áreas totalmente expostas ao sol quanto em locais com meia-sombra, especialmente em canteiros com alta matéria orgânica (SOUZA; LORENZI, 2012). A amostra do material botânico foi identificada e incorporada ao Herbário SAMES - Herbário do Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES/UFES, com o número de registro SAMES 12569.

**Figura 3 - *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. (Bromeliaceae) na restinga da APA de Conceição da Barra - ES, Brasil.**

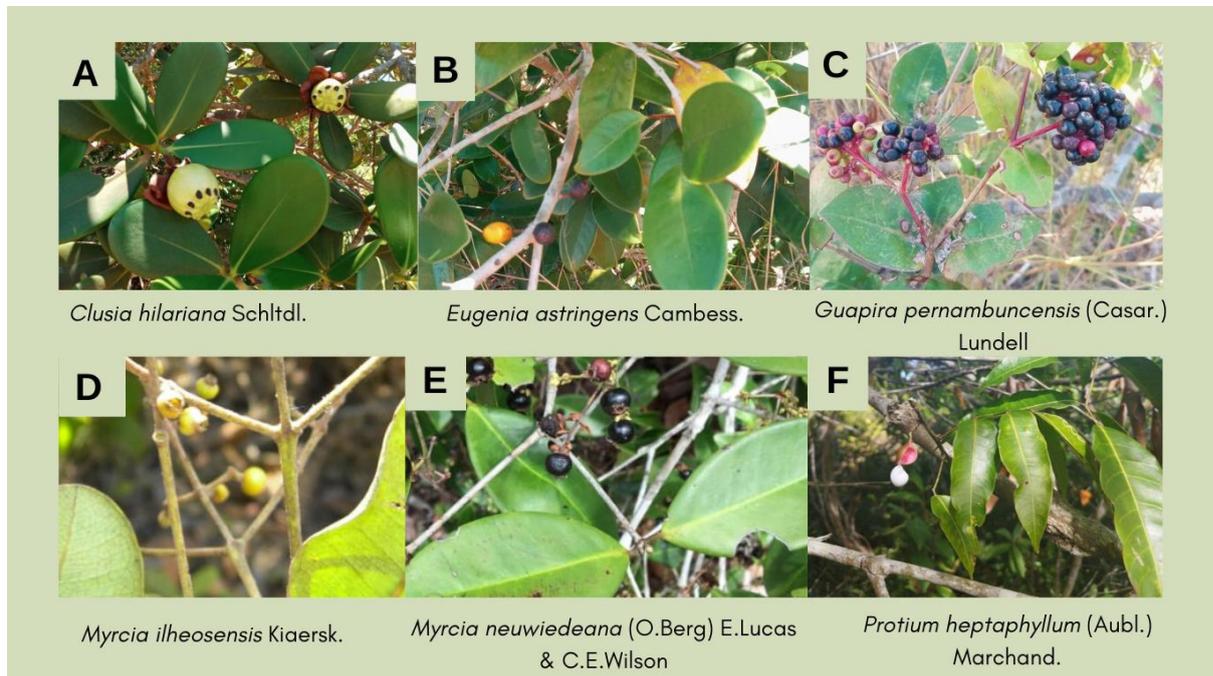


**Fonte: Elaboração própria.**

### 5.3 CRITÉRIO NA SELEÇÃO DE ESPÉCIES

A escolha das espécies testadas se deu a partir da disponibilidade de frutos na época das coletas. Foram utilizadas sementes de 6 espécies: *Clusia hilariana* Schldtl., *Eugenia astringens* Cambess., *Guapira pernambucensis* (Casar.) Lundell, *Myrcia ilheosensis* Kiaersk., *Myrcia neuwiedeana* (O.Berg) E.Lucas & C.E.Wilson e *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand. Os vouchers dessas espécies foram depositados no Herbário SAMES com os seguintes números de tomo: 11814, 11815, 11816, 11817, 11819, 11820, respectivamente.

**Figura 4 - Imagem das espécies *C. hilariana*, *E. astringens*, *G. pernambucensis*, *M. ilheosensis*, *M. neuwiedeana* e *P. heptaphyllum* utilizada para germinação no experimento.**



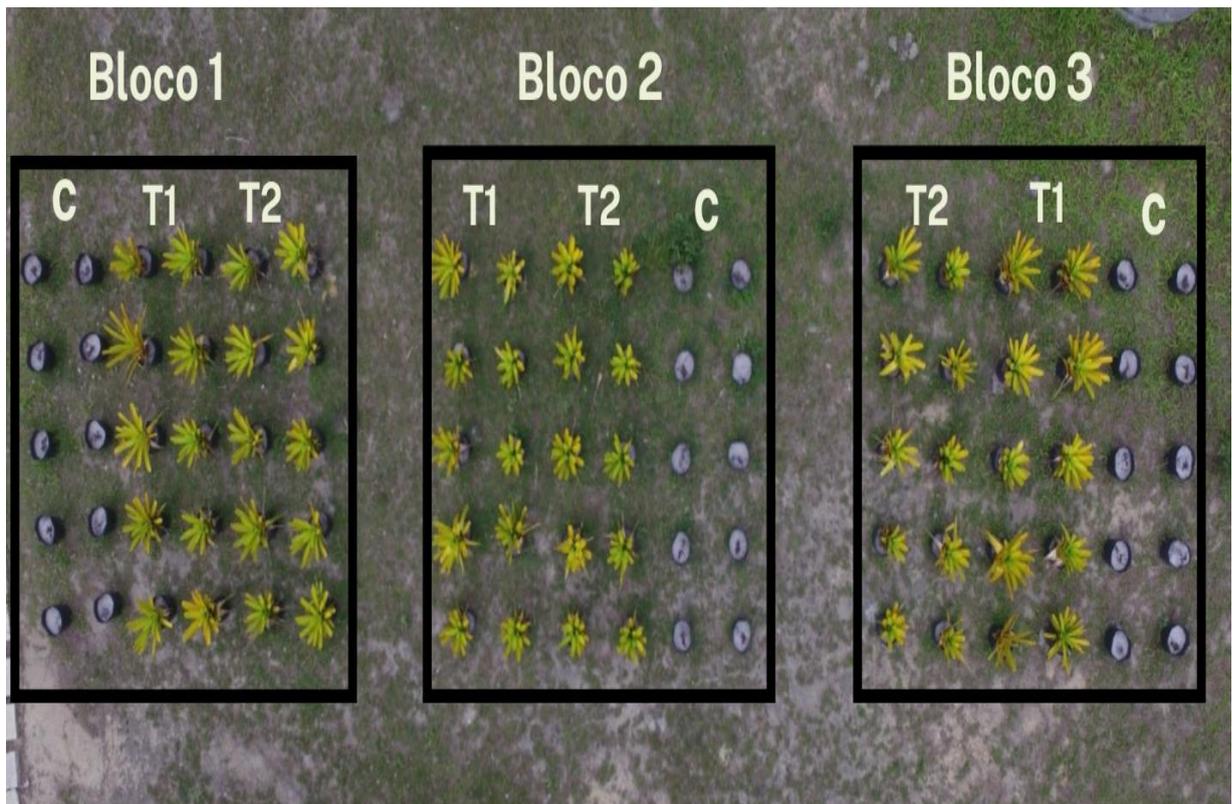
**Fonte: Elaboração própria**

#### 5.4 DESENHO AMOSTRAL

O experimento foi implementado em delineamento de blocos casualizados, com um controle e dois tratamentos por bloco (Figura 5). Foram estabelecidos três blocos em direção leste e oeste, para que o sombreamento afetasse igualmente todos os tratamentos. Cada bloco foi composto por 30 vasos de plástico com capacidade de 25 litros. Todos os vasos foram preenchidos com areia do ambiente de restinga. Utilizou-se 60 indivíduos jovens e de médio porte de *A. blanchetiana* que foram alocados em vasos com uma distância mínima de 1 m entre si. Os indivíduos já cultivados de *A. blanchetiana* foram doados para a experimentação pelo Jardim Botânico Palmarum do Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. Para cada bloco foram utilizados 10 vasos para o tratamento I (germinação dentro do tanque da bromélia), 10 para o tratamento II (germinação sob bromélia), além de 10 vasos para o tratamento controle sem bromélia. Para cada bloco foram utilizadas 150 sementes de cada uma das seis espécies coletadas, sendo cinco sementes de cada espécie para cada repetição. Nos vasos do controle e do tratamento II foram utilizadas divisória de alumínio para separação das sementes por espécies, além de plaquinhas para identificação delas. No tratamento controle, as sementes foram semeadas nos vasos com a ausência da *A. blanchetiana* (figura 6 A). No tratamento I, as sementes foram inseridas em saquinhos de filó amarrados com linha de nylon

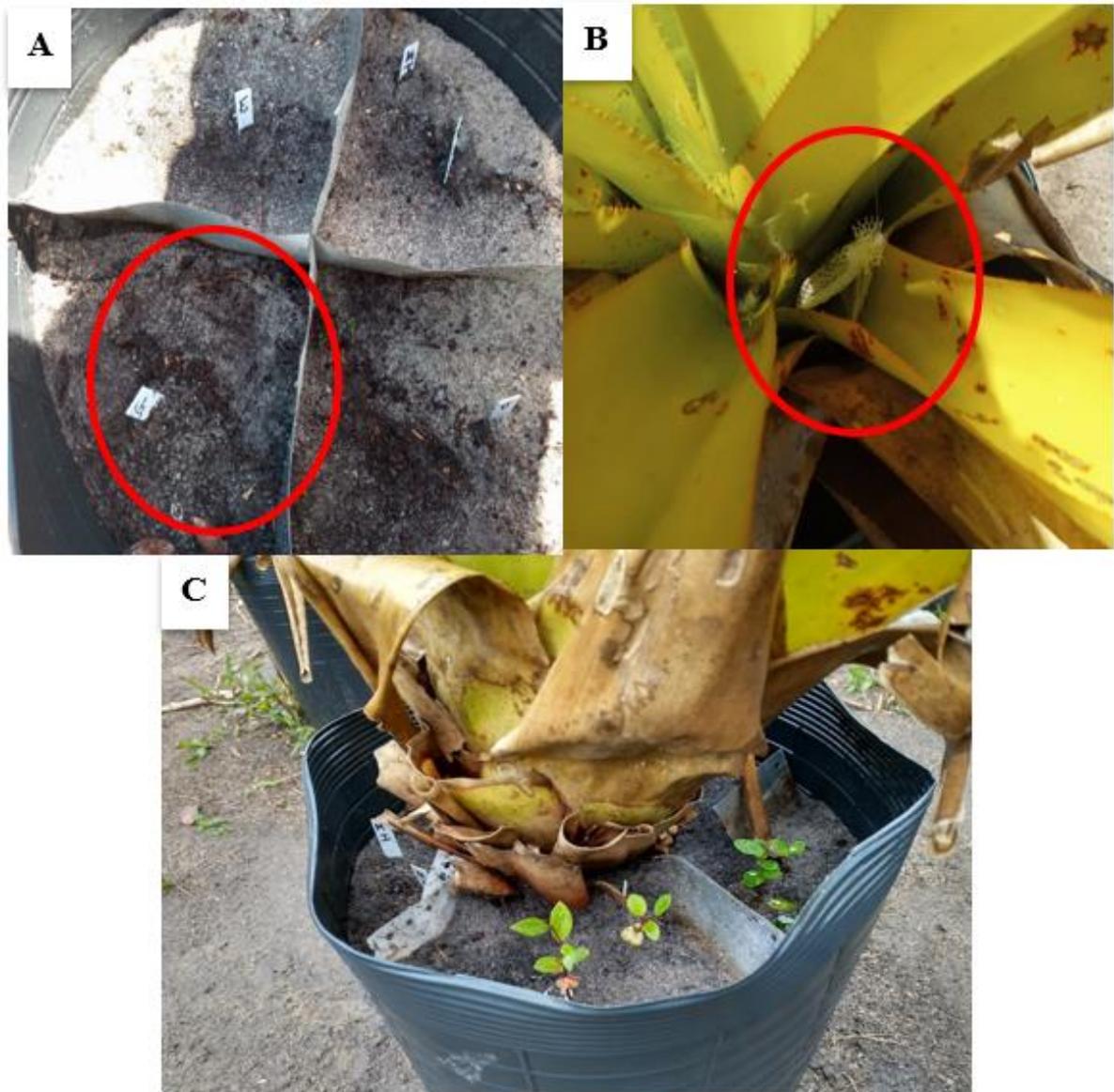
e introduzidas na bainha das folhas da *A. blanchetiana* (figura 6 B). Para o tratamento II, as sementes foram semeadas sob as folhas da bromélia (figura 6 C). Para evitar que o experimento fosse afetado pela posição da semente nos baldes, o plantio foi ordenado em sentido horário, para que todas as espécies tivessem pelo menos uma repetição exposta para cada um dos pontos cardeais.

**Figura 5 – Desenho amostral do delineamento experimental em blocos casualizados implementado no Centro Universitário Norte do Espírito Santo.**



**Fonte: Elaboração própria.**

**Figura 6 – Imagem do controle (A) e dos dois tratamentos (B-C) implementado no experimento no Centro Universitário Norte do Espírito Santo.**



**Fonte: Elaboração própria.**

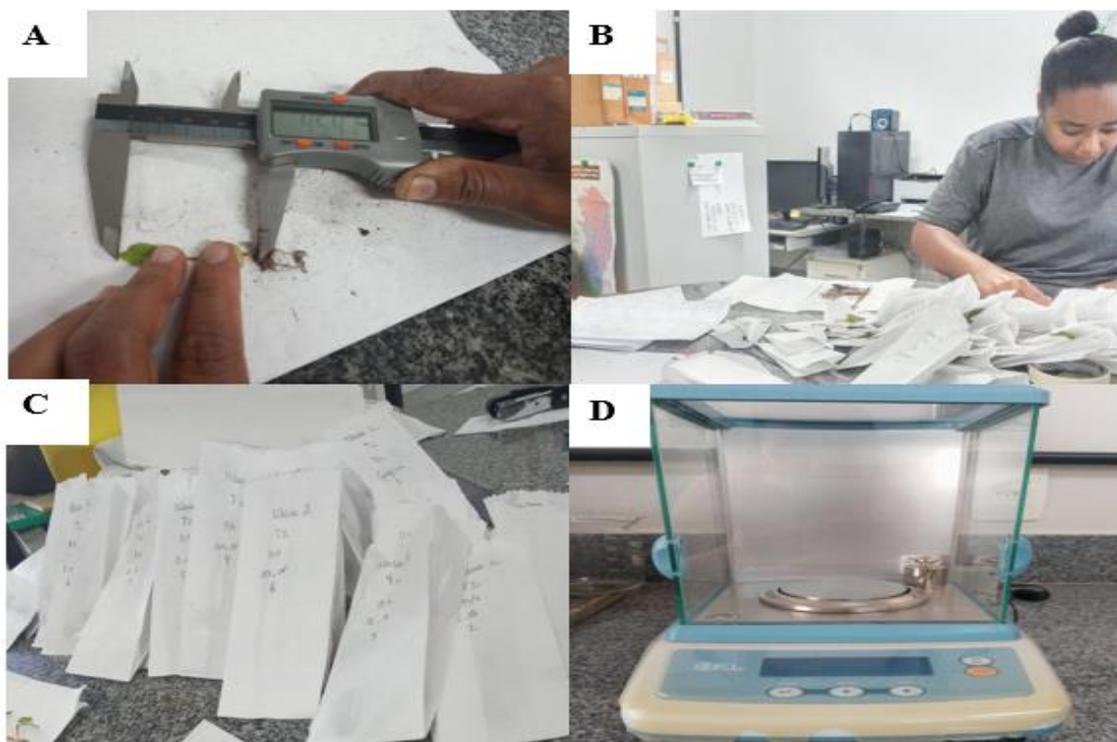
### 5.5 EFEITO DA *A. blanchetiana* NA GERMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES

A avaliação da germinação das espécies germinadas, foram realizadas por um período de 30 dias. Foram consideradas germinadas sementes que apresentaram o rompimento dos tegumentos e a emergência da raiz principal. Foram avaliados porcentagem de germinação (%), tempo médio de germinação (TMG), índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de cada espécie. Os cálculos realizados, para avaliação dos parâmetros de germinação foram:

- Porcentagem de germinação (%): calculada pela fórmula  $G = (N/A) \times 100$ , em que: N = número de sementes germinadas; A = número de sementes
- Índice de velocidade de germinação (IVG): calculado pela fórmula  $IVG = \sum (ni/ti)$ , em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo “i”; ti = tempo após instalação do teste;
- Tempo médio de germinação (TMG): calculado pela fórmula  $TMG = (\sum niti)/\sum ni$ , onde: ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação.

Após a avaliação da germinação, foi avaliada a sobrevivência das espécies aos cinco meses de idade. Para avaliar o desenvolvimento das espécies, foi realizada, a biometria e atributos de biomassa das plântulas sobreviventes. Para isso, foram mensurados com o auxílio de um paquímetro digital ( $\pm 0,01$  mm), o comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de da raiz (CR) das plântulas (Figura 7A). Para realização dos atributos de biomassa, os indivíduos foram pesados em balança de precisão digital (0,01g) para obtenção do peso fresco (PF), acondicionados em sacos de papel (Figura 7B-C), levados à estufa com circulação de ar forçada ( $70^{\circ}\text{C}/72\text{h}$ ). Após esse período, o material foi pesado novamente na balança de precisão digital (0,01g) para obtenção do peso seco (PS) (Figura 7D).

**Figura 7: Paquímetro utilizado para medição das plântulas (A) sacos de papel usado para secagem do material (B-C) balança digital utilizada para obtenção do peso fresco e seco das plântulas (D).**



**Fonte: Elaboração própria.**

## 5.6 EFEITO DE *A. blanchetiana* NAS CONDIÇÕES MICRO-CLIMÁTICAS

Dados de temperatura (°C), umidade (%) e luminosidade (lux) foram mensurados para o controle e para os dois tratamentos. As medições foram realizadas em intervalos de 1 h, das 8:00 até as 17:00, nos dias 18 e 19 de agosto, 3, 4, 5, 10 de outubro de 2022. A mensuração foi realizada com o auxílio do equipamento Hobo data logger U12-001, que registra temperatura, umidade relativa e luminosidade (Figura 8). Os equipamentos foram inseridos no experimento nos locais onde as sementes foram germinadas: superfície do solo nu (controle), dentro do tanque da bromélia (T1) e na superfície do solo sob bromélia (T2).

**Figura 8 – Registrador de temperatura, umidade e luminosidade - Hobo data logger U12-001.**



**Fonte: Elaboração própria.**

## 5.7 EFEITO DE *A. blanchetiana* NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS

Em um ambiente natural, além dos tanques dos indivíduos de *A. blanchetiana*, foram observadas plântulas de várias espécies sob sua copa. Para analisar a influência da *A. blanchetiana* na disponibilidade de recursos, além da germinação, biometria e dos atributos de biomassa, foi realizado, em ambiente natural a coleta de solo para obter um quadro da modificação do solo provocado pela bromélia a longo prazo. O solo foi coletado abaixo da copa dos indivíduos de *A. blanchetiana*, numa distância de 2 metros da moita de bromélia e aleatoriamente em áreas desprovida da referida espécie. A coleta de solo foi realizada numa profundidade de 20 cm dentro de uma área de 1 hectare ao longo da restinga. Foram feitas 5 transecções de 10x100, sendo que em cada um dos transectos foram coletadas 20 amostras simples que foram homogenizadas gerando uma amostra composta contendo aproximadamente 200 g de solo para cada transecto. As amostras coletadas, foram enviadas para o FULLIN - Laboratório de Análise Agronômica, Ambiental e Preparo de Soluções Químicas, onde foi realizada sua caracterização química. A porcentagem de matéria orgânica foi obtida pela diferença entre o peso seco e o peso da fração pós-incineração (WETZEL; LIKENS, 1990).

## 5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

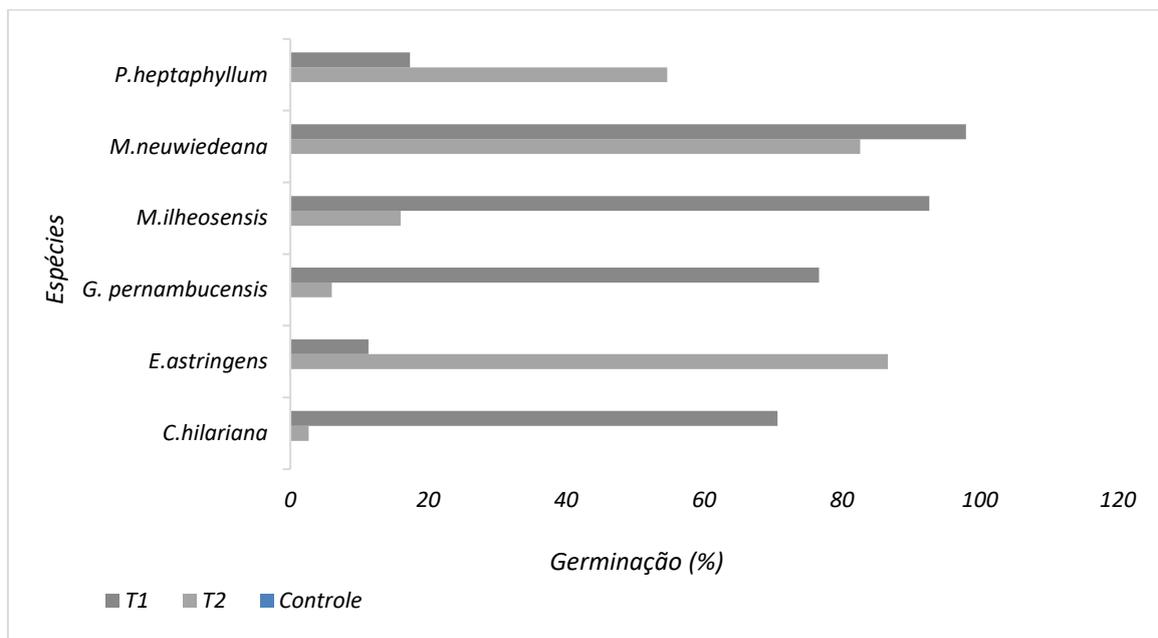
Para verificar diferenças significativas entre o controle e os tratamentos para a análise de germinação das sementes, biometria e biomassa das plântulas, porcentagem de matéria orgânica e a caracterização química dos nutrientes presentes nas amostras de solo, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA). Uma vez constatada diferenças significativas entre os tratamentos, foi realizado o teste de Tukey com nível de significância de 5% (ZAR, 1999). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Sisvar.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 EFEITO DA *A. blanchetiana* NA GERMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES

Observou-se as mais altas taxas de germinação no T1 (dentro do tanque de bromélia). Nesse tratamento, a espécie *M. neuwiediana* demonstrou as melhores porcentagens de germinação, seguida por *M. ilheosensis*, *G. pernambucensis* e *C. hilariana*. Por outro lado, as demais espécies, *P. heptaphyllum* e *E. astringens*, obtiveram porcentagens de germinação superiores no T2, quando sob a bromélia. Não ocorreu germinação alguma no grupo controle. (Figura 9).

**Figura 9 - Porcentagem de germinação das espécies *C. hilariana*, *E. astringens*, *G. pernambucensis*, *M. ilheosensis*, *M. neuwiediana* e *P. heptaphyllum* - Média dos três blocos (controle, Tratamento 1 e 2) do experimento montado no CEUNES/UFES.**



Fonte: Elaboração própria.

Verificou-se uma diferença significativa na germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG) no tratamento 1 para as espécies *C. hilariana* e *G. pernambucensis*, bem como no tratamento 2 para a espécie *E. astringens* nos mesmos parâmetros. No que se refere à espécie *M. neuwiedeana*, em todos os tratamentos, os parâmetros de germinação e IVG apresentaram variações significativas, mas não houve diferença no TMG. Foi observada diferença significativa entre os tratamentos apenas para a germinação da espécie *M. ilheosensis*. Quanto ao parâmetro de IVG, a diferença significativa ocorreu somente no tratamento 1, e não houve diferença no TMG para essa espécie. Para a espécie *P. heptaphyllum*, todos os tratamentos e parâmetros avaliados apresentaram variações significativas. (Tabela 1).

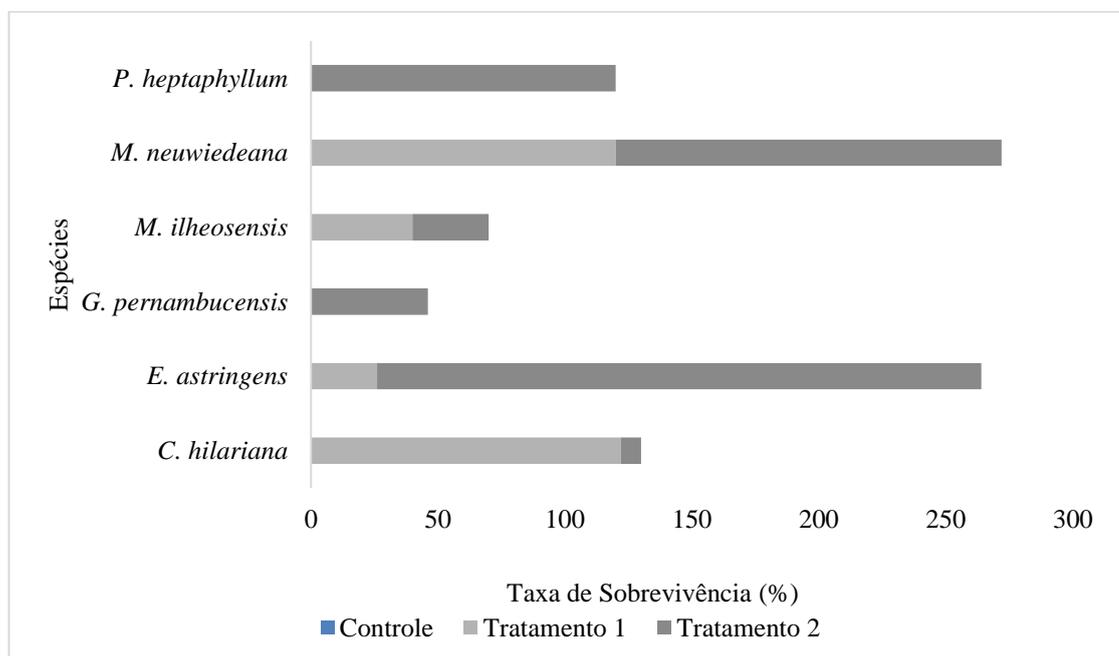
**Tabela 1. Porcentagem de Germinação (%) índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) das seis espécies germinadas nos tratamentos (média  $\pm$  desvio padrão), colocadas para germinar dentro das folhas (T1), abaixo da copa da *A. blanchetiana* (T2) e em vaso sem a presença da bromélia (Controle), no experimento implementado no CEUNES.**

Espécies	Tratamentos	Germinação (%)	IVG	TMG
<i>C. hilariana</i>	Controle	0	0	0
	T1	70,66 $\pm$ 27 b	0,23 $\pm$ 0,09 b	15,53 $\pm$ 4,22 b
	T2	2,66 $\pm$ 9a	< 0,05 $\pm$ < 0,05 a	2,66 $\pm$ 8,14 a
<i>E. astringens</i>	Controle	0	0	0
	T1	11,33 $\pm$ 30,93 a	< 0,05 $\pm$ 0,05 a	3,52 $\pm$ 9,19 a
	T2	86,66 $\pm$ 18,44 b	0,23 $\pm$ 0,07 b	21,69 $\pm$ 3,95 b
<i>G. pernambucensis</i>	Controle	0	0	0
	T1	76,66 $\pm$ 21,70 b	0,24 $\pm$ 0,09 b	18,45 $\pm$ 4,17 b
	T2	6 $\pm$ 15,88 a	< 0,05 $\pm$ < 0,05 a	5,73 $\pm$ 11,70 c
<i>M. ilheosensis</i>	Controle	0	0	0
	T1	92,66 $\pm$ 11,12 b	0,35 $\pm$ 0,05 b	13,53 $\pm$ 2,04 a
	T2	16 $\pm$ 25,94 c	< 0,05 $\pm$ 0,05 a	9,86 $\pm$ 13,35 a
<i>M. neuwiedeana</i>	Controle	0	0	0
	T1	98 $\pm$ 6,10 b	2,43 $\pm$ 0,17 b	2,09 $\pm$ 0,34 a
	T2	82,66 $\pm$ 20,16 c	1,97 $\pm$ 0,58 c	2,42 $\pm$ 1,05 a
<i>P. heptaphyllum</i>	Controle	0	0	0
	T1	17,33 $\pm$ 29,58 b	0,37 $\pm$ 0,69 b	1,18 $\pm$ 2,25 b
	T2	54,66 $\pm$ 24,59 c	1,2 $\pm$ 0,52 c	2,71 $\pm$ 1,65 c

Média seguidos da mesma letra mi na coluna, dentro de cada espécie não diferem entre si, pelos testes de Tukey a 5% de probabilidade e valores menores que < 0,05, não foram inseridos na tabela.

Houve sobrevivência de espécies nos tratamentos com a presença da Bromélia (T1 e T2). No controle, não foi registrada nenhuma germinação das espécies testadas, o que impossibilitou avaliar sua sobrevivência. Ao analisar os resultados, observou-se que no tratamento 1, a espécie *M. neuwiedeana* apresentou a maior taxa de sobrevivência, enquanto no tratamento 2, a maior taxa de sobrevivência foi observada para a espécie *E. astringens*. No tratamento 1, apenas as espécies *C. hilariana*, *M. ilheosensis*, *E. astringens* e *M. neuwiedeana* conseguiram sobreviver. No tratamento 1 *M. neuwiedeana* foi a espécie com maior taxa de sobrevivência (58%), seguida por *C. hilariana* (50%), *M. ilheosensis* (22%) e *E. astringens* (16%). Por outro lado, no tratamento 2, todas as seis espécies testadas sob a bromélia conseguiram sobreviver. A espécie *E. astringens* teve a maior taxa de sobrevivência (90%), seguida por *M. neuwiedeana* (58%), *P. heptaphyllum* (48%), *G. pernambucensis* (20%), *M. ilheosensis* (14%) e *C. hilariana* (4%).

**Figura 10 - Taxa de sobrevivência das espécies *C. hilariana*, *E. astringens*, *G. pernambucensis*, *M. ilheosensis*, *M. neuwiedeana* e *P. heptaphyllum* nos três blocos (controle, T1 e T2) do experimento.**



**Fonte: Elaboração própria.**

Para as espécies *E. astringens*, *G. pernambucensis*, *M. neuwiedeana* e *P. heptaphyllum*, verificou-se uma diferença significativa no tratamento 2 em relação aos parâmetros de comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), peso fresco (PF) e peso seco (PS). Essas espécies apresentaram maiores valores de CR, CPA, PF e PS quando submetidas ao tratamento 2 (sob bromélia), em comparação com o tratamento 1 (dentro do

tanque de bromélia). Em relação à espécie *C. hilariana*, houve diferença significativa nos parâmetros de CR, CPA, PF e PS no tratamento 1. Nesse tratamento, essa espécie apresentou maiores valores nesses parâmetros quando comparada ao tratamento 2. Para a espécie *M. ilheosensis*, não foi encontrada nenhuma diferença significativa nos parâmetros de CR, CPA, PF e PS em nenhum dos tratamentos (1 e 2).

**Tabela 2. Parâmetros de biometria: comprimento de raiz (CR) e parte aérea (PA), parâmetros de biomassa: peso fresco (PF) e peso seco (PS) das plântulas das espécies sobreviventes (média  $\pm$  desvio padrão).**

Espécies	Tratamentos	CR	PA	PF	PS
<i>C. hilariana</i>	Controle	0	0	0	0
	T1	7,7054 $\pm$ 3,12	9,96 $\pm$ 2,64	0,04 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,00
	T2	0,50 $\pm$ 0,49	11,67 $\pm$ 11,00	0,003 $\pm$ 0,002	0,001 $\pm$ 0,000
<i>E. astringens</i>	Controle	0	0	0	0
	T1	65,06 $\pm$ 4,63	3,78 $\pm$ 3,28	0,004 $\pm$ 0,007	0,002 $\pm$ 0,003
	T2	65,06 $\pm$ 4,63	50,79 $\pm$ 8,90	0,09 $\pm$ 0,04	0,07 $\pm$ 0,04
<i>G. pernambucensis</i>	Controle	0	0	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
	T1	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,02 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,04
	T2	37,74 $\pm$ 8,29	9,05 $\pm$ 3,64		
<i>M. ilheosensis</i>	Controle	0	0	0,009 $\pm$ 0,008	0,005 $\pm$ 0,00
	T1	7,69 $\pm$ 8,01	5,72 $\pm$ 4,99	0,01 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,04
	T2	10,82 $\pm$ 6,52	8,87 $\pm$ 5,82		
<i>M. neuwiedeaana</i>	Controle	0	0	0	0
	T1	10,32 $\pm$ 1,70	16,50 $\pm$ 7,07	0,05 $\pm$ 0,02	0,01 $\pm$ 0,005
	T2	7,69 $\pm$ 8,01	5,72 $\pm$ 4,99	0,06 $\pm$ 0,00	0,04 $\pm$ 0,01
<i>P. heptaphyllum</i>	Controle	0	0	0	0
	T1	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,08 $\pm$ 0,02
	T2	38,55 $\pm$ 7,76	49,48 $\pm$ 18,72	0,08 $\pm$ 0,02	0,07 $\pm$ 0,03

Média seguidos da mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada espécie não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e valores menores que  $< 0,05$ , não foram inseridos na tabela.

## 6.2 EFEITO DA *A. blanchetiana* NAS CONDIÇÕES MICRO-CLIMÁTICAS

Neste estudo, os fatores abióticos analisados foram temperatura, umidade e luminosidade. Verificou-se que esses fatores foram significativos para o controle (ausência da bromélia), mas não apresentaram diferenças significativas nos tratamentos com a presença da bromélia (Tabela 3). As maiores temperaturas (32°C e 35,5°C) e luminosidades (10.000,0 a 15.000,0 lux) foram registradas no controle, além disso, a umidade decresceu. No entanto, sob a copa da *A. blanchetiana* e dentro de seu tanque, as temperaturas foram menores, com mínima de 29,5°C e máxima de 31°C para o tratamento 2, e mínima de 30,5°C e máxima de 31°C para

o tratamento 1. Além disso, nesses tratamentos, foram observados os maiores valores de umidade, com mínimo de 58,5% e máximo de 64% para o tratamento 2, e mínimo de 57,5% e máximo de 60% para o tratamento 1. Em relação à luminosidade, esta se manteve baixa no (T1), com mínimo de 1000,0 lux e máximo de 7.000,0 lux, enquanto sob a copa da bromélia (T2), a luminosidade foi ainda menor, variando de 1.000,0 lux a 2.000,0 lux.

**Tabela 3. Variáveis micro-climáticas (média  $\pm$  desvio padrão), da temperatura, umidade e luminosidade do controle, T1 e T2 do experimento montado no CEUNES/UFES.**

Tratamentos	Temperatura	Umidade	Luminosidade
Controle	33,57 $\pm$ 19,34 b	55,39 $\pm$ 13,93 b	42884,74 $\pm$ 708,41 b
T1	30,32 $\pm$ 5,68 a	59,29 $\pm$ 11,91 a	17292,23 $\pm$ 647,06 a
T2	29,87 $\pm$ 4,70 a	61,79 $\pm$ 10,02 a	15644,50 $\pm$ 333,52 a

Média seguidos da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 6.3 EFEITO DA *A. blanchetiana* NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS

Os resultados obtidos no estudo mostraram que as amostras coletadas abaixo da copa da *A. blanchetiana* apresentaram maiores porcentagens de matéria orgânica em comparação com as amostras coletadas a 2 metros de distância da moita de bromélia e nas áreas sem a presença da Bromélia (Tabela 4).

A caracterização química do solo revelou diferenças significativas nas amostras coletadas abaixo da bromélia em relação à matéria orgânica, com exceção dos valores de pH e saturação por base. Além disso, foram encontradas concentrações significativamente superiores de fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), manganês (Mn), sódio (Na) e boro (B) no solo abaixo da bromélia. A soma das bases, a saturação de alumínio e a capacidade de trocas de cátions também obtiveram valores significativos.

**Tabela 4. Variáveis do solo (média ± desvio padrão) coletado abaixo da copa de *Aechmea blanchetiana* (Baker), a 2m de distância das moitas de bromélias e aleatoriamente em áreas desprovidas da referida espécie, no APA de Conceição da Barra (ES).**

Propriedades químicas	Unidade	Sob bromélia	2 metros de distância da bromélia	Áreas desprovidas da bromélia
Fósforo (P)	mg/dm <sup>3</sup>	3,08 ± 1,69 b	1,20 ± 0,39 a	<0,05 ± <0,05 a
Potássio (K)	mg/dm <sup>3</sup>	33,60 ± 10,29b	12 ± 3 a	6 ± <0,05 a
Cálcio (Ca)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,76 ± 0,44 a	0,4 ± 0,22 a	0,2 ± <0,05 a
Magnésio (Mg)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1 ± 0,19 b	0,24 ± 0,11 a	0,2 ± <0,05 a
Sódio (Na)	mg/dm <sup>3</sup>	36,40 ± 13,63 b	11,8 ± 4,66 a	6 ± <0,05 a
Alumínio (Al)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,64 ± 0,36 a	1,2 ± 0,4 a	0,8 ± <0,05 a
Enxofre (S)	mg/dm <sup>3</sup>	8,28 ± 4,57 a	2,96 ± 0,79 a	4 ± <0,05 a
pH	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	4,24 ± 0,15 a	4,4 ± 0,23 a	4,7 ± <0,05 a
Manganês (Mn)	mg/dm <sup>3</sup>	2,82 ± 0,89 b	1,68 ± 0,59 a	1 ± <0,05 a
Boro (B)	mg/dm <sup>3</sup>	0,35 ± 0,12 b	0,16 ± 0,06 a	0,14 ± <0,05 a
Somas das Bases (SB)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	2 ± 0,56 b	0,72 ± 0,34 a	0,44 ± <0,05 a
Capacidade de troca de cátion (CTC)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	24,44 ± 10,21 b	1,92 ± 0,74 a	1,24 ± <0,05 a
Matéria orgânica (MO)	dag/dm <sup>3</sup>	8,16 ± 3,64 b	2,72 ± 1,65 a	2,6 ± <0,05 a
Saturação por Alumínio (m)	%	45,35 ± 6,66 b	63,19 ± 3,58 a	64,4 ± <0,05 a

Média seguidos da mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e valores menores que < 0,05, não foram inseridos na tabela.

## 7 DISCUSSÃO

### 7.1 EFEITO DA *A. blanchetiana* NA GERMINAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES

Não foi registrada nenhuma germinação no controle, esse apresentou altas temperaturas e luminosidade, e a umidade decresceu com o aumento da temperatura. As condições climáticas, como temperatura, umidade e luminosidade, têm uma influência direta na germinação das sementes, exigindo condições ideais para cada espécie (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Quando essas condições climáticas não são adequadas, elas podem afetar a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas cruciais no processo de germinação, resultando em um processo de germinação lento, falhas ou germinação incompleta. A espécie *A. blanchetiana* teve um efeito significativo e positivo na porcentagem de germinação, IVG e TMG das sementes germinadas e estabelecidas nos tratamentos em que estava presente. Apenas nos tratamentos com a presença da bromélia, ocorreu germinação das espécies. O tratamento 1 mostrou-se mais eficiente em promover a germinação de quatro das seis espécies testadas. Esse tratamento foi realizado dentro das folhas da espécie em estudo, proporcionando um ambiente considerado ótimo para a germinação, conforme indicado pelos resultados obtidos. Esse ambiente apresentou características como baixa temperatura, alta umidade e baixa luminosidade, fatores cruciais para o processo de germinação (LORENZ, 1980).

No T2, a espécie *A. blanchetiana* teve um efeito significativo para os parâmetros de CR, CPA, PF e PS. Os resultados destacaram que as espécies *E. astringens*, *G. pernambuncensis*, *M. neuwiediana* e *P. heptaphyllum* apresentaram melhor desempenho nos parâmetros de crescimento e desenvolvimento no tratamento 2, enquanto a espécie *C. hilariana* teve um melhor desempenho no tratamento 1. De acordo com os autores Bloor, Leadley e Barthes (2007), Banuet e Verdú (2008), a biometria e biomassa são parâmetros utilizados para medir a competição e facilitação. A produção de biomassa pode ser usada para medir a facilitação, pois a espécie facilitada apresentará maior crescimento e maior produção de biomassa do que se estivessem sozinhas (FORRESTER; VANCLAY; FORRESTER, 2011), o que foi observado no tratamento com a presença da *A. blanchetiana*. Por outro lado, a espécie *M. ilheosensis* não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Esses resultados indicam a importância da presença da bromélia *A. blanchetiana* na germinação e no estabelecimento das espécies testadas sob sua influência.

Os tratamentos com a presença da bromélia (T1 e T2), obtiveram temperaturas ideais, sendo a mínima de 30°C e máxima de 31°C, o que possibilitou tanto a germinação, tanto na sobrevivência das espécies.

De acordo com Labouriau (1983), a faixa ideal de temperatura para a germinação de sementes é aquela onde obtêm-se uma máxima germinação, com maiores porcentagens em um tempo médio. Além disso, Larcher, (2003), Ferreira e Borghetti, (2004), Brancalion *et al.*, (2010), mostraram que a faixa de 20 a 30 °C mostra-se adequada para a germinação de grande número de espécies subtropicais e tropicais. Condizendo com os resultados obtidos nos tratamentos com a presença da Bromélia nesse estudo.

No tratamento 2, não foram obtidas maiores porcentagens de germinação das espécies em comparação com o tratamento 1, no entanto, foi observado que o tratamento 2 apresentou uma maior taxa de sobrevivência, além do maior CR, PA, MS E MF das plântulas superior. Essa maior taxa de sobrevivência sob a copa da bromélia pode ser explicada pelas mudanças nas condições criadas pela presença da *A. blanchetiana*, o que auxiliou na redução da mortalidade das plântulas. A *A. blanchetiana* atuou como uma espécie facilitadora no ambiente, reduzindo a mortalidade das plântulas. Nessa fase inicial de crescimento, os indivíduos encontram-se vulneráveis a fatores como dessecação, herbivoria e competição com outras espécies (FENNER; THOMPSON, 2005).

O sombreamento disponibilizado pelas folhas da *A. blanchetiana*, nesse tratamento proporcionou uma disponibilidade de recursos que possibilitou a germinação e o estabelecimento das espécies testadas, amenizando as altas temperaturas, luminosidade e aumentando a umidade do solo. De acordo com Castanho (2012), o sombreamento de uma planta facilitadora pode amenizar a alta intensidade de radiação solar, abaixo de sua copa, beneficiando assim, o estabelecimento de outras espécies.

As sementes testadas apresentam particularidades específicas em relação à germinação. A espécie *C. hilariana* possui sementes recalcitrantes, sendo necessário que elas sejam plantadas imediatamente após a colheita, e prefere ambientes úmidos e sombreados, o que estimula a germinação e o crescimento inicial das plântulas (CRAWFORD, 1992). As sementes de *P. heptaphyllum* podem responder positivamente a flutuações sazonais de temperatura e luz, além de serem estimuladas pela exposição a queimadas, o que favorece o processo de germinação (WALTERS; BOVY, 2003). A espécie *G. pernambucensis* se beneficia de ambientes úmidos e sombreados, especialmente durante o estágio inicial de germinação e crescimento das plântulas (MAGUIRE, 1982).

De acordo com estudos anteriores (MARINHO; SHEPHERD, 1998), para algumas espécies de *Myrcia*, a germinação bem-sucedida é favorecida em ambientes com alta umidade e temperatura estável.

Conforme observado por Rizzini, (1997), muitas espécies pertencentes ao gênero *Eugenia* também apresentam uma preferência por ambientes úmidos e sombreados durante o processo de germinação. Essas condições ambientais são fundamentais para estimular a germinação das sementes e garantir o estabelecimento bem-sucedido das plântulas, permitindo que elas se desenvolvam adequadamente em um ambiente adequado e favorável.

A alta taxa de sobrevivência observada nos tratamentos com a presença da bromélia está associada tanto ao sombreamento proporcionado pelas folhas dessa espécie, que criaram um ambiente com temperatura, umidade e luminosidade ideais para o estabelecimento das espécies testadas, quanto à disponibilidade de nutrientes encontrados no solo abaixo da bromélia.

## 7.2 EFEITO DE *A. blanchetiana* NAS CONDIÇÕES MICRO-CLIMÁTICAS

Foram registradas as maiores temperaturas (32°C a 35°C) e luminosidades (de 2000,0 a 16.000,0 lux) no controle. As condições climáticas presentes não foram adequadas para a germinação das espécies, resultando em falhas nesse processo. Segundo Ferreira e Borghetti (2004) e Carvalho e Nakagawa (2012), quando não há uma condição climática ideal no ambiente, o processo de germinação pode ser afetado, resultando em lentidão ou até mesmo na ausência de germinação, devido à influência direta desses fatores na velocidade de absorção de água e nas reações bioquímicas determinantes do processo germinativo. Os elevados de luminosidade inibem a germinação das sementes, podendo causar danos aos tecidos germinativos, conforme mencionado por Zaia e Takaki (1998).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), a germinação das sementes é geralmente afetada por temperaturas variando entre 10 e 30 °C, e as condições ideais para a germinação ocorrem em temperaturas de 20 a 25 °C. No entanto, tais condições não foram observadas nos resultados obtidos para o controle. As variações climáticas exercem uma influência significativa na estrutura das comunidades de plantas, pois afetam a disponibilidade de água, luz, temperatura e nutrientes. Esses fatores abióticos atuam diretamente nos processos de germinação, crescimento, reprodução e sobrevivência das espécies vegetais (LLORET *et al.* 2004; PUGNAIRE *et al.* 2004). A presença da bromélia nos tratamentos 1 e 2 resultou em uma redução da temperatura e luminosidade, sendo que esses parâmetros mostraram valores mais elevados no controle. As sementes testadas apresentam particularidades específicas em relação à germinação.

Os registros das temperaturas sob a copa da *A. blanchetiana* e em seu tanque revelaram valores mais baixos, com a mínima de 30°C e máxima de 31°C. Além disso, os níveis de umidade foram os mais elevados, variando entre 54% no mínimo e 64% no máximo, corroborando assim a hipótese testada. A luminosidade se manteve baixa, nos tratamentos 1 e 2 em comparação ao controle.

É importante destacar que a espécie *A. blanchetiana* possui folhas em formato de roseta, o que cria uma cobertura densa que impede a entrada excessiva de luz abaixo de sua copa. Esse arranjo foliar resulta em um ambiente com baixa temperatura e luminosidade, além de maior umidade no solo. Acredita-se que a sombra proporcionada por essas folhas seja um dos fatores responsáveis por essa baixa luminosidade abaixo de sua copa e dentro de seu tanque, uma vez que as próprias folhas sombreiam umas às outras, controlando a quantidade de luz solar que chega ao solo. Diversos autores, como Moro *et al.* (1997), Holmgren *et al.* (1999) e Franco e Nobel (1989), têm abordado que o sombreamento fornecido pela vegetação oferece benefícios significativos para as plantas. Esse sombreamento reduz a exposição direta das plantas à luz solar, protegendo-as de temperaturas extremas e diminuindo o estresse hídrico e o crescimento desordenado. Larcher (2000) destacou que a redução da intensidade luminosa beneficia o crescimento das plantas, uma vez que, ao diminuir a quantidade de luz, elas tendem a crescer de forma mais lenta, contribuindo para o desenvolvimento adequado das folhas, flores e frutos. Além disso, o autor mencionou que o baixo nível de luz evita o desperdício de energia, permitindo que a planta utilize essa energia para a formação de novas células, o que impacta positivamente o crescimento e a produção. Esses fatores podem resultar em uma melhor qualidade dos frutos e sementes produzidos. Os resultados evidenciam que a presença da bromélia teve influência nas condições ambientais, criando temperaturas mais amenas e maior umidade sob sua copa. No entanto, nos tratamentos com a presença da bromélia, a luminosidade permaneceu em níveis mais baixos em comparação ao controle. Dessa forma, a presença de sombra proporcionada por uma planta facilitadora pode aumentar a sobrevivência de espécies em um ambiente de restinga.

### 7.3 EFEITO DE *A. blanchetiana* NA DISPONIBILIDADE DE RECURSOS

As amostras coletadas abaixo da copa da *A. blanchetiana* em ambiente natural, revelaram maiores porcentagens de matéria orgânica em comparação com outras áreas analisadas, isso sugere que a presença da bromélia exerceu uma influência positiva na quantidade de matéria orgânica presente no solo sob ela. Essa maior concentração de matéria orgânica estar relacionada à decomposição de folhas, detritos e outros materiais orgânicos

acumulados ao redor da bromélia, resultando em um aumento da disponibilidade de nutrientes no solo e criando um ambiente propício para o desenvolvimento das espécies. Hay e Lacerda (1980) observaram elevadas concentrações de matéria orgânica em solos com a presença da espécie *Neuregeria cruenta* (R.Graham) L.B.Sm., também pertencente à família Bromeliaceae, corroborando com a hipótese desse estudo.

A matéria orgânica é de extrema importância para o ecossistema, pois desempenha diversas funções, como regular o ciclo de nutrientes, equilibrar a disponibilidade de água, fornecer nutrientes essenciais para as plantas, atuar como filtro para remover poluentes e criar condições favoráveis para a atividade biológica (SILVA *et al.* 2019). Ela também possui relação direta com os atributos químicos, físicos e biológicos do solo (FERREIRA *et al.* 2012; PATERSON; SIM, 2013). O aumento da matéria orgânica no solo melhora a capacidade do solo de reter água e nutrientes, o que promove a fertilidade e favorece o crescimento das plantas (SARMENTO; SILVA, 2010).

O solo abaixo da *A. blanchetiana* apresentou altos valores de capacidade de troca de cátions (CTC), o que indica alto teor de matéria orgânica e maior capacidade de retenção de nutrientes e umidade (LOPES; GUIMARÃES, 2004). Nesse estudo, os valores de CTC foram altos nas coletas sob a bromélia, e se mostraram significativos em comparação as outras áreas de coleta, mostrando que a espécie *A. blanchetiana* tem um potencial de disponibilizar e armazenar nutrientes no solo, tornando-o mais fértil.

No solo, a troca de cátions auxilia na estabilização do pH, permitindo que elementos como cálcio, magnésio e potássio sejam trocados entre o solo e as plantas, ajudando a manter o pH do solo em um nível ideal para a nutrição das plantas. Além disso, a capacidade de troca de cátions representa o potencial do solo de reter e fornecer nutrientes (HAY; LARCERDA, 1980). Lopes e Guimarães (2004), discorreram que valores de capacidade de troca de cátions (CTC), maiores que 5 cmolc/dm<sup>3</sup>, indicam que o solo apresenta alto teor de matéria orgânica, maior capacidade de retenção de nutrientes e de umidade, o que se observou nos resultados obtidos da coleta de solo abaixo da *A. blanchetiana*, com valor de 24,44 cmolc/dm<sup>3</sup>. Quando os valores de CTC são baixos, é sinal de que o solo pode estar sobrecarregado de nutrientes, o que pode levar à toxicidade de nutrientes e à perda de nutrientes por erosão. Solos com altos valores de CTC podem reter mais íons do que solos com baixos valores (HAY; LARCERDA, 1980).

A caracterização química do solo apresentou diferenças significativas nas amostras de solo coletada abaixo da copa da *A. blanchetiana*, exceto nos valores de pH, cálcio, enxofre e alumínio. As concentrações significativas superiores dos demais nutrientes (P, K, Mg, Mn e B), foram observadas no solo coletado abaixo da copa de *A. blanchetiana*, o que indica que a

característica química do solo é fortemente influenciada pela presença da espécie estudada, corroborando com hipótese deste trabalho. Além desses nutrientes, a soma das bases,

capacidade de trocas de cátions e saturação de alumínio também obtiveram valores elevados abaixo da bromélia. A presença desses nutrientes em maiores concentrações no solo abaixo da bromélia, é fundamental para o desenvolvimento adequado dos embriões das plantas, desde a absorção de água até a formação dos órgãos de reserva e tegumento (SARMENTO; SILVA, 2010). Esses nutrientes desempenham um papel crucial no crescimento e desenvolvimento das plântulas, fornecendo energia e facilitando a síntese de proteínas.

Dessa forma, é possível inferir que no solo abaixo da copa da *A. blanchetiana* no experimento conduzido no CEUNES, os nutrientes encontrados no ambiente natural podem ter sido disponibilizados, e essa disponibilidade provavelmente influenciou nas maiores taxas de germinação, desenvolvimento e estabelecimento das espécies testadas.

## 8 CONCLUSÕES

A *Aechmea blanchetiana*, conforme demonstrado neste estudo, desempenha o papel facilitador ao proporcionar condições mais favoráveis para a germinação e estabelecimento de outras plantas abaixo de sua copa e dentro de seu tanque. Essa bromélia consegue amenizar as condições abióticas adversas, como temperatura elevada e intensidade luminosa, enquanto aumenta a disponibilidade de recursos, como a umidade do solo. A análise do solo revelou uma maior quantidade de matéria orgânica e concentração de nutrientes com a presença de *A. blanchetiana*.

A matéria orgânica fornecida pela bromélia possibilitou condições nutricionais necessárias para o crescimento e desenvolvimento das espécies estabelecidas. De modo geral, *A. blanchetiana* possui o potencial de criar um ambiente favorável para a germinação e estabelecimento de outras plantas. Isso faz com que ela desempenhe um papel importante na formação da comunidade de plantas em ambientes de restinga, modificando as condições ambientais em benefício do desenvolvimento das demais espécies presentes abaixo de suas copas e dentro de seu tanque.

Dessa forma, devido a essas características, *A. blanchetiana* pode ser recomendada para o plantio em áreas de restinga degradadas, contribuindo para a germinação e estabelecimento de outras espécies nativas desse ecossistema.

## 9 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2014.

ALVES, R. P. *et al.* Avaliação da regeneração inicial da vegetação de restinga após remoção de plantio de *Pinus elliottii*, no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis – SC. In: FUENTES, E. V.; HESSEL, M.; HERNÁNDEZ, M. I. M. (orgs.). **Ecologia de campo na Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. p. 49-59.

ARAUJO, D. S. D.; PEREIRA, O. J.; PEIXOTO, A. L. Campos nativos at the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. In: THOMAS, W. W. (ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. Memoirs of The New York Botanical Garden. Bronx: The New York Botanical Garden Press, 2008. p. 371-394.

ARAUJO, D. S. D. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first approximation. In: SEELIGER, U. (coord.). **Coastal plant communities of Latin America**. New York, Academic Press, 1992. p. 337-347.

ARAUJO, D. S. D.; HENRIQUES, R. P. B. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: LACERDA, L. D.; ARAUJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (org.). **Restingas: origem, estrutura e processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p. 47-60.

ARRIOLA, Í., A. *et al.* Where host plant goes, galls go too: new records of the Neotropical galling Cecidomyiidae (Diptera) associated with *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Calophyllaceae). **Check List**, v. 12, n. 4, p. 1-8, 2016.

BANUET, A.V.; VERDÚ, M. Temporal shifts from facilitation to competition occur between closely related taxa. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 96, p. 489-494, 2008.

BAUMEISTER, D.; CALLAWAY, R. M. Facilitation by *Pinus flexilis* during succession: a hierarchy of mechanisms benefits other plant species. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. 1816-1830, 2006.

BLOOR, J. M. G.; LEADLEY, P. W.; BARTHES, L. Responses of *Fraxinus excelsior* seedlings to grass induced above- and below-ground competition. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 194, p. 293-304, 2007.

CALLAWAY, R. M. **Positive interactions and interdependence in plant communities**. Nova Iorque: Springer, 2007.

BENZING, D. H. **Bromeliaceae - Profile of an Adaptive Radiation**. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

BENZING, D. H.; SEEMANN, J.; RENFROW, A. The foliar epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and its role in habitat selection. **American Journal of Botany**, v. 65, p. 359-365, 1978.

BERTNESS, M. D.; CALLAWAY, R. M. Positive interactions in communities. **Trends in ecology & evolution**, v. 9, n. 5, p. 191-193, 1994.

BEWLEY, J. D. *et al.* **Seeds: Physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.

BRANCALION, P. H. S.; GABRIEL, V. A.; GÓMEZ, J. M. Do terrestrial tank bromeliads in Brazil create safe sites for palm establishment or act as natural traps for its dispersed seeds? **Biotropica**, v. 41, n. 1, p. 3-6, 2009.

BROOKER, R. W. *et al.* Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. **Journal of Ecology**, v. 96, n. 1, p. 18-34, 2008.

BRUNO, J. F.; STACHOWICZ, J. J.; BERTNESS, M. D. Inclusion of facilitation into ecological theory. **Trends in ecology & evolution**, v. 18, n. 3, p. 119-125, 2003.

CALLAWAY, R. M. **Positive interactions and interdependence in plant communities**. Springer: Dordrecht, 2007.

CALLAWAY, R. M.; WALKER, L. R. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. **Ecology**, v. 78, n. 7, p. 1958-1965, 1997.

CARBONI, M.; CARRANZA, M. L.; ACOSTA, A. Assessing conservation status on coastal dunes: a multiscale approach. **Landscape and urban planning**, v. 91, n. 1, p. 17-25, 2009.

CARMO, L. F.; MIGUEL, I. R.; PINNA, P. H.; FERNANDES, D. S.; WOITOVICZ-CARDOSO, M. Amphibians of the Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, a sandy coastal environment in southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 2, p. 1-12, 2019.

CARVALHO, A. C. P.; MERCIER, H. Bromeliaceae. Ind: Embrapa. Terao, D.; CARVALHO, A. C. P.; BARROSO, T. C. S. F. (eds.). **Flores Tropicais: Tropical flowers**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

CARVALHO, A. S. R. *et al.* **Restinga de Massambaba: vegetação, flora, propagação e usos**. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2018.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

CASTANHO, C. T.; OLIVEIRA, A. A.; PRADO, P. I. The importance of plant life form on spatial associations along a subtropical coastal dune gradient. **Journal of Vegetation Science**, v. 23, n. 5, p. 952-961, 2012.

COGLIATTI-CARVALHO, L. *et al.* Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 1-9, 2001.

COGLIATTI-CARVALHO, L. *et al.* Bromeliaceae species from coastal restinga habitats, Brazilian states of Rio de Janeiro Espírito Santo, and Bahia. **Check List**, v. 4, n. 3, p. 234-239, 2008.

CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The american naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1119-1144, 1977.

COPELAND, L. O.; MCDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 4. ed. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.

DAROLD, F. R.; IRIGARAY, C. T. J. H. A importância da preservação e conservação das áreas úmidas como mecanismo de efetivação do direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as futuras gerações. **Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas**, v. 18, n. 31, p. 167-180, 2018.

DELCLARO, K. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. *In*: DELCLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. (orgs.). **Ecologia das Interações Plantas-Animais: Uma Abordagem Ecológico-Evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. p. 37-50.

DIAS A. T. C. *et al.* Canopy composition influencing plant patch dynamics in a Brazilian sandy coastal plain. **Journal of tropical ecology**, v. 21, n. 3, p. 343-347, 2005.

DIAS, M. L. *et al.* Bromélias e suas principais interações com a fauna. **CES Revista**, v. 28, n. 1, p. 3-16, 2014.

DUELLMAN, W. Reproductive modes in anuran amphibians: phylogenetic significance of adaptive strategies. **South African Journal of Science**, v. 81, p. 174-178, 1985.

FABRIS, L. C.; PEREIRA, O, J.; ARAUJO, D. S. D. Análise fitossociológica na formação pós-praia da Restinga de Setiba, Guarapari, ES. *In*: **Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**, 2, São Paulo: ACIESP, 1990. p. 455-466.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The Ecology of Seeds**. Cambridge University Press, Cambridge, 2005.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, A. O. *et al.* Carbon balance and crop residue management in dynamic equilibrium under a no-till system in campos gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1583-1590, 2012.

FERREIRA RIBEIRO, I. ***Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. (Bromeliaceae) como espécie facilitadora em áreas de restinga no Sudeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2023.

FIALHO, R. F. Seed dispersal by a lizard and a treefrog - effect of dispersal site on seed survivorship. **Biotropica**, v. 22, n. 4, p. 423-424, 1990.

FIALHO, R. F.; FURTADO, A. L. S. Germination of *Erythroxylum ovalifolium* (Erythroxylaceae) seeds within the terrestrial bromeliad *Neoregelia cruenta*. **Biotropica**, v. 25, n. 3, p. 359-362, 1993.

FORRESTER, D. I.; VANCLAY, J. K.; FORRESTER, R. I. The balance between facilitation and competition in mixtures of eucalyptus and Acacia changes as stand develop. **Oecologia**, v. 166, p. 265-272, 2011.

FORZZA, R. C. *et al.* **Catálogo de Plantas e fungos do brasil catálogo de Plantas e fungos do brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2010.

FORZZA, R. C. *et al.* Bromeliaceae in Flora do Brasil 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2020. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB66>>. Acesso em: 21 jan. 2023.

FRANCO, A. C.; NOBEL, P. S. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. **Journal of Ecology**, v. 77, p. 870-886, 1989.

FRANK, J. H.; LOUNIBOS, L. P. Insects and allies associated with bromeliads: a review. **Terrestrial Arthropod Reviews, Washington**, v. 1, p. 125-153, 2009.

FRAVETTO, M. A. *et al.* Entomofauna em duas espécies de bromélias no oeste de Santa Catarina, Brasil. **EntomoBrasilis**, v.4, n.1, p. 10-12, 2011.

GALEUCHET, D. J; PERRET, C; FISCHER, M. Microsatellite variation and structure of 28 populations of the common wetland plant, *Lychnis flos-cuculi* L., in a fragmented 51 landscape. **Molecular Ecology**, v. 14, n. 4, p. 991-1000, 2005.

GUEDES, F.; SEEHUSEN, S. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

GRIFFITH, A. B. Positive effects of native shrubs on *Bromus tectorum* demography. **Ecology**, v. 91, p. 141 –154, 2010.

HAY, J. D.; LACERDA, L. D. Alterações nas características do solo após a fixação de *Neoregelia cruenta* (R. Gran.) L. Smith (Bromeliaceae) em um ecossistema de restinga. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 7, p. 863-867, 1980.

HOLMGREN, K. *et al.* A 3000-year high-resolution record of palaeo climate for north-eastern South Africa. **The Holocene**, v. 9, n. 3, p. 295–309, 1999.

INCAPER. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – PROATER**, 2020. Disponível em: <[https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Conceicao\\_da\\_Barra.pdf](https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Conceicao_da_Barra.pdf)>. Acesso em 08 fev. 2023.

JUILLET, N. *et al.* Pollination of the European food-deceptive *Traunsteinera globosa* (Orchidaceae): the importance of nectar-producing neighbouring. **Plant Systematics and Evolution**, v. 265, p. 123– 129, 2007.

JUNIOR, A. G. J. **Ecofisiologia de Allagoptera arenaria (Gomes) Kuntze no processo de restauração de área degradada em restinga**. 2021. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

KAEHLER, M; VARASSIN, I.G; GOLDEMBERG, R. Polinização em uma comunidade de bromélias em floresta Atlântica Alto-Montana no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v. 28, p. 219-228, 2005.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos: Washington, 1983.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, 1. ed. São Carlos: RiMa, 2000.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 4. ed. Berlin: Springer-Verlag, 2003.

LLORET, F; PEÑUELAS, J; ESTIARTE, M. Experimental evidence of reduced diversity of seedlings due to climate modification in a Mediterranean-type community. **Global Change Biology**, v. 10, n. 2, p. 248-258, 2004.

LOPES, A. S.; GUIMARÃES, L. R. **Interpretação de análise do solo – Conceitos e aplicações**, 1. ed. São Paulo: ANDA, 2004.

LORENZ, K. Cereal sprouts: composition, nutritive value, food applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 13, n. 4, p. 353-385, 1980.

LORENZI, H. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3ª ed. Nova Odessa: Plantarum, 2001.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas Ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1999.

LUTHER, H. E. **Alphabetical list of bromeliad binominal**. 14. ed. Sarasota: Marie Selby Botanical Gardens and The Bromeliad Society International, 2014.

MAAREL, E. V. D. **Vegetation Ecology**. Oxford: Blackwell publishing, 2005.

MACEDO, M. V.; MONTEIRO, R. F. Germinação e desenvolvimento de plântulas em tanque de *Neoregelia cruenta* (Bromeliaceae) na Restinga de Barra de Maricá, RJ. *In: Anais do Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*, 2, São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1987. p. 188-190.

MAGNAGO, L. F. S.; PEREIRA, O. J.; MARTINS, S. V. Caracterização das formações ribeirinhas na restinga do Parque Natural Municipal de Jacarenema, Vila Velha, ES, Brasil. *In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L.A.; MEIRA-NETO, J. A. A. (eds.). Fitossociologia do Brasil: métodos e estudos de caso*. Viçosa: Ed. UFV, 2011. p. 415-440.

MANDAI, C. Y. Agrupar as inflorescências pode ser uma boa estratégia para atrair polinizadores em *Vriesea philippocoburgii* (Bromeliaceae)? **Prática da pesquisa em ecologia da Mata Atlântica**, 2008.

MARCOS-FILHO, J. Germinação de sementes. *In: Semana de atualização em produção de sementes*. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 11-39.

MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S. M; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**, Piracicaba: FEALQ, 1987.

MARTIN, L. *et al.* **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM/FAPESP, 1997.

MAYO, S. *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae). **Curti's Botanical Magazine**, v. 9, p. 124–127, 1992.

MEDEIROS, D. P. W. *et al.* Estrutura do Componente Lenhoso de uma Restinga no Litoral Sul de Alagoas, Nordeste, Brasil (Structure of the Woody Component of a Restinga on the South Coast of Alagoas, Northeastern Brazil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 3, p. 146-150, 2010.

MELO-JR. J. C. F.; BOEGER, M. R. T. Functional traits of dominant plant species of the Brazilian sandy coastal plain. **International Journal of Current Research**, v. 9, n. 1, p. 45585-45593, 2017.

MENEZES, L. F. T.; ARAUJO, D. S. D. Formações vegetais da restinga de Marambaia - RJ. *In: MENEZES, L. F. T.; PEIXOTO, A. L.; ARAUJO, D. S. D. (eds.). História Natural da Marambaia*. Seropédica: EDUR, 2005. p. 67-120.

MENEZES, L. F. T.; ARAUJO, D. S. D.; NETTESHEIM, F. S. Estrutura comunitária e amplitude ecológica do componente lenhoso de uma floresta de restinga mal drenada no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 24, n. 3, p. 825-839, 2010.

MOLES, A. T. *et al.* Factors that shape seed mass evolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 102, n. 30, p. 10540-10544, 2005.

MORO, M. J. *et al.* Effect of the canopy of *Retama shaerocarpa* on its understorey in a semiarid environment. **Functional Ecology**, v. 11, p. 425-431, 1997.

MÜLLER, G. A.; MARCONDES, C. B. Bromeliad-associated mosquitoes from Atlantic forest in Santa Catarina Island, southern Brazil (Diptera, Culicidae), with new records for the State of Santa Catarina. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, n. 3, p. 315-319, 2006.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes**. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, Informativo Sementes IPEF, 1998.

NIERING, W. A.; WHITTAKER, R. H.; LOWE, C. H. The saguaro: a population in relation to environment. **Science**, v. 142, n. 3588, p. 15- 23, 1963.

NOGUEIRA, M. B. *et al.* **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Sagah, 2020.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination—still a mystery. **Plant Science**, n. 179, p.574–578, 2010.

OBROUCHEVA, N. V.; LITYAGINA, S. V.; RICHTER, A. Dynamics of carbohydrates in the embryo axes of horse chestnut seeds during their transition from dormancy to germination. **Russian Journal of Plant Physiology**, n. 56, p. 768–778, 2006.

OLIVEIRA, E. V. S.; LIMA, J. F.; SILVA, T. C.; LANDIM, M. F. Checklist of the flora of the Restingas of Sergipe state, Northeast Brazil. **Check list**, v.10, p. 529-549, 2014.

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: UFPR, 2012.

PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. O papel das plantas enfermeiras na recuperação de ambientes degradados. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 4, p. 196–202, 2006.

PALMA-SILVA, C.; FAY, M. F. Bromeliaceae as a model group in understanding the evolution of Neotropical biota. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.192, p.569-586, 2020.

PASSOS, F. C. *et al.* Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual de Intervales, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 511-517, 2003.

PATERSON, E.; SIM, A. Soil-specific response functions of organic matter mineralization to the availability of labile carbon. **Global Change Biology**, v.19, p.1562-1571, 2013.

PEIXOTO-NETO, R. M. D. S. **Decomposição da serrapilheira em área de restauração da Caatinga: efeitos da facilitação, estrutura da comunidade vegetal e sazonalidade**. 2022. 107 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

PEREIRA, O. J. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba, Guarapari, ES. *In* **Anais do II Simpósio Ecossistemas da Costa sul-sudeste Brasileira**. São Paulo: ACIESP, 1990. p. 207-219.

PEREIRA JOSÉ, O. **Restinga no Espírito Santo: vegetação, flora, distribuição geográfica das espécies**. 2022. 654 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

PETER, C. I.; JOHNSON, S. D. Pollination by flower chafer beetles in *Eulophia ensata* and *Eulophia welwitschii* (Orchidaceae). **South African Journal of Botany**, v. 75, p. 762- 770, 2009.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

PUGNAIRE, F. I.; LUQUE, M. T. Changes in plant interactions along a gradient of environmental stress. **Oikos**, v. 93, n. 1, p. 42–49, 2001.

PUGNAIRE, F. I.; ARMAS, C.; VALLADARES, F. Soil as a mediator in plant-plant interaction in a semi-arid community. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, p. 85-92, 2004.

REITZ, R. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. *In*: REITZ, R. (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1983.

REN, H.; YANG, L.; LIU, N. Nurse plant theory and its application in ecological restoration in lower subtropics of China. **Progress in Natural Science**, v. 18, p. 137-142, 2008.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições LTDA, 1997.

ROCHA, C. F. D. *et al.* Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de bromeliáceas. **Vidalia**, v. 2, n. 1, p. 52 – 68, 2004.

ROCHA-PESSÔA, T. C. *et al.* Species composition of Bromeliaceae and their distribution at the Massambaba Restinga in Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 2, p. 251-257, 2008.

RUSCHI, A. Fitogeografia do Estado do Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Série Botânica)**, v. 1, p. 1-353, 1950.

SAMPAIO, D. *et al.* **Árvores de restinga: guia ilustrado de identificação das espécies da Ilha do Cardoso**. São Paulo: Neotropica, 2005.

SANTANA, C. S.; MACHADO, C. G. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 3, p. 469-477, 2010.

SANTOS, C. S. A. *et al.* Dinâmica de restinga de praia após evento de ressaca no município de Pontal do Paraná. **Luminária**, v. 23, p. 6-14, 2021.

SANTOS-FILHO, F. S. *et al.* Checklist da flora das restingas do estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Check list**, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2015.

SARMENTO, M. B; SILVA, C. S. VILLELA F. A. (eds.). **Temas especiais em ciência e tecnologia de sementes**. Pelotas: Ed. Dos autores, 2010.

SCARANO, F. R. Marginal plants: functional ecology at the Atlantic forest periphery. *In*: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (eds.). **Tópicos Atuais em Botânica**. Brasília: Embrapa/Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 176-182.

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, n. 4, p. 517-524, 2002.

SCARANO, F. R. *et al.* Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographical distribution to ecophysiological parameters. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 136, p. 345-364, 2001.

SCHNEIDER, J. A. P.; TEIXEIRA, R. L. Relacionamento entre anfíbios anuros e bromélias da Restinga de Regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 91, p. 41-48, 2001.

SCHLICKMANN, M. B. *et al.* Fitossociologia de um fragmento de restinga herbáceo-subarbustiva no sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea**, v. 46, 2019.

SHUMWAY, S. W. Facilitative effects of a sand dune shrub on species growing beneath the shrub canopy. **Oecologia**, v. 124, n. 1, p. 138-148, 2000.

SILVA, F. W. A. *et al.* Matéria orgânica e suas inter-relações com os atributos físicos do solo. *In*. SEABRA, G. (org.). **Terra Habitats Urbanos e Rurais**. Ituiutaba: Barlavento, 2019. p. 255-263.

SILVA, L. O. *et al.* Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de anuros de área aberta no noroeste paulista. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 123-134, 2008.

SILVA, W. R.; GIARETTA, A. A. Seleção de sítios de oviposição em anuros (Lissamphibia). **Biota Neotropica**, v. 8, p. 243-248, 2008.

SILVA, S.M. Diagnóstico das Restingas no Brasil. *In*: Fundação BIO RIO. 1999. **Workshop Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha**. Disponível em: <[www.bdt.org.br/workshop/costa/Restinga/](http://www.bdt.org.br/workshop/costa/Restinga/)>. Acesso em 08 jan. 2023.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica Monograph**, v. 14, n. 1, p.1-658, 1974.

SOUZA, M. L. D. R. *et al.* Vegetação do pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. **Insula**, v. 21, p. 87-117, 1991/1992.

SOUZA, R. C. *et al.* Role of Terrestrial Bromeliads in Nutrient Cycling, Restinga da Marambaia, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 161-169, 2016.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG III**. ed. 3. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

SUGUIO, K. *et al.* Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 4, p. 273-286, 1985.

TOMAZI, A. L. *et al.* Diversidade de formas de vida vegetal como indicador do status de regeneração de uma restinga arbustivo-arbórea em processo restaurativo. *In*: FUENTES, E. V.; HESSEL, M.; HERNÁNDEZ, M. I. M. (orgs.). **Ecologia de campo na Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2012. p. 61- 68.

UNGAR, I. A. Influence of salinity and temperature on seed germination. **The Ohio Journal of Science**, v. 7, n. 2, p.120-123, 1967.

VAN DER PUTTEN, W. H. A multitrophic perspective on functioning and evolution of facilitation in plant communities. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 6, p. 1131-1138, 2009.

VERSIEUX, L.M. *et al.* Report from the 2nd World Congress of Bromeliaceae Evolution–BromEvo II (Natal, Brazil, 2018). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 192, n. 4, p.587-588, 2020.

VILLAR-SALVADOR, P. *et al.* Increase in size and nitrogen concentration enhances seedling survival in Mediterranean plantations. Insights from an ecophysiological conceptual model of plant survival. **New Forests**, v. 43, p. 755–770, 2012.

WANDERLEY, M. G. L.; MARTINS, E. S. Bromeliaceae. *In*: SHEPHERB, G. J.; MELHE, T. S.; GIULIETTI, A. M. **Flora fanarogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica., v. 5, 2007. p. 39-40.

WETZEL, R.G., LIKENS, G.E. **Limnological Analysis**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1990

YANG, L. H.; RUDOLF, V. H. W. Phenology, ontogeny and the effects of climate change on the timing of species interactions. **Ecology letters**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2010.

YOUNG, J. L. M. *et al.* Nutrients uptake by silver vase bromeliad roots. **Ornamental Horticulture**, v. 28, p. 340-346, 2022.

ZAIA, J. E.; TAKAKI, M. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, p. 227-234, 1998.

ZALUAR, H. T. L.; F. R. SCARANO. Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais. *In*: ESTEVES, F. A.; LACERDA, L. D. (eds.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 2000. p 03–23.

ZAMITH, L. R., SCARANO, F. R. Restoration of a Restinga sandy coastal plain in Brazil: survival and growth of planted woody species. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 1, p. 87-94, 2006.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 4. ed. Hoboken:Prentice-Hall, 1999.