

Tatiana Faria de Araujo

CRESCER NO CHÃO OU NA ÁRVORE? UM EXPERIMENTO DE TRANSPLANTE
COM A EPÍFITA FACULTATIVA *Aechmea nudicaulis* (BROMELIACEAE) NA
RESTINGA ABERTA DE *Clusia*

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade
Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de Mestre em
Ciências Biológicas (Ecologia)

Orientador: Fabio Rubio Scarano

Co-orientadora: Michelle Cristina Sampaio

Rio de Janeiro
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FICHA CATALOGRÁFICA

Araujo, Tatiana Faria de A...

Crescer no chão ou na árvore? Um experimento de transplante com a epífita facultativa *Aechmea nudicaulis* (Bromeliaceae) na restinga aberta de *Clusia* / Tatiana Faria de Araujo. Rio de Janeiro, 2006.
X, 62 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ecologia) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGE Instituto
de Biologia, 2006.

Orientador: Fabio Rubio Scarano
Co-orientadora: Michelle Cristina Sampaio

1. Seleção de habitat. 2. Escolha de habitat.
3. *Aechmea nudicaulis*. 4. Transplante.
5. Crescimento clonal. 6. Restinga.
7. Plasticidade fenotípica

I. Scarano, Fabio Rubio (Orient.). II. Sampaio, Michelle
Cristina (Co-orient.). III. Universidade Federal do Rio de
Janeiro. Instituto de Biologia. IV. Programa de Pós-
graduação em Ecologia. V. Título.

Ao Cesar.

AGRADECIMENTOS

Enfim, reta final do mestrado. Olhando para o caminho percorrido vejo mil coisas acontecendo ao mesmo tempo, tanto que por vezes parecia que não ia dar e que nunca iria acabar. Ao mesmo tempo, tudo passou voando. Parece que foi ontem que estava vibrando com a aprovação na seleção, e agora já me vejo diante da banca.

Nessa trajetória, muitas pessoas surgiram pelo caminho. Algumas por breves momentos, outras percorreram essa trajetória ao meu lado, ajudando diretamente ou como grandes amigos para as horas difíceis. E a essas pessoas tenho muito a agradecer.

Primeiramente agradeço ao meu orientador, Fabio R. Scarano, pela orientação e por ter me incentivado a buscar novos horizontes, do outro lado do Oceano. Obrigada por ter embarcado na idéia do transplante, que começou como uma “curiosidade” e resultou nesta dissertação de mestrado.

À minha co-orientadora Michelle C. Sampaio, pela ajuda no campo e no desenvolvimento do projeto. Pelas longas conversas no campo sobre crescimento clonal e bromélias. Pelo inesquecível bolo de maçã, que era sempre recebido com muita festa.

Ao Josef F. Stuefer, por me receber na Holanda e pelas conversas bem humoradas sobre as grandes diferenças culturais entre Brasil e Holanda. Agradeço também pela grande ajuda com a análise estatística dos dados dessa dissertação.

Ao Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) site 5, CNPq, por financiar o projeto. Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida.

Ao NUFFIC (Netherlands Organization for International Cooperation in Higher Education) pelo Huygens Fellowship Program.

Ao "Seu" Joanito Azeredo, pela grande ajuda na implementação do projeto. Por sua contagiante alegria no campo, pela atenção e curiosidade com que recebia qualquer nova informação e por compartilhar, pacientemente, o seu vasto conhecimento sobre restingas.

Ao programa de Pós-graduação em Ecologia e às secretárias da pós-graduação, Márcia e Sueli, sempre simpáticas e dispostas a ajudar.

Aos colegas de laboratório, em especial à Leonora Cardin, Miriam Pereira, Henrique, Miguel, Aline e Fernanda, ótimas companhias no laboratório, no campo e no barzinho na praia de Cavaleiros.

Aos meus Pais, Sônia e José Carlos, que me apoiaram em todos os momentos, inclusive quando eu não encontrei ninguém para me ajudar no campo. Obrigada pelo amor e carinho de vocês, dedicando o fim de semana para ir à restinga me ajudar. Pela paciência nos meus momentos mais difíceis e pela força para enfrentar um oceano de medos. Mãe, obrigada por incrementar gastronomicamente a minha excursão. Pai, obrigada pelo lindo quadro que você pintou carinhosamente para mim.

Aos amigos que me deram grande força nessa jornada: Mariana Cury, grande amiga de muitos anos, por sempre levantar o meu astral; Thaís e Camilinha, amigas de faculdade, pelas muitas risadas; Íris e Toan, os mais novos amigos, que alegraram a estadia na Holanda e me presentearam com a minha linda afilhada Elora.

...e sobretudo,

Ao Cesar, meu grande amor. Por acreditar em mim, me apoiar, me reconfortar. Pelas muitas idas a campo, leituras da dissertação...pela sua enorme paciência nas minhas crises de TDM (Tensão Durante o Mestrado). Por ter se submetido a longas viagens diárias na Holanda só para ficar ao meu lado (talvez você nem imagine o quanto isso foi importante para mim). Por aceitar, sem problema algum, os muitos fins de semana que tive que trabalhar, especialmente nessa fase final. Obrigada pelo seu amor, carinho e companheirismo.

RESUMO

ARAUJO, Tatiana Faria. Crescer no chão ou na árvore? Um experimento de transplante com a epífita facultativa *Aechmea nudicaulis* (Bromeliaceae) na restinga aberta de *Clusia*. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006

A preferência de habitat em plantas é um conceito pouco discutido, provavelmente pelo fato da maioria delas serem imóveis. Uma hipótese com relação à preferência de habitat na família Bromeliaceae, discute se as bromélias epífitas da floresta originaram-se de parentes terrestres em vegetações abertas expostas ao sol, ou do solo úmido e sombreado da mata, para em seguida colonizar a vegetação mais aberta. A preferência de habitat para uma mesma espécie pode ser diferente quando ela ocorre em outras comunidades vegetais. No complexo atlântico, por exemplo, espécies que são epífitas na mata Atlântica muitas vezes são terrestres nas comunidades marginais à mata Atlântica, isto é, restinga, pântano e campo de altitude. Uma dessas espécies é a bromélia *Aechmea nudicaulis*, que ocorre em distintos habitats no complexo atlântico. Enquanto essa espécie cresce como epífita na mata atlântica, na restinga aberta de *Clusia* ela cresce principalmente como terrestre, sobre o substrato arenoso. Nosso objetivo nesse trabalho foi, através de um experimento de transplante, avaliar a habilidade de rosetas terrestres de *A. nudicaulis* de crescer em substrato epifítico na restinga. O estudo foi realizado na restinga de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ), em Macaé, região norte fluminense do estado do Rio de Janeiro. Os resultados demonstraram que *A. nudicaulis* é capaz de sobreviver como epífita na restinga aberta de *Clusia*, ainda que a ocorrência de plantas epífitas dessa espécie seja pouco freqüente nessa vegetação. Os resultados também indicam que *A. nudicaulis* possui grande plasticidade em relação à luz e ao substrato de crescimento. Os fragmentos produziram raízes e se fixaram mecanicamente à copa das árvores, e o espaçamento de emissão de novos rametes foi menor nos rametes transplantados em relação aos controles, sugerindo que os fragmentos começaram a se assemelhar às epífitas naturais da área de estudo. A conclusão final é de que a baixa freqüência de *A. nudicaulis* como epífita na restinga aberta de *Clusia* do PNRJ não se deve a problemas de fixação mecânica, equilíbrio, sobrevivência e crescimento de rametes nas árvores da restinga.

ABSTRACT

ARAUJO, Tatiana Faria. Crescer no chão ou na árvore? Um experimento de transplante com a epífita facultativa *Aechmea nudicaulis* (Bromeliaceae) na restinga aberta de *Clusia*. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006

Habitat preference in plants is a concept not well discussed, probably due to the fact that most of them are immobile. One hypothesis in relation to the habitat preference in the family Bromeliaceae discusses the question of whether forest epiphytes originated from terrestrial parents in open, sun exposed vegetation or if epiphytes migrated from the forest floor to the canopy, and then subsequently colonized open vegetation. The habitat preference can be different for one species depending on the plant community where it occurs. In the Atlantic complex, for example, species that are epiphyte in the Atlantic rain forest can occur as terrestrial in marginal communities, as restinga, swamp and altitude outcrops. One of these species is *Aechmea nudicaulis*, which occurs in different habitats in the Atlantic rain forest complex. While this species grows as epiphyte in the Atlantic rain forest, in the open restinga of *Clusia* it grows as terrestrial on the sandy substrate. Our objective in this study was, using a transplant experiment, to evaluate the ability of terrestrial ramets of *A. nudicaulis* to grow in epiphytic substrate in the restinga. The study was developed in the restinga of *Clusia* in the Restinga de Jurubatiba National Park (RJNP), in Macaé, north region of the Rio de Janeiro State. Our results showed that *A. nudicaulis* is able to survive as epiphyte in the open restinga of *Clusia*, although the frequency of epiphytes of this species is low in this vegetation. The results also indicate that *A. nudicaulis* has a great plasticity in relation to light and to the substrate where it grows. The fragments produced new roots, and fixed mechanically on the trees, and the distance of emission of new ramets was smaller in the transplanted ramets than in the control after two years, what suggests that the fragments are getting similar to the natural epiphytes in the study area. Our final conclusion is that the low frequency of *A. nudicaulis* as epiphyte in the open restinga of *Clusia* in the NPRJ is not related to problems of mechanical fixation, equilibrium, survival and growth of ramets in the trees of the restinga.

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDO | 15 |
| 2.1.1 As Restingas | 15 |
| 2.1.2 A Área Amostral | 17 |
| 2.2 ESPÉCIE ESTUDADA | 20 |
| 2.2.1 Família Bromeliaceae | 20 |
| 2.2.2. <i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb. | 21 |
| 2.3 EXPERIMENTO | 24 |
| 2.4 VARIÁVEIS MEDIDAS | 29 |
| 2.5 ANÁLISE DOS DADOS | 29 |
| 3 RESULTADOS | 31 |
| 3.1 RESULTADOS DA MEDIÇÃO ANTERIOR AO ESTABELECIMENTO DO EXPERIMENTO (t_0) – MEDIÇÃO 1 | 31 |
| 3.2 RESULTADOS DO EXPERIMENTO | 33 |
| 3.2.1 Taxa de sobrevivência | 33 |
| 3.2.2 Resultados da ANOVA de dois fatores com medições repetidas para os rametes jovens e adultos | 35 |
| 3.2.3 Fixação ao novo substrato | 39 |
| 3.2.4 Resultados dos novos rametes | 42 |
| 4 DISCUSSÃO | 47 |
| REFERÊNCIAS | 53 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| APÊNDICE A - Tabelas de resultado da ANOVA de um fator, utilizando micro-ambiente de origem como um fator independente. | 57 |
| APÊNDICE B - Ramete Jovem: Tabela de resultados da ANOVA de dois fatores com medições repetidas, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes e tempo como fator de repetição. | 58 |
| APÊNDICE C - Ramete Adulto: Tabela de resultados da ANOVA de dois fatores com medições repetidas, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes e tempo como fator de repetição. | 59 |
| APÊNDICE D - Novos Rametes nascidos na Medição 2: Tabela de resultados da ANOVA de dois fatores com medições repetidas, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes e tempo como fator de repetição. | 60 |
| APÊNDICE E - Novos Rametes nascidos na Medição 3: Tabela de resultados da ANOVA de dois fatores, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes. | 61 |
| APÊNDICE F - Novos Rametes e Flores: Tabela de resultados da análise de regressão logística tratando as variáveis como presença ou ausência (1 ou 0) | 62 |

1 INTRODUÇÃO

A preferência de habitat em plantas é um conceito pouco discutido, provavelmente pelo fato da maioria delas serem imóveis (veja CRAWFORD, 1989). Entretanto, tais preferências podem estar relacionadas ao hábito facultativo de algumas espécies, que podem ocorrer como epífitas ou terrestres, assim como à origem e evolução de grupos botânicos. Por exemplo, para a família Bromeliaceae, são estabelecidas duas hipóteses alternativas: (1) as bromélias epífitas da floresta originaram-se de bromélias terrestres do solo úmido e sombreado da mata, para em seguida colonizar a vegetação mais aberta; e (2) as bromélias epífitas da floresta se originaram de parentes terrestres em vegetações abertas expostas ao sol, para depois colonizar o solo da mata (MEDINA, 1974).

Tais trajetórias só seriam possíveis mediante um alto potencial de aclimação e plasticidade ecológica das espécies envolvidas (e.g. FREITAS et al., 1998; SCARANO et al., 2002), que teria possibilitado a essas espécies lidar com a variabilidade ambiental (BAZZAZ, 1991). A plasticidade ecológica por vezes decorre da plasticidade fenotípica (SCHLICHTING e PIGLIUCCI, 1998 apud SCARANO et al. 2002), que é a capacidade de um genótipo alterar seu fenótipo em resposta ao ambiente. Para que isso aconteça, é necessária habilidade de percepção das mudanças ambientais, o que permitiria uma potencial distinção das qualidades ambientais mais favoráveis ao crescimento e reprodução (DONOHUE, 2003).

Uma mesma espécie pode manifestar distintas preferências de habitat dependendo da comunidade vegetal em que se encontrar. Novamente no caso das epífitas, Scarano (2002) exemplifica que no complexo atlântico espécies que são epífitas na mata Atlântica *sensu stricto* muitas vezes são terrestres nas comunidades

marginais à esta, isto é, restinga, pântano e campo de altitude. Isso se aplica para bromélias nos campos de altitude (e.g., *Fernseea itatiaiae* (Wawra) Backer), pântanos (e.g., *Nidularium procerum* Lindman) e restingas (e.g., *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb.). Mais curiosamente, uma mesma espécie pode apresentar tanto o hábito terrestre como o epífítico numa mesma comunidade vegetal, ainda que um deles seja predominante (FREITAS et al., 1998).

Fischer e Araújo (1995) verificaram que a bromélia *A. nudicaulis* pode ocorrer em distintos habitats do complexo atlântico e classificaram-na como epífita facultativa intolerante ao sombreamento, sendo dispersa por pássaros. Enquanto essa espécie cresce como epífita na mata atlântica (FISCHER e ARAUJO, 1995; PITTENDRIGH, 1948, SCARANO, 2002), na restinga aberta de *Clusia* ela cresce principalmente como terrestre, sobre o substrato arenoso (HENRIQUES et al., 1986; SAMPAIO et al., 2002; SAMPAIO, 2004; SCARANO, 2002). Sampaio (2004) descreveu a estrutura e a dinâmica da população de *A. nudicaulis* em restinga aberta de *Clusia*, quantificando os efeitos ambientais no crescimento clonal desta espécie em duas diferentes escalas ambientais, uma regional e outra local. Enquanto este estudo aborda a dinâmica da população terrestre, não foram encontrados estudos que envolvam a dinâmica de populações epífitas desta espécie, o que dificulta uma análise comparativa da dinâmica populacional nos dois ambientes.

As restingas abertas do norte-fluminense do Estado do Rio de Janeiro, consistem de ilhas de vegetação espaçadas, de variados tamanhos (em média de 5 a 100 m² de área), circundadas por areia nua (HENRIQUES et al., 1986). No entanto, ainda que a restinga aberta possa ser considerada uma vegetação aberta arbustiva (SCARANO, 2002), é possível encontrar várias árvores com copa larga e

galhos fortes o suficiente para suportar epífitas como *A. nudicaulis*. Em restingas dominadas por *Clusia hilariana* Schldl. (Clusiaceae), também chamadas de restingas de *Clusia*, outra espécie de árvore abundante é a *Ocotea notata* (Nees) Mez (Lauraceae), e outras menos abundantes são *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae) e *Garcinia brasiliensis* Mart. (Clusiaceae). Ainda assim, é raro encontrar *A. nudicaulis* como epífita nessa vegetação.

A rara ocorrência de *A. nudicaulis* como epífita nas restingas abertas do norte-fluminense pode estar relacionada a três fatores principais: (1) problemas relacionados à fixação mecânica, equilíbrio, sobrevivência e crescimento de rametes nas árvores da restinga; (2) produção de sementes não viáveis, problemas de germinação ou sobrevivência de plântulas; e (3) baixa abundância de dispersores de *A. nudicaulis* na restinga aberta. A ocorrência dessa espécie preferencialmente como epífita na mata atlântica (PITTENDRIGH, 1948; FISCHER e ARAUJO, 1995; SCARANO, 2002) levou ao questionamento da capacidade de *A. nudicaulis* em sobreviver como epífita na restinga aberta de *Clusia*.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a habilidade de rosetas terrestres de *A. nudicaulis* crescerem em substrato epifítico na restinga através de um experimento de transplante, onde fragmentos terrestres foram transplantados para a copa das árvores na restinga para acompanhamento da sobrevivência e crescimento. Caso análogo de preferência de habitat foi estudado por Freitas et al. (1998) para duas epífitas facultativas do gênero *Nidularium* (Bromeliaceae) que ocorriam preferencialmente como terrestres na Reserva Biológica de Poço das Antas, uma mata alagada no Rio de Janeiro. Tal estudo mostrou que as bromélias terrestres dessa área conseguiram se fixar como epífitas através da utilização de experimentos de transplantes. Poucos autores utilizaram essa metodologia para estudos em

populações vegetais (LOVETT DOUST, 1981; van der HOEVEN, 1999), principalmente para elucidar questões relacionadas ao hábito de espécies nas regiões tropicais (FREITAS et al., 1998).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

2.1.1 As Restingas

As restingas são formadas por depósitos arenosos de origem marinha datados do Quaternário que se estendem paralelos ao litoral (LACERDA et al., 1993), sobre os quais encontramos um mosaico de comunidades vegetais (DAU, 1960; SCARANO, 2002). Essas formações freqüentemente separam pequenas lagoas costeiras do oceano e caracterizam a costa brasileira desde a Bahia até o sudeste (LACERDA et al., 1993).

Pertencentes ao complexo vegetacional atlântico, as restingas estão localizadas entre a cadeia montanhosa da floresta Atlântica e o mar (Fig1; SCARANO, 2002). Cerca de 80% das espécies listadas para as restingas do Rio de Janeiro também ocorrem na floresta Atlântica (ARAUJO, 2000), mas na restinga, as plantas estão sujeitas a condições ambientais mais extremas do que na floresta, como seca, salinidade e baixa disponibilidade de nutrientes (SCARANO et al., 2001).

No estado do Rio de Janeiro, as restingas foram classificadas por Araujo (2000) em dez zonas de acordo com a flora encontrada, que é relacionada à variação local de clima e história geológica. Uma dessas zonas na região norte do estado do Rio de Janeiro é onde se encontra o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ - 22°23' S, 41°45' W), que abrange 10 distintas formações vegetais (ARAUJO et al., 1998). A formação vegetal mais encontrada é a Formação Aberta Arbustiva de *Clusia*, que tem distribuição extensa e apresenta vegetação em mosaico, sendo constituída de ilhas de vegetação fechadas intercaladas com áreas abertas de areia branca com vegetação herbácea esparsa (HENRIQUES et al.,

1986). As maiores ilhas de vegetação têm forma hemisférica e podem ter um diâmetro de 10 metros e uma altura de até 7 metros, com uma copa que geralmente se estende até a superfície do solo, sendo *Clusia hilariana* Schlttdl. (Clusiaceae) a espécie dominante nas moitas (DIAS et al., 2006; HENRIQUES et al., 1986).

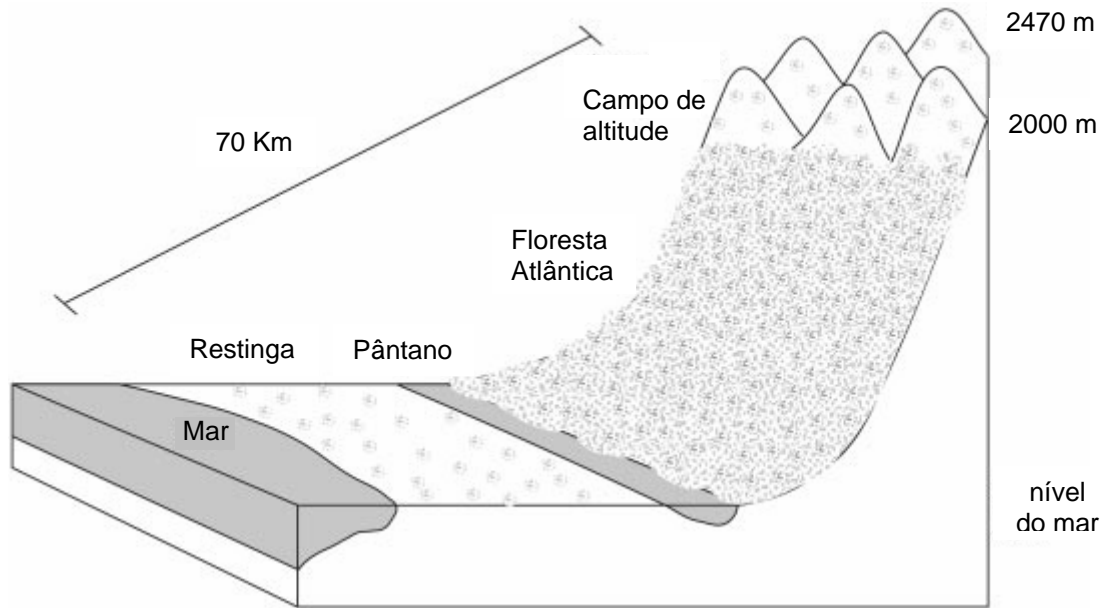


Figura 1: Representação esquemática do complexo vegetacional Atlântico no estado do Rio de Janeiro.

Fonte: traduzido de Scarano (2002).

As areias holocênicas (do segundo período do Quaternário) são muito pobres, com conteúdo de nutrientes muito baixo, mas dentro das ilhas de vegetação espera-se que o solo seja mais rico devido à entrada de uma maior quantidade de matéria orgânica (RIZZINI, 1979; HENRIQUES et al., 1986). Porém, mesmo nas matas de restinga, que ocorrem em depressões entre cordões de areia, o desenvolvimento do horizonte hemiórgânico é limitado a escassos 10 cm (HENRIQUES et al., 1986; GARAY e SILVA, 1995). O solo tem baixa capacidade de retenção de água e o mecanismo básico de saída de nutrientes é por meio de lixiviação através do solo (HAY e LACERDA, 1984; HENRIQUES et al., 1986).

Com relação ao funcionamento da restinga do PNRJ, este parece ter como base poucas espécies que promovem condições ambientais favoráveis à germinação e crescimento de outras espécies (ZALUAR e SCARANO, 2000; LIEBIG et al., 2001; SCARANO, 2002; SCARANO et al., 2004). Dentre essas espécies, destacam-se a palmeira geófito *Allagoptera arenaria* (Gomes) Kuntze (Arecaceae), a árvore *C. hilariana* e, o objeto de estudo deste trabalho, a bromélia *A. nudicaulis* (Bromeliaceae; ZALUAR e SCARANO, 2000; SCARANO et al., 2004). Chama a atenção o fato dessas duas últimas espécies terrestres facilitadoras da restinga, onde geram sítio de germinação para o estabelecimento de outras espécies, serem respectivamente hemi-epífita estranguladora e epífita na mata Atlântica *sensu stricto* (SCARANO, 2002).

2.1.2 A Área Amostral

Esta dissertação foi desenvolvida no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ), que foi criado em 1998 e ocupa uma área de 14.838,52 ha (Decreto s/n de 29 de Abril de 1998). A precipitação anual é de 1.164mm, e a distribuição das chuvas é fortemente sazonal, com precipitação mínima mensal no inverno (41mm) e máxima no verão (189 mm). Há pelo menos um período seco nessa região, no mês de junho. A temperatura média anual é de 22,6°C, variando durante o ano, com máxima de 29,7°C em janeiro e mínima de 20°C em julho. A baixa precipitação em comparação à floresta tropical chuvosa, associada ao solo com baixa capacidade de retenção de água, cria condições difíceis para a sobrevivência das plantas (HENRIQUES et al., 1986).

No ano de 2000 foram implantadas as parcelas do Programa de Pesquisas de Longa Duração (PELD) para estudo da comunidade vegetal (ver SCARANO et al., 2004). Foram estabelecidas três réplicas de um hectare cada, em três áreas desta restinga, que se diferenciavam em relação às características de cobertura e diversidade vegetal (PIMENTEL, 2002; SAMPAIO et al., 2005). Os dados dessa tese foram coletados na área próxima à lagoa Comprida, localizada mais distante do mar e classificada como a de maior cobertura vegetal (42%; figuras 2 e 3).

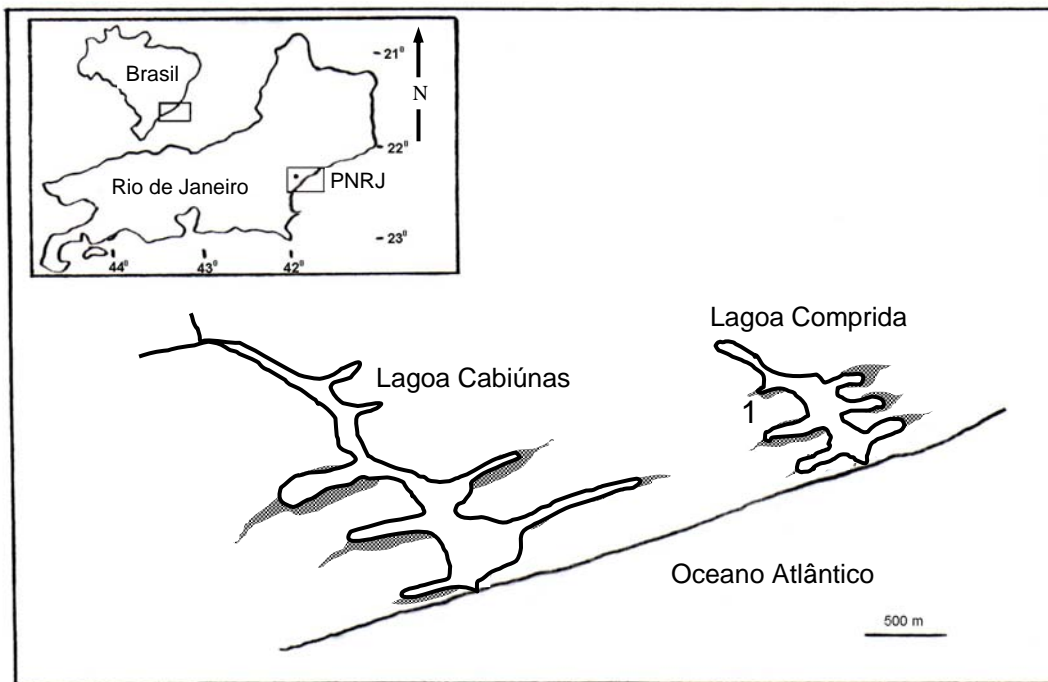


Figura 2: (1) Localização da área de estudo no PNRJ, escolhida por ser a de maior cobertura vegetal (42%).
 Fonte: Modificado de Sampaio (2004).



Figura 3: Vista interna da área de estudo no PNRJ. Em primeiro plano, a palmeira geófito *Allagoptera arenaria* e os fragmentos clonais da bromélia *Aechmea nudicaulis*. Ao fundo, uma ilha de vegetação em estágio sucessional avançado.

2.2 ESPÉCIE ESTUDADA

2.2.1 Família Bromeliaceae

A espécie estudada pertence à família Bromeliaceae, família que, com exceção de uma espécie africana de *Pitcairnia*, é inteiramente restrita às regiões tropicais e sub-tropicais do continente americano (BENZING, 1994; PITTENDRIGH, 1948). A família Bromeliaceae é constituída por aproximadamente 2700 espécies (BENZING, 2000) e caracterizada como um todo por sua tendência ao xerofitismo e pelo marcante sistema de absorção das folhas (PITTENDRIGH, 1948). Três sub-famílias são reconhecidas na família Bromeliaceae: Pitcairnioideae, na qual todas as espécies são terrestres; Tillandsioideae, com espécies quase que exclusivamente epífitas; e Bromelioideae, que contém várias formas terrestres mas é predominantemente epífita (HARMS, 1930 apud PITTENDRIGH, 1948; MEZ, 1935 apud PITTENDRIGH, 1948)

A família Bromeliaceae é rica em diversidade fisiológica, apresentando uma grande quantidade de variações e adaptações ecofisiológicas (MARTIN, 1994). Em algumas espécies a captação de recursos, i.e., absorção de água e luz para a fotossíntese, se dá preferencialmente pelas folhas (Benzing, 1990). Várias espécies também obtêm nutrientes por meio de suas folhas, que são dispostas em roseta e têm bainha expandida, formando tanques que acumulam água e matéria orgânica (Pittendrigh, 1948; Medina, 1974).

A maioria das bromélias se encaixa na definição geral de crescimento clonal, pois em alguns anos elas se tornam uma coleção de rametes, módulos que vivem como partes subordinadas, mas potencialmente independentes, de um genete

(HERBEN et al., 1994; SAMPAIO, 2004). O genete é composto de um, ou um grupo de rametes produzidos de um único zigoto (BENZING, 2000).

Pittendrigh (1948) classifica a família Bromeliaceae em 4 tipos ecológicos de acordo com a formação ou não de “tanque” (i.e., rosetas com bainhas foliares expandidas e sobrepostas que permitem captação de água e serrapilheira) e da forma de captação de água e nutrientes: pela raiz ou por tricomas. O tipo III, tanque-tricomas de absorção, é aquele no qual a maioria das bromélias se insere. Esse grupo se caracteriza por apresentar “tanques”, armazenadores de grandes quantidades de água e tricomas de absorção. As raízes são predominantemente ou exclusivamente usadas para a fixação mecânica e muitas espécies desse grupo são totalmente restritas ao tanque para a nutrição. Classificada como tipo III, encontramos a bromélia *A. nudicaulis*.

2.2.2 *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb.

Aechmea nudicaulis é uma bromélia tanque que apresenta metabolismo CAM (metabolismo ácido das crassuláceas; REINERT et al., 1996) e crescimento clonal (PITTENDRIGH, 1948; SAMPAIO et al., 2002). Ocorre desde o México ao noroeste da América do Sul e no sudeste do Brasil (SMITH e DOWNS, 1979), sendo esta a espécie de distribuição mais ampla do sub-gênero *Pothuava*. *A. nudicaulis* é encontrada em uma grande variedade de habitats no Brasil, como cerrado, mata atlântica, restingas e mangues, podendo crescer como epífita, saxícola, rupícola e terrestre desde o nível do mar até aproximadamente 1.200 metros de altitude (WENDT, 1997).

A alta suscetibilidade da semente de *A. nudicaulis* a temperaturas elevadas torna pouco provável que essa espécie seja recrutada a partir da germinação de sementes em solos expostos à luz plena (PINHEIRO e BORGHETTI, 2003). O grande número de fragmentos clonais encontrados expostos ao sol nas restingas pode ser explicado pela direcionalidade no crescimento dos fragmentos das ilhas de vegetação, que crescem preferencialmente em direção às áreas abertas (SAMPAIO et al., 2004). Sobre o solo quente da restinga, *A. nudicaulis* atua como sítio de germinação de várias espécies, dentre elas a árvore *C. hilariana* (SCARANO, 2002; ZALUAR e SCARANO, 2000).

Sampaio et al. (2002) descreveram o crescimento clonal dessa espécie na restinga de Barra de Maricá, e encontraram que uma planta-mãe produz geralmente até 3 rametes e a produção destes é independente de reprodução sexual, ocorrendo geralmente antes do florescimento do ramete. Os rametes são espaçados por rizomas que crescem horizontalmente no solo, e o comprimento desse rizoma entre os rametes varia entre 4 e 18 centímetros, mas a maioria (cerca de 73,53%) têm entre 10 a 14 centímetros de distância. No PNRJ, a média da distância entre os rametes é um pouco menor que em Barra de Maricá, variando entre 8 e 11 cm (SAMPAIO, 2004). Os fragmentos clonais consistem de rametes vegetativos, floridos ou florescidos (este último apresentando infrutescência seca), rametes mortos (contendo apenas folhas secas) e vestígios de rametes que perdem as suas folhas mas ainda mantêm as raízes (Figura 4; SAMPAIO et al., 2002).

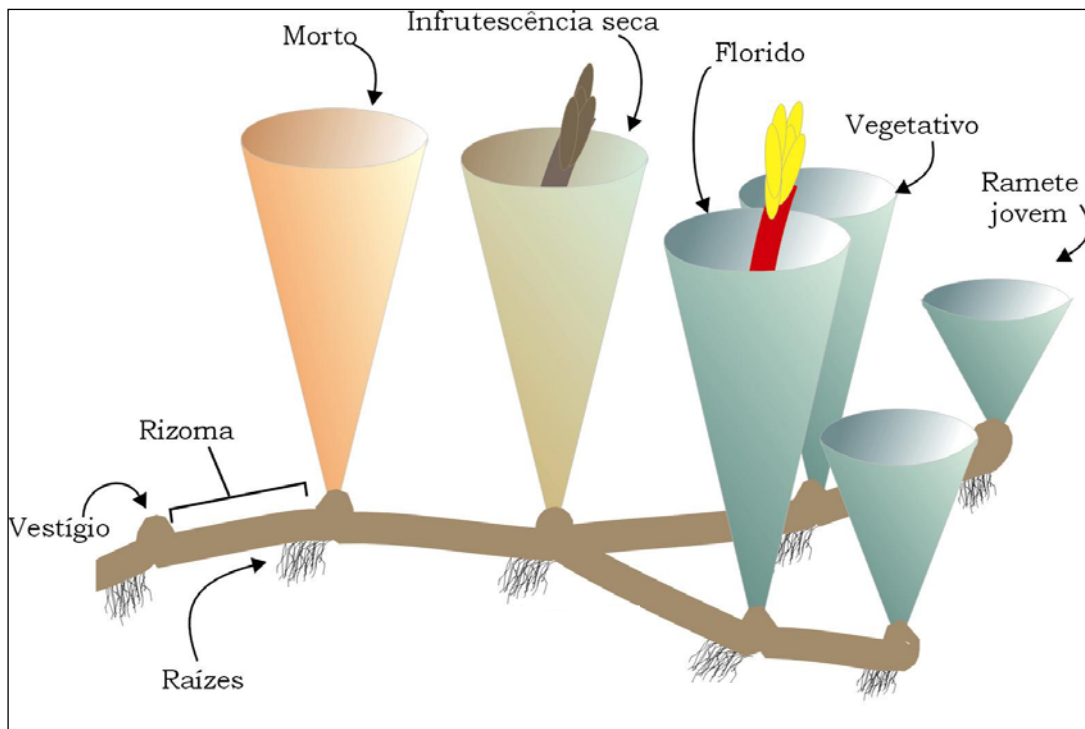


Figura 4: Esquema de um fragmento clonal de *A. nudicaulis* identificando vários estágios de vida dos rametes: ramete jovem, vegetativo, florido, florescido (apresentando infrutescência seca) e morto. São ilustradas as principais estruturas encontradas em um fragmento: rizoma; vestígio da existência de um ramete; e raízes.
 Fonte: Modificado de Sampaio et al. (2002).

2.3 EXPERIMENTO

Para o experimento foram selecionados 80 fragmentos de *A. nudicaulis* - cada um consistindo de dois rametes - que tiveram o rizoma cortado e foram separados do restante do fragmento (Figura 5). Para que os fragmentos selecionados fossem o mais semelhante possível entre eles, foi estabelecido como critério de seleção que estes deveriam ser compostos de dois rametes, sendo um ramete jovem e um ramete adulto vegetativo. O ramete jovem deveria ter altura entre 20 e 30 cm; já o ramete adulto não teve altura previamente estabelecida, mas não poderia ter florido até o momento da separação do fragmento e não poderia ter nenhuma bifurcação, ou seja, não poderia estar iniciando a emissão de um outro ramete. A classificação dos rametes em jovem vegetativo e adulto vegetativo teve como base Sampaio et al. (2005), que considerou rametes jovens aqueles com até 36 cm de altura, sendo esta a média de altura dos rametes com um ano de idade.

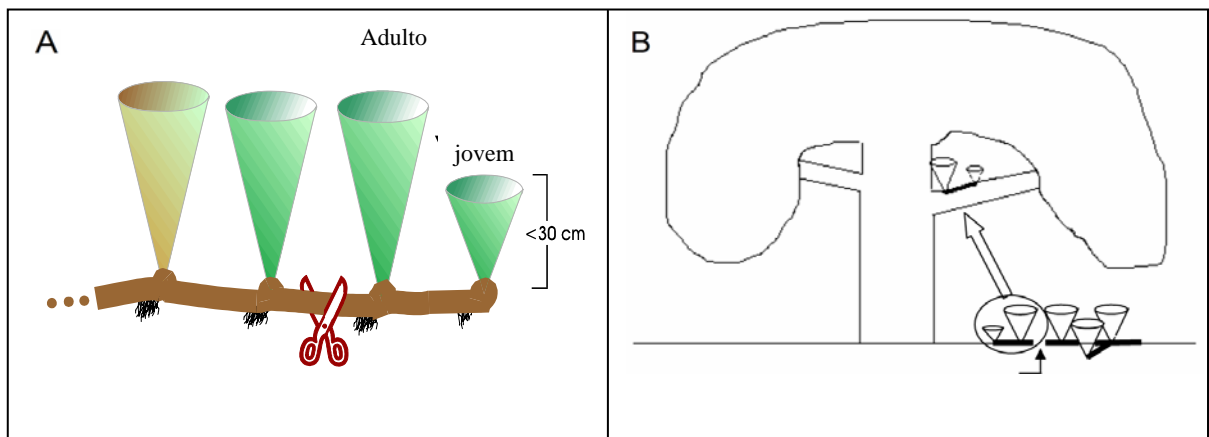


Figura 5: Esquema de um fragmento clonal de *A. nudicaulis* selecionado para o experimento de transplante, identificando os rametes vegetativos jovem e adulto que foram separados do restante do fragmento (A) e esquema do transplante de *A. nudicaulis* para os galhos de *C. hilariana*.

Quarenta dos rametes selecionados estavam expostos ao sol e 40 estavam em condição sombreada, no interior das ilhas de vegetação. Em estudo da dinâmica de *A. nudicaulis* na mesma área do experimento, Sampaio (2004) verificou que ocorre um gradiente de altura do micro-ambiente exposto para o interior das ilhas de vegetação, com os maiores rametes encontrados no interior das ilhas. Dessa forma, optamos por utilizar fragmentos das duas condições mais distintas de exposição à luz, possibilitando a observação de diferenças que pudessem ser devidas à condição de luminosidade original, e não ao tratamento. As principais características destes dois micro-ambientes, segundo Sampaio (2004), são:

- a) *exposto (sol)* – neste micro-ambiente, os fragmentos clonais crescem na área entre as ilhas de vegetação. Nenhuma espécie está associada aos fragmentos, que crescem isolados sobre a areia nua, recebendo grande quantidade de luz, calor e salinidade (figura 6A);
- b) *no interior das ilhas de vegetação (sombra)* – os fragmentos clonais que crescem neste micro-ambiente encontram-se cobertos pela vegetação de arbustos que compõem as ilhas de vegetação, que possuem tamanho variado, desde 5 m² até mais de 100 m²(figura 6B);



Figura 6: Dois micro-ambientes onde foram coletados os fragmentos de *A. nudicaulis* para o experimento de transplante no PNRJ: A) Exposto (sol); B) Interior de ilhas de vegetação (sombra).

Vinte árvores da espécie *C. hilariana* foram utilizadas como hospedeiras para fixação dos fragmentos no transplante (figura 7). Essa espécie foi escolhida por causa da sua altura, que na restinga pode ser de até 7 metros (DIAS et al., 2006) e por ser a espécie dominante nas moitas, que têm formato hemisférico e chegam a ter por volta de 9 a 10 metros de diâmetro (DIAS et al., 2006; HENRIQUES et al., 1986). Além do espaço nos troncos ser suficiente para que os fragmentos de *A. nudicaulis* se fixem e cresçam, dos apenas oito fragmentos epífitos dessa espécie encontrados na área do experimento, quatro estavam crescendo nos troncos de *C. hilariana*. No transplante, foram fixados em cada árvore dois fragmentos: um proveniente do micro-ambiente exposto ao sol e um proveniente do micro-ambiente sombreado do interior das ilhas de vegetação. Os fragmentos foram fixados artificialmente ao forófito escolhido, por meio de lacres plásticos resistentes o suficiente para sustentar os fragmentos (figura 8A).

Como controle foram utilizados 40 (quarenta) fragmentos com as mesmas características dos fragmentos transplantados (figura 8B). Após os fragmentos serem separados do restante do clone eles permaneceram como terrestres no mesmo micro-ambiente de origem: 20 expostos ao sol e 20 no interior das ilhas de vegetação. Foram feitas três medições com intervalos de um ano, uma no estabelecimento do experimento (abril 2002), outra após um ano (2003) e após dois anos (2004).



Figura 7: Uma das árvores da espécie *C. hilariana* utilizada no experimento de transplante de fragmentos de *A. nudicaulis* no PNRJ.



Figura 8: Dois tratamentos do experimento de transplante de *A. nudicaulis* no PNRJ: A) Transplante de dois fragmentos para uma *C. hilariana*, um fragmento oriundo do micro-ambiente de sol e um do micro-ambiente de sombra; e B) Um controle do micro-ambiente de sol.

2.4 VARIÁVEIS MEDIDAS

Para cada ramete, as seguintes variáveis foram medidas: altura (medida do rizoma até a folha mais alta), diâmetro do ramete (10 cm acima do rizoma) e número de folhas. As mesmas variáveis foram medidas para os novos rames produzidos durante o experimento. Nos rames transplantados, também foi medida a distância entre os novos rames e o ramete-mãe. Durante todo o experimento, a mortalidade de rames e a produção de flores foram acompanhadas. A distância entre os rames adulto e jovem, assim como a profundidade do fragmento no solo foram medidas no início do experimento. Foram feitas observações sobre a profundidade que o ramete estava na areia quando foi retirado para o experimento e sobre a quantidade de raiz nos rames. Em relação à raiz, foram feitas novas observações apenas nos rames transplantados, já que para esses era possível observar as raízes sem interferir no meio onde eles estavam crescendo, e no controle a areia teria que ser removida, o que poderia interferir na dinâmica de crescimento.

2.5 ANÁLISE DOS DADOS

A sobrevivência nos dois tratamentos foi comparada através de teste de Qui-quadrado em cada ano. Também foi comparada através de Qui-quadrado a sobrevivência em cada tratamento e ambiente, isto é, transplante sol, transplante sombra, controle sol, controle sombra em cada ano.

A normalidade na distribuição dos dados foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov e a homocedasticidade através do teste de Levene. Após verificar que a distribuição dos dados se apresentou normal e que as variâncias

foram homogêneas, utilizamos o teste ANOVA para comparar as médias (ZAR, 1996). Os dados da primeira medição foram analisados através de uma ANOVA de um fator, utilizando micro-ambiente de origem como um fator independente. Para os dados dos três anos, a análise foi feita através de uma ANOVA de dois fatores com medições repetidas, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes e tempo como fator de repetição.

A emissão de novos rametes assim como a produção de flores foram analisadas separadamente para rametes jovens e adultos. Foi adotado o modelo de Regressão Logística tanto pelo fato de as variáveis dependentes (emissão de novos rametes e produção de flores) serem dicotômicas, como também pela facilidade de interpretação de seus parâmetros em termos de razão de chance (odds). Esta razão é definida como a razão entre a probabilidade de o evento ocorrer (neste caso, emissão de novos rametes e produção de flores) e a probabilidade de ele não ocorrer (não emissão de novos rametes e não produção de flores). O tratamento (transplante ou controle) e o ambiente de origem (sol ou sombra) foram utilizados como variáveis independentes.

As análises foram feitas no programa SAS versão 8.

3 RESULTADOS

Para melhor entendimento dos resultados do experimento, estes serão apresentados utilizando a classificação relativa à condição inicial dos rametes, como ramete jovem e ramete adulto. Ou seja, mesmo o ramete jovem crescendo, ele continuará sendo chamado de “jovem”, que foi a sua nomenclatura inicial. Da mesma forma, os rametes produzidos durante o experimento, independente de serem produzidos pelo ramete jovem ou pelo ramete adulto, serão chamados de “novos rametes”. Estes são separados entre os que nasceram na medição 2, após 1 ano do estabelecimento do experimento, e os que nasceram na medição 3, após 2 anos do experimento.

3.1 RESULTADOS DA MEDIÇÃO ANTERIOR AO ESTABELECIMENTO DO EXPERIMENTO (t_0) – MEDIÇÃO 1

A comparação dos dados da primeira medição - feita na implantação do projeto - em relação ao micro-ambiente exposto e no interior das ilhas de vegetação, através da ANOVA de um fator (Tabela 1), não mostrou nenhuma diferença significativa entre os rametes jovens em relação a altura, diâmetro do copo e número de folhas. Já entre os rametes adultos, os localizados no interior das ilhas são significativamente mais altos e apresentam mais folhas que os localizados no micro-ambiente exposto ao sol. Os rametes no interior das ilhas de vegetação apresentaram espaçamento entre rametes maior que os rametes expostos, mas não existe diferença significativa no diâmetro do rizoma.

No micro-ambiente exposto os rametes estão enterrados na areia em profundidade de aproximadamente $5,9 \text{ cm} \pm 0,28$ (média \pm erro padrão; $n=40$),

enquanto no interior das ilhas de vegetação eles ficam mais superficiais ao solo, geralmente apenas abaixo de uma fina camada de folhas secas. Aparentemente a quantidade de raiz nos rametes era menor no micro-ambiente de sombra (figura 9A), porém não foi feita nenhuma análise detalhada da raiz.

TABELA 1. Média \pm erro padrão (n) e resultado da ANOVA de um fator feita com a medição do início do experimento, ou seja, antes do estabelecimento dos tratamentos. ns= não significativamente diferente; ** $p < 0,01$; *** $p = 0,01$ a $0,001$

| | | Sol (n=40) | Sombra (n=40) | p |
|---------------|--------------------------|------------------|------------------|-----|
| Ramete jovem | Altura | 24,28 \pm 0,80 | 26,19 \pm 0,94 | ns |
| | Diâmetro do copo | 3,65 \pm 0,14 | 3,46 \pm 0,13 | ns |
| | Número de folhas | 8,03 \pm 0,34 | 7,75 \pm 0,24 | ns |
| Ramete adulto | Altura | 53,49 \pm 1,10 | 58,50 \pm 1,38 | ** |
| | Diâmetro do copo | 6,23 \pm 0,11 | 5,88 \pm 0,14 | ns |
| | Número de folhas | 8,18 \pm 0,47 | 9,75 \pm 0,33 | ** |
| Fragmento | Distância entre rametes | 7,50 \pm 0,31 | 8,89 \pm 0,35 | ** |
| | Diâmetro do rizoma | 1,77 \pm 0,06 | 1,71 \pm 0,03 | ns |
| | Profundidade pré-remoção | 5,89 \pm 0,26 | 2,34 \pm 0,41 | *** |

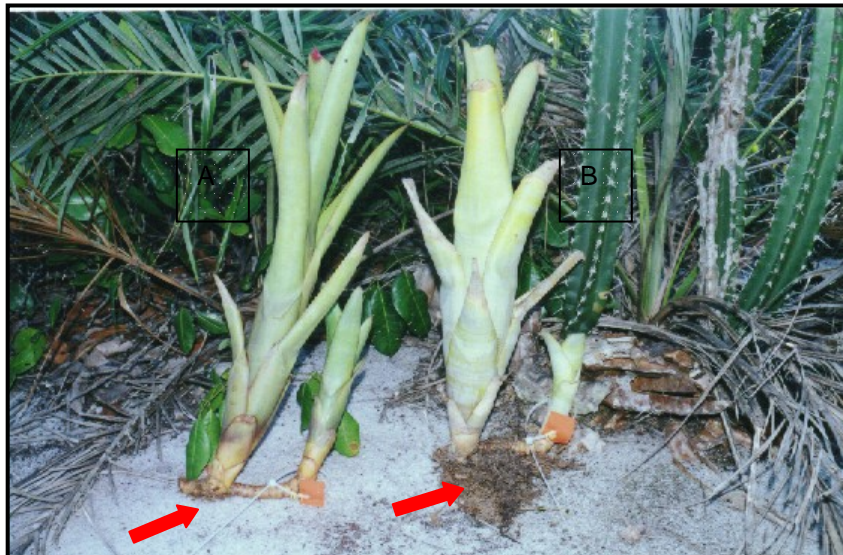


Figura 9: Fragmentos de *A. nudicaulis* oriundos dos micro-ambientes de sombra (A) e de sol (B). As setas vermelhas indicam as raízes.

3.2 RESULTADOS DO EXPERIMENTO

3.2.1 Taxa de sobrevivência

Ao comparar a sobrevivência dos rametes no transplante e no controle, o teste de qui-quadrado não apresentou diferença significativa no primeiro ano ($X^2 = 0,00002$, g.l. = 1, $p < 0,05$), nem no segundo ano ($X^2 = 1,16516$, g.l. = 1, $p < 0,05$). A porcentagem de sobrevivência nos 80 rametes transplantados foi de 96,3% ($n = 77$) no primeiro ano, enquanto nos 80 rametes do controle foi de 91,3% ($n = 73$). Após 2 anos o transplante ainda apresentava uma taxa de sobrevivência de 85% ($n = 68$), enquanto a porcentagem dos rametes vivos no controle foi de 66,3% ($n = 53$; Figura 10). Com relação à sobrevivência de rametes jovens e adultos, no segundo ano a taxa de sobrevivência foi de 88,8% ($n = 71$) nos rametes jovens e de 62,5% ($n = 50$) nos rametes adultos, independente de qual tratamento (Figura 10).

O teste de qui-quadrado também não apresentou diferença significativa quando a sobrevivência foi comparada em cada tratamento e ambiente, isto é, transplante sol, transplante sombra, controle sol, controle sombra, no primeiro ano ($X^2 = 0,02751$, g.l. = 3, $p < 0,05$), e no segundo ($X^2 = 1,16608$, g.l. = 3, $p < 0,05$).

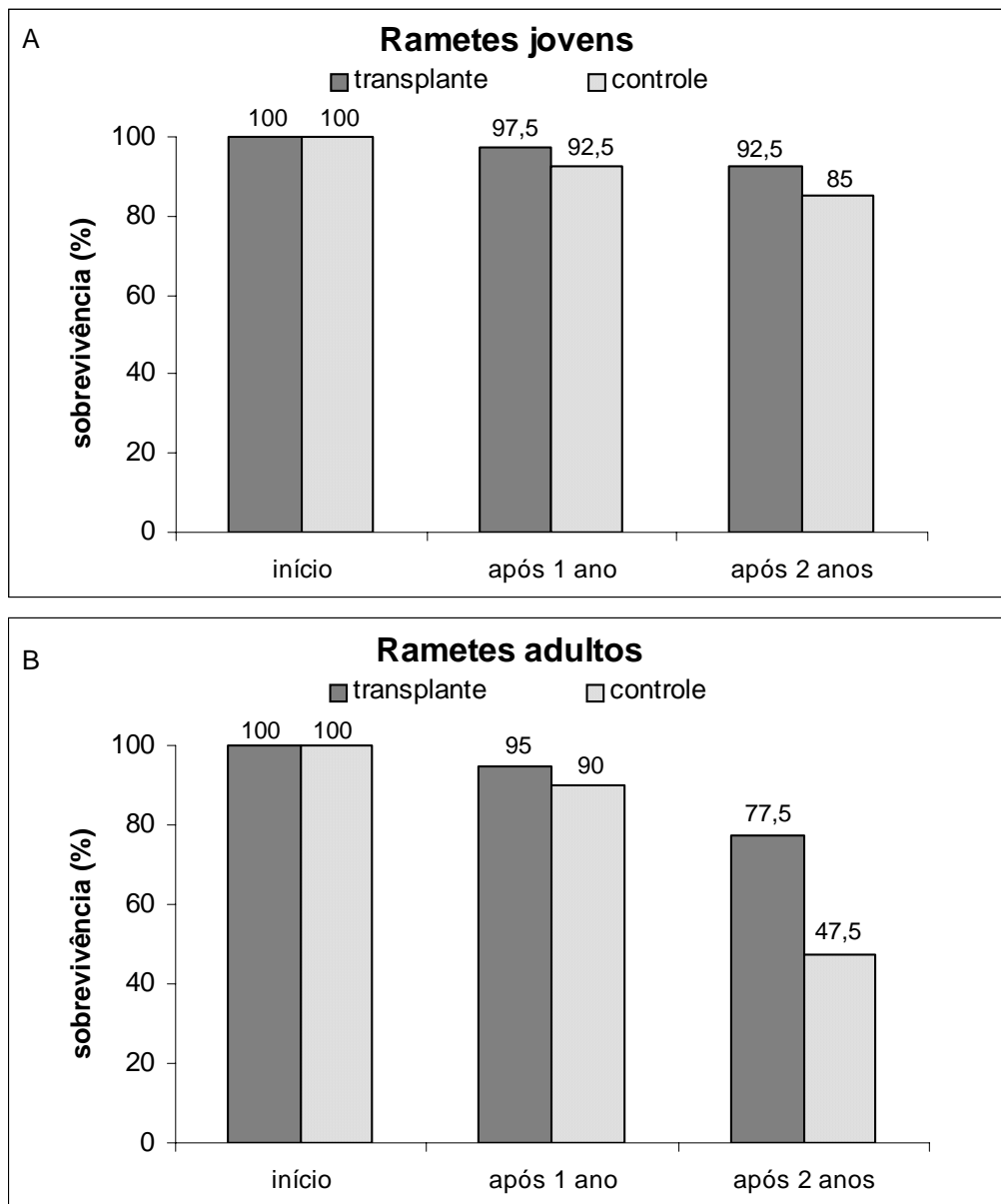


Figura 10: Taxa de sobrevivência de *A. nudicaulis* no primeiro e segundo ano em relação ao número inicial de rametes jovens (A) e adultos (B). Os valores estão indicados em forma de porcentagem.

3.2.2 Resultados da ANOVA de dois fatores com medições repetidas para os rametes jovens e adultos

Na ANOVA de dois fatores com análises repetidas para os rametes adultos, houve diferença significativa na altura dos rametes em relação ao micro-ambiente de origem (sol ou sombra; figura 11A) e em relação ao tratamento (transplante ou controle; figuras 11B e 11C). A altura foi maior nos rametes oriundos do micro-ambiente do interior das ilhas de vegetação em relação aos expostos (figura 11A) e maior no controle em relação ao transplante para cada ambiente de origem (figura 11C). Houve uma interação entre tempo e ambiente, significando que existem diferenças no crescimento dos rametes que dependem dos seus micro-ambientes de origem. Os rametes adultos perderam folhas durante o experimento e o número de folhas apresentou diferença significativa entre tratamentos (figuras 12B e 12C) e entre micro-ambientes de origem (12A), sendo o número de folhas maior nos rametes transplantados e no micro-ambiente de sombra. Todas as interações da análise foram significativas para essa variável, ou seja: i) tempo e ambiente; ii) tempo e tratamento; e iii) tempo, ambiente e tratamento. O diâmetro do ramete não apresentou nenhuma diferença significativa (tabela 2).

Nos rametes jovens, a altura aumentou significativamente ao longo do tempo (figuras 13A, 13B e 13C; tabela 2) e houve interação entre tempo e tratamento (figuras 13B e 13C; tabela 2). O número de folhas foi diferente entre tratamentos: os rametes transplantados possuíam maior número de folhas nas medições 2 e 3 (figuras 14B e 14C). O tempo também foi significativo e houve uma interação entre tempo e ambiente (figuras 14A, 14B e 14C; tabela 2) e entre tempo e tratamento (figuras 14B e 14C; tabela 2). O diâmetro do ramete apresentou diferença

significativa entre tratamentos, sendo maior no controle em relação ao transplante (tabela 2).

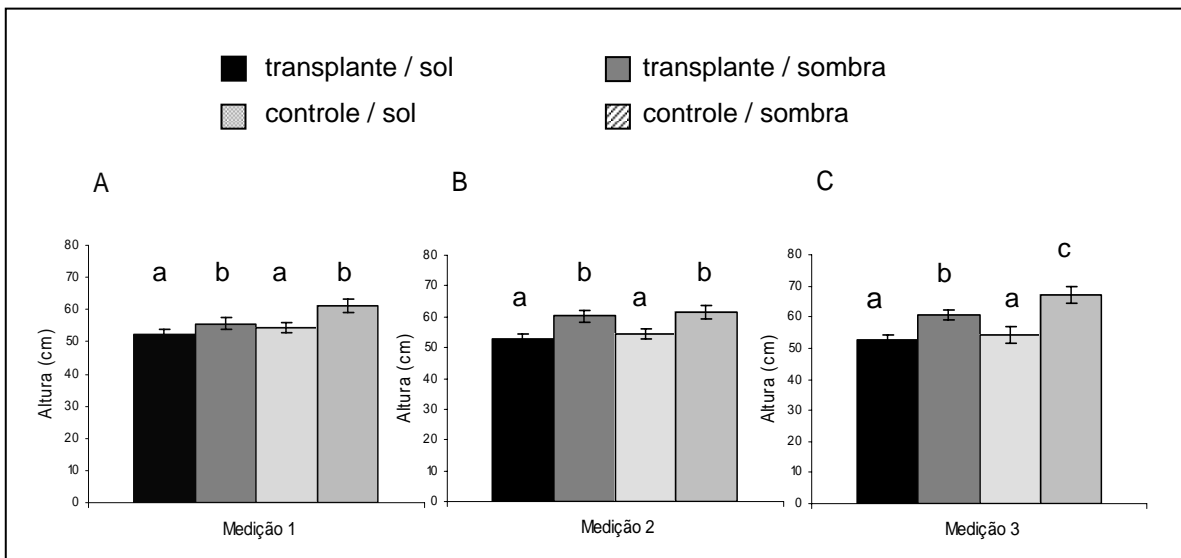


Figura 11: Altura dos rametes adultos de *A. nudicaulis* nas medições um (A), dois (B) e três (C). As barras indicam a média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa em cada gráfico. Para outras significâncias de efeitos ver tabela 2.

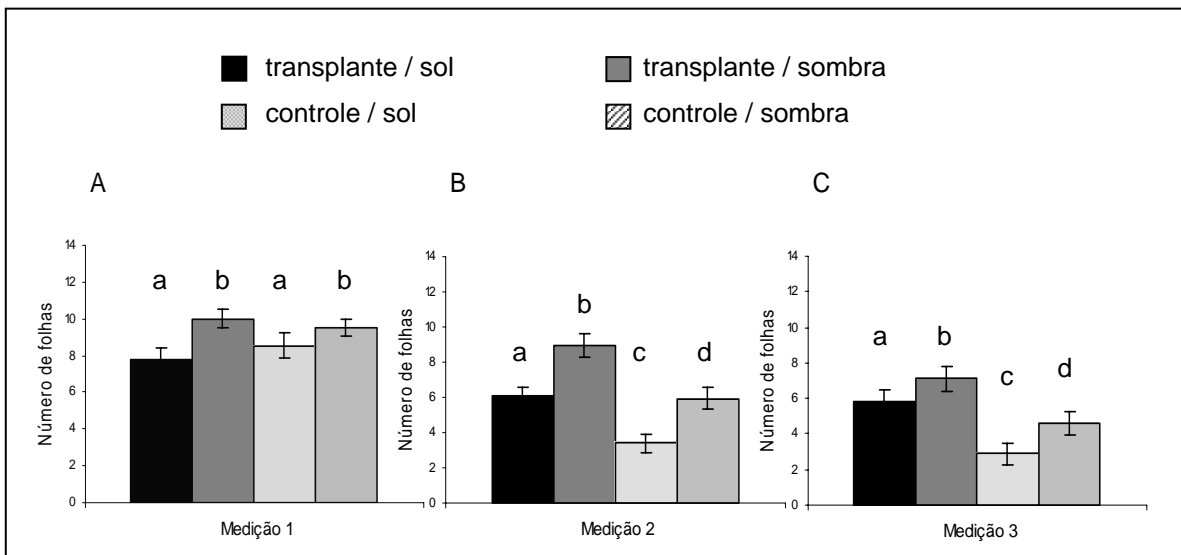


Figura 12: Número de folhas nos rametes adultos de *A. nudicaulis* nas medições um (A), dois (B) e três (C). As barras indicam a média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa em cada gráfico. Para outras significâncias de efeitos ver tabela 2.

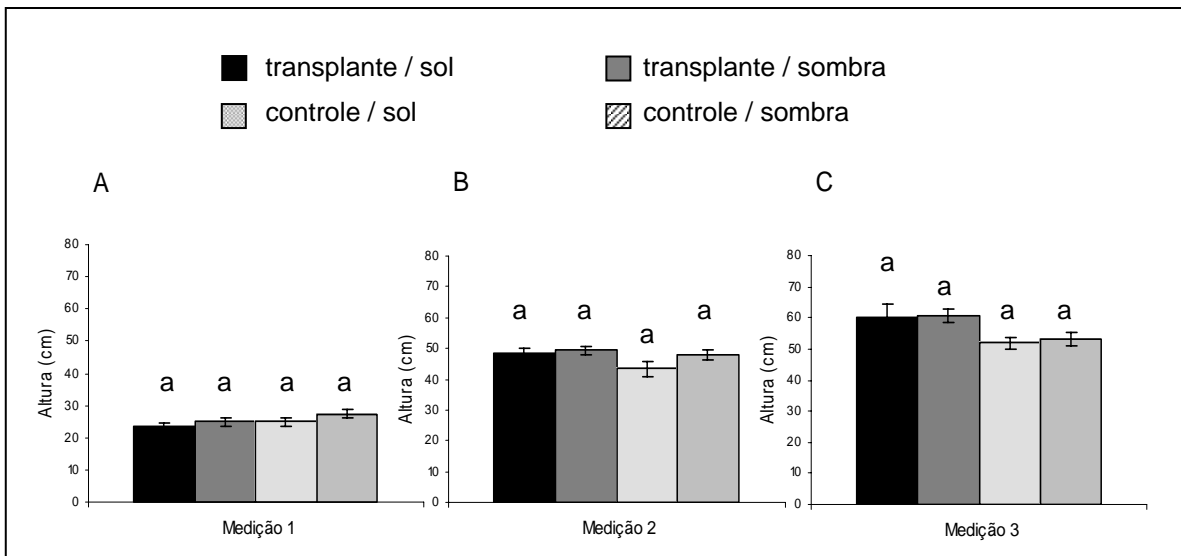


Figura 13: Altura dos rametes jovens de *A. nudicaulis* nas medições um (A), dois (B) e três (C). As barras indicam a média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa em cada gráfico. Para outras significâncias de efeitos ver tabela 2.

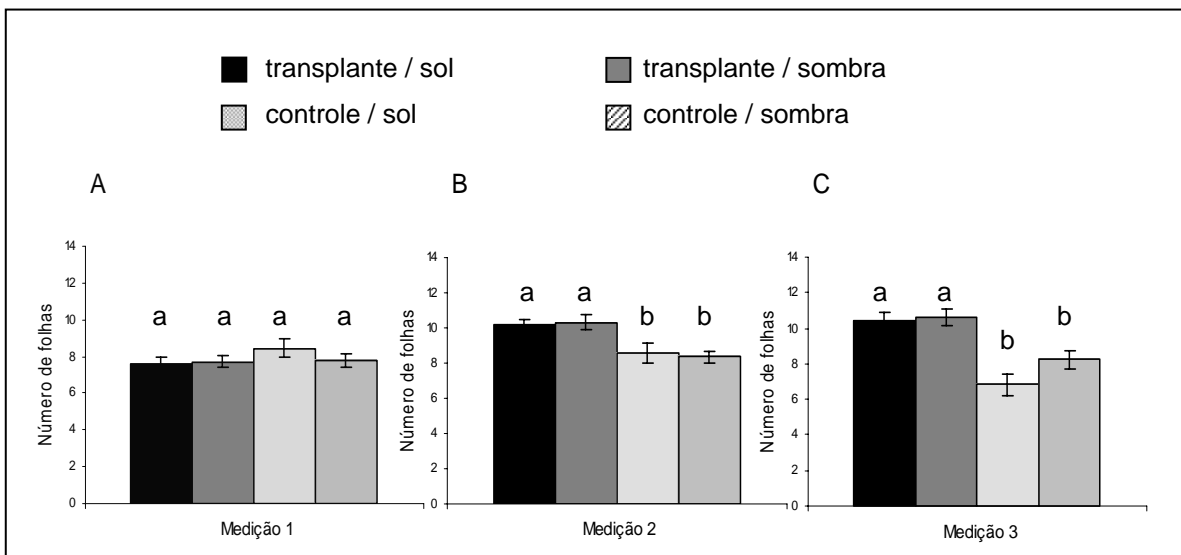


Figura 14: Número de folhas nos rametes jovens de *A. nudicaulis* nas medições um (A), dois (B) e três (C). As barras indicam a média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa em cada gráfico. Para outras significâncias de efeitos ver tabela 2.

Durante o experimento, 35 rametes floresceram, destes, 6 eram jovens (figura 15A) e 29 eram adultos (figura 15B). Entre os jovens não houve diferença significativa no número de rametes floridos em relação ao tratamento ou micro-ambiente de origem (figura 15A), mas nos rametes adultos houve uma interação entre tratamento e ambiente (tabela 2). Foi produzido um total de 86 novos rametes, destes, 60 foram produzidos por rametes jovens (figura 16A) e 26 por rametes adultos (figura 16B). Nos rametes jovens não houve diferença significativa no número de novos rametes produzidos em relação ao tratamento nem em relação ao micro-ambiente de origem (figura 16A). Já nos rametes adultos, os transplantados emitiram mais rametes novos que o controle, independente do micro-ambiente de origem (figura 16B).

3.2.3 Fixação ao novo substrato

Pela observação das raízes, que foi feita apenas para os rametes transplantados, verificamos que dos 80 rametes inicialmente transplantados 68 produziram novas raízes, visualmente diferentes das que eles possuíam antes de serem transplantados. Destes, 37 eram rametes jovens e 31 rametes adultos. Foi possível observar após dois anos, que muitos desses rametes já se encontravam totalmente fixos ao tronco, não necessitando mais da fixação artificial para permanecerem fixos ao tronco (figura 17).

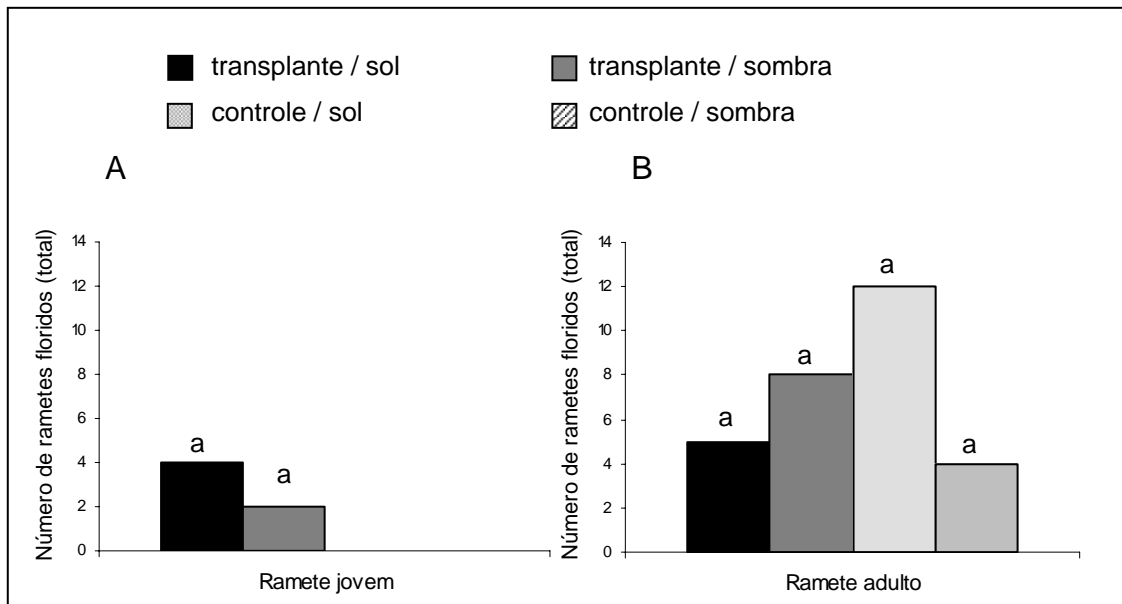


Figura 15: Número de rametes jovens (A) e adultos (B) de *A. nudicaulis* floridos nos diferentes tratamentos e micro-ambientes de origem. As barras indicam número total. Para significância de efeitos ver tabela 2.

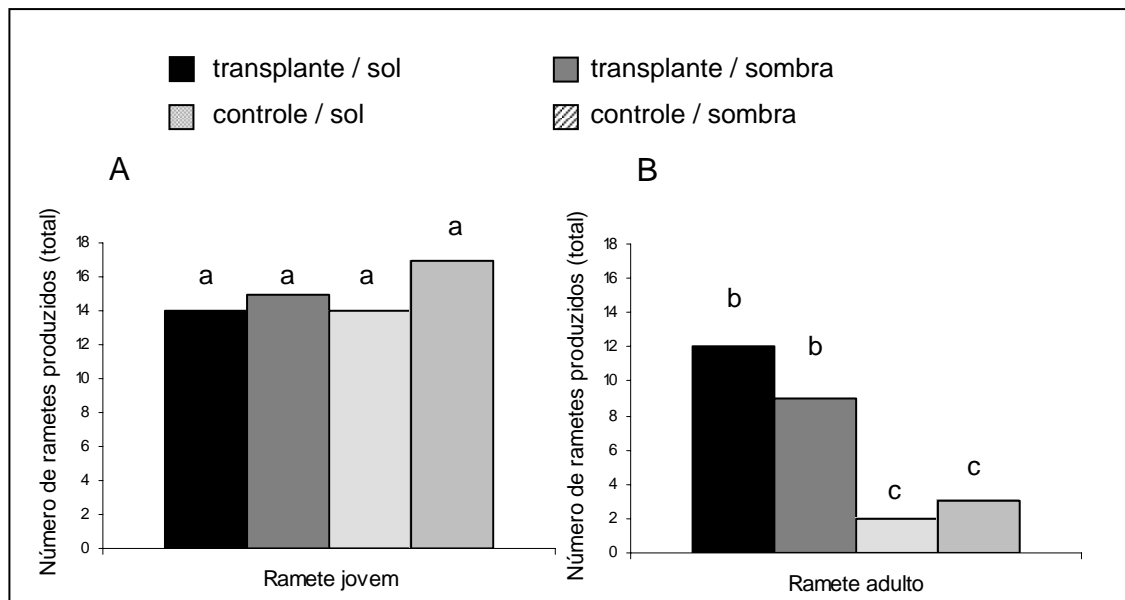


Figura 16: Número de novos rametes de *A. nudicaulis* produzidos pelos rametes jovens (A) e adultos (B) nos diferentes tratamentos e micro-ambientes de origem. As barras indicam número total. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa em cada gráfico. Para outras significâncias de efeitos ver tabela 2.



Figura 17: Fragmento de *A. nudicaulis* após dois anos do transplante. Novas raízes foram produzidas, fixando a planta ao tronco de *C. hilariana*.

3.2.4 Resultados dos novos rametes

Nos novos rametes produzidos, a altura (Figuras 18 e 19) e o diâmetro do ramete não apresentaram diferença significativa relativa a tratamento ou micro-ambiente de origem. Nos rametes produzidos na medição 2, o número de folhas foi maior nos rametes transplantados que nos controles (Figura 20), mas nos rametes nascidos na medição 3 não houve diferença significativa no número de folhas nos dois tratamentos (Figura 21). Em relação à distância em que os rametes novos foram emitidos, os rametes nascidos na medição 3 foram emitidos a uma distância significativamente menor que a distância entre o ramete jovem e o adulto e entre esses e os rametes emitidos na medição 2 (Figura 22).

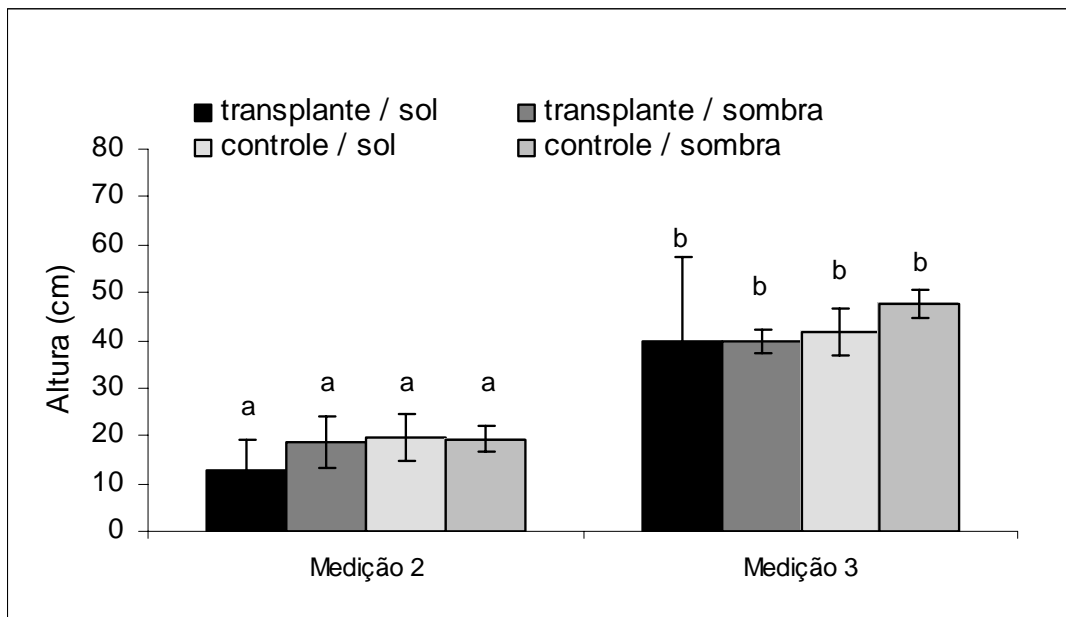


Figura 18: Altura nas medições 2 e 3 dos novos rametes de *A. nudicaulis* produzidos na medição 2. As barras indicam média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Para outras significância de efeitos ver tabela 2.

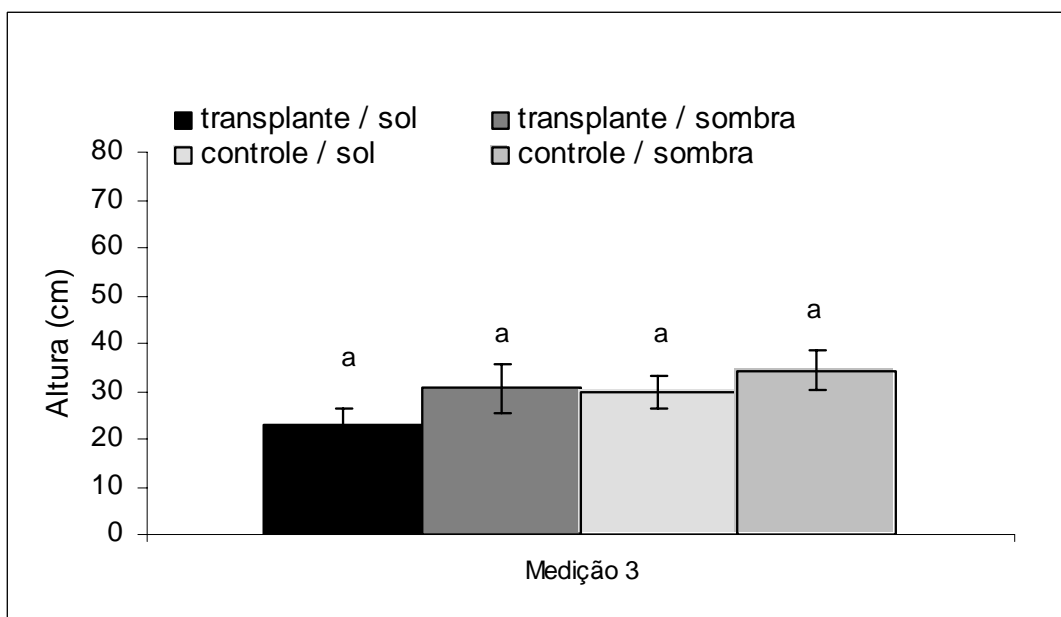


Figura 19: Altura dos novos rametes de *A. nudicaulis* produzidos na medição 3. As barras indicam média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Para significâncias de interações ver tabela 2.

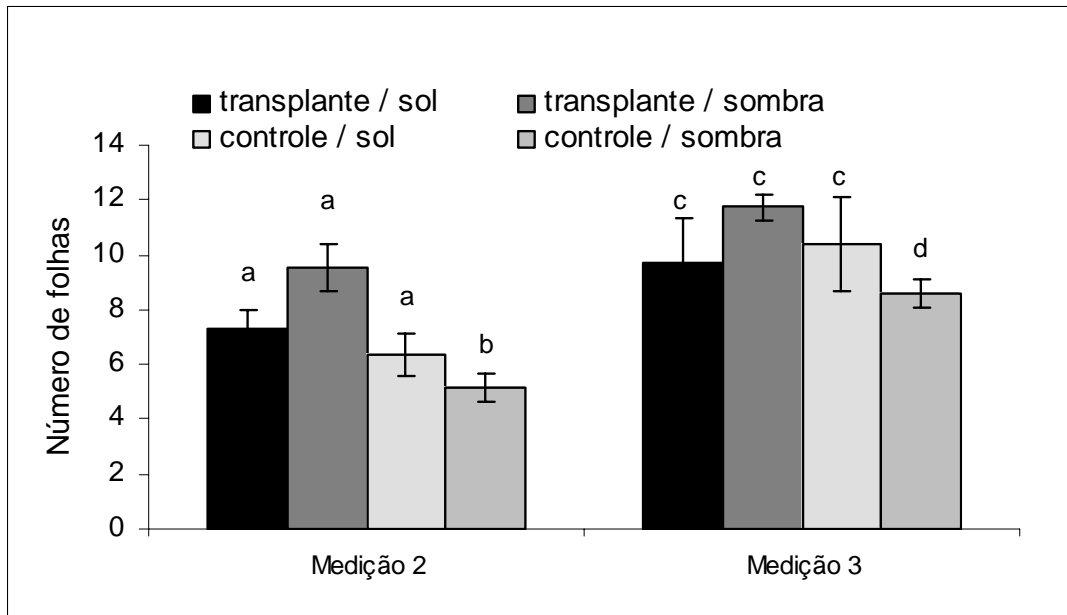


Figura 20: Número de folhas nas medições 2 e 3 dos novos rametes de *A. nudicaulis* produzidos na medição 2. As barras indicam média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Para outras significâncias de efeitos ver tabela 2.

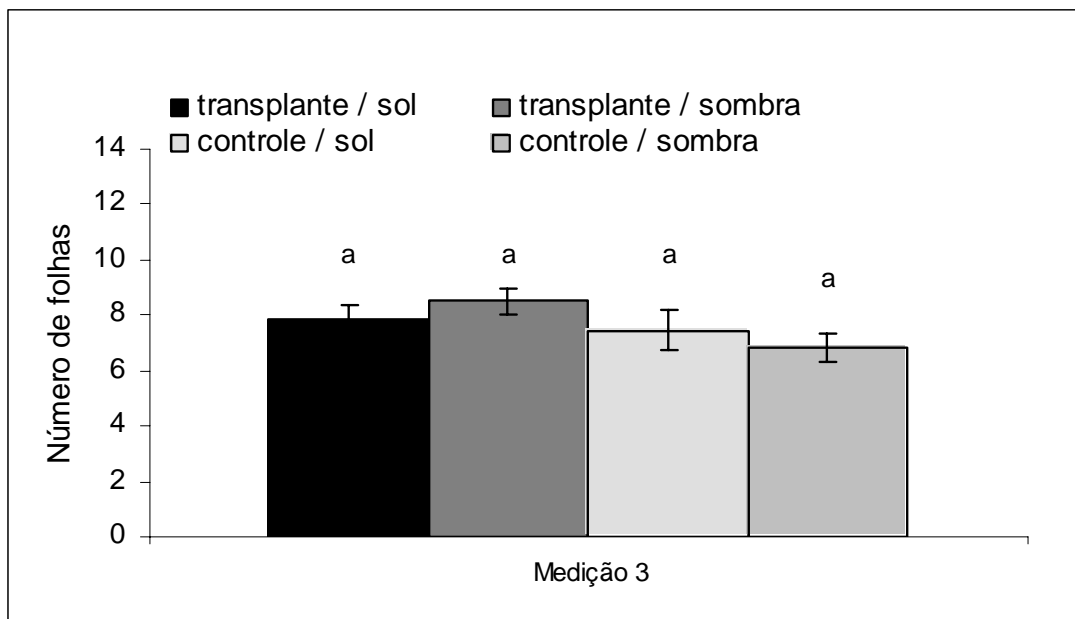


Figura 21: Número de folhas dos novos rametes de *A. nudicaulis* produzidos na medição 3. As barras indicam média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Para significância de interações ver tabela 2.

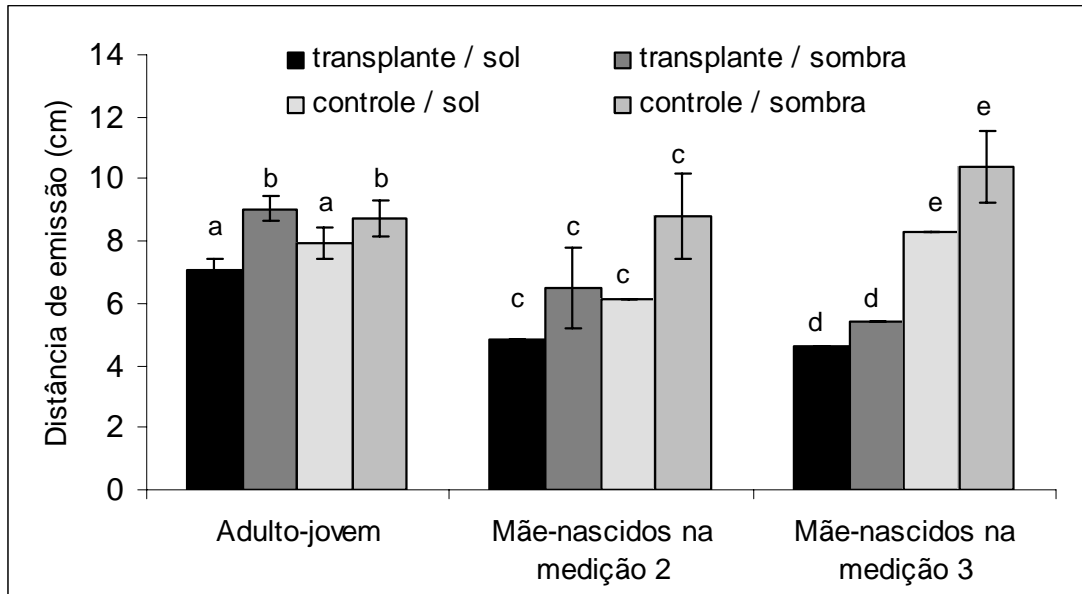


Figura 22: Distância entre rametes adulto e jovem de *A. nudicaulis*, e entre estes e os novos rametes emitidos na medição 2 e medição 3 nos diferentes tratamentos e micro-ambientes de origem. As barras indicam a média \pm erro padrão. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. 'Adulto-jovem', 'mãe-nascidos na medição 2' e 'mãe-nascidos na medição 3' não são comparados entre si.

Tabela 2: Resultados das análises estatísticas com as variáveis medidas no experimento de transplante de *A. nudicaulis* na restinga aberta de *Clusia* do PNRJ. Os testes estatísticos utilizados para analisar as variáveis foram: A) ANOVA de dois fatores com medições repetidas, utilizando tratamento e ambiente de origem como fatores independentes e tempo como fator de repetição; B) regressão logística; C) ANOVA de dois fatores, utilizando tratamento e ambiente de origem como fatores independentes.

| | Teste estatístico | Variável | | | ambiente* | | tempo* | | tempo*ambiente* | |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|----------|------------|------------|-------|----------|------------|-----------------|--|
| | | | ambiente | tratamento | tratamento | tempo | ambiente | tratamento | tratamento | |
| Ramete adulto | A | Altura | *** | * | ns | * | ** | ns | ns | |
| | A | Diâmetro do copo | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | |
| | A | Número de folhas | ** | ns | ns | *** | * | *** | * | |
| | B | Produção de novos rametes | ns | ** | ns | - | - | - | - | |
| | B | Produção de flores | ns | ns | * | - | - | - | - | |
| Ramete jovem | A | Altura | ns | ns | ns | *** | ns | *** | ns | |
| | A | Diâmetro do copo | ns | * | ns | *** | ns | ns | ns | |
| | A | Número de folhas | ns | *** | ns | *** | * | *** | ns | |
| | B | Produção de novos rametes | ns | ns | ns | - | - | - | - | |
| | B | Produção de flores | ns | ns | ns | - | - | - | - | |
| Novos rametes Medição 2 | A | Altura | ns | ns | ns | *** | ns | ns | ns | |
| | A | Diâmetro do copo | ns | ns | ns | *** | ns | ns | ns | |
| | A | Número de folhas | ns | * | ns | *** | ns | ns | ns | |
| | C | Distância entre rametes | ns | ns | ns | - | - | - | - | |
| Novos rametes Medição 3 | C | Altura | ns | ns | ns | - | - | - | - | |
| | C | Diâmetro do copo | ns | ns | ns | - | - | - | - | |
| | C | Número de folhas | ns | ns | ns | - | - | - | - | |
| | C | Distância entre rametes | ns | *** | ns | - | - | - | - | |

*p<0,05; **p=0,05 a 0,01; *** p=0,01 a 0,001

4 DISCUSSÃO

Os resultados do experimento de transplante mostram que *A. nudicaulis* é capaz de sobreviver como epífita na restinga aberta de *Clusia* do PNRJ, ainda que a ocorrência de plantas epífitas dessa espécie seja rara nessa vegetação. Rametes terrestres de *A. nudicaulis*, quando transplantados para o substrato epifítico apresentaram alta taxa de sobrevivência, desenvolveram novas raízes, floriram e produziram novos rametes. O maior número de folhas e a maior produção de rametes nos fragmentos transplantados em comparação ao controle, sugerem que o ambiente epifítico na restinga aberta seja favorável ao crescimento clonal de *A. nudicaulis*.

Resultado semelhante foi encontrado para duas espécies de *Nidularium* em um pântano, por Freitas et al. (1998). Entretanto, naquele estudo, os rametes rebrotados de plantas transplantadas para a copa não conseguiram se fixar com o tanque voltado para cima e morreram após três anos por não conseguirem armazenar água. No caso de *A. nudicaulis*, os rametes produzidos nos dois anos do experimento foram emitidos em direção ao tronco e com o tanque voltado para cima, indicando que os rametes não terão problemas com armazenamento de água ou com espaço para se fixarem.

A sobrevivência dos rametes após os dois anos de experimento foi maior nos rametes transplantados que no controle. Comparando a sobrevivência de rametes jovens e adultos, verifica-se que tanto no transplante quanto no controle esta foi um pouco maior nos rametes jovens que nos rametes adultos, diferença mais evidente no segundo ano. Esse resultado pode ser um indício de que o principal fluxo de

recursos é acropetalar, isto é, em direção aos rametes jovens, assim como sugerido por Sampaio (2004).

Com relação à primeira medição, a maior altura nos rametes do micro-ambiente de sombra em relação aos de sol, confirmam a diferença de altura entre micro-ambientes encontrada por Sampaio (2004) para essa espécie. O maior número de folhas anterior ao estabelecimento do experimento nos rametes do micro-ambiente de sombra, sugere que o aumento do número de folhas nos rametes transplantados pode ter sido uma resposta ao sombreamento ao qual esses rametes foram submetidos após o transplante.

Os resultados deste trabalho confirmam que *A. nudicaulis* possui grande plasticidade em relação à luz e ao substrato de crescimento. Grande plasticidade em relação à luz também foi encontrada por Scarano et al. (2002) para *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, que pode apresentar diferentes formas morfo-fisiológicas e padrões de distribuição espacial em resposta ao regime de luz. De acordo com Sampaio (2004), variações de luminosidade, temperatura e umidade afetam mais diretamente *A. nudicaulis* do que a cobertura vegetal do ambiente no qual está inserida.

A diferença de distância inicial entre os rametes nos micro-ambientes exposto e de interior das ilhas de vegetação confirma os resultados de Sampaio (2004), que também encontrou diferença significativa entre os micro-ambientes, sendo a distância menor no micro-ambiente exposto ao sol. Já a distância de emissão dos novos rametes variou em relação ao tratamento: nos rametes transplantados, os novos rametes foram emitidos a uma distância menor em relação ao controle. Essa diferença pode ter sido uma resposta à instabilidade mecânica do novo substrato ao qual os fragmentos transplantados foram submetidos. A distância de emissão de

novos rametes no transplante foi semelhante à encontrada nos fragmentos epífitos naturais da restinga aberta de *Clusia* (obs. pess.), sugerindo que nos dois anos do experimento os rametes transplantados já apresentam modificação na dinâmica de crescimento.

De acordo com Pittendrigh (1948), as raízes nessa espécie são predominantemente ou exclusivamente de função mecânica, e servem para fixar a planta à árvore ou outro substrato em que ela se encontra. As novas raízes nos rametes transplantados aparentam ser mais específicas para a fixação ao substrato do que para absorção de nutrientes, pois todas as raízes se encontravam firme e uniformemente direcionadas ao tronco. A produção de raízes pode ter sido uma resposta à instabilidade mecânica dos rametes no novo substrato.

Os resultados deste trabalho sugerem que para *A. nudicaulis*, ao contrário do esperado por Medina (1974), não existe uma trajetória evolutiva de epífita para terrestre ou de terrestre para epífita. A escolha do habitat para essa espécie parece ser fruto de questões de preferência de habitat e plasticidade fenotípica, uma vez que esta apresenta hábito facultativo ao longo de sua distribuição geográfica e, de acordo com os resultados desse estudo, pode viver como epífita ou terrestre em um mesmo ambiente, neste caso a restinga.

Os dados fornecem clara evidência de que a rara ocorrência de *A. nudicaulis* como epífita na restinga aberta de *Clusia* no PNRJ não está relacionada a problemas de fixação mecânica, equilíbrio, sobrevivência e crescimento de rametes nas árvores da restinga. Dessa forma, para explicar a preferência de habitat de *A. nudicaulis* pelo ambiente terrestre na restinga aberta de *Clusia*, as seguintes possibilidades devem ser consideradas: (1) produção de sementes não viáveis, problemas de germinação ou de sobrevivência de plântulas; (2) baixa abundância de

dispersores de *A. nudicaulis* na restinga aberta associados ao ambiente de copa das árvores.

Com relação à hipótese 1, Mantovani (2002) verificou, na restinga de Barra de Maricá, que *A. nudicaulis* produz sementes viáveis e com alto poder de germinação, com mais de 98% de sementes germinadas em testes de laboratório. Quando submetidas às altas temperaturas que podem ser encontradas no solo da restinga (por volta de 60° C), as sementes não se inviabilizam, mas não ocorre germinação sob esta temperatura (ver também PINHEIRO e BORGHETTI, 2001). Para Sampaio et al. (2005), a reprodução sexuada parece não ter um efeito notável na dinâmica populacional dessa espécie, que é predominantemente por crescimento clonal. Através de modelos em matriz os autores verificaram que o florescimento de *A. nudicaulis* no PNRJ ocorre em uma taxa baixa entre os rametes (média menor que 10% em 2 anos) e que a principal forma de crescimento e manutenção da população foi o crescimento clonal (SAMPAIO, 2004; SAMPAIO et al., 2005).

Os poucos trabalhos realizados sobre germinação e estabelecimento de plântulas de espécies epífitas na copa das árvores indicam alta taxa de mortalidade na fase de plântula (BENZING, 1978 apud MANTOVANI & IGLESIAS 2005; MONDRAGÓN et al., 1999 apud MANTOVANI & IGLESIAS 2005). Em geral, plântulas das espécies pertencentes à subfamília Tillandsioideae são mais resistentes às condições adversas das copas devido à presença de tricomas foliares absorventes, entre outros fatores (BENZING, 2000). Plântulas de *A. nudicaulis* não apresentam escamas nas folhas pelo menos até 11 dias após emissão da radícula, o que as torna – nesta fase - dependentes do sistema radicular para crescimento e nutrição quando as reservas das sementes acabam (MANTOVANI & IGLESIAS

2005). Esse tipo de plântula raramente se estabelece em substratos secos, mas apenas em substratos onde haja umidade (BENZING, 2000).

Apesar de Mantovani (2002) e Pinheiro e Borghetti (2001) terem feito experimentos em laboratório sobre a germinação de sementes de *A. nudicaulis*, esta, assim como a sobrevivência das plântulas, deve ser testada no campo, no tronco das árvores. Os estudos de laboratório ajudam a entender como cada variável interfere na germinação de sementes e sobrevivência de plântulas, mas dificilmente conseguem reproduzir a complexidade das condições naturais do ambiente. Assim como proposto por Freitas et al. (1998) para epífitas facultativas no pântano, no tronco das árvores na restinga pode também ocorrer um “conflito de gerações”, onde o ambiente é favorável para a sobrevivência, crescimento e propagação vegetativa de *A. nudicaulis* mas não para a germinação de suas sementes.

Com relação à hipótese 2, referente ao tipo de dispersão das sementes, *A. nudicaulis* é dispersa por pássaros (BENZING, 2000; FISCHER e ARAUJO, 1995). A maioria das aves residentes nas restingas do Rio de Janeiro apresenta ampla distribuição sul-americana. São provavelmente espécies generalistas, com capacidade de utilização de vários ambientes, o que lhes permite ocupar biomas diferentes (REIS e GONZAGA, 2000). Para este trabalho, mais importante que verificar a ampla distribuição da avifauna da restinga, é conhecer seu comportamento de dispersão e frugivoria. A avifauna da restinga é predominantemente originária de Mata Atlântica, sendo que 98% das espécies das aves terrestres das restingas do estado do Rio de Janeiro são encontradas também em alguma formação da Mata Atlântica (REIS, 1998). Em geral, quando comparadas a formações mais complexas, como a floresta ombrófila de baixada na região da Mata Atlântica, as restingas são relativamente mais pobres em espécies de aves

(GONZAGA et al., 2000). Por ser uma área pobre em aves e sendo estas generalistas, o transporte de sementes de *A. nudicaulis* pode ser pouco efetivo. Dessa forma, um estudo mais específico do comportamento dessas aves, tanto em trajetos que incluam a Mata Atlântica e a restinga, como o comportamento mais especificamente na restinga, seria essencial para ajudar a esclarecer a baixa frequência de *A. nudicaulis* como epífita na restinga aberta de *Clusia*.

Antes mesmo da presença ou não de dispersores para *A. nudicaulis* na restinga, a baixa disponibilidade de sementes nesse sistema associada à alta mortalidade de plântulas são fatores que podem ser determinantes da baixa frequência de desta espécie como epífita na restinga aberta de *Clusia*, o que corrobora a idéia de alguns autores (MANTOVANI, 2002; SAMPAIO et al., 2005) de que a principal propagação de bromélias na restinga aberta, entre elas *A. nudicaulis*, se dá por meio de crescimento clonal.

Em conclusão, o experimento de transplante mostrou que a baixa frequência de *A. nudicaulis* como epífita na restinga aberta de *Clusia* do PNRJ não se deve a problemas de fixação mecânica, equilíbrio, sobrevivência e crescimento de rametes nas árvores da restinga. Dessa forma, estudos relacionados à germinação de sementes e sobrevivência de plântulas nos troncos das árvores da restinga, assim como estudos da dispersão de sementes de *A. nudicaulis* são necessários para explicar esse padrão.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, D. S. D. et al. As comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. In: Esteves, F. A. (ed), **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé**. Rio de Janeiro: ed., UFRJ, 1998. p. 39-62.
- ARAUJO, D. S. D. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- BAZZAZ, F. A. Habitat selection in plants. **The American Naturalist**, v. 137, p. S116-S130. 1991.
- BENZING, D. H. Germination and early establishment of *Tillandsia circinnata* Schlecht. (Bromeliaceae) on some of its hosts and other support in south Florida. **Selbyana**, v. 5, p. 95-106. 1978.
- BENZING, D. H. **Vascular epiphytes**. ed. Cambridge, Cambridge University Press. 1990
- BENZING, D. H. How much is known about Bromeliaceae in 1994? **Selbyana**, v. 15, p. 1-7. 1994.
- BENZING, D. H. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation**. ed. Cambridge, Cambridge University Press, 2000.
- CRAWFORD, R. M. M. **Studies in plant survival**. ed. Oxford, Blackwell, 1989.
- DAU, L. Microclimas da região do sudeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 50, p. 79-133. 1960.
- DIAS, A. T. C. et al. Aboveground biomass stock of native woodland on a Brazilian sandy coastal plain: Estimates based on the dominant tree species. **Forest Ecology and Management**, v266, p.364-367. 2006
- DONOHUE, K. Setting the stage: phenotypic plasticity as habitat selection. **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, n. 3, p. S79-S91. 2003.
- FISCHER, E. A.; ARAUJO, A. C. Spatial organization of a bromeliad community in the atlantic rainforest, south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 559-567. 1995.
- FREITAS, C. A.; SCARANO, F. R.; WENDT, T. Habitat choice in two facultative epiphytes of the genus *Nidularium* (Bromeliaceae). **Selbyana**, v. 19, n. 2, p. 236-239. 1998.
- GARAY, I.; SILVA, B. A. O. Húmus florestais: síntese e diagnóstico das interrelações vegetação/solo. In: Esteves, F. A. (ed), **Estrutura, funcionamento e manejo de**

ecossistemas brasileiros, Rio de Janeiro: ed. Oecologia Brasiliensis, 1995. v. 1, p.19-46.

GONZAGA, L. P.; CASTIGLIONI, G. D. A.; REIS, H. B. R. Avifauna das restingas do sudeste: estado do conhecimento e potencial para futuros estudos. In: Esteves, F. A. e Lacerda, L. D. (ed), **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**, Rio de Janeiro: ed. NUPEM-UFRJ, 2000. p. 151-163.

HARMS, H. Bromeliaceae in Engl. U. Prantl. **Nat. Pflanzenfamilien**, v. 2 Aufl. XVa. Band. 15a, p. 65-159. 1930.

HAY, J. D.; LACERDA, L.D. Ciclagem de nutrientes de ecossistema de restinga. In: Lacerda, L. D.; Araujo, D. S. D.; Cerqueira, R.; Turcq, B. (eds), **Restingas: origem estrutura e processos**, Niterói: ed. CEUFF, 1984. p. 459-475.

HENRIQUES, R. P. B.; ARAUJO, D. S. D.; HAY, J. D. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p. 173-189. 1986.

HERBEN, T. et al. Plant clonality: biology and diversity. **Folia geobotanica & phytotaxonomica**, v.29, p. 113-122, 1994.

LACERDA, L. D., ARAUJO, D. S. D. e MACIEL, N. C. Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast. In: Van der Maarel, E. (ed), **Dry coastal ecosystems: Africa, America, Asia and Oceania**. ed. Elsevier, 1993. p. 477-493.

LIEBIG et al. Ecophysiological and floristic implications of sex expression in the dioecious neotropical CAM tree *Clusia hilariana* Schldtl, **Trees-Structure and Function**, v. 15, p. 278-288, 2001.

LOVETT DOUST, L. Population dynamics and local specialization in a clonal perennial (*Ranunculus repens*). II. The dynamics of leaves, and the reciprocal transplant-replant experimental. **Journal of Ecology**, v.69, p.757-768. 1981.

MANTOVANI, A. **Bromélias terrestres na restinga de Barra de Maricá: Alocação de recursos na floração, germinação de sementes, estabelecimento e papel facilitador**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002

MANTOVANI, A.; IGLESIAS, R. R. Quando aparece a primeira escama? Estudo comparativo sobre o surgimento de escamas de absorção em três espécies de bromélias terrestres de restinga. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87; p. 73-84. 2005.

MARTIN, C. E. Physiological ecology of the Bromeliaceae, **Botanical Review**, v. 60, pp. 1-82, 1994.

MEDINA, E. Dark CO₂ fixation, habitat preference and evolution within the Bromeliaceae. **Evolution**, v. 28, p. 677-686. 1974.

MEZ, C. Bromeliaceae. **Das Pflanzenreich**, v. 4, p. 32-100. Leipzig. 1935.

MONDRAGÓN, D. et al. Population dynamics of *Tillandsia brachycaulus* Schtdl. (Bromeliaceae) in Dzibilchaltun National Park, Yucatán. **Selbyana**, v. 20, n. 2, p. 250-255. 1999.

PIMENTEL, M. **Variação espacial na estrutura de comunidades vegetais na formação aberta de *Clusia* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

PINHEIRO, F.; BORGHETTI, F. Light and temperature requirements for germination of seeds of *Aechmea nudicaulis* (L.) Griesebach and *Streptocalyx floribundus* (Martius ex Schultes F.) Mez (Bromeliaceae). **Acta Botanica Brasílica**, v. 17, n. 3, p. 27-35. 2003.

PITTENDRIGH, C. S. The bromeliad-*Anopheles*-malaria complex in Trinidad. I. The bromeliad flora. **Evolution**, v. 2, p. 58-59, 1948.

REINERT, F. et al. Gradation in nutrient composition and photosynthetic pathways across the restinga vegetation of Brazil. **Botanica Acta**, v. 110, p. 135-142. 1996.

REIS, H. B. R. **Análise da composição e da distribuição geográfica da avifauna das restingas do Estado do Rio de Janeiro.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Museu Nacional, Rio de Janeiro, 1998.

REIS, H. B. R., GONZAGA, L. P. Análise da distribuição geográfica das aves das restingas do estado do Rio de Janeiro. In: Esteves, F. A. e Lacerda, L. D. (ed), **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**, Rio de Janeiro: ed. NUPEM-UFRJ, 2000. p. 165-178.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil. Aspectos sociológicos e florísticos.** Ed. Hucitec, São Paulo, 1979.

SAMPAIO, M. C. et al. The contrasting clonal architecture of two bromeliads from sandy coastal plains in Brazil. **Flora**, v. 197, p. 443-451. 2002.

SAMPAIO, M. C. et al. Directional growth of a clonal bromeliad species in response to spatial habitat heterogeneity. **Evolutionary ecology**, v. 18, p.429-442. 2004.

SAMPAIO, M. C. **Respostas da bromélia clonal *Aechmea nudicaulis* à heterogeneidade ambiental da restinga aberta de *Clusia*. Estrutura, dinâmica, direcionalidade de crescimento, integração fisiológica e demografia no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SAMPAIO, M. S.; PICÓ, F. X.; SCARANO, F. R. Ramet demography of a nurse bromeliad in Brazilian restingas. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 4, p. 674-681. 2005.

SCARANO, F. R. et al. Four sites with contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic

distribution to ecophysiological parameters. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 136, p. 345-364. 2001.

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, p. 517-524. 2002.

SCARANO, F. R. et al. Acclimation or stress symptom? An integrated study of intraspecific variation in the clonal plant *Aechmea bromeliifolia*, a widespread CAM tank-bromeliad. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 140, p. 391-401. 2002.

SCARANO, F. R. et al. Ecologia vegetal: integrando ecossistemas, comunidades, populações e organismos. In: Rocha, C. F. D., Scarano, F. R. e Esteves, F. A. (ed), **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação**. Rio de Janeiro: RIMA, 2004. p. 77-97.

SCHLICHTING, C. D., PIGLIUCCI, M. Phenotypic evolution: a reaction norm perspective. **Sunderland, MA: Sinauer Associates**. 1998.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromelioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica Monograph**, v. 14, p. 1493-2142. 1979.

van der HOEVEN, E. C. Reciprocal transplantations of three chalk grassland bryophytes in the field. **Lindbergia**, v.24, p.23-28. 1999.

WENDT, T. A review of the subgenus *Pothuava* (Baker) Baker of *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) in Brazil. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 125, p. 245-271. 1997.

ZALUAR, H. L. T.; SCARANO, F. R. Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais. In: Esteves, F. A. e Lacerda, L. D. (ed), **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**, Rio de Janeiro: ed. NUPEM-UFRJ, 2000. p. 3-23.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 3^a ed., New Jersey, Prentice Hall, Inc, 1996.

APÊNDICE A – Tabelas de resultado da ANOVA de um fator, utilizando micro-ambiente de origem como um fator independente.

Ramete Jovem

| | Fonte de Variação | GL | Soma de quadrados tipo III | Variância do quadrado médio | Razão F | Pr > F |
|-----------------|-------------------|----|----------------------------|-----------------------------|---------|--------|
| Altura | ambiente | 1 | 73.15 | 73.15 | 2.37 | 0.1278 |
| | Erro | 78 | 2408.82 | 30.88 | | |
| Diâmetro | ambiente | 1 | 0.73 | 0.73 | 1.07 | 0.3043 |
| | Erro | 78 | 53.08 | 0.68 | | |
| Folhas | ambiente | 1 | 1.51 | 1.51 | 0.44 | 0.5078 |
| | Erro | 78 | 266.48 | 3.42 | | |

Ramete Adulto

| | Fonte de Variação | GL | Soma de quadrados tipo III | Variância do quadrado médio | Razão F | Pr > F |
|-----------------|-------------------|----|----------------------------|-----------------------------|---------|---------------|
| Altura | ambiente | 1 | 502.50 | 502.50 | 8.07 | 0.0057 |
| | Erro | 78 | 4856.74 | 62.27 | | |
| Diâmetro | ambiente | 1 | 2.50 | 2.50 | 3.95 | 0.0504 |
| | Erro | 78 | 49.31 | 0.63 | | |
| Folhas | ambiente | 1 | 49.61 | 49.61 | 7.60 | 0.0073 |
| | Erro | 78 | 509.28 | 6.53 | | |

Fragmento

| | Fonte de Variação | GL | Soma de quadrados tipo III | Variância do quadrado médio | Razão F | Pr > F |
|---------------------------|-------------------|----|----------------------------|-----------------------------|---------|------------------|
| Distância | ambiente | 1 | 38.50 | 38.50 | 8.75 | 0.0041 |
| | Erro | 78 | 343.24 | 4.40 | | |
| Profundidade | ambiente | 1 | 252,05 | 252,05 | 53,29 | <.0001 |
| | Erro | 78 | 368.94 | 4.73 | | |
| Diâmetro do rizoma | ambiente | 1 | 0.06 | 0.06 | 0.66 | 0.4175 |
| | Erro | 78 | 7.36 | 0.09 | | |

APÊNDICE B – Ramete Jovem: Tabela de resultados da ANOVA de dois fatores com medições repetidas, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes e tempo como fator de repetição.

| | Fonte de Variação | GL | Soma de quadrados tipo III | Variância do quadrado médio | Razão F | Pr > F |
|-----------------|---------------------------|-----|----------------------------|-----------------------------|---------|------------------|
| Altura | ambiente | 1 | 125.46 | 125.46 | 1.06 | 0.3073 |
| | tratamento | 1 | 354.23 | 354.23 | 2.99 | 0.0885 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 13.52 | 13.52 | 0.11 | 0.7367 |
| | Erro | 67 | 7944.34 | 118.57 | | |
| | tempo | 2 | 35934.14 | 17967.07 | 360.32 | <.0001 |
| | tempo*ambiente | 2 | 18.06 | 9.03 | 0.18 | 0.8346 |
| | tempo*tratamento | 2 | 864.44199 | 432.22 | 8.67 | 0.0003 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 2 | 4.21 | 2.11 | 0.04 | 0.9587 |
| | Erro(tempo) | 134 | 6681.78 | 49.86 | | |
| Diâmetro | ambiente | 1 | 1.53 | 1.53 | 1.42 | 0.2370 |
| | tratamento | 1 | 7.08 | 7.08 | 6.60 | 0.0124 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 0.57 | 0.57 | 0.53 | 0.4686 |
| | Erro | 67 | 71.92 | 1.07 | | |
| | tempo | 2 | 176.27 | 88.14 | 250.56 | <.0001 |
| | tempo*ambiente | 2 | 0.39 | 0.19 | 0.55 | 0.5797 |
| | tempo*tratamento | 2 | 1.53 | 0.77 | 2.18 | 0.1174 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 2 | 1.16 | 0.58 | 1.65 | 0.1961 |
| | Erro(tempo) | 134 | 47.13 | 0.35 | | |
| Folhas | ambiente | 1 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.9513 |
| | tratamento | 1 | 86.88 | 86.88 | 14.49 | 0.0003 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 0.10 | 0.10 | 0.02 | 0.8969 |
| | Erro | 67 | 401.64 | 5.99 | | |
| | tempo | 2 | 82.51 | 41.26 | 15.15 | <.0001 |
| | tempo*ambiente | 2 | 18.04 | 9.02 | 3.31 | 0.0394 |
| | tempo*tratamento | 2 | 118.26 | 59.13 | 21.72 | <.0001 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 2 | 10.70 | 5.35 | 1.97 | 0.1442 |
| | Erro(tempo) | 134 | 364.87 | 2.72 | | |

APÊNDICE C – Ramete Adulto: Tabela de resultados da ANOVA de dois fatores com medições repetidas, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes e tempo como fator de repetição.

| | Fonte de Variação | GL | Soma de quadrados tipo III | Variância do quadrado médio | Razão F | Pr > F |
|-----------------|---------------------------|----|----------------------------|-----------------------------|---------|------------------|
| Altura | ambiente | 1 | 2763.04 | 2763.04 | 19.52 | <.0001 |
| | tratamento | 1 | 901.68 | 901.68 | 6.37 | 0.0152 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 175.10 | 175.10 | 1.24 | 0.2720 |
| | Erro | 45 | 6369.64 | 141.55 | | |
| | tempo | 2 | 37.63 | 18.81 | 3.53 | 0.0335 |
| | tempo*ambiente | 2 | 71.86 | 35.93 | 6.74 | 0.0019 |
| | tempo*tratamento | 2 | 21.13 | 10.57 | 1.98 | 0.1439 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 2 | 13.24 | 6.62 | 1.24 | 0.2940 |
| | Erro(tempo) | 90 | 480.11 | 5.33 | | |
| Diâmetro | ambiente | 1 | 2.61 | 2.61 | 2.32 | 0.1351 |
| | tratamento | 1 | 0.40 | 0.40 | 0.35 | 0.5544 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 0.21 | 0.21 | 0.19 | 0.6649 |
| | Erro | 44 | 49.57 | 1.13 | | |
| | tempo | 2 | 0.76 | 0.38 | 2.74 | 0.0698 |
| | tempo*ambiente | 2 | 0.30 | 0.15 | 1.09 | 0.3409 |
| | tempo*tratamento | 2 | 0.44 | 0.22 | 1.59 | 0.2089 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 2 | 0.07 | 0.04 | 0.25 | 0.7765 |
| | Erro(tempo) | 88 | 12.25 | 0.14 | | |
| Folhas | ambiente | 1 | 103.70 | 103.70 | 7.51 | 0.0088 |
| | tratamento | 1 | 55.60 | 55.60 | 4.03 | 0.0508 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 6.80 | 6.80 | 0.49 | 0.4863 |
| | Erro | 45 | 621.05 | 13.80 | | |
| | tempo | 2 | 485.51 | 242.75 | 110.83 | <.0001 |
| | tempo*ambiente | 2 | 13.92 | 6.96 | 3.18 | 0.0464 |
| | tempo*tratamento | 2 | 105.62 | 52.81 | 24.11 | <.0001 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 2 | 14.19 | 7.10 | 3.24 | 0.0438 |
| | Erro(tempo) | 90 | 197.14 | 2.19 | | |

APÊNDICE D – Novos Rametes nascidos na Medição 2: Tabela de resultados da ANOVA de dois fatores com medições repetidas, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes e tempo como fator de repetição.

2003 - 2004

| | Fonte de Variação | GL | Soma de quadrados tipo III | Variância do quadrado médio | Razão F | Pr > F |
|--------------------------------|---------------------------|----|----------------------------|-----------------------------|---------|------------------|
| Altura | ambiente | 1 | 66.73 | 66.73 | 0,31 | 0,5849 |
| | tratamento | 1 | 265.29 | 265.29 | 1.24 | 0.2831 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 0.22 | 0.22 | 0.00 | 0.9751 |
| | Erro | 15 | 3211.12 | 214.07 | | |
| | tempo | 1 | 4715.26 | 4715.26 | 87.52 | <.0001 |
| | tempo*ambiente | 1 | 0.34 | 0.34 | 0.01 | 0.9379 |
| | tempo*tratamento | 1 | 3.26 | 3.26 | 0.06 | 0.8090 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 1 | 80.46 | 80.46 | 1.49 | 0.2406 |
| | Erro(tempo) | 15 | 808.18 | 53.88 | | |
| Diâmetro | ambiente | 1 | 3.14 | 3.14 | 1.27 | 0.2788 |
| | tratamento | 1 | 0.42 | 0.42 | 0.17 | 0.6865 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 4.97 | 4.97 | 2.01 | 0.1781 |
| | Erro | 14 | 34.63 | 2.47 | | |
| | tempo | 1 | 48.96 | 48.96 | 72.10 | <.0001 |
| | tempo*ambiente | 1 | 0.07 | 0.07 | 0.10 | 0.7530 |
| | tempo*tratamento | 1 | 0.47 | 0.47 | 0.69 | 0.4209 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.9704 |
| | Erro(tempo) | 14 | 9.51 | 0.68 | | |
| Folhas | ambiente | 1 | 1.57 | 1.57 | 0.27 | 0.6089 |
| | tratamento | 1 | 34.49 | 34.49 | 5.99 | 0.0272 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 24.91 | 24.91 | 4.32 | 0.0551 |
| | Erro | 15 | 86.40 | 5.76 | | |
| | tempo | 1 | 81.26 | 81.26 | 27.07 | 0.0001 |
| | tempo*ambiente | 1 | 0.77 | 0.77 | 0.26 | 0.6189 |
| | tempo*tratamento | 1 | 5.20 | 5.20 | 1.73 | 0.2080 |
| | tempo*tratamento*ambiente | 1 | 0.57 | 0.57 | 0.19 | 0.6682 |
| | Erro(tempo) | 15 | 45.02 | 3.00 | | |
| Distância entre rametes | ambiente | 1 | 19.55 | 19.55 | 2.38 | 0.1412 |
| | tratamento | 1 | 13.56 | 13.56 | 1.65 | 0.2159 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 0.95 | 0.95 | 0.12 | 0.7383 |
| | Erro | 17 | 139.52 | 8.21 | | |

APÊNDICE E – Novos Rametes nascidos na Medição 3: Tabela de resultados da ANOVA de dois fatores, utilizando tratamento e micro-ambiente de origem como fatores independentes.

2004

| | Fonte de Variação | GL | Soma de quadrados tipo III | Variância do quadrado médio | Razão F | Pr > F |
|--------------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------|
| Altura | ambiente | 1 | 528.26 | 528.26 | 1.71 | 0.1961 |
| | tratamento | 1 | 393.33 | 393.33 | 1.27 | 0.2638 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 26.44 | 26.44 | 0.09 | 0.7710 |
| | Erro | 62 | 19178.73 | 309.33 | | |
| Diâmetro | ambiente | 1 | 6.54 | 6.54 | 2.74 | 0.1042 |
| | tratamento | 1 | 3.08 | 3.08 | 1.29 | 0.2615 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 4.52 | 4.52 | 1.90 | 0.1748 |
| | Erro | 49 | 116.93 | 2.39 | | |
| Folhas | ambiente | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.9817 |
| | tratamento | 1 | 15.53 | 15.53 | 3.24 | 0.0769 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 5.35 | 5.35 | 1.11 | 0.2951 |
| | Erro | 62 | 297.54 | 4.80 | | |
| Distância entre rametes | ambiente | 1 | 28.39 | 28.39 | 3.69 | 0.0593 |
| | tratamento | 1 | 275.90 | 275.90 | 35.86 | <.0001 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 5.90 | 5.90 | 0.77 | 0.3845 |
| | Erro | 62 | 476.96 | 7.69 | | |

APÊNDICE F – Novos Rametes e Flores: Tabela de resultados da análise de regressão logística tratando as variáveis como presença ou ausência (1 ou 0).

Ramete Jovem

| | | GL | Qui- quadrado | Pr > χ^2 |
|----------------------|---------------------|----|------------------|---------------|
| Novos rametes | ambiente | 1 | 0.2603 | 0.6099 |
| | tratamento | 1 | 0.5795 | 0.4465 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 0.3933 | 0.5305 |
| Flores | ambiente | 1 | 0.0000 | 0.9978 |
| | tratamento | 1 | 0.0067 | 0.9347 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 0.0000 | 0.9978 |

Ramete Adulto

| | | GL | Qui- quadrado | Pr > χ^2 |
|----------------------|---------------------|----|------------------|---------------|
| Novos rametes | ambiente | 1 | 0.5924 | 0.4415 |
| | tratamento | 1 | 9.3026 | 0.0023 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 1.0517 | 0.3051 |
| Flores | ambiente | 1 | 1.2120 | 0.2709 |
| | tratamento | 1 | 0.2749 | 0.6000 |
| | ambiente*tratamento | 1 | 6.2006 | 0.0128 |

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)