



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Rafaela Freire Lima

**Comportamento germinativo de espécies rupícolas de inselbergs
do Morro da Urca, Rio de Janeiro - RJ**

Rio de Janeiro

2012

Rafaela Freire Lima

**Comportamento germinativo de espécies rupícolas de inselbergs do Morro da
Urca, Rio de Janeiro - RJ**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Vegetal, da Universidade do
Estado do Rio de Janeiro, como
requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre.

Orientador: Dr. Antônio Carlos Silva de Andrade

Rio de Janeiro

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

L732

Lima, Rafaela Freire.

Comportamento germinativo de espécies rupícolas de inselbergs do Morro da Urca, Rio de Janeiro – RJ / Rafaela Freire Lima. - 2012.

63 f. ; il.

Orientação: Antônio Carlos Silva de Andrade.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Germinação - Morro da Urca (Rio de Janeiro, RJ) - Teses. 2. Plantas - Absorção de água - Teses. I. Andrade, Antônio Carlos de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 581(815.3)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Rafaela Freire Lima

**Comportamento germinativo de espécies rupícolas de inselbergs do Morro da
Urca, Rio de Janeiro - RJ**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Vegetal, da Universidade do
Estado do Rio de Janeiro, como
requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre.

Aprovada em 23 de março de 2012.

Prof. Dr. Antônio Carlos Silva de Andrade
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Banca examinadora:

Prof^a Dra. Norma Albarello
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof^a. Dra. Rachel Fátima Gagliard Araújo
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof^a. Dra. Dulce Gilson Mantuano
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro
2012

DEDICATÓRIA

A quem lançou a semente em boa terra, regou e cuidou para que hoje eu tenha frutos:

Meus Pais, Zenaide e Lino: só pude caminhar um pouco mais porque vocês investiram e abriram mão de coisas por mim. Obrigado.

A minha amada sister, Aline: Uma grande irmã e amiga, por sua alegria e parceria.

Dudu Freire: por me trazer alegria, mesmo quando batia no teclado, ou ainda engatinhado, arrancava meu *pen drive* do local.

Ao meu amor, Vander Bruno: por ser presente, cuidadoso e amoroso e sempre me lançar para frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de vida, pela saúde e pela capacidade intelectual e emocional para a realização desta pesquisa científica.

Ao meu orientador Prof^o Dr. Antônio Carlos Silva de Andrade por toda dedicação e apoio nas diversas etapas deste trabalho. Pelos valiosos conselhos acadêmicos, pela insistência em busca da qualidade e de nosso crescimento no caminho científico.

À super equipe do Laboratório de Sementes do JBRJ! Na equipe técnica, Ana Paula Cruz, com sua amizade e vasto conhecimento prático dos experimentos, Marina Fernandes pelo apoio nas “delicadas” preparações de soluções químicas e os queridos Charles Rogers, Marli Barbosa pelo auxílio nas atividades cotidianas.

Aos coletores Fabiano da Silva, pelo auxílio nas coletas-escaladas no Pão de Açúcar e Ricardo Matheus pelas dicas de trabalho e ajuda no beneficiamento das sementes.

Às parceiras de mestrado: Letícia Andrade, parceira de disciplinas, de conversas e de muitas dicas na realização dos trabalhos e Milena Carvalho, parceira de conversas, apoio, troca de artigos e até de escalada, vencendo um tremendo medo de altura!

Aos alunos do Laboratório de Sementes do JBRJ: A Doutoranda Amanda Carvalho que muito me ajudou, em especial na realização dos experimentos de qualidade de luz e na revisão do texto final da dissertação. Ao querido Luís Felipe Dalle pela grande ajuda nas atividades de campo, sejam elas observações, coletas ou medições microclimáticas. Aos estagiários que passaram pelo laboratório e contribuíram na montagem dos experimentos: Rebeca, Rafaelzinho, Erick e Ana.

À amiga de Bio e de mestrado, nossa representante discente, Thaís Jorge, com sua amizade, bom humor e ajuda em todas as situações burocráticas da Pós tais como bolsa, disciplinas, relatórios, prazos etc. Eficiência e talento compactados! rs

Aos professores da Pós-graduação em Biologia Vegetal que conosco compartilharam seu conhecimento nos possibilitando novas reflexões.

A Prof^a Dra. Norma Albarello por me direcionar na realização desta linha de pesquisa e pelas valiosas contribuições no texto de minha dissertação, bem como pelo investimento na compra de sensores de temperatura e Umidade Relativa, com recursos do seu projeto APQ1.

Ao Rafael Barbosa Pinto, que me trouxe novos conhecimentos sobre o Morro da Urca e o Pão de Açúcar, com sua longa experiência com pesquisas no local.

Ao querido Prof^o Dr. Antônio Carlos de Freitas, um mestre, grande incentivador da minha vida acadêmica. Obrigada por toda ajuda, carinho e conselhos.

Ao meu amado marido Vander Bruno de Castro, por todo apoio e compreensão em todas as etapas deste trabalho. Pela companhia nas trilhas, no laboratório, na troca de idéias, por respeitar o meu trabalho e ter paciência em minhas ausências e noites em claro.

À minha família querida, meus pais Lino e Zenaide, minha irmã Aline, meu cunhado Vinícius, meu sobrinho Dudu e aos queridos Pires de Castro. Obrigado pela força e orações.

Aos amigos que torceram por mim e respeitaram as vezes que tive que me ausentar em prol do trabalho. Obrigada pelos momentos de alegria e descontração essenciais para uma vida feliz.

À Secretaria Municipal de Meio Ambiente, na pessoa do Prof^o Dr. Jorge Antônio Lourenço Pontes, pela autorização para pesquisa científica nas áreas de proteção ambiental.

A equipe da APA do Forte Leme por serem receptivos a realização de nossas visitas. Em especial ao Coronel Joel e à Prof^a Márcia Melos, secretária da APA.

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Capes, pela possibilidade de bolsa de mestrado.

RESUMO

LIMA, F.R. **Comportamento germinativo de espécies rupícolas de inselbergs do Morro da Urca, Rio de Janeiro – RJ**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Inselbergs são afloramentos rochosos isolados que emergem abruptamente acima das planícies que os circundam, formados principalmente por afloramentos de rochas graníticas e gnáissicas. São lugares com alta diversidade e endemismo, e caracterizados por alto grau de insolação, temperaturas do ar e do solo, com ventos fortes e solos com baixa retenção de água. Sementes de três espécies típicas dos inselbergs (*Alcantarea glaziouana*, *Barbacenia purpurea* e *Tibouchina corymbosa*) foram estudadas para avaliar o efeito das temperaturas constantes (15 a 40 °C) e alternada (20-30°C), o estresse hídrico ($\Psi_w = 0,0$ a $-1,2$ MPa) promovido por soluções de polietileno glicol 6000 (PEG) e a qualidade da luz sob diferentes valores de razão vermelho: vermelho extremo (V:VE), na porcentagem final e velocidade de germinação. Os resultados mostraram que todas as espécies têm sementes muito leves, variando entre 0,005 - 0,04 g. As três espécies apresentaram alta germinação sob temperaturas entre 20 °C e 30 °C, e não germinaram a 40 °C, exceto *A. glaziouana*. A máxima germinação foi obtida em água destilada (0 MPa) e as diferentes condições de estresse hídrico reduziram a porcentagem e a velocidade de germinação de todas as espécies estudadas. *A. glaziouana* foi a espécie menos sensível a redução do potencial hídrico. As sementes de todas as espécies necessitam de exposição a luz para a máxima germinação (fotoblásticas positivas) e a porcentagem final de germinação foi inibida sob baixos valores de V:VE. A razão V:VE que resultou em 50% da máxima germinação variou entre as espécies. Estes resultados demonstram que a germinação pode limitar a capacidade das espécies em colonizar tanto novas áreas como áreas perturbadas, além de contribuir para a distribuição das espécies nos inselbergs.

Palavras-chave: Inselbergs. Germinação. Potencial hídrico. Temperatura. Razão vermelho:vermelho-extremo.

ABSTRACT

Inselbergs are isolated rock outcrops that rise abruptly above the surrounding plains, mainly formed by outcrops of granitic and gneissic rocks. They are places with high diversity and endemism, and are characterized by high degree of insolation, air temperatures and soil, with high winds and soils with low water retention. Seeds of three typical inselberg taxa (*Alcantarea glaziouana*, *Barbacenia purpurea* and *Tibouchina corymbosa*) were studied to evaluate the effect of constant (15 to 40 °C) and alternating (20-30°C) temperatures, water stress ($\Psi_w = 0.0$ to -1.2 MPa) promoted by solutions of polyethylene glycol 6000 (PEG) and light quality under different red:far red (R:FR) ratios on the percentage and germination rate. The results showed that all species have very light seeds, ranging from 0.005 to 0.04 g. All species presented high germination under temperatures between 20 °C and 30 °C, and did not germinate under 40°C, except *A. glaziouana*. Maximum germination was obtained in distilled water (0 MPa) and water stressed conditions reduced the percentage and rate of germination in all species studied; *A. glaziouana* was less sensitive to low water potentials. Seeds of all species required light for maximum germination (photoblastic positive) and the final germination percentage was inhibited at low R:FR ratios. The R:FR value that resulted in 50% of maximum germination varied among species. These results show that germination can limit the ability of species to colonize newly and disturbed habitats and also contributes to inselberg-species distribution.

Key words: Inselbergs. Germination. Water potential. Temperature. Red:far-red ratio.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - *Alcantarea glaziouana* Leme:(A) Moita com indivíduos em estágio de frutificação no Morro da Urca, RJ. (B) Detalhe da inflorescência de um indivíduo no Morro do Pão de Açúcar, RJ.....17
- Figura 2 - *Barbacenia purpurea* Hook: (A)Moita com indivíduos com flores no Morro da Urca, RJ. (B) Destaque da flor.....17
- Figura 3 - *Tibouchina corymbosa* (Raddi) Cogn. (A) Indivíduo em fase de floração no Morro da Urca, RJ. (B) Destaque flor.....19
- Figura 4 - Morro da Urca, RJ: (A) vista da Praia Vermelha.(B) Afloramento rochoso próximo a pista Cláudio Coutinho. C: Imagem de satélite com destaque no Morro da Urca e Pão de Açúcar. Google maps 2010.....26
- Figura 5 - Sensor de temperatura e umidade relativa do ar realizando medições.(A) Sensor no interior de uma moita de plantas no inselberg Morro da Urca, RJ. (B) Sensor em área aberta no inselberg Morro da Urca. RJ.....27
- Figura 6 - Variação da temperatura do ar (°C) e da umidade relativa do ar (%), durante as 24 horas de um dia de inverno (agosto/2011) e de verão (janeiro/2012), registradas no interior de uma moita e sob área aberta do inselberg do Morro da Urca.....32
- Figura 7 - Sementes de três espécies rupícolas. (A) Sementes *A. glaziouana*. Escala 0,5 cm; (B) Sementes de *B. purpurea*. Escala 0,1 cm; (C) Sementes de *T. corymbosa*. Escala de 0,1 cm. Todas as imagens realizadas utilizando-se estereomicroscópio Leica, com ampliação de 40x sob os aumentos de 0,63; 2,0 e 4,0 respectivamente.....34
- Figura 8 - Influência de temperaturas constantes e alternada sobre a porcentagem (colunas) e velocidade (linhas e símbolos) de germinação de sementes de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa*. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (5%). Barras verticais representam o desvio padrão, quando maior que os símbolos.....36
- Figura 9 - Germinação cumulativa de sementes de *B. purpurea* nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C e 30-20°C. Linha vertical determina o início da recuperação das sementes a 25°C.....37
- Figura 10 - Germinação cumulativa de sementes de *T. corymbosa* nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C e 30-20°C. Linha vertical determina o início da recuperação das sementes a 25°C.....37
- Figura 11 - Influencia de diferentes potenciais hídricos sobre a porcentagem (colunas) e velocidade (linhas e símbolos) de germinação de sementes de *A.*

glaziouana, B. purpurea e T. corymbosa. Medias seguida de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (5%). Barras verticais representam o desvio padrão, quando maior que os símbolos.....39

Figura 12 - Germinação cumulativa de sementes de A. glaziouana nas temperaturas de 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 e -1,2MPa. Linha vertical determina o inicio da recuperação das sementes em agua pura.....40

Figura 13 - Germinação cumulativa de sementes de B. purpurea nas temperaturas de 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 e -1,2MPa. Linha vertical determina o inicio da recuperação das sementes em agua pura.....40

Figura 14 - Germinação cumulativa de sementes de T. corymbosa nas temperaturas de 0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0 e -1,2MPa. Linha vertical determina o inicio da recuperação das sementes em agua pura.....41

Figura 15 - Germinação de sementes de A. glaziouana, B. purpurea e T. corymbosa submetidas a diferentes razoes V:VE. Valores médios (\pm desvio padrão) foram ajustados através de regressão sigmoidal logística (linha).....44

Figura 16 - Germinação cumulativa de sementes de B. purpurea nas temperaturas de 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C, sob escuro continuo. Linha vertical determina o inicio da recuperação das sementes na luz sob foto período de 8 horas.....45

Figura 17 - Germinação cumulativa de sementes de T. corymbosa nas temperaturas de 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C, sob escuro continuo. Linha vertical determina o inicio da recuperação das sementes na luz sob foto período de 8 horas.....45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização de três espécies rupícolas do Morro da Urca.....34

Tabela 2 - Coeficientes de regressão logística sigmoidal, para a relação V:VE e a germinação das três espécies rupícolas do inselberg do Morro da Urca-RJ, onde “*a*” descreve a máxima porcentagem de germinação, “*b*” descreve a inclinação da resposta de germinação e “*x₀*” estima o valor de V:VE equivalente a 50% da máxima germinação.....43

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	13
1	OBJETIVOS	25
1.1	Objetivo geral	25
1.2	Objetivos Específicos	25
2	MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1	Área de estudo	25
2.2	Medição microclimática	27
2.3	Material botânico	27
2.4	Beneficiamento, armazenamento e caracterização física	28
2.5	Testes de germinação	29
2.6	Efeito da temperatura sobre a germinação de <i>A. glaziouana</i>, <i>B. purpurea</i> e <i>T. corymbosa</i>	30
2.7	Efeito do estresse hídrico na germinação de <i>A. glaziouana</i>, <i>B. purpurea</i> e <i>T. corymbosa</i>	30
2.8	Efeito da qualidade de Luz (Razão V:VE) na germinação	30
2.9	Análise estatística	31
3	RESULTADOS	32
3.1	Medição microclimática	32
3.2	Caracterização das espécies quanto a aspecto reprodutivo	33
3.3	Efeito da temperatura sobre a germinação de <i>A. glaziouana</i>, <i>B. purpurea</i> e <i>T. corymbosa</i>	35
3.4	Efeito do estresse hídrico na germinação de <i>A. glaziouana</i>, <i>B. purpurea</i> e <i>T. corymbosa</i>	38
3.5	Efeito da qualidade de luz (Razão V:VE) na germinação	42
4	DISCUSSÃO	46
5	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS	56

INTRODUÇÃO

Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um dos biomas mais representativos do planeta, figurando entre os 25 hotspots mundiais devido à sua alta diversidade animal e vegetal, bem como ao alto índice de endemismo (Myers et al. 2000).

As altas taxas de biodiversidade e endemismo encontradas na Mata Atlântica podem ser explicadas por uma união de fatores. A dinâmica da vegetação, processos de especiação ocorridos, bem como altitude, latitude, continentalidade e a diversidade de ambientes, são alguns destes (Torrico et al. 2009).

Registra-se grande perda de sua vegetação original, em especial no estado do Rio de Janeiro (Tanizaki-Fonseca & Moulton 2000). A Mata Atlântica é considerada o bioma mais devastado e ameaçado do planeta, ocupando apenas 7-8% de sua área original. A perda deste bioma provoca preocupação, pois inclui não só a perda de variabilidade genética, mas também de ecossistemas, populações, espécies, bem como de processos ecológicos e evolutivos.

A importância da Mata Atlântica é tal, que mesmo os fragmentos remanescentes estão entre os mais diversos ecossistemas da Terra e desempenham um papel importante como corredores migratórios de animais e plantas. Além disso, também são essenciais para a proteção dos recursos hídricos e do solo, além de contribuir para estabilidade do clima local (Galindo Leal & Câmara 2003).

Considerando a importância da Mata Atlântica e a grande perda que esta tem sofrido, é essencial que se atue em sua conservação, com ênfase na preservação de sua diversidade biológica. Neste contexto, a paisagem fragmentada da Mata Atlântica representa um grande desafio para a gestão moderna de conservação da natureza. O grande obstáculo para a conservação efetiva é o deficit no conhecimento de seus ecossistemas, bem como de sua dinâmica, indicando a necessidade de maiores estudos com esta ênfase (Torrico et al. 2009).

A Mata Atlântica é conhecida por sua multiplicidade de ecossistemas associados: restingas, brejos, campos de altitude, manguezais, ilhas costeiras e oceânicas e dentre estes estão os inselbergs (SOS Mata Atlântica 2011), ecossistema ainda pouco estudado.

Inselbergs

Introduzido pelo geólogo alemão Bornhardt (1900), o termo “inselberg” (*insel* = ilha; *berg* = montanha) refere-se a elementos da paisagem, formados principalmente por afloramentos de rochas graníticas e gnáissicas, que se destacam em meio a paisagens predominantemente planas (Porembski 1998; Pitrez 2006).

Os afloramentos rochosos são frequentes na paisagem da região sudeste do Brasil (Meirelles et al.1999; Porembski et al.1998; Porembski et al. 2000), podendo comportar flora muito distinta das encontradas na vegetação de seu entorno. São locais com alta diversidade e endemismo, que têm atraído variados estudos, em sua maioria florísticos, de fitossociologia e biogeografia (Oliveira & Godoy 2007).

O Rio de Janeiro é uma das regiões de maior endemismo de espécies vegetais do sudeste brasileiro e de grande diversidade dentre os inselbergs estudados (Meirelles et al. 1999; Porembski 2007). Segundo Sarmiento (2002), a grande diversidade e endemismo de inselbergs podem ser atribuídos a três fatores principais, que atuam em diferentes escalas temporais: uma evolução em resposta a história climática e geológica, a adaptação das espécies aos contrastes do ambiente e a permuta com as espécies do entorno. O autor afirma que tanto a migração entre plantas quanto a evolução *in situ* são processos essenciais para o entendimento da riqueza de espécies nas montanhas tropicais.

Inselbergs também são considerados áreas importantes de estudo devido ao isolamento geográfico e ecológico da vegetação do entorno. Isto permite que estes sejam investigados como sistemas insulares terrestres, de modo análogo as ilhas oceânicas, em estudos sobre processos evolutivos e diversidade. As ilhas de vegetação em inselbergs possuem um isolamento geográfico menor em relação a ilhas oceânicas, porém o efeito do isolamento ecológico é grande, pois são ecossistemas com características ecológicas únicas (Porembski 2007; Conceição 2007).

Os inselbergs da região tropical apresentam condições microclimáticas intensas, tais como temperaturas do ar e do solo alcançando entre 40°C e 60°C, respectivamente, além da baixa umidade relativa do ar durante o dia, alta intensidade luminosa, ventos fortes e altos níveis de evaporação. Os solos em inselbergs caracterizam-se por serem pouco profundos e, de modo geral, possuem acidez elevada, com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes (Gröger 2007; Meirelles et al.1999 ; Porembski 2007). Sugere-se que haja forte relação entre

espécies na vegetação de inselbergs e a variada combinação de diferentes propriedades do solo (Carvalho 2010).

Inselbergs litorâneos apresentam aspecto particular, a influência da salsugem, ou spray marinho. A intensidade da salsugem pode influenciar a composição da vegetação em afloramentos rochosos, resultando em menor ou maior frequência de certas espécies, pois exige adaptações a salinidade (Meirelles et al.1999).

Devido à declividade e ao estado de erosão das rochas, há a formação de uma série de microrelevos nas áreas de afloramentos, reconhecidos como canaletas, fissuras, frestas, painéis, superfícies cobertas de pedras e superfícies lisas (Oliveira et al. 2004; Oliveira & Godoy 2007). Estudos demonstraram que o estabelecimento das plantas está diretamente ligado ao tipo de microrelevo presente. Há forte e positiva correlação entre a riqueza de espécies vegetais e a profundidade do solo, havendo baixo número de espécies capazes de se estabelecer na superfície lisa da rocha (Michelangelli 2000; Oliveira et al. 2004).

Das famílias de Angiospermas frequentemente encontradas nos afloramentos, destacam-se Asteraceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Melastomataceae, Orchidaceae e Velloziaceae (Oliveira et al. 2004; Oliveira & Godoy 2007; Porembski 2007). Podem ser encontradas nas referidas famílias diferentes mecanismos morfo-fisiológicos de tolerância aos estresses hídrico e térmico, tais como suculência, espessamento de cutícula, enrolamento foliar, diminuição e/ou queda das folhas, redução de clorofila, dentre outros (Aidar 2005; Lüttge 2008; Porembski 1998).

As chamadas plantas poiquiloídricas, tolerantes ao dessecamento e conhecidas pela rápida “ressurreição” quando expostas a água após período com ausência ou limitação de água representam uma estratégia comum em inselbergs. Segundo Porembski (1998), o sudeste do Brasil é considerado o maior centro de diversidade de plantas poiquiloídricas vasculares.

Considerando a diversidade abrigada nos inselbergs, o reduzido número de estudos nesta área bem como a degradação sofrida neste ecossistema, é grande a necessidade do desenvolvimento de estratégias de conservação. Os afloramentos rochosos têm sido afetados por alguns fatores como a coleta de plantas ornamentais de forma predatória, em especial, de bromélias, a ocorrência de queimadas por causas naturais ou antrópicas e até mesmo degradação para o comércio de pedras ornamentais (Campello 2000; Pitrez 2006).

Apesar do relativo aumento na quantidade de pesquisas sobre a flora dos inselbergs, os processos ecofisiológicos que permitem a sobrevivência dessas espécies sob condições estressantes não são completamente compreendidos (Lüttge 2008; Meirelles 1999). Esta lacuna aponta para a necessidade novos estudos neste ecossistema.

Espécies estudadas

Neste estudo foram selecionadas três espécies: *Alcantarea glaziouana* (Leme) J.R.Grant (Bromeliaceae), *Barbacenia purpurea* Hook. (Velloziaceae) e *Tibouchina corymbosa* (Raddi) Cogn. (Melastomataceae). As três espécies são espécies endêmicas do Brasil, com distribuição geográfica na região sudeste tendo como domínio geográfico, áreas de Mata Atlântica (Forzza et al. 2010; Mello-Silva 2010; Guimarães 2012).

A escolha destas deve-se também ao fato de serem espécies abundantes na área de estudo, produzirem grande quantidade de sementes e pela falta de estudos sobre comportamento germinativo das mesmas.

A Família Bromeliaceae tem ocorrência neotropical, em sua maioria, e apresentam uma grande distribuição no Brasil, com hábito epifítico nas florestas ou como plantas terrestres em áreas abertas (Giulietti et al. 2005). As 22 espécies do gênero *Alcantarea* são endêmicas do sudeste do Brasil, podendo ocorrer em diversas altitudes em inselbergs da Mata Atlântica ou em Campo Rupestre, como na Serra do Espinhaço (Barbará et al. 2009).

Pertencente à família Bromeliaceae e à subfamília Tillandsioideae, *Alcantarea glaziouana* Leme (Fig. 1) é uma espécie terrestre de ocorrência comum em afloramentos rochosos no Rio de Janeiro. Possuem folhas verdes de aproximadamente 50 cm, dispostas em roseta, longas inflorescências de 70-90 cm, com a floração ocorrendo entre os meses de fevereiro a abril. A reprodução desta se dá via sementes, onde cada infrutescência pode produzir de 10.000 a 20.000 sementes e de forma assexuada, por reprodução vegetativa. Possivelmente *A. glaziouana* é uma espécie originária do estado do Rio de Janeiro (Barbará et al. 2009).



Figura 1- *Alcantarea glaziouana* Leme: (A) Moita com indivíduos em estágio de frutificação no Morro da Urca, RJ. (B) Detalhe da inflorescência de um indivíduo no Morro do Pão de Açúcar, RJ.



Figura 2- *Barbacenia purpurea* Hook: (A) Moita com indivíduos em fase de floração no Morro da Urca, RJ. (B) Destaque da flor.
Fotos: Rafaela F. Lima.

A família Velloziaceae possui cerca de 250 espécies tropicais distribuídas em quatro gêneros. Ocorrem na África, Madagascar e América do Sul, especialmente em ambientes áridos, rochosos e de grande altitude. São plantas perenes e com grande tolerância a dessecação. Na América do Sul, a maioria se concentra em campos rupestres, com muitas espécies endêmicas (Mello-Silva 1995; Ibisch *et al.* 1995; Porembski 2000).

Pertencente à subfamília Barbacenoioideae, a espécie *B. purpurea* (Fig.2) tem hábito rupícola e é encontrada preferencialmente em regiões com algum acúmulo de húmus nas rochas (Ayensu 1973). Possuem folhas com 15-20 cm de comprimento, serrilhadas nas margens e extremidade em quilha (Smith & Ayensu 1976). A espécie tem flores de cor roxa e seus frutos imaturos têm superfície pegajosa devido à uma substância de consistência pastosa. Os frutos tornam-se secos antes da ruptura e liberação das sementes (Ayensu 1973). *B. purpurea* tem distribuição restrita ao Brasil, especificamente no Rio de Janeiro (Smith & Ayensu 1976).

A família Melastomataceae, com cerca de 155 gêneros e 4500 espécies em todo mundo, é a maior família dentro da ordem Myrtales. No Brasil é a sexta maior família de Angiospermas com 68 gêneros e mais de 1500 espécies. Na flora do estado do Rio de Janeiro, a família Melastomataceae mostra-se muito diversificada, com espécies em diferentes ecossistemas tais como restingas, formações de mata atlântica, incluindo florestas pluviais montanas, alto-montanas e campos de altitude. As espécies apresentam grande diversidade de hábitos, desde herbáceo até arbustivo, ocorrendo muito comumente espécies arbóreas (Baumgratz *et al.* 2006; Romero & Martins 2002).

T. corymbosa (Raddi) Cogn (Fig. 3) é uma espécie arbórea terrestre ou rupícola, com flores pentâmeras púrpuras e fruto capsular com numerosas sementes. O gênero *Tibouchina* Aubl., é neotropical e distribui-se desde o México e Antilhas até a Argentina, apresentando cerca de 308 espécies. No Brasil tem forte presença no sudeste apresentando porte variado desde herbáceo, arbustivo ou arbóreo, sendo freqüentes em ambientes abertos, expostos à luminosidade ou em vegetação secundária (Guimarães & Martins 1997).



Figura 3-*Tibouchina corymbosa* (Raddi) Cogn.: (A) Indivíduo em fase de floração no Morro da Urca, RJ. (B) Destaque da flor.
Fotos: Rafaela F. Lima

Germinação de sementes

O conhecimento sobre as estratégias reprodutivas, em especial do comportamento germinativo, é uma importante ferramenta de contribuição ao conhecimento da regeneração natural e para a conservação do material genético (Silveira et al. 2004; Abdollahi et al. 2012).

A germinação de sementes é uma das fases do ciclo de vida dos vegetais que pode determinar a sua distribuição em diferentes habitats. Compreender como os fatores abióticos propiciam ou limitam a germinação é essencial para que se entenda o estabelecimento de cada espécie em seu habitat, bem como as consequências que alterações abióticas podem causar sobre a ocorrência da planta. Seu estudo é fundamental para compreender os processos de sobrevivência e regeneração natural das espécies (Fenner & Thompson 2005).

O processo germinativo pode ser caracterizado como a retomada do crescimento do embrião resultando na ruptura da cobertura da semente e na emergência da plântula (Copeland & McDonald 1995). A fração final, a velocidade e a uniformidade de germinação de uma população de sementes são influenciadas por

uma série de condições internas, como viabilidade, grau de maturidade, dormência, sanidade, além do seu genótipo (Marcos Filho 2005).

Microambientes favoráveis e com baixa competição são chamados de “nichos de regeneração” (Grubb 1977), onde o controle da germinação por fatores físicos do ambiente se faz principalmente pela água, temperatura e luz, promovendo o surgimento de características germinativas diversificadas entre as espécies (Baskin & Baskin 2001).

O início da germinação está condicionado à absorção de água do substrato pela semente, processo denominado embebição. A embebição ocorre devido ao potencial mátrico, a capacidade das matrizes (paredes celulares e proteínas) atraírem água como resultado de interação da água com a matriz. Esse processo varia de acordo com a composição química e das características físicas da semente (Guimarães, et al. 2008).

A disponibilidade e a velocidade do fluxo de água para a semente são determinadas pela diferença de potencial hídrico (Ψ_w) entre a semente e o solo, ou seja, as diferenças quanto a quantidade de água, pois o movimento de água ocorre segundo um gradiente decrescente de potencial hídrico, até que o sistema alcance um equilíbrio (Villela et al. 1991). Ao se monitorar o conteúdo de água de sementes secas no processo de embebição, frequentemente se observa um padrão trifásico de absorção de água e hidratação.

A fase inicial de embebição, ou fase I, é rápida e dirigida pelo potencial matricial da semente seca, um processo puramente físico de diferença de potencial dirigida pelo gradiente de potencial hídrico (Ψ) entre a semente e seu ambiente. Após a constância do conteúdo de água no interior da semente esta entra em fase de preparação e ativação do metabolismo, a chamada fase II. Nesta fase são ativados os processos metabólicos requeridos para o crescimento do embrião e a conclusão do processo germinativo com a protrusão da radícula. A fase III da embebição caracteriza-se por um aumento do conteúdo de água da semente associado ao início do crescimento do embrião, fase totalmente voltada a ao desenvolvimento da plântula (Bewley & Black 1994).

As funções da água no processo germinativo são muito importantes e o déficit desta é uma das principais causas de mortalidade de plântulas. Disponibilidade de água é provavelmente o fator mais importante para a germinação em solos de ambientes secos (Kos & Poschlod 2008).

Conhecer o comportamento germinativo das espécies em relação ao déficit hídrico é importante, pois permite verificar quais as sementes resistentes e quais as sensíveis a falta de água e entender a ecologia e distribuição das espécies. As sementes resistentes apresentam vantagem ecológica já que é possível que se estabeleça em áreas que as sensíveis a seca não podem se estabelecer (Bewley & Black 1994).

As sementes podem apresentar comportamentos distintos em relação ao teor de água, em sua fase final de maturação fisiológica. No comportamento ortodoxo as sementes são caracterizadas pela rápida redução no teor de água da semente (entre 10 e 12%) durante a fase de maturação, toleram a dessecação e podem permanecer por longo tempo sob baixas temperaturas sem perda de viabilidade.

O comportamento recalcitrante é caracterizado pela manutenção de alto teor de água ao final da maturação, pela sensibilidade a dessecação a teores de água relativamente altos (15-35%), com baixa longevidade e sensibilidade a baixas temperaturas. Muitas espécies com sementes recalcitrantes também apresentam o comportamento vivíparo, onde a ausência de mecanismos de dormência e o alto teor de água no momento da dispersão, por vezes, leva ao início da germinação ainda na planta-mãe.

Finalmente, algumas espécies apresentam sementes com o comportamento intermediário, por apresentarem características de tolerância ao dessecamento, a baixas temperaturas e de longevidade que são “intermediárias” as duas categorias descritas anteriormente. As diferenças no comportamento das sementes podem ser consideradas como resultado do processo de seleção natural, em concordância com as condições ambientais em que as espécies se desenvolveram (Barbedo & Marcos Filho 1998; Bonjovani & Barbedo 2008; Carvalho 2006).

A temperatura também é um importante fator que atua na regulação da germinação e está diretamente ligada a ecologia de cada espécie. Esta apresenta grande influência nesta etapa, promovendo a absorção de água pela semente e as reações químicas que regulam o metabolismo envolvido no processo de germinação.

Dentre as maneiras que a temperatura pode regular a germinação está a influência na porcentagem e na velocidade de germinação; quebra de dormência primária ou secundária, bem como indução de dormência secundária. A temperatura

também afeta, juntamente com o teor de água, a taxa de deterioração da semente (Probert 2000; Castro & Hilhorst 2004).

Assim como em qualquer processo fisiológico, existem temperaturas limitantes e ótimas para germinação e estas são chamadas temperaturas cardeais. A temperatura é considerada ótima quando ocorre o máximo de germinação no menor tempo e consideram-se como temperatura mínima e máxima, respectivamente, como a mais baixa e a mais alta temperatura em que a germinação ocorre. O conhecimento das temperaturas cardeais que regulam a germinação é importante para indicar limites térmicos de ocorrência das espécies, nas diferentes regiões do planeta (Labouriau 1983; Leite & Takaki 2002).

Algumas espécies apresentam melhor resposta a germinação em temperaturas alternadas do que em temperaturas constantes. De modo geral, a sensibilidade das sementes a temperaturas alternadas é influenciada pela luz, tendo sido observada interação entre alternância de temperatura e a forma ativa do fitocromo. Em alguns casos a variação na temperatura promove alteração no balanço de promotores/ inibidores da germinação levando a diminuição em temperaturas baixas e aumento de promotores em ciclo de temperaturas altas (Probert 2000; Marcos Filho 2005).

A luz é um fator essencial para o desenvolvimento vegetal em diferentes aspectos tais como desenvolvimento da maquinaria fotossintética, alocação de recursos para raiz, caule e folhas, resposta a competição de outras plantas, bem como a germinação e estabelecimento de plântulas (Smith 2000). A luz recebida pelas sementes controla a germinação de modo que esta ocorra em tempo e local apropriado para a sobrevivência das plântulas. O efeito da luz depende do genótipo e de fatores ambientais durante a ontogênese da semente, que pode induzir a germinação ou até a dormência (Pons 2000).

No processo de germinação, o pigmento fotorreceptor é o fitocromo, uma cromoproteína capaz de absorver a luz nas regiões do vermelho ao vermelho-extremo, com pico de absorção nos comprimentos de onda de 660 e 730nm, respectivamente (Casal & Sánchez 1998; Marcos Filho 2005). O fitocromo pode se interconverter entre duas formas: na forma que absorve luz vermelho-extremo (F_{ve}), também chamada forma ativa, e na que absorve luz vermelha (F_v), chamada forma inativa. Esse fenômeno, chamado fotorreversibilidade ocorre quando a forma F_v absorve fótons no comprimento de onda vermelho e é convertida a forma F_{ve},

tornando-se ativa. Esse processo envolve varias formas intermediárias, em ambas as direções (Casal & Sánchez 1998; Taiz & Zeiger 2004; Smith 2000).

As plantas usam os fitocromos como sensores de proximidade, para evitar o sombreamento de plantas próximas. Isso ocorre porque as folhas verdes absorvem a luz vermelha e permitem a passagem da luz vermelho-extremo e assim, quanto maior o sombreamento, menor a razão V: VE (Smith 2000; Taiz & Zeiger 2004). A ação do fitocromo sobre a germinação vai variar de acordo com outros fatores, como a temperatura e o estado hídrico das sementes (Takaki 2005).

A exigência de luz é frequentemente observada em sementes pequenas, com baixos níveis de reserva, enquanto a maioria das sementes grandes não exige luz para germinação por apresentarem reserva suficiente para o crescimento de plântulas, mesmo no escuro (Smith 2000). Esse comportamento germinativo mostra que a qualidade da luz, além de participar na regulação da germinação de muitas sementes, também atua na dinâmica de população e sucessão ecológica no ambiente. Dentre os vários tipos de fitocromos existentes, participam no momento da germinação os fitocromos fiA, fiB e fiE (Taiz & Zeiger 2004; Takaki 2005; Zaia & Takaki 1999).

Em relação a resposta de germinação a presença de luz as sementes são classificadas de três formas: fotoblásticas positivas, as que não germinam no escuro, sendo então beneficiadas pela luz, as fotoblásticas negativas, cuja germinação é inibida pela luz e as não-fotoblásticas, indiferentes a luz (Orozco-Segovia & Vázquez-Yanes 1992; Marcos Filho 2005).

As sementes podem apresentar por razões internas ou externas uma diferente condição: o estado de dormência. A dormência representa uma estratégia eficaz para a preservação da continuidade da espécie, constituindo mecanismo de resistência a condições desfavoráveis de ambiente e garantindo que a germinação ocorra em situação adequada a retomada do crescimento (Marcos Filho 2005).

Diferentes estudos com espécies tropicais tem indicado que a proporção relativa de sementes dormentes sob as não-dormentes tende a aumentar sob condições hostis, tais como em ambientes muito secos, com baixa precipitação e com altas temperaturas (Baskin & Baskin 2003; Sautu et al. 2007). Sob tais condições, a dormência pode ser uma importante estratégia para o sucesso de estabelecimento das espécies, pois permitiria a sobrevivência das sementes até o momento em que uma condição favorável fosse alcançada.

Os mecanismos de dormência têm sido discutidos e definidos por diferentes autores. Este pode ser definido em dois grandes grupos: endógena e exógena, seguida de uma subdivisão largamente aceita, proposta por Baskin & Baskin (2001) onde a dormência é classificada em cinco classes: dormência fisiológica, morfológica, morfofisiológica, física e combinada (física e fisiológica).

Como dormência endógena, inclui-se dormência fisiológica, morfológica e morfofisiológica. A dormência fisiológica é causada por mecanismos inibitórios envolvendo processos metabólicos e o controle do desenvolvimento no embrião ou em tecidos adjacentes podendo ser causada por sensibilidade a reguladores químicos e ao fotoequilíbrio do fitocromo.

A dormência morfológica relaciona-se a sementes com embrião não diferenciado, ou não completamente desenvolvido, o que demanda por um período de maturação na semente separada da planta-mãe, que configura o período da dormência. Na dormência morfofisiológica a semente apresenta uma combinação do subdesenvolvimento/indiferenciação do embrião a dormência fisiológica deste (Baskin & Baskin 2001; Cardoso 2004).

Como dormência exógena, ou extra-embriônica inclui-se a dormência física e a combinada. A dormência física caracteriza-se pela impermeabilidade dos tecidos da semente e/ou fruto, restringindo total ou parcialmente a difusão de água ao embrião. A dormência combinada caracteriza-se em sementes com um revestimento impermeável a água e um embrião fisiologicamente dormente (Baskin & Baskin 2001).

Justificativa da pesquisa

Essa pesquisa se justifica por trazer contribuições a conservação de plantas da Mata Atlântica ao buscar uma compreensão do comportamento germinativo de diferentes espécies. O estudo foi realizado com três espécies endêmicas da região sudeste, restritas aos afloramentos rochosos do estado do Rio de Janeiro, e com pouca ou nenhuma informação sobre aspectos germinativos. A investigação de espécies endêmicas, somado ao enfoque da ocorrência destas em um ecossistema pouco estudado, os inselbergs, aponta a importância da realização deste trabalho.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

Verificar as relações entre o comportamento germinativo de sementes de três espécies no afloramento rochoso do Morro da Urca (Rio de Janeiro/ RJ), com as suas condições microclimáticas.

1.2 Objetivos específicos

- Estudar as respostas germinativas aos fatores temperatura, luz e disponibilidade hídrica do substrato de sementes de três espécies encontradas no afloramento rochoso do Morro da Urca (Rio de Janeiro/ RJ).
- Identificar os mecanismos de dormência, quando presentes, para as espécies do afloramento rochoso do Morro da Urca (RJ).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O Morro da Urca (22°57S 43°09 W) faz parte de uma Unidade de Conservação, o monumento natural dos Morros Pão de Açúcar, Urca e Cara de Cão, em região litorânea do município do Rio de Janeiro (Figura 4). Os morros são objeto de tombamento federal pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, IPHAN.

Este inselberg é composto geologicamente de gnaiss facoidal (Mansur et al. 2008). Seu ponto de máxima elevação está a 224 m acima do nível do mar. O local onde se encontra está sujeito ao clima tropical semi-úmido, com temperatura média anual de 22°C e precipitação em torno de 1200 mm (Carauta & Oliveira 1984).

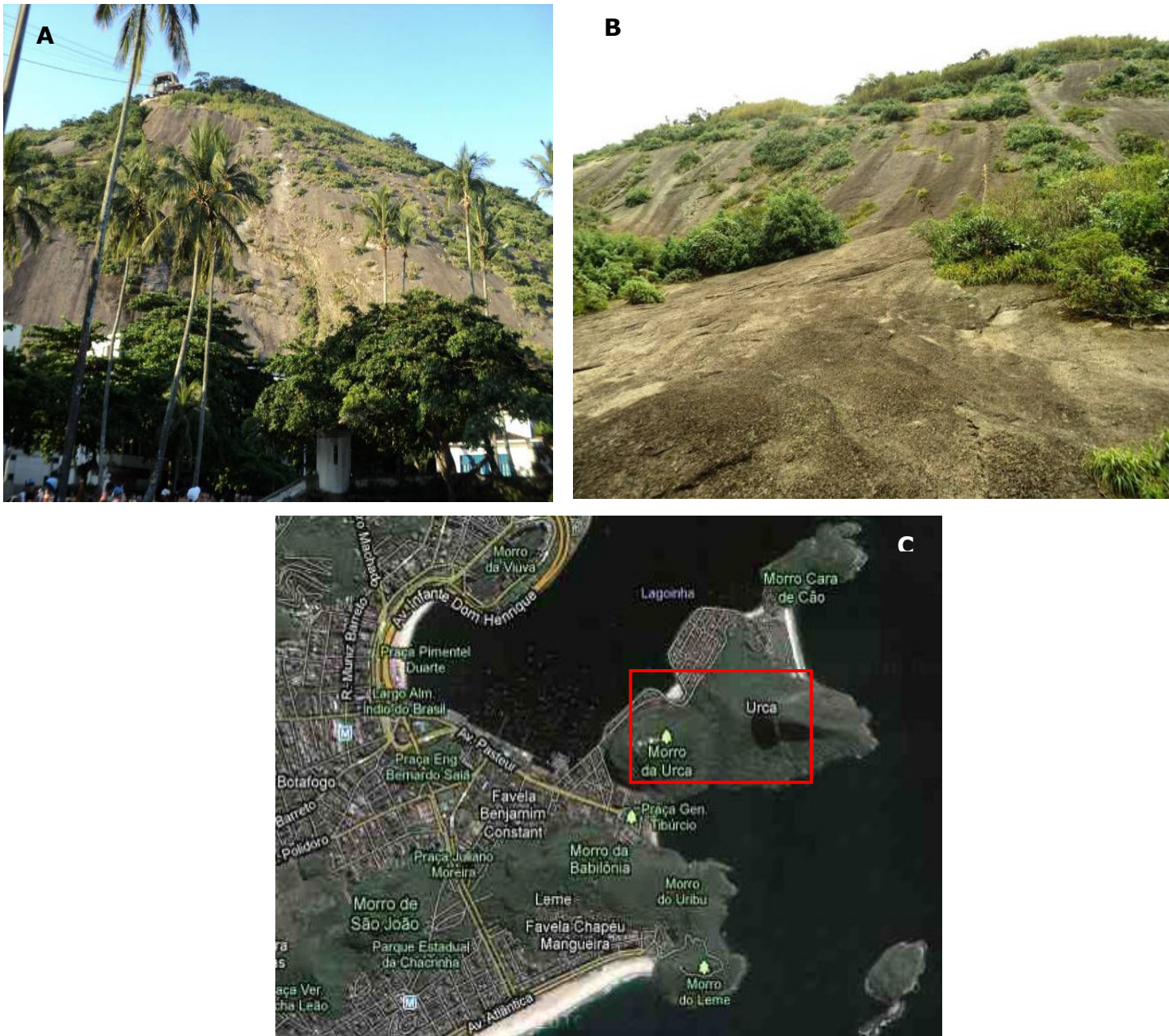


Figura 4 - Morro da Urca, RJ.:(A) vista da praia vermelha. (B) Afloramento rochoso próximo a pista Cláudio Coutinho. C: Imagem de satélite com destaque no Morro da Urca e Pão de Açúcar.

Fonte: Google maps, 2011.

Fotos: Rafaela F. Lima

2.2 Medição microclimática

Foram feitas medições de temperatura e umidade relativa do ar visando uma caracterização pontual do local de ocorrência das espécies estudadas. Os registros foram feitos em duas diferentes estações do ano, o inverno de 2011 e o verão de 2012 por 24h e 48h, respectivamente, utilizando-se dois registradores THERMODATA HTB, da ETI. As medições foram feitas com intervalo de leitura de 1 minuto. Os registradores foram instalados para medições em dois diferentes microhabitats: no interior de uma moita no costão rochoso do Morro da Urca e em área aberta do mesmo local.



Figura 5- Sensor de temperatura e umidade relativa do ar realizando medições. (A) Sensor no interior de uma moita de plantas no inselberg Morro da Urca, RJ. (B) Sensor em área aberta no inselberg Morro da Urca. RJ.

Fotos: Rafaela F. Lima

2.3 Material botânico

Frutos maduros de *A. glaziouana* e *B. purpurea* foram coletados entre maio e junho de 2010, enquanto *T. corymbosa* foi coletada em fevereiro de 2011.

Foram coletadas quatro infrutescências de *A. glaziouana* cada uma contendo aproximadamente 80 frutos. Cada infrutescência foi considerada um lote (RAS, Brasil, 2009) contendo cada lote 14 a 20 mil sementes.

A coleta de *B. purpurea* foi feita em diferentes moitas de vegetação e em diferentes indivíduos, totalizando 15 frutos, sendo cada um considerado um lote. Cada fruto contém uma média de 2 a 5 mil sementes.

Os frutos de *T. corymbosa* são cápsulas, que quando maduras, se abrem, liberando continuamente as sementes, dificultando a contabilidade das sementes em cada fruto. Foram coletados 80 a 100 pequenos frutos totalizando aproximadamente 50000 sementes.

Foi feita a coleta do material botânico para montagem de exsicatas apenas de *B. purpurea* e *T. corymbosa*. As coletas foram feitas mediante a autorização cedida pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, nº02/10. O material botânico foi depositado no Herbário da Universidade do Estado do Rio de Janeiro: *Tibouchina corymbosa* (Raddi) Cogn, Brasil, Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, APA Morro da Urca, coleta: 12/2010. HRJ 11.770. *Barbacenia purpurea* Hook. Brasil, Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, APA Morro da Urca, coleta 04/2011. HRJ 11.771.

2.4 Beneficiamento, armazenamento e caracterização física

Todo o processo de beneficiamento e armazenamento das sementes foi realizado no Laboratório de Sementes do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Os frutos tiveram suas sementes extraídas manualmente em bandejas e foram levados a sala de secagem (20°C e 18% URar) onde permaneceram por aproximadamente 30 horas. Após o período de secagem, onde houve redução da umidade nas sementes, as sementes de *A. glaziouana* foram armazenadas em embalagens de alumínio trifoliolado e termoseladas, as de *B. purpurea* em recipientes de vidro hermético e as de *T. corymbosa* em eppendorfs sob temperatura de -20°C. As sementes não passaram por procedimento de desinfestação química.

O comprimento das sementes (N=50) foi registrado com paquímetro digital (Mitutoyo), sendo desconsiderado o apêndice alar caudal na espécie *A. glaziouana*. O peso fresco de 100 sementes foi determinado utilizando-se balança analítica (0,0001 g).

2.5 Testes de germinação

A germinação das sementes de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa* foi testada sob luz e escuro, nas temperaturas de 30 e 25°C, respectivamente, visando distinguir lotes de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica.

Determinou-se o teor de água das sementes através do método de estufa a 105°C por 24 horas, segundo as RAS (Brasil 2009), com as sementes acondicionadas em recipientes de alumínio. Foram utilizadas quatro repetições com 0,5 g de sementes (\approx 208 sementes) para *A. glaziouana*, 0,02 g (\approx 20 sementes) para *B. purpurea* e média de 0,14 g (\approx 4516 sementes) para *T. corymbosa*.

Para a análise de massa seca das sementes, estas foram mantidas em estufa a 80°C durante 48h e pesadas em balança analítica. Para *A. glaziouana* e *B. purpurea* foram feitas cinco repetições de 20 sementes, enquanto para *T. corymbosa*, a mesma determinação foi realizada com quatro repetições de \approx 1350 sementes (0,045 g). Em seguida, foi calculado o peso unitário das sementes de cada espécie, sendo os resultados expressos em média.

Em todos os experimentos, as condições ideais de germinação foram avaliadas a partir da porcentagem germinativa das sementes observada pela protrusão da raiz com geotropismo positivo e pela velocidade de germinação, calculada de acordo com a fórmula estabelecida por Labouriau & Valadares (1976): $v = n_i / (n_i \cdot t_i)$, onde n_i é o número de sementes germinadas dentro do intervalo de tempo t_i , sendo os resultados expressos em dias.

Para todos os experimentos foram utilizadas cinco repetições com 30 sementes, distribuídas sobre duas folhas de papel filtro e umedecidas com 1 a 5 mL de água destilada, em placas de Petri de 5 ou 9 cm de diâmetro, variando de acordo com o tamanho das sementes. Todos os experimentos de germinação foram conduzidos em câmaras de germinação do tipo B.O.D., modelo FANEM.

Os tratamentos que apresentaram germinação constante por um período de seis dias foram finalizados. As sementes com germinação baixa ou nula foram transferidas para a temperatura ótima de cada espécie ou potencial hídrico de 0 MPa (água destilada), visando avaliar a recuperação da germinação ou perda de viabilidade. Não foi utilizado processo algum para desinfetar a superfície das sementes.

2.6 Efeito da temperatura sobre a germinação de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa*

Para avaliar a influência da temperatura sobre a germinação, as sementes das três espécies foram submetidas às temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C e temperatura alternada de 30-20°C. Os experimentos ocorreram sob condição de luz, proporcionada por quatro lâmpadas fluorescentes de 22W do tipo “luz do dia”, sob fotoperíodo de 8 horas, com intensidade de luz (densidade de fluxo de fótons) de $77,4 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ e razão V:VE de 6,1.

2.7 Efeito do estresse hídrico na germinação de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa*

Visando verificar a influência do estresse hídrico sobre a germinação das sementes, estas foram colocadas para embeber e germinar em placas de Petri, sob soluções de polietilenoglicol 6000, com sete potenciais hídricos (Ψ_w), com intervalos de -0,2 MPa, desde 0,0 (água destilada) até -1,2 MPa. Soluções de PEG 6000 foram preparadas de acordo com Vilela *et al.* (1991).

A temperatura utilizada para o cálculo e montagem dos experimentos foi de 25°C, definida no experimento de efeito da temperatura, sob fotoperíodo de 8 horas. O volume de solução utilizado em cada repetição foi de 1 e 5 mL, variando de acordo com o tamanho da placa de Petri (3 e 9 cm de diâmetro, respectivamente). A solução foi trocada a cada sete dias para garantir a manutenção do potencial hídrico. As placas foram vedadas com filme de PVC transparente para evitar a evaporação da água nas soluções.

2.8 Efeito da qualidade de luz (Razão V:VE) na germinação de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa*

As sementes das três espécies foram submetidas a diferentes razões entre comprimentos de onda correspondentes ao vermelho (675-685nm) e vermelho-extremo (725-735nm) (razão V:VE), a partir do uso de diferentes filtros plásticos de poliéster (Filtros Lee 730, 242, 122, 735 e 139) submetidos à iluminação com duas lâmpadas fluorescentes de 22W e seis lâmpadas incandescentes de 15W, sob fotoperíodo de 8 horas. As seguintes razões de V:VE, com os respectivos valores de intensidades de luz (entre parênteses; $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) foram obtidos: 0,46 (76,4); 0,25 (41,7); 0,17 (41,3); 0,14 (8,2); 0,03 (8,9). As sementes do grupo controle foram

expostas diretamente a luz, em razão próxima a luz solar (razão V:VE 0,96 e intensidade de luz $128,9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). A condição de escuro foi obtida com a colocação das placas de Petri em caixas plásticas pretas do tipo gerbox.

As sementes foram semeadas sob luz verde de segurança, com intensidade de luz de $4,1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ e razão V:VE de 0,01. Para cada razão V:VE, as medidas de quantidade e qualidade de luz foram registradas durante o desenvolvimento dos experimentos, onde foi verificada a constância dos valores indicados acima. As medições foram realizadas com o auxílio dos sensores SKR 110 e SKP 215, respectivamente (Skye instruments Inc., Reino Unido).

2.9 Análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso. Quando os dados não atenderam as premissas de normalidade e homogeneidade das variâncias seus valores foram transformados para arco seno da raiz quadrada de $x/100$ (Zar 1999) e para a velocidade média de germinação foi usada a transformação $\log(x+1)$. Neste caso também foi avaliada a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. A normalidade foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Dados que atenderam a normalidade foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com comparação entre médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e avaliação da homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett (Santana & Ranal 2004). Para os dados não paramétricos foi feita a análise de variância pelo Teste Kruskal Wallis e a diferença entre as médias pelo Teste de Dunn com nível de significância de 5%.

A relação entre a porcentagem final da germinação e os valores de V:VE foi analisada através de regressão logística sigmoidal, de acordo com Pearson e colaboradores (2003): $y = a / \{1 + \exp - [(x - x_0) / b]\}$, onde a é o coeficiente que descreve a máxima porcentagem de germinação, b é o coeficiente de inclinação da resposta de germinação e x_0 estima o valor de V:VE equivalente a 50% da máxima germinação.

As análises estatísticas e gráficos foram feitos com auxílio dos programas *Statistica 6.0*, *Graphpad prism 4* e *Origin 5.0* profissional.

3 RESULTADOS

3.1 Medição microclimática

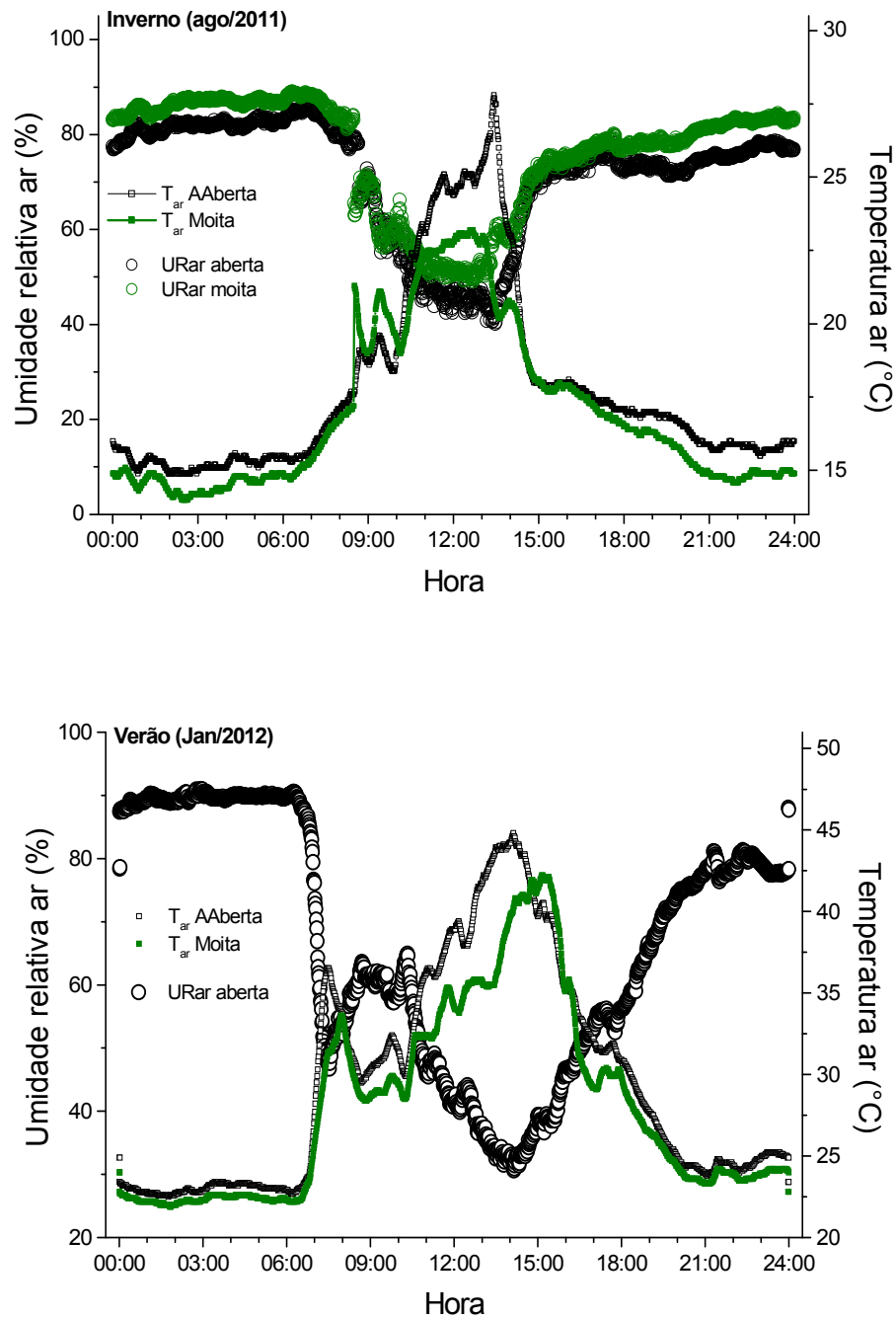


Figura 6- Variação da temperatura do ar (°C) e da umidade relativa do ar (%), durante as 24 horas de um dia de inverno (agosto/2011) e de verão (janeiro/2012), registradas no interior de uma moita e sob área aberta do inselberg do Morro da Urca.

Nas duas estações do ano, as temperaturas registradas na área aberta foram sempre superiores as registradas para o interior da moita, exceto no período da manhã (9-10h), quando a posição do Sol permitiu a chegada de radiação solar diretamente ao registrador. No inverno, a temperatura máxima no interior da moita foi 25°C, e a mínima de 14°C; na área aberta, as temperaturas máxima e mínima foram 27,8°C e 14,9°C, respectivamente. No verão, a temperatura máxima no interior da moita foi 43,5°C, e a mínima de 21,8°C; na área aberta, as temperaturas máxima e mínima foram 46,5°C e 22,5°C, respectivamente.

Independentemente da estação do ano e do local de medição, os registros de umidade relativa do ar apresentaram comportamento inverso ao das temperaturas, ou seja, os valores de umidade relativa do ar foram maiores à noite e menores durante o dia. No inverno, a URar máxima no interior da moita foi 89,0%, e a mínima de 49,1%; na área aberta, as URar máxima e mínima foram 85,7% e 40,2%, respectivamente. No verão, a URar na área aberta foi 91,4%, e a mínima de 30%. Por um problema técnico do registrador, não foi possível medir a URar do interior da moita, na estação do verão.

3.2 Caracterização das espécies quanto a aspectos reprodutivos

As espécies apresentam sementes muito pequenas, com pouca massa e peso e com baixo teor de água. Informações sobre período de frutificação, medidas de comprimento e os valores de massa e teor de água das sementes das três espécies são apresentados na Tabela 1.

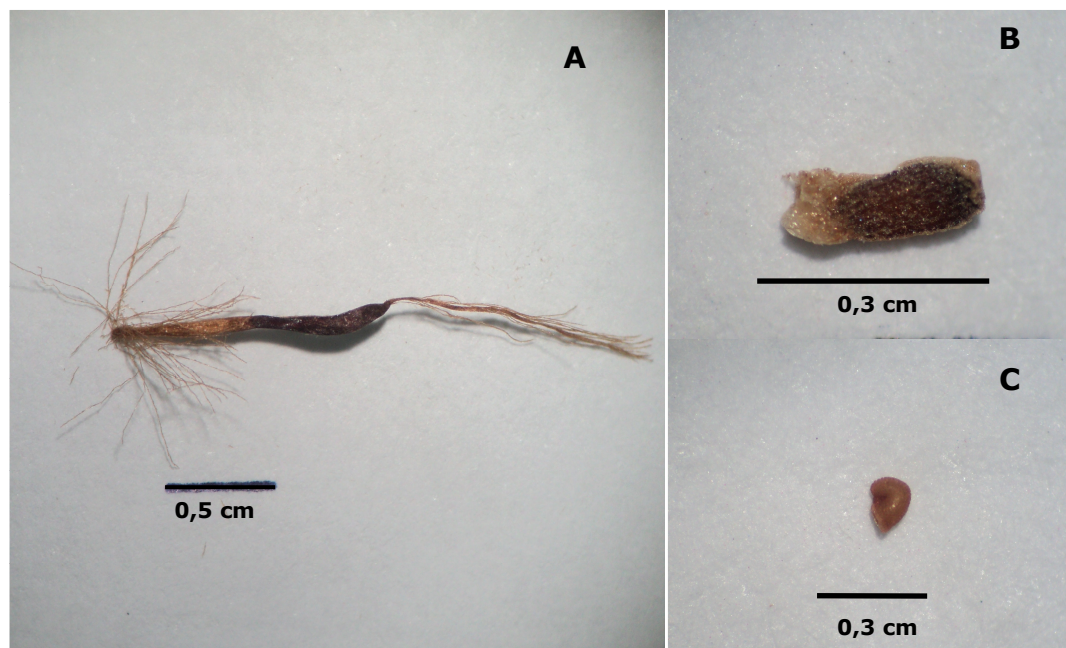


Figura 7- Sementes de três espécies rupícolas: (A) Sementes *A. glaziouana*. Escala 0,5 cm; (B) Sementes de *B. purpurea*. Escala 0,3 cm; (C) Sementes de *T. corymbosa*. Escala de 0,3 cm. Todas as imagens realizadas utilizando-se estereomicroscópio Leica, com ampliação de 40x sob diferentes aumentos. Fotos: Rafaela F. Lima

Tabela 1. Caracterização de três espécies rupícolas ocorrentes no Morro da Urca.

Espécie	Período de frutificação	Massa Seca da semente (g)	Teor de água (%)	Comprimento semente	Peso 100 sementes
<i>A. glaziouana</i>	Dezembro a Abril	0,0409 #	11,6 ± 0,05	10,08mm	0,025 g
<i>B. purpurea</i>	Janeiro a Julho	0,0045 #	15,42 ± 6.81	1,80 mm	0,017 g
<i>T. corymbosa</i>	Fevereiro a Março	0,0393 ##	5,78 ± 1,0	0,55 mm	0,0031 g

Média da massa seca de 20 sementes e de ##1350 sementes. Medida de comprimento de *A. glaziouana* foi feita desconsiderando-se o apêndice plumoso caudal.

3.3 Efeito da temperatura sobre a germinação de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa*

As sementes de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa* não apresentaram diferenças estatísticas para a porcentagem de germinação (G%) entre as temperaturas testadas, exceto para 15°C e 40°C. Em *T. corymbosa* a temperatura de 15°C foi significativamente diferente apenas de 40°C (Figura 8).

Em *A. glaziouana*, o índice de velocidade de germinação (IVG) foi estatisticamente superior na temperatura de 25°C. Em *B. purpurea*, a temperatura de 15°C produziu os menores valores de IVG, sendo significativamente semelhante as temperaturas de 20°, 35° e 20-30°C. Em *T. corymbosa*, os resultados de germinação e IVG sob 25°, 30° e 20-30°C foram estatisticamente superiores as demais temperaturas.

A germinação se iniciou a partir do segundo dia de semeadura (35°C) para *A. glaziouana*, no quinto dia (25° e 30°C) para *B. purpurea* e no terceiro dia de semeadura para *T. corymbosa* (25 e 30°C). Houve redução da germinação nas temperaturas de 15°C e 40°C para *A. glaziouana*, e ausência de germinação na temperatura de 40°C para a espécie *B. purpurea* e *T. corymbosa*.

Sementes que não germinaram foram transferidas para temperatura ótima a fim de ser testada a viabilidade das sementes (Figuras 9 e 10).

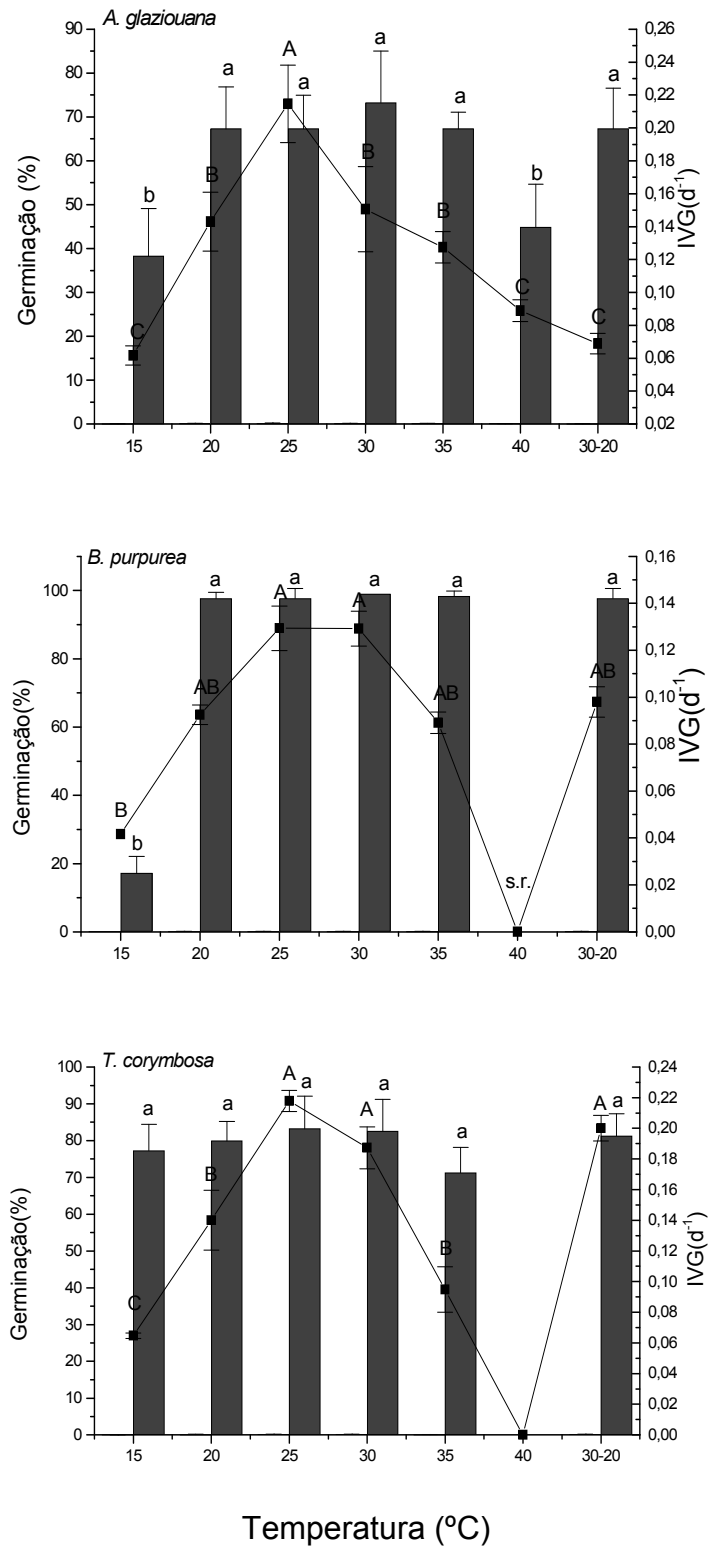


Figura 8- Influência de temperaturas constantes e alternada sobre a porcentagem (colunas) e velocidade (linhas e símbolos) de germinação de sementes de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa*. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (5%). Barras verticais representam o desvio padrão, quando maior que os símbolos.

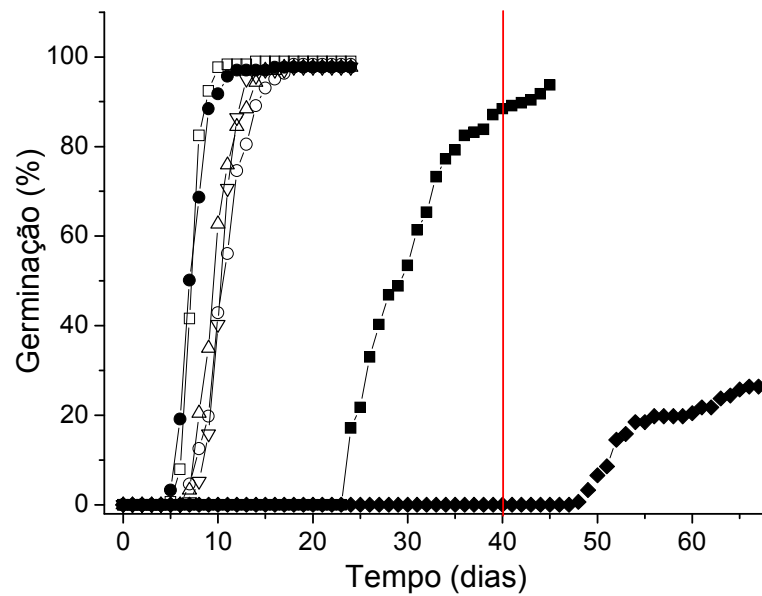


Figura 9- Germinação cumulativa de sementes de *B. purpurea* nas temperaturas de 15°C (■), 20°C (▽), 25°C (●), 30°C (□), 35°C (○), 40°C (◆) e 30-20°C (△). Linha vertical determina o início da recuperação das sementes a 25°C.

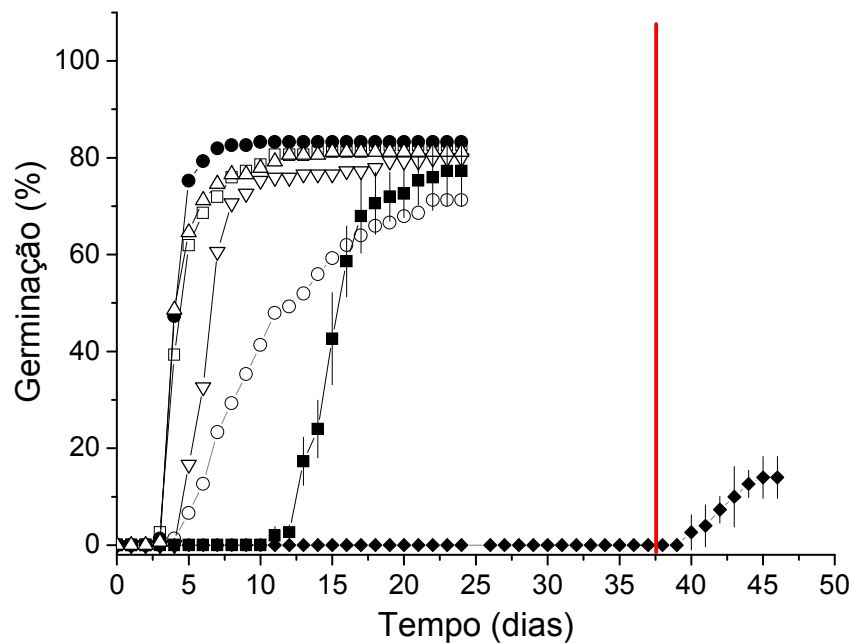


Figura 10- Germinação cumulativa de sementes de *T. corymbosa* nas temperaturas de 15°C (■), 20°C (▽), 25°C (●), 30°C (□), 35°C (○), 40°C (◆) e 30-20°C (△). Linha vertical determina o início da recuperação das sementes a 25°C.

3.4 Efeito do estresse hídrico na germinação de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa*

As três espécies apresentaram redução nos valores de porcentagem e velocidade de germinação com a redução do potencial hídrico. Entretanto, *A. glaziouana* diferiu das outras espécies pela capacidade de suas sementes germinarem nos potenciais abaixo de -1,0 e -1,2 MPa.

As sementes de *B. purpurea* apresentaram alta germinação (>90%) no intervalo de 0 a -0,6 MPa. Entretanto, houve um decréscimo significativo a partir de -0,8 MPa seguido de inibição total da germinação. Em *T. corymbosa* essa redução se deu a partir de -0,4 MPa. Em todas as três espécies estudadas, a velocidade da germinação foi decrescente à medida que os potenciais hídricos tornavam-se mais negativos (Figura 11).

Sementes que não germinaram ou com reduzida resposta germinativa foram transferidas para condição hídrica ótima a fim de ser testada a viabilidade das sementes (Figuras 12,13 e 14).

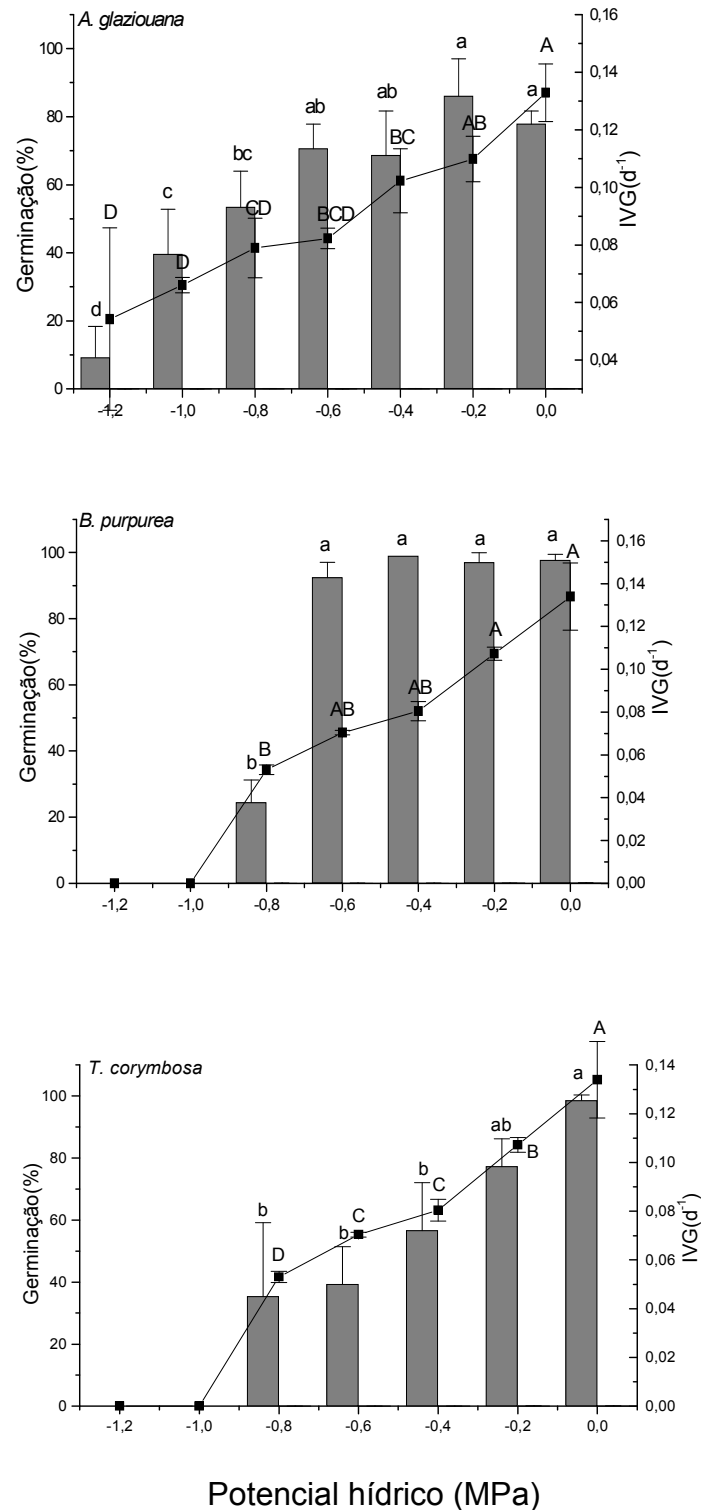


Figura 11- Influência de diferentes potenciais hídricos sobre a porcentagem (colunas) e velocidade (linhas e símbolos) de germinação de sementes de *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa*. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (5%). Barras verticais representam o desvio padrão, quando maior que os símbolos.

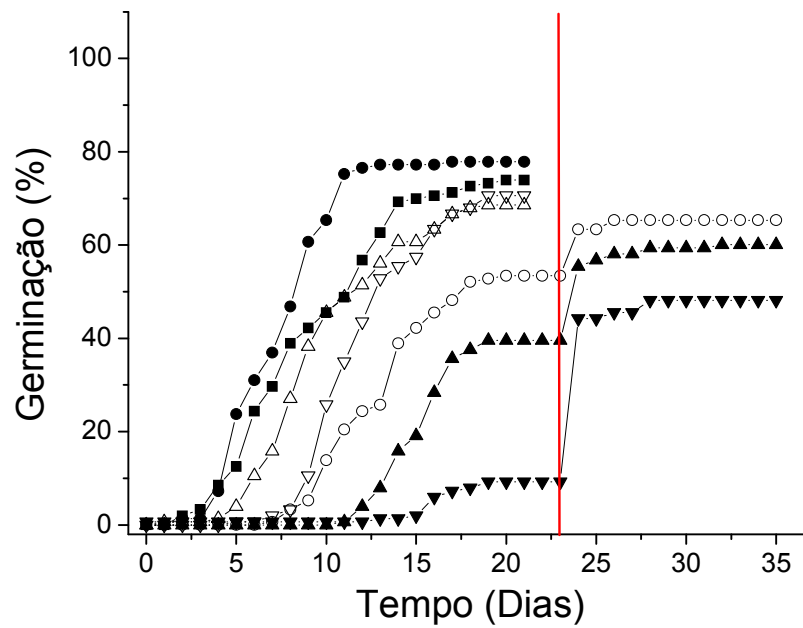


Figura 12- Germinação cumulativa de sementes de *A. glaziouana* nas temperaturas de 0 (●), -0,2 (■), -0,4 (△), -0,6 (▽), -0,8 (○), -1,0 (▲) e -1,2MPa (▼).Linha vertical determina o início da recuperação das sementes em água pura.

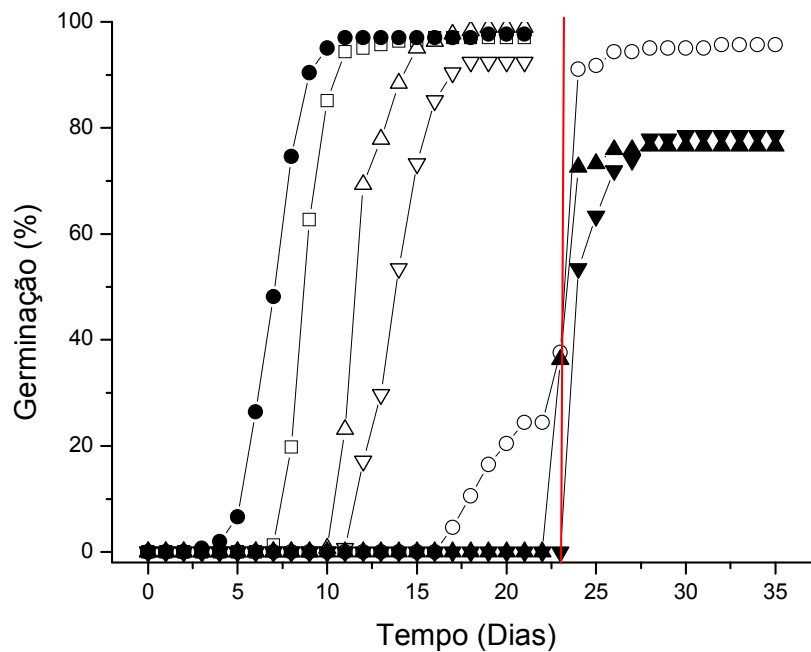


Figura 13- Germinação cumulativa de sementes de *B. purpurea* nas temperaturas de 0 (●), -0,2 (□), -0,4 (△), -0,6 (▽), -0,8 (○), -1,0 (▲) e -1,2MPa (▼). Linha vertical determina o início da recuperação das sementes em água pura.

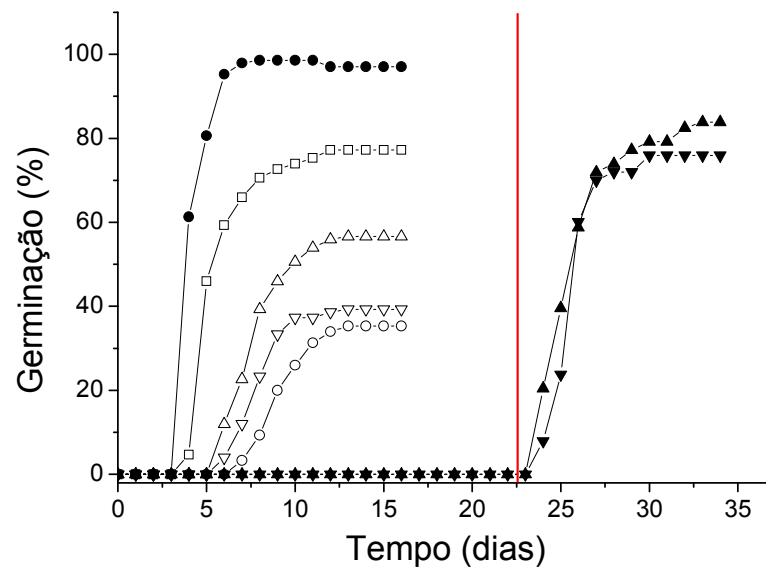


Figura 14- Germinação cumulativa de sementes de *T. corymbosa* nas temperaturas de 0 (●), -0,2 (□), -0,4 (△), -0,6 (▽), -0,8 (○), -1,0 (▲) e -1,2MPa (▼).Linha vertical determina o início da recuperação das sementes em água pura.

3.5 Efeito da qualidade de luz na germinação de *A. glazouana* e *B. purpurea* e *T. corymbosa*

Os experimentos de qualidade de luz mostraram que todas as espécies têm sua germinação influenciada pela razão V:VE. Independentemente da espécie, a redução da razão V:VE resultou na redução da porcentagem final de germinação. Entretanto, foi possível observar diferenças entre as espécies quanto à capacidade de germinar em baixos valores de razão V:VE.

As sementes de *A. glazouana* germinaram em todas as condições de luz as quais foram submetidas. No entanto, apresentaram decréscimo nas razões V:VE mais baixas (0,14 e 0,03). *B. purpurea* e *T. corymbosa* apresentaram queda na porcentagem germinativa a partir da razão V:VE 0,17, não havendo germinação nas mais baixas razões V:VE (Figura 15).

As sementes de *A. glazouana* apresentaram baixa germinação sob condição de escuro contínuo (< 2%) enquanto *B. purpurea* e *T. corymbosa* não germinaram na mesma condição. Essas sementes foram transferidas para luz após este período sob escuro contínuo (Figuras 16 e 17).

A função sigmoideal promoveu ajustes adequados para os dados observados, com o coeficiente de regressão (R^2) variando entre 0,87 e 0,99 (Tabela 2). As três espécies apresentaram valores distintos de V:VE correspondente a 50% da máxima germinação ($V:VE_{50\% G_{max}}$) sendo o mais alto para *T. corymbosa* (0,35) seguido de *B. purpurea* e *A. glazouana* (0,13 e 0,19, respectivamente).

Tabela 2. Coeficientes de regressão logística sigmoidal, para a relação V:VE e a germinação das três espécies rupícolas do inselberg do Morro da Urca-RJ, onde “a” descreve a máxima porcentagem de germinação, “b” descreve a inclinação da resposta de germinação e “ x_0 ” estima o valor de V:VE equivalente a 50% da máxima germinação.

Espécie	<i>a</i>	<i>b</i>	x_0	R^2
<i>A. glaziouana</i>	69,93	65,78	0,13	0,873*
<i>B. purpurea</i>	93,51	44,28	0,19	0,997**
<i>T. corymbosa</i>	71,01	7,60	0,35	0,918*

Níveis de significância após os coeficientes de regressão (R^2) apresentados a seguir:

* P = 0,05; ** P = 0,01.

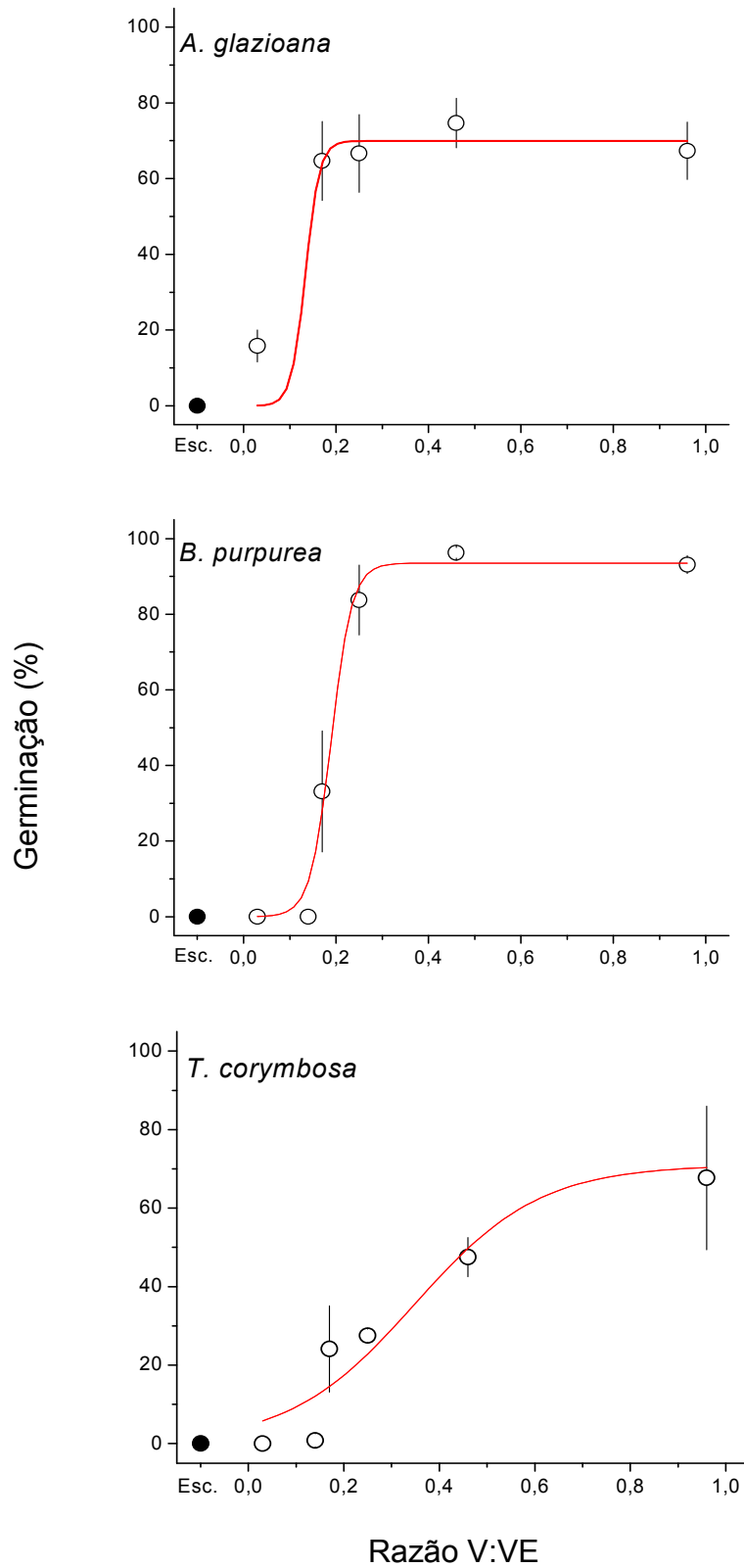


Figura 15- Germinação de sementes de *A. glazouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa* submetidas a diferentes razões V:VE. Valores médios (\pm desvio padrão) foram ajustados através de regressão sigmoideal logística (linha).

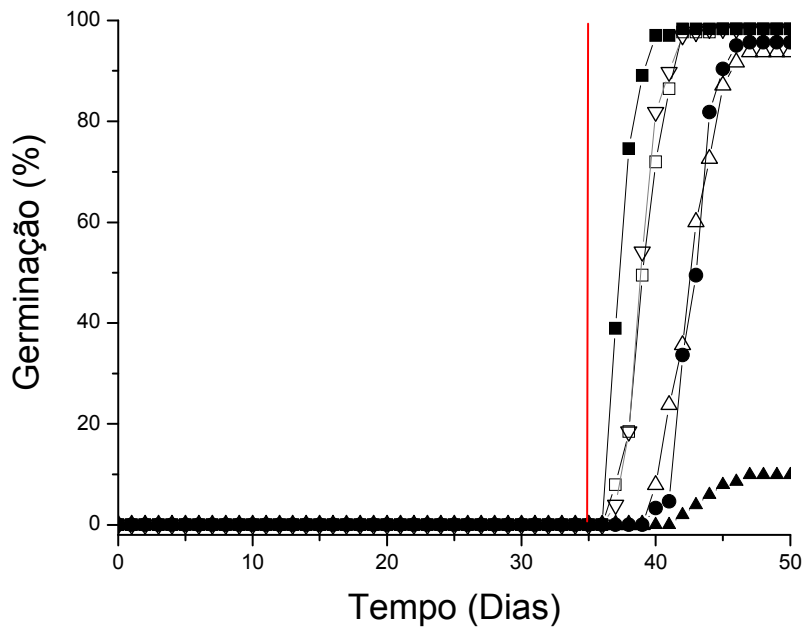


Figura 16- Germinação cumulativa de sementes de *B. purpurea* nas temperaturas de 15 (□), 20 (●), 25 (△), 30 (▽), 35 (■) e 40°C (▲), sob escuro contínuo. Linha vertical determina o início da recuperação das sementes na luz sob fotoperíodo de 8 horas.

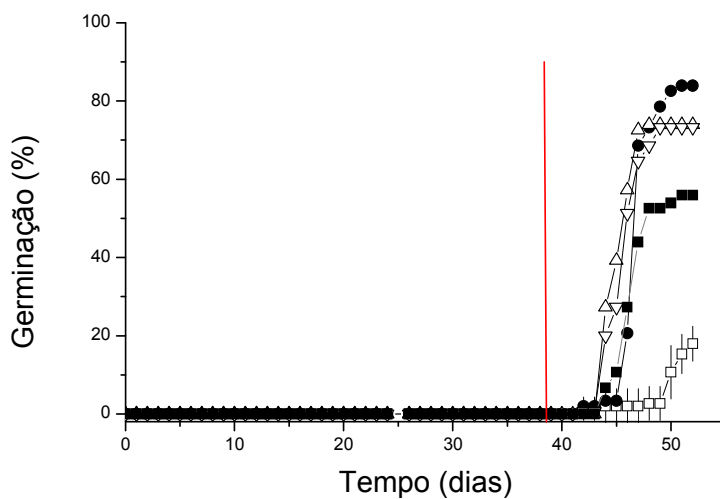


Figura 17- Germinação cumulativa de sementes de *T. corymbosa* nas temperaturas de 15 (□), 20 (●), 25 (△), 30 (▽), 35 (■) e 40°C (▲), sob escuro contínuo. Linha vertical determina o início da recuperação das sementes na luz sob fotoperíodo de 8 horas.

4 DISCUSSÃO

O conhecimento dos fatores que afetam a germinação de uma espécie pode permitir que se compreenda sobre a adaptação desta ao ambiente, o processo de estabelecimento da plântula, o que pode auxiliar a definição de estratégias para sua conservação.

Síndromes abióticas de dispersão de sementes são dominantes em inselbergs, em especial a anemocoria (Araújo et al. 2008; Porembski et al. 1998). As espécies *A. glaziouana*, *B. purpurea* e *T. corymbosa* apresentaram sementes pequenas e leves, produzidas em grande quantidade e com baixa disponibilidade de reservas internas. *A. glaziouana* apresenta apêndices plumosos em ambas as extremidades, relacionados à dispersão pelo vento e tal característica pode indicar adaptação da espécie ao clima comum em inselbergs. Segundo pesquisa realizada com 33 espécies dos Morros da Urca e Pão de açúcar, há predominância da anemocoria nas espécies do local, incluindo as três espécies de desta pesquisa (Pinto 2008).

Uma importante característica biológica visando o estabelecimento de uma espécie é o tamanho da semente. As espécies deste estudo apresentam sementes pequenas, possivelmente resultado de pressão seletiva voltada para maior dispersão no ambiente, em contraste a poucas sementes grandes com muito recurso alocado para reprodução e com maiores chance de estabelecimento (Leishman et al. 2000).

Na sucessão ecológica em inselbergs é possível inferir que a tolerância da espécie a altas temperaturas, ao estresse hídrico e à escassez e constituição do solo irão fatores irão influenciar neste processo. Em muitas moitas de vegetação de inselbergs, o solo é constituído de raízes emaranhadas e queda de bainhas foliares, como ocorre em moitas de *B. purpurea* (Conceição et al. 2007). De forma semelhante a outros tipos de ambiente, os fatores acima citados influenciarão de modo favorável ou limitante, a germinação de sementes e o estabelecimento de suas plântulas.

A faixa ótima de temperatura para germinação foi semelhante nas três espécies, variando entre 25 e 30°C. As bromélias *Alcantarea imperialis* e *Alcantarea nahoumii*, de hábito rupícola, *Dyckia tuberosa*, espécie de Cerrado e *Aechmea nudicaulis* e *Streptocalyx floribundus*, de restinga, também apresentaram 25°C como

temperatura ótima, assim como ocorreu para *A. glaziouana* (Alfaya 2010; Pereira et al. 2009; Vieira et al. 2007; Pinheiro & Borghetti 2001).

Conforme o observado em *B. purpurea*, as velloziaceas *Pleurostima fanniei*, *Pleurostima rogieri* e *Vellozia alata* também tiveram faixa ótima semelhante de temperaturas entre 20 e 30° C (Mercier & Guerreiro-Filho 1989).

O comportamento germinativo de *T. corymbosa* foi similar ao de *Tibouchina mutabilis* e *Miconia chamissois*, consideradas espécies pioneiras que apresentaram como temperatura ótima 25°C (Simao & Takaki 2008; Válio & Scarpa 2001).

A baixa temperatura influenciou de forma negativa o comportamento germinativo de *A. glaziouana* e *B. purpurea*, havendo redução na germinação em 15°C.

Diferentemente de *A. glaziouana*, sementes de *Dyckia tuberosa*, *Aechmea nudicaulis* e *Streptocalyx floribundus* mostraram-se mais tolerantes à baixa temperatura de 15°C para a germinação (Vieira et al. 2007; Pinheiro & Borghetti 2003). Sementes de *Neoregelia cruenta*, *Vriesea burle-marxii*, *V. ensiformis* e *V. hieroglyphica*, bromélias de Restinga e Mata Atlântica, apresentaram temperaturas mínimas de 15°C, indicando a necessidade de temperaturas mais elevadas para a germinação deste grupo (Mercier & Guerreiro-Filho 1990).

De forma semelhante à *B. purpurea*, outras espécies da família Velloziaceae como *Pleurostima fanniei*, *Pleurostima rogieri* e *Vellozia alata* não germinaram quando submetidas a 15°C por 20 dias (Mercier & Guerreiro-Filho 1989).

Outras velloziaceas de campos rupestres, tais como *Vellozia gigantea*, *V. variabilis* e *V. epidendroides*, tiveram o processo de germinação completamente inibido a 15°C e *V. glandulifera* apresentou porcentagem de germinação inferior às obtidas nas demais temperaturas (Garcia & Diniz 2003; Garcia et al. 2007).

Apesar de ter havido tolerância a baixa temperatura, esta influenciou de forma negativa o comportamento germinativo de *A. glaziouana* e *B. purpurea*, havendo redução na germinação em 15°C. Segundo Simon e colaboradores (1976), a redução ou ausência de germinação sob temperaturas mais baixas é consequência da redução da atividade das enzimas envolvidas na respiração e no metabolismo.

Tibouchina corymbosa, ocorrendo sob as mesmas condições, apresentou alta porcentagem germinativa sob a baixa temperatura de 15°C, assim como *Miconia theazeans*, da mesma família (Godoi & Takaki 2007; Godoi et al. 2009)

A família Velloziaceae é conhecida por ter grande número de representantes de hábito rupícola, presentes em ambientes xéricos e com grande tolerância a altas temperaturas (Ayensu 1973). *B. purpurea* apresenta muitas adaptações ao ambiente em que vive, no entanto a sensibilidade a alta temperatura de 40°C na germinação diferiu do comportamento germinativo encontrado em outras espécies da família (Aidar 2005).

As espécies *Vellozia leptopetala* e *V. epidendroides*, encontradas em campos rupestres de Minas Gerais foram capazes de germinar sob 40°C, apesar da média anual de temperatura da região ser inferior a 20°C. As espécies *V. gigantea*, *V. Variabilis* e *V. glandulifera*, da mesma região, também apresentaram alta porcentagem de germinação (>80%) à temperatura de 40°C (Garcia & Diniz 2003; Garcia et al. 2007). *V. gramínea*, *V. glochidea* e *V. plicata* também apresentaram alta germinação sob as temperaturas de 35 e 40°C na luz e no escuro (Soares & Garcia 2007).

A germinação das melastomataceas é afetada negativamente por altas temperaturas. Muitas delas, assim com *T. corymbosa* apresentaram ausência de germinação sob 40°C, tolerando como temperatura máxima 30 a 35° C. Sendo esta uma família com grande representatividade em ambientes de floresta, esta resposta indica adaptação a temperatura sem grandes variações de uma ambiente sombreado.

Segundo Nascimento & Cantliffe (2002), altas temperaturas podem afetar a germinação das sementes de duas formas: causando termoinibição, processo reversível, pois quando a temperatura é reduzida há ocorrência de germinação e a termodormência, onde as sementes não germinam mesmo após a redução da temperatura, também chamada de dormência secundária. No entanto, ainda podemos considerar a ação das altas temperaturas na aceleração do processo de deterioração, que leva a perda de viabilidade das sementes.

Possivelmente sementes de *B. purpurea* e *T. corymbosa* sofreram termoinibição, pois ao serem transferidas para 25°C houve recuperação da germinação, ainda que em baixa porcentagem < 30% (Figuras 9 e 10).

As respostas a germinação sob diferentes temperaturas aqui discutidas corroboram com Borghetti (2005), relatando que as espécies tropicais apresentam os limites “mínimo e máximo” para a germinação as temperaturas entre 10 e 15°C e

próxima de 40°C, respectivamente, embora algumas espécies apresentem germinação a 45° C.

A medição de características microclimáticas no local onde as sementes foram coletadas indicou que no verão a temperatura pode passar dos 40° C por algumas horas em dia de sol (Figura 6). Em condições de laboratório as sementes foram submetidas a 40°C de forma constante, e ainda assim sementes de *A. glaziouana* germinaram. Isto pode indicar um potencial da espécie no processo sucessional ao germinar e se estabelecer em áreas mais abertas, mais expostas à luz solar.

A exigência de luz é freqüentemente observada nas sementes pequenas, muitas das quais permanecem dormentes, mesmo estando hidratadas, se estiverem enterradas ou em fendas sem a penetração da luz (Pons 2000).

A. glaziouana, *B. purpurea* e *T. corymbosa* apresentaram exigência de luz para germinação, sendo consideradas fotoblásticas positivas. Este comportamento pode ser uma importante estratégia ecológica para as espécies rupícolas, pois impede que as sementes germinem quando soterradas no solo ou em fendas de rochas, sob ausência de luz, esgotando suas reservas e comprometendo o desenvolvimento de plântulas, conforme sugerido por Pereira e colaboradores (2009). Esta resposta pode ser associada a anemocoria, onde sementes leves serão dispersas a longas distâncias.

As sementes de *B. purpurea* e *A. glaziouana*, submetidas ao escuro contínuo, quando transferidas para luz, tiveram alta porcentagem germinativa (>90%) no intervalo de 15° a 35°C. A alta recuperação da germinação indica que estas estavam dormentes, necessitando da luz para retomada do crescimento do embrião (Figuras 16 e 17).

Verificou-se que a relação entre a razão V:VE e a germinação para *A. glaziouana* e *B. purpurea* foi similar, com uma drástica redução da germinação para valores de razão V:VE próximos de 0,2. De forma distinta, a redução da germinação em *T. corymbosa* apresentou um comportamento mais suave. As duas primeiras espécies são mais comuns em moitas isoladas na rocha, enquanto a última ocorre em ambientes de encosta, com cobertura de porte florestal, onde a sombra pode ser um fator de maior controle.

Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia (1990), em estudo comparativo entre espécies de floresta e colonizadoras de área aberta verificaram que estas

apresentam comportamentos germinativos distintos quanto a razão V:VE. As espécies de floresta *Cecropia obtusifolia* e *Piper umbellatum* tiveram sua germinação inibida sob alta razão V:VE, enquanto as de área aberta *Buddleja cordata* e *Chenopodium ambrosioides* apresentaram boa germinação sob alta razão V:VE e ainda tolerância a razões V:VE mais baixas assim como ocorreu com *A. glaziouana* e *B. purpurea*.

A. glaziouana foi capaz de germinar nas razões V:VE correspondentes a luz plena bem como a condições de sombreamento intenso. Foi verificado que as rupícolas *A. imperialis* e *P. flammea* apresentaram resultados semelhantes aos de *A. glaziouana*, confirmando as condições de luminosidade encontradas em suas áreas de ocorrência, com exposição direta à luz solar. No mesmo estudo apenas as epífitas *Vriesea heterostachys* e *V. penduliflora* foram capazes de germinar no escuro (Pereira et al. 2009) comportamento também apresentado por *A. glaziouana*.

O comportamento germinativo de *B. purpurea* em relação à luz pode ser entendido como uma resposta adaptativa ao local em que ocorrem. Esta mostrou-se exigente quanto à luz porém tolerante a certo nível de sombreamento, que pode ser ocasionado por indivíduos adultos componentes da moita em que normalmente ocorrem. *B. purpurea* não germinou no escuro, o que não é característica típica de velloziaceas de inselbergs, pois espécies como *V. gramínea*, *V. glochidea* e *V. plicata* germinaram na luz e no escuro (Soares & Garcia 2007).

T. corymbosa mostrou-se mais exigente quanto a necessidade de luz para germinação, apresentando forte redução na germinação a partir da razão V:VE 0,46, enquanto *B. purpurea* e *A. glaziouana* apresentaram alta germinação no mesmo valor de razão V:VE. Em *Miconia theaezans*, o aumento dos valores da razão V:VE induziu um aumento da porcentagem de germinação, evidenciando o efeito promotor da germinação pela luz vermelha assim com em *T. corymbosa*. No entanto em *M. theaezans* não mostrou-se restrita a alta intensidade luminosa pois só houve um decréscimo da germinação a porcentagens inferiores a 50% nas razões V:VE 0,24 e V:VE 0,10, que correspondem a um ambiente sombreado na natureza (Godoi et al. 2009).

Miconia argentea e *Miconia chamissois*, espécies pioneiras, também se mostraram mais tolerantes a condições de sombreamento que *T. corymbosa* sofrendo redução da germinação apenas na razão 0,2 e 0,1 respectivamente. Considerando que estas são fotoblásticas positivas, é possível que ocorra

germinação sobre sombreamento devido a níveis pré-existentes de Pfr, forma fisiologicamente ativa do fitocromo, suficientes para o processo germinativo (Pearson et al. 2003; Válio & Scarpa 2001).

Estudos sobre a história inicial da vida de uma espécie, como a germinação, permitem a compreensão de sua distribuição ecológica, bem como possibilita previsões confiáveis quanto a dinâmica de regeneração da floresta (Aaron et al. 1993). Em estudo sobre as diferenças ecológicas entre duas diferentes encostas do maciço da Tijuca, foi observada a ocorrência de *T. corymbosa* apenas na encosta norte. Nesta área há maior incidência solar, temperaturas mais altas de ar e solo, bem como menor umidade de serapilheira (Oliveira et al. 1995). Esses dados corroboram como o comportamento germinativo aqui apresentado.

A percepção da razão V:VE é importante pois indica a detecção da sombra da vegetação pelas plantas, bem como a proximidade de outras plantas (Casal & Sanches 1998). *B. purpurea* e *A. glaziouana* são encontradas em moitas de vegetação sobre a rocha, com alta incidência de luz solar, no entanto foi verificada a ocorrência de germinação tanto no interior das moitas quanto em área aberta (observação pessoal).

A presença de indivíduos isolados na rocha sob a colonização de líquens e briófitas indica uma maior tolerância a incidência de luz ou até mesmo exigência desta. Deve-se considerar que a germinação no interior ou mesmo na borda da moita ocorrerá sob algum nível de sombreamento das plantas adultas, indicando alguma tolerância a este sombreamento.

A exigência de luz pelas sementes tem sido interpretada como uma adaptação que assegura que a sementes só germinem em locais que a probabilidade de estabelecimento de plântulas é alta (Takaki & Leite 2001).

Os resultados observados neste estudo corroboram com essa interpretação ao indicarem relação entre a exigência de luz e a germinação de sementes pequenas. Com os baixos níveis de reservas armazenadas em sementes pequenas, a exigência por luz garante que elas só germinem em condições em que possam fazer fotossíntese e compensar a falta de reservas (Metcalf et al. 1998; Smith 2000).

Somado ao comportamento fotoblástico positivo, a germinação em ampla faixa de temperatura pode contribuir de forma significativa para o sucesso no

recrutamento dessas espécies em seu hábitat natural, onde estão sujeitas a altas irradiâncias e grandes variações de temperatura (Garcia & Diniz 2003).

As características microclimáticas dos inselbergs permitem que estes sejam classificados como "desérticos" (Lüttge 2008; Porembski 1998; 2007), devido as suas características microclimáticas, como a reduzida disponibilidade hídrica. Uma série de estudos tem confirmado que as sementes de diferentes espécies apresentam variada capacidade de germinação sob condições hídricas diversas. Essas diferenças se originam da seleção natural e tem um significado especial para adaptação de cada espécie em seu ambiente (Zeng et al. 2010).

Nas três espécies estudadas, tanto a porcentagem como a velocidade de germinação foram reduzidas com o decréscimo dos potenciais hídricos. No entanto, *A. glaziouana* mostrou-se mais tolerante ao estresse hídrico germinando sob todos os potenciais aos quais foi submetida, enquanto *B. purpurea* e *T. corymbosa* não germinaram nos potenciais mais baixos de $-1,0$ e $-1,2$ MPa.

As sementes de *A. glaziouana* apresentaram alta taxa de germinação em água pura e em $-0,2$ MPa, sofrendo uma redução significativa a partir de $-0,4$ MPa, chegando a baixa porcentagem germinativa em $-1,2$ MPa. *Alcantarea imperialis* e *Pitcairnia flammea* apresentaram comportamento semelhante, ocorrendo queda significativa a partir de $-0,25$ MPa. Diferentemente, a primeira não foi capaz de germinar em $-1,2$ MPa, enquanto a segunda apresentou baixa porcentagem germinativa ($< 40\%$) no mesmo potencial hídrico (Pereira et al. 2009).

A tolerância aos baixos potenciais hídricos, observada em *A. glaziouana*, foi similar ao encontrado em espécies de regiões desérticas como *Caragana korshinskii*, *Hedysarum scoparium*, *Artemisia sphaerocephala*, *Reaumuria soongorica* que tiveram sua porcentagem germinativa abaixo de 50% em $-1,2$, $-0,9$, $-0,9$ e $-1,2$ MPa respectivamente (Zeng et al. 2010).

Em estudo com bromeliáceas de restingas, ecossistema sujeito a condições abióticas estressantes, foi percebido pouca tolerância ao estresse hídrico nas espécies *Aechmea nudicaulis*, *Neoregelia cruenta* e *Vriesea neoglutinosa*, que não germinaram em potenciais hídricos abaixo de $-0,14$ MPa. A partir desta resposta concluiu-se que estas não agem como plantas pioneiras através de germinação de sementes nas áreas entre moitas da restinga (Mantovani & Iglesias 2010). A

tolerância ao estresse hídrico apresentada por *A. glaziouana* pode ser um indicador de sua capacidade de ação como pioneira em afloramentos rochosos.

O comportamento tolerante ao déficit hídrico em *A. glaziouana* pode ser decorrente de adaptação ao ambiente em que ocorrem, pois já foi verificado que espécies de bromeliaceas de hábito epifítico tendem a ter a porcentagem germinativa reduzida sob potenciais hídricos baixos, quando comparadas a espécies rupícolas (Pereira et al. 2009).

Em velloziaceas é comum a tolerância a intensa limitação de água na fase adulta, sendo estas classificadas como plantas ressurreição por retomarem suas atividades fisiológicas após um período de seca. Sob estresse hídrico e térmico espécies da família como *Xerophyta viscosa*, *Xerophyta scabrid* e *Barbacenia purpurea*, ocorrentes em afloramentos rochosos, apresentam algumas estratégias ecofisiológicas como perda da clorofila de suas folhas, enrolamento foliar e produção de enzimas antioxidantes (Aidar 2005; Mowla et al. 2002; Tuba et al. 1998). *Talbotia elegans*, dentre as suas estratégias de tolerância a dessecação, apresentam fragmentação no vacúolo de suas células, relacionado com o equilíbrio e presença de substâncias fenólicas que atuam protegendo contra efeitos da radiação ultravioleta (Hallan & Luff 1980).

Sementes de *X. viscosa* permanecem dormentes por longo tempo durante intensa seca sem perda de viabilidade, indicando que expressa genes específicos em tempos de estresse. Segundo Mowla e colaboradores (2002) é possível que haja a produção de proteínas sob intenso déficit hídrico que atuam protegendo a semente do estresse oxidativo.

A baixa capacidade de germinação de sementes em condições limitantes de água, como observados de forma mais expressiva em *B. purpurea* e *T. corymbosa*, pode ser entendida como uma busca por microambientes favoráveis, os chamados “nichos de regeneração” (Grubb 1977). Também representa uma estratégia evolutiva de espécies xerófitas, pois impede que as sementes germinem após uma chuva de curta duração, o que levaria a maior frequência de morte, pois a baixa disponibilidade de água não conseguiria sustentar o crescimento das plântulas (Evans & Etherington 1990; Zeng et al. 2010).

Em espécies mais resistentes à seca, espera-se que ocorra germinação sobre uma vasta gama de potenciais hídricos e tem sido percebida uma correlação entre capacidade de germinação sobre déficit hídrico e dormência (Kos & Poschlod

2008). Em um estudo realizado na Savana, Choinski & Tuohy (1991) verificaram que espécies com dormência germinaram somente em altos potenciais hídricos enquanto espécies não dormentes germinam sobre uma vasta gama de potenciais hídricos. Tais resultados indicam a possibilidade de *A. glaziouana* possuir uma maior tolerância ao déficit hídrico, pois germina em potenciais hídricos mais variados e tem plântulas com maior sobrevivência sob baixa disponibilidade hídrica do que *B. purpurea* (dados não mostrados).

Possivelmente baixos potenciais hídricos induziram as sementes de *B. purpurea* e *T. corymbosa* à dormência, pois estas apresentaram alta capacidade germinativa quando transferidas para condição hídrica ótima (Figuras 12,13 e 14).

Em uma comparação da biogeografia das sementes dormentes, Baskin & Baskin (2003) verificaram alta proporção de sementes dormentes (>80%) em regiões desérticas quentes devido às características abióticas. Estudos com um maior número de espécies de inselbergs são necessários para que se verifique a presença ou ausência de dormência como estratégia ecológica neste ecossistema.

Esse estudo aponta para a necessidade de maiores pesquisas com vegetação de inselbergs, para compreensão de sua dinâmica e estabelecimento. Considerando a importância da germinação para a manutenção da formação vegetal dos ecossistemas, o estudo dos fatores que afetam este processo se faz necessário. A influência de outros fatores abióticos sobre a germinação podem ser estudados, a fim de proporcionar melhor entendimento da composição e diversidade das espécies neste ecossistema, os inselbergs (Michelangeli 2000).

5 CONCLUSÕES

- *Alcantarea glaziouana*, *Barbacenia purpurea* e *Tibouchina corymbosa* apresentaram ampla faixa de temperaturas para germinação, sendo 25°C a temperatura ótima. Apenas as sementes de *A. glaziouana* germinam em 40°C.

- A redução do potencial hídrico afeta a germinação de sementes de *B. purpurea* e *T. corymbosa* de forma similar. As sementes de *A. glaziouana* são mais tolerantes que as demais espécies, pois germinam sob potenciais hídricos mais negativos (< - 1,0 MPa).

-As três espécies são fotoblásticas positivas, com *A. glaziouana* e *B. purpurea* sendo capazes de germinar sob razões V:VE inferiores a exigida por *T. corymbosa*.

-As três espécies apresentam dormência fisiológica, cujo controle é promovido pelo fotoequilíbrio do fitocromo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aaron ME, Denslow JS, Loiselle BA, Brenés D. 1993. Seed and seedling ecology of neotropical Melastomataceae. *Ecology*, 74(6), p. 1733-1749.
- Abdollahi J, Ebrahimi M, Ramshini HA, Jaafari AA, Eftekhari M, Mansouri YS, Goharrizi MASB. 2012. Seed germination as the major conservation issue of endemic Iranian salvia species. *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 6(1). p. 37-46.
- Aidar ST. 2005. Tolerância à dessecação em *Pleurostima purpurea* (Velloziaceae): trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos e conteúdo relativo de água foliar. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 50p.
- Ayensu ES. 1973. Biological and morphological aspects of the Velloziaceae. *Biotropica* 5(3). p. 135-149.
- Alfaya MCF. 2010. Morfologia e germinação de sementes de *Alcantarea Lahoumii* J. R. GRANT. (Leme). Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CCAAB. 84p.
- Andrade ACS. 1995. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchina benthamiana* Cogn., *Tibouchina grandifolia* Cogn. e *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 17(1): p. 29-35.
- Araújo FS, Oliveira RF, Lima-Verde IW. 2008. Composição, espectro biológico e síndromes de dispersão da vegetação de um inselbergue no domínio da Caatinga, Ceará. *Rodriguésia* 59 (4). p. 659-671.
- Barbará T, Martinelli G, Palma-Silva C, Fay M, Lexer C. 2009. Genetic relationships and variation in reproductive strategies in four closely related bromeliads adapted to neotropical 'inselbergs': *Alcantarea glaziouana*, *A. regina*, *A. geniculata* and *A. imperialis* (Bromeliaceae). *Annals of Botany* 103. p. 65-77.
- Barbedo CJ, Marcos-Filho, J. 1998. Tolerância à dessecação de sementes. *Acta Botanica Brasílica* 12. p. 145-164.
- Baskin CC, Baskin JM. 2001. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego. 666p.
- Baskin JM, Baskin CC. 2003. Classification, biogeography, and phylogenetic relationships of seed dormancy: Smith RD, Dickie JB, Linnington SH, Pritchard HW, Probert RJ. (Eds) *Seed conservation: Turning science into practice*. Kew, Royal Botanic Gardens. p. 517-544.

Baumgratz JFA, Souza MLDR, Carraça D C, Abbas BA. 2006. Melastomataceae na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil: Aspectos florísticos e taxonômicos. *Rodriguésia* 57(3). p. 591-646.

Bonjovani MR, Barbedo CJ. 2008. Sementes recalcitrantes: intolerantes a baixas temperaturas? Embriões recalcitrantes de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. toleram temperatura sub-zero. *Revista Brasileira de Botânica*, v.31, n.2, p. 345-356.

Bewley JD, Black M. 1994. *Physiology and Biochemistry of Seeds*, V 2. Springer, Berlin. 445p.

Borghetti F. 2005. Temperaturas extremas e a germinação de sementes. In *Estresses ambientais, danos e benefícios em plantas* (R.J.M.C. Nogueira, E.L. Araújo, L.G. Willadino & U.M.T. Cavalcante, eds.). MXM Gráfica e Editora, Recife, PE, Brasil. p. 207-218.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 399 p.

Campello MS. 2000. *Caracterização tecnológica de granitos ornamentais*. Belo Horizonte. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 123 p.

Casal JJ, Sánchez RA. 1998. Phytochromes and seed germination. *Seed Science Research*, 8 . p.317-329.

Castro RD, Hilhorst HWM. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira, A.G. & Borghetti, F. *Germinação, do básico ao aplicado*. ArtMed Editora, Porto Alegre, p. 149-162.

Carauta JPP, Oliveira RR. 1984. Plantas vasculares dos morros da Urca, Pão de Açúcar e Cara de Cão. *Rodriguésia* 36(59). p. 13-24.

Cardoso VJM. 2004. Dormência: estabelecimento do processo: Ferreira AG, Borghetti F. *Germinação, do básico ao aplicado*. ArtMed Editora, Porto Alegre. p. 94-108.

Carvalho LR, Silva EA, Davide AC. 2006. Classificação de Sementes Florestais Quanto ao Comportamento no Armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 28, p. 215-25.

Carvalho F. 2010. *Abundância de espécies de plantas e diversidade de simbiontes radiculares em campos rupestres da Serra do Cipó, MG*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. 112 p.

Choinski JS, Tuohy JM. 1991. Effect of water potential and temperature on the germination of four species of African savannah trees. *Annals of Botany*, 68. p. 227-233.

Conceição AA, Giulietti AM, Tadeu Meirelles ST. 2007. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta botanica brasílica* 21(2). p.335-347.

Copeland LO, McDonald MB. 1995. *Principles of seeds Science and Technology*. New York, Chapman & Hall. 3ª ed. 409 p.

Evans CE, Etherington JR. 1990. The effect of soil water potential on seed germination of some British plants. *New Phytologist* 115. p. 539-548.

Fenner M, Thompson K. *The ecology of seeds*. 2005. Cambridge University Press, Cambridge. 250p.

Forzza RC, Costa A, Siqueira Filho JA, Martinelli G. 2010. Bromeliaceae *in* Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB005897>).

Galindo-Leal C, Câmara LG. 2005. Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas Fundação SOS Mata Atlântica - Belo Horizonte: Conservação Internacional, 472 p.

Garcia QS, Jacobi CM, Ribeiro BA. 2007. Resposta germinativa de duas espécies de *Vellozia* (Velloziaceae) dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. *Acta botânica brasílica* 21(2). p. 451-456.

Garcia QS, Diniz ISS. 2003. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. *Acta botânica brasílica*. 17(4). p. 487-494.

Giulietti AM, Harley RM, Queiroz LP, Wanderley MGL, Berg CVD. 2005. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. *Megadiversidade*.1, nº1. p.52-61.

Godoi S, Grandis AE, Takaki M. 2009. A germinação de sementes de *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae) é controlada pelo fitocromo. *Naturalia*, v.32. p.13-22.

Godoi S, Takaki M. 2007. Seed Germination in *Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogniaux (Melastomataceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 50, n. 4. p. 571-578.

GOOGLE MAPS. Morro da Urca, Rio de Janeiro, Brasil. Acesso em 12 de Janeiro de 2011.

Grubb PJ. 1977. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Review* 52. p. 107-145.

Gröger A, Huber O. 2007. Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: their main vegetation types and floristic components. *Revista Brasileira de Botânica* 30, n.4. p. 599-609.

Guimaraes MA, Dias DC, Loureiro ME. 2008. Hidratação de sementes. Revista Tropica. Ciências Agrárias e Biológicas. 2, n. 1, p. 31.

Guimarães PJF, Martins AB. 1997. *Tibouchina* sect. *Pleroma* (D. Don) Cogn. (Melastomataceae) no estado de São Paulo. Revista Brasileira de Botânica 20. p. 11-33.

Guimarães PJF. 2012. *Tibouchina* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB009899>).

Hallam ND, Luff SE. 1980. Fine structural changes in the leaves of the desiccation-tolerant plant *Talbotia elegans* during extreme water stress. Botanic Gazette, 141, p.180-187.

Ibisch PI, Rauer G, Rudolph D, Barthlott W. 1995. Floristic, biogeographical and vegetational aspects of Precambrian rock outcrops (inselbergs) in Eastern Bolivia. *Flora* 190.p. 299-314.

Kos M, Poschlod P.2008. Correlates of inter-specific variation in germination response to water stress in a semi-arid savannah. Basic and Applied Ecology 9: p. 645-652.

Labouriau LG, Valadares MEB. 1976. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 48. p. 263-284.

Labouriau LG. 1983. A germinação das sementes. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos.174 p.

Leishman MR, Wright IJ, Moles AT, Westoby M. 2000. Evolutionary Ecology of Seed Size. In Seeds - The ecology of regeneration in plant communities, 2nd edition 31(M. Fenner, ed.).CAB International, New York. p. 31-57.

LEITE, ITA & TAKAKI, M. Phytochrome and temperature control of seed germination in *Muntingia calabura* L. (Elaeocarpaceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 44, n.3, 297-302. 2001.

LÜTTGE U. 2008. Physiological Ecology of tropical Plants. 2ed. Springer. 458 p.

Mansur KL, Carvalho IS, Delphim CFM, Barroso EV. 2008. O Gnaisse Facoidal: a mais Carioca das Rochas. Anuário do Instituto de Geociências, Vol.31-2. p.9-22.

Mantovani A, Iglesias RR. 2010. The effect of water stress on seed germination of three terrestrial bromeliads from restinga. Revista Brasileira de Botânica, v.33, n.1, p. 201-205.

Marcos Filho, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. FEALQ. p. 197-249.

Meirelles ST, Pivello VR, Joly CA. 1999. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Environmental Conservation* 26. p. 10-20.

Mello-Silva R. 1995. Aspectos taxonômicos, biogeográficos, morfológicos e biológicos das Velloziaceae de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica, Universidade de São Paulo* 14. p. 49-79.

Mello-Silva R. 2010. *Velloziaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB015110>).

Mercier H, Guerreiro-Filho O. 1989. Germinação de *Pleurostima fanniei* Menezes, *Pleurostima rogeri* (Hort. Ex Moore & Ayres) Menezes e *Vellozia alata* L.B. Smith (Velloziaceae) sob diferentes condições de luz e temperatura. *Hoehnea* 16. p.195-202.

Metcalf DJ, Grubb PJ, Turner IM. 1998. The ecology of very small-seeded shade-tolerant trees and shrubs in lowland rain forest in Singapore. *Plant Ecology*, 134. p. 131-149.

Michelangeli FA. 2000. Species composition and species-area relationships in vegetation isolates on the summit of a sandstone mountain in southern Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 16. p.9-82.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. v. 403. p.853-858.

Mowla SB, Thomson JA, Farrant JM, Mundree SG. 2002. A novel stress-inducible antioxidant enzyme identified from the resurrection plant *Xerophyta viscosa* Baker. *Planta*. 215. p.716-726.

Nascimento WM, Cantliffe DJ. 2002. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 1. p.103- 106.

Oliveira RB, Godoy SAP. 2007. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. *Biota Neotropica* 7. p. 37- 47.

Oliveira TD, Ribeiro MC, Costa IL, Faria FS, Figueira JC. 2004. Estabelecimento de espécies vegetais em um inselberg granítico de Mata Atlântica. *Revista Estudos de Biologia* 26, n.57. p.17-24.

Oliveira RR, Zaú AS, LIMA DF, Sila MBR, Vianna MC, Sodré DO, Sampaio PD. 1995. Significado ecológico da orienta o de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*. v 1. p.523-541.

Orozco-Segovia A, Vazquez-Yanes C. 1992. Los sentidos de las plantas: La sensibilidad de las semillas a la luz. *Ciencia*, 43. p.399-411.

Pereira AR, Andrade ACS, Pereira ST, Forzza CR, Rodrigues AS. 2009. Comportamento germinativo de bromélias epífitas e rupícolas. *Revista Brasileira de Botânica*, V.32, n.4. p. 827-838.

Pearson TRH, Burslem DFRP, Mullins CE, Dalling J.W. 2003. Functional significance of photoblastic germination in neotropical pioneer trees: a seed's eye view. *Functional Ecology* 17. p. 394-402.

Pinheiro F, Borghetti F. 2003. 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* 17(1). p.27-35.

Pinto RB. 2008. Morfologia e Síndromes de Dispersão dos Frutos e Sementes das Espécies Nativas do Complexo do Pão-de-Açúcar, Rio de Janeiro, RJ. Monografia de graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 35 p.

Pitrez SR. 2006. Florística, fitossociologia e citogenética de angiospermas ocorrentes em inselbergues. Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba. 111p.

Pons TL. 2000. Seed responses to light. *In* *Seeds - The ecology of regeneration in plant communities*. (M. Fenner, ed.). CAB International, New York, p.237-260.

Porembski, S. 2007. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica* 30. p.579-586.

Porembski S, Barthlott W. 2000. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. *Plant Ecology* 151. p. 19-28.

Porembski S, Martinelli G, Ohlemüller R, Barthlott W. 1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Diversity and Distributions* 4. p.107-119.

Probert RJ. 2000. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. *In*: Fenner, M. (Ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, CABI Publishing. p. 261-292.

Romero R, Martins AB. 2002. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. v. 25, p.19-24.

Santana DG, RANAL MA. 2004. Análise da germinação – um enfoque estatístico. Universidade de Brasília, Brasília. 248p.

Sarmiento FO. 2002. Human drivers of landscape change: treelines dynamics in neotropical montology. *Ecotropicos* 15. p. 129-146.

Sautu A, Baskin JM, Baskin CC, Deago J, Condit R. 2007. Classification and ecological relationships of seed dormancy in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. *Seed Science Research* 17. p.127-140.

Silveira FAO, Negreiros D, Fernandes GW. 2004. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marsetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). *Acta botânica brasiliica*. 18(4). p. 847-851.

Simão E, Takaki M. 2008. Effect of light and temperature on seed germination in *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). *Biota Neotropica*, vol. 8, no. 2. p.63-68.

Simon EW, Minchin A, Mckenamin MM, Smith JM. 1976. The low temperature limit for seed germination. *New Phytologist* 77. p. 301-311.

SOS Mata Atlântica. Informações da Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br>. Acesso em 10 Fevereiro de 2011.

Smith LB, Ayensu ESA. 1976. Revision of American Velloziaceae. *Smithsonian contributions to botany* 30. p.1-172.

Smith H. 2000. Phytochromes and light signal perception by plants – an emerging synthesis. *Nature*, 407.p. 585-591

Soares LA, Garcia QS. 2007. Germinação de quatro espécies de Velloziaceae ocorrentes em diferentes ambientes. In: *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG*.

Taiz L, Zeiger E. 2004. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 719 p.

Takaki, M. 2005. A luz como fator de estresse na germinação de sementes. In: Nogueira, R. J. M. C.; Araújo, E. de L.; Willadino, L. G.; Cavalcante, U. M. T. (ed.). *Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas*. Recife: UFPE. p.243-248.

Tanizaki-Fonseca K, Moulton TP. 2000. A fragmentação da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro e a perda da biodiversidade. In: Bergallo, H.G.; Rocha, C.F.D.; Alves, M.A.S. & Sluys, M.V.A.N. *A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro*. Ed. UERJ, Rio de Janeiro. p. 23-35.

Torrico CJ, Gaese H, Wesenberg J, Sattler D, Heinrich J, Nehren U, Raedig C. 2009. The dynamic of The Mata Atlantica In: *Biodiversity and land use systems in the fragmented Mata Atlântica of Rio de Janeiro* (ed. by H. Gaese, J.C. Torrico, J. Wesenberg, S. Schlüter), Cuvillier Verlag Göttingen, p. 3-38.

Tuba Z, Protor MCF, Csintalan Z. 1998. Ecophysiological responses of homoiochlorophyllous and poikilochlorophyllous desiccation tolerant plants: a comparison and an ecological perspective. *Plant Growth Regulation* 24. p. 211-217.

Válio IFM, Scarpa, FM. 2001. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. *Revista brasileira de Botânica*, São Paulo, V.24, n.1. p. 79-84.

Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A. 1990. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. *Oecologia* 83(2) p.171-175.

Vieira DCM, Socolowski F, Takaki M. 2007. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. *Revista Brasileira Botânica*, v.30, n.2, p.183-188.

Villela FM, Doni-Filho L, Sequeira EL. 1991. Tabela de Potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Revista Pesquisa agropecuária brasileira*, 26, n 11/12. p. 1957-1968.

Zaia JE, Takaki M. 1999. A relação V/VE da radiação solar sob dossel de uma área de Mata Atlântica. *Acta. Botânica Brasilica*13, p. 43-48.

Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th ed. Prentice-Hall, New Jersey.

Zeng YJ, Wang TR, Zhang MJ. 2010. Is reduced seed germination due to water limitation a special survival strategy used by xerophytes in arid dunes? *Journal of Arid Environments* 74.p. 508–511.