

**RENATO SANTANA LUSCENTI**

**APECTOS GERMINATIVOS DE ESPÉCIES DO CAMPO ÚMIDO: UMA  
FORMAÇÃO VEGETACIONAL DO CERRADO**

**ASSIS**

**2019**

**RENATO SANTANA LUSCENTI**

**ASPECTOS GERMINATIVOS DE ESPÉCIES DO CAMPO ÚMIDO:  
UMA FORMAÇÃO VEGETACIONAL DO CERRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis, para a obtenção do título de Mestre em Biociências (Área de Conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica).

Orientadora: Profa. Dra. Rosana Marta Kolb

ASSIS

2019

L968a      Luscenti, Renato Santana  
Aspectos germinativos de espécies do campo úmido :  
uma formação vegetacional do Cerrado / Renato Santana  
Luscenti. -- Assis, 2019  
54 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
(Unesp), Faculdade de Ciências e Letras, Assis  
Orientadora: Rosana Marta Kolb

1. Plantas do Cerrado. 2. Campo úmido. 3. Oxigênio,  
luz e temperatura. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da  
Faculdade de Ciências e Letras, Assis. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ASPECTOS GERMINATIVOS DE ESPÉCIES DO CAMPO ÚMIDO: UMA FORMAÇÃO VEGETACIONAL DO CERRADO

**AUTOR: RENATO SANTANA LUSCENTI**

**ORIENTADORA: ROSANA MARTA KOLB**



Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em BIOCÊNCIAS, área: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica pela Comissão Examinadora:

*Rosana Marta Kolb*

Profa. Dra. ROSANA MARTA KOLB  
Departamento de Ciências Biológicas / UNESP/Assis

*Renata Glassi Udulutsch*  
Profa. Dra. RENATA GLASSI UDULUTSCH  
Departamento de Ciências Biológicas / UNESP/Assis

Prof. Dr. DAVI RODRIGO ROSSATTO  
Departamento de Biologia Aplicada a Agropecuária / UNESP/Jaboticabal

Assis, 08 de fevereiro de 2019

*Dedico este trabalho a minha amada esposa,  
Tamiris M. M. Luscenti e ao meu amado filho  
Samuel de Melo Luscenti*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Francisco R. Luscenti e Bela S. Luscenti por me apoiarem e incentivarem durante este curso, contribuindo de forma impagável, me estimulando sempre a continuar não importando as dificuldades que surgiam.

Ao meu irmão Dr. Regis D. Luscenti que sempre esteve ao meu lado dando suporte em vários momentos.

Ao Mestre Dinoalberto, que me preparou para o exame de proficiência em língua inglesa.

À Dra. Rosana Marta Kolb, minha orientadora, pela atenção e dedicação durante todo o curso, me instruindo a cada passo no caminho do conhecimento. Ao Doutorando Jonathan W. F. Ribeiro, que sempre me atendeu de forma gentil quando precisei, contribuindo de forma substancial para a confecção dessa dissertação. Ao Dr. Davi Rodrigo Rossatto e Dra. Renata Giassi Udulutsch pelas leituras atentas, críticas e sugestões que colaboraram para a melhor redação deste trabalho.

Aos companheiros do Laboratório de Anatomia e Fisiologia Ecológica de Plantas (LAFEP) pelos auxílios prestados durante o desenvolvimento do experimento, em especial, Edvaldo, Daniel, Giselli, Guilherme, Graciele, Luiz Felipe, Rafael, Ramon e Thaís.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação, Escritório de Pesquisa e Biblioteca da Faculdade de Ciências e Letras de Assis, pela atenção e disponibilidade quando solicitados.

À minha esposa, que enfrentou comigo todas as dificuldades apresentadas durante este curso, abrindo mão de seus projetos, mesmo que temporariamente, para me ajudar a tornar o meu sonho realidade. Meu amor, “o seu valor muito excede ao de rubis” (Pv. 31:10).

E por fim, quero agradecer àquele que me deu fôlego de vida, que me sustentou e me capacitou, ao meu Deus Pai, toda honra, toda glória e todo louvor.

*“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?” (Fernando Pessoa)*

LUSCENTI, RENATO SANTANA. **Aspectos germinativos de espécies do campo úmido: uma formação vegetacional do Cerrado**. 2019. 52 f. Dissertação (Mestrado em Biociências). – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Assis, 2019.

## RESUMO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil em extensão. Sua vegetação apresenta variações consideráveis, ocorrendo desde fitofisionomias florestais e savânicas, até as campestres. Dentre essas, os campos úmidos são classificados como fisionomias campestres, cuja vegetação se estabelece em solos alagados (deficientes em oxigênio). Nos campos úmidos a vegetação é aberta, com presença de arbustos e subarbustos entremeados no estrato herbáceo, havendo incidência direta de luz solar e ampla variação de temperatura. Os campos úmidos têm grande importância na manutenção do regime dos rios e na recarga das águas subterrâneas, desempenhando assim importantes serviços ecossistêmicos. Estudos a respeito deste ambiente são escassos, principalmente relacionados à germinação. Nesse contexto, avaliamos a germinação de 11 espécies de campo úmido, na presença e ausência de luz, em temperatura constante (25°C) e alternada (30-20°C), e sob alagamento (sementes boiando e submersas na água), sendo o alagamento o principal filtro ambiental no campo úmido. Os resultados mostraram que a maioria das espécies dependeu de luz para germinar, sendo indiferente aos regimes de temperatura testados. Todas as espécies germinaram boiando e a maioria germinou mesmo quando as sementes foram mantidas em submersão (hipóxia). As sementes das espécies que não germinaram submersas mantiveram viabilidade, com exceção de *Arthropogon villosus*. Pode-se concluir que as plantas do campo úmido estão adaptadas ao alagamento, principalmente por possuírem sementes leves que são capazes de boiar e germinar nesta condição.

Palavras chave: Deficiência de oxigênio. Alagamento. Luz. Temperatura. Germinação.



LUSCENTI, RENATO SANTANA. **Germinative aspects of species of wet grassland: a vegetational formation of the Cerrado**. 2019. 52 f. Dissertation (Master's degree in Biosciences). – School of Sciences, Humanities and Languages, São Paulo State University (Unesp), Assis, 2019.

#### ABSTRACT

The Cerrado is the second largest biome in Brazil in extension. Its vegetation presents considerable variations, occurring forest, savannic and grassland phytophysognomies. Among these, there are wet grasslands whose vegetation occurs in flooded soils (with oxygen deficiency). In wet grasslands the vegetation is open, with the presence of shrubs and sub-shrubs interspersed in the herbaceous stratum, with direct incidence of sunlight and a wide temperature variation. The wet grasslands are of great importance in maintaining the rivers regime and recharge of groundwater, thus playing important ecosystems services. There are few works about this environment, especially related to germination. In this context, we evaluated the germination of 11 species of wet grasslands under presence and absence of light, in constant (25°C) and alternating (30-20 °C) temperature regimes and under flooding (seeds floating and submerged in water), being the flooding the main environmental filter in the wet grasslands. The results showed that most of the species depended on light to germinate, being indifferent to the temperature regimes tested. The seeds of all species germinated while floating, and most of the species presented seeds that germinated even when submerged (hypoxia condition). The seeds of species that did not germinate submerged maintained their viability, except *Arthropogon villosus*. It can be concluded that wet grasslands plants are adapted to flooding, mainly because they have light seeds that are able to float and germinate in this condition.

Keywords: Oxygen deficiency. Flooding. Light. Temperature. Germination.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Box-plot do agrupamento formado com espécies do campo úmido, de acordo com a porcentagem de germinação no tratamento emerso.....	31
<b>Figura 2.</b> Box-plot do agrupamento formado com espécies do campo úmido, de acordo com a porcentagem de germinação no tratamento submerso.....	33

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características descritivas das espécies de campo úmido avaliadas e época de coleta das sementes.....	25
<b>Tabela 2.</b> Médias dos parâmetros germinativos de espécies de campo úmido sob diferentes regimes de temperatura ( $\pm$ desvio padrão) (n=4, com 25 sementes por réplica); TMG = tempo médio de germinação .....	29
<b>Tabela 3.</b> Grupos formados por meio de análise de cluster, de acordo com a porcentagem de germinação de espécies do campo úmido no tratamento emerso. ....	30
<b>Tabela 4.</b> Grupos formados por meio de análise de cluster, de acordo com a porcentagem de germinação de espécies do campo úmido no tratamento submerso.....	32
<b>Tabela 5.</b> Viabilidade média das sementes de espécies de campo úmido submetidas a diferentes condições de disponibilidade hídrica ( $\pm$ desvio padrão) (n=4, 25 sementes por réplica), após reaeramento. Os valores correspondem ao cálculo da porcentagem de germinação acumulada (o que germinou no tratamento mais o que germinou após o reaeramento) .....	34

## ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos mostrando a formação de grupos para espécies de campo úmido segundo a média percentual de germinação no tratamento emerso.....	53
<b>Anexo 2.</b> Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos mostrando a formação de grupos para espécies de campo úmido segundo a média percentual de germinação no tratamento submerso.....	54

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>OBJETIVO</b> .....	18
<b>ARTIGO 1. Sementes pequenas flutuantes: convergência de estratégias de germinação em campos úmidos</b> .....	19
1.1 Resumo .....	20
1.2 Introdução .....	21
1.3 Materiais e Métodos .....	25
1.4 Resultados .....	30
1.5 Discussão .....	37
1.6 Agradecimentos .....	40
1.7 Referências .....	41
<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47

## INTRODUÇÃO

A distribuição das espécies de plantas é determinada, ao menos em parte, pela faixa de condições ambientais que é tolerada para a germinação de suas sementes (LABOURIAU, 1983), por isso, para compreendermos os processos de estabelecimento, sucessão e regeneração vegetal, é de suma importância o conhecimento da biologia das sementes (VÁZQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1993; KITAJIMA & FENNER, 2000). Assim, estudos que abordam a fisiologia germinativa podem contribuir para o entendimento do estabelecimento das plantas em um determinado habitat (ABREU & GARCIA, 2005). A germinação das sementes é regulada pela interação de seu estado fisiológico com as condições edafoclimáticas, sendo que cada espécie vegetal requer luz, temperatura e disponibilidade de oxigênio em níveis específicos, sendo estes os fatores ambientais que mais influenciam a germinação de plantas (MONDO et al., 2010; HEIDECKER, 1977; ALPI & BEEVERS, 1983; BASKIN & BASKIN, 1988; GHERSA et al., 1992; SCHUPP, 1995).

A luz é um fator importante para a germinação das sementes (COPELAND E MCDONALD, 1995). Estudo realizado com gramíneas nativas do Cerrado demonstrou que a presença de luz promoveu a germinação das sementes de quase todas as espécies testadas (CARMONA et al., 1998). Adicionalmente, em outro estudo sobre a germinação de 13 espécies de gramíneas que ocorrem no Cerrado (sendo seis delas de campo úmido), observou-se que sete dependeram estritamente da luz para germinar (KOLB et al. 2016).

A temperatura é outro fator ambiental que exerce influência significativa no processo germinativo, e fornecidas as condições ideais, a temperatura predominante

do solo determina tanto o percentual quanto a velocidade de germinação (HEIDECKER, 1977; COPELAND & MCDONALD, 1995; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Nesse contexto, existem espécies que exigem alternância de temperaturas para o estímulo da germinação (POPINIGIS, 1985), sendo essa a condição que mais se aproxima do que ocorre em ambientes naturais, com vegetação aberta. A alternância de temperatura tem sido indicada como fator imperativo para promover a germinação de gramíneas no Cerrado (CARMONA et al., 1997; CARMONA et al., 1998). As espécies *Paspalum cordatum*, *Panicum parvifolium* e *Andropogon virgatus*, que frequentemente ocorrem em campo úmido, apresentaram uma germinação maior quando as sementes foram submetidas a variações de temperatura de 30-20°C (KOLB et al., 2016). Contudo, a germinação de espécies herbáceas de campo rupestre não foi influenciada pela alternância de temperaturas (STRADIC et al., 2015), indicando que não há um padrão para formações campestres.

Além da luz e temperatura, outro fator importante para a germinação é a presença de oxigênio, necessário para ativação dos processos metabólicos associados à germinação, porém, este é restrito em ambientes alagados, podendo afetar o desempenho germinativo (KOZLOWSKI, 1997; BALDWIN et al., 2001). Embora a deficiência de oxigênio, em consequência do alagamento, prejudique o processo germinativo de muitas espécies de plantas, que requerem oxigênio de forma absoluta para que suas sementes germinem, existem registros de germinação em anóxia (ausência de oxigênio) para *Oryza sativa* (DAVIES, 1980; ALPI & BEEVERS, 1983), *Echinochloa crus-galli* (KENNEDY et al., 1980), *Chorisia speciosa* (JOLY & CRAWFORD, 1983) e *Erythrina caffra* (SMALL et al., 1989), e em hipóxia (deficiência de oxigênio) para plantas como, *Sesbania virgata* (OKAMOTO, 1995),

*Inga affinis* (LIEBERG & JOLY, 1993) e *Himatanthus sucuuba* (FERREIRA et al., 2007). Nessas condições, há indução da via metabólica fermentativa como estratégia de adaptação para manter a produção de energia (DAVIES, 1980).

Outra estratégia adaptativa encontrada em plantas de ambientes úmidos é possuir sementes que não germinam sob alagamento, mas que permanecem viáveis por diferentes períodos nesta condição, propiciando que a germinação ocorra após a drenagem do excesso de água. Em um trabalho realizado por Marques & Joly (2000), as sementes de *Calophyllum brasiliense* não germinaram em condições de alagamento, porém se mantiveram viáveis por pelo menos três meses, obtendo um percentual de germinação semelhante ao tratamento controle quando foram transferidas para solos drenados. Já no estudo realizado por Kolb & Joly (2010) verificou-se que sementes de *Tabebuia cassinoides* não germinaram sob anóxia ou quando submersas completamente (hipóxia), mas que estas permaneceram viáveis nestas condições por 15 e 20 dias, respectivamente. Contudo, devido à presença de alas, as sementes dessa espécie flutuam muito bem na água, atingindo 100% de germinação nesta condição, sendo uma importante adaptação para esta espécie, que ocorre em ambientes inundados por longos períodos. Assim, as espécies de ambientes sujeitos a alagamento podem apresentar diferentes respostas germinativas frente à deficiência de oxigênio.

No Brasil, o bioma Cerrado apresenta variações vegetacionais consideráveis, ocorrendo desde fitofisionomias florestais e savânicas, até as campestres (RIBEIRO & WALTER, 2008). Dentre essas, o campo úmido é classificado como uma fisionomia campestre, cuja vegetação se estabelece em solo alagado. O campo úmido pode ocorrer em chapadas, ao redor dos olhos d'água e das veredas e na borda de matas de galeria. Neste, a condição de alagamento se dá



por longos períodos ou de forma permanente, devido ao afloramento do lençol freático, associado à deficiência de drenagem (RATTER et al. 1997; ARAÚJO et al. 2002; TANNUS, 2007; RIBEIRO & WALTER, 2008). Apesar de prestar importantes serviços ecossistêmicos, como manutenção do regime hídrico dos rios e perenização dos cursos d'água (DUGAN, 1990; MEIRELLES et al., 2006), há poucos estudos sobre a localização e extensão dos campos úmidos, bem como de outros atributos básicos desses ambientes (MELACK & HESS, 2004), tais como as estratégias germinativas de sua vegetação aos fatores ambientais.

A umidade do solo, relacionada com seu maior conteúdo de argila e com altura superficial do lençol freático, é o fator principal que determina a vegetação do campo úmido (MEIRELLES et al., 2002; TANNUS, 2007, MUNHOZ et al. 2008). Dentre as famílias com maior riqueza dessa formação vegetacional, destacam-se Asteraceae, Cyperaceae, Melastomataceae e Poaceae (ASSIS, 2004; MEIRELLES et al., 2004; MUNHOZ & FELFILI, 2007; RIBEIRO & WALTER, 2008; MOREIRA et al., 2011; EUGÊNIO et al., 2011).

Estudos anteriores avaliaram a germinação de sementes de espécies do Cerrado, considerando luz e temperatura (FELIPPE, 1990; ABREU & GARCIA, 2005; ZAIDAN et al., 2008; KOLB et al., 2016). Porém, devido à alta riqueza desse bioma (ZAPPI et al. 2015), os registros de dados ainda são escassos, principalmente em relação às espécies típicas de campos úmidos. Adicionalmente, há poucos estudos que avaliaram a germinação de sementes sob condições de alagamento de espécies pertencentes ao Cerrado (KISSMANN & HABERMANN, 2013; PIRES, 2015). Portanto, o conhecimento existente contribui de forma limitada ao manejo e à conservação das espécies de plantas que ocorrem no campo úmido. É esperado que a luz seja requerida para a germinação das sementes devido ao tamanho

pequeno das sementes de muitas espécies do campo úmido e que a alternância de temperatura influencie a germinação da maioria das espécies testadas. Por fim, é esperado que as sementes tenham capacidade de germinar em condições de hipóxia ou pelo menos de se manterem viáveis em tal condição.

### **OBJETIVO**

O presente estudo objetivou avaliar as respostas germinativas de espécies de campo úmido, sob condições de presença e ausência de luz, em temperatura constante e alternada, bem como sob alagamento (principal filtro que seleciona as espécies desse ambiente), com o intuito de ampliar o conhecimento sobre a germinação das espécies desta fisionomia, o que é de suma importância para seu manejo e conservação.

Os resultados desta dissertação foram compilados na forma de um artigo, o qual é apresentado a seguir.

## ARTIGO

### **Sementes pequenas flutuantes: convergência de estratégias de germinação em campos úmidos**

Renato Santana Luscenti, Rosana Marta Kolb

Programa de Pós-Graduação em Biociências, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Av. Dom Antônio, 2100, 19806-900, Assis, São Paulo, Brasil

#### **Endereço de e-mail**

Renato Santana Luscenti      [renatoluscenti@gmail.com](mailto:renatoluscenti@gmail.com)

Rosana Marta Kolb            [rosanakolb@hotmail.com](mailto:rosanakolb@hotmail.com)

#### **Autor para correspondência**

Renato Santana Luscenti

O artigo será submetido à revista Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants

## 1.1 Resumo

O campo úmido é uma fisionomia campestre do Cerrado cuja vegetação é aberta, com incidência direta de luz solar e ampla variação de temperatura, além de ser um ambiente alagado (deficiente em oxigênio) sazonal ou permanentemente. O estudo da ecofisiologia das sementes auxilia no entendimento dos processos de estabelecimento, sucessão e regeneração natural da vegetação. Os fatores ambientais que mais influenciam a germinação das plantas são a luz, temperatura e disponibilidade de oxigênio. Há poucos estudos sobre a germinação de suas espécies, especialmente frente ao alagamento (principal filtro ambiental do campo úmido). Diante disso, avaliamos, em laboratório, a germinação de sementes de 11 espécies de campo úmido, na presença e ausência de luz, em temperatura constante (25°C) e alternada (30-20°C), e sob alagamento (boiando ou submersas na água). A maioria das espécies precisou de luz para germinar e foi indiferente ao regime de temperatura. Todas germinaram boiando na água, e a maioria germinou mesmo estando submersa; as que não germinaram permaneceram viáveis, com exceção de uma espécie. Conclui-se que as plantas estão adaptadas ao alagamento, principalmente por apresentarem sementes leves, capazes de boiar e germinar nesta condição.

**Palavras chave:** Alagamento. Hipoxia. Temperatura. Sementes flutuantes. Germinação.

## 1.2 Introdução

No Brasil, o bioma Cerrado apresenta vegetações com variações consideráveis, ocorrendo desde fitofisionomias florestais e savânicas, até as campestres (Ribeiro & Walter, 2008). Dentre as principais fitofisionomias campestres do Cerrado destacam-se, o campo sujo e o campo limpo. O campo sujo é caracterizado pela presença de arbustos e subarbustos entremeados no estrato herbáceo, já o campo limpo possui arbustos e subarbustos de forma mais esparsa. Tanto o campo sujo quanto o campo limpo podem apresentar um subtipo fisionômico úmido (Ribeiro & Walter 2008), denominado campo úmido, cuja vegetação se estabelece em solos encharcados, que ocorrem devido ao afloramento do lençol freático, associado à deficiência de drenagem (Ratter et al. 1997; Araújo et al. 2002; Ribeiro & Walter, 2008).

Os campos úmidos ocorrem em encostas, chapadas, ao redor dos olhos d'água, circundando as veredas e na borda de matas de galeria, ou mesmo em áreas planas contíguas aos rios, tendo como característica solos rasos e ácidos, com diferentes variações no grau de umidade e fertilidade, além de maiores teores de silte e argila, em relação às áreas mais elevadas topograficamente (Tannus, 2007; Ribeiro & Walter, 2008). Devido a fatores topográficos, existem áreas mais altas em que ocorre alternância entre saturação hídrica e ressecamento sazonal, e áreas mais baixas onde ocorre saturação hídrica por longos períodos ou de forma permanente (Tannus, 2007). A saturação hídrica do solo leva à deficiência de oxigênio, pois nestas condições, o ar que existe no solo é substituído pela água, que possui menor solubilidade e difusão de O<sub>2</sub> em relação ao ar, sendo uma condição limitante para muitas espécies de plantas (Pezeshki, 1994; Lobo & Joly, 2000).

Os campos úmidos são reconhecidos por seus valores funcionais como, por exemplo, a capacidade hídrica de manter o regime dos rios, perenizar os cursos d'água, recarga de águas subterrâneas, sendo importantes ainda porque, na maioria dos casos, são sistemas de transição, relacionados amplamente com entradas e saídas de matéria e energia (Dugan, 1990; Yavitt, 1994; Mitra et al., 2005; Meirelles et al., 2006). Apesar da importância destas áreas, são poucos os estudos existentes a respeito da localização, extensão e outras características básicas desses ambientes (Melack & Hess, 2004), tais como as estratégias para lidar com o alagamento.

A vegetação do campo úmido é heterogênea, cuja formação é determinada principalmente pelas variações de umidade do solo, decorrentes da profundidade do lençol freático (Meirelles et al., 2002; Tannus, 2007), limitando o estabelecimento de espécies pouco adaptadas às condições de maior umidade (Munhoz et al. 2008). No campo úmido, as famílias de plantas que estão entre as mais ricas são Asteraceae, Cyperaceae, Melastomataceae e Poaceae, (Mendonça et al., 1998; Araujo et al., 2002; Tannus & Assis, 2004; Meirelles et al., 2004; Munhoz & Felfili, 2007; Ribeiro & Walter, 2008; Moreira et al., 2011; Eugênio et al., 2011).

O conhecimento ecofisiológico das sementes é de fundamental importância para compreender os processos de estabelecimento, sucessão e regeneração natural da vegetação, pois a germinação é uma das etapas mais críticas do ciclo de vida das plantas (Vázquez-Yanes & Orozco-Segovia, 1993; Kitajima & Fenner, 2000).

O processo germinativo está diretamente relacionado com as respostas das sementes à luminosidade, temperatura, e disponibilidade de oxigênio, sendo estes

os fatores ambientais que mais influenciam a germinação (Heidecker, 1977; Alpi & Beevers, 1983; Baskin & Baskin, 1988; Ghera et al., 1992; Schupp, 1995).

Sementes de muitas espécies de habitats abertos e esparsamente vegetados, que é o caso do campo úmido, necessitam de luz para a germinação (Baskin & Baskin, 1971). A luz é um fator importante, especialmente para sementes pequenas, as quais são mais propensas a requererem luz para germinar do que sementes maiores, devido à sua baixa reserva de energia (Milberg et al., 2000; Pearson et al., 2002). As espécies típicas do campo úmido (Tannus, 2007; Pilon et al., 2017) parecem ter como padrão sementes pequenas (Leishman & Westoby, 1994; Gordon, 1998; Carreira & Zaidan, 2003; Abreu & Garcia, 2005; Carreira & Zaidan, 2007). A temperatura também influencia significativamente a germinação, atuando sobre a velocidade de absorção de água e nas várias reações bioquímicas que ocorrem durante o processo germinativo, afetando a velocidade, uniformidade e a porcentagem de germinação total (Copeland & McDonald, 1995; Carvalho & Nakagawa, 2000). Segundo Thompson & Grime (1983), o estímulo da germinação por variações de temperatura, na presença da luz, é um fator requerido para espécies de zonas úmidas. Adicionalmente, o requerimento de flutuações de temperatura é previsto para espécies com sementes pequenas, já que estas geralmente se encontram enterradas superficialmente no solo, onde há flutuações mais amplas de temperatura que em locais mais profundos (Probert, 1992; Silveira et al., 2013). Sob flutuações de temperatura, a espécie *Eremanthus incanus*, oriunda do Cerrado, apresentou valores de germinação significativamente maiores comparado a temperatura constante (Velten & Garcia, 2005). Da mesma forma, as espécies típicas de zonas úmidas, *Berula erecta*, *Eleocharis palustres* e *Pulicaria dysenterica* tiveram um percentual de germinação significativamente maior sob

temperaturas alternadas (Grime et al., 1981). Contudo, a germinação da espécie *Xyris cipoensis*, típica de solos brejosos, não foi influenciada pela alternância de temperaturas.

O oxigênio também é um fator que está envolvido na ativação de processos metabólicos associados à germinação, sendo restrito em ambientes alagados, como o campo úmido. Com o alagamento, o ar que existe no solo é substituído pela água, que possui menor solubilidade e difusão de O<sub>2</sub> em relação ao ar, afetando o desempenho germinativo e o estabelecimento de muitas espécies de plantas (Kozlowski, 1997; Lobo & Joly 1998; Baldwin et al., 2001; Pezeshki, 2001).

Embora a deficiência de oxigênio, decorrente do alagamento, prejudique a germinação de muitas espécies vegetais, existem registros de germinação em anoxia para *Oryza sativa* (Davies, 1980; Alpi & Beevers, 1983) e *Echinochloa crus-galli* (Kennedy et al., 1980), e em hipóxia para duas espécies de plantas frequentemente encontradas no campo úmido, *Syngonanthus nitens* (Schmidt et al., 2008) e *Sesbania punicea* (Barreto et al. 2018).

Outra estratégia adaptativa encontrada em plantas de ambientes úmidos é possuir sementes que não germinam sob alagamento, mas que permanecem viáveis por diferentes períodos nesta condição. Em um trabalho realizado por Nishihiro et al. (2004), as sementes de *Miscanthus sacchariflorus* não germinaram em condições de alagamento (8 semanas), porém mantiveram-se viáveis. Assim, as espécies de ambientes sujeitos a alagamento podem apresentar diferentes respostas germinativas frente à deficiência de oxigênio. Devido a grande importância do campo úmido (Dugan, 1990; Yavitt, 1994; Mitra et al., 2005; Meirelles et al., 2006), buscou-se elucidar os mecanismos estratégicos de germinação para estabelecimento de



plantas nessas áreas alagáveis, aumentando o conhecimento para manejo e conservação das espécies de plantas nativas, bem como dessa fisionomia.

O presente estudo objetivou avaliar as respostas de germinação de sementes de espécies do campo úmido, sob diferentes condições: a) presença e ausência de luz, b) temperatura constante e alternada, e c) normoxia e deficiência de oxigênio. Espera-se que a luz seja um fator importante para a germinação, devido ao tamanho diminuto das sementes de muitas das espécies do campo úmido, e que a alternância de temperatura seja favorável para a germinação das sementes de ao menos parte das espécies avaliadas. Além disso, espera-se que sementes de espécies de campo úmido apresentem estratégias que permitam sua germinação em condições de deficiência de oxigênio, como por exemplo, capacidade de germinar ou manter sua viabilidade sob alagamento (submersão), ou germinar boiando.

### **1.3 Materiais e Métodos**

Coleta de diásporos (doravante tratados como sementes) e seu tamanho

Foram coletadas sementes de 11 espécies típicas de campo úmido (Tabela 1), sendo a maioria pertencente às famílias de maior riqueza dessa formação vegetacional (Cyperaceae, Melastomataceae e Poaceae), além de Aquifoliaceae, Lamiaceae e Xyridaceae (uma espécie de cada). As sementes foram obtidas em áreas de campo úmido na Estação Ecológica de Assis (22°33'20"S e 50°21'27"O) e/ou na Estação Ecológica de Santa Bárbara (22°46'41"S e 49°16'10"O), ambas no Estado de São Paulo. As mesmas foram coletadas de no mínimo 10 indivíduos por espécie, com distância maior que 5 metros entre si.

O comprimento e a largura de 20 unidades de sementes por espécie, escolhidas aleatoriamente, foram medidas com auxílio de paquímetro digital em um microscópio estereoscópico, obtendo-se pela razão da somatória a média (comprimento e largura). A massa das sementes para cada espécie foi estimada dividindo a massa de cada grupo pelo número de sementes. Esses dados não foram aferidos para *Desmoscelis villosa*, *Tibouchina gracilis* e *Xyris jupicai* (Tabela 1).

Tabela 1. Características descritivas das espécies de campo úmido avaliadas e época de coleta das sementes.

Espécie	Família	Época de coleta (mês/ano)*	Hábito	Tamanho da semente C x L (mm)	Massa da semente (mg)
<i>Andropogon bicornis</i> Forssk.	Poaceae	02/2016	Erva	2,86 x 0,17	0,31
<i>Arthropogon villosus</i> Nees	Poaceae	11/2017	Erva	6,54 x 0,73	2,53
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Melastomataceae	03/2017	Arbusto	0,88 x 0,61	0,08
<i>Desmoscelis villosa</i> (Aubl.) Naudin	Melastomataceae	06/2016	Arbusto	0,43 x 0,34**	0,04**
<i>Eleocharis filiculmis</i> Kunth	Cyperaceae	11/2017	Erva	0,67 x 0,51	0,02
<i>Ilex affinis</i> Gardner	Aquifoliaceae	02/2016	Árvore	2,22 x 1,50	2,60
<i>Loudetia flammida</i> (Trin.) C.E. Hubb.	Poaceae	03/2017	Erva	2,80 x 0,21	0,33
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Melastomataceae	06/2016	Arbusto	0,95 x 0,45	0,10
<i>Rhynchospora albiceps</i> Kunth	Cyperaceae	02/2017	Erva	2,21 x 0,92	0,59
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	Melastomataceae	02/2017	Subarbusto	“dust” (poeira)	-
<i>Xyris jupicai</i> Rich.	Xyridaceae	03/2017	Erva	“dust” (poeira)	-

- não mensurado, \* = independente da época de coleta das sementes, o solo do campo úmido encontrava-se alagado, \*\* segundo Gordon (1998), C x L = comprimento x largura.

## Experimentos de germinação

Logo após a coleta das sementes foram iniciados os experimentos em câmaras de germinação, tipo BOD (Eletrolab, modelo EL202), equipadas com quatro lâmpadas fluorescentes de 20 W, que forneceram irradiância aproximada de  $60 \mu\text{mol.m}^2.\text{s}^{-1}$ .

### Efeito da luz e temperatura

Dois regimes de temperatura combinados com dois regimes de luz foram avaliados: temperatura constante de 25°C e temperaturas alternadas de 30-20°C, na presença (fotoperíodo de 12 horas) e ausência de luz branca. Para cada espécie e tratamento foram utilizadas quatro réplicas de 25 sementes cada. As sementes foram colocadas em caixas de germinação, tipo gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), sobre papel filtro umedecido em água destilada. Para a condição de ausência de luz, as caixas de germinação foram envolvidas com papel alumínio.

A germinação de sementes, na presença de luz, foi avaliada diariamente até sua estabilização (30-45 dias). A germinação na ausência de luz foi avaliada apenas ao término dos experimentos, já que mesmo a luz verde de segurança pode estimular a germinação. Foram consideradas como germinadas as sementes que apresentaram 1 mm de protrusão radicular.

### Efeito do alagamento

Para cada espécie e tratamento foram utilizadas quatro réplicas de 25 sementes cada. As sementes foram colocadas em caixas de germinação, tipo gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), e postas para germinar em temperaturas alternadas de 30-20°C, na presença de luz branca (fotoperíodo de 12 horas), sob uma lâmina d'água de 1 cm de profundidade (sementes submersas). Para tanto, as sementes de cada réplica foram colocadas dentro de um saquinho confeccionado em tecido de algodão, o qual foi mantido submerso com auxílio de pequenos pesos, durante 30 dias. No tratamento emerso foi permitido que as sementes permanecessem boiando sobre a lâmina d'água, durante 30 dias. As sementes que não germinaram nestes tratamentos (submerso e emerso), com 30 dias, foram colocadas para germinar em condição de normoxia para verificar se estas permaneceram viáveis.

#### Cálculos e Análises estatísticas

Para cada réplica foi calculada a porcentagem final de germinação, e para todos os tratamentos, com exceção dos tratamentos submersos, e na ausência de luz, foi calculado o tempo médio de germinação (LABOURIAU, 1983).

Para a análise dos dados percentuais dos tratamentos de presença ou ausência de luz, bem como dos dados percentuais e TMG dos tratamentos sob temperatura constante ou alternada, utilizamos o teste Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ). Já o teste de Kruskal-Wallis seguido pelo método Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ) foi utilizado para análise da viabilidade de sementes submetidas a diferentes condições hídricas, sendo posteriormente reaeradas. A

mesma análise estatística foi utilizada para dados de TMG dos tratamentos com diferentes condições hídricas e dos tratamentos reaerados.

Para classificação das espécies em grupos, de acordo com as médias percentuais de germinação obtidas nos tratamentos emerso e submerso, utilizou-se análise de cluster (Método de Ward e distância euclidiana quadrática) e box-plot. Os dados percentuais de germinação foram ponderados em relação aos tratamentos controles, tendo em vista que algumas espécies germinaram pouco e outras germinaram muito bem. Para tanto, foi utilizada a fórmula  $GT \times 100/GC$  (GT = porcentagem de germinação nos tratamentos e GC = porcentagem de germinação no tratamento controle).

As análises foram realizadas com o auxílio dos softwares BioEstat 5.0, STATISTICA versão 7.0 e Sigma Plot 11.0.

## 1.4 Resultados

### Efeito da luz

As sementes das espécies avaliadas precisam de luz para germinar, com exceção de *Andropogon bicornis* (U = 5,00; p = 0,39; tratamento com alternância de temperatura) e *Arthropogon villosus* (U = 3,50; p = 0,19; tratamento com temperatura constante e U = 6,50; p = 0,67; tratamento com alternância de temperatura).

### Efeito da temperatura

A maioria das espécies avaliadas germinou igualmente em temperatura constante e em temperatura alternada, com exceção de *R. albiceps*, que

germinou melhor em temperatura alternada, e *L. flamida* que germinou melhor em temperatura constante (Tabela 2). Em relação ao tempo médio de germinação (TMG) não houve um padrão de resposta, sendo que metade das espécies apresentou valores que não diferiram entre os dois regimes de temperatura. Para a outra metade das espécies, parte germinou mais rápido em temperatura constante enquanto outras germinaram mais rapidamente em temperatura alternada (Tabela 2).

Tabela 2. Médias dos parâmetros germinativos de espécies de campo úmido sob diferentes regimes de temperatura ( $\pm$  desvio padrão) (n=4, com 25 sementes por réplica); TMG = tempo médio de germinação.

Espécie	Germinação (%)		TMG (dias)	
	25°C	30-20°C	25°C	30-20°C
<i>Andropogon bicornis</i>	18,0 $\pm$ 4,0 a	44,0 $\pm$ 19,0 a	6,8 $\pm$ 2,5 a	10,3 $\pm$ 0,4 a
<i>Arthropogon villosus</i>	25,0 $\pm$ 13,2 a	21,0 $\pm$ 13,2 a	5,0 $\pm$ 0,4 a	5,9 $\pm$ 0,2 a
<i>Clidemia hirta</i>	26,0 $\pm$ 5,2 a	24,0 $\pm$ 5,7 a	16,4 $\pm$ 2,8 a	25,1 $\pm$ 1,9 b
<i>Desmoscelis villosa</i>	67,0 $\pm$ 15,5 a	50,0 $\pm$ 15,5 a	9,9 $\pm$ 0,5 a	6,4 $\pm$ 0,5 b
<i>Eleocharis filiculmis</i>	0,0 $\pm$ 0,0 a	4,0 $\pm$ 3,3 a	--	19,5 $\pm$ 3,5
<i>Ilex affinis</i>	6,0 $\pm$ 4,0 a	18,0 $\pm$ 9,5 a	11,3 $\pm$ 10,3 a	4,8 $\pm$ 2,1 a
<i>Loudetia flammida</i>	15,0 $\pm$ 6,2 a	5,5 $\pm$ 3,8 b	7,9 $\pm$ 0,9 a	7,0 $\pm$ 0,0 b
<i>Miconia chamissois</i>	86,0 $\pm$ 8,3 a	81,0 $\pm$ 6,8 a	7,3 $\pm$ 0,2 a	6,8 $\pm$ 0,2 b
<i>Rhynchospora albiceps</i>	10,0 $\pm$ 6,9 a	41,0 $\pm$ 21,5 b	9,5 $\pm$ 4,1 a	6,3 $\pm$ 0,7 a
<i>Tibouchina gracilis</i>	51,0 $\pm$ 14,4 a	66,0 $\pm$ 12,4 a	9,2 $\pm$ 0,8 a	9,7 $\pm$ 0,5 a
<i>Xyris jupicai</i>	82,0 $\pm$ 13,3 a	89,0 $\pm$ 2,0 a	14,7 $\pm$ 0,8 a	12,1 $\pm$ 0,7 b

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ).

Efeito do alagamento

Com relação ao alagamento houve correlação entre as porcentagens de germinação das espécies nos tratamentos emerso e submerso ( $r = 0,78$ ), sendo assim, as análises de cluster foram feitas separadamente.

No tratamento emerso verificou-se a formação de dois grupos. No grupo 1 as espécies obtiveram porcentagens de germinação entre 15 e 44%, aproximadamente, enquanto que no grupo 2 os percentuais de germinação foram maiores, variando entre 71 e 100%, aproximadamente (Tabela 3, Figura 1).

Tabela 3. Grupos formados por meio de análise de cluster, de acordo com a porcentagem de germinação de espécies do campo úmido no tratamento emerso.

Espécies	Germinação (%)
<b>Grupo 1</b>	
<i>Andropogon bicornis</i>	15,9
<i>Arthropogon villosus</i>	38,1
<i>Desmoscelis villosa</i>	38,0
<i>Ilex affinis</i>	38,9
<i>Rhynchospora albiceps</i>	43,9
<b>Grupo 2</b>	
<i>Clidemia hirta</i>	71,4
<i>Eleocharis filiculmis</i>	100,0
<i>Loudetia flammida</i>	100,0
<i>Miconia chamissois</i>	100,0
<i>Tibouchina gracilis</i>	98,5
<i>Xyris jupicai</i>	93,0



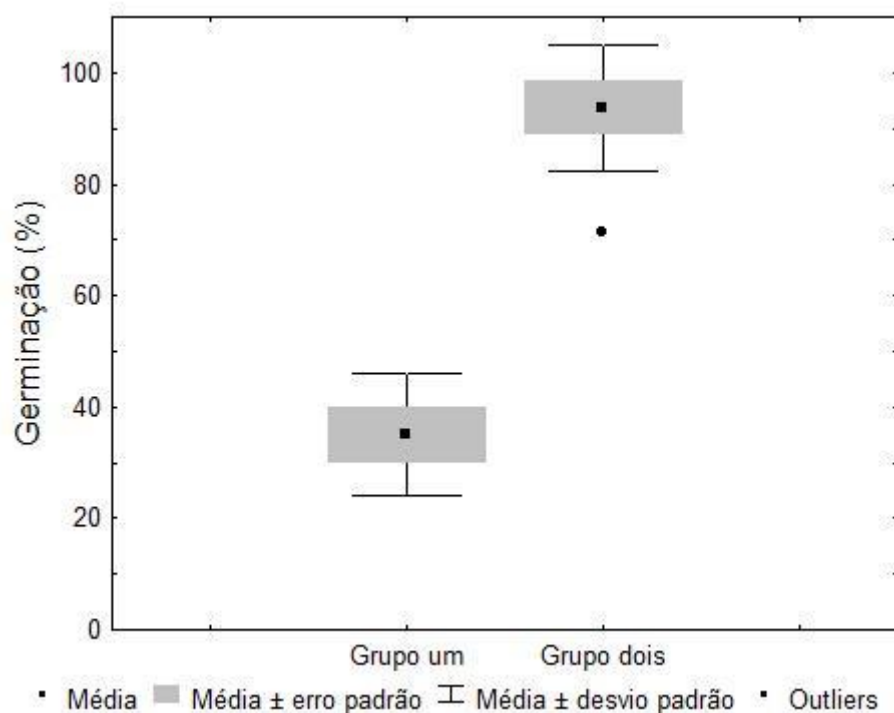


Figura 1. Box-plot do agrupamento formado com espécies do campo úmido, de acordo com a porcentagem de germinação no tratamento emerso.

No tratamento submerso houve a formação de três grupos por meio da análise de agrupamento. No grupo 1 figuraram as espécies que não germinaram submersas. As espécies do grupo 2 obtiveram germinação entre 22 e 64%, aproximadamente, e as do grupo 3 apresentaram 100% de germinação (Tabela 4, Figura 2).

Tabela 4. Grupos formados por meio de análise de cluster, de acordo com a porcentagem de germinação de espécies do campo úmido no tratamento submerso.

Espécies	Germinação (%)
<b>Grupo 1</b>	
<i>Andropogon bicornis</i>	0
<i>Arthropogon villosus</i>	0
<i>Desmoscelis villosa</i>	0
<i>Ilex affinis</i>	0
<b>Grupo 2</b>	
<i>Clidemia hirta</i>	54,2
<i>Miconia chamissois</i>	22,2
<i>Rhynchospora albiceps</i>	24,4
<i>Tibouchina gracilis</i>	63,6
<i>Xyris jupicai</i>	33,7
<b>Grupo 3</b>	
<i>Eleocharis filiculmis</i>	100,0
<i>Loudetia flammida</i>	100,0

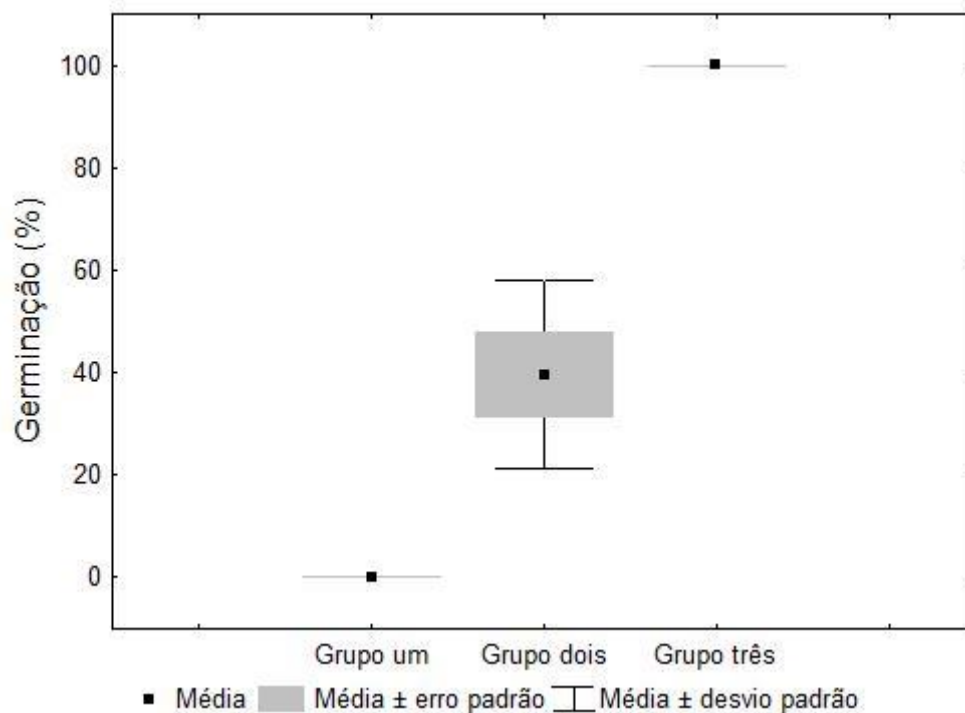


Figura 2. Box-plot do agrupamento formado com espécies do campo úmido, de acordo com a porcentagem de germinação no tratamento submerso.

Não houve perda de viabilidade para as sementes emersas (Tabela 5), contudo, algumas espécies perderam parcialmente (*D. villosa*, *M. chamissois* e *X. jupica*) ou totalmente (*A. villosus*) a viabilidade de suas sementes após submersão (Tabela 5).

Tabela 5. Porcentagem de viabilidade média das sementes de espécies de campo úmido submetidas a diferentes condições de disponibilidade hídrica ( $\pm$  desvio padrão) (n=4, 25 sementes por réplica), após rearmamento. Os valores correspondem ao cálculo da porcentagem de germinação acumulada (o que germinou no tratamento mais o que germinou após o rearmamento).

Espécie	Controle	Viabilidade no Emerso + rearmado	Viabilidade no Submerso + rearmado
<i>Andropogon bicornis</i>	44,0 $\pm$ 19,0 a	7,0 $\pm$ 2,0 a	31,9 $\pm$ 22,7 a
<i>Arthropogon villosus</i>	21,0 $\pm$ 13,2 a	8,0 $\pm$ 0,0 ab	0,0 $\pm$ 0,0 b
<i>Clidemia hirta</i>	24,0 $\pm$ 5,3 a	18,0 $\pm$ 4,0 a	21,0 $\pm$ 7,6 a
<i>Desmoscelis villosa</i>	50,0 $\pm$ 15,5 a	19,0 $\pm$ 11,5 ab	3,0 $\pm$ 3,8 b
<i>Eleocharis filiculmis</i>	4,0 $\pm$ 3,2 a	5,0 $\pm$ 3,8 a	5,0 $\pm$ 5,0 a
<i>Ilex affinis</i>	18,0 $\pm$ 9,5 a	13,0 $\pm$ 8,2 a	7,8 $\pm$ 5,2 a
<i>Loudetia flammida</i>	5,5 $\pm$ 3,7 a	9,5 $\pm$ 8,5 a	9,5 $\pm$ 3,0 a
<i>Miconia chamissois</i>	81,0 $\pm$ 6,8 ab	98,0 $\pm$ 2,3 a	40,0 $\pm$ 14,6 b
<i>Rhynchospora albiceps</i>	41,0 $\pm$ 21,5 a	23,0 $\pm$ 11,9 a	43,0 $\pm$ 8,9 a
<i>Tibouchina gracilis</i>	66,0 $\pm$ 12,4 a	65,3 $\pm$ 9,2 a	55,0 $\pm$ 14,0 a
<i>Xyris jupicai</i>	89,0 $\pm$ 2,0 a	83,0 $\pm$ 8,2 ab	61,0 $\pm$ 17,1 b

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Student-Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ).

O TMG de sementes emersas não diferiu em relação ao controle, com exceção de *D. villosa*, em que houve aumento do TMG. As sementes que não germinaram emersas, e que germinaram após rearmamento, mantiveram o valor de TMG (*R. albiceps*) ou apresentaram redução (*C. hirta*) ou aumento desses

valores (*I. affinis*). Sementes submersas que germinaram após reaeramento apresentaram TMG igual ou menor do que o controle, com exceção de *I. affinis* em que houve aumento desse valor (dados não mostrados).

### 1.5. Discussão

Independente do hábito das plantas estudadas, suas sementes apresentaram tamanho pequeno, variando desde “dust seeds” (sementes diminutas que lembram poeira) até sementes que mediam 6,54 mm de comprimento, sendo que a maioria das espécies dependeu estritamente de luz para germinar. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira & Garcia (2011), que avaliou sete espécies da família Eriocaulaceae com sementes bastante pequenas (variando entre 0,38 e 0,79 mm de comprimento por 0,21 a 0,42 mm de largura), e, dentre estas, seis espécies apresentaram germinação exclusivamente na presença de luz, sugerindo que a mesma é um fator importante na germinação de sementes pequenas, bem como de espécies de ambientes de vegetação aberta, como o campo úmido, evidenciando o que foi observado por Baskin & Baskin (1971) e Leishman & Westoby (1994).

Apesar das sementes pequenas serem mais propensas a requererem luz para germinar do que as sementes maiores (Carmona et al., 1998; Milberg et al., 2000; Pearson et al., 2002), as espécies *Andropogon bicornis* e *Arthropogon villosus* germinaram igualmente na ausência de luz, o que pode propiciar a germinação em locais próximos a outras plantas, ou seja, em locais sombreados.

Estudo realizado por Grime et al. (1981), verificou que, de 61 espécies que possuíam sementes com massa menor que 0,1 mg, 58 apresentaram

requerimento de temperaturas alternadas para germinar. Contudo no presente trabalho, as sete espécies testadas que possuem sementes com massa menor que 0,1 mg, não obtiveram percentual de germinação significativamente maior em temperatura alternada.

Todas as espécies avaliadas, independente da família e hábito, apresentaram sementes leves, com capacidade de boiar na água e germinar nesta condição. Esta parece ser uma característica adaptativa relevante para as espécies estudadas, já que se observou que as sementes são dispersas quando o solo do campo úmido está alagado. É possível que a estratégia de germinar boiando, encontrada neste estudo, seja uma ampla estratégia para as espécies desse ambiente, já que sementes pequenas ou leves parecem ser comuns para as plantas de campo úmido (Leishman & Westoby, 1994; Carreira & Zaidan, 2003; Abreu & Garcia, 2005; Carreira & Zaidan, 2007), além do fato dos campos úmidos permanecerem alagados a maior parte do ano ou de forma permanente. Este tipo de estratégia também foi encontrado para sementes grandes como em *Tabebuia cassinoides*, uma espécie típica de brejo (Kolb & Joly, 2010), e *Carapa guianensis*, uma espécie de floresta inundada da Amazônia (Scarano et al., 2003).

No presente estudo, verificou-se que sob submersão, as respostas germinativas diferiram entre as espécies. Houve espécies que germinaram de maneira semelhante ao controle, outro grupo germinou de forma intermediária e um terceiro grupo de espécies que não germinou. Porém, essa condição de submersão de uma semente leve na água ou no solo submerso só ocorre em algumas circunstâncias, como por exemplo, em caso de soterramento ou pelo pisoteio de animais, não sendo estes cenários corriqueiros. O que prepondera

para as espécies estudadas é que suas sementes vão ficar boiando na superfície da água e germinar nesta condição. Contudo, em uma eventual situação de submersão, as sementes são expostas a uma condição de hipóxia, como as sementes que ficaram experimentalmente submersas na água. Embora a hipóxia seja prejudicial para a germinação da maioria das espécies relatadas na literatura (Pezeshki, 1994; Pezeshki, 2001), as sementes da maioria das espécies de campo úmido mostraram-se pouco sensíveis a esta condição. Sementes de sete espécies avaliadas germinaram submersas, assim como foi relatado para uma espécie típica de zonas úmidas, *Hedychium coronarium*, cujas sementes tinham 4 mm de comprimento (Brigitte, 2008); enquanto as demais, mantiveram-se viáveis por todo o período experimental, com exceção da espécie *Arthropogon villosus*, que teve perda total de viabilidade. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Nishihiro et al. (2004) para sementes de *Hemarthria sibirica* (uma espécie da família Poaceae, típica de zonas úmidas do Japão), as quais quando submersas por mais de 30 dias perderam sua viabilidade.

A manutenção de viabilidade sob submersão pelo período experimental de 30 dias é um indicativo de tolerância à deficiência de oxigênio, e seria uma estratégia interessante para espécies que ocorrem em ambientes em que o período de alagamento não é longo, pois permitiria a germinação após o escoamento ou drenagem do excesso de água do solo. Contudo, observou-se ao longo do estudo que as áreas de campo úmido avaliadas permaneceram alagadas mesmo durante a estação seca. Sendo assim, a capacidade de germinar boiando parece mesmo ser a resposta que permite a ocupação desse ambiente pelas espécies que lá ocorrem.

Quanto à influência do alagamento no TMG, não houve variação deste entre os tratamentos avaliados, ou ele foi menor para as sementes que não germinaram enquanto emersas ou submersas e foram reaeradas, de forma que estas sementes germinaram rapidamente quando a condição plena de aerobiose foi retomada. Isso é um indicativo de que para essas espécies o alagamento não foi danoso. Já a espécie *I. affinis* apresentou uma germinação mais lenta para as sementes que não germinaram emersas ou submersas e foram reaeradas, o que pode ser reflexo de estresse sofrido. Semelhantemente, em um estudo feito com *Copaifera lucens*, verificou-se que a submersão das sementes por 8 dias reduziu significativamente a velocidade de germinação, quando estas foram reaeradas (Vidal et al., 2011).

Conclui-se que o alagamento seleciona espécies que apresentam sementes leves, capazes de boiar e germinar nesta condição, fato que é de extrema relevância, já que os campos úmidos permanecem alagados grande parte do ano. A temperatura não parece ser um fator limitante para as espécies de campo úmido, e por permanecerem boiando, as sementes recebem a luz necessária para sua germinação, de forma que as espécies conseguem se reproduzir e ocupar esse ambiente.

## 1.6 Agradecimentos

Os autores agradecem Natashi A. Pilon pela identificação das espécies e pela coleta de sementes de *Andropogon bicornis*, *Arthropogon villosus* e *Scleria hirtella*, e ao Jonathan W. F. Ribeiro pela coleta das sementes das demais espécies e pelo suporte nos experimentos de germinação.



## 1.7 Referências

- Abreu, M.E.P., Garcia, Q.S., 2005. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, 19, 149-154.
- Alpi, A., Beevers, H., 1983. Effects of oxygen concentration on rice seedlings. *Plant Physiol*, 71, 30–34.
- Araujo, G.M., Barbosa, A.A.A., Arantes, A.A., Amaral, A.F., 2002. Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, MG. *Rev. bras. Bot.*, 25, 475-493
- Baldwin, A.H., Egnatovich, M.S., Clarke, E., 2001. Hydrologic change and vegetation of tidal freshwater marshes: field, greenhouse, and seed-bank experiments. *Wetlands*, 21, 519–531.
- Barreto, B.B., Hefler, S.M., Martinazzo, E.G., Colares, I.G., 2018. Germination and initial growth of *sesbania punicea* (cav.)Benth.: influence of salinity, flooding and light. *Rev. Árvore*, 42, 408-420.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C., 1971. The possible ecological significance of the light requirement for germination in *Cyperus inflexus*, *J. Torrey Bot. Soc.*, 98, 25-33.
- Baskin, C.C., Baskin, J.M., 1988. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. *Am. J. Bot.*, 75, 286-305.
- Brigite, B.A. 2008. Ecologia da germinação de *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae) submetida a hipoxia e anóxia. Dissertação de mestrado. Universidade estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Carmona, R., Martins, C.R., Fávero, A.P., 1998. Fatores que afetam a germinação de sementes de gramíneas nativas do cerrado. *Rev. Bras. Sementes*, 20, 16-22.
- Carreira, R.C., Zaidan, I.B.P., 2003. Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn., sob fotoperíodos controlados. *Hoehnea*, 30, 155-161
- Carreira, R.C., Zaidan, I.B.P., 2007. Germinação de sementes de espécies de melastomataceae de cerrado sob condições controladas de luz e temperatura. *Hoehnea*, 34, 261-269.
- Carvalho, N.M., Nakagawa, J., 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 588.
- Copeland, L.O., McDonald, M., 1995. Principles of seeds science and technology. New York: Chapman Hall, 409.
- Coutinho, L.M., 1978. O conceito de Cerrado. *Revta brasil. Bot.*, 7, 17-23.
- Davies, D.D., 1980. Anaerobic metabolism and production of organic acids. In: Stumpf, P.K., Conn, E.E. (Eds.), *The biochemistry of plants: a comprehensive treatise*. New York: Academic Press, 581–611.

- Dugan, P., 1990. Wetland Conservation. IUCN, p. 95.
- Eugênio, C.U.O., Munhoz, C.B.R., Felfili, J.M., 2011. Dinâmica temporal do estrato herbáceo-arbustivo de uma área de campo limpo úmido em Alto Paraíso de Goiás, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, 25, 497-507.
- Ferreira, C.S., Piedade, M.T.F., Junk, W.J., Parolin, P., 2007. Floodplain and upland populations of Amazonian *Himatanthus sucuuba*: effects of flooding on germination, seedling growth and mortality. *Environ. exp. bot.*, 60, 477–483.
- Ghersa, C.M., Benech, A.R.L., Martinez-Ghersa, M.A., 1992. The role of fluctuating temperatures in germination and establishment of *Sorghum hapelense*. Regulation of germination at increasing depths. *Funct. Ecol.*, 6, 460-468.
- Gordon, E., 1998. Seed characteristics of plant species from riverine wetlands in venezuela. *Aquat. Bot.*, 60, 417-431.
- Grime, J.P., Mason, G., Curtis, A.V., Rodman, J., Band, S.R., Mowforth, M.A.G., Neal, A.M., Shaw, S., 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. *J. Ecol.*, 69, 1017-1059.
- Heidecker, W., 1977. Stress and seed germination: as agronomic view. In: Khan, A. (Eds.). *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination*. Amsterdam: Elsevier, 237-282.
- Kennedy, R.A., Barrett, S.C.H., Van Der Zee, D., Rumpho, M.E., 1980. Germination and seedling growth under anaerobic conditions in *Echinochloa crus-galli* (barnyard grass). *Plant Cell Environ.*, 3, 243–248.
- Kitajima, K., Fenner, M., 2000. Seedling regeneration ecology. In: Fenner, M. (Ed.) *Seeds: Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2. Ed. Wallingford: CAB International, 331-360.
- Klink, C.A. Moreira, A.G., Solbrig, O.T., 1993. Ecological impact of agricultural development in the Brazilian cerrados. In: *The World's savanna: economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use* (M.D. Young & O.T. Solbrig, eds. Man and biosphere series. Unesco/Parthenon, Paris, 12, 259-282.
- Kolb, R.M., Joly, C.A., 2010. Germination and anaerobic metabolism of seeds of *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC subjected to flooding and anoxia. *Flora*. 205, 112–117.
- Kolb, R.M., Pilon, N.A.L., Durigan, G., 2016. Factors influencing seed germination in Cerrado grasses. *Acta Bot. Bras.*, 30, 87-92.
- Kozłowski, T.T., 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiol.*, 1, 1-29.
- Labouriau, L.G. 1983. A germinação das sementes. Série de Biologia. Monografia. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos – OEA, Washington.
- Leishman, M.R., Westoby, M., 1994. The role of large seed size in shaded conditions: experimental evidence. *Funct. Ecol*, 8, 205–214.

- Lobo, P.C., Joly, C.A., 1998. Tolerance to hipoxia and anoxia in neotropical tree species. In: Scarano, F.R., Franco, A.C. (eds.). *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. Series *Oecologia Brasiliensis*. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 4, 137-156.
- Lobo, P.C., Joly, C.A., 2000. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil., 143-157. In Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Edusp/Fapesp.
- Meirelles, M.L., Oliveira, R.C., Vivaldi, L.J., Santos, A.R., Correia, J.R., 2002. Espécies do estrato herbáceo e profundidade do lençol freático em áreas úmidas do Cerrado. *Planaltina, DF: Embrapa Cerrados*, 19.
- Meirelles, M.L., Guimarães, A.J.M., Oliveira, C.O., Araújo, G.M., Walter, J.F., 2004. Impactos sobre o estrato herbáceo de Áreas Úmidas do Cerrado. In: Aguiar, L.M.S., Camargo, A.J.A. (Eds.). *Cerrado: ecologia e caracterização*. Brasília: Embrapa Cerrados, 41- 68.
- Meirelles, M.L., Ferreira, E.A.B., Franco, A.C., 2006. *Dinâmica Sazonal do Carbono em Campo Úmido do Cerrado*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 29.
- Melack, J. M, Hess, L.L., 2004. Remote sensing of wetlands on a global scale. *SIL News*, 42, 1-5.
- Mendonça, R.C., Felfili, J.M., Walter, B.M.T., Silva Júnior, M.C., Rezende, A.V., Filgueiras, T.S., Nogueira, P.E., 1998. Flora vascular do cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. (Eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília: Embrapa-CPAC., 287- 556.
- Milberg, P., Andersson, L., Thompson, K., 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. *Seed Sci. Res*, 10, 99-104.
- Mitra, S., Wassmann, R., Vlek, P.L.G., 2005. An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock. *Curr. Sci.*, 88, 25-35.
- Moreira, S.N., Pott, A., Pott, V.J., Damasceno-Junior, G.A., 2011. Structure of pond vegetation of a vereda in the Brazilian Cerrado. *Rodriguésia*, 62, 721-729.
- Munhoz, C.B.R., Felfili, J.M., 2007. Florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um campo limpo úmido em Brasília, Brasil. *Biota Neotrop.*, 7, 205–215.
- Munhoz, C.B.R., Felfili, J.M., Rodrigues, C., 2008. Species-environment relationship in the herb-subshrub layer of a moist Savanna site, Federal District, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 68, 25–35.
- Nishihiro, J., Arakia, S., Fujiwarab, N., Washitani, I. 2004. Germination characteristics of lakeshore plants under an artificially stabilized water regime. *Tokyo. Aquat Bot.*, 79, 333–343.
- Oliveira, P.G., Garcia, Q.S., 2011. Germination characteristics of *syngonanthus* seeds (Eriocaulaceae) in campos rupestres vegetation in southeastern Brazil. *Seed Sci. Res.*, 21, 39-45.

- Pearson, T.R.H., Burslem, D.F.R.P., Mullins, C.E., Dalling, J.W., 2002. Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. *Ecology*, 83, 2798–2807.
- Peres, M.K. 2016. Estratégias de dispersão de sementes no bioma cerrado: considerações ecológicas e filogenéticas. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Pezeshki, S.R., 1994. Plant responses to flooding. In: Wilkinson, R.E. (Org.). *Plant environment interactions*. New York: Dekker, 289-321
- Pezeshki, S.R., 2001. Wetland plant responses to soil flooding. *Environ. exp. bot.*, 46, 299-312. .
- Pilon, N.A.L., Cava, M.G.B., Nalon, M.A., Zimback, I., Durigan, G., 2017. Richness, relevance and conservation strategies for savanna grasslands in the horto florestal of Botucatu, SP, Brazil. *Rev. Inst. Flor.*, 29, 19-37.
- Probert, R.J., 1992. The role of temperature in germination ecophysiology. Pp. 285-325. In: Fenner, M., *Seed: the ecology of regeneration in plant communities*. Uk, cab international.
- Ratter, J.A., Ribeiro, J.F., Bridgewater, S., 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Ann. Bot.*, 80, 223–230.
- Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 2008. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: *Cerrado: Ecologia e Flora* (eds Sano, S.M., Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F.). Embrapa, Brasília, 151–199.
- Scarano, F.R., Pereira, T.S., Rôças, G., 2003. Seed germination during floatation and seedling growth of *carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the amazon. *Plant Ecol.*, 168, 291–296.
- Schmidt, I.B., Isabel Benedetti Figueiredo, I.B., Borghetti, F., Scariot, A. Produção e germinação de sementes de “capim dourado”, *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae): implicações para o manejo. *Acta bot. bras.*, 22, 37-42.
- Schupp, E.W., Fuentes, M., 1995. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant populations ecology. *Ecoscience*, 2, 267-275.
- Silveira, F.A.O., Fernandes, G.W., Lemos-Filho, J.P., 2013. Seed and seedling ecophysiology of neotropical melastomataceae: implications for conservation and restoration of savannas and rainforests. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 99, 82-99.
- Tannus, J.L.S., Assis, M.A., 2004. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil. *Rev. Bras. Bot.*, 27, 489–506.
- Tannus, J.L.S., 2007. Estudo da vegetação dos campos úmidos de Cerrado: aspectos florísticos e ecológicos. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.
- Thompson, K., Grime, J.P. 1983. A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. *J. Appl. Ecol.*, 20, 141-156.

Vázquez, Y.C., Orozco, S.A., 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 24, 69-87.

Velten, S.B., Garcia, Q.S., 2005. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, 19, 753-761.

Vidal, D.B. 2011. Efeitos da anoxia na germinação de sementes e do alagamento do solo no crescimento de mudas de *Copaifera lucens* Dwyer (Fabaceae). Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus.

Yavitt, J.B. 1994. Carbon dynamics in Appalachian peatlands of west Virginia and western Maryland. *Water Air Soil Pollut.*, 77, 271-290.

## **CONCLUSÃO GERAL**

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que as plantas estão adaptadas às condições ambientais do campo úmido, possuindo sementes leves, capazes de boiar quando alagadas e germinar nesta condição.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. E. P.; GARCIA, Q. S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 149-154, 2005.
- ALPI, A.; BEEVERS, H. Effects of oxygen concentration on rice seedlings. **Plant Physiology**, v. 71, p. 30–34, 1983.
- ARAUJO, G. M.; BARBOSA, A. A. A.; ARANTES, A. A.; AMARAL, A. F. Composição florística de veredas no Município de Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 475-493, 2002.
- BARRETO, B.B. **Efeito da luz, alagamento e salinidade na germinação e crescimento de *Sesbania punicea* (Cav.) Benth. (Fabaceae, Papilionoideae)**. 2014. 56 f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas, Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Rio Grande.
- BARRETO, B. B.; HEFLER, S. M.; MARTINAZZO, E. G.; COLARES, I.G. Germination and initial growth of *sesbania punicea* (cav.)Benth.: influence of salinity, flooding and light. **Revista Árvore**, v. 42, p. 408-420, 2018.
- BRIGITE, B.A. Ecologia da germinação de *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae) submetida a hipoxia e anóxia. 2008. 56f. Dissertação de mestrado. Universidade estadual de Campinas, Campinas, SP.
- BALDWIN, A. H.; EGNOTOVICH, M. S.; CLARKE, E. Hydrologic change and vegetation of tidal freshwater marshes: field, greenhouse, and seed-bank experiments. **Wetlands**, Springer Netherlands, v. 21, n. 4, p. 519–531, 2001.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**, Lexington, v. 75, n. 2, p. 286-305, 1988.
- CARMONA, R.; CAMILO, M. G. B.; MARTINS, C. R. Estímulo à germinação em sementes de *Gymnopogon doellii*, uma gramínea ameaçada de extinção. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 9, n. 2, 125-130, 1997.
- CARMONA, R.; MARTINS, C. R.; FÁVERO, A.P. Fatores que afetam a germinação de sementes de gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p.16-22, 1998.
- CARREIRA, R.C., Z Aidan, I.B.P. Estabelecimento e crescimento inicial de *Miconia albicans* (Sw.) Triana e *Schizocentron elegans* Meissn., sob fotoperíodos controlados. **Hoehnea**, v. 30, p. 155-161, 2003.
- CARREIRA, R. C.; Z Aidan, I. B. P. Germinação de sementes de espécies de melastomataceae de cerrado sob condições controladas de luz e temperatura. **Hoehnea**, v. 34 , p. 261-269, 2007.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 588.

COPELAND, L.O.; MCDONALD, M. **Principles of seeds science and technology**. New York: Chapman Hall, 1995. p. 409.

COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. **Revista brasileira de Botânica**, v. 1, n. 1, p. 17-23, 1978.

DAVIES, D. D. **Anaerobic metabolism and production of organic acids**. In: STUMPF, P. K., CONN, E. E. (Eds.), *The biochemistry of plants: a comprehensive treatise*. New York: Academic Press, 1980, p. 581–611.

DUGAN, P. **Wetland Conservation**. IUCN, 1990, p. 95.

EUGÊNIO, C. U. O.; MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Dinâmica temporal do estrato herbáceo-arbustivo de uma área de campo limpo úmido em Alto Paraíso de Goiás, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 25, n. 2, p. 497-507, 2011.

FELIPPE, G. M. Germinação de *Bidens gardneri* Baker, uma planta anual dos cerrados. **Hoehnea**, São Paulo, v. 17, p. 7-11, 1990.

FERREIRA, C. S.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J.; PAROLIN, P. Floodplain and upland populations of Amazonian *Himatanthus sukuuba*: effects of flooding on germination, seedling growth and mortality. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, n. 3, p. 477–483, 2007.

GHERSA, C. M.; BENECH, A. R. L.; MARTINEZ-GHERSA, M. A. The role of fluctuating temperatures in germination and establishment of *Sorghum hapelense*. Regulation of germination at increasing depths. **Functional Ecology**, v. 6, n. 4, p. 460-468, 1992.

GORDON, E. Seed characteristics of plant species from riverine wetlands in venezuela. **Aquatic Botany**, v. 60, p. 417-431, 1998.

GRIME, J. P.; MASON, G.; CURTIS, A. V.; RODMAN, J.; BAND, S. R.; MOWFORTH, M. A. G.; NEAL, A. M.; SHAW, S. A comparative study of germination characteristics in a local flora. **Journal of Ecology**, v. 69, n. 3, p. 1017-1059, 1981.

HEIDECKER, W. 1977. **Stress and seed germination: as agronomic view**. In: Khan, A. (Eds.). *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination*. Amsterdam: Elsevier, p. 237-282.

JOLY, C. A.; CRAWFORD, R. M. M. Germination and some aspects of the metabolism of *Chorisia speciosa* St. Hil. seeds under anoxia. **Revista brasileira de Botânica**, v. 6, n. 2, p. 85–90, 1983.

KENNEDY, R. A.; BARRETT, S. C. H.; VAN DER ZEE, D.; RUMPHO, M.E. Germination and seedling growth under anaerobic conditions in *Echinochloa crus-galli* (barnyard grass). **Plant, Cell and Environment**, v. 3, n. 4, p. 243–248, 1980.

KISSMANN, C.; HABERMANN, G. Seed germination performances of *Styrax* species help understand their distribution in Cerrado areas in Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p. 199-207, 2013.



KITAJIMA, K., FENNER, M. **Seedling regeneration ecology**. In: Fenner, M. (Ed.) *Seeds: Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2. Ed. Wallingford: CAB International, 2000. p. 331-360.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G.; SOLBRIG, O. T. **Ecological impact of agricultural development in the Brazilian cerrados**. In: *The World's savanna: economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use*. Paris: Unesco/Parthenon, 1993. p. 259-282. V. 12.

KOLB, R. M., JOLY, C. A. Germination and anaerobic metabolism of seeds of *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC subjected to flooding and anoxia. **Flora**, v. 205, n. 2, p. 112–117, 2010.

KOLB, R. M.; PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Factors influencing seed germination in Cerrado grasses. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 87-92, 2016.

KOZLOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology Monograph**, Victoria, Canada, v. 17, n. 7, p. 490, 1997.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. 1983. Monografia 24 (Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) – Organização dos Estados Americanos, OEA, Washington.

LEISHMAN, M. R.; WESTOBY, M. The role of large seed size in shaded conditions: experimental evidence. **Functional Ecology**, v. 8, n. 2, p. 205–214, 1994.

LIEBERG, S. A.; JOLY, C. A. *Inga affinis* DC (Mimosaceae): germinação e tolerância de plântulas a submersão. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p.175–179, 1993.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. **Tolerance to hipoxia and anoxia in neotropical tree species**. In: Scarano, F.R., Franco, A.C. *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. Rio de Janeiro: Series oecologia brasiliensis, 1998. p. 137-156. v. 4.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. **Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil**: In Rodrigues, R.R., Leitão-Filho, H.F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000. p.143-157.

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 14, n. 1, p. 113-120, 2000.

MEIRELLES, M. L.; OLIVEIRA, R. C.; VIVALDI, L. J.; SANTOS, A. R.; CORREIA, J. R. **Espécies do estrato herbáceo e profundidade do lençol freático em áreas úmidas do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. p. 19.

MEIRELLES, M. L.; GUIMARÃES, A. J. M.; OLIVEIRA, C. O.; ARAÚJO, G. M.; WALTER, J. F. **Impactos sobre o estrato herbáceo de Áreas Úmidas do**

**Cerrado.** In: Aguiar, L.M.S., Camargo, A.J.A. (Eds.). *Cerrado: ecologia e caracterização*. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004, p. 41- 68.

MEIRELLES, M. L.; FERREIRA, E. A. B.; FRANCO, A. C. **Dinâmica Sazonal do Carbono em Campo Úmido do Cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006, p. 29.

MELACK, J. M, HESS, L. L. **Remote sensing of wetlands on a global scale.** *SIL News*, 2004, p. 1-5, v. 42.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. **Flora vascular do cerrado.** In: Sano, S.M., Almeida, S.P. (Eds.) *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília: Embrapa- CPAC., 1998, p. 287- 556.

MILBERG, P.; ANDERSSON, L.; THOMPSON, K. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. **Seed Science Research**, v. 10, n. 1, p. 99-104, 2000.

MITRA, S.; WASSMANN, R.; VLEK, P. L. G. An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock. **Current Science**, v. 88, n. 1, p. 25-35, 2005.

MONDO, S. H.; CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. C. R.; FILHO, J. M. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

MOREIRA, S. N.; POTT, A.; POTT, V. J., DAMASCENO-JUNIOR, G.A. Structure of pond vegetation of a vereda in the Brazilian Cerrado. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n.4, p. 721-729, 2011.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Florística do estrato herbáceo-subarbuscivo de um campo limpo úmido em Brasília, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 205–215, 2007.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M.; RODRIGUES, C. Species-environment relationship in the herb-subshrub layer of a moist Savanna site, Federal District, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 1, p. 25–35, 2008.

NISHIHIRO, J.; ARAKIA, S.; FUJIWARAB, N.; WASHITANI, I. Germination characteristics of lakeshore plants under an artificially stabilized water regime. Tokyo. **Aquatic Botany**, v. 79, p. 333–343, 2004.

OKAMOTO, J. M. **Germinação e alguns aspectos do metabolismo de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae).** 1995 B.Sc. Monograph. Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

OLIVEIRA, P. G.; GARCIA, Q. S. Germination characteristics of syngonanthus seeds (Eriocaulaceae) in campos rupestres vegetation in southeastern Brazil. **Seed Science Research**, v. 21, n. 1, p. 39-45, 2011.

PEARSON, T. R. H.; BURSLEM, D. F. R. P.; MULLINS, C. E.; DALLING, J. W. Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. **Ecology**, v. 83, n. 10, p. 2798–2807, 2002.

- PERES, M. K. **Estratégias de dispersão de sementes no bioma cerrado: considerações ecológicas e filogenéticas**. 2016. 353f. Tese de doutorado. Universidade de Brasília instituto de ciências biológicas departamento de botânica programa de Pos-graduação em botânica. Brasília, DF.
- PEZESHKI, S. R. **Plant responses to flooding**. In: Wilkinson, R.E. (Org.). *Plant environment interactions*. New York: Dekker, 1994, p. 289-321.
- PEZESHKI, S. R. Wetland plant responses to soil flooding. **Environmental and Experimental Botany**, v. 46, n. 3, p. 299-312, 2001.
- PILON, N. A. L.; CAVA, M. G. B.; NALON, M. A.; ZIMBACK, I.; DURIGAN, G. Richness, relevance and conservation strategies for savanna grasslands in the horto florestal of Botucatu, SP, Brazil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 19-37, 2007.
- PIRES, H. R. A. **Efeito do alagamento na germinação de sementes e no crescimento de plantas jovens de *Genipa americana* e *Guazuma ulmifolia* com ocorrência no Cerrado e na Amazônia**. 2015. 57f. Dissertação de mestrado. Instituto de ciências biológicas departamento de botânica, Universidade de Brasília.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1985, p. 289.
- PROBERT, R. J. **The role of temperature in germination ecophysiology**. In: Fenner, M., *Seed: the ecology of regeneration in plant communities*. Uk, cab international, 1992, p. 285-325.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, n. 3, p. 223–230, 1997.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: *Cerrado: Ecologia e Flora* (eds Sano, S.M., Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F.), Brasília: Embrapa, 2008, p. 151–199.
- SCARANO, F. R.; PEREIRA, T. S., RÔÇAS, G. Seed germination during floatation and seedling growth of *carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the amazon. **Plant Ecology**, v. 168, n. 2, p. 291–296, 2003.
- SCHUPP, E. W.; FUENTES, M. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant populations ecology. **Ecoscience**, v. 2, n. 3, p. 267-275, 1995.
- SILVEIRA, F. A. O.; FERNANDES, G. W.; LEMOS-FILHO, J. P. Seed and seedling ecophysiology of neotropical melastomataceae: implications for conservation and restoration of savannas and rainforests. **Annals of Missouri Botanical Garden**, v. 99, n. 1, p. 82-99, 2013.
- SMALL, J. G. C.; POTGIETER, G. P.; BOTHA, F. C. Anoxic seed germination of *Erythrina caffra*: ethanol fermentation and response to metabolic inhibitors. **Journal of Experimental Botany**, v. 40, n. 3, p. 375–381, 1989.
- STRADIC, S.; SILVEIRAV, F. A.; BUISSON, E.; CAZELLES, K.; CARVALHO, V.; FERNANDES, G. W. Diversity of germination strategies and seed dormancy

in herbaceous species of campo rupestre grasslands. **Austral Ecology**, v. 40, n. 5, p. 537-546, 2015.

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina – SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 489–506, 2004.

TANNUS, J. L. S. **Estudo da vegetação dos campos úmidos de Cerrado: aspectos florísticos e ecológicos**. 2007. 136f. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências de Rio Claro.

THOMPSON, K., GRIME, J.P. A Comparative Study of Germination Responses to Diurnally-Fluctuating Temperatures. **Journal of Applied Ecology**, v. 20, p. 141-156, 1983.

VÁZQUEZ, Y. C.; OROZCO, S. A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review Ecology Systematic**, v. 24, p. 69-87, 1993.

VELTEN, S. B.; GARCIA, Q. S. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Eremanthus* (Asteraceae), ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n.4, p. 753-761, 2005.

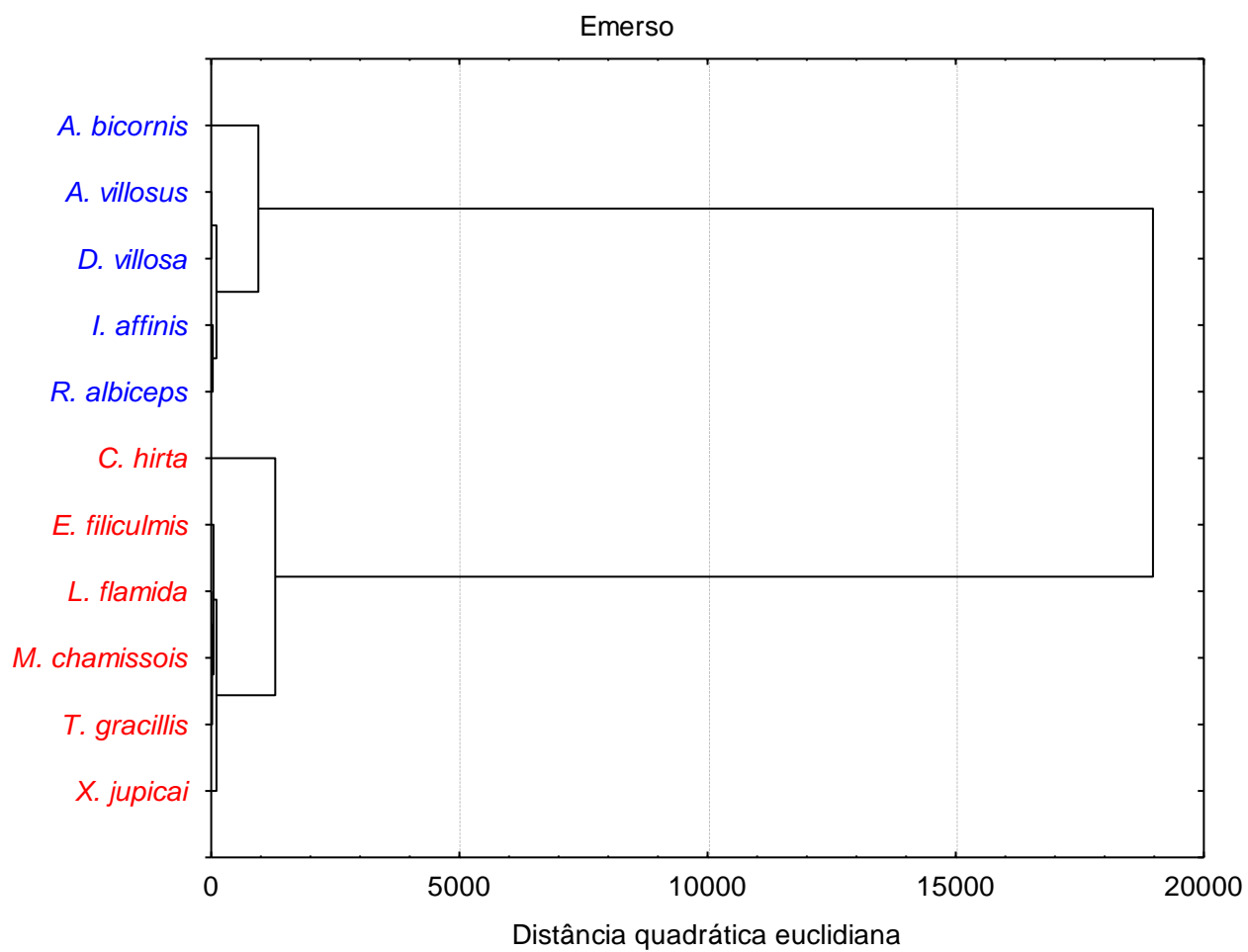
VIDAL, D. B.; SAMBUICHI, R. H. R.; PEREIRA, E. L. **Efeitos da anoxia na germinação de sementes e do alagamento do solo no crescimento de mudas de *Copaifera lucens* Dwyer (Fabaceae)**. 2011. 50f. Programa de pós-graduação em produção vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

YAVITT, J. B. Carbon dynamics in Appalachian peatlands of west Virginia and western Maryland. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 77, n.3, p. 271-290, 1994.

ZAIDAN, L. B. P.; CARREIRA, R. C. Seed germination in Cerrado species. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 20, p. 167-181, 2008.

ZAPPI, D. C.; FILARDI, F. L. R.; LEITMAN P.; SOUZA, V. C.; WALTER B. M. T.; PIRANI, J. R.; MORIM, M. P.; QUEIROZ, L. P.; CAVALCANTI, T. B.; MANSANO, V. F.; FORZZA, R. C. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

**Anexo 1.** Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos mostrando a formação de grupos para espécies de campo úmido segundo a média percentual de germinação no tratamento emerso.



**Anexo 2.** Dendrograma resultante da análise hierárquica de agrupamentos mostrando a formação de grupos para espécies de campo úmido segundo a média percentual de germinação no tratamento submerso.

