

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - INTEGRAL

HENRIQUE DE PINHO JOSÉ

**A GERMINAÇÃO DE ESPÉCIES DE *Vellozia* É
AFETADA PELO FOGO DO CERRADO?**



Rio Claro
2015

HENRIQUE DE PINHO JOSÉ

**A GERMINAÇÃO DE ESPÉCIES DE *Vellozia* É AFETADA PELO
FOGO DO CERRADO?**

Orientador: Profa. Dra. Alessandra Fidelis

Coorientador: MSc. Luís Felipe Daibes

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de bacharel e licenciado em Ciências Biológicas.

Rio Claro
2015

582.0467 José, Henrique de Pinho
J83g A germinação de espécies de Vellozia é afetada pelo fogo do cerrado?
/ Henrique de Pinho José. - Rio Claro, 2015
31 f. : il., figs., gráfs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura e bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Rio Claro

Orientador: Alessandra Fidelis
Coorientador: Luís Felipe Daibes

1. Sementes. 2. Ecologia do fogo. 3. Choque de temperatura. 4.
Fumaça. 5. Velloziaceae. I. Título.

Dedico esse trabalho àqueles que fizeram parte da minha história na UNESP.

AGRADECIMENTOS

É difícil chegar ao meu quinto ano e fingir que toda essa etapa da minha vida (universitária) foi em vão e sem aprendizado. Mais difícil ainda é me pôr a pensar sobre o peso de cada fator no encaminhamento das coisas que se tornaram parte da minha rotina desde 2011. Todos aqueles que convivem comigo sabem que sou uma pessoa de difícil expressão dos sentimentos, talvez um pouco frio, e um tanto excessivamente planejador. Seriam esses os motivos da minha dificuldade em escrever essa seção?

Começarei agradecendo aos meus familiares mais próximos por (quase) nunca me julgarem ou duvidarem de mim e das minhas escolhas, em especial a meus pais Andrea de Pinho José e Carlos Eduardo José, e meu irmão Rodrigo de Pinho José. Sem o colo de cada um de vocês nos momentos de necessidade eu estaria sem chão.

Referente aos meus amigos, eu não vou conseguir ser generalista ou raso, afinal foram vocês que me deram forças de verdade para continuar aqui, me acolheram indiferente da minha orientação e personalidade, e me permitiram aprendizados que aulas de universidade jamais ofereceriam. Mesmo assim peço desculpas se acabei por esquecer o nome de alguém. Quero agradecer primeiramente àqueles companheiros de república, que tiveram de me aturar durante os anos finais de graduação e muito me ensinaram: Vitor Hugo Mallagutti (Rapunzel), Fernando Marrara Bonfiglioli (Aveia) e Renan Nasser Medeiros Haddad (Bolha); sem vocês os meus dias nos dois últimos anos teriam sido por demasiado solitários. Debora Cristina Ferrari Ramalho (Alcione) - e dessa vez eu acertei em não colocar o acento - você aos poucos foi se tornando uma das maiores amizades aqui dentro dessa universidade, sem nossas gargalhadas, bobagens, gordices e suas companhias em momentos de doença (e não foram poucos) meus dias não seriam tão divertidos. Você é daquelas que eu vou levar pra vida, pode ter certeza. André Estevam (Vésper), você é o melhor pai de faculdade que alguém poderia ter. Posso dizer de boca cheia que meus maiores aprendizados e maiores oportunidades de crescimento pessoal e com o coletivo só ocorreram graças à você e nossas

conversas. Rafalea Vilar Constantini (Porteira), me lembro todos os dias de como eramos próximos nos primeiros anos de universidade. Com você eu tive uma conexão instantânea e sabe-se lá o porquê não descolávamos um do outro. Obrigado pelos momentos de desabafo, pelos ombros amigos, e pelos momentos de loucura em dupla, você será inesquecível. Caio F. Zamuner (Olinda) e Carolina Crepaldi (casal mais lindo do Brasil), obrigado por todos os momentos, principalmente no começo da graduação. Sinto falta das nossas conversas mais longas e dos cachorros-quentes coletivos. Tenham certeza de que vocês não vão sumir da minha vida. Marina Bonfogo da Silveira (Ina), nem sei muito o que te dizer porque te vejo praticamente todos os dias e você sabe o quão importante você sempre foi pra mim desde 2011. Nos entendemos e desentendemos em diversos assuntos mas o mais importante é que sempre conseguimos dar um abraço sincero no final e esquecer tudo. Murilo Amaral (Senta), obrigado por todas as conversas super convenientes e todos os roles colados no som. Sinto que temos sinergia em todos os momentos que vamos discutir coisas, e eu não quero perder isso.

Não poderia deixar de citar outros amigos que foram e são igualmente importantes na minha vida universitária e não serão esquecidos: Vitor Marin, Júlia Patire (Botafogo), Arthur de Lima (Fino), Yasmin P. Maccari (Fiona), Lucas Albuquerque (Pernoite), Juliano Ferrarezi (Sheldon), Karina Ambrosio Claro (Mack), Jefferson Poles (Vácuo), Caio Leão Pompeu (Disfarça), Thiago de Castro Ribeiro (Reto), Vanderlei Filho (Franca), Murilo Trevisan (Leitão), Lucas Lauretto (Puxa), Marco Aurélio Martins (Granola), Juliana Vieira (Surf's), Thabata Rodrigues, Marina Abreu (Cobra), Julio Yochikawa (Ébão), Pedro Alvaro Barbosa Aguiar Neves (Blue), Sabrina Godoi, Bruno Machado de Freitas (Xoxó), Lucas Augusto (Loucas), Verônica Knorre (Fica), Mayara Mulato (Chiquinha), Larissa Carpigiani (Lila), Gabriela Klein (Coração), Isadora Francesconi de Oliveira (My), Otávio Reis Pereira (Chico), Ricardo Matheus Pires (Salsicha), Marina Furlan Giubbina (Smurf), Cristiane Talhiaferro (Pulga), Luiza Bueno (Phoebe), Aline Ferraz, Isabele Fattori Moretti (Kitty), Julia Ayumi Ando (Cãimbra), Gustavo Tochiro Oda Ochiai, Bárbara Domene e entre muitos outros. Muito obrigado por esses cinco anos.

São poucos os professores que realmente me marcaram nessa longa caminhada. Primeiramente, Alessandra Fidelis, obrigado por me ensinar de verdade

como fazer um trabalho científico e ser uma maravilhosa orientadora, me apresentando um mundo desconhecido pra mim até então e aceitando a minha participação no LeVeg. Saiba que foi graças a sua aula que eu voltei a me interessar pelo bacharelado. Maria Aparecida Segatto Muranaka, obrigado por ser a professora mais genial dessa universidade. Seus conhecimentos sobre Educação e Política transpassam a barreira da sala de aula e nos leva a pensar e repensar o que é uma educação ideal e nos enriquece como futuros professores. É uma pena eu ter sido a última turma a poder entrar em contato com alguém tão rica em conhecimento quanto você. E Dalva Maria Bianchini Bonotto muito obrigado por todos os ensinamentos em Prática de Ensino, sua sinceridade quanto ao trabalho do professor e sua atitude em sala de aula são dignos de serem lembrados por cada Biólogo licenciado pela Unesp de Rio Claro.

Por fim, agradeço o apoio dos graduandos e pós-graduandos do Laboratório de Ecologia da Vegetação (LEVeg) da Unesp de Rio Claro, em especial: à orientadora, Profa. Dra. Alessandra Fidelis, ao Co-orientador MSc. Luís Felipe Daibes, pela orientação e coleta de sementes, e à Jessika da Silva Nunes, Rafael de Barros Novaes e Lara Santello pelo auxílio no andamento dos experimentos durante o período em que o estudo se deu. O projeto recebeu apoio financeiro da FUNDUNESP/PROPe (0163/004/13-PROPe/CDC), e FAPESP (2015/06743-0), CNPq (455183/2014-7) e Bolsa PIBIC Reitoria (0163/004/13-PROPe/CDC).

"Raise a glass to mend all the broken hearts of all my wrecked up friends"
Speechless - Lady Gaga

RESUMO

O fogo é um fator evolutivo e ecológico importante em diversos ecossistemas, uma vez que seleciona características de plantas em ambientes propícios a queimadas, como as savanas e vegetações de clima mediterrâneo. O Cerrado possui um histórico de fogo de milhões de anos, influenciado pelo acúmulo de material combustível ao longo do tempo, de modo que o fogo influencia tanto a dinâmica como a estrutura das diferentes comunidades vegetais. Assim sendo, várias espécies do Cerrado apresentam adaptações morfofisiológicas para este tipo de distúrbio como, por exemplo, a regeneração por rebrotamento, e a floração estimulada pelas queimadas. O aumento da temperatura nestes ambientes devido à passagem do fogo pode ser responsável pela quebra da dormência e estímulo da germinação de diversas espécies. A fumaça também pode ter um papel fundamental no estímulo da germinação de espécies com tegumento permeável em diversos ecossistemas susceptíveis ao fogo. Tendo isso em vista, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar os efeitos do fogo na germinação de quatro espécies do gênero *Vellozia* Vand. (*Velloziaceae*), tendo como perguntas centrais (1) As sementes resistem a altas temperaturas durante a passagem do fogo? e (2) A fumaça estimula a germinação destas sementes? As hipóteses são de que, em se tratando de um gênero com diversas adaptações ao fogo no Cerrado e sementes com tegumento permeável, estas sementes resistirão ao choque de temperatura e terão sua germinação estimulada pela fumaça. Foram realizados dois experimentos (1) choques de temperaturas de 60°C, 100°C e 200°C (por um minuto) para testar a hipótese referente à resistência ao fogo; e (2) experimento com solução aquosa de fumaça 1:1, para testar o possível estímulo deste fator na germinação. Os resultados mostraram que, com exceção de *Vellozia* sp1, as sementes desse gênero são altamente resistentes ao aumento de temperatura provocado pelo fogo, mantendo altas porcentagens de germinação mesmo após serem submetidas a 200°C. Ao mesmo tempo, mesmo se tratando sementes com tegumento permeável, nenhuma das quatro espécies analisadas foi estimulada pela solução aquosa de fumaça, não sendo observadas diferenças estatísticas com a porcentagem de germinação no controle do experimento.

Palavras-chave: *Cerrado, choque de temperatura, semente, fumaça*

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2. OBJETIVOS..... | 12 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 13 |
| 3.1. Área de estudo e coleta das sementes..... | 13 |
| 3.2. Experimentos de choque de temperatura..... | 14 |
| 3.3. Experimentos com fumaça..... | 15 |
| 3.4. Germinação..... | 15 |
| 3.5. Medidas de atributos das sementes e banco de dados..... | 16 |
| 3.6. Análises estatísticas..... | 17 |
| 4. RESULTADOS..... | 18 |
| 4.1. Teste de Permeabilidade..... | 18 |
| 4.2. Formato da semente..... | 18 |
| 4.3. Peso seco e Teor de água da semente..... | 19 |
| 4.4. Experimento com choque de temperatura..... | 19 |
| 4.5. Experimento com solução aquosa de Fumaça..... | 21 |
| 5. DISCUSSÃO..... | 24 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 28 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 29 |

1. INTRODUÇÃO

O fogo é um fator evolutivo em muitas comunidades vegetais, pois modelou e ainda afeta diversos ecossistemas no mundo (Bond et al., 2005), selecionando diferentes características de plantas em ambientes propícios a queimadas (“ecossistemas inflamáveis”) (NAVEH, 1975; KEELEY et al., 2011), Como, por exemplo, os ecossistemas savânicos brasileiros (Cerrado) (COUTINHO, 1977). Os efeitos do fogo na vegetação podem ser tanto diretos no meio abiótico (alterações na temperatura do solo e/ou nos ciclos de nutrientes), como no meio biótico (aumento da produtividade primária em plantas, consequente da produção de cinzas; seleção de espécies resistentes ao fogo; rebrotamento) (COUTINHO, 1982), propiciando a coexistência entre diferentes espécies em ambientes pós-queima (HIGGINS; BOND; TROLLOPE, 2000).

O Cerrado, mosaico que inclui formações vegetais desde campestres até florestais, incluindo savanas (COUTINHO, 1978), tem um histórico de fogo de milhões anos (SIMON et al., 2009) e, portanto, possui uma série de espécies com adaptações fisio e morfológicas ao fogo (COUTINHO, 1977, 1982). No geral, o clima desta vegetação se caracteriza pela sazonalidade com inverno seco, com médias anuais de 22 a 23°C, podendo haver máximas de até 40°C (COUTINHO, 2000).

Algumas das adaptações das plantas neste ambiente incluem a regeneração pós-fogo por rebrotamento de diversas espécies, e o início de floração e frutificação, como, por exemplo, de *Vellozia gigantea* após a passagem de fogo (RIBEIRO; RIBEIRO, 2007). As queimadas naturais neste tipo de vegetação são consequência do grande acúmulo anual de biomassa seca (FIDELIS; LYRA; PIVELLO, 2013), situação ideal para o fácil alastramento do fogo na região, seja ele de origem humana ou pela queda de raios no início ou fim da estação de chuva (COUTINHO, 2000). Coutinho (2000) e Fidelis e Pivello (2011) sugeriram que queimadas controladas deveriam ser realizadas a fim de minimizar os desastres causados pelas queimas após grande período com acúmulo de biomassa, levando a uma grande perda de biodiversidade. Quanto maior o tempo sem queima, maior será o acúmulo de biomassa morta, devido a baixas porcentagens de decomposição em certas fisionomias, o que pode levar a queimadas mais quentes e intensas (FIDELIS; LYRA; PIVELLO, 2013).

Considerado um hotspot de biodiversidade, devido a seu alto grau de endemismo e vasta área já degradada e modificada por outros usos da terra (MYERS et al., 2000), o Cerrado ocupava uma grande extensão de área no Brasil, porém estima-se que 40% de sua cobertura tenha já sido destruída (SANO et al., 2010). Sua área original era de aproximadamente 1,5 milhão de km², sendo considerado um dos maiores domínios fitogeográficos em território nacional e tendo seu núcleo na região do Planalto Central (COUTINHO, 1978, 2000).

Durante a passagem do fogo, a temperatura no ar pode chegar a 800°C, enquanto, que a temperatura do solo (a poucos centímetros de profundidade) aumenta em apenas poucos graus (COUTINHO, 1982; MIRANDA et al., 1993; COUTINHO, 2000;). Tais mudanças de temperatura durante a passagem do fogo podem afetar tanto o banco de sementes quanto as sementes presas ainda às plantas.

O aumento da temperatura causada pela passagem do fogo pode ser responsável pela quebra de dormência e promoção da germinação de sementes de diversas espécies em ecossistemas inflamáveis, criando condições favoráveis ao estabelecimento da plântula (COUTINHO, 1982; LACEY; WALKER; NOBLE, 1982; HODGKINSON, 1991; KEELEY; FOTHERINGHAM, 2000) . Em espécies com tegumento permeável, o choque de temperatura promove um estímulo direto sobre a germinação, enquanto em espécies com dormência física ocorre a ruptura da testa e a posterior entrada de água na semente (BASKIN; BASKIN, 2014). Este aumento de temperatura, em contrapartida, também pode causar a destruição das sementes em áreas mais superficiais do solo, selecionando apenas as sementes em maior profundidade (BAXTER et al., 1994).

A fumaça também é um importante fator na estimulação da germinação de algumas espécies de plantas. Alguns estudos propõem que este estímulo seja atribuído a moléculas de butenolídeo, um tipo de regulador de crescimento (FLEMATTI et al., 2004; NELSON et al., 2009; MOREIRA et al., 2010). No entanto, a fumaça parece desempenhar importante papel apenas na germinação de sementes que não possuem dormência física, ou que já tiveram sua dormência física quebrada anteriormente (MOREIRA et al., 2010).

Tendo em vista as considerações já citadas, este trabalho buscou verificar os efeitos do fogo (altas temperaturas e fumaça) na germinação das sementes de quatro espécies de *Vellozia* (Velloziaceae, monocotiledônea) comuns no Cerrado.

2. OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do fogo na germinação de espécies de monocotiledôneas do gênero *Vellozia*.

Sendo assim, as perguntas centrais do projeto foram: 1) As sementes resistem a altas temperaturas durante a passagem do fogo? 2) A fumaça estimula a germinação destas sementes? Desta forma, pretende-se entender como o fogo afetaria o primeiro estágio de regeneração da vegetação pós-fogo, por meio de estudos de germinação.

As hipóteses eram de que (i) uma vez que alguns estudos apontam adaptações morfológicas do gênero *Vellozia* ao fogo (RIBEIRO; RIBEIRO, 2007; SOARES DA MOTA; GARCIA, 2013), esperava-se que as sementes resistam aos choques de temperatura e (ii) em se tratando de espécies com tegumento permeável (GARCIA; DINIZ, 2003), a fumaça iria estimular a germinação destas sementes. Por fim, pretende-se colaborar com o enriquecimento de um banco de dados de atributos de sementes de espécies do Cerrado (*Cerrado Seed Traits Database*) por meio de mensurações de forma da semente, peso seco, teor de água e permeabilidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo e coleta das sementes

As sementes foram coletadas de diferentes indivíduos e populações em áreas de campo sujo e cerrado rupestre na Reserva Natural Serra do Tombador (RNST), em Cavalcante-GO (13°35'S e 47°45'W) (Figura 1). Esta região compreende uma área de 8900 ha, sendo reconhecida como a quarta maior reserva natural formada por Cerrado e a mais importante de Goiás (DALDEGAN, 2012; FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2011). Além disso, ela possui diferentes fisionomias de Cerrado, sendo a maior área coberta por campo sujo.

Quatro espécies de *Vellozia* foram coletadas em diferentes áreas da RNST, sendo elas: *Vellozia squamata* Pohl (Fig. 2a), *V. cf. goiasensis* L.B. Sm. (Fig. 2b), *Vellozia* sp1 (Fig. 2c) e *Vellozia* sp2 (Fig. 2d). Estas duas últimas espécies estão em fase de identificação botânica por especialista.

As sementes foram conservadas sob temperatura ambiente, dentro de sacos de papel para, posteriormente, serem triadas e identificadas em laboratório.

Figura 1: Área de estudo: Reserva Natural Serra do Tombador, localizada em Cavalcante, Goiás. Fonte: Gorgone-Barbosa, dados não publicados.

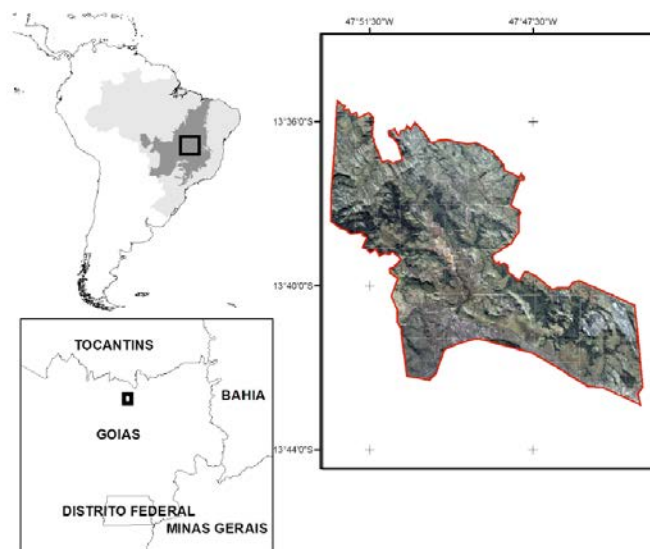


Figura 2: Fotografias de indivíduos de *Vellozia* referentes às espécies coletadas na Reserva Natural Serra do Tombador (Cavalcante-GO). Em a) *Vellozia squamata*; b) *Vellozia* cf. *goiasensis*; c) *Vellozia* sp.1; e d) *Vellozia* sp.2 .



3.2. Experimentos de choque de temperatura

Nos experimentos de choque de temperatura, as espécies foram submetidas a três temperaturas em mufla pré-aquecida durante 1 minuto: 60°C, 100°C e 200°C. Cada um destes tratamentos teve um total de cinco réplicas com 20 sementes cada, totalizando 100 sementes/tratamento por espécie. As sementes do Controle não foram expostas a nenhum tratamento de temperatura. Cada réplica foi exposta individualmente aos respectivos tratamentos, evitando-se desta forma, a pseudo-replicação.

3.3. Experimentos com fumaça

Nesta etapa, foi preparada uma solução aquosa de fumaça a partir da queima de biomassa coletada na RNST. Para isso, 5g de biomassa foram aquecidas em mufla a 240°C por um período de 30 minutos. Em seguida, o material foi removido da mufla e recebeu 50 mL de água destilada mantendo esta mistura por 10 minutos. Logo após, a solução foi filtrada em papel filtro Whatman n° 1 (JÄGER; LIGHT; STADEN, 1996). Com a finalidade de evitar pseudo-réplicas, foi feita uma solução de fumaça exclusiva para cada réplica.

As sementes receberam tratamento com fumaça foram embebidas em solução 1:1 durante o período de 24 h, enquanto as réplicas do Controle tiveram as sementes embebidas por água destilada durante o mesmo período. Foram utilizadas 20 sementes/réplica (total 5 réplicas/tratamento por espécie, total 100 sementes).

3.4. Germinação

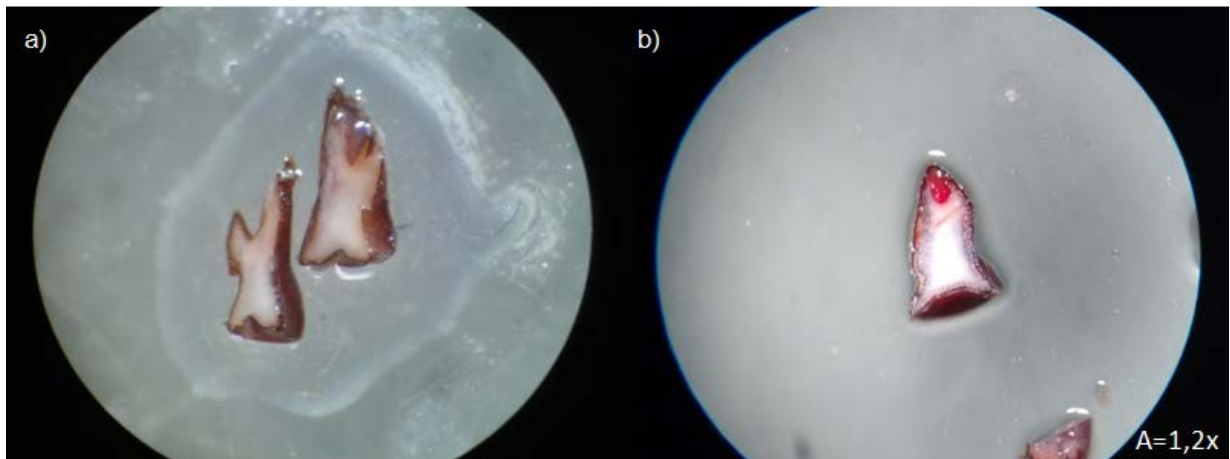
Após ambos os experimentos, as sementes foram depositadas em Placas de Petri com papéis filtro embebidos com água destilada após o tratamento. Em seguida, as réplicas foram colocadas em câmara de germinação, com temperatura constante de 27°C, em regime de 12 h de luz.

As observações foram feitas a cada dois dias (total de 30 dias) e foram consideradas germinadas quando observada protrusão da raiz primária (BEWLEY, 1997; BASKIN; BASKIN, 2014). Ao final do experimento, as sementes não germinadas foram testadas quanto à sua viabilidade, por imersão em solução de tetrazólio 1% (pH =7) a 35°C. Nesta etapa, as sementes foram mantidas em

embebição na solução durante três horas após serem manualmente realizadas pequenas fissuras em seu tegumento. Sementes com embriões com coloração rosada foram consideradas viáveis (Figura 3).

Foi considerada a porcentagem de viabilidade para cada réplica como a soma da porcentagem de sementes germinadas e porcentagem de sementes coradas em Tetrazólio ao fim das observações.

Figura 3: Exemplo de sementes de *Vellozia* inviáveis (a) e viáveis (b) após a imersão em solução de Tetrazólio 1% (pH=7) durante três horas.



3.5. Medidas de atributos das sementes e banco de dados

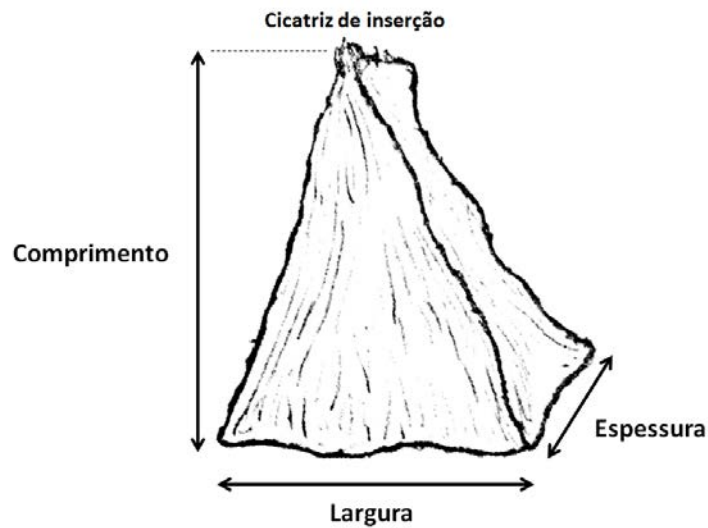
Os seguintes atributos das sementes das espécies estudadas foram medidos de acordo com protocolo adaptado de diversos autores para o *Cerrado Seed Trait Database* (THOMPSON; HODGSON, 1990; PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013): formato da semente (“*seed shape*”, largura, comprimento e espessura), peso seco da semente (“*seed mass*”, mg, peso seco – peso fresco da semente, secagem durante 48 hs em estufa a 80°C e posterior pesagem), teor de água (%), permeabilidade (pesagem de 100 sementes, embebição em água destilada e novas pesagens após 24/42/72hs após embebição). Foram consideradas permeáveis as sementes que apresentarem um aumento de peso de pelo menos 20% após a embebição (MOREIRA et al., 2010). Foram avaliadas, para cada atributo, pelo menos 20 sementes/indivíduo.

As medições das dimensões das sementes (*seed shape*) foram realizadas com cinco indivíduos de cada espécie. Considerou-se o comprimento como a

distância entre a cicatriz de inserção da semente no fruto e o lado oposto (base), a largura como a maior e a espessura como a menor extensão entre as duas extremidades da base (Figura 4).

Por falta de sementes de indivíduos, as sementes de *Vellozia* sp2 não passaram por análises de formato e peso seco das sementes.

Figura 4: Ilustração de uma semente do gênero *Vellozia* e as respectivas dimensões analisadas no estudo.



3.6. Análises estatísticas

Para testar a diferença das porcentagens de germinação entre cada tratamento, foram feitas análises de variância de um fator (fator: tratamento, para cada choque de temperatura e fumaça, e espécie separadamente), baseadas em testes de aleatorização (10000 iterações, distância Euclidiana entre unidades amostrais), com o software *Multiv* (PILLAR, 2006).

4. RESULTADOS

4.1. Teste de Permeabilidade

Os valores referentes ao experimento de teste de permeabilidade de *Vellozia* são apresentados na Tabela 1. Dentre as espécies, *Vellozia* sp2 apresentou maior ganho em peso no período analisado (73,0 ±25,8%). As sementes de *Vellozia* cf. *goiasensis* tiveram um aumento de 35 ±16,2 do seu peso inicial.

Tabela 1: Peso (média±DP, mg) e o ganho total (média±DP, %) de água de sementes das espécies estudadas de *Vellozia* embebidas em água destilada (100 sementes/espécie) num período de 72 h.

| Espécie | Peso inicial | 24 h | 48 h | 72 h | Ganho total (%) |
|---------------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| <i>Vellozia squamata</i> | 1,76±0,33 | 2,05±0,39 | 2,2±0,44 | 2,3±0,41 | 31±13,6 |
| <i>Vellozia</i> cf. <i>goiasensis</i> | 0,68±0,21 | 0,85±0,26 | 0,9±0,26 | 0,92±0,26 | 35±16,2 |
| <i>Vellozia</i> sp1 | 0,53±0,15 | 0,69±0,20 | 0,75±0,23 | 0,8±0,26 | 51±28,3 |
| <i>Vellozia</i> sp2 | 1,51±0,31 | 2,43±0,48 | 2,48±0,49 | 2,61±0,40 | 73±25,8 |

4.2. Formato da semente

As sementes de *Vellozia* se caracterizaram por possuir uma forma irregular e um tamanho pequeno. Pode-se observar pequenas diferenças no que se refere ao comprimento, largura e espessura dessas espécies, que raramente ultrapassavam 2 mm em suas medidas. As dimensões médias obtidas das espécies de *Vellozia* e os valores referentes a forma da semente (*seed shape*) podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios (\pm DP, mm) para comprimento, largura e espessura e forma (*seed shape*) de sementes das espécies estudadas de *Vellozia*. *Vellozia* sp2 foi excluída dessa etapa, pois não possuía coleta de sementes por indivíduos.

| Espécie | Comprimento | Largura | Espessura | Forma da Semente |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| <i>Vellozia squamata</i> | 1,90 \pm 0,54 | 1,99 \pm 0,46 | 1,18 \pm 0,39 | 0,08 \pm 0,04 |
| <i>Vellozia</i> cf. <i>goiasensis</i> | 1,29 \pm 0,46 | 1,52 \pm 0,34 | 0,88 \pm 0,34 | 0,09 \pm 0,04 |
| <i>Vellozia</i> sp1 | 1,29 \pm 0,35 | 1,13 \pm 0,26 | 0,73 \pm 0,19 | 0,07 \pm 0,04 |

4.3. Peso seco e Teor de água da semente

Os valores de peso fresco, peso seco e teor de água são apresentados na Tabela 3. Dentre as espécies, *Vellozia* cf. *goiasensis* foi aquela que apresentou maior teor de água (41,6 \pm 17,6%), mesmo que seu peso fresco e peso seco tenha sido intermediários aos das outras duas espécies (0,99 \pm 0,59 mg e 0,53 \pm 0,34 mg, respectivamente). *Vellozia squamata*, por sua vez, é aquela que apresentou maior peso fresco (1,9 \pm 0,6 mg), porém menor teor de água (11,9 \pm 9,6%).

Tabela 3: Peso fresco e seco (média \pm DP, mg) e respectivo teor de água (%) das sementes das espécies estudadas de *Vellozia*. *Vellozia* sp2 não foi avaliada por não possuir sementes suficientes para avaliação.

| Espécie | Peso fresco | Peso seco | Teor de água |
|----------------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| <i>Vellozia squamata</i> | 1,9 \pm 0,6 | 1,65 \pm 0,50 | 11,9 \pm 9,6 |
| <i>Vellozia goiasensis</i> | 0,99 \pm 0,59 | 0,53 \pm 0,34 | 41,6 \pm 17,6 |
| <i>Vellozia</i> sp1 | 0,47 \pm 0,15 | 0,40 \pm 0,11 | 13,0 \pm 12,0 |

4.4. Experimento com Choque de Temperatura

O experimento com choque de temperatura demonstrou que as sementes de *Vellozia*, na maioria das espécies estudadas, possuem alta resistência à exposição a altas temperaturas, uma vez que a porcentagem de germinação em cada tratamento não se diferenciou daquela encontrada no controle (Fig. 5, $P > 0,05$).

Em *Vellozia squamata*, as porcentagens de germinação se mantiveram acima de 60%, não havendo diferença entre os tratamentos ($P = 0,66$, Fig.4a). O teste

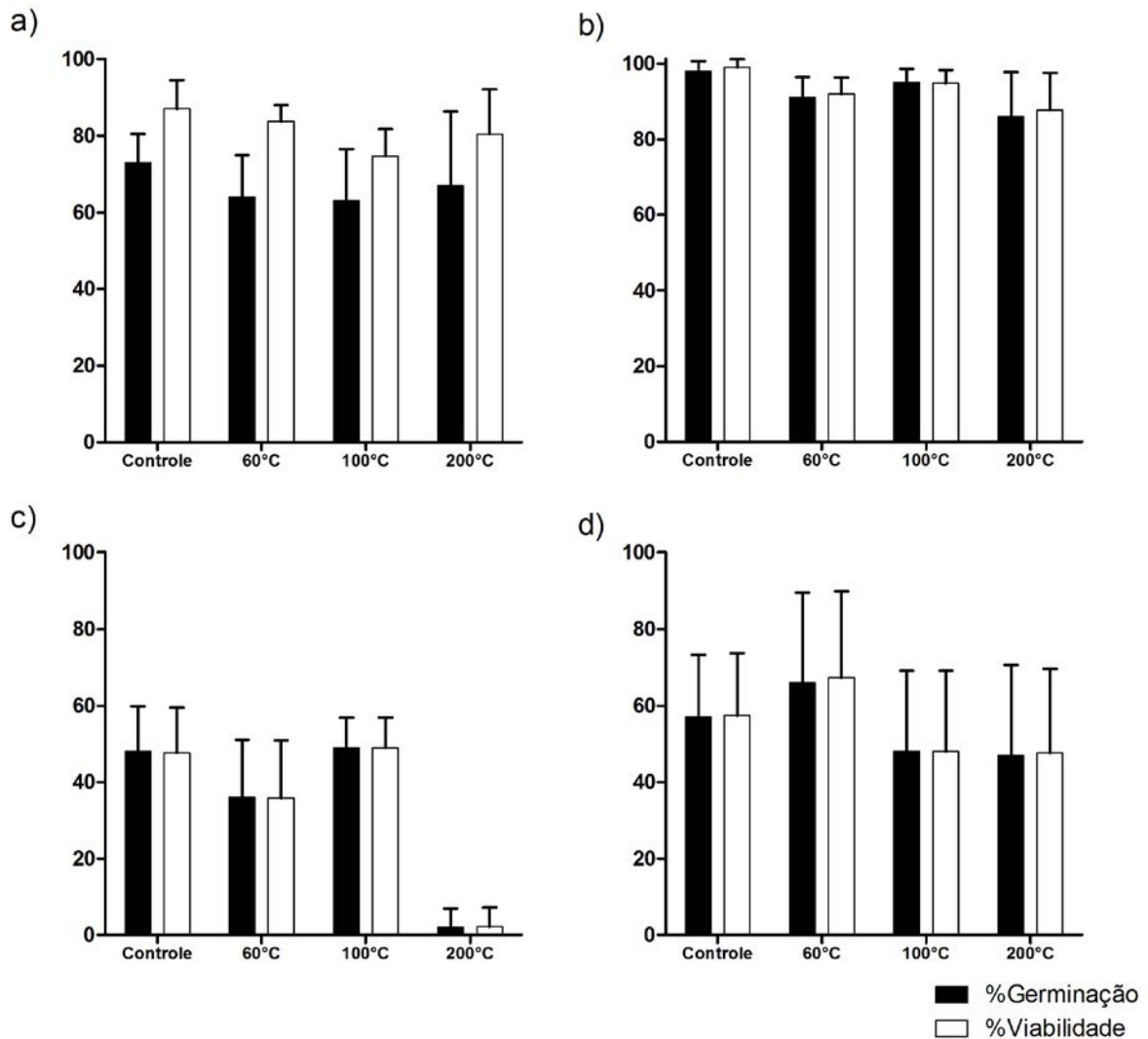
de viabilidade realizado com as sementes não germinadas resultou em uma porcentagem de viabilidade entre $74,7 \pm 7,0\%$ e $87 \pm 7,4\%$ (Fig. 4a).

Vellozia cf. *goiasensis* foi a espécie que apresentou a maior porcentagem de germinação em todos os tratamentos, mantendo valores acima de 85% (Fig. 5b), não sendo afetada pela exposição a altas temperaturas ($P=0,52$). As sementes também apresentavam uma viabilidade acima de 86%, demonstrando, portanto, sua alta resistência aos diferentes choques de temperatura.

Vellozia sp1, por sua vez, foi a espécie que teve a menor porcentagem de germinação durante todo o experimento (Fig. 5c). Mesmo no controle foi observada a germinação de menos da metade das sementes, atingindo apenas $47,7 \pm 11,8\%$. Em comparação com os tratamentos de 60 e 100°C, não foram observadas diferenças estatísticas em relação ao controle ($P=0,25$ e $P=0,84$ respectivamente), sendo $35,8 \pm 15,1\%$ a porcentagem de germinação para 60°C e $49 \pm 7,8\%$ para 100°C. Em contrapartida, em 200°C a porcentagem de germinação foi de apenas $2,2 \pm 5,0\%$, mostrando portanto que as sementes quando expostas a esta temperatura apresentaram uma queda na germinação em relação ao controle ($P=0,009$). Não foram observadas sementes viáveis após o embeбimento em solução de tetrazólio, constatando a baixa viabilidade do lote no controle.

Em *Vellozia* sp2, não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P=0,45$), e a porcentagem de germinação atingiu valores acima de 45%. Mesmo que essa espécie não tenha atingido altos valores quanto sua germinação, pode-se dizer que ela é resistente aos choques de temperatura, uma vez que o teste de viabilidade atestou porcentagens entre $47,6 \pm 23,5\%$ e $57,4 \pm 16,2\%$ de sementes viáveis entre os tratamentos, e não houve uma queda na germinação quando comparada ao controle ($P=0,41$, Fig. 5d).

Figura 5: Porcentagem de germinação (média±DP, %) e de viabilidade (germinadas + coradas em tetrazólio, média±DP, %) de sementes de *Vellozia*, após a aplicação dos choques térmicos de 60°, 100° e 200°C durante 1 minuto. Em: a) *Vellozia squamata*; b) *Vellozia cf. goiasensis*; c) *Vellozia* sp1; e d) *Vellozia* sp2.



4.5. Experimento com solução aquosa de fumaça

O experimento com solução de fumaça (1:1) permitiu demonstrar que as espécies de *Vellozia*, mesmo que possuam tegumento permeável, não são afetadas pela fumaça ($P > 0,05$, Fig. 6).

Vellozia squamata apresentou porcentagens de germinação acima dos 75%, sendo $76 \pm 15,7\%$ referente ao controle e $86 \pm 6,2\%$ a solução de fumaça ($P = 0,44$, Fig. 6a). Isso somado ao embeбimento em solução de tetrazólio após os 30 dias de

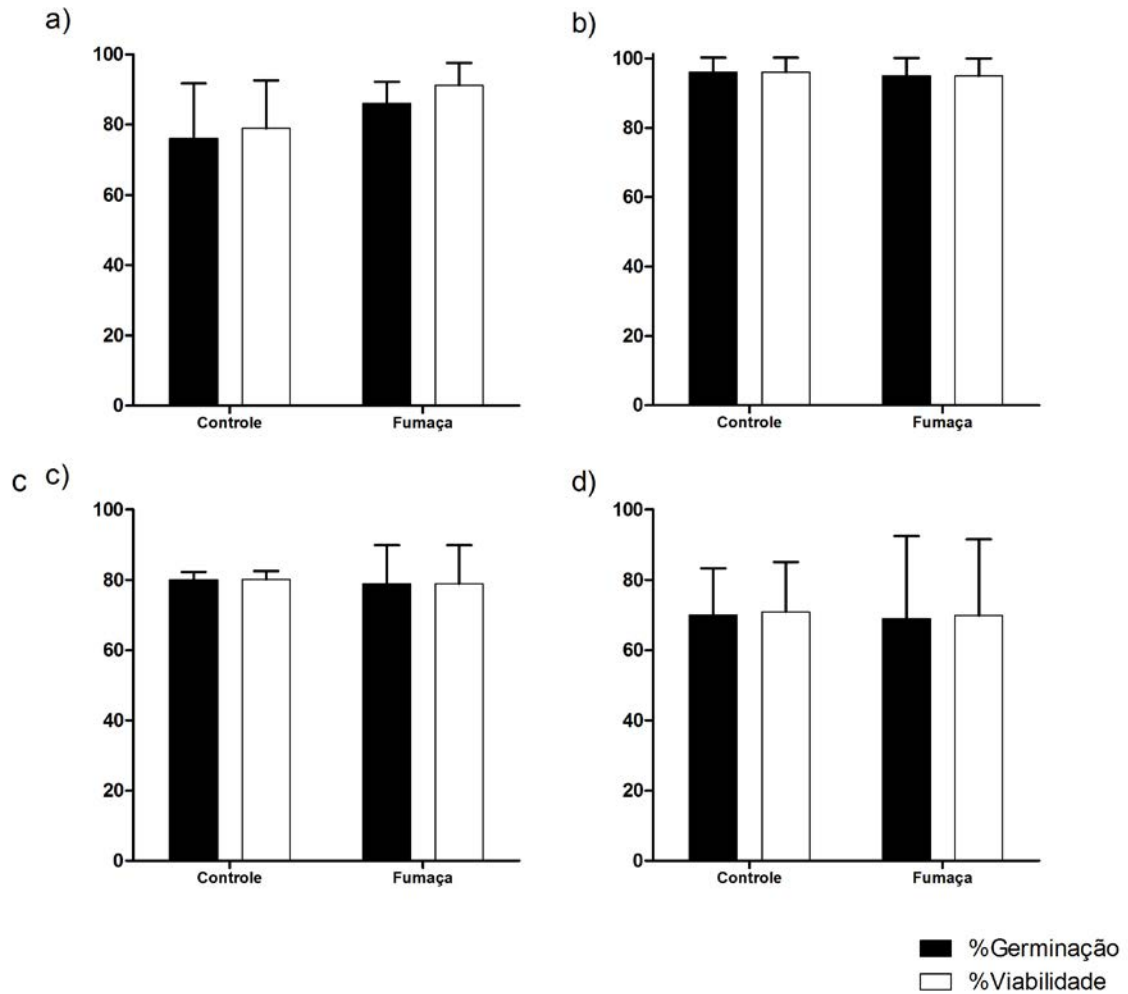
observação constataram uma porcentagem de viabilidade de 78,9% \pm 15,7 na situação controle e 91,2 \pm 6,2% em fumaça (P=0,44).

Vellozia cf. *goiasensis* novamente apresentou as maiores porcentagens de germinação dentre as quatro espécies analisadas, alcançando em ambas as situações valores acima de 90% de sementes germinadas (P =0,07, Fig. 6b). A porcentagem de germinação do controle foi de 96 \pm 4% e de 95 \pm 5% para fumaça. As sementes que não germinaram nesta etapa do experimento não foram constatadas como viáveis pelo método de imersão em Tetrazólio, ou seja, a porcentagem de viabilidade foi igual a de germinação dentro de cada tratamento.

Vellozia sp1 diferentemente do experimento com choque de temperatura atingiu porcentagens de germinação de 80 \pm 2,3% no controle e 79 \pm 10,8% em solução de fumaça. não sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos (P =0,09, Fig. 6c). Não foram constatadas sementes viáveis no teste em solução de tetrazólio, sendo assim. as porcentagens de germinação e de viabilidade foram iguais dentro de cada tratamento.

Vellozia sp2 desta vez foi aquela apresentou menor porcentagem de germinação dentre as espécies, mesmo que ela supere 65% em ambos os tratamentos (P =0,83, Fig. 6d). No tratamento controle, observou-se que porcentagens de germinação de 70 \pm 13,3% e na fumaça de 69 \pm 23,5%, não sendo havendo diferença entre os tratamentos (P=0,95). Poucas sementes que não germinaram no experimento foram constatadas como viáveis pela solução de Tetrazólio, totalizando uma porcentagem de viabilidade de 70,9 \pm 14,3% no controle e 69,8% \pm 21,7% na fumaça.

Figura 6: Porcentagem de germinação (média \pm DP, %) e de viabilidade (germinadas + coradas em tetrazólio, %) de sementes de *Vellozia* após embebição em 24 h em solução aquosa de fumaça (1:1). Em: a) *Vellozia squamata*; b) *Vellozia* cf. *goiasensis*; c) *Vellozia* sp1; e d) *Vellozia* sp2.



5. DISCUSSÃO

As sementes, em sua maioria, são capazes de resistir a situações adversas por anos e a sua resistência aumenta quando ocorre a perda de água nas fases finais do desenvolvimento (GARCIA; DINIZ, 2003). As plantas da família Velloziaceae são reconhecidas por possuírem características de tolerância às condições extremas (e.g. déficit de água), como ocorre em diversas regiões de Cerrado (GARCIA; JACOBI; RIBEIRO, 2007).

O valor nominal referente ao teor de água na maioria das sementes está entre 5 e 20% e o seu conhecimento é extrema importância uma vez que este age em fatores que garantem a continuidade da espécie frente a ambientes diversos (e.g. tolerância a dessecação, germinação, etc.) (BRADBEER, 1988; BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998). No presente estudo, *Vellozia* cf. *goiasensis*, ao contrário de *V. squamata* e *Vellozia* sp1, apresentou um valor muito acima desse limiar ($41,6 \pm 17,6\%$), tendo, portanto, um alto teor de água em suas sementes.

Os baixos valores referentes à forma das sementes de *Vellozia* (*seed shape*) demonstram o seu caráter relativamente esférico (valores próximos a 0), o que caracteriza sementes que tendem a se manter em maiores profundidades do solo e a ter maior longevidade dentro dos bancos de semente (THOMPSON; HODGSON, 1990; PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). As características referentes tanto ao peso quanto às dimensões das sementes são de extrema importância para o entendimento do processo de sucessão ecológica frente a distúrbios como o fogo, predação, entre outros (MALAVASI; MALAVASI, 2001), além de serem fatores que influenciam nos processos de germinação, crescimento e sobrevivência das novas plântulas (HARPER, 1970; THOMPSON; HODGSON, 1990). Estudos têm buscado correlacionar o tamanho e a peso da semente com a germinação frente a fatores como luz e temperatura em *Vellozia* (SOARES DA MOTA; GARCIA, 2013). Sementes de *Vellozia* de uma região de campo rupestre de altitude em Minas Gerais (Serra do Espinhaço), apesar do pequeno tamanho, conseguem resistir à alta variação de temperatura diária, mantendo porcentagens de germinação constantes, fator que pode estar ligado ao alto grau de endemismo de algumas espécies naquela região (SOARES DA MOTA; GARCIA, 2013). Trabalhos semelhantes podem ser feitos ao correlacionar os atributos encontrados em sementes do Cerrado

e suas capacidades em resistir aos choques de temperatura provenientes do regime de fogo de cada região, de forma que se possa entender o quanto esses fatores auxiliam na sobrevivência e seleção de dadas espécies nesses domínios.

Os valores referentes ao *peso seco* e *formato da semente* de *Vellozia* nesse estudo demonstram o seu pequeno tamanho, característica de sementes que tendem a ficar alojadas em camadas mais profundas do solo, o que auxilia a espécie a sobreviver nos bancos de sementes (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013) e perpetuar alelos dos progenitores dentro de uma população (FENNER; THOMPSON, 2005). Sendo assim, ao ficarem em pequenas profundidades do solo, as espécies analisadas acabam se protegendo de temperaturas que superem àquelas alcançadas em poucos centímetros de profundidade (até 200°C). Temperaturas superiores devem ser testadas a ponto de averiguar se as mesmas sementes conseguem sobreviver a um choque térmico de maior intensidade, desta vez referente a valores encontrados acima da superfície do solo.

Os resultados obtidos neste trabalho reforçam o que foi constatado por Le Stradic et al. (2015) sobre Velloziaceae de campo rupestre, cujas altas porcentagens de germinação ocorrem independentemente do tratamento ou distúrbio ao qual as sementes foram submetidas. No caso do presente estudo, as espécies de *Vellozia* resistiram ao choque de temperatura, exceto em *Vellozia* sp1, que teve uma alta mortalidade aos 200°C. Isso mostra que as sementes das espécies estudadas são resistentes ao fogo no Cerrado, uma vez que estas germinam em porcentagens semelhantes na presença ou ausência deste distúrbio. Assim como constatado por Le Stradic et al. (2015), é possível que espécies de *Vellozia* teriam o rápido rebrote como estratégia principal da colonização do ambiente pós-fogo a qual estão inseridas e não necessariamente necessitam de um estímulo-chave ligado ao aumento de temperatura ou produção de cinzas pelo fogo. Esta característica acaba por ser vantajosa, pois confere a este grupo de plantas a capacidade de germinar frente a diferentes condições e de colonizar uma vasta diversidade de habitats (GARCIA; JACOBI; RIBEIRO, 2007).

Apenas em *Vellozia squamata*, uma pequena porção (<20%) das sementes que estão viáveis não germinaram dentro do intervalo observado (Fig. 5a). Em sementes de espécies tropicais, um atraso de mais de quatro semanas na

germinação pode indicar a presença de algum tipo de dormência fisiológica (BASKIN; THOMPSON; BASKIN, 2006), ou estas sementes podem ser uma fração dentro da população de sementes que germinam mais lentamente do que as demais. Em *Vellozia* sp1, os testes de viabilidade revelaram que as sementes de fato estavam mortas devido à exposição a 200°C, descartando a possibilidade de indução de dormência secundária devido à alta temperatura (PROBERT, 2000).

As espécies de *Vellozia* analisadas no trabalho se caracterizam por possuir tegumento permeável como já constatado por estudos como o de Garcia & Diniz (2003), uma vez que o aumento do peso da semente atinge valores superiores a 20% dentro das 72 horas do teste de permeabilidade. A fumaça, no entanto, parece não influenciar a germinação nestas espécies de *Vellozia* no Cerrado, diferentemente do que foi constatado na região Mediterrânea em relação a outras espécies com tegumento permeável (MOREIRA et al., 2010). Ainda assim, as representantes de Velloziaceae estudadas possuem características que possivelmente tenham sido selecionadas pelo fogo, pois resistem às altas temperaturas consequentes do fogo em relação ao banco de sementes. Outros estudos demonstram que representantes da mesma família possuem mecanismos de floração e frutificação após a queima (CONCEIÇÃO et al., 2013; GARCIA; DINIZ, 2003). Desta forma, espécies da família Velloziaceae apresentam mecanismos de resistência ao fogo, não somente quando adultas (por exemplo, rebrote após o fogo), mas também na fase que se encontram no banco de sementes.

O conhecimento desses fatores é de extrema importância para o entendimento da ecologia do Cerrado e os efeitos do fogo nesta vegetação, uma vez que, devido essa capacidade de resistir a diferentes temperaturas, o fogo acaba por atuar como reguladores de biodiversidade e estrutura genética de diversas espécies, tais como *Vellozia squamata* (DA SILVA, 2013).

É importante ressaltar que o experimento com choque de temperatura em *Vellozia* sp1 foi realizado posteriormente ao de solução aquosa de fumaça, o que pode ter resultado na perda de viabilidade de parte das sementes na realização do experimento e, portanto, na baixa porcentagem de germinação destas até mesmo no controle. Mesmo assim, já que pudemos observar uma diferença estatística entre o controle e a temperatura de 200°C ($P=0,009$), constatamos que estas não resistem a

temperaturas muito elevadas quando em profundidades menores do solo, ao contrário das demais espécies estudadas, que são altamente resistentes.

6. CONCLUSÃO

Nosso estudo mostrou que as sementes das espécies estudadas, com exceção de *Vellozia* sp1, apresentam altas porcentagens de germinação mesmo após serem expostas a altas temperaturas como 200°C. Desta maneira, após a passagem do fogo em áreas de Cerrado, as sementes destas espécies de *Vellozia* continuam viáveis, podendo germinar quando expostas a condições adequadas nos bancos de sementes. Essas espécies, portanto, podem ser consideradas de alta resistência ao fogo, pois além de atributos morfológicos já conhecidos que lhes garante resistência ao fogo, suas sementes também resistem a exposição a altas temperaturas.

A fumaça, por sua vez, não afetou a germinação das espécies estudadas mesmo que estas possuam tegumento permeável, já que não foram observadas diferenças estatísticas na porcentagem de germinação no controle e na solução de fumaça.

Futuros trabalhos podem possibilitar a tirada de conclusões acima da relação entre os atributos das sementes, sua resistência ao regime do fogo e o seu grau de endemismo em regiões na qual esse distúrbio se torna presente. Sendo assim, estudos desse tipo são importantes, pois possibilitam um melhor entendimento das respostas de diversas espécies características de ambientes inflamáveis a regimes de fogo presentes na história evolutiva de diferentes habitats.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botânica Brasileira**, v. 12, n. 2, p. 145–164, 1998.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. [s.l.] Elsevier, 2001.
- BASKIN, C. C.; THOMPSON, K.; BASKIN, J. M. Mistakes in germination ecology and how to avoid them. p. 165–168, 2006.
- BAXTER, B. J. M. et al. Plant-derived smoke and smoke extracts stimulate seed germination of the fire-climax grass *Themeda triandra*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 34, n. 2, p. 217–223, abr. 1994.
- BEWLEY, J. Seed Germination and Dormancy. **The Plant cell**, v. 9, n. 7, p. 1055–1066, 1997.
- BRADBEER, J. W. **Seed Dormancy and Germination**. London: Blackie Academic & Professional, 1988.
- CONCEIÇÃO, A. A. et al. Massive post-fire flowering events in a tropical mountain region of Brazil: high episodic supply of floral resources. **Acta Botanica Brasílica**, v. 27, n. 4, p. 847–850, 2013.
- COUTINHO, L. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II-As queimadas ea dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbustivo. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, 1977.
- COUTINHO, L. O conceito de cerrado. **Revista brasileira de Botânica**, 1978.
- COUTINHO, L. M. Ecological effects of fire in Brazilian Cerrado. In: **Ecology of Tropical Savannas**. [s.l.] Springer-Verlag, 1982. p. 273–291.
- COUTINHO, L. M. O Bioma do Cerrado. In: KLEIN, A. L. (Ed.). **Eugen Warming e o Cerrado Brasileiro: um século depois**. [s.l.: s.n.]. p. 77–92.
- DA SILVA, M. D. B. **Diversidade e Estrutura Genética Populacional de *Vellozia squamata* Pohl sob diferentes frequências de fogo no Cerrado**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2013.
- DALDEGAN, G. A. **Análise espaço-temporal de queimadas em áreas nativas de Cerrado RPPN Serra do Tombador, Cavalcante, GO**. [s.l.: s.n.].
- FENNER, M.; THOMPSON, K. **the Ecology of Seeds**. [s.l.: s.n.]. v. 5

FIDELIS, A.; LYRA, M. F. D. S.; PIVELLO, V. R. Above- and below-ground biomass and carbon dynamics in Brazilian Cerrado wet grasslands. **Journal of Vegetation Science**, v. 24, n. 2, p. 356–364, 2013.

FLEMATTI, G. R. et al. A compound from smoke that promotes seed germination. **Science (New York, N.Y.)**, v. 305, n. 5686, p. 977, 13 ago. 2004.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO. **Plano de manejo da Reserva Natural Serra do Tombador, Cavalcante - Goiás**. [s.l.: s.n.].

GARCIA, Q. D. S.; JACOBI, C. M.; RIBEIRO, B. D. A. Resposta germinativa de duas espécies de *Vellozia* (Velloziaceae) dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 2, p. 451–456, 2007.

GARCIA, Q.; DINIZ, I. Comportamento germinativo de três espécies de *Vellozia* da Serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 4, p. 487–494, 2003.

HARPER, J. L. The Shapes and Size of Seeds. In: **Annual review of Ecology and Systematics I**. [s.l.: s.n.]. p. 327–356.

HIGGINS, S.; BOND, W.; TROLLOPE, W. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass–tree coexistence in savanna. **Journal of Ecology**, p. 213–229, 2000.

HODGKINSON, K. Shrub recruitment response to intensity and season of fire in a semi-arid woodland. **Journal of Applied Ecology**, v. 28, n. 1, p. 60–70, 1991.

JÄGER, A.; LIGHT, M.; STADEN, J. VAN. Effects of source of plant material and temperature on the production of smoke extracts that promote germination of light-sensitive lettuce seeds. **Environmental and Experimental ...**, v. 36, n. 4, p. 421–429, 1996.

KEELEY, J. E. et al. Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. **Trends in plant science**, v. 16, n. 8, p. 406–11, ago. 2011.

KEELEY, J. E.; FOTHERINGHAM, C. J. Role of Fire in Regeneration from Seed. p. 311–330, 2000.

LACEY, C. J.; WALKER, J.; NOBLE, I. R. Fire in Australian Tropical Savannas. In: **Ecology of Tropical Savannas**. [s.l.] Springer-Verlag, 1982. p. 246–272.

LE STRADIC, S. et al. Diversity of germination strategies and seed dormancy in herbaceous species of campo rupestre grasslands. **Austral Ecology**, v. 2, p. n/a–n/a, 2015.

MALAVASI, U.; MALAVASI, M. Influência do tamanho e do peso da semente na germinação e no estabelecimento de espécies de diferentes estágios da sucessão vegetal. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 211–215, 2001.

- MIRANDA, A. C. et al. Soil and air temperatures during prescribed cerated fires in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, n. 03, p. 313, 1993.
- MOREIRA, B. et al. Disentangling the role of heat and smoke as germination cues in Mediterranean Basin flora. **Annals of botany**, v. 105, n. 4, p. 627–35, abr. 2010.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–8, 24 fev. 2000.
- NAVEH, Z. The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. **Vegetatio**, v. 29, n. 1967, p. 199–208, 1975.
- NELSON, D. C. et al. Karrikins discovered in smoke trigger Arabidopsis seed germination by a mechanism requiring gibberellic acid synthesis and light. **Plant physiology**, v. 149, n. 2, p. 863–73, fev. 2009.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. et al. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 61, n. 3, p. 167–234, 2013.
- PILLAR, V. D. P. Multiv User s Guide v. 2.4. **Memory**, p. 51, 2006.
- PROBERT, R. J. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**, p. 261–292, 2000.
- RIBEIRO, L.; RIBEIRO, K. FLORAÇÃO EM MASSA DE VELLOZIA GIGANTEA (VELLOZIACEAE) APÓS A OCORRÊNCIA DO FOGO NOS CAMPOS RUPESTRES DA SERRA DO CIPÓ,. **Livro de resumos do ...**, p. 2006–2007, 2007.
- SANO, E. E. et al. **Mapeamento do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Bioma Cerrado Ano-Base 2002**. [s.l: s.n.]. v. Serie Biod
- SIMON, M. F. et al. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, n. 48, p. 20359–64, 1 dez. 2009.
- SOARES DA MOTA, L. A.; GARCIA, Q. S. Germination patterns and ecological characteristics of Vellozia seeds from high-altitude sites in south-eastern Brazil. **Seed Science Research**, v. 23, n. 01, p. 67–74, 2 jan. 2013.
- THOMPSON, K.; HODGSON, J. G. in soil Seed size and shape predict persistence. v. 7, n. 2, p. 236–241, 1990.