



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Instituto de Biociências

DÉBORA VILALBA RODRIGUES

Traços funcionais de *Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze e inflamabilidade

Campo Grande - 2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Instituto de Biociências

DÉBORA VILALBA RODRIGUES

Traços funcionais de *Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze e inflamabilidade

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel, junto ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas, do Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Campo Grande.

Orientadora: Profa. Dra. Edna Scremin-Dias

Campo Grande - 2024



Instituto de Biociências

Resumo: O fogo desempenha um papel fundamental na modelagem da dinâmica da vegetação em ecossistemas terrestres, influenciando a composição das espécies vegetais por meio da pressão seletiva com base em sua sensibilidade ao fogo. No Pantanal, as secas extremas aumentaram o risco de incêndios, impactando a vegetação nativa e a biodiversidade. *Elionurus muticus*, uma gramínea nativa, é altamente inflamável devido à sua composição química, incluindo óleos essenciais e compostos fenólicos. Este estudo investiga os traços funcionais das folhas de *E. muticus*, com foco em sua anatomia e histoquímica, para entender a relação entre a distribuição dos tecidos, as substâncias químicas e a suscetibilidade ao fogo. Amostras foram coletadas em áreas queimadas no Pantanal e processadas para análise anatômica e testes histoquímicos. Os resultados revelaram que as folhas de *E. muticus* apresentam epiderme anfiepistomática e unisseriada com tricomas tectores na face superior. O padrão de venação Kranz, característico das plantas C₄, foi identificado, com feixes vasculares apresentando bainhas lignificadas. Os testes histoquímicos mostraram a presença de lipídios por todo o mesofilo, além de células ricas em lipídios e compostos fenólicos próximas aos feixes vasculares, especialmente nos feixes de médio e pequeno calibre. Essas substâncias, conhecidas por seu papel na combustão, aumentam a suscetibilidade ao fogo da planta. Os resultados destacam a relação entre os traços anatômicos e a composição química que contribuem para a alta inflamabilidade de *E. muticus*, fornecendo informações valiosas para a conservação e manejo do fogo no ecossistema pantaneiro.

Palavras-chave: inflamabilidade, anatomia foliar, traços funcionais; Poaceae; Pantanal

Abstract: Fire plays a key role in shaping the dynamics of vegetation in terrestrial ecosystems, influencing plant species composition through selective pressure based on their sensitivity to fire. In the Pantanal, extreme droughts have increased the risk of wildfires, impacting native vegetation and biodiversity. *Elionurus muticus*, a native grass, is highly flammable due to its chemical composition, including essential oils and phenolic compounds. This study investigates the functional traits of *E. muticus* leaves, focusing on their anatomy and histochemistry, to understand the relationship between tissue distribution, chemical substances, and fire susceptibility. Samples were collected from burned areas in the Pantanal and processed for anatomical analysis and histochemical testing. The results revealed that *E. muticus* leaves exhibit an amphistomatic and uniseriate epidermis with tector trichomes on the upper surface. The Kranz venation pattern, characteristic of C₄ plants, was identified, with vascular bundles showing lignified sheaths. Histochemical tests revealed the presence of lipids



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Instituto de Biociências

throughout the mesophyll, as well as cells rich in lipids and phenolics compounds near the vascular bundles, particularly in medium and small-caliber bundles. These substances, known for their role in combustion, increase the plant's susceptibility to fire. The results highlight the relationship between anatomical traits and chemical composition that contribute to the high flammability of *E. muticus*, providing valuable information for fire management and conservation in the Pantanal ecosystem.

Key words: flammability, leaf anatomy, functional traits, Poaceae, Pantanal.



Instituto de Biociências

SUMÁRIO

RESUMO	3
INTRODUÇÃO	6
OBJETIVO	8
MATERIAIS E MÉTODOS	8
RESULTADOS DISCUSSÃO	9
CONCLUSÃO	11
REFERÊNCIAS	11
ANEXOS	15



Instituto de Biociências

INTRODUÇÃO

O fogo é um elemento natural, modelador da estrutura e da dinâmica da vegetação ao longo do curso evolutivo em vários ecossistemas terrestres a milhares de anos, selecionando espécies de plantas de acordo com sua sensibilidade e/ou resistência ao fenômeno. O conjunto de fatores a exemplo do tempo de ocorrência, intensidade, gravidade e frequência do fogo sobre as comunidades de plantas, são determinantes na composição botânica dos ecossistemas atuais (Pausas e Moreira, 2012; Komarek, 1965).

O Pantanal brasileiro, considerado a maior área úmida contínua do planeta, tem passado por secas desde 2019, com a seca extrema em 2024, com o aporte e a quantidade de água na planície aluvial e nos rios atingindo recordes históricos, resultando em solo e vegetação extremamente secos. Este cenário aumenta o risco de incêndios florestais, e reflete as sinergias negativas entre desmatamentos, uso equivocado dos solos, alteração do ciclo hidrológico devido à redução das chuvas em partes da Bacia do Prata, entre outros aspectos (Berlinck *et al.* 2022; Lovejoy e Nobre, 2018).

A inundação é um importante filtro ecológico no Pantanal, contudo o fogo também é responsável por modelar a paisagem, principalmente nos campos. As formações campestres no ecossistema pantaneiro possuem uma alta vulnerabilidade ao fogo, ao mesmo tempo em que demonstram uma notável capacidade de resistência a esse elemento (Miranda *et al.*, 2018). Adicionalmente, tais formações são beneficiadas por queimadas moderadas, uma vez que essa intervenção ecológica desempenha um papel crucial em sua manutenção, impedindo que evoluam para uma configuração florestal (Pinheiro, 2009).

As áreas de campos apresentam uma propensão significativa a incêndios naturais ou provocados, devido à natureza inflamável da vegetação e do uso do fogo como manejo de forrageiras não pastejadas que se acumulam (Pott, 1997). *Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze (Capim carona) é uma gramínea monodominante nativa do Pantanal (Damasceno-Junior *et al.*, 2021), que compõem a savana gramíneo-lenhosa (Santos *et al.*, 2019), uma das formações vegetais mais queimadas entre 2003 e 2013 (Miranda *et al.*, 2018).

O Capim carona é medicinal e aromático, com aroma de limão, óleo essencial e compostos fenólicos presentes em suas partes aéreas e raízes (Dzingirai *et al.*, 2007), o que o torna inflamável. Seus compostos secundários têm eficácia comprovada como acaricida (Hauschild *et al.*, 2020), fungicida (Füller *et al.*, 2014), bactericida (Celaya *et al.*, 2023), além de possuir efeito alelopático (Füller *et al.*, 2017), porquanto demonstram suas potencialidades e a importância de sua preservação. Apesar da natureza química de seus compostos



Instituto de Biociências

secundários serem alvos de investigação científica, como esses compostos são secretados e onde se depositam na planta ainda não é conhecido. Espécies do gênero *Elionurus* têm baixa palatabilidade para bovinos, exceto suas partes jovens. Os produtores pecuaristas, então, usam o fogo como forma eliminar partes aéreas maduras e induzir o rebrote, ou as substituem por gramíneas exóticas (Pott, 1982; Pott *et al.*, 2011). Essa conversão da vegetação nativa para uso antrópico do Pantanal é um fator de risco para a perda de diversidade (Padovani, 2018), pois tem permitido a inclusão de forrageiras exóticas no bioma que, por vezes, podem se comportar como espécie invasora excluindo a biodiversidade local.

Para que haja ignição e a fonte de fogo prospere, a energia disponível deve ser suficiente para elevar a temperatura de combustão, sendo que o comportamento do fogo está condicionado ao teor de umidade e a inflamabilidade dos materiais combustíveis disponíveis (Agee *et al.*, 2002). Assim, a intensidade do fogo, sua velocidade de propagação e as dificuldades do seu controle aumentam quando o teor de umidade da matéria orgânica diminui (Pellizzaro *et al.*, 2007).

Partindo da premissa que o fogo em áreas naturais e/ou antropizadas, é resultado do processo de combustão de tecido vegetal vivo (biomassa) ou morto (fitomassa), plantas com muita biomassa seca podem estar mais propensas a combustão, como é o caso de *E. muticus*, em que as folhas mais velhas, da periferia dos indivíduos, permanecem totalmente secas em períodos de estiagem, não sendo palatáveis aos herbívoros nesta condição. Sabe-se que o que serve de combustível nas plantas, são seus tecidos compostos de celulose, hemicelulose e lignina, por exemplo (Sullivan e Ball, 2012), e que a combustão é um processo de oxidação, que ocorre pela termoconversão da celulose, sendo uma reação em cadeia que ocorre rapidamente e em altas temperaturas (Byram, 1959; Sullivan e Ball, 2012).

Contudo, sabidamente outros componentes participam da combustão em plantas, como minerais, sais, proteínas, amido, ácidos, óleos, resinas, flavonóides, ceras e terpenos, entre outros. Além do que, a presença de compostos complexos de carbono, podem aumentar inflamabilidade e combustibilidade porque entram em combustão a temperaturas mais baixas que a celulose e lignina (Rundel, 1981).

O capim-carona (*Elionurus muticus*), espécie naturalmente distribuída em várias regiões do Pantanal e do Chaco, além de ter potencial forrageiro, tem grande potencial econômico. Ela possui óleos essenciais, de alto efeito fungicida e a presença de 80% de citral em sua composição. Ela também apresenta grande variabilidade em suas características fenotípicas e na concentração de compostos fenólicos em seus órgãos (Füller *et al.*, 2010; Füller *et al.*,



Instituto de Biociências

2014; Celaya *et al.*, 2023). Há relatos no Pantanal de que esta espécie passa por combustão espontânea nos campos alagáveis durante períodos de secas extremas.

Partindo da premissa que muitas espécies naturalmente distribuídas em ambientes propensos ao fogo e a inundação no Pantanal, trazem em sua morfologia traços funcionais específicos com distintas aptidões a inflamabilidade, estudos de anatomia foliar poderão trazer luz a várias indagações sobre este tema. Avaliamos neste trabalho, os traços funcionais das folhas de *E. muticus*, espécie que sabidamente é muito inflamável, estabelecendo em sua estrutura e histoquímica, um modelo de compreensão sobre a composição química e distribuição dos tecidos que sabidamente está relacionado a um alto potencial inflamável, entendimento de extrema importância na conservação e manejo do bioma (Lima, 2019).

OBJETIVO

Investigar os traços funcionais relativos à anatomia e histoquímica das folhas de *Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze, para dar base ao entendimento a relação da distribuição dos tecidos e de substâncias químicas nesse órgão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta e preparo de material botânico

Coletamos três indivíduos de *E. muticus* em áreas queimadas do Pantanal, na Fazenda Xaraes. Os espécimes coletados possuíam remanescentes de folhas antigas e bainhas de folhas queimadas, além de folhas jovens, recém formadas, mas a maior parte das amostras estava incendiada. Essas amostras foram fixadas em FAA 50^o por uma semana, e armazenadas em álcool 70^o. As folhas foram seccionadas à mão livre em plano transversal, e confeccionadas lâminas semi-permanentes, os cortes foram diafanizados em hipoclorito 50%, lavados com água destilada, corados com Azul de Astra 1% e Safranina aquosa 1% e montadas em glicerina 50%.

Realizamos testes histoquímicos dos cortes a mão livre, usando os corantes e/ou reagentes que seguem: para conteúdo lipídico testes com Sudan Black e Sudan IV e para a identificação de conteúdo fenólico utilizou-se Cloreto Férrico III, seguindo as técnicas compiladas por Kraus e Arduin (1997).



Instituto de Biociências

Os registros dos resultados foram elaborados pelo Sistema de Captura de imagens Moticam Pro 252b com o programa Motic Images Advanced 3.2.

RESULTADOS DISCUSSÃO

A espécie *E. muticus* é C4, com lâmina foliar levemente enrolada para a face ventral, expondo a face abaxial para o ambiente (Fig. 1A). As folhas apresentam epiderme unisseriada com células irregulares, visivelmente menores na face adaxial (Fig. 1A-D), e predominantemente mais volumosas na face abaxial, apresentando cutícula mais espessas nesta face (Fig. 1B). As folhas são anfiépistomáticas com tricomas tectores unicelulares (Fig. 1 e 4B) distribuídos na face adaxial (Fig. 1B), com evidentes câmaras subestomáticas (Fig. 1C). O enrolamento foliar é comum em gramíneas e pode ser considerado um mecanismo de proteção à dessecação em ambientes áridos (Kadioglu e Terzi 2007), diminuindo a exposição da área foliar, e como consequência há redução da radiação solar sobre a folha. Adicionalmente, o enovelar desse órgão tem ligação com a produção de substâncias fenólicas em algumas espécies, através produção de aminoácidos induzida por estresse hídrico.

No padrão anatômico de venação Kranz, pode-se evidenciar quatro ordens diferentes de feixes vasculares (Fig. 1D). Os feixes vasculares de magnitude maior, possuem bainha lignificada, com extensão de bainha em contato com ambas as faces foliares. Os feixes vasculares menores não apresentam bainha de feixe lignificada, apenas a bainha perivascular (Fig. 1C-D). Este padrão de venação Kranz, o posicionamento do tecido esclerenquimático e a variedade de tamanhos de feixes vasculares observados para *E. muticus*, Thompson (2017) descreveu para outra espécie do gênero, *Elionurus purpureus*. Algumas evidências indicam que em ambientes com fogo recorrente, gramíneas C4 possuem vantagens em relação à capacidade de rebrota, e que a inflamabilidade é um traço evolutivo vantajoso nesses ambientes (Ripley *et al.* 2015).

As folhas mais jovens de *E. muticus* apresentam mesofilo contínuo, sem espaços aeríferos amplos (Fig. 1A), enquanto as folhas maiores, de consistência rígida, possuem evidentes cavidades aeríferas lisígenas (Fig. 2 A-D). O desenvolvimento de espaços aeríferos lisígenos é uma resposta a hipoxia causada por alagamentos ou altas temperaturas, contudo também pode ser um estímulo a ignição por reduzir o conteúdo aquoso da planta e aumentar o aporte de oxigênio necessário para pegar fogo (Evans, 2003; Simpson *et al.*, 2016).

Encontramos células volumosas, ricas em conteúdo lipídico e fenólico, associadas aos feixes vasculares, preferencialmente de calibre médio e pequeno, dispostas logo abaixo da



Instituto de Biociências

epiderme adaxial. Em algumas unidades vasculares, há duas ou três séries destas células secretoras (Fig. 3. A-D). Os idioblastos em *E. muticus* testaram positivo para compostos fenólicos, um achado que corrobora com Dzingirai *et al.* (2007) e Füller *et al.* (2010) que descrevem a presença de compostos fenólicos em caracterizações químicas da espécie. Maiores concentrações de compostos fenólicos após ocorrência de fogo, já foi apresentado como traços funcionais descrita por Chinder *et al.* (2020) para a espécie *Julbernardia globiflora*. O alto teor de terpenos e fenóis na vegetação são traços positivos de inflamabilidade influenciando nos seus três pilares: combustibilidade, sustentabilidade do fogo e ignitabilidade (Alam *et al.*, 2019; Ormeño *et al.*, 2009).

Obtivemos a presença de lipídios nas paredes das células epidérmicas de *E. muticus* (Fig.3 C-D), resultado já esperado pois a cutícula da epiderme, formada por cutina e ceras com natureza apolar, ambas são constituídas por composto graxos de alto peso molecular e derivados, tornando a epiderme impermeável para cumprir sua função principal que é o revestimento e proteção contra a perda hídrica (Roma & Carvalho 2022). No entanto, a potencialidade inflamável desta estrutura, mais espessa e evidente na face abaxial exposta para o ambiente externo, deverá ser melhor avaliada.

As células parenquimáticas de todo o mesofilo, também reagiram para compostos graxos (Fig.3 C-D), a presença de óleos no clorênquima já foi descrita para o mesofilo de dez espécies de Poaceae do gênero *Panicum sect. Lorea* (Vega *et al.*, 2008). Estes autores indicam que esses óleos e outros compostos secundários estão associados à proteção contra a herbivoria, já que torna o “sabor” da planta desagradável. A espécie *E. muticus* avaliada neste estudo, também é conhecida por ser impalatável ao gado, sendo utilizada pela fauna apenas quando as folhas estão muito jovens, e adequado para a alimentação bovina uma vez que o seu “sabor” amargo é transmitido para o leite (Hess *et al.* 2007). Destacamos que a presença de óleos essenciais é amplamente relatada em outros gêneros da subfamília Andropogoneae: *Chrysopogon* e *Cymbopogon*, e em outras espécies de *Elionurus* (*E. tristis*, *E. elegans*, e *E. hensii*) (Kellogg, 2015; Yang *et al.*, 2013; Garcia, 2017;).

Compostos orgânicos voláteis, como terpenos e fenóis, presentes na vegetação aumentam a sua emissão em forma de gases em temperaturas altas, causando um efeito de retroalimentação em queimadas, podendo acelerar a disseminação de incêndios florestais (Courty *et al.*, 2010; Chetehouna *et al.*, 2013). Portanto a composição química da vegetação é um fator muito relevante na severidade de incêndios em diversos ecossistemas, influenciando em todas as dimensões de inflamabilidade (ignitabilidade, combustibilidade e



Instituto de Biociências

sustentabilidade do fogo), demonstrando que levantamentos do caráter químico da vegetação são de extrema valia na modelagem da ecologia do fogo em diversos ambientes, inclusive no Pantanal (Mason *et al.*, 2016; Romeno *et al.*, 2019; Guerrero *et al.*, 2024). Além disso, a composição estrutural da planta e a distribuição dos tecidos nas folhas, pode ser uma característica funcional chave, como recurso para propagação e persistência do fogo

CONCLUSÃO

A notável inflamabilidade de *Elionurus muticus* tem interdependência entre seus compostos químicos, como lipídios e fenóis. Esses elementos não só desempenham um papel essencial na defesa da planta contra herbívoros, mas também amplificam a propagação e a intensidade do fogo em ambientes como o Pantanal. A impalatabilidade das folhas adultas, que secam muito rápido, a presença de espaços aeríferos nas folhas maduras aumenta a massa seca disponível no ambiente e tornam combustível de fácil ignição e propagação do fogo. Tais descobertas fornecem uma compreensão aprofundada dos mecanismos que influenciam a dinâmica do fogo nos caronais. As estratégias de manejo por meio do fogo nos caronais, podem contribuir para a conservação da vegetação do Pantanal, especialmente em face aos efeitos das secas extremas e queimadas catastróficas recorrentes.

REFERÊNCIAS

* A formatação das citações e referências bibliográficas seguiu as regras de formatação da revista Nature.

Agee, J.K. The fallacy of passive management: managing for firesafe forest reserves. *Conserv. Biol. Practice* 3 (1), 18–25 (2002).

Agee, J.K., Wright, C.B., Williamson, N., Huff, M.H. Foliar moisture content of Pacific Northwest vegetation and its relation to wildland fire behavior. *For. Ecol. Manage.* 167, 57–66 (2002).

Berlinck, C. N. *et al.* The Pantanal is on fire and only a sustainable agenda can save the largest wetland in the world. *Brazilian Journal of Biology* **82**, e244200 (2021).

Byram, G. M. Combustion of forest fuels. *Forest fire: control and use*. New York, NY: McGraw-Hill. 61-89 (1959)



Instituto de Biociências

Celaya, L. S., Vraux, M. A., Heit, C. I., Viturro, C. I. & Martina, P. F. Phytochemical and Biological Profile of Essential Oils of *Elionurus muticus* (Spreng.) Growing in Northeastern Argentina. *Chemistry & biodiversity* **20**, (2023).

Chetehouna, K., Courty, L., Garo, J. P., Viegas, D. X. & Fernandez-Pello, C. Flammability limits of biogenic volatile organic compounds emitted by fire-heated vegetation (*Rosmarinus officinalis*) and their potential link with accelerating forest fires in canyons: A Froude-scaling approach. <http://dx.doi.org/10.1177/0734904113514810> **32**, 316–327 (2013).

Chinder, G. B., Hattas, D. & Massad, T. J. Growth and functional traits of *Julbernardia globiflora* (Benth) resprouts and seedlings in response to fire frequency and herbivory in miombo woodlands. *South African Journal of Botany* **135**, 476–483 (2020).

Courty, L., Chetehouna, K., Garo, J. P. & Viegas, D. X. A Volatile Organic Compounds flammability approach for accelerating forest fires. **137**, (2010).

Damasceno-Junior, G. A. *et al.* Monodominant Stands in the Pantanal. 393–442 (2021) doi:10.1007/978-3-030-83375-6_8.

Dzingirai *et al.* Phenolic content and phospholipids peroxidation inhibition by methanolic extracts of two medicinal plants: *Elionurus muticus* and *Hypoxis hemerocallidea*. *African Journal of Biochemistry Research* **1**, 137–141 (2007).

Evans, D. E. Aerenchyma formation. *New Phytologist* **161**, 35–49 (2004).

Füller, T. N., Bertrand, C., Simon, A., de Barros, I. B. I. & Neto, J. F. B. *Elionurus muticus* as an alternative source of citral from Pampa biome, Brazil. *Journal of oleo science* **63**, 1109–1116 (2014).

Füller, T. N. *et al.* Chemical diversity of wild populations of *Elionurus muticus* (Spreng.) and the allelopathic effect of its essential oil. *Journal of Essential Oil Research* **29**, 499–506 (2017).

Füller, T. N., Tessele, C., Barros, I. B. I. & Barbosa Neto, J. F. Phenotypical, phytochemical and molecular characterization of “capim-carona” [*Elionurus muticus* (Spreng.) Kuntze] populations. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* **12**, 261–268 (2010).

Hess, Sonia C.; Peres, Marize T. L. P.; Batista, Ana L.; Rodrigues, Janaina P.; Tivioli, Soraia C.; Oliveira, Luis G. L.; Santos, Cicero W. C.; Fedel, Lis E. S.; Crispim, Sandra M. A.; Smania, Artur, Jr.; *et al.* Evaluation of seasonal changes in chemical composition and antibacterial activity of *Elyonurus muticus* (Sprengel) O. Kuntze (Gramineae)”. *Quimica Nova*, 30(2), 370–373, (2007).

Hauschild, R., Ott, A. & Silva, M. A. S. da. Ação fumigante de óleos essenciais de *Baccharis dracunculifolia* e *Elionurus muticus* contra o Ácaro rajado (*Tetranychus urticae*, Koch 1836) em morangueiro. *Cadernos de Agroecologia* **15**, (2020).

Kellogg, E. A. & Kubitzki, K. Flowering plants. Monocots: Poaceae. *Flowering Plants. Monocots: Poaceae* 1–416 (2015) doi:10.1007/978-3-319-15332-2/COVER.



Instituto de Biociências

- Kraus, J. E. & Arduin, M. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. at <https://repositorio.usp.br/item/000930286> (1997).
- Lima, H. R. R. A importância de características de flammabilidade para compreensão de resistência e resiliência de comunidades vegetais ao fogo e à seca. (2019).
- Lovejoy, T. E. & Nobre, C. Amazon tipping point. *Science Advances* **4**, (2018).
- Mason, N. W. H., Frazao, C., Buxton, R. P. & Richardson, S. J. Fire form and function: evidence for exaptive flammability in the New Zealand flora. *Plant Ecology* **217**, 645–659 (2016).
- Miranda, M. R. da S., Neves, L. F. de S., Kreitlow, J. P., Neves, S. M. A. da S. & Neves, R. J. distribuição de queimadas e mudanças na cobertura vegetal e uso da terra no Bioma Pantanal, Cáceres-Brasil. *Caminhos de Geografia* **19**, 91–108 (2018).
- Ormeño, E. *et al.* The relationship between terpenes and flammability of leaf litter. *Forest Ecology and Management* **257**, 471–482 (2009).
- Padovani, C. R. Conversão da vegetação natural do Pantanal para uso antrópico de 1976 até 2017 e projeção para 2050. (2018).
- Pausas, J. G.; Alessio, G. A.; Bruno Moreira, B. & Guadalupe Corcobado. Fires enhance flammability in *Ulex parviflorus*. *New Phytologist* **193**: 18–23 (2012).
- Pellizzaro, G., Duce, P., Ventura, A. & Zara, P. Seasonal variations of live moisture content and ignitability in shrubs of the Mediterranean Basin. *International Journal of Wildland Fire* **16**, 633–641 (2007).
- Pinheiro, E. S. & Durigan, G. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. *Brazilian Journal of Botany* **32**, 441–454 (2009).
- Pott, A., Oliveira, A. K. M., Damasceno-Junior, G. A. & Silva, J. S. V. Plant diversity of the Pantanal wetland. *Brazilian Journal of Biology* **71**, 265–273 (2011).
- Pott, A. Pastagens das sub-regiões dos Paiaguás e da Nhecolândia do Pantanal Mato-Grossense. (1982).
- Pott, A. Pastagens nativas. *Tecnologias e informações para a pecuária de corte no Pantanal*, 7-19 (1997)
- Ripley, B. *et al.* Fire ecology of C3 and C4 grasses depends on evolutionary history and frequency of burning but not photosynthetic type. *Ecology* **96**, 2679–2691 (2015).
- Roma, L. & Carvalho, J. C. Armadura transparente das plantas: Cutícula vegetal - Estrutura, composição química, importância ecológica e suas aplicações. *Botânica no Inverno 2022* 164-172 (2022).



Instituto de Biociências

Romero, B., Fernandez, C., Lecareux, C., Ormeño, E. & Ganteaume, A. How terpene content affects fuel flammability of wildland–urban interface vegetation. *International Journal of Wildland Fire* **28**, 614–627 (2019).

Rundel, P. W. Structural and chemical components of flammability. *Proceedings of the Conference Fire Regimes and Ecosystem Properties*, 183-207 (1981).

Santos, S. A. *et al.* *Guia para identificação das pastagens nativas do Pantanal*. (2019).

Kadioglu, A., Terzi, R. A dehydration avoidance mechanism: Leaf rolling. *Bot. Rev* **73**, 290–302 (2007). [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2007\)73\[290:ADAMLR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2007)73[290:ADAMLR]2.0.CO;2)

Komarek, E. Fire Ecology-Grasslands and man. *Tall Timbers Fire Ecology Conference*, 169–220. (1965).

Simpson, K. J. *et al.* Determinants of flammability in savanna grass species. *The Journal of ecology* **104**, 138–148 (2016).

Sullivan, A. L. & Ball, R. Thermal decomposition and combustion chemistry of cellulosic biomass. *Atmospheric Environment* **47**, 133–141 (2012).

Thompson, E. J. *Elionurus purpureus* E.J.Thomps. (Panicoideae: Andropogoneae: Tripsacinae), a new species for Queensland: circumscription and breeding system. *Austrobaileya* **10**, 139–162 (2017).

Vega, A. S., Castro, M. A. & Zuloaga, F. O. Anatomy and Histochemical Localization Of Lipid Secretions In Brazilian Species Of *Panicum Sect. Lorea* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae)1. <https://doi.org/10.3417/2006084> **95**, 511–519 (2008).

Yang, Y. *et al.* Volatile Fraction Composition and Total Phenolic and Flavonoid Contents of *Elionurus hensii*—Antioxidant Activities of Essential Oils and Solvent Extracts. <https://doi.org/10.1177/1934578X1300800528> **8**, 655–661 (2013).



Instituto de Biociências

ANEXOS

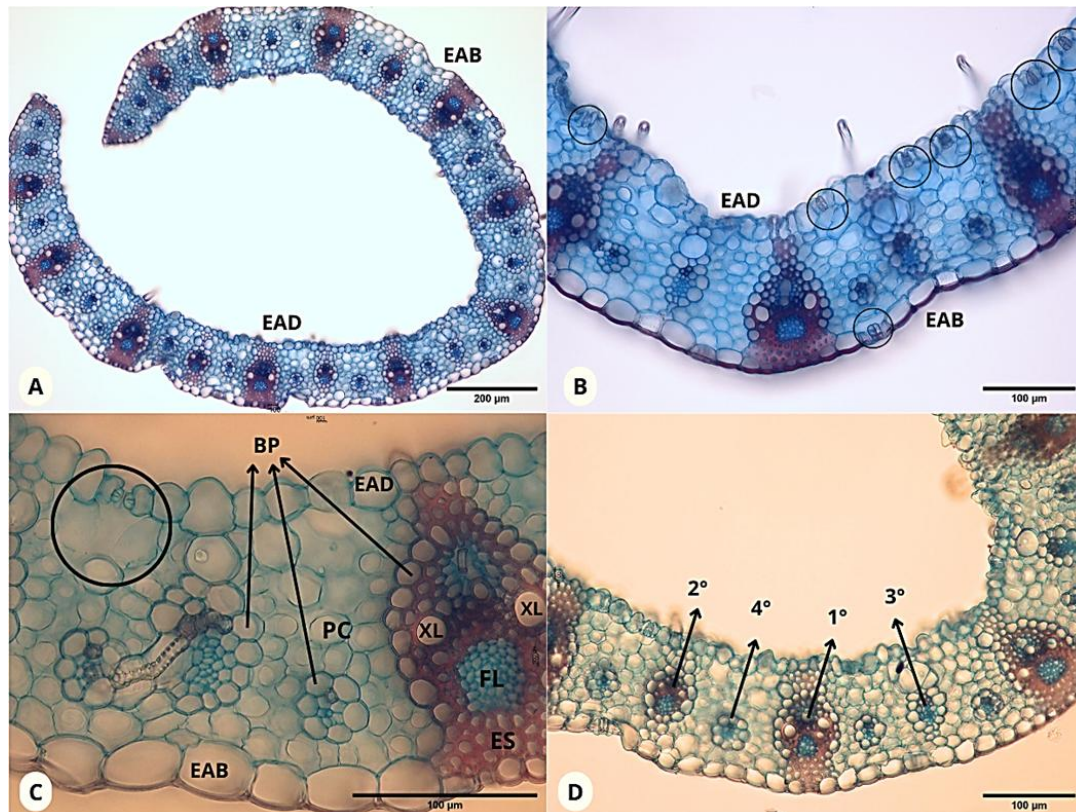


Figura 1. Secções transversais das folhas de *Elionurus muticus*. A. Curvatura da lâmina foliar jovem. B. Estômatos mais abundantes na face superior. C. Detalhe da câmara subestomática. D. Desataque para as diferentes ordens de feixes vasculares. EAB, Epiderme Abaxial; EAD., Epiderme Adaxial; BP, Bainha Perivascular; PC, Parênquima Clorofiliano; XL, Xilema; ES, Esclerênquima; FL, Floema; 1°, Feixe vascular de primeira ordem; 2°, Feixe vascular de segunda ordem; 3°, Feixe vascular de terceira ordem; 4°, Feixe vascular de quarta ordem; Estômato com câmara subestomática (Círculo).

Instituto de Biociências

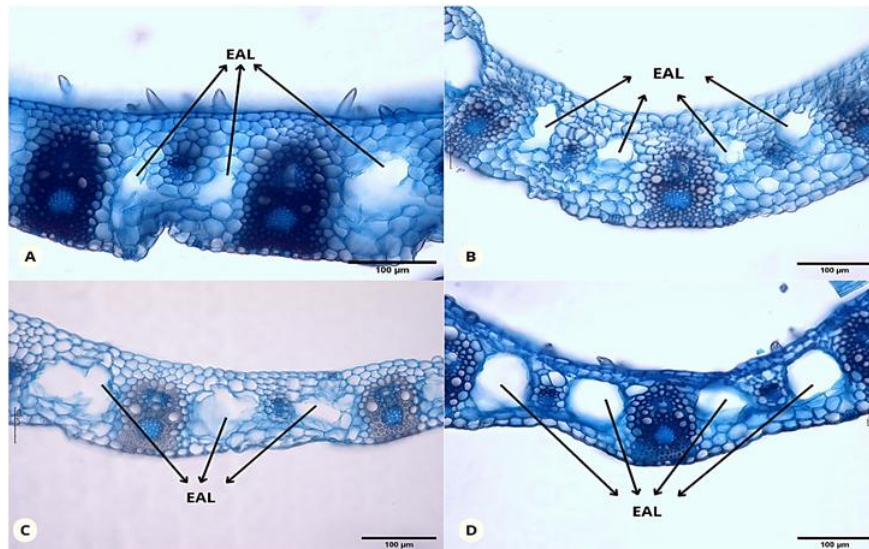


Figura 2. Secções transversais das folhas, evidenciando Espaços Aeríferos Lisígenos em diferentes estágios de desenvolvimento, em folhas mais velhas/rígidas em *Elionurus muticus*. EAL, Espaço aerífero lisígeno.

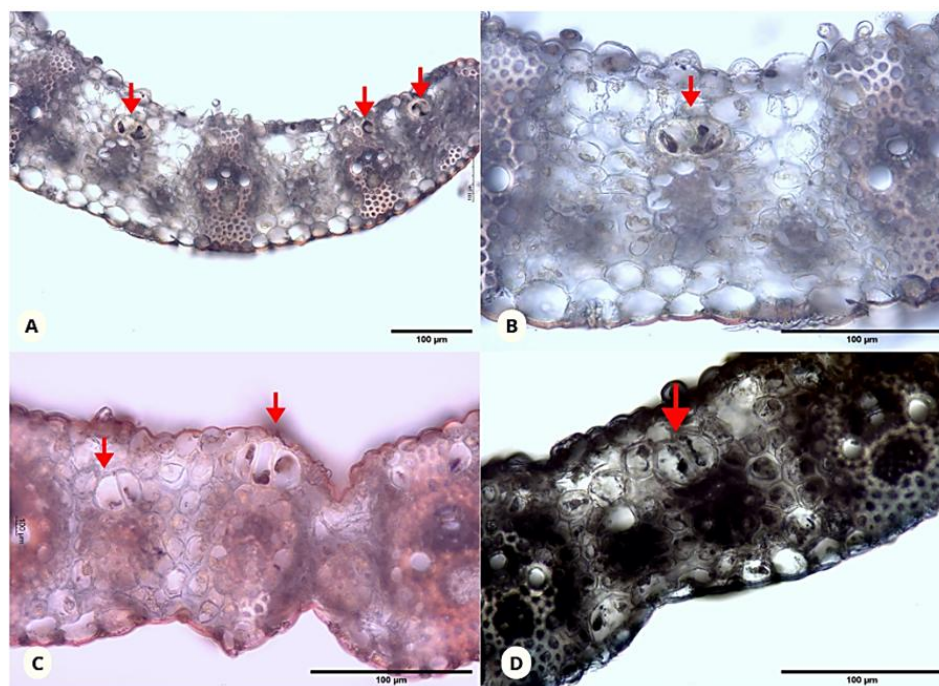


Figura 3. Testes histoquímicos. A. Vista da lâmina foliar de *Elionurus muticus* em secção transversal corado com Cloreto de Ferro. B. Lâmina foliar em secção transversal corado com Cloreto de Ferro em maior aumento. C. Lâmina foliar em secção transversal corada com Sudan IV. D. Secção transversal corada com Sudan Black. Célula Secretora (seta)



Instituto de Biociências

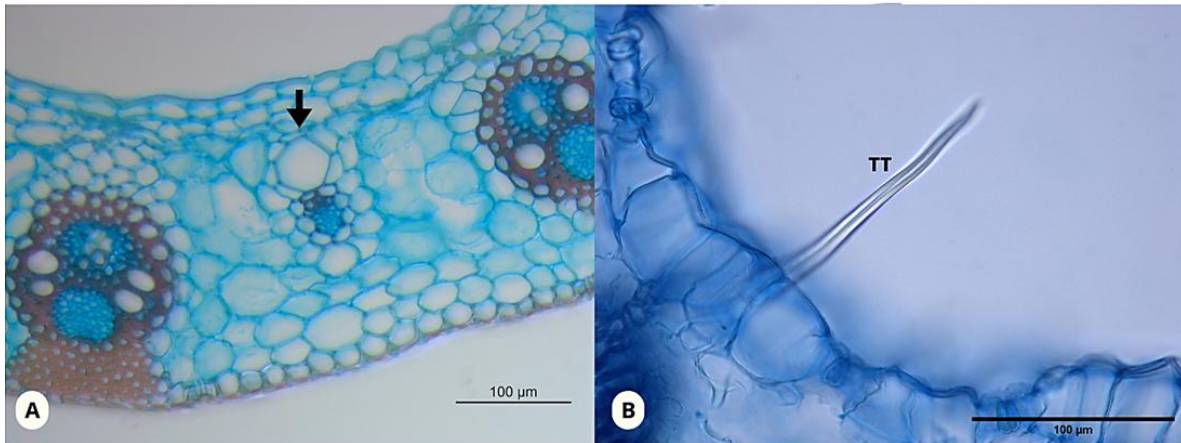


Figura 4. A. Secção transversal evidenciando detalhes da Célula Secretora. B. Tricoma tector unicelular em *Elionurus muticus* TT, Tricoma tector; Célula Secretora (seta).