

DOI: [10.46943/IX.CONEDU.2023.GT20.032](https://doi.org/10.46943/IX.CONEDU.2023.GT20.032)

VARIAÇÕES MORFOANATÔMICAS EM SISTEMAS SUBTERRÂNEOS DE PLANTAS DA FAMÍLIA ASTERACEAE

MAYARA SOUZA DA SILVA

Doutoranda em Botânica Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, mayara_souza50@hotmail.com;

MARIA ANDREZA BEZERRA CORREIA

Doutora em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, andreza.bcorreia@ufpe.br;

RESUMO

Algumas plantas apresentam adaptações estruturais, como órgãos armazenadores. Dentre os órgãos vegetais, os sistemas subterrâneos destacam-se por possuírem importantes características como: o fato de serem, tuberificados e armazenadores. Essas estruturas subterrâneas estão associadas a funções como o armazenamento de água e nutrientes, bem como a multiplicação, dando origem a novos indivíduos. Espécies da família Asteraceae apresentam essas características em suas estruturas subterrâneas. Apesar do conhecimento pré-existente acerca das estruturas subterrâneas em espécies de Asteraceae, se faz necessário reconhecer quais são essas estruturas e como elas estão definidas. Dessa forma o objetivo do estudo foi realizar um levantamento bibliográfico para identificar quais tipos de estruturas subterrâneas são descritas para espécies da família Asteraceae e discutir sobre definições propostas para algumas dessas estruturas. Para identificar quais e quantas estruturas subterrâneas foram descritas para família Asteraceae foi realizado um levantamento nas plataformas: Scopus, Web of Science, Scielo, Science Direct. Em todas as plataformas foi utilizada uma combinação de palavras-chave. Foram identificadas seis tipologias de estruturas subterrâneas para Asteraceae, sendo elas: xilopódio, rizoma, rizóforo, raízes gemíferas, tubérculos caulinares e raízes não espessadas. Os dados mostram que as definições estruturais empregadas para as espécies de Asteraceae são complexas e amplamente debatidas se fazendo necessário mais estudos acerca do tema.

Palavras-chave: Adaptação Estrutural, Anatomia Vegetal, Compositae, Estruturas subterrâneas.

INTRODUÇÃO

Algumas plantas apresentam adaptações estruturais evidentes, como órgãos armazenadores de água. Dentre os órgãos vegetais, os sistemas subterrâneos possuem importantes características consideradas xeromórficas, como o fato de serem superficiais, tuberificados e armazenadores, associadas a funções como o armazenamento de nutrientes e água, multiplicação de indivíduos novos (i.e., raízes gemíferas) (SILVA, 2021).

Raunkiaer (1934) hipotetizou que na evolução dos vegetais superiores, as gemas tornaram-se escondidas e protegidas, porque dessa forma aumentava a sobrevivência das plantas possibilitando a regeneração da parte aérea perdida, devido a uma seca prolongada ou a ação do fogo (RACHID-EDWARDS, 1956; COUTINHO, 2002; HAYASHI et al., 2001).

Muitas plantas são capazes de sobreviver a perturbações recorrentes, por rebrotamento. Os órgãos subterrâneos podem armazenar brotos, carbono, água e nutrientes e, portanto, ter uma chave função em teias alimentares e processos ecossistêmicos (PAUSAS et al., 2018). Como as plantas rebrotam após perturbações, dependerá do número e da localização das gemas dormentes, bem como o tipo de órgão de armazenamento. Essas características variam amplamente entre as plantas, dependendo sobre o contexto filogenético da espécie e regime de perturbação em que evoluiu (KLIMESOVA & KLIMES, 2007; CLARKE et al., 2013; FIDELIS et al., 2014; PAUSAS et al., 2018). Por exemplo, o fogo produz calor que pode facilmente matar gemas superficiais e meristemas mal isolados que são afetados por outros distúrbios; assim, os incêndios tendem a ser um distúrbio relativamente grave e inespecífico (PAUSAS et al., 2016).

Consequentemente, em ecossistemas onde os incêndios são frequentes, as plantas devem proteger seus botões do calor do fogo ou perecerá. Uma maneira de promover a proteção, é o cultivo de uma casca espessa e isolante (PAUSAS, 2015, 2017, 2018). Dentre as diversas famílias de angiospermas, a família Asteraceae tem se mostrado potencialmente importante para estudos envolvendo o sistema subterrâneo, dada a diversidade morfoanatômica dessa estrutura, bem como sua ampla distribuição biogeográfica (SILVA, 2021).

A família Asteraceae é uma das mais diversas das angiospermas, com milhares de espécies vegetais. Essas espécies estão subdivididas em três subfamílias (Asteroideae, Barnadesioideae e Cichorioideae), distribuídas ao redor do mundo,

exceto na Antártida. Os membros dessa família são reconhecidos por possuírem valor econômico e medicinal. As espécies possuem hábito herbáceo, subarbutivo ou arbustivo e, raramente, arbóreo ou escandente. São altamente diversificadas, principalmente no que se refere ao habitat e as suas formas de vida (ANDERBERG et al., 2007; SILVA, 2021). A capacidade de dispersão por longas distâncias e o sucesso no estabelecimento em diversos habitats com condições climáticas e edáficas diversificadas, promoverão a presença de adaptações estruturais nesses órgãos na família (ANDERBERG et al., 2007).

Apesar de uma apreciação de longa data da importância e variabilidade da localização do banco de gemas na capacidade das plantas para se recuperar de estresses sazonais ou distúrbios intermitentes (LINDMAN, 1900; JEPSON, 1916; RAUNKIAER, 1934), pesquisas nos bancos de botões subterrâneos têm sido escasso (TANSLEY, 1946). Sabendo da ampla distribuição da família asteraceae, bem como a presença de estruturas subterrâneas bem desenvolvidas na família, o objetivo do trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico para identificar quais tipos de estruturas subterrâneas são descritas para espécies da família asteraceae, e discutir sobre definições propostas para algumas dessas estruturas.

METODOLOGIA

Para identificar quais e quantas estruturas subterrâneas foram descritas para família Asteraceae foi realizado um levantamento nas plataformas: Scopus, Web of Science, Scielo, Science Direct. Em todas as plataformas foi utilizada uma combinação de palavras-chave, por exemplo: (“xylopodium anatomy” OR “xilopodia anatomy” OR “underground systems” OR “root anatomy”) AND (“xylopodium morphoanatomy” OR “xilopodia morphoanatomy” OR “underground systems” OR “root anatomy”) AND (“Asteraceae” OR “Compositae”). Ainda foram realizadas buscas no Google Acadêmico, utilizando a seguinte combinação: underground system OR Compositae Family OR Asteraceae Family.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

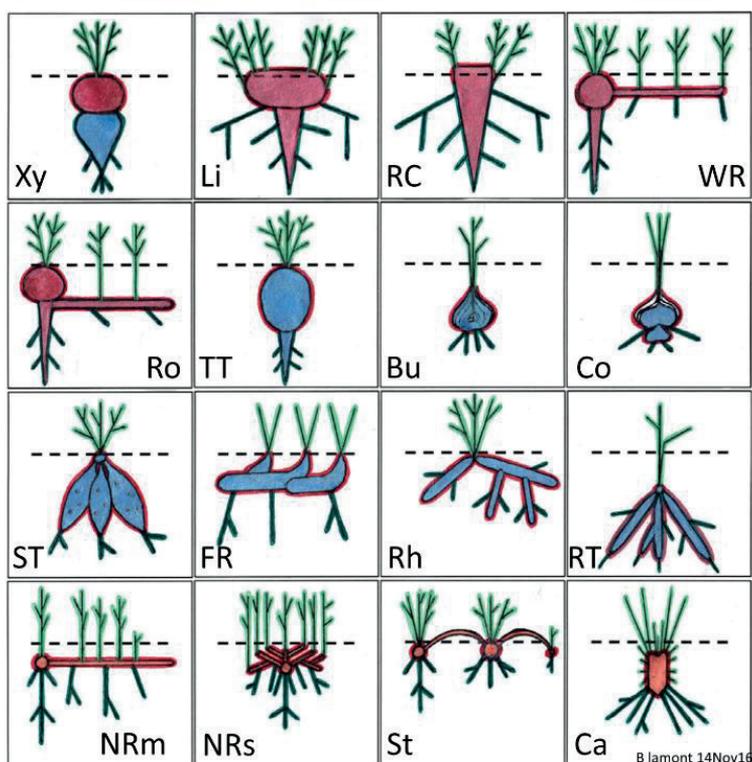
Como resultado das buscas, foram identificadas seis tipologias de estruturas subterrâneas para Asteraceae, sendo elas: xilopódio, rizoma, rizóforo, raízes gemíferas, tubérculos caulinares e raízes não espessadas. Um estudo realizado por

Filartiga e colaboradores (2017) obteve um levantamento onde foi evidenciado que entre as 136 asteraceae descritas nos trabalhos publicados cerca de 73 % das espécies tinham um xilopodia, 12 % tinham um rizoma, 7 % tinham raízes não espessas e 6 % tinham um rizóforo desenvolvido. Apenas duas espécies apresentaram raízes gemíferas e apenas uma apresentou tubérculo caulinar. Pausas et al. (2018) evidenciaram através de um diagrama, estruturas subterrâneas que são observadas em também espécies de asteraceae, onde essas estruturas são capazes de emergir novos ramos aéreos (figura 1).

Rizóforos ocorrem em monocotiledôneas e dicotiledôneas em savanas tropicais (CARVALHO & DIETRICH, 1993). A terminologia rizóforo, foi empregada originalmente para descrever um ramo axilar sem folhas originado de estolões do licópode *Selaginella* que produzia raízes a partir de seu ápice ao entrar no solo (LU & JERNSTEDT, 1996). A terminologia também é utilizada para caules sem folhas com geotropismo positivo como ocorre na *Rhizophora mangle* (MENEZES, 2006). Como o rizóforo apresenta crescimento geotrópico positivo, o ápice do órgão é a região mais distante da superfície do solo (região distal), e apresenta os tecidos mais jovens. A região oposta, mais próxima à superfície do solo (região proximal), é constituída por tecidos mais velhos (HAYASHI & APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2005).

O comprimento dos rizóforos é variável, podendo desenvolver-se a partir de gemas cotiledonares axilares (ROCHA & DE MENEZES, 1997; HAYASHI & APPEZZATO-DA GLÓRIA, 2005), gemas abaixo do solo do eixo caulino (MARTINS et al., 2011) ou de hipocótilo espessado (MENEZES, 2007). Em geral, as gemas localizadas na região proximal dão origem a ramos aéreos enquanto aquelas da região distal dão origem a ramificações do próprio órgão subterrâneo. Botões sustentados por rizóforos são frequentemente profundamente enterrados e, portanto, estão bem protegidos do fogo. Por vezes, o rizóforo também permite a reprodução vegetativa quando a parte tuberculizada se separa da planta mãe (ROCHA & DE MENEZES, 1997). Em espécies presentes em ambientes propensos ao fogo, observa-se a presença de rizomas não lenhosos, levemente carnosos e sem folhas, que se originam de um sistema de ramificação bipolar, ou seja, com brotos aéreos e brotos subterrâneos crescendo para baixo e que produzem raízes; faltando-lhes um sistema radicular primário (MENEZES, 2007).

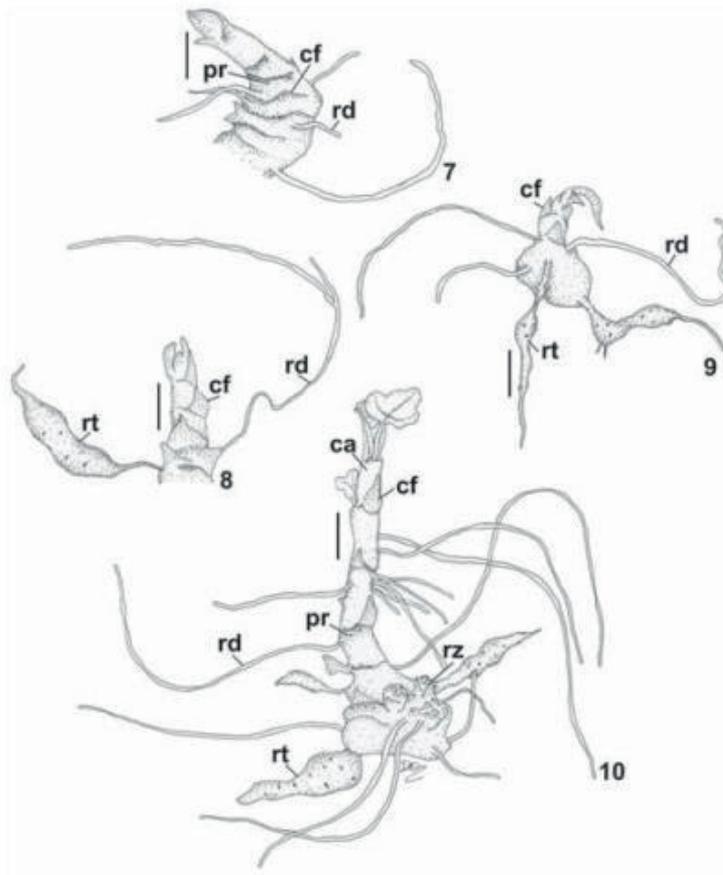
Figura 1. Diagramas estilizados de 16 estruturas de bancos de brotos subterrâneos (BBB) que permitem que as plantas rebrotem após o fogo (destacado em vermelho), conforme descrito na Caixa 1. A linha horizontal tracejada indica a posição da superfície do solo. Rosa, estruturas caracterizadas por tecidos lenhosos; azul, carnudo tecidos; laranja, nem lenhoso nem carnudo (geralmente tecidos primários altamente esclerificados, fibrosos ou 'em corda'). Brotos destacados em verde maçã: caules com folhas, ramificado; somente folhas, não ramificadas. Raízes destacadas em verde-oliva: as raízes triangulares indicam um sistema primário, enquanto as que surgem diretamente do estruturas de armazenamento de gemas são adventícias. Do canto superior esquerdo para o canto inferior direito: Xy, xilopódio (em vermelho) unido à raiz tuberosa (em azul); Li, lignotúber; RC, coroa radicular; WR, rizoma lenhoso, surgindo (aqui) de um burl; Ro, raiz lateral com brotos surgindo (aqui) de um burl (observe que a raiz não é necessariamente lenhosa); TT, raiz principal tubérculo; Bu, bulbo; Co, corm, com corm do ano anterior ainda presente; ST, tubérculo caulinar; FR, rizoma carnoso não lenhoso; Rh, rizóforo (botões de notas são suportados apenas por os rizóforos mais antigos); RT, tubérculo adventício da raiz; NRm, rizoma fibroso não lenhoso com arranjo monopodial levando a clone expansivo; NR's, rizoma fibroso não lenhoso com arranjo simpodial levando a hábito cespitoso; St, estolões que produzem novos rametes após o fogo (note que não é um BBB); caudex subterrâneo (Ca). Desenhos de B. B. Lamont.



Fonte: Pausas (2018).

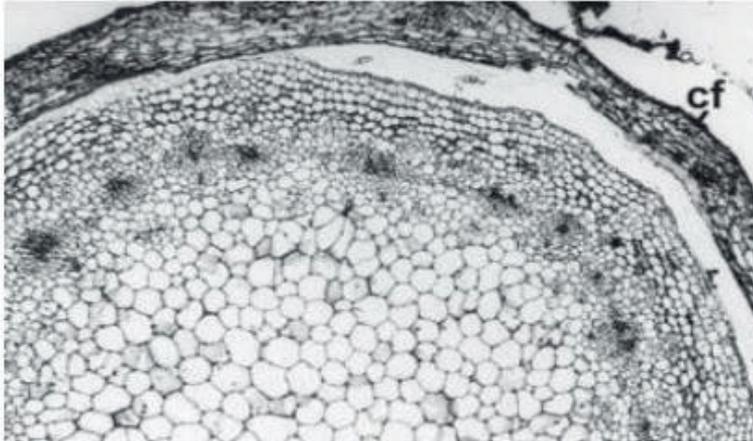
Carvalho & Dietrich (1993), realçam que os rizóforos são órgãos altamente ramificados e atuam como órgãos de reprodução vegetativa para a planta, por possuírem muitas gemas distribuídas em toda a sua superfície. O rizóforo, é capaz de armazenar até 90% do seu peso seco em frutanos do tipo inulina, bem como as reservas de carbono são armazenadas no rizóforo e/ou nas raízes. Essas características podem ser observadas em um trabalho realizado por Machado et al (2004), que trouxe o exemplo de *Smallanthus sonchifolius*, onde a (figura 2) demonstra a morfologia da estrutura e a (figura 3) mostra um corte transversal da estrutura subterrânea do rizóforo de *S. sonchifolius*.

Figuras 2. Estágios sucessivos do desenvolvimento de plantas de *S. sonchifolius* a partir de fragmento do rizóforo contendo gemas e primórdios de raízes adventícias. (ca = caule aéreo, cf = catafilo, pr = primórdio de raiz adventícia, rd = raiz delgada, rt = raiz tuberosa, rz = rizóforo). Barras = 1 cm.



Fonte: Machado et al. (2004).

Figura 3. Secção transversal do rizóforo de *S. sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. Porção distal, mostrando o córtex reduzido, feixes colaterais dispostos em círculo e medula ampla, perceber catafilo (cf); notar periderme bem desenvolvida.



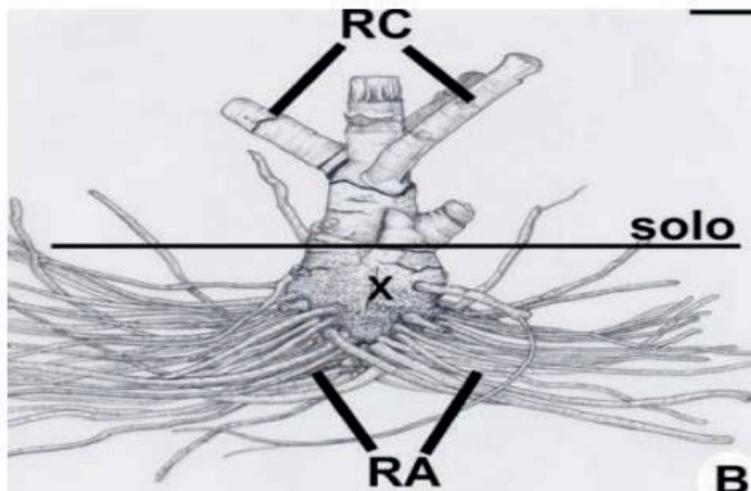
Fonte: Machado et al. (2004).

Overbeck & Pfadenhauer, (2007) argumentam sobre a necessidade de mais pesquisas para entender adequadamente a estrutura dos rizóforos, bem como sua distribuição geográfica e taxonômica. Uma estrutura subterrânea também observada em algumas espécies de Asteraceae é o xilopódio.

O xilopódio foi reconhecido há muito tempo nos campos brasileiros (LINDMAN, 1900) e são comuns no sul América, especialmente entre Fabaceae e Asteraceae. Os xilopódios são “burls” lenhosos basais que se originam do hipocótilo e, às vezes, da parte superior do raiz principal; à medida que o desenvolvimento prossegue, as bases dos ramos podem lignificar e contribuir para a estrutura do xilopódio (APPEZZATO-DA-GLÓRIA & CURY, 2011). Há uma tendência de chamar todos os “burls” basais observados, como xilopódios; no entanto, estudos anatômicos mostram que alguns “burls” em as savanas brasileiras são melhor descritas como “lignotubers” (p. *Styrax camporum* (APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2015). Os xilopódios são tipicamente menores do que “lignotubers” (por exemplo, 2-5 cm de largura). Os botões são axilares ou adventícios originário do câmbio do xilopódio; eles geralmente estão localizados na parte superior do xilopódio, ou seja, próximo à superfície do solo (LOPES-MATTOS et al., 2013; DA SILVA et al., 2014). Eles podem ser suportados por um tubérculo de raiz principal ou por umas poucas raízes laterais ou adventícias inchadas (raízes tuberosas).

Devido ao pequeno tamanho do xilopódio e à restrita localização dos botões neste órgão, o número de botões é menor como registrados em *Eupatorium ligulaefolium* (FIDELIS et al., 2010), e seu xilema não é tão contorcido como nos lignotúbers (APPEZZATO-DA-GLÓRIA et al., 2008; LOPES-MATTOS et al., 2013; DA SILVA et al., 2014). É possível observar um exemplo de xilopódio em *Lessingianthus bardanoides* (figura 4), na imagem é possível observar a emissão de ramos aéreos.

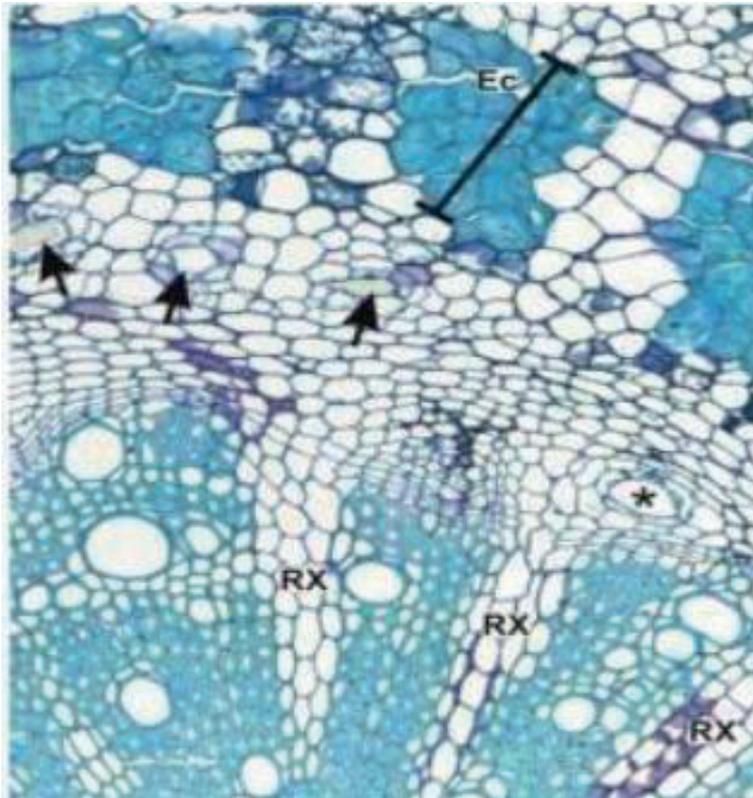
Figura 4. *Lessingianthus bardanoides* (Less) H. Rob. Vista geral do xilopódio (X), observar a emissão de ramos aéreos (Rc) e raízes adventícias (Ra).



Fonte: Cury (2008).

Em geral termos, “lignotubers” estão associados com arbustos lenhosos maiores que ocorrem sob regimes de fogo de alta intensidade, enquanto xilopódios tendem a ocorrer entre arbustos menores e “forbs” (herbáceas), muitas vezes com hastes sazonais (LAMONT et al., 2017), sob frequentes incêndios de baixa intensidade em pastagens e savanas; no entanto, sem uma inspeção detalhada, muitas vezes é difícil determinar o tipo real de “burl” basal (MAURIN et al., 2014). Algumas espécies de Asteraceae armazenam frutanos, amido ou até mesmo possuem canais secretores no xilopódio, como observado em *Aldama kunthiana* (figura 5).

Figura 5. *Aldama kunthiana* (Gardner) e E.Schill. & Panero. Corte transversal do xilopódio. Notar canais secretores no córtex (setas); canais secretores no floema secundário (*) e escleréides (Ec).



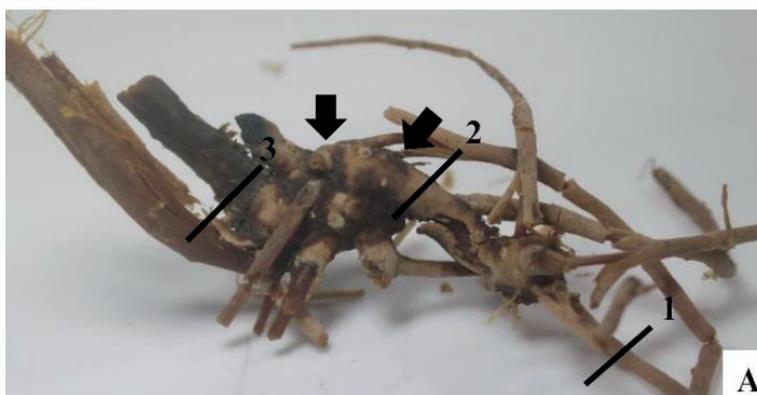
Fonte: Silva (2013).

No entanto, na maioria dos casos, o xilopódio carece de reservas e estas são em vez associado com as raízes tuberosas onde os carboidratos são armazenados.

Raízes tuberosas, são órgãos não-lenhosos de origem secundária que possuem uma consistência suculenta. Regiões de contração são observadas com constância em raízes tuberosas, como pode ser visto em *Vernonia oxylepis*. Esse sistema subterrâneo é revestido por uma periderme com lenticelas apresentando, principalmente, o parênquima especializado, como tecido de armazenamento de água e de reserva, em *Gyptis lanigera* (Hook. & Arn.) é possível observar o periciclo proliferado e uma periderme bem estratificada. Quanto às substâncias que armazenam, de acordo com alguns autores, esse tipo de raiz não costuma apresentar grãos de amido, sendo frutanos os principais carboidratos de reserva (RIZZINI; HERINGER, 1961). Os cristais de inulina (frutanos) estão localizados principalmente

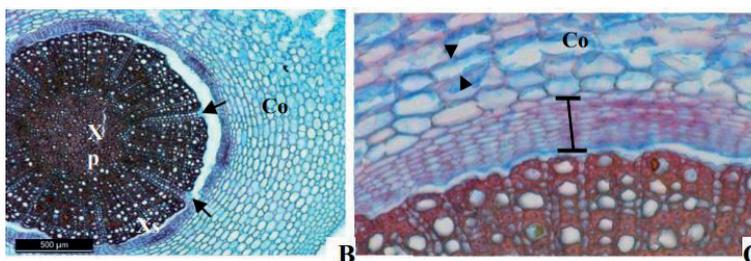
no parênquima medular, nos elementos de vaso e parênquima xilemático, característica comum entre as plantas da família Asteraceae (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; GUERREIRO, 1992). Além desses, as raízes tuberosas assim como xilopódios, são ricos ainda em cálcio, magnésio, fósforo, potássio e água (FILARTIGA, 2017; SILVA et al., 1984). É possível observar um exemplo de raiz tuberosa em *Dasyphyllum sprengelianum* onde a estrutura subterrânea é formada por regiões mais e menos tuberosas (figura 6) as várias camadas de um periciclo fibroso, bem como sucessivas divisões peri e anticlinais no parênquima cortical podem ser visualizadas (figura 7).

Figura 6. *Dasyphyllum sprengelianum* (Gadner) Cabrera. A. Vista morfológica geral do sistema subterrâneo destacando as regiões menos tuberosa (1) e mais tuberosa (2-3) que foram analisadas quanto à anatomia. Notar estruturas nodais (setas).



Fonte: Silva (2021).

Figura 7. *Dasyphyllum sprengelianum* (Gadner) Cabrera. B-C. Secção transversal da região 1. B. Observar a região cortical amplamente desenvolvida, raios vasculares (setas). C. Camadas do periciclo fibroso (barra) e a endoderme com estrias de Caspary (setas). (setas). Co- Córtex. Xp-Xilema primário.



Fonte: Silva (2021).

Rizomas são caules subterrâneos que crescem horizontalmente (ou semi-verticalmente) de uma planta-mãe sem um limite definido. Cada 'segmento' é normalmente chamado de 'rizoma' e pode suportar rebentos e raízes adventícias. Alguns autores (APPEZZATO-DA GLÓRIA, 2015) propuseram que o termo rizoma fosse restrito para caules subterrâneos sem crescimento secundário (HOLM, 1929), e, em vez disso, use o termo "sóbole" para aqueles com crescimento secundário. No entanto, a maior parte da literatura usa 'rizoma' de uma forma geral para caules horizontais perenes, abaixo do solo, independentes de sua "woodiness" (lenhificação) (BELL, 2008). Além disso, "sóbole" tem sido usado não apenas para rizomas lenhosos (RIZZINI & HERINGER, 1966; ALONSO & MACHADO, 2007), mas também para esguios e não amadeirados caules entre monocotiledôneas (BELL, 2008; SAXENA, 2010).

Klimesova & Klimes (2007) propuseram que o termo "sóbole" seja restrito (e o considere sinônimo com) rizomas lenhosos, em contraste com rizomas não lenhosos (que pode ser carnuda ou seca). Os rizomas podem surgir em profundidade (hipogeógeno) ou ser iniciado na superfície do solo e depois puxado abaixo do solo por raízes contráteis (epigeógenas). Os últimos são mais característicos de ecossistemas não propensos ao fogo. Os rizóforos que crescem para baixo e dão origem a as raízes também estão incluídas sob a égide dos rizomas (sensu lato) (KLIMESOVA & KLIMES, 2007). As principais funções dos rizomas são propagação lateral, reprodução e maior capacidade de sobreviver à perda de brotos. Muitas espécies rizomatosas são altamente bem-sucedidas em ecossistemas propensos ao fogo, variando de ervas carnudas a árvores perenes (ALONSO & MACHADO, 2007).

Rizomas não lenhosos (rizomas sensu stricto) são ervas caules "ceous" (moles), que se espalham lateralmente abaixo do solo; eles não têm secundário crescimento e produzir folhas ou brotos acima do solo. Esses rizomas foram descritos pela primeira vez em samambaias e depois aplicados a muitas monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas herbáceas basais (HOLM, 1929; RAUNKIAER, 1934); atualmente, o termo é aplicado a não lenhosos, hastes subterrâneas em qualquer planta.

Para rizomas não lenhosos Lamont & Downes (2011) discute que os rizomas apresentam sistema de ramificação de haste unipolar, que consiste em uma haste de eixo com gemas (cobertas por catáfilos) gerando folhas aéreas ou brotos e raízes adventícias. Normalmente, esses rizomas são originários do ápice do epicótilo da plântula (plúmula) e rizomas subsequentes surgem de gemas axilares no rizoma. Alguns rizomas são carnudos enquanto outros são secos e rígidos; o tipo de rizoma

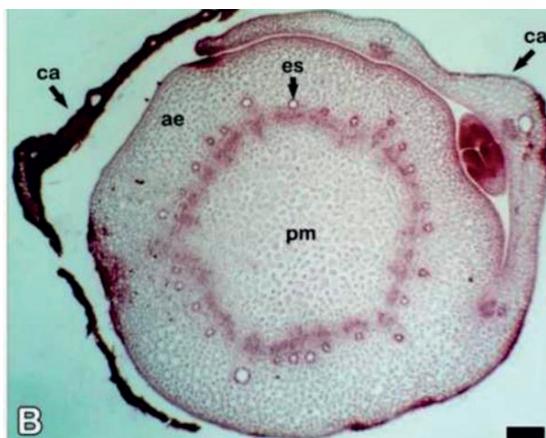
seco e rígido pode ser observado em Poales (graminóides), que estão fortemente ligados a distúrbios como fogo e pastoreio. Exemplos de rizomas carnudos são vistos em *Moraea* (Iridaceae) (LAMONT & DOWNES, 2011) e em *Solidago chilensis* (PEREZ, 2018) (figura 8, 9). O componente de reserva armazenado no rizoma é bastante variável entre táxons.

Figura 8. *Solidago chilensis* var. *Chilensis*. Morfologia. A. Aspecto geral da planta em estado vegetativo. B. Folhas da área distal do caule (apical e superior). C. Folha da zona média do caule. D. Órgãos subterrâneos: rizomas e raízes. E. Detalhe do rizoma e dos catafilos. Barras: A: 30 cm; B, C: 2 cm; D: 10 cm; E: 1 cm.



Fonte: Perez (2018).

Figura 9. *Solidago chilensis* var. *Chilensis*. Rizoma. Aspecto geral na área distal. Referências: ae, aerênquima; ca, catáfilo; PM, parênquima medular.



Fonte: Perez (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o estudo acerca de sistemas subterrâneos forneça algumas respostas que podem ser utilizadas em ecologia bem como também para taxonomia, os estudos dessas estruturas permanecem pouco estudados. E compreendendo a importância ecológica e social da obtenção desta informação, são necessárias mais pesquisas sobre este tema.

REFERÊNCIAS

KLIMESOVA J; KLIMES L. 2007. Bud banks and their role in vegetative regeneration – a literature review and proposal for simple classification and assessment.

Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 8: 115–129.

CLARKE P J et al. 2013. Resprouting as a key functional trait: how buds, protection and resources drive persistence after fire. **New Phytologist** 197: 19–35.

FIDELIS A et al. 2014. Does disturbance affect bud bank size and belowground structures diversity in Brazilian. subtropical grasslands? **Flora** 209: 110–116.

PAULA S et al. 2016. Lignotubers in Mediterranean basin plants. **Plant Ecology** 217: 661– 676.

PAUSAS J G. 2015. Bark thickness and fire regime. **Functional Ecology** 29: 315–327.

PAUSAS J G. 2017. Bark thickness and fire regime: another twist. **New Phytologist** 213: 13– 15.

LINDMAN C A M. 1900. Vegetationen i Rio Grande do Sul (Sydbrasilien). Stockholm, Sweden: Nordin & Josephson.

SILVA, Mayara Souza da. **Traços morfoanatômicos em sistema subterrâneo de *Dasyphyllum sprengelianum* (Gardner) Cabrera (Asteraceae): importância diagnóstica e ecológica.** 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

RAUNKIAER, Christen et al. The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. **The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.**, 1934.

RACHID-EDWARDS, Mercedes. Alguns dispositivos para proteção de plantas contra a seca eo fogo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica**, p. 35-68, 1956.

LINDMAN, Carl Axel Magnus. **Vegetationen i Rio Grande do Sul (Sydbrasilien)**. Nordin & Josephson, 1900.

JEPSON, Willis L. Regeneração em manzanita. **Madroño**, v. 1, n. 1, p. 3-12, 1916.
TANSLEY, Arthur George et al. Ecologia vegetal e a escola. 1946.

ANDERBERG, A. A. et al. **Compositae: Compositae Adans., Fam. Pl. 2: 103 (1763), nom. alt. et cons. Asteraceae Martynov, Tekhno-Bot. Slovar: 55 (1820), nom. cons.** Springer Berlin Heidelberg, 2007.

DEL TREDICI, Pedro. Lignotubers em Sequoia sempervirens: desenvolvimento e significado ecológico. **Madroño**, p. 255-260, 1998.

MIBUS, Raelene; SEDGLEY, Margaret. Early Lignotuber Formation in Banksia— Investigations into the Anatomy of the Cotyledonary Node of TwoBanksia (Proteaceae) Species. **Annals of Botany**, v. 86, n. 3, p. 575-587, 2000.

OLIVEIRA, M. L; VERDAGUER, D. Ontogenia de Lignotuber no sobreiro (*Quercus suber*; *Fagaceae*) II. Germinação e plântulas jovens. **Revista Americana de Botânica**, v. 80, n. 2, p. 182-191, 1993.

MIBUS, Raelene; SEDGLEY, Margaret. Early Lignotuber Formation in Banksia— Investigations into the Anatomy of the Cotyledonary Node of TwoBanksia (Proteaceae) Species. **Annals of Botany**, v. 86, n. 3, p. 575-587, 2000.

CHATTAWAY, Margaret M. Bud development and lignotuber formation in eucalypts. **Australian Journal of Botany**, v. 6, n. 2, p. 103-115, 1958.

GRAHAM, Alison Wendy; WALLWORK, M. A.; SEDGLEY, Margaret. Lignotuber bud development in *Eucalyptus cinerea* (F. Muell. ex Benth). **International Journal of Plant Sciences**, v. 159, n. 6, p. 979-988, 1998.

ABBOTT, Ian; LONERAGAN, Owen. Growth rate and long-term population dynamics of jarrah (*Eucalyptus marginata* Donn ex Sm.) regeneration in Western Australian Forest. **Australian Journal of Botany**, v. 32, n. 4, p. 353-362, 1984.

Burrows, G. E. "Brotos, incêndios florestais e rebrotamento nos eucaliptos". **Revista Australiana de Botânica** 61.5 (2013): 331-349.

Smith, M. G; Arndt, S. K; Miller, R. E; Kasel, S & Bennett, L. T. (2018). As árvores usam mais reservas de carboidratos não-estruturais durante a rebrotação epicórmica do que basal. **Fisiologia das Árvores**, 38(12), 1779-1791.

MACHADO, Silvia R. et al. Morfoanatomia do sistema subterrâneo de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson (Asteraceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 27, p. 115-123, 2004.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; CURY, Graziela. Características morfoanatômicas de sistemas subterrâneos em seis espécies de Asteraceae do Cerrado brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, p. 981-992, 2011.

LOPES-MATTOS, K. L. B. et al. Sistema subterrâneo de *Mandevilla atrovioleacea* (Stadelm.) Woodson (Apocynaceae, Apocynoideae) do campo de altitude brasileiro. **Revista Sul Africana de Botânica**, v. 87, p. 27-33, 2013.

FIDELIS, Alessandra; PIVELLO, Vânia Regina. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 12-25, 2011.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz et al. Underground systems of Asteraceae species from the Brazilian Cerrado1. **the Journal of the torrey botanical society**, v. 135, n. 1, p. 103-113, 2008.

CURY, Graziela. **Sistemas subterrâneos de Asteraceae do Cerrado paulista: abordagens anatômica, ecológica e reprodutiva**. 2008. Tese de Doutorado. Tese Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Brazil.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. 2015. Morfologia de sistemas subterrâneos de plantas=: Morfologia de sistemas subterrâneos de plantas.

MAURIN O et al .2014. Savanna fire and the origins of the 'underground forests' of Africa. **New Phytologist** 204: 201-214.