IX SINMCA
IX Simpósio do Noroeste Mineiro de Ciências Agrárias e
VIII Semana Acadêmica
25 a 27 de novembro de 2025

Diversidade morfológica de fitólitos do tipo *Acute* originados em tricomas epidérmicos de amostras vegetais do Parque Nacional Grande Sertão Veredas

Caline Patrícia da Silva Menezes [1,*], Isadora Lourenço Barbosa [2], Andressa Maryana Lopes Mota [2], Fabrício Silva Terra [1], Marcia Regina Calegari [3] e Ingrid Horák-Terra [1]

[1] *Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri*
[2] *Graduação - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri*
[3] *Laboratório Multiusuário de Estudos da Dinâmica Ambiental – LEDA, Universidade Estadual do Oeste do Paraná*

***E-mail do autor principal:** caline.menezes@ufvjm.edu.br

RESUMO EXPANDIDO

INTRODUÇÃO

Os fitólitos são partículas microscópicas constituídas de sílica hidratada amorfa produzidas nos tecidos vegetais e depositados nas paredes celulares ou nos tecidos das plantas durante seus ciclos vegetativos (Paisani et al, 2016; Calegari et al, 2022). Essa biomineralização permanece armazenada no interior das estruturas vegetais, bem como no espaço intercelular, constituindo-se uma parte do organismo vivo, conferindo rigidez e proteção aos tecidos vegetais (Piperno, 1985; Aguiar, 2019). Após a senescência ou a decomposição da matéria orgânica, os fitólitos se mantêm preservados nos tecidos da planta ou no solo, constituindo importantes bioindicadores em estudos paleoambientais. Dentre os diversos morfotipos de fitólitos descritos, destacam-se os do tipo *Acute*, formados a partir da silicificação de células epidérmicas da parte aérea de plantas, especialmente aquelas associadas a pelos ou tricomas (Kim, 2019; Werker, 2000). Essas estruturas desempenham funções adaptativas fundamentais para a planta, como proteção física, química e mecânica, redução da perda de água por transpiração e interação com fatores bióticos e abióticos do ambiente (Wang et al, 2021; Simplício, Conce e Dallagnol, 2022).

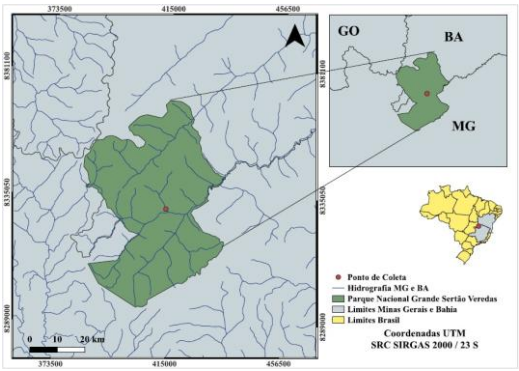
A variabilidade morfológica de fitólitos do tipo *Acute* reflete a diversidade estrutural dos tricomas e representa um potencial marcador anatômico e taxonômico ainda pouco explorado. O estudo desses fitólitos contribui não apenas para a compreensão da ecologia e da fisiologia vegetal, como também para estudos de reconstituição paleoambiental, uma vez que padrões morfológicos específicos podem ser correlacionados a comunidades vegetais e condições ambientais do passado.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma parte da diversidade morfológica dos fitólitos do tipo *Acute* identificados em amostras vegetais do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, evidenciando sua contribuição como um proxy para estudos de reconstituição paleoambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

Situada na região Noroeste de Minas Gerais e em parte do território da Bahia e de Goiás, a área em que foram coletadas as amostras vegetais para este estudo está inserida no Parque Nacional Grande Sertão Veredas (15°6'S e 45°48'W), localizado na bacia do rio Preto (Figura 1) (Recoder e Nogueira, 2007). A vegetação local é predominantemente savânica, com ocorrência de campos de gramíneas essencialmente irregulares, além de veredas (Figura 2) (Brasil, 2003; Recoder e Nogueira, 2007). As análises foram conduzidas a partir de 20 amostras vegetais que foram processadas segundo os procedimentos de “dry-ashing”, adaptados das técnicas descritas por Piperno (2006), para obter os resultados descritos neste estudo. As famílias e espécies das amostras avaliadas estão relacionadas na Tabela 1.

Figura 1 – Localização do Parque Nacional Grande Sertão Veredas.



Fonte: Os autores, 2025.

Figura 2 – Vegetação do Parque Nacional Grande Sertão Veredas.



Fonte: Os autores, 2019.

Tabela 1 – Famílias, gêneros e espécies das amostras analisadas.

Família	Gênero/Espécie	Amostra
Fabaceae	*Chamaecrista basifolia*	GSV001
	Dimorphandra mollis	GSV008
	Pterodon emarginatus	GSV010
	Periandra meditarranea	GSV014
Asteraceae	*Lepidaploa aurea*	GSV002
	Pseudobrickelia brasiliensis	GSV005
Malpighiaceae	*Byrsonima verbascifolia*	GSV003
Malvaceae	*Waltheria indica*	GSV004
Caryocaraceae	*Caryocar brasiliense*	GSV006
Dilleniaceae	*Davilla elliptica*	GSV007
Vochysiaceae	*Salvertia convallariodora*	GSV009
Erythroxylaceae	*Erythroxylum suberosum*	GSV011
Arecaceae	*Butia sp.*	GSV012
Myrtaceae	*Eugenia suberosa*	GSV013
Annonaceae	*Duguetia furfuracea*	GSV015
Bignoniaceae	*Anemopaegma glaucum*	GSV016
Convolvulaceae	*Cuscuta racemosa*	GSV0017
Melastomataceae	*Macairea radula*	GSV018
Lycopodiaceae	*Lycopodiella alopecuroides*	GSV019
Poaceae	*Aristida recurvata*	GSV020

Tais amostras foram avaliadas e nomeadas sequencialmente de GSV001 a GSV020 (GSV - Grande Sertão Veredas). Cada uma delas foi submetida a etapas sucessivas de lavagem, secagem, calcinação e digestão ácida, seguidas de uma segunda fase de secagem e calcinação, para a remoção de matéria orgânica e carbonatos, preservando apenas a fração silicosa. A partir da massa seca final (MSF), as cinzas resultantes foram utilizadas para a produção de lâminas permanentes (preparadas com Entellan®) e temporárias (preparadas com óleo de imersão) para observação em microscópio óptico, sob aumento de 40x. A análise morfológica baseou-se na contagem de, no mínimo, 200 morfotipos identificáveis de fitólitos com significado taxonômico em cada amostra vegetal, conforme Carnelli et al. (2002), e identificação, descrição e classificação dos morfotipos conforme o International Code for Phytolith Nomenclature (Neumann et al., 2019).
Neste estudo, a caracterização morfológica concentrou-se nos fitólitos do tipo *Acute*, provenientes de células epidérmicas do tipo tricoma. Esse morfotipo é frequentemente observado junto a células da parede vegetal de tricomas silicificados, sendo constituído de uma a várias camadas de sílica opalina. Foram consideradas variáveis como forma geral, espessamento da base, presença de dilatações bulbosas e padrões de terminação, com o objetivo de identificar e descrever as variações estruturais associadas aos diferentes morfotipos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise permitiu identificar variados morfotipos de fitólitos do tipo *Acute*, incluindo formas alongadas, globulares e bulbosas, o que demonstra o potencial taxonômico dos fitólitos derivados de tricomas. A distinção entre as variações morfológicas desses fitólitos pode auxiliar na identificação de grupos vegetais específicos e, consequentemente, nos estudos de reconstrução paleoambiental. O morfotipo *Acute* inclui um espectro morfológico caracterizado por um ápice e um antápice. Seu ápice é agudo, podendo apresentar-se em linha reta ou curvada e com uma ponta afiada (Figura 3) ou sutilmente arredondada (Figura 4).

Figura 3 – *Acute bulbosus*. Amostra GSV002: *Lepidaploa aurea* – Família Asteraceae.



Fonte: Os autores, 2025.

Figura 4 – *Acute bulbosus*. Amostra GSV001: *Chamaecrista basifolia* – Família Fabaceae.



Fonte: Os autores, 2025.

Normalmente, o ápice forma um ângulo menor que 90º com o eixo longo do antápice, o que resulta em um fitólito com conformação triangular visto lateralmente. O antápice é caracterizado por múltiplas formas, podendo ser hemiesferoidal suavemente curvo e arredondado (Figura 5), hemiesferoidal truncado (Figura 6), terminando abruptamente em uma superfície plana, ou com um formato paralelepipédido (formato alongado e retangular com faces paralelas) a fusiforme (caracterizado por extremidades mais estreitas e centro mais largo), possuindo as extremidades pontiagudas em maior ou menor proporção.

Figura 5 – *Acute bulbosus*. Amostra GSV014: *Periandra meditarranea* – Família Fabaceae.



Fonte: Os autores, 2025.

Figura 6 – *Acute bulbosus*. Amostra GSV012: *Butia sp.* – Família Arecaceae.



Fonte: Os autores, 2025.

Dentre as amostras analisadas, 12 revelaram a presença de fitólitos do morfotipo *Acute*, evidenciando a capacidade de silicificação nas estruturas epidérmicas das famílias correspondentes. Em contrapartida, cinco amostras não demonstraram haver a formação de fitólitos do tipo *Acute*, embora tenham apresentado outros poucos morfotipos silicosos. Tal ausência pode estar relacionada a fatores anatômicos, como a menor densidade de tricomas silicificados ou ainda a condições edáficas e fisiológicas que não favoreceram a deposição de sílica nos tecidos vegetais das famílias relacionadas. Por fim, três amostras não resultaram em cinzas após os procedimentos de "dry-ashing". Esse resultado sugere que essas espécies não desenvolveram estruturas silicificadas ou as desenvolveram em quantidade que não foi possível detectar. Essa diversidade de fitólitos do morfotipo *Acute* reflete a plasticidade morfológica dentro do mesmo morfotipo, podendo estar relacionada a diferenças anatômicas da planta ou pode representar a ocorrência de variações ambientais. O tamanho dos fitólitos do tipo *Acute* é bastante variado, sendo encontrados morfotipos que apresentam, geralmente, entre 25 e 100µm (Figura 7). No entanto, há exemplares que podem atingir tamanhos maiores que 100µm. A morfologia do *Acute bulbosus* (Figuras 3 a 7) reflete o preenchimento do interior de um apêndice epidérmico, como um tricoma, ou um tipo de célula de outro tecido. O *Acute glandular* (Figuras 8 e 9) representa o preenchimento silicoso do interior de tricomas glandulares ou de células epidérmicas secretoras especializadas, nas quais ocorre o acúmulo de substâncias metabólicas relacionadas à defesa química e à interação da planta com o ambiente. Do ponto de vista fisiológico, os fitólitos desse morfotipo representam a mineralização de regiões envolvidas na produção e no armazenamento de substâncias como óleos essenciais, resinas e compostos fenólicos.

Figura 7 – *Acute bulbosus*. Amostra GSV007: *Davilla elliptica* – Família Dilleniaceae.



Fonte: Os autores, 2025.

A identificação da diversidade de fitólitos do tipo *Acute* reforça a relevância desses e de outros bioindicadores não apenas para a sistemática e a

ecologia das plantas, mas também para a ampliação do repertório de *proxies* utilizados em reconstituições paleoambientais. Dessa forma, esses estudos contribuem para preencher lacunas existentes na literatura científica, no contexto deste estudo, em ambientes de veredas, e ampliam as perspectivas de aplicação dos fitólitos derivados de tricomas em estudos paleoecológicos e arqueobotânicos.

Figura 8 – *Acute glandular*. Amostra GSV001: *Chamaecrista basifolia* – Família Fabaceae.



Fonte: Os autores, 2025.

Figura 9 – *Acute glandular*. Amostra GSV001: *Chamaecrista basifolia* – Família Fabaceae.



Fonte: Os autores, 2025.

CONCLUSÃO

A caracterização morfológica de fitólitos do tipo *Acute* nas amostras vegetais do Parque Nacional Grande Sertão Veredas revelou uma grande diversidade estrutural, associada à variabilidade anatômica dos tricomas e a possíveis influências do ambiente no local. A distinção entre morfotipos, como o *Acute bulbosus* e o *Acute glandular*, reflete diferenças funcionais e fisiológicas das células epidérmicas silicificadas, evidenciando o potencial dessas estruturas como pedobioindicadores. Essa diversidade amplia a compreensão sobre a biomineralização nos tecidos vegetais e sobre a relação entre a estrutura celular e a deposição de sílica em seu interior. Do ponto de vista paleoambiental, os fitólitos do tipo *Acute* representam uma categoria de bioindicadores, cuja variação morfológica pode contribuir para inferências sobre a composição e a dinâmica da vegetação em ambientes como os de veredas, objeto de estudo desta pesquisa. Assim, este estudo reforça a importância de integrar a análise detalhada de fitólitos derivados de células epidérmicas, como os tricomas, às abordagens de reconstituição paleoambiental, consolidando-os como *proxies* complementares e valiosas fontes de informação para a interpretação de ambientes pretéritos e atuais.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFVJM pela oportunidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Antônia Elisangela Ximenes. et al. O uso do bioindicator fitólito em estudos ambientais e arqueológicos no Brasil. **Revista GeoNordeste**, Ano XXX, n. 1, p. 80-104, 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Fundação Pró-Natureza (Funatura). Plano de Manejo do Parque Nacional Grande Sertão Veredas. **Portaria nº 78**. Brasília, Brasil, 8 dez 2003.

CALEGARI, Marcia Regina. et al. Fitólitos – uma ferramenta para estudos de reconstituição paleoambiental: Conceitos e revisão sobre aplicações no Brasil. **Derbyana**, 43: e778, 2022.

CARNELLI, A.L. et al. Aluminum in the opal silica reticule of phytoliths: A new tool in palaeoecological studies. **Am. J. Bot.**, v. 89, p. 346-351, 2002.

KIM, Ki Woo. Plant trichomes as microbial habitats and infection sites. **European Journal of Plant Pathology**. v. 154, p. 157-169, 2019.

Neumann, K. International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. **Annals of Botany**, v. 124, n. 2, p. 189-199, 2019.

PAISANI, Sani D. Lopes. et al. Significado paleoambiental de fitólitos em registro pedoestratigráfico de paleocabeceira de drenagem - superfície de palmas - Água Doce (Sul do Brasil). **Geociências**, v. 35, n. 3, p. 426-442, 2016.

PIPERNO, Dolores R. Phytolith analysis and tropical paleo-ecology: Production and taxonomic significance of siliceous forms in new world plant domesticates and wild species. **Review of Paleobotany and Palynology**, v.45, p. 185-228, 1985.

PIPERNO, Dolores. R. Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists. Lanham: **Altamira Press**, 2006. 304p.

RECODER, Renato; NOGUEIRA, Cristiano. Composição e diversidade de répteis Squamata na região sul do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Brasil Central. **Biota Neotrop**. v. 7, n. 3, p. 267, 2007.

SIMPLÍCIO, Viviane; CONCE, Marianela; DALLAGNOL, Leandro. Tricomas: defesa ou vulnerabilidade para a planta na interação com microrganismos? **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 28, p. 184-199, 2022.

WANG, Xiaojing. et al. Analysis and review of trichomes in plants. **BMC Plant Biology**. v. 21, n. 70, 2021.

WERKER, E. Trichome diversity and development. **Advances in Botanical Research**. Academic Press. v. 31, p. 1-35, 2000.