

BOTÂNICA  
APLICADA



Atena Editora

Atena Editora

# BOTÂNICA APLICADA

---

Atena Editora  
2018



## Sumário

### CAPÍTULO I

A IMPORTÂNCIA DAS FEIRAS NO COMÉRCIO DE PLANTAS MEDICINAIS: ESTUDO DE CASO DE PLANTAS MEDICINAIS COMERCIALIZADAS NAS FEIRAS LIVRES DO DISTRITO VILA VELHA/ ES

*Jéssika Lima Cruz, Heloisa Pinto Dias, Germana Bueno Dias e Glória Maria de Farias Viégas Aquije* ..... 5

### CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE UMA AMOSTRA DE PRÓPOLIS VERDE DA ZONA DA MATA MINEIRA

*Nicolas Ripari e Marco Aurélio Sivero Mayworm* ..... 21

### CAPÍTULO III

CHECKLIST DE ESPÉCIES VEGETAIS DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL FLOR DO IPÊ, VÁRZEA GRANDE, MATO GROSSO – PARTE I

*Wilian de Oliveira Rocha e Ermelinda Maria De-Lamonica-Freire* ..... 30

### CAPÍTULO IV

“COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESPECTRO BIOLÓGICO NO PICO DO CALÇADO MIRIM, PARQUE NACIONAL DO CAPARAÓ MG/ES”

*Jaqueline Alves Nunes Faria, Rúbia de Souza Pereira e Prímula Viana Campos* ..... 40

### CAPÍTULO V

DIVERSIDADE DE RUBIACEAE JUSS. NA SERRA DO BONGÁ, ALTO SERTÃO PARAIBANO

*Alessandro Soares Pereira e Maria do Socorro Pereira* ..... 55

### CAPÍTULO VI

FLORAL BIOLOGY OF THREE SPECIES OF *MIMOSA* L. (LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEAE) OCCURRING IN THE BRAZILIAN SEMIARID

*Diego Augusto Oliveira Dourado, Luciene Cristina Lima e Lima, Juliana Santos-Silva e Adilva de Souza Conceição*..... 77

### CAPÍTULO VII

LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO NA PRAIA DO SOSSEGO, NITERÓI, RJ

*Renata Sirimarco da Silva Ribeiro e Odara Horta Boscolo* ..... 90

### CAPÍTULO VIII

O USO DA ANIMAÇÃO APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS TENDO COMO FERRAMENTA A HORTA ESCOLAR

*Karen Eline Barbosa Ferreira, Waisenhowerk Vieira de Melo e Lucineia Alves*..... 109

### CAPÍTULO IX

PERCEPÇÃO DE ALUNOS DO FUNDAMENTAL II SOBRE PLANTAS ATRAVÉS DE

## DESENHOS

*Adrielly Ferreira Silva, Alisson Plácido Silva, Livia Karine de Paiva Ferreira Costa e Rivete Silva Lima* ..... 127

## CAPÍTULO X

### PRODUÇÃO DE FITÓLITOS EM PLANTAS CARACTERÍSTICAS DA CAATINGA

*Sarah Domingues Fricks Ricardo, Heloisa Helena Gomes Coe, Leandro de Oliveira Furtado de Sousa, Raphaella Rodrigues Dias e Emily Gomes*..... 139

## CAPÍTULO XI

### PROJETO DE MANEJO DA ARBORIZAÇÃO PARA O ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NO CAMPUS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO SANTO ANDRÉ – SANTO ANDRÉ, SP

*Luísa Ameduri e Dagmar Santos Roveratti*..... 161

## CAPÍTULO XII

### WOOD QUALIFICATION OF ATLANTIC FOREST NATIVE SPECIES FOR CELLULOSE AND ENERGY PRODUCTION

*Marcelo dos Santos Silva, Francisco de Assis Ribeiro dos Santos e Lazaro Benedito da Silva*..... 177

SOBRE OS AUTORES.....194

## **CAPÍTULO X**

### **PRODUÇÃO DE FITÓLITOS EM PLANTAS CARACTERÍSTICAS DA CAATINGA**

---

**Sarah Domingues Fricks Ricardo  
Heloisa Helena Gomes Coe  
Leandro de Oliveira Furtado de Sousa  
Raphaella Rodrigues Dias  
Emily Gomes**

## PRODUÇÃO DE FITÓLITOS EM PLANTAS CARACTERÍSTICAS DA CAATINGA

### **Sarah Domingues Fricks Ricardo**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Departamento de Botânica

Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

### **Heloisa Helena Gomes Coe**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia

São Gonçalo – Rio de Janeiro

### **Leandro de Oliveira Furtado de Sousa**

Universidade Federal Rural do Semi-árido, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Mossoró – Rio Grande do Norte

### **Raphaella Rodrigues Dias**

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Geologia

Niterói – Rio de Janeiro

### **Emily Gomes**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Ciências Biológicas

São Gonçalo – Rio de Janeiro

**RESUMO:** Fitólitos são biomineralizações de sílica ou cálcio que se precipitam no interior ou entre as células vegetais durante os processos metabólicos, conferindo à planta uma série de benefícios e vantagens evolutivas. O bioma "Caatinga" cobre cerca de 11% do país e é caracterizado por um clima semiárido com vegetação adaptada a altas temperaturas, baixa precipitação e distribuição irregular de chuvas ao longo do ano. A crença injustificada de que a Caatinga é um ecossistema pobre em biodiversidade e endemismo, o torna o bioma brasileiro mais subvalorizado e botanicamente desconhecido. Embora algumas áreas tenham sido bastante antropizadas, a Caatinga apresenta diversas áreas fitogeográficas e um número significativo de táxons raros e endêmicos. Neste trabalho foram analisadas 33 plantas de 16 famílias com o objetivo de identificar e caracterizar a presença de fitólitos em espécies características do bioma da Caatinga, a fim de estabelecer coleções de referência modernas que permitirão realizar posteriores estudos de reconstituição ambiental que utilizem esse indicador, contribuindo, assim, para um melhor conhecimento deste bioma. As amostras foram coletadas na Depressão Sertaneja Setentrional, nos estados do CE e RN. Os resultados mostraram que as plantas da Caatinga, em geral, produzem muitos fitólitos, predominando a silicificação de traqueídeos, fitólitos poliédricos e *globular granulate*, além de tricomas. A deposição de Si em suas células pode ser uma estratégia de sobrevivência neste ambiente. Apesar de algumas limitações, os fitólitos se mostraram ferramentas promissoras para o melhor conhecimento da vegetação da região, bem como sua utilização para estudos paleoambientais no bioma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caatinga, biomineralizações, semiárido, silicofitólitos

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Fitólitos

### O que são fitólitos

Fitólitos são corpos microscópicos (<60-100 µm) constituídos de sílica hidratada ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) ou cálcio que se precipitam nas células ou entre as células de tecido de plantas (PIPERNO, 1988). São formados pelo processo de biomineralização feita por mediação de plantas, as quais constroem uma estrutura ou molde onde se introduzem os íons e ali são induzidos a se precipitar e cristalizar (COE *et al.*, 2014). Isso faz com que o fitólito seja um “molde” das células das plantas.

De acordo com Piperno (2006) a absorção da sílica em forma de ácido silícico ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ) pelas plantas ocorre juntamente com a captação de água e nutrientes do solo através do sistema radicular, passando pelo xilema, quando o pH do solo é entre 2 e 9. A sílica pode ser encontrada nas plantas em seu estado solúvel ou sólido. A absorção se dá em seu estado solúvel e, na planta, pode se solidificar. Quanto mais sílica solúvel disponível no ambiente, maior será a absorção pela planta. O clima local e as condições do solo é que regulam essa disponibilidade. A planta é considerada uma boa produtora de fitólitos quando nela há uma alta taxa de solidificação de sílica independentemente do ambiente. Fatores conhecidos que afetam níveis de sílica solúvel nos solos incluem o pH e óxido de ferro e alumínio. Ambientes com solo ácido tendem a ter mais sílica livre para a absorção pelas plantas, assim como altas concentrações de óxidos de ferro e alumínio podem absorver a sílica para suas superfícies, removendo-a da solução (PIPERNO, 2006).

A absorção de sílica pelas plantas pode aumentar de acordo com a quantidade de água. Quanto mais água, maior a probabilidade de ter sílica disponível. A absorção também é intensificada com o aumento da temperatura do ambiente. Altas taxas de evapotranspiração levam a um aumento na deposição de sílica nas estruturas aéreas de gramíneas, como nas pontas de folhas e inflorescências, devido ao fato de serem áreas com uma alta taxa de movimento de água (PIPERNO, 2006).

O grau de desenvolvimento de fitólitos em plantas está relacionado às condições climáticas da região, à natureza do solo e à quantidade de água presente nele, à idade da planta e, o mais significativo, à taxonomia da planta em si (COE *et al.*, 2014).

### Onde são produzidos os fitólitos

Os fitólitos são produzidos principalmente em folhas de gramíneas ou de plantas lenhosas, por serem estruturas onde ocorre o processo de evapotranspiração. A concentração de ácido monossilícico é tão grande nessas regiões que a Si não circula, se precipita. A maior parte da sílica solúvel é

transportada para estruturas aéreas, onde pode resultar em uma grande impregnação, tanto na parte vegetativa, quanto reprodutiva, até mesmo em órgãos mais internos (PIPERNO, 2006). Também podem ser produzidos nos troncos de árvores ou de arbustos, ou ainda nas raízes de gramíneas ou de plantas lenhosas.

A precipitação ocorre principalmente na epiderme, no mesófilo das gramíneas e no xilema secundário das dicotiledôneas lenhosas (WELLE, 1976; MOTOMURA *et al.*, 2004). Há uma grande precipitação nas células buliformes, pertencentes ao mesófilo, as quais estão presentes em grande quantidade nas gramíneas, tendo a função de diminuir a evapotranspiração nas horas mais quentes do dia, através do movimento de abrir ou fechar as folhas (COE, 2009).

### Função nas plantas

A produção de sílica nos tecidos das plantas é influenciada por fatores genéticos e ambientais. Tanto em seu estado solúvel quanto em seu estado sólido, a sílica possui numerosos benefícios para a planta. A deposição dos fitólitos nas plantas promove o suporte mecânico para as células; dá força aos órgãos e estruturas das plantas; protege a planta contra herbívoros e parasitas, como fungos patogênicos, e neutraliza ânions e cátions danosos para as plantas, como por exemplo, o alumínio. Ao mesmo tempo, os fitólitos diminuem o citoplasma e o vacúolo da célula, diminuindo assim o conteúdo de água (COE *et al.*, 2014).

A sílica se demonstra indispensável para o crescimento de diversas espécies de plantas, como Cavalinhas (*Equisetum* sp.), arroz (*Oryza sativa*) e beterrabas (*Beta vulgaris*). A ausência dela nessas espécies pode ser dramática, não permitindo seu perfeito desenvolvimento (TAKAHASHI e MIYAKE, 1977). De acordo com Okuda e Takahashi (1964), a sílica permite, por exemplo, que a folha de arroz fique mais ereta, aumentando a captação de luz, e conseqüentemente, sua atividade fotossintética. Segundo Epstein (1994) e Sangster *et al.* (2001), o dióxido de sílica pode amenizar os efeitos tóxicos de metais pesados que são absorvidos juntamente com a água, como o alumínio e manganês.

A senescência também desempenha um papel importante na deposição de Si: as plantas mais velhas contêm uma quantidade de Si substancialmente mais elevada que as jovens. Isso ocorre talvez devido ao fato de que plantas mais novas necessitem expandir suas células, logo não seria vantajoso ter muitas células silicificadas nesta fase, e sim quando estão mais velhas. Muitas partes e órgãos mais jovens das plantas preferem apostar na defesa química, tornando-se tóxicas para seus predadores (COLEY e BARONE, 1996).

### Principais famílias produtoras

A produção de fitólitos pelas plantas não ocorre de forma igual em todas as espécies. Alguns grupos de plantas são conhecidos como baixos produtores e outros como altos produtores. A família das Poaceae produz 20 vezes mais fitólitos que as dicotiledôneas lenhosas, sendo a maior produtora de fitólitos.

Nela, os fitólitos são particularmente abundantes, atingindo de 1 a 5% de Si do peso seco e podem ser classificados em nível de subfamília, devido a sua grande produção e morfotipos (WEBB e LONGSTAFFE, 2000).

A Cyperaceae e outras famílias de monocotiledôneas como Marantaceae, Zingiberaceae, Orchidaceae, Arecaceae e Musaceae também acumulam sílica. Um número considerável de espécies de famílias de dicotiledôneas tropicais também produz fitólitos, como, por exemplo, Acanthaceae, Annonaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Magnoliaceae, Moraceae, Malvaceae (Sterculioideae) (PIPERNO, 1988; BOZARTH, 1992; RUNGE, 1999).

### Tipos de fitólitos

O IPCN (*International Code for Phytolith Nomenclature*) (MADELLA *et al.*, 2005), classifica os fitólitos através de 3 abordagens (COE *et al.*, 2014):

1- Taxonômica: relação direta entre um tipo de fitólito e um táxon de planta (ex: banana, arroz, etc.). É usada por muitos pesquisadores, especialmente em Arqueologia;

2- Tipológica: não há ligação direta entre um tipo de fitólito e uma planta. Os tipos são descritos de acordo com suas características visuais (ex: geometria, aparência geral, etc.);

3- Taxonômico-tipológica: a maioria das nomenclaturas usadas hoje. Utiliza-se informação taxonômica, quando conhecida, devido a sua utilidade. Os tipos que sabidamente pertencem a grupos específicos e os que são redundantes são frequentemente descritos usando-se diferentes abordagens.

Apesar da dificuldade de se relacionar alguns fitólitos com determinadas espécies, quando analisamos camadas superficiais do solo, é possível identificar alguns tipos diagnósticos concordantes com a vegetação sobrejacente. Esse conjunto de fitólitos é chamado de assembleias fitolíticas, as quais são constituídas de um número estatisticamente válido de tipologias fitolíticas que representa o padrão de produção de determinada formação vegetal (COE, 2009). Uma assembleia fitolítica vai depender da produção quantitativa e qualitativa das espécies da vegetação que a circundam e também da capacidade do solo de conservar e reter esses fitólitos (COE *et al.*, 2014).

A presença significativa de fitólitos que possuem um consenso em relação ao seu valor taxonômico permite relacionar a assembleia fitolítica a determinadas formações vegetais. Os principais tipos de fitólitos característicos estão na Figura 1 e são descritos a seguir.

Poaceae é a família com a maior produção de fitólitos e estes são, em sua maioria, diagnósticos. Entre as cinco subfamílias de Poaceae, três são corretamente discriminadas pelos tipos de fitólitos que produzem (Twiss, 1992; Kondo *et al.*, 1994). Podemos citar:

(1) ***Bilobate***, ***Polylobate short cell*** e ***Cross***: produzidos em grande quantidade, mas não exclusivamente, nas células curtas da epiderme das Panicoideae e em menor proporção pelas Chloridoideae, Arundinoideae e

Bambusoideae;

(2) **Saddle**: produzido em grande quantidade nas células curtas da epiderme das Chloridoideae (C4), mas também por algumas Bambusoideae (C3) e Arundinoideae (C3);

(3) **Trapeziform short cell**: produzido em grande quantidade nas células curtas da epiderme das Pooideae;

(4) **Rondel**: produzido em grande quantidade nas células curtas da epiderme das Pooideae (C3 das regiões temperadas, frias e/ou de altitude), mas também pelas Bambusoideae;

(5) **Acicular hair cell**: produzido nos pelos absorventes das epidermes de todas as gramíneas;

(6) **Cuneiform bulliform cell**: produzidos nas células buliformes das epidermes de todas as gramíneas;

(7) **Elongate (echinate ou psilate) long cell**: produzido nas células longas de todas as gramíneas.

Apesar de serem encontrados principalmente em gramíneas, os tipos *Elongate* e *Acicular* também estão presentes em **Dicotiledôneas lenhosas**, as quais são conhecidas por também produzirem fitólitos dos tipos:

(1) **Globular granulate**: produzido no xilema secundário das dicotiledôneas lenhosas (troncos de árvores e arbustos tropicais) (SCURFIELD *et al.*, 1978; KONDO *et al.* 1994);

(2) **Globular psilate**: proveniente de folhas e galhos de dicotiledôneas, bem como de algumas monocotiledôneas herbáceas (PIPERNO, 1998; KONDO *et al.*, 1994), também observado nas raízes de algumas gramíneas (ALEXANDRE *et al.*, 1997).

Dentre outros fitólitos característicos podemos mencionar:

(1) **Globular echinate**: produzido nas folhas das **Arecaceae** (KONDO *et al.*, 1994; RUNGE, 1999) e Bromeliaceae (PIPERNO, 1988, 2006);

(2) **Papillae**: produzido pelas **Cyperaceae** (OLLENDORF, 1987; KONDO *et al.*, 1994; WALLIS, 2003).

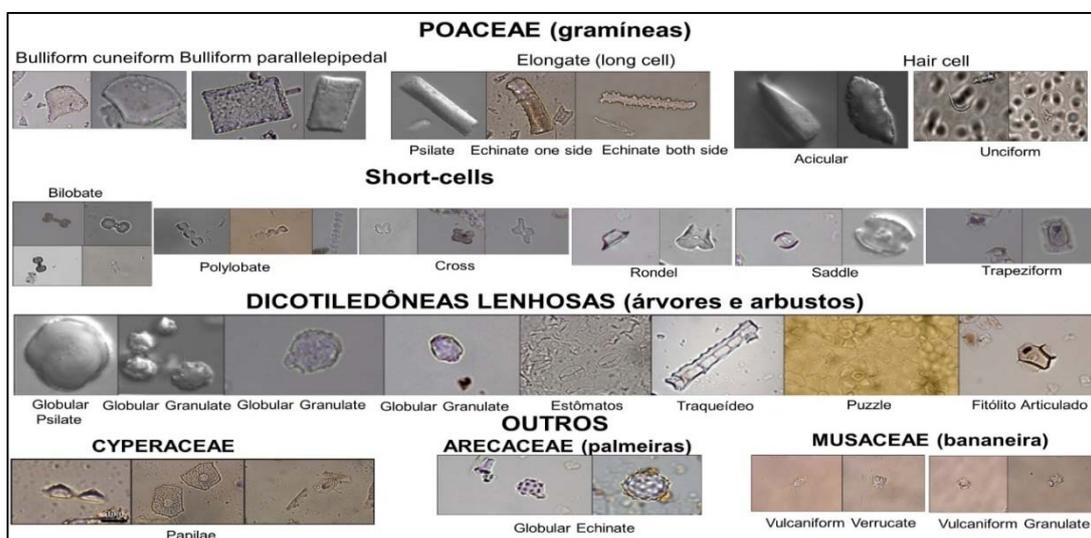


Figura 1: Principais tipos de fitólitos. Organizado por Coe e Gomes, 2014.

### Aplicações das análises fitolíticas

Os fitólitos podem ser utilizados como ferramentas para estudos multidisciplinares como: (1) a caracterização específica e funcional de plantas; (2) reconstituições paleobotânicas, paleoambientais, arqueológicas (formação de sítios arqueológicos, modos de vida, alimentação, agrossistemas, etc.); (3) a melhor compreensão das relações evolução/degradação dos solos e da conformação das matrizes e sua relação com a estabilidade dos agregados do solo; (4) a melhor compreensão do ciclo biogeoquímico da sílica (dissolução, preservação e transferência).

No Brasil ainda são poucos os trabalhos com fitólitos de plantas, podendo ser citados, por exemplo, os estudos de Silva e Labouriau (1970), Medeanic *et al.* (2009), Rasbold *et al.* (2011), Calegari *et al.* (2011, 2014) Monteiro *et al.* (2012), Raitz (2012), Santos *et al.* (2015), Pereira *et al.* (2014), Lepsch *et al.* (2014) e Dias (2016). Estes trabalhos analisaram sobretudo plantas do cerrado, da Mata Atlântica e da restinga, mas no bioma Caatinga este é o primeiro estudo realizado.

## **1.2. Caatinga**

### Características gerais

Com cerca de 844.453 km<sup>2</sup>, a caatinga ocupa uma área equivalente a 11% do território nacional. Abrange os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais. A ilha de Fernando de Noronha também deve ser incluída (ANDRADE-LIMA, 1981).

De origem Tupi-Guarani, o nome “caatinga” significa “floresta branca”, que caracteriza bem o aspecto da vegetação na estação seca, quando as folhas caem (ALBUQUERQUE e BANDEIRA, 1995) e somente os troncos brancos e brilhosos das árvores e arbustos permanecem na paisagem seca.

Apesar de ser conhecida como um bioma uniforme em sua vegetação, a Caatinga possui diversos domínios fitogeográficos, ou ecorregiões. Uma ecorregião pode ser definida como uma unidade relativamente grande de terra e água delimitada pelos fatores bióticos e abióticos que regulam a estrutura e função das comunidades naturais que lá se encontram (VELLOSO *et al.*, 2002). Esses autores propuseram 8 ecorregiões para a Caatinga: Complexo de Campo Maior, Depressão Sertaneja Meridional, Complexo Ibiapaba – Araripe, Dunas do São Francisco Depressão Sertaneja Setentrional, Complexo da Chapada Diamantina, Planalto da Borborema e Raso da Catarina. Um dos motivos para essa diversidade é a topografia da região. Segundo Queiroz (2002), o semiárido apresenta a mais diversa das paisagens brasileiras, tanto em tipos de vegetação quanto em relação à geomorfologia. Esta diversidade ambiental se reflete na biodiversidade, na taxonomia complicada dos grupos e em complexos padrões biogeográficos. Devido à extrema heterogeneidade que apresenta, tanto na fisionomia, como quanto na composição, Kuhlinann (1974) acredita que a

vegetação da Caatinga é considerada um dos tipos mais difíceis de serem definidos devido à variação de acordo com a altitude, volume das precipitações, qualidade dos solos e a ação antrópica.

### Clima

Devido a sua posição geográfica em relação aos diversos sistemas de circulação atmosférica e, em segundo plano, ao relevo e ainda à latitude, a região Nordeste do Brasil caracteriza-se por uma heterogeneidade climática que a situa como a região de maior complexidade entre as regiões brasileiras (MIN, 2012).

As características do relevo definem alguns locais com maiores altitudes, que desenvolvem microclimas específicos. Além disso, a proximidade com o oceano, em alguns locais, resulta na influência das frentes frias e maiores índices pluviométricos (MOURA *et al.*, 2007).

O regime de precipitação no Semiárido Nordestino pode ser caracterizado em anos não-anômalos por dois períodos bem definidos: um chuvoso no verão e outro seco no inverno, sendo os meses mais chuvosos os de novembro, dezembro e janeiro; os mais secos os de junho, julho e agosto, tendo seu período de precipitação iniciado em setembro, atingindo o seu máximo em dezembro e, praticamente, terminando no mês de maio (MIN, 2012).

A Caatinga semiárida apresenta características extremas dentre os parâmetros meteorológicos quando comparadas a outras formações, possuindo a mais alta radiação solar, baixa nebulosidade, a mais alta temperatura média anual, as mais baixas taxas de umidade relativa e evapotranspiração potencial, favorecendo um clima sazonal muito forte com um sistema de chuvas extremamente irregular com alta concentração em três meses (fevereiro-maio) e longos períodos secos (REIS, 1976) (Figura 2). A precipitação pode variar entre 500 mm/ano (Cabrobó, PE) a mais de 1100 mm/ ano (Bom Jesus do Piauí, PI) (COE e SOUSA, 2014).



Figura 2: Diferença da vegetação na Floresta Nacional do Açú (RN) na época da seca (a) e no período chuvoso (b). Fonte: Coe e Sousa, 2014.

### Vegetação

A vegetação na caatinga é constituída de arvoretas e arbustos decíduos, que perdem as folhas durante a seca, e frequentemente possuem espinhos ou

acúleos. Cactáceas, bromeliáceas e ervas são bastante comuns. Algumas plantas anuais como gramíneas e outras ervas, vegetam durante a época da chuva (RIZINNI, 1997). Como a chuva é distribuída de forma desigual na caatinga, tanto em volume como em época do ano, não existe um período definido de floração e vegetação, o que leva a crer que a vegetação da caatinga seja sempre associada à elevada deficiência hídrica, o que indica um complexo de formações vegetais determinado por fatores climáticos (REIS, 1976).

Algumas espécies contam com um órgão de armazenamento de água como *Cavanillesia umbellata* Ruiz & Pav. e *Ceiba glaziovii* (Kuntze) K.Schum., com troncos intumescidos, e *Spondias tuberosa*, com tubérculos subterrâneos que armazenam água. Outras espécies da caatinga, tais como *Tillandsia usneoides*, *T. streptocarpa*, *T. recurvata* e *T. loliacea* recebem água da umidade do ar, através de seus tricomas foliares. As Bromeliaceae armazenam água nas folhas, onde um parênquima aquífero ocupa cerca de 80% de espaço interno, sendo exemplos de provimento de água. Desprovidas de folhas, Cactaceae e Euphorbiaceae (*Euphorbia phosphorea*) são espécies suculentas e se desenvolvem bem em ambiente seco (MIN, 2012).

De acordo com Mendes (1997), devido ao desenvolvimento de diferentes mecanismos anatomo-fisiológicos, sua vegetação caracteriza-se por apresentar alta resistência à seca, destacando-se dentre estes os xilopódios ou tubérculos, caules suculentos clorofilados, caducifolia (perda das folhas), folhas modificadas em espinho, mecanismos especiais de abertura e fechamento dos estômatos, processo fotossintético de absorção do CO<sub>2</sub> durante a noite, ciclo vital curto e sementes dormentes. Larcher (2004) cita também outros mecanismos de adaptação, como a presença de raízes com uma maior capacidade de aprofundamento no solo, redução da superfície de transpiração através do mecanismo de enrolamento de folhas (Poaceae e Cyperaceae) e a densa venação causada pelo aumento da capacidade de condução de água (entre nós mais curtos).

Segundo Coe e Sousa (2014), é comum a ausência de folhas ou sua modificação em espinhos como em Cactaceae (figura 3a) e microfilia ou folhas compostas na maioria das Fabaceae (figura 3f), Anacardiaceae e Burseraceae. Ainda segundo os autores, algumas espécies lenhosas como *Pseudobambax marginatum* (A.St.-Hil.) A. Robyns (figura 3b) e *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett, dentre outras, apresentam entrecasca clorofilada, permitindo assim uma atividade fotossintética durante a estação seca, quando as folhas estão ausentes. Afirmam também que espécies suculentas como Cactaceae e Bromeliaceae (figura 3d) possuem parênquima aquífero para acúmulo de água, e algumas plantas têm órgãos específicos para estocagem, como os troncos entumescidos de *Ceiba glaziovii* (Kuntze) K.Schum. e as raízes tuberosas de *Spondias tuberosa* Arruda (figura 3e).

De acordo com Coe e Sousa (2014), árvores e arbustos são os principais tipos de hábito da vegetação e, na maior parte do bioma, as copas não ultrapassam 8m de altura, com exceção de algumas espécies, como *Amburana*

*cearensis* (Allemão) A.C.Sm. (figura 3c), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Pseudobombax marginatum* (A.St.-Hil.) A. Robyns e *Cordia oncocalyx* Allemão, dentre outras. A senescência de folhas durante o período de seca é comum entre as espécies de árvores e arbustos do bioma, exceto em algumas espécies como *Ziziphus joazeiro* Mart., *Spondias* sp. e *Cynophalla flexuosa* (L.) J.Presl (figura 3g). Espécies comuns em margens de rios como *Licania rígida* Benth. (figura 3h) e *Parkinsonia aculeata* L., também mantém suas folhas devido à grande quantidade de água disponível durante o ano. Ainda no estrato arbóreo, podemos mencionar suculentas notáveis como as Cactaceae: *Cereus jamacaru* DC., *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber) Byles & Rowley, *Pilosocereus catiingicola* (Gürke) Byles & Rowley e *Pilosocereus pachycladus* F.Ritter.

O estrato herbáceo é composto principalmente de plantas anuais, e aparecem mais frequentemente na estação chuvosa, quando ocorre a germinação de sementes ou a rebrota a partir de estruturas de armazenamento (espécies geófitas). Dentre as espécies anuais podem-se encontrar diversas espécies de Fabaceae (gêneros: *Chamaecrista*, *Stylosanthes*, *Zornia* e *Macroptilium*, dentre outros), Malvaceae (gêneros: *Sida*, *Waltheria*, *Herissantia* e *Pavonia* dentre outros) e Poaceae (gêneros: *Aristida*, *Eragrostis* e *Andropogon*, dentre outros). Espécies geófitas são comuns entre Monocotiledôneas. Espécies herbáceas perenes como *Melocactus* spp., *Tacinga inamoena* (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy e Bromeliaceae *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f. e *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez e *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. & Schult.f. são menos frequentes (COE e SOUSA, 2014).

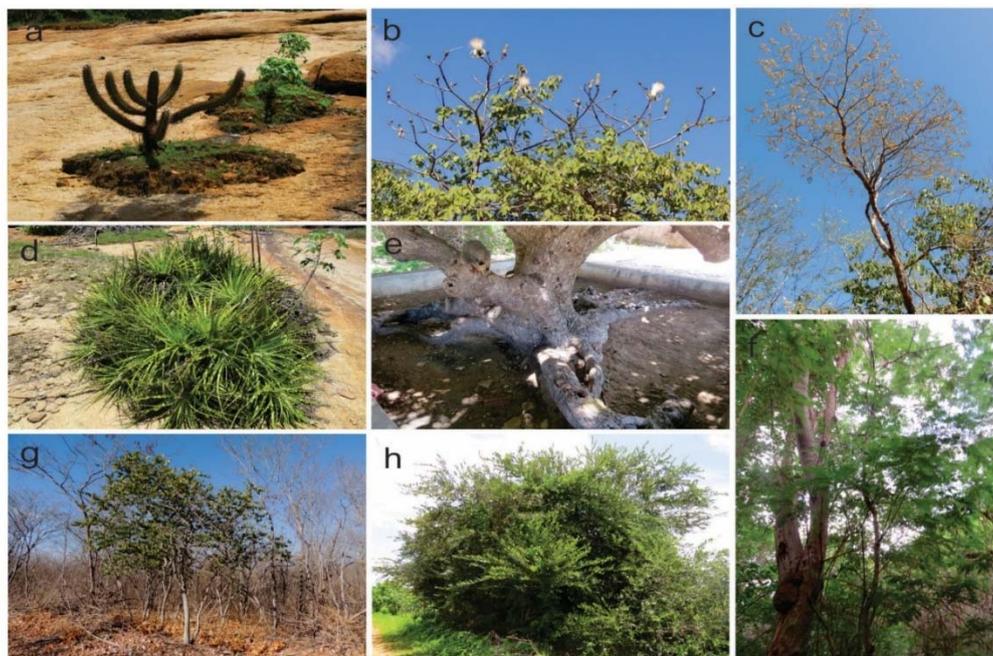


Figura 3: Algumas espécies típicas da Caatinga: a) Cactaceae *Pilosocereus gounellei*; b) Malvaceae *Pseudobombax marginatum*; c) Fabaceae *Amburana cearensis*; d) Bromeliaceae *Encholirium spectabile*; e) Anacardiaceae *Spondias tuberosa*; f) Fabaceae *Anadenanthera colubrina*; g) Capparaceae *Cynophalla flexuosa*; h) Chrysobalanaceae *Licania rígida*.

## Conservação

A Caatinga é o quarto domínio fitogeográfico brasileiro com maior número de espécies de angiospermas com 4.320 espécies (744 spp. e 29 gêneros endêmicos) (FORZZA, 2010). Segundo Giulietti *et al.* (2002), o bioma abriga cerca de 18 gêneros e 318 espécies endêmicas. A família mais bem representada na Caatinga é Fabaceae, a qual também detém o maior número de espécies endêmicas, 80 no total (QUEIROZ, 2002).

Apesar disso, a Caatinga é um dos biomas brasileiros que possuem menos áreas protegidas em seu domínio. Apenas 7,8% do território da Caatinga estão protegidos por unidades de conservação, dos quais somente 1,3% são áreas de proteção integral.

Aproximadamente 80% do ecossistema original já foram antropizados; a maioria dessas áreas encontra-se em estágios iniciais ou intermediários de sucessão ecológica (ARAÚJO FILHO, 1996). De acordo com Barbosa (1998), dois dos maiores problemas associados à região do semiárido são o elevado grau de degradação ambiental e o baixo conhecimento quantitativo e qualitativo de sua biodiversidade. Conhecer a biodiversidade do semiárido e os processos biológicos e físico-químicos que envolvem e afetam sua biota é o primeiro passo para que seus recursos possam ser aproveitados de maneira sustentável, reduzindo a degradação ambiental e melhorando a qualidade de vida de seus habitantes (RAPINI *et al.*, 2006).

### **1.3. Objetivo**

Analisar a presença de fitólitos em plantas provenientes de diferentes fitofisionomias do bioma Caatinga localizadas nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, visando à melhor compreensão acerca dessa vegetação e do processo de biomineralização de sílica nela envolvidos, a fim de estabelecer coleções de referência modernas que permitirão realizar posteriores estudos de reconstituição ambiental nesse bioma que utilizem esse indicador, contribuindo, assim, para um melhor conhecimento deste bioma.

## **2. METODOLOGIA**

As amostras foram coletadas nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, na área ocupada pelo bioma da Caatinga e pertencente à Ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional (Figura 4). Foram coletadas 33 espécies de 16 famílias características da região (Tabela 1 e Figura 5) nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (Figura 4). O critério para a escolha foi a seleção de espécies comuns da Caatinga na área de coleta, de acordo com Leal *et al.* (2003). O material coletado fértil foi herborizado segundo técnicas usuais em taxonomia e as exsicatas incorporadas ao acervo do Herbário Universidade Federal Rural do

Semiárido (MOSS).

*Extração dos fitólitos:* os fitólitos foram extraídos de 3 g de material seco e picado, através da eliminação da matéria orgânica com uma solução de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), aquecendo-se o material a  $250^\circ\text{C}$  durante 3 horas. Posteriormente, acrescenta-se de 10 a 20 ml de Peróxido de Hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

*Contagem:* os fitólitos foram montados em lâminas provisórias com óleo de cravo puro para observação em 3D e em Entellan® (lâminas permanentes) para contagem com magnificação de 500x e 630x.

*Tipos de fitólitos:* os fitólitos identificados foram nomeados de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura de Fitólitos (ICPN 1.0, MADELLA et al., 2005).

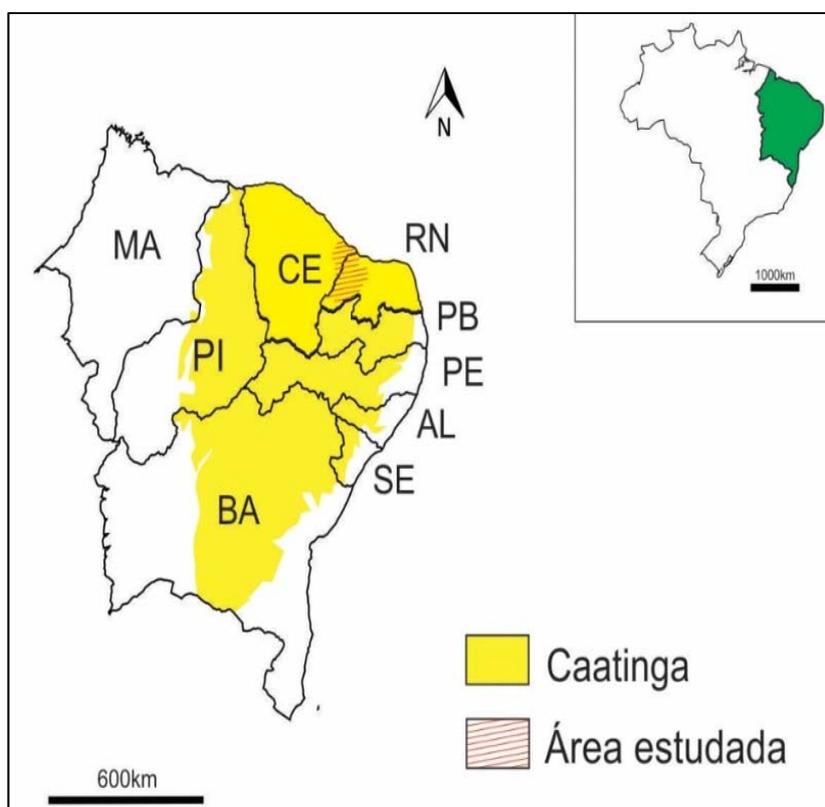


Figura 4: Área ocupada pela Caatinga no Brasil, com destaque para a área amostrada na Depressão Sertaneja Setentrional.

Tabela 1: Plantas coletadas para o estudo dos fitólitos

Nome científico	Nome popular	Família	Herbário/Nº registro
1- <i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro	Anacardiaceae	MOSS 14334
2- <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro	Apocynaceae	MOSS 10190
3- <i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E.Moore	Carnaúba	Arecaceae	UFRN 7726
4- <i>Syagrus cearensis</i> Noblick	Coco-babão	Arecaceae	MOSS 10522
5- <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-rosa	Bignoniaceae	MOSS 13495
6- <i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	Pau-branco	Boraginaceae	MOSS 13885
7- <i>Euploca polyphylla</i> (Lehm.) J.I.M.Melo & Semir	Sete-sangrias	Boraginaceae	MOSS 14871
8- <i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Bromélia	Bromeliaceae	MOSS 2652
9- <i>Licania rigida</i> Benth.	Oiticica	Chrysobalanaceae	MOSS 11543
10- <i>Erythroxylum</i> sp.		Erythroxylaceae	sn
11- <i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl	Faveira	Euphorbiaceae	MOSS 12496
12- <i>Croton</i> sp.	Marmeleiro	Euphorbiaceae	sn
13- <i>Croton</i> sp2.	Cróton	Euphorbiaceae	MOSS 14873
14- <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão-bravo	Euphorbiaceae	MOSS 9015
15- <i>Manihot carthaginensis</i> (Jacq.) Müll.Arg.	Mandioca-brava	Euphorbiaceae	UFRN 4937
16- <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	Fabaceae	MOSS 12326
17- <i>Bauhinia pentandra</i> (Bong.) D.Dietr.	Mororó	Fabaceae	MOSS 9254
18- <i>Chamaecrista</i> sp.	Palma-do-campo	Fabaceae	sn
19- <i>Inga thibaudiana</i> DC.	Ingá	Fabaceae	sn
20- <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Jucá	Fabaceae	MOSS 14062
21- <i>Macroptilium atropurpureum</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Urb.	Siratiro	Fabaceae	MOSS 14443
22- <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema-preta	Fabaceae	MOSS 13583
23- <i>Poincianella bracteosa</i> (Tul.) L.P.Queiroz	Catingueira	Fabaceae	MOSS 9956
24- <i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	Catanduva	Fabaceae	MOSS 14870
25- <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H.E.Ireland	Café-de-raposa	Fabaceae	MOSS 14481
26- <i>Byrsonima gardneriana</i> A.Juss.	Murici	Malpighiaceae	MOSS 14877
27- <i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	Corda-de-viola	Malvaceae	MOSS 14340
28- <i>Waltheria brachypetala</i> Turcz		Malvaceae	MOSS 14875
29- <i>Waltheria bracteosa</i> A.St.-Hil. & Naudin	Malva	Malvaceae	MOSS 14872
30-Myrtaceae		Myrtaceae	MOSS 14876
31- <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro	Rhamnaceae	MOSS 14879
32- <i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll.Arg.	Angelica	Rubiaceae	MOSS 12337
33- <i>Bouchea</i> sp.		Verbenaceae	sn



Figura 5: Plantas coletadas para o estudo dos fitólitos. Os números nas fotos correspondem aos indicados na Tabela 1.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De uma maneira geral as plantas da Caatinga produzem grande quantidade de fitólitos, já que, dentre as 33 plantas analisadas, em apenas uma (*Poincianella bracteosa*) não foi observado nenhum tipo de silicificação (COE *et al.*, 2017). Entretanto, em uma mesma família essa produção pode variar de acordo com as espécies, como se pode observar na Tabela 2.

Algumas famílias que apresentaram grande produção nas espécies analisadas, como Arecaceae, Bromeliaceae e Chrysobalanaceae, já foram estudadas por Piperno (2006) e apresentaram produção geralmente alta (Tabela 2). Já para a família Boraginaceae, classificada por Piperno (*op cit.*) como grande produtora, nas espécies analisadas neste trabalho houve uma grande variação na produção. *Cordia oncocalyx* apresentou uma produção muito baixa, enquanto *Euploca polyphylla* demonstrou apresentar grande silicificação de tricomas e bases de tricoma. Em Euphorbiaceae e Fabaceae houve uma grande variação entre as espécies observadas, sendo de rara a muito alta em ambas as famílias,

incluindo a única espécie em que não foi observado nenhum tipo de silicificação, *Poincianella bracteosa*, (Fabaceae). Por outro lado, a família Malvaceae apresentou em geral um bom grau de silicificação, principalmente de tricomas, bases de tricomas e pedaços de epiderme (poliédricos articulados), como observado por Piperno (2006), que afirma que nessa família a produção varia entre as subfamílias (COE et al., 2017) (Tabela 2).

Tabela 2: Produção e tipos de silicificação das plantas analisadas

Família	Produção	Tipos de silicificação		
		Predominância	Alguns	Raros
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Anacardium occidentale</i>	Alta	Traqueídeos e <i>uniform hair cell</i>	poliédricos articulados e <i>elongate</i>	estômatos, <i>globular granulate</i> e <i>lanceolate hair cells</i>
<b>Apocynaceae</b>				
<i>Aspidorperma pyrrolifolium</i>	Rara	Poliedricos e traqueídeos		<i>globular granulate</i>
<b>Arecaceae</b>				
<i>Copernicia prunifera</i>	Alta	<i>Globular echinate</i>	poliédricos articulados, <i>elongate</i> e <i>globular faceted</i>	
<i>Syagrus oearensis</i>	Alta	<i>Globular echinate</i>		<i>globular psilate</i> e <i>unknown</i>
<b>Boraginaceae</b>				
<i>Cordia oncocalyx</i>	Pouca	Cistólitos	<i>globular granulate</i> e poliédricos	
<i>Euploca polyphyllum</i>	Muito alta	<i>Lanceolate hair cells</i> e base de tricoma	poliédricos articulados	
<b>Bignoniaceae</b>				
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Média	<i>Globular granulate</i> e traqueídeos	<i>globular echinate</i> , <i>elongate</i> e <i>acicular</i>	
<b>Bromeliaceae</b>				
<i>Encholirium spectabile</i>	Muito alta	<i>Globular echinate</i>		
<b>Chrysobalanaceae</b>				
<i>Licania rigida</i>	Muito alta	Poliedricos articulados e <i>lanceolate hair cells</i>		<i>elongate</i> e traqueídeos
<b>Erythroxylaceae</b>				
<i>Erythroxylum</i> sp.	Alta	Traqueídeos e poliédricos articulados		<i>elongate</i>
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Cnidocolus quercifolium</i>	Pouca	Poliedricos e <i>globular granulate</i>		
<i>Croton</i> sp.	Muito alta	<i>Elongate faceted</i> / esclereídeos		<i>acicular</i> e traqueídeos
<i>Croton</i> sp.2	Muito alta	<i>Elongate faceted</i>	estômatos, traqueídeos e poliédricos <i>granulate</i>	
<i>Jatropha mollissima</i>	Média	Poliedricos articulados	bases de tricoma	poliédricos <i>granulate</i> , estômatos e traqueídeos
<i>Manihot carthaginensis</i>	Rara	Poliedricos e traqueídeos		<i>elongate</i> e <i>globular psilate</i>
<b>Fabaceae</b>				
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Alta	<i>Lanceolate hair cells</i> , traqueídeos e <i>glob. granulate</i>	estômatos	<i>elongate</i> , <i>globular psilate</i> e poliédricos articulados
<i>Bauhinia pentandra</i>	Média	Traqueídeos e <i>globular granulate</i>	tricomas e poliédricos	estômatos
<i>Chamaecrista</i> sp.	Muito alta	Traqueídeos	poliédricos e estômatos	<i>globular granulate</i>
<i>Inga thibaudiana</i>	Muito alta	Traqueídeos	puzzles, estômatos e poliédricos articulados	
<i>Libidibia ferrea</i>	Rara	Poliedricos e traqueídeos	<i>elongate</i>	<i>globular granulate</i>
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Média	<i>Lanceolate hair cells</i> e base de tricoma	traqueídeos e poliédricos articulados.	<i>globular psilate</i>
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Média	<i>Globular granulate</i> e traqueídeos	<i>globular psilate</i>	poliédricos
<i>Ptyrocarpa moniliformis</i>	Alta	Traqueídeos, poliédricos articulados e estômatos		
<i>Poincianella bracteosa</i>	Não observados	Não foram observados		
<i>Trischidium molle</i>	Alta	Traqueídeos	<i>globular granulate</i> e poliédricos <i>granulate</i>	<i>elongate</i> , <i>uniform</i> e <i>lanceolate hair cells</i>
<b>Malphiaceae</b>				
<i>Byrsorima</i> sp.	Rara	<i>Unknown</i>		poliédricos e <i>globular granulate</i>
<b>Malvaceae</b>				
<i>Pavonia cancellata</i>	Alta	<i>Lanceolate hair cells</i> , base de tricoma e poliédricos articulados	poliédricos <i>granulate</i> e <i>bulliform parallelepipedal</i>	estômatos e traqueídeos
<i>Waltheria brachypetala</i>	Média	Tricomas e <i>uniform</i>	articulados, poliédricos <i>granulate</i> , <i>globular granulate</i> e tra	bases de tricoma
<i>Waltheria bracteosa</i>	Muito alta	<i>Lanceolate hair cells</i> , base de tricoma e poliédricos articulados	traqueídeos e estômatos	<i>elongate</i> e <i>globular granulate</i>
<b>Myrtaceae</b>				
sp.	Pouca	Poliedricos e traqueídeos	<i>globular granulate</i> e <i>acicular</i>	<i>elongate</i>
<b>Rhamnaceae</b>				
<i>Ziziphus joazeiro</i>	Pouca	Traqueídeos	poliédricos, <i>globular granulate</i> e estômatos	
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Guettardaangelica</i>	Pouca	Traqueídeos e poliédricos	<i>elongate</i>	<i>globular granulate</i>
<b>Verbenaceae</b>				
<i>Bouchea</i> sp.	Pouca	<i>Globular granulate</i> e traqueídeos	poliédricos articulados e tricomas	

As espécies das famílias Apocynaceae, Malphiaceae, Myrtaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae e Verbenaceae apresentaram, em geral, pouca produção de fitólitos, condizendo novamente com Piperno (*op cit.*). Já *Handroanthus impetiginosus*, pertencente a Bignoniaceae, apresentou um grau médio de silicificação, diferentemente do citado por Piperno, que observou rara a nenhuma produção nessa família (Tabela 2). Nas famílias Anacardiaceae e Erythroxylaceae, que não foram estudadas por Piperno, as espécies analisadas demonstraram um alto grau de silicificação. Também foram observados fitólitos que nesse trabalho consideramos como característicos de algumas espécies/gênero analisadas, como foi o caso do tricoma da Oiticica (*Licania rigida*), e o *elongate faceted* das duas espécies de *Croton*. Os tipos de silicificação

predominantes foram traqueídeos, poliédricos e *globular granulate*, seguidos de *elongate*, *lanceolate hair cells* e estômatos (Tabela 2 e Figura 6).

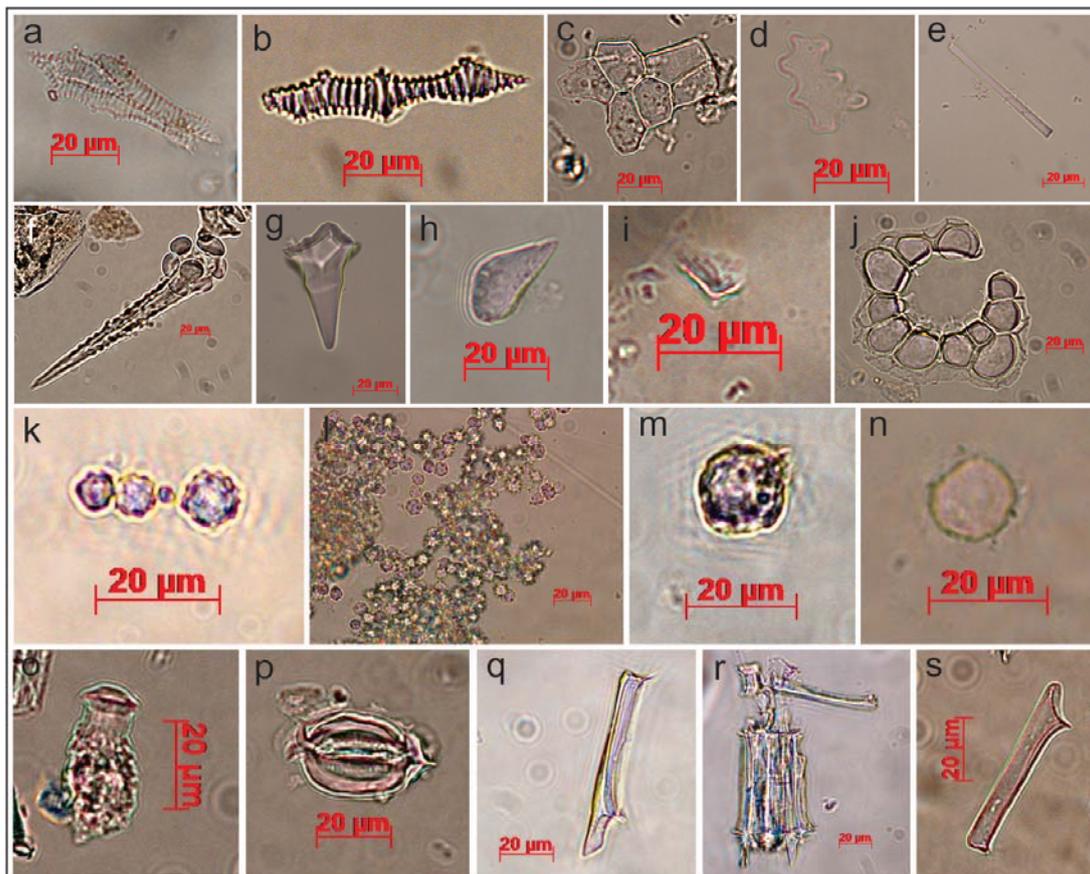


Figura 6: Principais tipos de silicificação observados nas plantas analisadas: a) traqueídeo (*Bauhinia pentandra*), b) traqueídeo (*Chamaecrista* sp.); c) poliédrico (*Pityrocarpa moniliformis*); d) *puzzle* (*Inga thibaudiana*); e) *elongate* (*Copernicia prunifera*); f) *lanceolate hair cell* (*Euploca polyphylla*); g) *lanceolate hair cell* (*Licania rígida*); h) *acicular hair cell* (*Handroanthus impetiginosus*); i) *unciform hair cell* (*Anacardium occidentale*); j) base de tricoma (*Macroptilium atropurpureum*); k, l) *globular echinate* (*Encholirium spectabile*); m) *globular granulate* (*Bouchea* sp.); n) *globular psilate* (*Manihot carthaginensis*); o) cistólito (*Cordia oncocalyx*); p) estômato (*Pityrocarpa moniliformis*); q, r) *elongate faceted* (*Croton* sp.); s) *elongate faceted* (*Croton* sp.2).

Os tipos de silicificação encontrados podem ter relação com as características do ambiente da Caatinga, onde a planta está submetida a uma grande incidência solar e possui uma quantidade de água limitada no solo, fazendo com que invista na proteção contra a insolação. Segundo Epstein (1994), a deposição de Si nas folhas ameniza os efeitos de estresses de natureza biótica e abiótica. A presença da Si ocorre com maior frequência nas partes da planta onde a perda de água é maior, ou seja, na epiderme foliar juntamente às células-guarda dos estômatos. Depósitos de sílica nos tecidos foliares promovem a redução na taxa de transpiração (DAYANANDAM et al., 1983), o que é de extrema importância para as plantas da Caatinga. Além de estar presente na epiderme foliar, a Si também se acumula em outras áreas de grande transpiração, como os tricomas. A presença significativa de tricomas silicificados pode indicar uma adaptação da flora da Caatinga à seca e insolação. Pela alta frequência de

traqueídeos silicificados podemos supor que a sílica tem a função de proteger a densa venação presente em plantas características de regiões secas (LARCHER, 2004).

#### 4. CONCLUSÃO

As plantas analisadas mostraram, em sua maioria, produzir uma grande quantidade de fitólitos, com predominância dos tipos traqueídeos, poliédricos e *globular granulate*. Pode-se observar também uma grande silicificação de tricomas, o que pode ser uma adaptação das plantas ao clima da região. Em alguns casos a produção de fitólitos das diferentes famílias de plantas analisadas corroborou estudos já existentes. Em outros casos a produção variou com os gêneros estudados. Para algumas famílias analisadas não foi encontrada nenhuma referência na literatura.

Os fitólitos se mostraram promissores para estudos na Caatinga, sobretudo por esta ser uma área com carência de ambientes propícios para a utilização de outros *proxies* para reconstituições da vegetação. Entretanto, este foi um trabalho pioneiro e ainda há muito a ser estudado nesse bioma. É necessário expandir a análise de plantas e solo para outras áreas da Caatinga, para um maior acervo de dados e conhecimento.

O bioma Caatinga, de tão importante biodiversidade e contexto social, ainda carece de muitos estudos, principalmente no que se refere a sua vegetação e processos de adaptação ao ambiente. Isso reafirma a importância do estudo das biomineralizações nas plantas. Além disso, estudos paleoambientais, que poderão trazer informações sobre a evolução desse bioma ao longo do tempo, necessitam dessas coleções de referência modernas para comparação com assembleias fitolíticas fósseis.

#### REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, S. G.; BANDEIRA, R.L. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina. Pernambuco. Brazil **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 30(6), p. 885-891, 1995.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, p. 149-53, 1981.

ALEXANDRE, A., MEUNIER, J. D., LEZINE, A. M., VINCENS, A., SCHWARTZ, D. Phytoliths: indicators of grassland dynamics during the late Holocene in intertropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.136, n.1-4, p.213-229, 1997.

- ARAÚJO-FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral: EMBRAPA/CNPC, 18p., 1996.
- BARBOSA, C. B. **Estabilidade de comunidades ribeirinhas no semi-árido brasileiro**. 1998. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 1998.
- BOZARTH, S. R. Classification of opal phytoliths formed in selected dicotyledons native to the Great Plains. In: RAPP Jr., G. and MULHOLLAND, S. C. (Eds.), **Phytolith Systematics: Emerging Issues**, Plenum Press, New York, p. 192-214, 1992.
- CALEGARI, M. R., RAITZ, E., PAISANI J. C. Coleção de referência de fitólitos da Floresta Ombrófila Mista no SW do Paraná: primeira aproximação. In: **Cong. Abequa**, 13, Res. Expand., Búzios, Ass. Bras. Est. do Quaternário, 2011.
- CALEGARI, M. R.; RAITZ, E.; MENEGAZZI, C. P.; CECCHET, F. A.; EWALD, P. L. L. F.; BRUSTOLIN, L. T. Phytolith Signature from Grassland and Araucaria Forest in Southern Brazil. In: COE, H. H. G. e OSTERRIETH, M. (ed.). **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**. 1. New York: Nova Science, p. 21-120, 2014.
- COE, H. H. G. **Fitólitos como Indicadores de Mudanças na Vegetação Xeromórfica da Região de Búzios – Cabo Frio, RJ, durante o Quaternário**. Tese de doutorado em Geologia e Geofísica Marinha Universidade Federal Fluminense. Niterói, 300p., 2009.
- COE, H. H. G.; SOUSA, L. O. F. The Brazilian "Caatinga": Ecology and Vegetal Biodiversity of a Semiarid Region. In: GREER, F. E. (Ed.). **Dry Forests: Ecology, Species Diversity and Sustainable Management**. 1. New York: Nova Science, p. 81-103, 2014.
- COE, H. H. G.; OSTERRIETH, M.; HONAINÉ, M. F. Phytoliths and their Applications. In: COE, H. H. G. e OSTERRIETH, M. (ed.). **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**. 1. New York: Nova Science, p. 1-26, 2014.
- COE, H. H. G.; RICARDO, S. D. F.; SOUSA, L.O.F.; DIAS, R. R. Caracterização de fitólitos de plantas e assembleias modernas de solo da caatinga como referência para reconstituições paleoambientais. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.8, p.9 - 21, 2017.
- COLEY, P. D.; BARONE, J. Herbivory and Plant Defenses in Tropical Forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 27, p. 305-335, 1996.
- DAYANANDAM, P.; KAUFMAN, P. B.; FRAKIN, C. I. Detection of silica in plants. **Amer. J. Bot.**, v. 70, p.1079-1084, 1983.

DIAS, R. R. **Desenvolvimento morfológico dos silicofitólitos de acordo com a senescência das folhas e posição nos órgãos vegetais da espécie *Brachiaria decumbens***. TCC - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.641-664, 1994.

FORZZA, R.C. (org.); BAUMGRATZ, J. F. A. ; COSTA, A.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MARTINELLI, G.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; QUEIROZ, L. P.; STEHMANN, J. R.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Introdução: as angiospermas do Brasil, vol. 1., p. 78-89, 2010.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY R. M.; QUEIROZ, L. P.; BARBOSA, M. R. V.; BOCAGE NETA, A. L.; FIGUEIREDO, M. A. Plantas endêmicas da caatinga In: **Vegetação e flora das caatingas** (SAMPAIO, E. V. S. B., GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J. & GAMARRA-ROJAS, C. F. L. ed.). APNE / CNIP, Recife, PE, p.103-115, 2002.

KONDO, R.; CHILDS, C.; ATKINSON, I. **Opal Phytoliths of New Zealand: Manaaki Whenua Press**, 85 p., 1994.

KUHLINANN, E. O. O domínio da caatinga. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v.33 n.241, p. 65-72, 1974.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Ed. Universitária da UFPE, Recife, 2003.

LEPSCH, I. F.; OLIVEIRA, L. A.; PINILLA-NAVARRO, A.; COE, H. H. G. Phytoliths from the rough leaves of two dicotyledonous species from the Brazilian Cerrado biome and their occurrence in soils. In: COE, H. H. G. e OSTERRIETH, M. (ed.). **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**. 1. New York: Nova Science, p. 75-90, 2014.

MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, v. 96, p. 253-260, 2005.

MEDEANIC S., CORDAZZO C.V., CORREIA I.C.S., MIRLEAN N. Notas sobre Fitólitos em *Androtrichum trigynum* (Spr.) Pfeiffer no Extremo Sul do Brasil: Tipos Morfológicos e uso nas Paleoreconstruções Costeiras. **Gravel**, 7(1):31-36, 2009.

- MENDES, B.V. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semi-árido**. Fortaleza: SEMACE, 108p., 1997.
- Ministério da Integração Nacional (MIN), **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - Consolidação Dos Estudos Ambientais**, 2012.
- MONTEIRO, M. R.; PEREIRA, J. S. R.; RASBOLD, G. G.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M.G. Morfologia de fitólitos característicos de duas espécies de Arecaceae do bioma Mata Atlântica: *Bactris setosa* Mart. e *Geonoma schottiana* Mart. **Rev. Biol. Neotrop**, v. 9(1): p. 10-18, 2012.
- MOTOMURA, H.; FUJII, T.; SUSUKI, M. Silica deposition in relation to ageing of leaf tissues in *Sasa veichii* (Carriere) Rehder (Poaceae, Bambusoideae). **Annals of Botany**, v.93, p.235–248, 2004.
- MOURA, M. S. B.; GALVINCIO J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. In: BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, cap. 2, p. 37-59, 2007.
- OLLENDORF, A. L. Archeological implications of a phytolith study at Tel Migne (EKRON), ISRAEL. **J. FIELD ARCHAEOLOGY**, V.14, P.453–463, 1987.
- OKUDA, A.; TAKAHASHI, E. The Effect of Various Amounts of Silicon Supply on the Growth of the Rice Plant and Nutrient Uptake, Part 3. **Journal of the Science of Soil and Manure**, 32, p. 533-537, 1964.
- PEREIRA, J. S. R.; MONTEIRO, M. R.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G. Characterization of Phytoliths in Eight Species of Arecaceae in the State of Paraná, Brazil. In: COE, H. H. G. e OSTERRIETH, M. (ed.). **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**. 1. New York: Nova Science, p. 49-74, 2014.
- PIPERNO, D. R. **Phytoliths Analysis: an archaeological and geological perspective**. San Diego: Academic Press, 280p., 1988.
- PIPERNO, D. R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. New York: Altamira press, 238p., 2006.
- QUEIROZ, L. P. The Brazilian caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: Pennington R. T, Lewis G. P & Ratter J. A (eds.) **Neotropical dry forests and savannas**. Royal Botanical Garden, Edinburgh, p. 113-149, 2002.

RAITZ, E. **Coleção de referência de Silicofitólitos da flora do Sudoeste do Paraná: Subsídios para estudos paleoambientais.** Francisco Beltrão: Univ. Est. Oeste do Paraná (Progr. Pós-Grad. Geografia, Dissert. Mestrado), 204p., 2012.

RAPINI, A.; QUEIROZ, L. P.; GIULIETTI, A. M. PPBio: Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semi-árido. In: QUEIROZ, L.P.; RAPINI, A.; GIULIETTI A. M. (Editores). **Rumo ao Amplo Conhecimento da Biodiversidade do Semi-árido Brasileiro**, p. 25-29, 2006.

RASBOLD G.G., MONTEIRO M.R, PAROLIN M., CAXAMBÚ M.G., PESSENDA L.C.R. 2011. Caracterização dos Tipos Morfológicos de Fitólitos Presentes em *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey (Arecaceae). *Iheringia*, 66(2), p.265-270.

REIS, A. C. Clima da caatinga. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.48: p. 325-335, 1976.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil.** 2º Ed., Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda, 1997.

RUNGE, F. The opal phytolith inventory of soils in central Africa —quantities, shapes, classification, and spectra. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v.107, n.1-2, p.23-53, 1999.

SANGSTER, A. G.; HODSON, M. J.; TUBB, H. J. Silicon Deposition in Higher Plants. In DATANOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. **Silicon in Agriculture.** Elsevier Science, p. 85-113, 2001.

SANTOS, C. P.; COE, H. H. G.; BORRELLI, N. L.; SILVA, A. L. C.; SOUSA, L.O.F.; RAMOS, Y. B. M.; SILVESTRE, C. P.; SEIXAS, A. P. Opal phytolith and isotopic studies of 'Restinga' communities of Maricá, Brazil, as a modern reference for paleobiogeoclimatic reconstruction. *Brazilian Journal of Oceanography* (Online), v.63, p.255 - 270, 2015.

SCURFIELD, G.; ANDERSON, C. A.; SEGNET, E. R. Silica in wood stems. *Aust. J. Bot.*, v.22, p.211-229, 1978.

SILVA S.T., LABOURIAU L.G. Corpos Silicosos de Gramíneas dos Cerrados III. *Pesq. Agrop. Brasileira*, 5, p.167-182, 1970.

TAKAHASHI, E.; MIYAKE, Y. Silica and Plant Growth. **Proceedings of the International Seminary on Soil Environmental in Intensive Agricultural**, Tokyo, p. 603-611, 1977.

TWISS, C. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. In: G. RAPP,

J.; MULHOLAND, S. C. (Ed.). **Phytolith Systematics**. New York: Plenum Press, 1992.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; BARBOSA, M. R. V.; CASTRO, A. A. J. F.; QUEIROZ, L. P.; FERNANDES, A.; OREN, D. C.; CESTARO, L. A.; CASTRO, A. J. E.; PAREYN, F. G. C.; SILVA, F. B. R.; MIRANDA, E. E.; KEEL, S. & GONDIM, R. S. **Ecorregiões Propostas para o Bioma Caatinga**. TNC-Brasil, Associação Plantas do Nordeste, Recife, 80p., 2002.

WALLIS, L. An overview of leaf phytolith production patterns in selected northwest Australian flora. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v.125, p.201-248, 2003.

WEBB, E. A.; LONGSTAFFE, F. J. The oxygen isotopic compositions of silica phytoliths and plant water in grasses: implications for the study of paleoclimate. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.64, n.5, p.767-780, 2000.

WELLE, B. J. H. On the occurrence of silica grains in the secondary xylem of the Chrysobalanaceae. **Iawa Bull.**, v.2, p.19-29, 1976.

**ABSTRACT:** Phytoliths are biomineralizations of silica or calcium that precipitate within or between plant cells during metabolic processes, providing the plant with several benefits and evolutionary advantages. The Caatinga biome covers about 11% of Brazil and is characterized by a semi-arid climate with vegetation adapted to high temperatures, low precipitation and irregular distribution of rainfall throughout the year. The unjustified belief that the Caatinga is a poor ecosystem in biodiversity and endemism, makes it the most undervalued and botanically unknown Brazilian biome. Although some areas have been considerably anthropized, the Caatinga presents several phytogeographic areas and a significant number of rare and endemic taxa. In this study, 33 plants from 16 families were analyzed in order to identify and characterize the presence of phytoliths in species characteristic of the Caatinga biome to establish modern reference collections enabling further environmental reconstitution studies that use this proxy, contributing to improved knowledge of this biome. Samples were collected in the Northern Sertaneja Depression, in the states of Ceará and Rio Grande do Norte. Results showed that Caatinga plants, in general, produce many phytoliths, with silicification of tracheids, polyhedral and globular granulate phytoliths predominating, along with trichomes. The deposition of Si in plant cells may be a survival strategy in this environment. In spite of some limitations, phytoliths have shown to be promising tools for improving knowledge on the vegetation in the region, as well as for use in paleoenvironmental studies in the biome.

**KEYWORDS:** Caatinga, biomineralizations, semi-arid, silicophytoliths

## Sobre os autores:

**ADILVA DE SOUZA CONCEIÇÃO:** Professora da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Educação, *Campus VIII*, Paulo Afonso, Bahia, Brasil; Membro do corpo docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal (PPGBVeg) da Universidade do Estado da Bahia; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador; Mestrado em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco; Doutorado em Botânica pela Universidade Estadual de Feira de Santana; Pós Doutorado em Biologia Molecular Vegetal pela Universidade de Montréal; Grupo de Pesquisa: Biodiversidade Vegetal com ênfase na flora da Bahia (CNPq).

**ADRIELLY FERREIRA DA SILVA:** Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba (2017); Membro do Grupo de Pesquisa “Pesquisas e Estudos Interdisciplinares em Ensino de Ciências Biológicas” atuando na linha de pesquisa “Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia” sob a orientação do Professor Dr. Rivete Silva de Lima; Membro do Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVeg) da Universidade Federal da Paraíba; Bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). E-mail para contato: [adriellyfdasilva@hotmail.com](mailto:adriellyfdasilva@hotmail.com)

**ALESSANDRO SOARES PEREIRA:** Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. Centro de Formação de Professores –CFP, Campus Cajazeiras-PB.

**ALISSON PLÁCIDO DA SILVA:** Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa – PB.

**DAGMAR SANTOS ROVERATTI:** Possui graduação em Ciências Biológicas, mestrado em Agronomia pela ESALQ - USP e doutorado em Saúde Ambiental - USP. É professora em Regime de Tempo Integral do Centro Universitário Fundação Santo André, ministrando disciplinas relacionadas às áreas de Botânica, Ecologia e Pesquisa; membro integrante do conselho editorial da Revista RadarScientia; escritora e consultora do Instituto de Prevenção, Saúde e Sexualidade; revisora de textos técnicos para a Editora Moderna. Foi assessora técnica do Projeto Arandú-Porã (Seleção Pública Petrobras Ambiental 2006). Tem experiência nas áreas de Botânica, Meio Ambiente e Saúde Pública, atuando principalmente nos seguintes temas: plantas medicinais, plantas tóxicas, etnobotânica, arborização urbana, invasão biológica; educação ambiental, saúde ambiental.

**DIEGO AUGUSTO OLIVEIRA DOURADO:** Professor do Centro de Ensino Superior do Vale do São Francisco (CESVASF), Belém do São Francisco, Pernambuco, Brasil; Graduação em Licenciatura em Ciências com habilitação em Biologia pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB); Mestrado em Biodiversidade Vegetal

pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB); Doutorando em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**EMILY GOMES:** Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ); Grupo de pesquisa: Núcleo de Estudos Paleobiogeoclimáticos (NePaleo); E-mail para contato: [emilygomesbio@gmail.com](mailto:emilygomesbio@gmail.com)

**ERMELINDA MARIA DE-LAMONICA-FREIRE:** Professora do Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG; Graduação em Licenciatura Plena em História Natural pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT; Mestrado em Ciências Biológicas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo – USP; E-mail: [dindamadinha@yahoo.com.br](mailto:dindamadinha@yahoo.com.br)

**FRANCISCO DE ASSIS RIBEIRO DOS SANTOS:** Professor Titular da Universidade Estadual de Feira de Santana; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia; Mestrado em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco; Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo; Pós Doutorado em Palinologia pela Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Instituto Politécnico Nacional, México); Grupo de pesquisa: Micron Bahia; Bolsista de Produtividade em Pesquisa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq - Nível 2.

**GERMANA BUENO DIAS:** Possui graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade de Saúde e Meio Ambiente, mestrado em Biologia Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo e doutorado em Biotecnologia e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Atualmente é Professora Visitante da Universidade Federal de Roraima no Programa de Pós-graduação de Ciências da Saúde - PROCISA. ([germanabueno@yahoo.com.br](mailto:germanabueno@yahoo.com.br))

**GLÓRIA MARIA DE FARIAS VIÉGAS AQUIJE:** Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo, mestrado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Espírito Santo/ Rede Nordeste de Biotecnologia. Atualmente é Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. ([gloriaviegas@ifes.edu.br](mailto:gloriaviegas@ifes.edu.br))

**HELOISA HELENA GOMES COE:** Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra da Universidade Federal Fluminense; Graduação em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Mestrado em Geografia Física pela Universidade Louis Pasteur, Strasbourg I, França. Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense. Grupo de pesquisa:

Núcleo de Estudos Paleobiogeoclimáticos (NePaleo). Bolsista Produtividade em Pesquisa (Prociência) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

**HELOISA PINTO DIAS:** Licenciada em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo. Mestrado em Química - pela Universidade Federal do Espírito Santo. Atualmente é aluna de doutorado em Química da UFES e Professora da Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo - Vitória. ([heloisapintodias@gmail.com](mailto:heloisapintodias@gmail.com))

**JAQUELINA ALVES NUNES FARIA:** Professora da Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Carangola; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG Unidade Carangola. Mestrado em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa-UFV; Doutorado em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa-UFV; Pós-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa-UFV; Grupo de Pesquisa: 1. Ecologia Evolução Conservação de Ecossistemas Terrestres e Educação Ambiental. 2. Ecologia Funcional e Filogenética de Ecossistemas Terrestres; E-mail para contato: [jaquelina.nunes@uemg.br](mailto:jaquelina.nunes@uemg.br).

**JÉSSIKA LIMA CRUZ:** Licenciada em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo/Campus Vitória. Especialização em Educação Ambiental pelo CENTRO DE ESTUDO AVANÇADO EM PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA. Atualmente é Professora de Química- Eja da SESI - Departamento Regional do Espírito Santo. ([jessika.lima.cruz@gmail.com](mailto:jessika.lima.cruz@gmail.com))

**JULIANA SANTOS-SILVA:** Professora da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Educação, *Campus VIII*, Paulo Afonso, Bahia, Brasil; Membro do corpo docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal (PPGBVeg) da Universidade do Estado da Bahia; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco; Mestrado em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco; Doutorado em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas; Grupo de Pesquisa: Biodiversidade Vegetal com ênfase na flora da Bahia (CNPq).

**KAREN ELINE BARBOSA FERREIRA:** Aluno de graduação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro; - Grupo de pesquisa: Ensino de Ciências e Biologia; - Bolsista de estágio interno complementar (CETREINA - UERJ): O Parque Nacional da Tijuca e a sua contribuição como um espaço não formal de ensino.

**LAZARO BENEDITO DA SILVA:** Professor Associado da Universidade Federal da Bahia; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ecologia (Mestrado Profissional) da Universidade Federal da Bahia; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia; Mestrado em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco; Doutorado em Botânica (em curso) pela Universidade Estadual de Feira de Santana; Pós Doutorado em

Anatomia da Madeira pelo Museu Nacional de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa, Portugal.

**LEANDRO DE OLIVEIRA FURTADO DE SOUSA:** Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; Mestrado em Ciências Biológicas (Botânica) pelo Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pelo Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail para contato: [leandro@ufersa.edu.br](mailto:leandro@ufersa.edu.br)

**LÍVIA KARINE DE PAIVA FERREIRA COSTA:** Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa – PB.

**LUCIENE CRISTINA LIMA E LIMA:** Professora da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas, Bahia, Brasil; Membro do corpo docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal (PPGBVeg) da Universidade do Estado da Bahia; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia; Mestrado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Bahia; Doutorado em Botânica pela Universidade Estadual de Feira de Santana; Grupo de Pesquisa: Biodiversidade Vegetal com ênfase na flora da Bahia (CNPq); E-mail para contato: [llima@gd.com.br](mailto:llima@gd.com.br).

**LUCINEIA ALVES:** Professora da Secretaria Municipal de Educação da Cidade do Rio de Janeiro; - Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; - Especialização em Ensino de Ciências pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; - Mestrado em Biologia Celular pelo Instituto Oswaldo Cruz da Fundação Oswaldo Cruz – RJ; - Doutorado em Biologia Celular e Molecular pelo Instituto Oswaldo Cruz da Fundação Oswaldo Cruz – RJ; - Pós-doutorado em Neurociências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; - E-mail para contato: [lucineia@histo.ufrj.br](mailto:lucineia@histo.ufrj.br)

**LUÍSA AMEDURI:** Formada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Fundação Santo André (2016). Sempre foi apaixonada pela vida em todas as suas formas e especialidades. Despertou seu interesse pela botânica quando auxiliou nas pesquisas de campo para estudo de mestrado que analisou a interação ecológica entre cactaceae e aranhas, na Reserva do Alto da Serra de Paranapiacaba (2013). Em 2014 teve a oportunidade de trabalhar em campo com diagnóstico e risco de queda de árvores, junto do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, em um projeto de arborização no município de Mauá-SP. Tem grande interesse em continuar seus estudos em arborização urbana, ciências florestais, recuperação de áreas degradadas e conservação do meio ambiente. Email: [luisa.ameduri@gmail.com](mailto:luisa.ameduri@gmail.com)

**MARCELO DOS SANTOS SILVA:** Professor Substituto da Universidade Federal da Bahia; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia; Mestrado em Botânica pela Universidade Estadual de Feira de Santana; Doutorando em Botânica pela Universidade Estadual de Feira de Santana; E-mail para contato: [marcelssa@hotmail.com](mailto:marcelssa@hotmail.com)

**MARCO AURELIO SIVERO MAYWORM:** Professor da Universidade de Santo Amaro e do Centro Universitário Adventista de São Paulo. Graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura e Bacharelado) pela Universidade de São Paulo. Mestrado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo. Pós Doutorado em Botânica pela Universidade de São Paulo. Grupo de Pesquisa: Laboratório de Fitoquímica da Universidade de Santo Amaro e Laboratório de Fitoquímica do Instituto de Biociências (USP). Bolsista de Produtividade em Pesquisa pela Fundação.

**MARIA DO SOCORRO PEREIRA:** Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba (1997 e 1998, respectivamente), Mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco (2002) e Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco (2007). Atualmente é Professora Classe D/Associado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Coordenadora de Área do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - Pibid, vinculada ao Pibid/UFCG Subprojeto Biologia.

**NICOLAS RIPARI:** Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) pelo Centro Universitário Adventista de São Paulo. Mestrado em aqüicultura e Pesca pelo Instituto de Pesca de São Paulo (Em andamento). E-mail para contato: [nicolasripari@yahoo.com.br](mailto:nicolasripari@yahoo.com.br)

**ODARA HORTA BOSCOLO:** Professora Adjunta da Universidade Federal Fluminense, Professora colaboradora do Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão da Universidade Federal Fluminense e coordenadora do Laboratório de Botânica Econômica e Etnobotânica da mesma Universidade. É Doutora em Etnobotânica pelo Museu Nacional/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestre em Botânica pelo Museu Nacional/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, com Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. [odaraboscolo@hotmail.com](mailto:odaraboscolo@hotmail.com)

**PRÍMULA VIANA CAMPOS:** Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa-UFV; Mestrado em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa-UFV; Doutoranda em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa-UFV; Grupo de pesquisa: Ecologia Funcional e Filogenética de Ecossistemas Terrestres; E-mail para contato: [primula\\_v@yahoo.com.br](mailto:primula_v@yahoo.com.br)

**RAPHAELLA RODRIGUES DIAS:** Graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Graduação em Geografia - Licenciatura pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ); Mestrado em andamento em Dinâmica dos Oceanos e da Terra pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Grupo de Pesquisa: Núcleo de Estudos Paleobiogeoclimáticos (NePaleo). E-mail para contato: [raphaella.r.dias@gmail.com](mailto:raphaella.r.dias@gmail.com)

**RENATA SIRIMARCO DA SILVA RIBEIRO:** Bióloga formada pela Universidade Federal Fluminense. É estagiária do Laboratório de Botânica Econômica e Etnobotânica da Universidade Federal Fluminense e Bolsista de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI) da mesma Universidade. [renata\\_sirimarco@hotmail.com](mailto:renata_sirimarco@hotmail.com)

**RIVETE SILVA DE LIMA:** Professor da Universidade Federal da Paraíba; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará (1988); Mestrado em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1994); Doutorado em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2005); Coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Ensino Pesquisa e Extensão e do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO. E-mail para contato: [rivete@terra.com.br](mailto:rivete@terra.com.br)

**RÚBIA DE SOUZA PEREIRA:** Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Minas Gerais Unidade Carangola; E-mail para contato: [rubia.souzap20@gmail.com](mailto:rubia.souzap20@gmail.com).

**SARAH DOMINGUES FRICKS RICARDO:** Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Botânica do Museu Nacional / Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ); Grupo de pesquisa: Laboratório de Florística e Biogeografia Insular & Montana (Lamom) e Núcleo de Estudos Paleobiogeoclimáticos (NePaleo). Bolsista de mestrado pela Fundação CNPq; E-mail para contato: [sarah.fricks@gmail.com](mailto:sarah.fricks@gmail.com)

**WAISENHOWERK VIEIRA DE MELO:** Professor da Universidade do Estado do Rio de Janeiro; - Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Ensino de Biologia (PROFBIO - polo UERJ); - Graduação em Licenciatura em Biologia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; - Mestrado em Biociências Nucleares pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro; - Doutorado em Ciências e Biotecnologia pela Universidade Federal Fluminense; - Coordenador do Curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Biologia da UERJ.

**WILIAN DE OLIVEIRA ROCHA:** Professor do Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT; Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade

Federal de Mato Grosso – UFMT; Grupo de Pesquisa: Flora, Vegetação e Etnobotânica (FLOVET/UFMT); E-mail: wilianroch@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93243-74-5

