

**RECONSTITUIÇÃO
PALEOAMBIENTAL
DE DUNAS VEGETADAS NA
CAATINGA, EM ARACATI,
CEARÁ, ATRAVÉS DE
BIOMINERALIZAÇÕES DE
SÍLICA**

**Raphaella Rodrigues Dias
Heloisa Helena Gomes Coe
Sarah Domingues Fricks
Ricardo**

**Alessandra Mendes Carvalho
Vasconcelos**

Leandro Furtado Sousa

Citação: DIAS, R. R.; COE, H. H.
G.; RICARDO, S. D. F.;
VASCONCELOS, A. M. C.;
SOUSA, L. F.
RECONSTITUIÇÃO
PALEOAMBIENTAL
DE DUNAS VEGETADAS NA
CAATINGA, EM ARACATI,
CEARÁ, ATRAVÉS DE
BIOMINERALIZAÇÕES DE
SÍLICA. Revista GeoUECE
(Online), v. 08, n. 15, p. 193-208,
jul./dez. 2019. ISSN 2317-028X



**RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL DE DUNAS VEGETADAS NA
CAATINGA EM ARACATI, CEARÁ, ATRAVÉS DE BIOMINERALIZAÇÕES
DE SÍLICA**

**PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF VEGETATED DUNES IN
CAATINGA IN ARACATI, CEARÁ, USING SILICA BIOMINERALIZATIONS**

**RÉCONSTITUTION PALÉOENVIRONNEMENTALE DE DUNES VÉGÉTÉES
DANS LA CAATINGA, À ARACATI, CEARÁ, À TRAVERS DES
BIOMINÉRALISATIONS DE SILICE**

Raphaella Rodrigues DIAS ¹

Heloisa Helena Gomes COE ²

Sarah Domingues Fricks RICARDO ³

Alessandra Mendes Carvalho VASCONCELOS ⁴

Leandro Oliveira Furtado SOUSA ⁵

¹ Professora da educação básica da Prefeitura Municipal de Saquarema/RJ, e-mail: raphardias@yahoo.com.br

² Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, e-mail: heloisacoe@yahoo.com

³ Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Palinologia Arqueológica, Paleoambiente e Paleoetnobotânica (POLARQ - CNPq), do(a) Universidade Federal do Piauí (UFPI), e-mail: sarah.fricks@gmail.com

⁴ Professora da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, e-mail: alessandra.carvalho@ict.ufvjm.edu.br

⁵ Professor Adjunto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, e-mail: lofsousa@gmail.com

RESUMO

Este trabalho faz parte de um projeto que estuda solos e plantas da Caatinga, relacionando-os com a geomorfologia, clima e tipo de cobertura vegetal na Ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional. O objetivo é estudar mudanças na vegetação ligadas a variações climáticas do Quaternário, através de biomineralizações de sílica, análises pedológicas, isótopos de carbono e levantamento florístico. Foram coletadas amostras em um perfil de solo e amostras de 8 famílias de plantas em Aracati, CE. Todas as plantas estudadas produzem fitólitos, exceto *Poincianella bracteosa*. O $\delta^{13}\text{C}$ indica presença de plantas C3. Foram encontradas megascleras de espículas marinhas. Há predominância de granulometria grossa, porém aumentam as frações finas com a profundidade. Os fitólitos estão bem preservados, com predominância dos tipos *bulliform*, *acicular* e *globular*. A densidade arbórea aumenta nos períodos de cerca de 2300 e 700 anos cal AP, indicando momentos de ambiente e clima relativamente mais úmido que o atual.



Palavras-chave: Reconstituição. Caatinga. Fitólitos. Espículas. Plantas.

ABSTRACT

This paper is part of a project that studies Caatinga soils and plants, relating them to the geomorphology, climate and type of vegetation cover in the Northern Country Depression Ecoregion. The objective is to study changes in vegetation related to Quaternary climate variations, through silica biomineralizations, pedological analysis, carbon isotopes and floristic survey. Samples from a soil profile and from 8 plant families were collected in Aracati, Ceará. All the studied plants produce phytoliths except *Poincianella bracteosa*. $\delta^{13}\text{C}$ analysis indicates presence of C3 plants. Megascleres of marine spicules were found. There is a predominance of coarse grain size, but the fine fractions increase with depth. Phytoliths are well preserved, with predominance of bulliform, acicular and globular types. The tree density increases in the periods about 2300 and 700 years cal BP, indicating moments of a relatively wetter climate and environment than the current one.

Key-words: Reconstruction. Caatinga. Phytoliths. Spicules. Plants.

RESUMÉ

Ce travail fait partie d'un projet qui étudie les sols et les plantes de Caatinga, en les reliant à la géomorphologie, au climat et au type de couverture végétale de l'écorégion de Dépression Sertaneja Setentrionale. L'objectif est d'étudier les modifications de la végétation liées aux variations climatiques du Quaternaire par le biais de biominéralisations de silice, d'analyses pédologiques, d'isotopes de carbone et de relevés floristiques. Des échantillons ont été prélevés dans un profil de sol et de 8 familles de plantes à Aracati, Ceará. Toutes les plantes étudiées produisent des phytolithes sauf *Poincianella bracteosa*. L'analyse $\delta^{13}\text{C}$ indique la présence de plantes C3. Des mégascleres de spicules marines ont été trouvés. Il existe une prédominance des grains grossiers mais les fractions fines augmentent avec la profondeur. Les phytolithes sont bien conservés, avec une prédominance de types *bulliform*, *acicular* et *globular*. La densité des arbres augmente entre environ 2300 et 700 ans cal. AP, indiquant des moments où l'environnement et le climat était relativement plus humides qu'au présent.

Mots-clés: Reconstitution. Caatinga. Phytolites. Spicules. Plantes.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é o único bioma inteiramente restrito ao território nacional. Estende-se desde a região Nordeste até o norte de Minas Gerais, com cerca de 844.453 km², ocupa uma área equivalente a 11% do território nacional (FORZZA *et al.*, 2010), sendo composta por um mosaico de florestas secas e vegetação de savana-estépica, com enclaves de florestas úmidas montanas e de cerrados. É o quarto domínio fitogeográfico brasileiro com maior número de espécies de angiospermas. Apesar disso, é o segundo bioma brasileiro com menos áreas



protegidas em seu domínio e com poucos estudos paleoambientais (LEAL *et al.*, 2003; COE e SOUZA, 2014). As condições climáticas atuais predominantes são semiáridas e a intensificação destas tem afetado o desenvolvimento econômico e social (MARENGO *et al.*, 2011).

Nesse sentido, entender melhor o ciclo natural de variabilidade climática é fundamental para compreender e dimensionar o impacto das ações antrópicas no clima em escala global bem como o desenvolvimento de ações socioeconômicas a fim de mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

O presente trabalho faz parte de um projeto maior que estuda solos e plantas da Caatinga, relacionando-os com a geomorfologia, geologia, clima, tipo de cobertura vegetal e uso do solo na região da Ecorregião Depressão Sertaneja Setentrional. Foram realizados estudos de fitólitos e isótopos do carbono em um perfil de solo, além de análises pedológicas, a fim de identificar possíveis mudanças ambientais. Também foram estudadas plantas predominantes na área, visando à melhor compreensão acerca dessa vegetação e do processo de biomineralização de sílica nela envolvidos, a fim de estabelecer coleções de referência modernas para estudos paleoambientais.

Fitólitos são partículas de opala microscópicas que se formam por precipitação de sílica amorfa dentro ou entre as células das plantas vivas (PIPERNO, 1988). São bons proxies para análises de ambientes passados, pois se preservam bem sob condições oxidantes, além de serem capazes de identificar variações no grau de aridez do clima e no estresse hídrico sofrido pelas plantas (COE *et al.*, 2014).

Outro tipo de indicador utilizado em reconstituições da vegetação são os isótopos estáveis de carbono. A razão entre os isótopos estáveis de carbono pode indicar que tipo de plantas deu origem ao material estudado, uma vez que seus valores são resultado de como o produtor primário assimilou o CO₂, ou seja, a trajetória utilizada e o isótopo preferencialmente assimilado (PESSENDA *et al.*, 2005).

2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

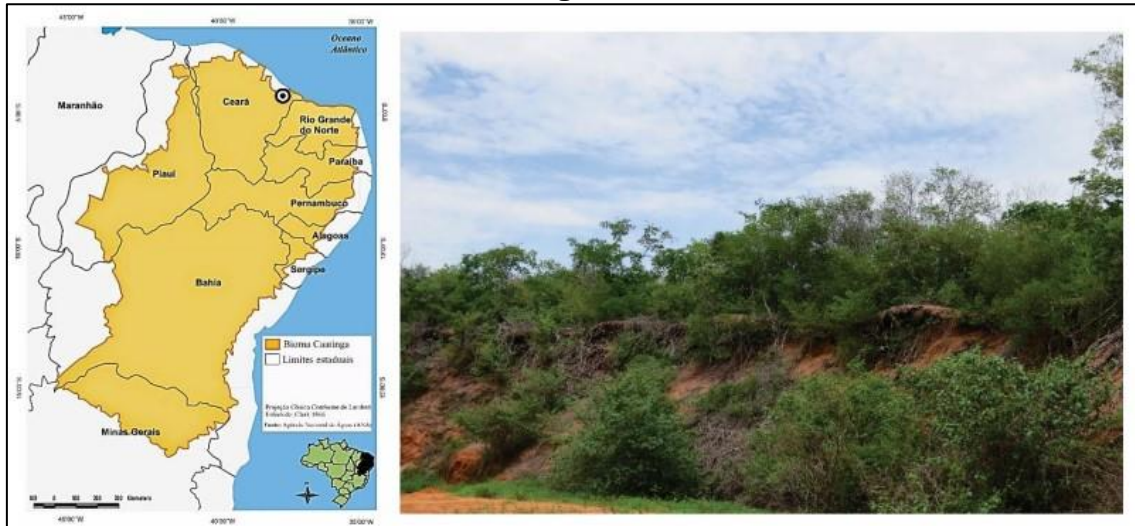
2.1. Materiais

Foi escolhido um perfil exposto localizado num campo de dunas vegetadas próximo à rodovia federal BR 304, no município de Aracati, CE.



Coordenadas: 4°34'46.9" S 37°42'58.3" W (Figura 1a); 21 m de altitude, relevo plano.

Figura 1 - a) Localização da área de estudo. Mapa da Caatinga com localização do perfil de solo escolhido, à esquerda. b) Visão do perfil e cobertura vegetal, à direita.



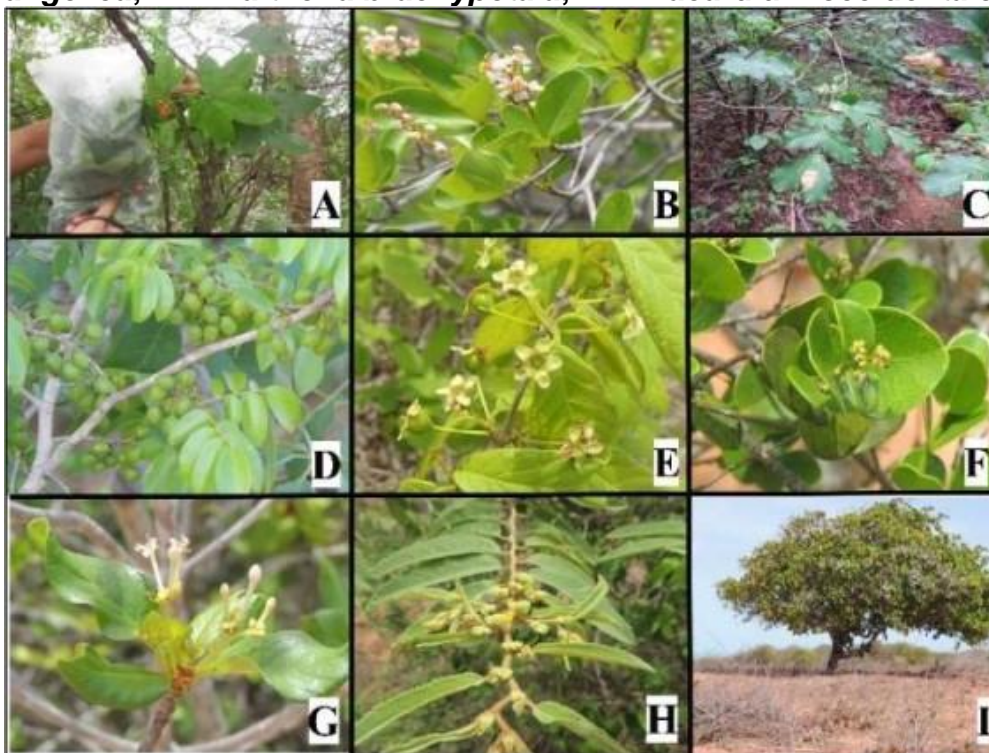
Fonte: Adaptado de Dias, 2017

A área de estudo apresenta uma faixa de vegetação natural bem conservada e distribuída por todo topo e entorno da duna (possível paleoduna) (Figura 1b). Podem ser observadas espécies espontâneas características desse meio. Este segundo estágio de sucessão vegetal dunar encontra-se em equilíbrio com uma menor velocidade do vento e menor salinidade do solo e do ar (aproximadamente 10 Km de distância da região costeira atual).

Para o levantamento florístico foram escolhidas 9 espécies: *Jatropha molíssima* (família Euphorbiaceae), *Byrsonima gardneriana* (família Malpighiaceae), *Poincianella bracteosa* (família Fabaceae), *Trichidium molle* (família Fabaceae, nome popular), Myrtaceae (gênero não identificado), *Erythroxylum sp.* (família Erythroxylaceae), *Guettarda angélica* (família Rubiaceae), *Waltheria brachypetala* (família Malvaceae) e *Anacardium occidentale* (família Anacardiaceae). (Figura 2).



Figura 2 - Espécies de plantas encontradas sobre o Perfil. A – *Jatropha molíssima*; B – *Byrsonima gardneriana*; C – *Poincianella bracteosa*; D – *Trischidium molle*; E – *Myrtaceae*; F – *Erythroxylum sp.*; G – *Guettarda angelica*; H – *Waltheria brachypetala*; I – *Anacardium occidentale*.

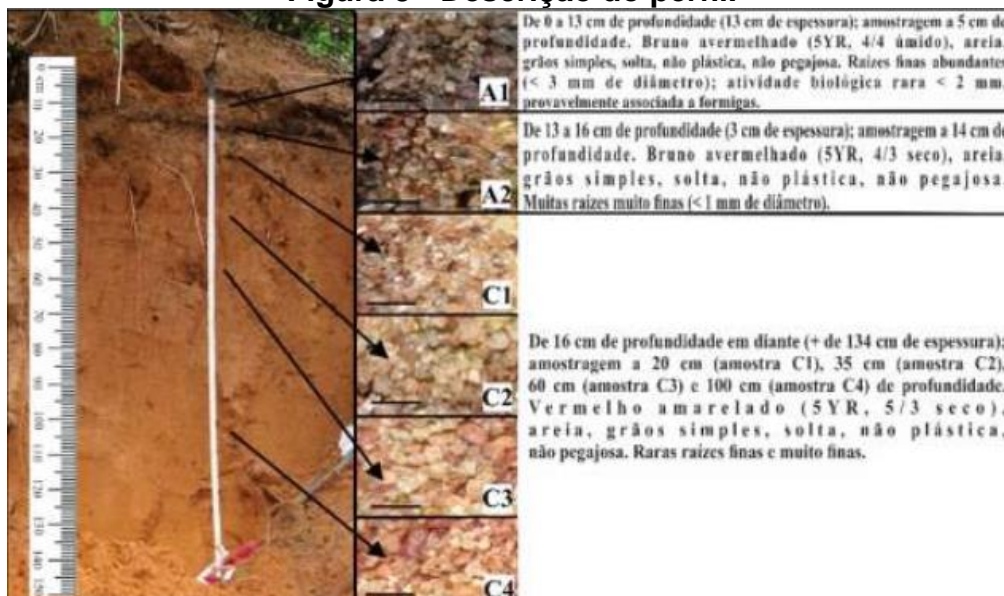


Fotos: Coe, 2015.

Horizontes amostrados: A (A1 e A2 – horizontes minerais com material orgânico) e C (amostra C1, amostra C2, amostra C3 e amostra C4) (Figura 3). A transição entre os horizontes apresenta nitidez clara, com a topografia da linha de separação plana.



Figura 3 - Descrição do perfil.



Fonte: Dias, 2017.

2. 2 Métodos

As análises pedológicas foram realizadas no Laboratório de Geografia (LabGeo) da UERJ/FFP. Foi utilizado o Manual de Métodos de Análise de Solos da EMBRAPA (1997). Para medição do pH dos solos foi utilizado o potenciômetro de bancada Gehaka PG1800 com eletrodo específico.

A extração em laboratório dos fitólitos dos sedimentos e espículas de esponja foi realizada no LAGEMAR/UFF e no LABGEO/FFP. Os fitólitos e espículas foram extraídos a partir de 10g de solo seco, após a dissolução dos carbonatos, oxidação da matéria orgânica, remoção dos óxidos de ferro, separação granulométrica e densimétrica. Em seguida foi feita a identificação e contagem em microscópio óptico com aumento de 500x. Foram contados pelo menos 200 fitólitos com significado taxonômico (classificáveis). Os resultados são apresentados seguindo a classificação proposta pelo ICPN (MADELLA, 2005). Após a contagem, foram calculados os índices fitolíticos de densidade arbórea (D/P) e estresse hídrico (Bi%). Esta contagem também inclui as espículas de esponja.

Para a extração de fitólitos das plantas, foi utilizado o protocolo de extração por via úmida, com 3 g de material (folhas lavadas e secas) em solução de uma parte de ácido nítrico para quatro partes de ácido sulfúrico, a fim de queimar a matéria orgânica. O material final foi lavado com peróxido de



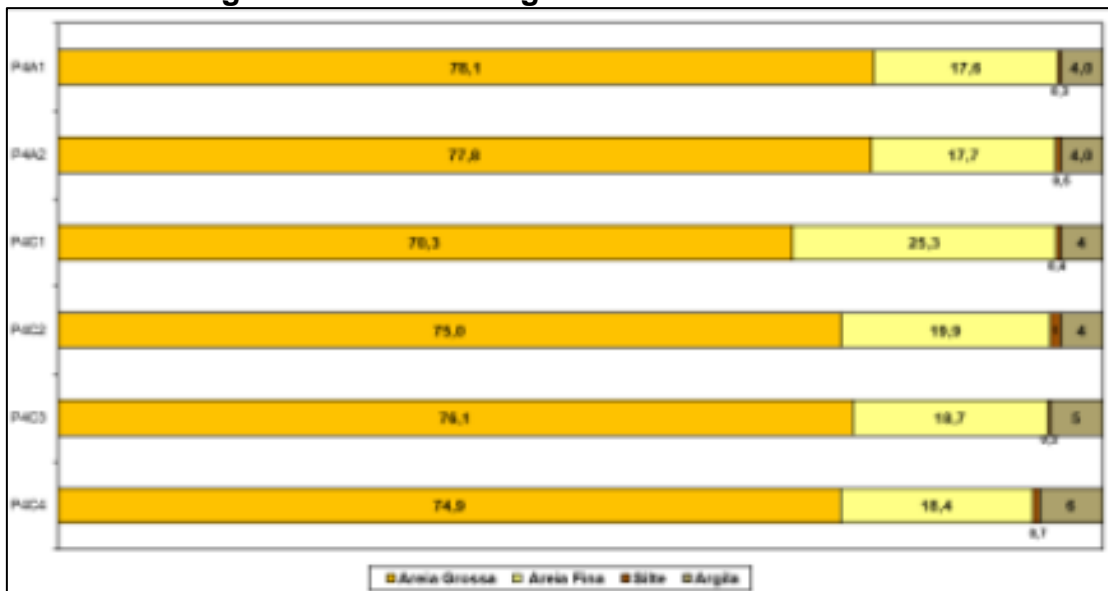
hidrogênio e depois com água destilada. Da mesma forma que nas amostras de solos, foram confeccionadas lâminas para microscopia.

As análises isotópicas dos solos foram realizadas pelo Laboratório de Ecologia Isotópica do CENA/USP através de um analisador elementar Carlo Erba modelo EA 1110, sendo o limite de detecção de 0,03%. As datações foram realizadas através do método do ^{14}C , pela técnica de AMS, nos laboratórios do Instituto de Física da UFF (LAC). As idades obtidas foram posteriormente calibradas pelo programa OxCal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado das análises granulométricas, a concentração de silte e argila é pouco representativa em todos os horizontes, não ultrapassando 7%. A areia total é superior a 90% em todas as amostras, logo de textura arenosa ao longo de todo o perfil. As frações granulométricas variam pouco entre os horizontes, sendo que as camadas mais profundas (C3 e C4) apresentam um leve aumento no teor de frações finas (silte e argila) (Figura 4).

Figura 4 – Gráfico de granulometria das amostras



A quantidade de Carbono Orgânico encontrada no horizonte A1 foi de 1,66%, com posterior aumento em A2 para 2,97%, quando passa a diminuir no



horizonte C (0,45%). Este padrão não segue a tendência normal de diminuição do carbono orgânico com a profundidade.

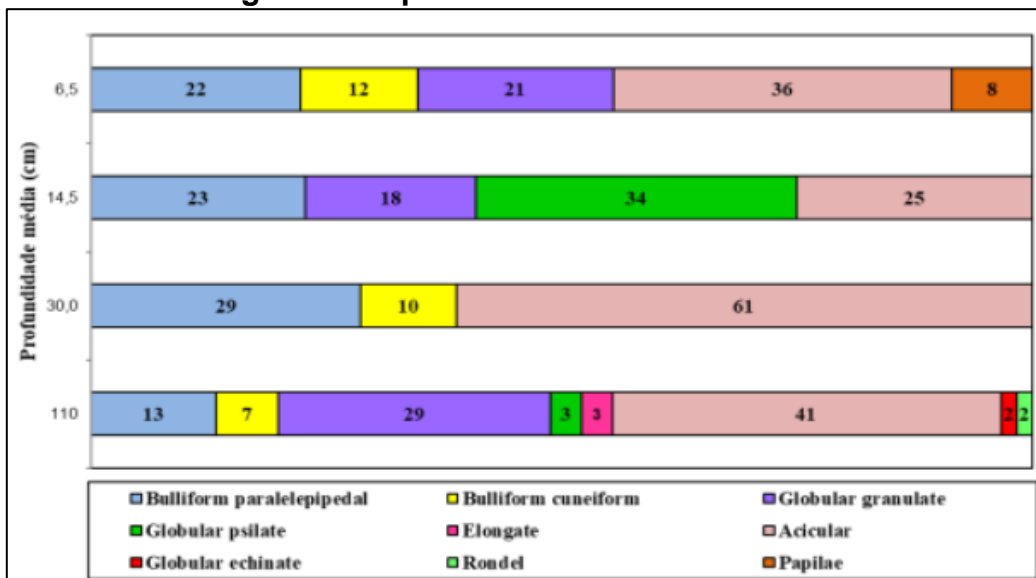
As amostras A1 e C1 apresentam pH de acidez forte e as demais amostras apresentam acidez média. O horizonte A2 possui pH relativamente menos ácido que suas camadas adjacentes, provavelmente devido a sua maior quantidade de Carbono.

A quantidade de fitólitos aumenta com a profundidade até a amostra C1, que apresenta o maior estoque do perfil. Nas amostras intermediárias (C2 e C3) não foram encontrados fitólitos. Na amostra C4 voltam a aparecer fitólitos nas lâminas, mas com estoque bem menor que nos horizontes superiores, porém bem preservados, provavelmente lixiviados das partes superiores do perfil. A granulometria arenosa pode ser responsável por esse processo de translocação dos fitólitos até a base do perfil, já que ocorre um pequeno aumento de silte e argila neste último horizonte.

Os tipos de fitólitos mais encontrados foram o *bulliform parallelepipedal* e *acicular*, indicando um predomínio de plantas adaptadas a ambientes com pouca disponibilidade de água. O fitólito do tipo *globular granulate* também é observado em quantidades estatisticamente significativas em todos os horizontes, com exceção da amostra C1. Na amostra C4, apesar da menor quantidade de fitólitos em relação aos horizontes subjacentes, encontrou-se a maior variedade de tipos de fitólitos do perfil, onde aparecem os tipos *rondel* (típico de Pooideae) e *globular echinate* (típico de Arecaceae).

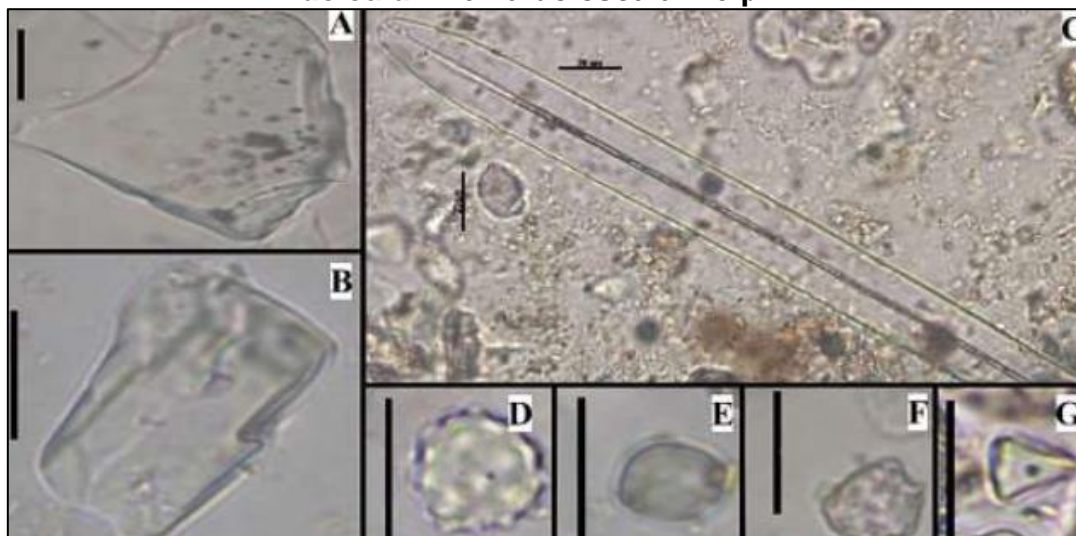


Figura 5 – Tipos de fitólitos classificáveis



O índice D/P apresenta variações entre as amostras: em A1 o índice é de 0,26 aumentando em A2 para 0,38 e diminuindo em C1 para 0,00. O maior D/P (0,46) é encontrado na amostra mais profunda do perfil, C4. Assim, mais uma vez, a tendência é de maior D/P na base do que no topo do perfil. O índice Bi (estresse hídrico) é moderado e diminui gradativamente com a profundidade, mostrando um ambiente pretérito com menos estresse hídrico que o atual.

Figura 6 – Biomineralizações de sílica encontradas no Perfil 4
Legenda: A – *bulliform cuneiform*; B – *bulliform paralelepipedal*; C – espícula de esponja (maior) e *globular granulate* (menor à esquerda); D – *globular echinate*; E – *globular psilate*; F – *globular granulate*; G – *acicular*. Barra de escala: 20 µm.



Fotos: Dias, 2017.



Os resultados do $\delta^{13}\text{C}$ quase não variaram ao longo do perfil, indicando em todas as amostras a presença de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C3.

Foi possível dividir o perfil em zonas de tendências:

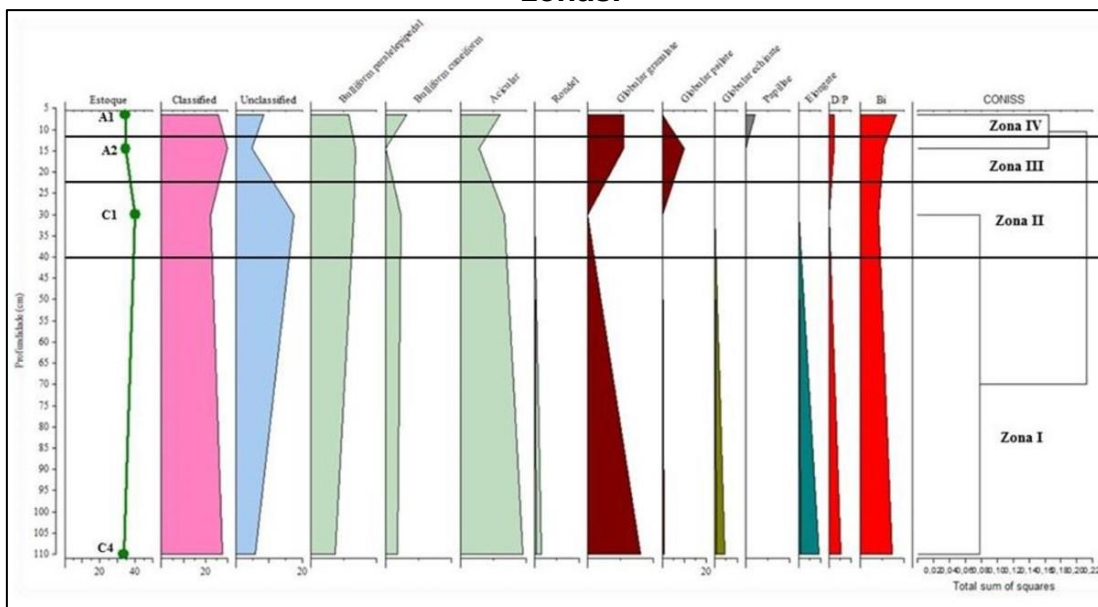
Zona I: horizonte C4 (2283 anos cal AP). O estoque de fitólitos é muito pequeno, mas não é o menor do perfil, já que não foram observados fitólitos nas amostras C2 e C3. Apesar de ser o horizonte mais profundo a apresentar fitólitos, possui uma boa porcentagem de *classified* (83%), e o maior índice D/P do perfil, sugerindo um ambiente mais úmido que o atual, o que é reforçado por apresentar um pequeno aumento na fração argilosa.

Zona II: horizonte C1. Maior estoque de fitólitos do perfil, mas o D/P é zero então o estoque deve estar relacionado a uma mudança na vegetação com aumento de gramíneas, sugerindo um ambiente mais seco.

Zona III: horizonte A2 (721 anos cal AP). Maior estoque de Carbono orgânico e aumento do índice D/P para valor similar ao da Zona I, indicando um ambiente mais úmido há cerca de 700 anos cal AP.

Zona IV: horizonte A1. O índice D/P novamente é zero, indicando um ambiente mais seco no presente.

Figura 7 – Síntese interpretativa dos resultados, dividindo o perfil em zonas.

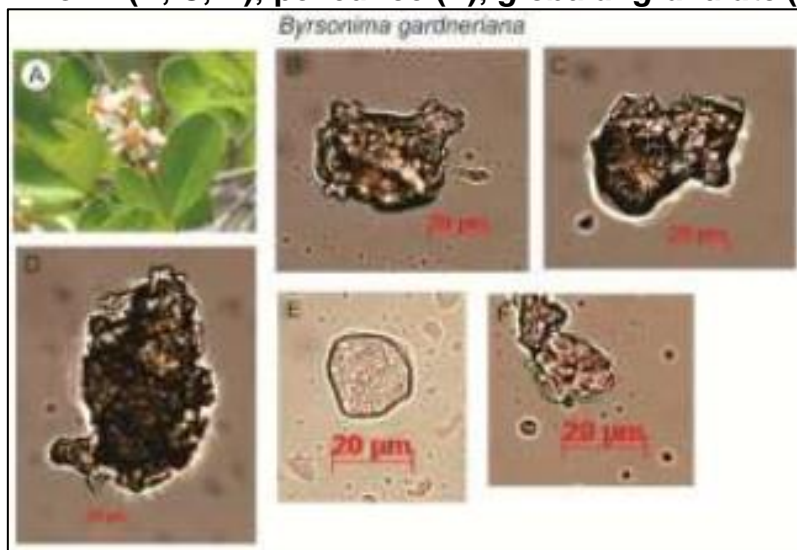




Os resultados encontrados para as plantas foram os seguintes:

Família Malpigiaceae: *Byrsonima gardneriana*: Produção rara. Predominância de fitólitos desconhecidos (*Unknown*). Raros poliédricos e *globular granulate* (Figura 8).

Figura 8 - Fitólitos de *Byrsonima gardneriana*. Espécie analisada (A); *unknown* (B, C, D); poliédrico (E); *globular granulate* (F).

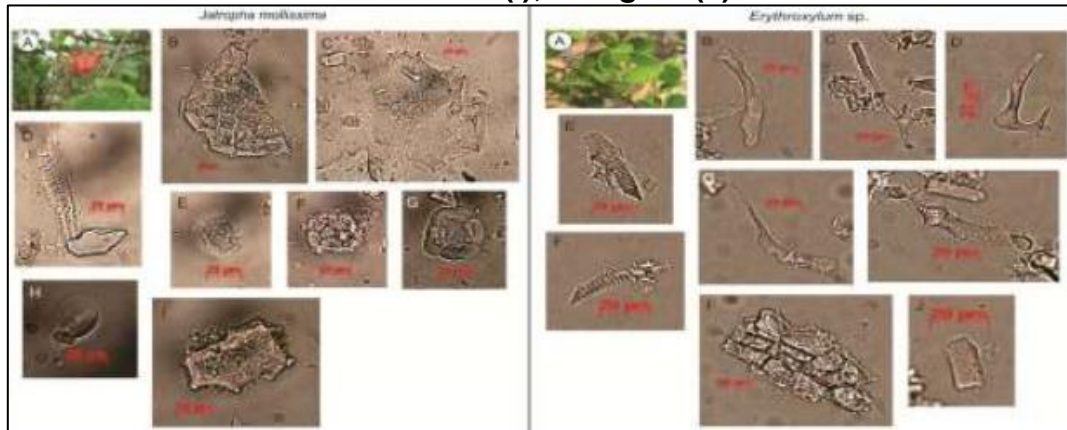


Família Euphorbiaceae: *Jatropha molíssima*: Produção média. Predominância de poliédricos articulados. Algumas bases de tricoma e raros poliédricos, *granulate*, estômatos e traqueídeos (Figura 9a).

Família Erythroxylaceae: *Erythroxylum* sp.: Produção alta. Presença de aglomerados de sílica amorfa. Predominância de traqueídeos e poliédricos articulados (Figura 9b).



Figura 9 - Fitólitos de *Jatropha molíssima*: Espécie analisada (A); poliédricos articulados (B, C); traqueídeo (D); base de tricoma (E, F, G); estômato (H); *poliedric granulate* (I). Fitólitos de *Erythroxyllum sp.*: Espécie analisada (A); traqueídeos (B, C, D, E, F, G, H); poliédrico articulado (I); *elongate* (J).



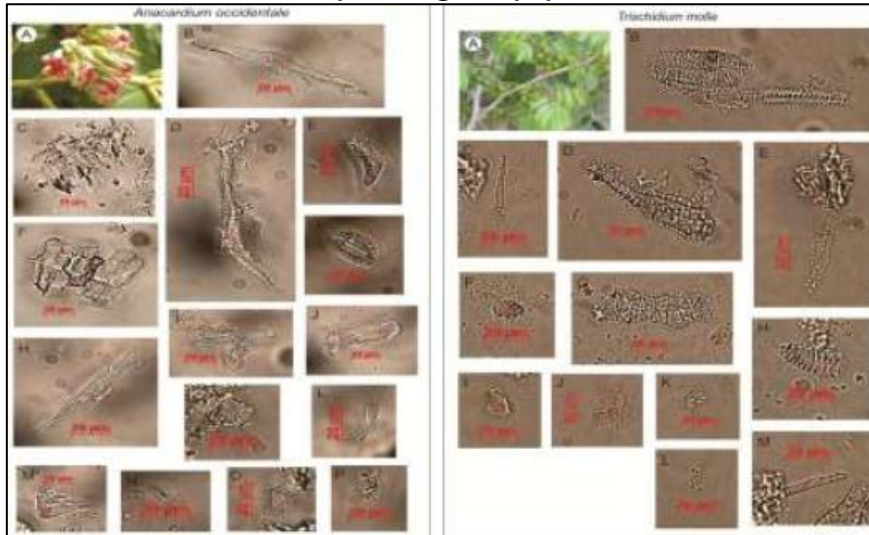
Família Anacardiaceae: *Anacardium occidentale*: Presença de aglomerados de sílica amorfa. Predominância de traqueídeos e *unciform*. Alguns poliédricos articulados, *elongate*. Raros estômatos, *globular granulate* e tricomas (Figura 10a).

Família Fabaceae: *Poincianella bracteosa*: Não foram observados fitólitos.

Trischidium molle: Produção alta. Predominância de traqueídeos. Alguns *globular granulate* e poliédricos *granulate*. Raros *elongate*, *unciform* e tricomas (Figura 10b).



Figura 10 - Fitólitos de *Anacardium occidentale*: Espécie analisada (A); traqueídeo (B, D, E); poliédricos articulados (C, F); estômato (G); *elongate* (H, I, J); *globular granulate* (K); tricoma (L); *unciform* (M, N, O, P). Fitólitos de *Trichidium molle*: Espécie analisada (A); traqueídeos (B, D, E, G, H); tricoma (C); *globular granulate* (F); *polyedric granulate* (I, J); *unciform* (K, L); *elongate* (M).



Família Malvaceae: *Waltheria brachypetala*: Produção média. Predominância de tricomas e *unciform*. Alguns poliédricos articulados, poliédricos *granulate* e traqueídeos. Raras bases de tricoma (Figura 11a).

Família Myrtaceae: Pouca produção. Predominância de poliédricos e traqueídeos. Alguns *globular granulate* e *acicular*. Raros *elongate*. (Figura 11b).

Família Rubiaceae: *Guettarda angelica*: Pouca produção. Predominância de traqueídeos e poliédricos. Alguns *elongate* e raros *globular granulate* (Figura 11c).



Figura 2 - Fitólitos de *Guettarda angelica*: Espécie analisada (A); poliédricos (B, C, D); *elongate* (E, F, G); traqueídeos (H, I, J, K); *globular granulate* (L). Fitólitos de Myrtaceae: (gênero não id.). Espécie analisada (A); poliédricos (B, C, D); traqueídeo (E); traqueídeos articulados (F, G); *globular granulate* (H); *globular granulate* articulado (I); *elongate* (J); *acicular* (K). Fitólitos de *Waltheria brachypetala*: Espécie analisada (A); base de tricoma (B); poliédrico articulado (C); tricomas (D, E, F, G); *unciform* (H, I, J); traqueídeos articulados (K); traqueídeos (L, M); *globular granulate* (N, O); *polyedric granulate* (P, Q).



4. CONCLUSÃO

A Caatinga demonstrou ser um ambiente propício para a utilização do proxy fitólitos, já que a maioria de suas plantas é boa produtora e os mesmos se encontravam bem preservados.

Verificou-se a tendência que a densidade arbórea diminui e o estresse hídrico aumenta da base do perfil para a superfície, ou seja, os ambientes passados apresentam indícios de clima relativamente mais úmido e maior disponibilidade de água para as plantas. Períodos de climas mais secos foram correlacionados às datas do Último Máximo Glacial, com vegetação mais aberta composta por gramíneas, com ocorrência de eventos geomorfológicos menos intensos (RANULPHO, 2016).

Na área estudada, foi possível inferir um clima relativamente mais úmido e com maior densidade arbórea do que o semiárido atual há cerca de 2200 anos cal AP. Estas variações naturais do clima podem ter sido agravadas pela influência antrópica na fisionomia vegetal da Caatinga atual, já que a região



é historicamente associada à baixa diversidade e seca, com poucas ações afirmativas de preservação e conservação.

5. REFERÊNCIAS

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**. New York: Nova Science, 2014. p. 81-103.

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, 2014.

DIAS, R. R. **Reconstituição paleobiogeoclimática de áreas de Caatinga na Depressão Sertaneja Setentrional**. Monografia: UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 212p., 1997.

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]. – v. 1 – Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio, 2010.

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

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

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Recursos Hídricos em regiões áridas e semiáridas. ISBN 978-85-64265-01-1. p. 384-422. Campina Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

PESSENDA, L. C. R., *et al.* Isótopos do Carbono e suas aplicações em estudos paleoambientais. In: SOUZA, C. R. G., *et al.* (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p.75-93, 2005.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths Analysis: an archaeological and geological perspective**. Academic Press, San Diego, 1988.

RANULPHO, R. **Fitólitos em depósitos de colúvio do Quaternário Superior na face Nordeste da bacia sedimentar do Araripe/CE: significado**



paleoambiental. 2016. 100f. Dissertação (Mestrado em Geografia):
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

RICARDO, S. D. F. **Caracterização de fitólitos de plantas e solos
superficiais da Caatinga na Depressão Sertaneja Setentrional.** Monografia:
UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2016.