

Riqueza e potencial da flora da Caatinga – pesquisa e cooperação científica no noroeste do Ceará, Brasil

Prof. Elnatan Bezerra de Souza, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral, Ceará, Brasil.

A conferência tem o objetivo de apresentar a riqueza e o potencial de uso da flora da Caatinga, um bioma exclusivamente brasileiro, que se destaca como o maior e mais diversificado núcleo das Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secos (FATSS). Para desenvolver a temática são apresentados resultados e achados científicos a partir de pesquisas realizadas nos últimos seis anos na mesorregião noroeste do Ceará, compreendendo três tópicos principais:

A Caatinga e os núcleos FATSS

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro. No contexto do Novo Mundo, a Caatinga se destaca como o maior e mais diversificado núcleo do bioma global denominado Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secos (FATSS), em inglês conhecido como *Seasonally Dry Tropical Forest and Woodland Biome* (SDTFW). O conceito de FATSS foi adequado ao do Bioma Suculento Global que compreende, entre outros aspectos, unidades vegetacionais não adaptadas ao fogo, dominadas por árvores, ricas em plantas suculentas e adaptadas ao padrão de chuvas bimodal, com um período de chuvas e outro com vários meses sem chuva ou com chuvas erráticas recebendo menos de 100 mm.

O ambiente da Caatinga é, portanto, caracterizado pela irregularidade das chuvas no tempo e no espaço com precipitação média anual de 800 mm, temperaturas médias em torno de 26°C, insolação de 2800 horas por ano e evapotranspiração que alcança 2000 mm anuais. Sua área, excluindo os enclaves de outros tipos de vegetação, é de cerca de 833.000 km², abrangendo oito estados da Região Nordeste do Brasil e o norte do estado de Minas Gerais, compreendendo aproximadamente 10% do território nacional. O cenário geográfico da Caatinga apresenta rica geodiversidade e a maior parte dos terrenos pertence ao embasamento cristalino de origem Pré-Cambriana, com a paisagem marcada pelos maciços cristalinos e amplas superfícies de aplainamentos, conhecidas como depressões sertanejas. Por outro lado, há várias áreas com embasamento sedimentar, formando chapadas, planaltos e bacias sedimentares datadas do Paleozoico e do Mesozoico.

Os diferentes substratos geológicos e o amplo conjunto de compartimentos geomorfológicos, ao lado da diversificação edáfica, sob a influência do clima semiárido, foram decisivos para a diversidade de fitofisionomias da Caatinga e das suas assembleias florísticas ao longo do tempo. Dessa forma, a Caatinga é fruto de um longo processo evolutivo onde a irregularidade das chuvas no tempo e no espaço, o déficit hídrico e a intensa evapotranspiração combinaram para criar um filtro ambiental que determinou a seleção de plantas adaptadas às condições semiáridas. Além da caducifolia, as plantas

da Caatinga apresentam várias adaptações morfofisiológicas, tais como microfilia, espinhos, acúleos, suculência, raízes profundas, caules e órgãos subterrâneos com reservas. Vale salientar a grande participação de espécies terofíticas na flora da Caatinga, o que representa cerca de 60% do total de espécies de angiospermas registradas para o bioma.

A palavra Caatinga vem do tupi-guarani e significa “mata-branca”, uma alusão ao aspecto cinza-esbranquiçado da vegetação no período de seca. Entretanto, essa visão não é a única face desse bioma, pois tão logo as primeiras chuvas caem, rapidamente a resposta fisiológica da Caatinga se reflete na forma de copas que se renovam em um verde luxuriante que denota a intensa atividade fotossintética. O estrato herbáceo, por sua vez, se restabelece, exibindo uma variedade de espécies anuais, cujos ciclos de vida duram por poucos meses.

A Caatinga surge, após os estudos das últimas três décadas, como o mais amplo e diversificado núcleo FATSS do Novo Mundo, com rica composição florística, onde são listadas 153 famílias, 962 gêneros e 3347 espécies de angiospermas, das quais 526 são endêmicas. Entre as famílias com maior riqueza de espécies se destacam as Fabaceae (490 spp./112 gên.), Euphorbiaceae (199/27), Poaceae (142/56), Asteraceae (141/78), Malvaceae (140/30), Rubiaceae (113/48) e Convolvulaceae (111/13). Entre os gêneros, há 29 exclusivos da Caatinga, com distribuição restrita dentro do bioma. Os mais ricos em espécies são *Croton* L. (72 spp.), *Mimosa* L. (44), *Chamaecrista* L. (41), *Ipomoea* (37), *Senna* (36), *Eugenia* (34), *Jacquemontia* Choisy (30), *Turnera* L. (30) e *Evolvulus* L. (26).

Do ponto de vista da flora da Caatinga e de suas relações biogeográficas há 1319 (39,4%) espécies não especialistas e 747 (22,3%) espécies que são especialistas dos núcleos FATSS. Compartilhadas com as savanas são 757 espécies (22,6%) e com as florestas úmidas 521 (15,5%). As espécies endêmicas correspondem a 15,7% do total. Entre as famílias com maior número de endemismos estão as Fabaceae, Euphorbiaceae, Cactaceae, Bromeliaceae, Malvaceae e Apocynaceae. Entre os gêneros endêmicos da Caatinga são citados *Anamaria* V.C. Souza (ambientes aquáticos como tanques e lagoas temporárias), *Neoglaziovia* Mez (amplamente disperso na Caatinga), *Caatinganthus* H. Rob., *Piqueriella* R.M. King & H. Rob. e *Tabaroa* L.P. Queiroz, G.P. Lewis & M.F. Wojc. no Caatinga no Cristalino, *Cearanthes* Ravenna, *Dissothrix* A. Gray, *Fraunhoferia* Mart., *Mcvaughia* W.R. Anderson e *Telmatophila* Mart. ex Baker para a Caatinga do Sedimentar.

Riqueza e achados na Caatinga do noroeste do Ceará

Inserido completamente no Bioma Caatinga, o estado do Ceará tem 70% de seu território sobre o embasamento cristalino, onde predominam as superfícies de aplainamento. Nesse amplo espaço geográfico, os limites altimétricos são geralmente inferiores a 400 metros, e a paisagem é marcada pela deficiência hídrica associada a solos rasos, onde prevalecem as diversas fitofisionomias da Caatinga do Cristalino. Apesar da Caatinga do Cristalino ser a principal unidade fitoecológica do Ceará, foi curiosamente ignorada em grande parte dos estudos florísticos, onde a ênfase foi dada

para outras unidades fitoecológicas como enclaves de Cerrado e Florestas Úmidas, também conhecidas como brejos de altitude.

A flora cearense é rica, entretanto ainda não é totalmente conhecida, apesar dos avanços das últimas décadas, especialmente através da série de trabalhos florísticos e monografias publicadas. De acordo com o levantamento da flora de angiospermas da região noroeste do Ceará realizada nos últimos seis anos, a flora está representada por 910 espécies, distribuídas em 454 gêneros e 122 famílias, das quais Fabaceae (152), Rubiaceae (48), Convolvulaceae (43), Asteraceae (42), Euphorbiaceae (38), Poaceae (36) e Malvaceae (33) são as mais ricas em espécies. Entre os gêneros mais representativos destacaram-se *Croton* (23), *Ipomoea* (22), *Cyperus* L. (21), *Chamaecrista* (17), *Solanum* L. (17), *Mimosa* (16), *Senna* (12), *Borreria* G. Mey. (8) e *Combretum* Loefl. (8).

Apesar da vasta riqueza da flora cearense, expressa nos mais variados conjuntos vegetacionais, com recursos e potencialidades ainda pouco utilizados de maneira sustentável, somente 7,9% do território estadual é coberto por algum tipo de Unidade de Conservação. Entre todas as 98 UCs do Ceará, somente 22 delas (22,4%) são de proteção integral, juntas, estas USs cobrem somente 0,6% da extensão geográfica dos ecossistemas cearenses.

A falta de conhecimento em relação à biodiversidade e ao potencial das espécies nativas do Bioma Caatinga contribui fortemente para que essas espécies não sejam devidamente valorizadas. Há, portanto, um grande desafio lançado a partir dessas descobertas acumuladas sobre a Caatinga nos últimos anos, que é o de conciliar desenvolvimento econômico com sustentabilidade, ampliando o conhecimento sobre a flora e orientando o uso científico de suas propriedades. Estes estudos trouxeram novidades com a publicação de novas espécies para a Ciência: *Hexasepalum nordestinum* Cabaña Fader & E.B. Souza, espécie de Rubiaceae endêmica do Ceará e Piauí; *Solanum graniticola* V.S. Sampaio & Gouvêa, uma Solanaceae endêmica da Caatinga do Cristalino no noroeste do Ceará; *Croton plurigladosus* Carn.-Torres & Riina, uma Euphorbiaceae endêmica da Caatinga; *Ipomoea lanifolia* D. Santos & Buriel, uma espécie de Convolvulaceae restrita à Caatinga do Sedimentar, e *Borreria savannicola*, uma Rubiaceae com distribuição restrita às áreas de enclave de savana no meio da Caatinga do noroeste do Ceará.

Novas ocorrências também foram registradas, com destaque para *Pleroma caatingae* (J.G. Freitas) P.J.F. Guim. & Michelang. (Melastomataceae), cuja ocorrência era conhecida somente para a Bahia. Esta espécie, rara e ameaçada de extinção, foi coletada em afloramentos quartzíticos e graníticos nos municípios de Morrinhos, Granja e Meruoca. Outros achados que merecem destaque são: *Xiquexique gounellei* subsp. *zehntneri* (Britton & Rose) Lavor & Calvente (Cactaceae), conhecida somente para Minas Gerais, Bahia, Alagoas e Pernambuco, foi coletada na Serra da Timbaúba, em Granja; e *Caatinganthus rubropappus* (Soar. Nunes) H. Rob. (Asteraceae), antes conhecida somente para a Bahia, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, agora foi descoberta no noroeste do Ceará.

Potencial de uso e bioprospecção da flora do noroeste do Ceará

Além da riqueza florística, o patrimônio natural representado por estas plantas tem um potencial fitoquímico e farmacológico inesgotável. Em um mundo impactado pela pandemia do Covid-19, a produção de novos fármacos e insumos para o combate a epidemias e doenças crônicas depende de estudos científicos que forneçam dados sobre o potencial dessas espécies. As biomoléculas produzidas por plantas do semiárido podem ser a chave para a produção de novos antibióticos e tratamentos de doenças graves. É fato que as doenças infecciosas aumentaram em todo o mundo e que seus agentes causadores, tais como bactérias, fungos e vírus, desenvolvem resistências aos tratamentos convencionais. Entretanto, os recursos bioativos provenientes de nossa flora representam uma fonte ainda pouco conhecida e com muitas propriedades úteis.

Senna trachypus (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Fabaceae), espécie endêmica do Brasil, mostrou-se promissora para estudos farmacológicos, uma vez que os extratos etanólicos de suas folhas e caule apresentaram atividade contra todos os dermatófitos estudados. *Ruellia asperula* (Mart. ex Nees) Lindau, (Acanthaceae), uma planta endêmica da Caatinga, e *R. paniculata* L., conhecidas como melosa, apresentaram potencial farmacológico, uma vez que os óleos essenciais de suas folhas, ricos em sesquiterpenos, foram promissores contra bactérias orais, tais como *Streptococcus mutans*, *S. oralis* e *S. sobrinus*.

Em razão do desenvolvimento de resistência em microrganismos infecciosos, estudos sobre produtos naturais que apresentam sinergismo com drogas convencionais, são desejáveis. *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson (Verbanaceae), conhecida como erva-cidreira, teve seu óleo essencial avaliado em associação com drogas antifúngicas já conhecidas e amplamente utilizadas. O resultados indicaram que seu o óleo essencial tem baixa toxicidade e atividade antifúngica e efeito sinérgico contra as cepas de *Trichophyton rubrum* quando combinado com cetoconazol, e sinergismo com anfotericina B contra *Candida tropicalis* e uma de *C. parapsilosis*.

Moléculas isoladas de óleos essenciais foram também documentadas, incluindo o registro de atividades biológicas. Os ensaios com o éster *lacnofilum*, obtido do óleo essencial das partes aéreas de *Baccharis trinervis* Pers. (Asteraceae), constataram atividade antioxidante e antifúngica contra as cepas de *Trichophyton rubrum* e *Microsporum canis*, além de sinergismo com cetoconazol, reduzindo os valores da concentração inibitória mínima (CIM) do antifúngico e modulando sua ação contra cepas de dermatófitos. *Lepidaploa chalybaea* (Mart. ex DC.) H.Rob. (Asteraceae), espécie restrita à Caatinga, apresentou óleo essencial rico em sesquiterpenos, com relevante atividade antifúngica contra cepas de *Trichophyton rubrum*. Tanto o óleo essencial quanto o composto majoritário β -cariofileno potencializaram o efeito do cetoconazol e evidenciaram atividade antioxidante.

Outra espécie de destaque foi *Vitex gardneriana* Schauer (Lamiaceae), conhecida popularmente como jeremataia, típica da mata ciliar dos rios do semiárido. O óleo essencial de suas folhas não apresentou citotoxicidade, ao passo que evidenciou

atividade antioxidante e antimicrobiana contra células e biofilmes de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* e *C. tropicalis*. Em um estudo da variação sazonal da composição do óleo essencial das folhas de *V. gardneriana*, evidenciou-se que as distintas concentrações dos constituintes podem ser atribuídas às condições ambientais, principalmente à precipitação e temperatura. Além disso, o óleo essencial foi efetivo contra larvas de *Aedes aegypti*, fato explicado pela presença de monoterpenos e sesquiterpenos que favorecem a absorção transmembrana de drogas lipofílicas.

Uma molécula isolada do óleo essencial de *V. gardneriana* (5-Hidroxi-3,7,4-trimetoxiflavona), foi testada quanto as atividades antimicrobianas e modulatórias contra as cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Os resultados mostraram uma promissora atividade antimicrobiana do bioflavonoide contra as bactérias estudadas quando associada com os antibióticos norfloxacin e gentamicina, indicando que o produto natural pode contribuir para o controle da resistência bacteriana.

Os estudos supracitados são apenas uma amostra do potencial da flora do Ceará. A busca por produtos naturais tem aumentado muito nas últimas décadas. Em um cenário de crise climática e sofrendo os efeitos decorrentes da pandemia de Covid-19, somos desafiados a buscar soluções sustentáveis para as demandas socioambientais. Vale salientar que o uso de compostos naturais da biodiversidade, assim como o conhecimento etnobotânico, contribui para o desenvolvimento de novos fármacos e é a porta que conduz à conservação dos recursos naturais nos países em desenvolvimento.

Bibliografia consultada:

ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, n.1, p. 149-153. 1981.

CABAÑA FADER, A.A., et al. *Hexasepalum nordestinum* (Rubiaceae): A New Species from Two Disjoint and Fragmented Areas in Northeast Brazil, with a Key to the American Species of the Genus. **Systematic Botany**, v.44, p.203 - 209, 2019

CORADIN, L.; CAMILLO, J. A Iniciativa Plantas Para o Futuro. In: CORADIN, L., CAMILLO, J., PAREYN, F.G.C. (Eds.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas Para o Futuro: Região Nordeste**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade – Brasília, DF: MMA, 2018. 1311 p.

COSTA, P.S., et al. Atividade Antifúngica e Efeito Sinérgico contra *Trichophyton rubrum* e *Candida* spp. do Óleo Essencial das Partes Aéreas de *Lippia alba*. **Revista Virtual de Química**, v. 12, p.1529-1540, 2020.

FERNANDES, M.F., et al. The origins and historical assembly of the Brazilian Caatinga Seasonally Dry Tropical Forests. **Frontiers in the Ecology and Evolution**, v. 10, 723286. 2022.

FERNANDES, M.F.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L.P. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. **Journal of Arid Environments** 174, 104079. 2020.

FERNANDES, M.F.; QUEIROZ, L.P. Vegetação e Flora da Caatinga. **Ciência & Cultura**, v. 70, n. 4, p. 51-56. 2018.

GIBBONS, S. An overview of plant extracts as potential therapeutics. **Expert Opinion on Therapeutic Patents**, v. 13, n.4, p.489-497. 2005.

MACEDO, I., et al. Structural and Microbiological Characterization of 5-Hydroxy-3,7,4-Trimethoxyflavone: A Flavonoid Isolated from *Vitex gardneriana* Schauer Leaves. **Microbial Drug Resistance**, v.25, p.434 - 438, 2019.

MORO, M.F. et al. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia** v. 66, p. 717-743. 2015.

NEVES, A.M., et al. Prospecção química, atividade antioxidante, anticolinesterásica e antifúngica de extratos etanólicos de espécies de *Senna* Mill. (Fabaceae). **Hoehnea**, v.49, p.e1112020, 2022.

PEREIRA, M. et al. Uma proposta de classificação para a vegetação na Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre Pedra da Andorinha, Sobral, Ceará, Brasil. **International Journal of Geobotanical Research**, v. 10, p. 127-152. 2021.

SANTOS. F.D.; SOUZA, E.B.; BURIL, M.T. *Ipomoea lanifolia* sp. nov. (Convolvulaceae), a new species endemic to the Ibiapaba plateau in northeastern Brazil. **Rodriguésia**, v. 72: e00782020. 2021.

SILVA, J.M.C., et al. "The Caatinga: understanding the challenges". In: SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. (eds.) **Caatinga. The largest tropical dry forest region in South America**. Cham: Springer International Publishing, p. 3-19. 2017.

SILVA, P.T. et al. Seasonal variation in the chemical composition and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oils from *Vitex gardneriana* Schauer. **South African Journal of Botany**, v.124, p.329 - 332, 2019.

SOBRINHO, A.C.N., et al. Antifungal and Antioxidant Activities of *Vernonia chalybaea* Mart. ex DC. Essential Oil and their Major Constituent & 946-caryophyllene. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.63, p.e20190177, 2020.

SOBRINHO, A.C.N., et al. Antifungal and antioxidant effect of the *lachnophyllum* ester, isolated from the essential oil of *Baccharis trinervis* (Lam.) Pers., against dermatophytes fungi. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal (UFBA)*, v.22, p.e2122542021, 2021.

SOUZA, E.B., et al. *Borreria savannicola* (Rubiaceae: Spermaceae), a new species from savana patches within the Caatinga, Ceará State, Brazil. **Phytotaxa**, v. 576, n.3, p. 279–288. 2022.

SOUZA, E.B., et al. Flora and physiognomy of *Caatinga* vegetation over crystalline bedrock in the northern *Caatinga* domain, Brazil. **Rodriguésia** 73: e01252021. 2022.

TABARELLI, M., et al. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência & Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-28. 2018.

VALE, J.P.C., et al. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antibiofilm activities of *Vitex gardneriana* Schauer leaves's essential oil. **Microbial Pathogenesis**, v.135, p.103608, 2019.

VASCONCELOS, A.A., et al. Chemical composition determination and evaluation of the antibacterial activity of essential oils from *Ruellia asperula* (Mart. ex Ness) Lindau and *Ruellia paniculata* L. against oral streptococci. **Natural Product Research**, v.35, p.1-5, 2021.