



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**MARCELA CRUZ MOREIRA**

**DIVERSIDADE TAXONÔMICA DE COMUNIDADES  
ARBUSTIVO-ARBÓREAS DA CAATINGA**

**CAMPINAS  
2023**

**MARCELA CRUZ MOREIRA**

**DIVERSIDADE TAXONÔMICA DE COMUNIDADES  
ARBUSTIVO-ARBÓREAS DA CAATINGA**

*Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Biologia Vegetal.*

Orientador: Prof. Dr. Fernando Roberto Martins

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À  
VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO  
DEFENDIDA PELA ALUNA MARCELA  
CRUZ MOREIRA E ORIENTADA PELO  
PROF. DR. FERNANDO ROBERTO  
MARTINS

**CAMPINAS  
2023**

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Biologia  
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

M813d Moreira, Marcela Cruz, 1997-  
Diversidade taxonômica de comunidades arbustivo-arbóreas da caatinga /  
Marcela Cruz Moreira. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Fernando Roberto Martins.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de  
Biologia.

1. Plantas da caatinga. 2. Taxonomia vegetal. 3. Bacias sedimentares. 4.  
Rochas cristalinas. I. Martins, Fernando Roberto, 1949-. II. Universidade  
Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações Complementares

**Título em outro idioma:** Taxonomic diversity of shrub-tree communities in the caatinga

**Palavras-chave em inglês:**

Caatinga plants

Plant taxonomy

Settling basins

Rocks, Crystalline

**Área de concentração:** Biologia Vegetal

**Titulação:** Mestra em Biologia Vegetal

**Banca examinadora:**

Fernando Roberto Martins [Orientador]

Marcelo Freire Moro

Ingrid Koch

**Data de defesa:** 31-08-2023

**Programa de Pós-Graduação:** Biologia Vegetal

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-9302-5068>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/4044474670988265>

Campinas, 31 de agosto de 2023.

### **COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Dr. Fernando Roberto Martins (PPGBV – UNICAMP)

Prof.(a). Dr.(a) Ingrid Koch (PPGBV – UNICAMP)

Prof. Dr. Marcelo Freire Moro (PPGSIS – UFC)

*Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.*

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal do Instituto de Biologia.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, acredito que ele sempre esteve ao meu lado em cada momento, que todas as situações que ocorreram mesmo me levando a muitas lágrimas derramadas tinham o propósito de me fazer mais forte, e eu me fiz. Agradeço à minha mãe, Maria Brígida que mesmo com o coração apertado, de ver a caçula indo para tão longe me abençoou, me aconselhou e me reanimou quando eu senti meu mundo desabando. Agradeço ao meu noivo Tiago Dantas, que me acompanhou todos os dias, não hesitou em me motivar a buscar meus sonhos e os tomou pra ele também “suas conquistas, nossas conquistas”, me ouviu chorar e me acalmou, obrigada por ser meu suporte, meu amigo e o meu amor, por não soltar a minha mão e ser meu ponto de segurança.

Agradeço aos meus amigos: Ana Márcia Santos, por suportar meus dramas e acreditar em mim mais do que eu mesma. O Túlio Ramos, que me levava para outras histórias e me fazia esquecer a tensão que o mestrado proporcionava. Agradeço à minha amiga Clarice Silva, que me acompanha a mais de uma década e permanece na arquibancada, torcendo de longe, vibrando e falando “Força mulher, você consegue”, obrigada por todo o cuidado e cada oração que fez pensando em mim. As amizades da graduação, Izaíra Nepomuceno e Larisse Sales que continuam ao meu lado, trocando puxões de orelha, conselhos e boas histórias.

Aos novos amigos que o mestrado me proporcionou, pessoas a qual tenho muito carinho, e admiração. Que foram minha família, o abraço apertado, a mão quentinha pra segurar e voltar ao chão. As minhas irmãs científicas Jenny Paola e Lucirene Rodrigues, muito obrigada meninas, esse título tem grande contribuição de vocês. Aos demais membros da minha panelinha favorita, Aline Mansur e Nelson Barrios, foi um prazer produzir piadas e situações engraçadas para compartilhar com vocês, obrigada por cada momento. E por fim, minha estimada companheira de “quarto”, Carina Araujo, obrigada por me motivar, me escutar depois de um dia exaustivo, quando nenhum neurônio funciona mais, obrigada pelo cuidado diário. Foi um prazer dividir as tarefas de casa, os medos do final do mestrado, alguns almoços, risos e a tutela das plantinhas. Espero ter deixado um gostinho de Ceará com vocês, eu vou levando um pouquinho de São Paulo, misturado com Mato Grosso, Colômbia e Panamá.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradeço também ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo 132131/2021-8. Ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Unicamp, ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Roberto Martins, obrigada pelos inúmeros ensinamentos. Aos professores que contribuíram nas correções deste trabalho, em especial Ingrid Koch, Vidal Mansano e Marcelo Moro. Por fim, meus colaboradores Vinícius Lond e Paulo Weslem, aprendi muito com vocês.

## RESUMO

### DIVERSIDADE TAXONÔMICA DE COMUNIDADES ARBUSTIVO-ARBÓREAS DA CAATINGA

Marcela Cruz Moreira<sup>1</sup> Fernando Roberto Martins<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluna de mestrado; <sup>2</sup>Orientador

Investigamos aqui a hipótese de que os substratos existentes nos ambientes do embasamento cristalinos e das bacias sedimentares do Domínio da Caatinga (DC), têm exercido pressões diferentes sobre as espécies arbustivo-arbóreas do banco regional, levando a estruturas taxonômicas diferentes das comunidades. Para isso, analisamos os índices de distinguibilidade taxonômica (AvTD) e variação taxonômica (VarTD) de comunidades nos dois ambientes, avaliando se os dois ambientes edáficos resultam em comunidades florísticas contrastantes. Após calcular os índices, fizemos análises de correlação, GLMM e GAMM para entender as relações entre os índices e entre eles e os níveis taxonômicos (espécie, gênero, família e ordem). Na Caatinga em geral, as médias de distinguibilidade e variação foram respectivamente 94,61 e 307,07. Os valores de distinguibilidade no cristalino (média de 94,47) foram significativamente maiores que no sedimentar (média de 94,11). Os valores de variação no cristalino (média de 288,45) foram significativamente menores que no sedimentar (média de 332,36). A correlação entre a VarTD e AvTD foi negativa, ou seja, as comunidades com maiores valores apresentam uma maior uniformidade de distribuição dos táxons entre as categorias, estas que influenciam ambos os índices. Nossos resultados corroboram com a hipótese inicial e podem ser entendidos por meio da história evolutiva da Caatinga. A utilização destas métricas permitem uma compreensão robusta da estruturação taxonômica, além de ressaltar um novo aspecto de diversidade vegetal do DC.

**Palavras chave:** Floresta Tropical Estacionalmente Seca, Distinguibilidade taxonômica, Variação da distinguibilidade taxonômica, Terrenos sedimentares, Terrenos cristalinos.

## ABSTRACT

We investigated the hypothesis that the substrates present in the crystalline and sedimentary environments of the Caatinga Domain (CD) have exerted different pressures on the shrub-tree species of the regional bank, leading to different taxonomic structures of the communities. To do this, we analyzed the average taxonomic distinctness (AvTD) and variation in taxonomic distinctness (VarTD) of communities in the two environments. After calculating the indices in R Studio, we conducted correlation analyses, GLMM, and GAMM to understand the relationships between the indices, between them, and the taxonomic levels (species, genus, family, and order). In the Caatinga in general, the mean distinctness and variation were 94.61 and 307.07, respectively. The distinctness values in the crystalline environment (mean of 94.47) were significantly higher than in the sedimentary environment (mean of 94.11). The variation values in the crystalline environment (mean of 288.45) were significantly lower than in the sedimentary environment (mean of 332.36). The correlation between VarTD and AvTD was negative, meaning that communities with higher values exhibit greater uniformity in the distribution of taxa among categories, which influence both indices. Our results support the initial hypothesis and can be understood through the evolutionary history of the Caatinga. The use of these metrics allows for a robust understanding of taxonomic structure, in addition to highlighting a new aspect of plant diversity in the CD.

**Keywords:** Seasonally Dry Tropical Forest, Taxonomic distinctness, Variation of Taxonomic distinctness, Sedimentary Terrains, Crystalline Terrains.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
Banco de dados.....	12
Calculando AvDT e VarTD.....	14
Diferença entre Ambientes.....	16
Relação AvTD, VarTD e níveis taxonômicos.....	16
RESULTADOS.....	17
Banco de dados.....	17
Distingibilidade (AvTD).....	19
Variação (VarTD).....	20
Relação AvTD e VarTD.....	21
Distingibilidade e níveis taxonômicos.....	22
Variação e níveis taxonômicos.....	24
DISCUSSÃO.....	25
Distribuição de táxons.....	25
Eventos históricos e ecológicos.....	26
Alta AvTD e baixa VarTD.....	29
Entendendo a relação de AvTD e VarTD com as categorias taxonômicas.....	31
CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICES.....	43
ANEXOS.....	58

## INTRODUÇÃO

Na região Neotropical, a Floresta Tropical Sazonalmente Seca (FTSS) está distribuída do México à Argentina e em todo o Caribe (Pennington *et al.*, 2009; Linares-Palomino *et al.*, 2011). As florestas secas compõem uma das florestas tropicais mais ameaçadas do mundo (Miles *et al.*, 2006), devido ao rápido desmatamento e perda de biodiversidade (Parr *et al.*, 2014), restando menos de 10% de sua extensão original em muitos países (García *et al.*, 2014). A América do Sul tem papel importante para a conservação das FTSS, visto que detém mais de 50% das florestas secas do mundo, a maior parte dessa vegetação é representada pela Caatinga, que ocupa 40% das FTSS no mundo e 22% nas Américas (Miles *et al.*, 2006).

O Domínio da Caatinga (DC) está situado no Nordeste brasileiro e é constituído por um mosaico vegetacional com alta heterogeneidade e diferentes fitofisionomias e floras que variam de acordo com gradientes climáticos e o substrato (Moro *et al.*, 2015a,b; 2016), como matas de galeria, florestas tropicais úmidas, savanas, campos rupestres e inselbergs, além da vegetação de caatinga, que se enquadra no conceito de FTSS (Moro *et al.*, 2016; Queiroz *et al.*, 2017). Tal heterogeneidade ambiental é resultado da interação de fatores geomorfológicos, edáficos e climáticos (Andrade-Lima, 1981).

O DC está entre os três domínios mais degradados do Brasil (Brazil, 2015), em decorrência do mau uso e superexploração de recursos vegetais, extração de madeira para lenha, agricultura e agropecuária local (Silva *et al.*, 2013). Algumas destas áreas já estão em processo de desertificação (Sampaio, 2018). Apesar da alta biodiversidade e das muitas ameaças, apenas 7,96 % de sua área está protegida por unidades de conservação, das quais apenas 1,30% são de proteção integral (Teixeira *et al.*, 2021), expondo a carência de políticas de proteção ambiental para a região.

A maior parte do Domínio da Caatinga é composta pelo embasamento cristalino, formado por rochas muito antigas pré-cambrianas, enquanto uma porção menor, mas extensa, ocorre sobre superfícies sedimentares arenosas disjuntas (Queiroz *et al.*, 2017). Sobre o embasamento cristalino e sobre as bacias sedimentares arenosas, se distribuem os dois principais subtipos de vegetação de caatinga do DC: a caatinga do cristalino, ou caatinga *sensu stricto*, e a caatinga do sedimentar, ou caatinga de areia (Moro *et al.* 2016). A caatinga do sedimentar é caracterizada por sua vegetação decídua não espinhosa, em solos arenosos e pobres em nutrientes de bacias sedimentares do Nordeste brasileiro (Moro *et al.*, 2015a; 2016) e sua fisionomia é arbustivo-arbórea aberta e de porte baixo (Silva *et al.*, 2009). Os solos dos terrenos sedimentares são profundos e arenosos com baixa fertilidade (Lemos & Rodal, 2002)

e altos teores de alumínio (Silva *et al.*, 2009; Arruda *et al.*, 2015). Já a Caatinga do Cristalino apresenta uma vegetação caducifólia e espinhosa de porte baixo e ocorre nos terrenos cristalinos da Depressão Sertaneja (Moro *et al.*, 2015b). Nos terrenos cristalinos, os solos são rasos e pedregosos, têm alta fertilidade com altos teores de fósforo, mas podem ter muito sódio (Silva *et al.*, 2009; Arruda *et al.*, 2015) e não retêm água após as chuvas (Moro *et al.*, 2015b).

Muitos estudos têm destacado subgrupos florísticos distintos entre a caatinga do cristalino e a caatinga do sedimentar (Lemos & Rodal, 2002; Cardoso & Queiroz, 2007; Costa *et al.*, 2015; Moro *et al.*, 2015a, b, 2016; Fernandes & Cardoso, 2018; Oliveira *et al.*, 2020), ressaltando principalmente diferenças florísticas. Por outro lado, Silva & Sousa (2018) relataram não terem encontrado diferenças significativas, colocando em discussão a hipótese de que as floras sejam diferentes. Investigamos a hipótese de que os terrenos cristalinos e sedimentares constituem ambientes que têm exercido pressões diferentes sobre as espécies arbustivo-arbóreas do banco regional, levando à presença de táxons distintos e comunidades com estruturas taxonômicas diferentes entre esses ambientes. Por estrutura taxonômica entendemos a distribuição de riqueza em diferentes níveis taxonômicos. A estrutura taxonômica decorre tanto de processos evolutivos e biogeográficos no tempo evolutivo quanto de processos de montagem de comunidades no tempo ecológico (Shimatani, 2001; Hardy & Senterre, 2007; Schweiger *et al.*, 2008; Pio *et al.*, 2011; Ricotta *et al.*, 2012; Householder, 2015; Silva & Porto, 2015; Dios *et al.*, 2017; Tucker *et al.*, 2017). A estrutura taxonômica é descrita pela riqueza, divergência e regularidade (Tucker *et al.*, 2017): a riqueza exprime o número de linhagens em nível de espécie; a divergência indica quão diferentes são as linhagens ou espécies; e a regularidade mostra quão regular é a distribuição das diferenças entre as linhagens ou espécies. Há várias métricas para medir a divergência e a regularidade, mas as mais vantajosas são a distinguibilidade taxonômica e a variação taxonômica, respectivamente (Silva & Porto, 2015; Tucker *et al.*, 2017; Bitomský *et al.*, 2020).

A distinguibilidade taxonômica (AvTD) foi proposta por Warwick & Clarke (1995) num estudo sobre comunidades macrobentônicas no Mar do Norte. Ela mede a distância taxonômica entre duas espécies tomadas ao acaso de uma lista de espécies, pode ser calculada como distinguibilidade taxonômica comunitária para cada comunidade e como distinguibilidade taxonômica média para todo o conjunto regional de espécies (Clarke & Warwick, 1999). Vários autores encontraram que a distinguibilidade está diretamente e fortemente correlacionada com a diversidade trófica e diferença funcional entre espécies (Clarke & Warwick, 1998; Warwick & Clarke, 1998; Clarke & Warwick 1999), com a diversidade de aminoácidos (Shimatani, 2001), com a diversidade filogenética, tempo de

divergência filogenética, índices do táxon mais próximo NTI e do parentesco líquido NRI e distância filogenética (Hardy & Senterre, 2007; Pio *et al.*, 2011; Ricotta *et al.*, 2012; Householder, 2015; Silva & Porto, 2015; Dios *et al.*, 2017; Tucker *et al.*, 2017), podendo ser usada com vantagem para substituir a árvore filogenética (Bitomský *et al.*, 2020). A variação da distinguibilidade (VarTD) é a variação dos comprimentos dos caminhos entre cada espécie, refletindo a irregularidade da árvore taxonômica (Warwick & Clarke, 2001). Em outras palavras, a variação mede a irregularidade da distribuição da riqueza dos táxons entre os níveis taxonômicos. A variação taxonômica também indica a desigualdade da distribuição das diferenças funcionais entre os táxons, altos valores indicando que alguns táxons são mais semelhantes entre si, ao passo que outros táxons são muito diferentes (Tucker *et al.*, 2017). De fato, Bitomský *et al.*, (2020) encontraram que a variação taxonômica explicou mais de 70% da irregularidade filogenética em angiospermas herbáceas de campos gramíneos da República Tcheca.

A distinguibilidade taxonômica tem sido aplicada na vegetação terrícola para investigar relações entre o tipo de manejo e a biodiversidade florestal (Shimatani, 2001), entre a biodiversidade de comunidades e o solo (Ricotta *et al.*, 2005; Carrari *et al.*, 2006; Al-Mutairi 2017; Householder, 2015), a sucessão ecológica (Moreno *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2019; Tierra *et al.*, 2021), a história evolutiva e biogeográfica de floras (Peat *et al.*, 2007; Lozano *et al.*, 2010; Kooyman *et al.*, 2014; Loidi *et al.*, 2015; Buscalioni *et al.*, 2018; Tierra *et al.*, 2021), os impactos da perturbação sobre as comunidades (Mouillot *et al.*, 2005; Ricotta *et al.*, 2008; Burrascano *et al.*, 2009; Winter *et al.*, 2009; Gwali *et al.*, 2010; Marcantonio *et al.*, 2013; Braun, 2015; Selvi *et al.*, 2017; Jog & Bried, 2021), a montagem de comunidades (Jastrzebska *et al.*, 2011; Kooyman *et al.*, 2014; Arulnayagam, 2020; Neduvoto Piniel *et al.*, 2021), a influência do ambiente sobre as comunidades (Shimatani, 2001; Johnson & Hering, 2009; Pio *et al.*, 2011; Jyothi & Sureshkumar, 2018; Bai *et al.*, 2019; Malíček *et al.*, 2019; Sarkar *et al.*, 2019; Ingty, 2021) e para distinguir áreas relevantes para conservação (Dios *et al.*, 2017; Tunison, 2020). Na vegetação terrícola do Brasil, a distinguibilidade taxonômica tem sido aplicada para entender como as comunidades respondem a ambientes diferentes (Silva & Batalha, 2006; Santos *et al.*, 2012; Silva & Porto, 2015; Rezende *et al.*, 2015, 2016; Landim *et al.*, 2015; Lima *et al.*, 2015, Furtado & Menini-Neto, 2018; Martins *et al.*, 2020; Andrella & Sartori, 2021) e para indicar áreas prioritárias para a conservação (Silva & Porto, 2015).

Se os terrenos cristalinos e sedimentares da caatinga constituem ambientes suficientemente diferentes para exercer pressões diferentes ao longo do tempo ecológico e evolutivo, esperamos que os valores de distinguibilidade e variação taxonômica difiram entre

os dois ambientes, sugerindo processos evolutivos e ecológicos diferentes. Caso contrário, esperamos que as comunidades de ambos os ambientes tenham uma estrutura taxonômica similar, isto é, que a distinguibilidade taxonômica e sua variação não difiram estatisticamente entre os ambientes. Diferenças significativas da distinguibilidade e variação das comunidades entre os dois ambientes poderiam corroborar a existência de dois subgrupos florísticos com relativa diferença de composição de espécies, como ressaltado por Lemos & Rodal (2002) em um estudo florístico e de fitossociologia, utilizando métricas de riqueza e diversidade de Shannon, outros ainda trabalharam com similaridade de Jaccard, Sorensen, B-curtis e UPGMA (Cardoso & Queiroz, 2007; Costa *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2020). Nos trabalhos de Moro *et al.*, (2015b, 2016) com índices de estrutura filogenética, espectros de hábitos e formas de vida em análises multivariadas com UPGMA e NMS, houve diferenciação da flora das áreas cristalinas e das sedimentares. Todos estes trabalhos ressaltam a necessidade de políticas públicas mais eficientes para a conservação da Caatinga.

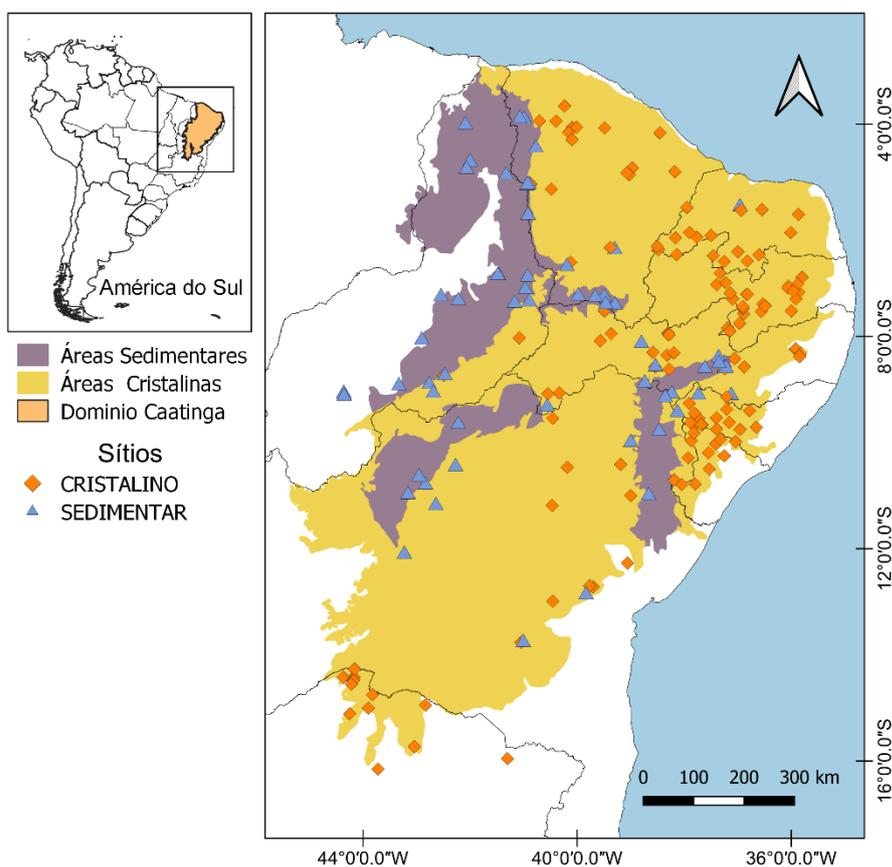
Para auxiliar a investigação de nossa hipótese, propomos as seguintes questões-guia: (1) Como os valores de distinguibilidade taxonômica e variação se distribuem entre as comunidades do cristalino e do sedimentar? (2) Os valores de distinguibilidade e variação diferem estatisticamente entre os dois ambientes? (3) Como a distinguibilidade e a variação se correlacionam? A forma da correlação difere entre os ambientes? (4) Como a distribuição dos táxons nos diferentes níveis taxonômicos influencia os valores de distinguibilidade e variação? Essa influência difere entre os ambientes?

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Banco de dados**

Utilizamos como ponto de partida inicial, o banco de dados “Caatinga”, que compilou listas florísticas do DC, incluindo artigos publicados até dezembro de 2011 (Moro *et al.*, 2014, 2016). Seleccionamos apenas espécies arbóreas e que estivessem com a identificação completa, espécies exóticas também foram retiradas. Posteriormente, inserimos na base de dados novos artigos publicados entre janeiro de 2012 e dezembro de 2021 seguindo os mesmos critérios estabelecidos por Moro *et al.*, (2014) e acrescentamos listas de espécies retiradas no site NeotropTree. No banco de dados, foram incluídos levantamentos fitossociológicos (quantitativos) e florísticos (qualitativos), o nome da localidade levantada, suas coordenadas geográficas, o município, o estado, as espécies e o tipo de vegetação e substrato (sedimentar ou cristalino), o nome dos respectivos autores e a referência

bibliográfica completa. Aceitamos as informações originais sobre o tipo de vegetação e substrato, verificamos a exatidão das coordenadas geográficas usando o programa Google Earth Pro v 7.3.6. Quando os autores não forneciam as coordenadas geográficas, usamos o nome da localidade levantada e atribuímos ao levantamento uma coordenada geográfica aproximada. Quando não era possível conseguir as coordenadas geográficas da localidade levantada, usamos as coordenadas da sede do município mais próximo como referência. As localidades estão distribuídas por todo o Domínio da Caatinga (DC), mas incluímos comunidades fora dos limites mapeados do DC, segundo o mapa de Velloso et al. (2002), considerando a informação sobre o tipo de vegetação reportado pelos autores de cada estudo, já que há casos onde diferentes biomas avançam nos limites cartográficos nas suas áreas de ecótono. Da mesma maneira, incluímos disjunções sedimentares no setor do cristalino e vice-versa. Em alguns casos, comunidades levantadas em terrenos cristalinos e sedimentares aparecem muito próximas ou sobrepostas no mapa (Fig. 1) devido às disjunções ou coordenadas próximas das sedes municipais, mas buscamos atribuir cada levantamento ao seu tipo correto de ambiente seguindo análises em mapas e a descrição de cada tipo de vegetação feita pelos autores de cada levantamento.



**Fig. 1.** Localização das comunidades em terrenos cristalinos e sedimentares usadas para calcular a distinguibilidade (AvTD) e a variação da distinguibilidade (VarTD). O mapeamento dos terrenos cristalinos e sedimentares seguiu Velloso *et al.*, (2002).

No ambiente R, atualizamos os nomes científicos das listas por meio dos algoritmos do pacote ‘flora’ (Carvalho, 2020), que verifica nomes de espécies fornecidos pelo usuário em relação à base de dados da Flora e Funga do Brasil (Jardim Botânico do RJ, 2020), atualizando os nomes científicos para os nomes atualmente aceitos pelos especialistas. Para os táxons não encontrados na base de dados nacional, utilizamos o Taxon Name Resolution Service (Boyle *et al.*, 2013), TPL (<http://www.theplantlist.org/>), IPNI (<https://www.ipni.org/>), PLANTMINER (<http://www.plantminer.com/>) e TROPICOS (<http://www.tropicos.org/>) em busca de confirmar os epítetos caso não fossem atualizados no site do Flora e Funga do Brasil. As categorias taxonômicas foram organizadas até família com base nas informações disponibilizadas pelo site Flora e Funga do Brasil, e acrescentadas da categoria de ordem conforme a APG-IV (2016).

### Calculando AvDT e VarTD

A partir do banco de dados foram geradas duas tabelas, uma com os binômios arranjados nos quatro níveis taxonômicos (espécie, gênero, família e ordem), outra de presença e ausência por ambiente (cristalino/sedimentar). Ambas foram usadas como entradas de dados na função *taxa2dist* do pacote ‘vegan’ (Oksanen, 2013) no ambiente R. Essa função converte a tabela de categorias taxonômicas em distâncias taxonômicas, atribuindo o peso 1 e um valor a cada segmento entre dois níveis taxonômicos consecutivos, de modo que a soma dos segmentos (distância taxonômica) seja 100 para cada par de espécies. Como a distinguibilidade taxonômica é calculada como a distância taxonômica média entre os pares de espécies, seu valor máximo será 100. As distâncias taxonômicas são usadas como dados de entrada na função *taxondive* (Oksanen, 2013) do pacote ‘vegan’, para o cálculo da distinguibilidade e sua variação. A equação da distinguibilidade taxonômica média (AvTD) é calculada como:

$$AvTD = \frac{\sum \sum_{i < j} \omega_{ij}}{0,5[S(S - 1)]}$$

Em que  $S$  representa o número de espécies,  $\omega$  representa a distância taxonômica entre

as espécies  $i$  e  $j$ , e o duplo somatório refere-se à soma total das somas parciais das distâncias taxonômicas entre cada par de espécies, que também pode ser calculada para cada comunidade (Warwick & Clarke, 1998, 2001). Como a soma das distâncias taxonômicas é dividida pelo número de espécies corrigido, a distinguibilidade taxonômica é a distância taxonômica média entre todos os pares possíveis de espécies da comunidade ou do conjunto regional, conforme o caso (Clarke & Warwick, 1998, 1999, 2001).

A variação da distinguibilidade (VarTD) de cada comunidade é calculada como:

$$VarTD = \frac{\sum \sum_{i \neq j} \omega_{ij}^2}{s(s-1)} - \varpi^2$$

Em que  $\varpi$  é a distância taxonômica média entre pares de espécies (ou seja,  $\varpi = TD$ ). Portanto, a variação expressa a diferença entre a média dos quadrados das distâncias taxonômicas e o quadrado da distância taxonômica média. Como as distâncias taxonômicas são elevadas ao quadrado, a variação é muito sensível à heterogeneidade dos níveis taxonômicos superiores, como famílias e ordens, tendendo a ser maior quanto maior for o número de famílias e ordens a que as espécies pertencem (Clarke & Warwick, 2001).

Tanto para a distinguibilidade média quanto para a variação média, é possível calcular um intervalo de confiança a 95% de probabilidade correspondente a dois desvios padrões. Isso permite inferir se o valor de uma comunidade é estatisticamente diferente dos demais valores, se o valor de uma área ocorrer fora do ‘envelope de confiança’ calculado para abranger o valor de dois desvios padrões (Clarke & Warwick, 2001) resultando em um gráfico no qual o número acumulado de espécies está no eixo X, e o da distinguibilidade taxonômica no eixo Y. Como a distinguibilidade taxonômica média do conjunto regional não depende do tamanho da amostra, ela é representada por uma linha paralela a X, ao passo que o intervalo de confiança diminui à medida que o tamanho da amostra aumenta, formando o chamado funil de confiança (Clarke & Warwick, 1998).

Geramos quatro gráficos com o funil de confiança para a distinguibilidade usando o pacote ‘ggplot2’ (Wickham, 2016), um com todos as comunidades da caatinga, o segundo considerando os dois ambientes cristalino e sedimentar, sendo uma lista de espécies geral para cada. O terceiro e quarto considerando as comunidades do cristalino e do sedimentar, respectivamente. A análise dessas figuras permitiu uma compreensão mais clara da distribuição desses valores, contribuindo para atingir nosso primeiro objetivo que diz respeito à distribuição dos valores de AvTD na Caatinga.

## Diferença entre Ambientes

Utilizamos análise de variância com efeito misto para verificar se a distinguibilidade e a variação taxonômica diferem entre os terrenos cristalinos e sedimentares, conforme nosso segundo objetivo. Começamos checando os pressupostos para testes paramétricos. A normalidade dos valores de distinguibilidade foi checada com o teste de Shapiro-Wilk, a homogeneidade das variâncias com o teste de Fligner-Killeen (para dados sem normalidade), e a ausência de outliers e valores extremos com o método Z-score. Essas tarefas foram realizadas em ambiente R com o pacote ‘performance’ (Lüdecke *et al.*, 2021). Os dados apresentaram desvios da normalidade, as variâncias foram homogêneas, e três outliers (não valores extremos) foram detectados na distinguibilidade taxonômica. Além disso, alguns de nossos dados apresentaram uma estrutura aninhada, no qual algumas comunidades estavam na mesma região (portanto, há maior probabilidade dessas comunidades serem relacionadas). Considerando essa estrutura de dados, aplicamos modelos lineares generalizados mistos (GLMM), utilizando o ambiente como efeito fixo e as comunidades como efeito aleatório (Zuur *et al.*, 2009). Os modelos foram ajustados com a família de distribuição Gaussiana no pacote ‘lme4’ (Bates *et al.*, 2015), sendo representados pela seguinte fórmula: `glmer(distinguibilidade/variação ~ ambiente + (1 | sítios)`. Os valores de  $p$  foram obtidos usando a aproximação de Kenward-Roger com o pacote ‘pbkrtest’ (Halekoh & Hojsgaard, 2014). Fizemos a validação dos modelos plotando os resíduos de Pearson versus os valores ajustados e os valores ajustados versus os valores observados (homogeneidade das variâncias) (Zuur *et al.*, 2009). Também checamos se havia autocorrelação espacial nos resíduos utilizando o coeficiente de Moran I (mais teste de permutação), calculado com o pacote ‘spdep’ (Bivand *et al.*, 2013). A matriz de pesos espaciais requerida nestes testes foi construída com as coordenadas geográficas de cada área de estudo ( $k = 1$ ).

## Relação AvTD, VarTD e níveis taxonômicos

Entender como a distinguibilidade (AvTD) está relacionada com a variação (VarTD) faz parte do nosso terceiro objetivo. Para este fim, realizamos uma análise de correlação de Spearman, visto que nossos dados não apresentam distribuição normal. Plotamos um gráfico para o cristalino e outro para o sedimentar com o pacote ‘ggplot2’ (Wickham, 2016) e adicionamos os valores das medianas, de R e o p-valor.

Utilizamos análise de regressão (não-linear) para testar se (e como) as razões espécie/gênero (A), gênero/família (B) e família/ordem (C) afetam a distinguibilidade e a variação taxonômica em cada ambiente (cristalino e sedimentar). Com o pacote ‘performance’ (Lüdecke *et al.*, 2021), checamos os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk), homoscedasticidade (teste de Breusch-Pagan), ausência de outliers e valores extremos (método Z-score), e multicolinearidade ( $VIF \leq 2$ ). A linearidade entre variáveis predictoras e resposta foi verificada com *pair-plots* com o pacote ‘performanceAnalytics’ (Peterson & Carl 2020). Não encontramos normalidade (exceto para VarTD no cristalino) nem homoscedasticidade em VarTD para o sedimentar, e a relação entre variáveis não foi linear. Portanto, analisamos os dados com modelos aditivos mistos generalizados (GAMM) com o pacote ‘mgcv’ (o *smooth* usado foi *thin plate regression splines*) (Wood, 2011). Checamos a distribuição das variáveis resposta com a função *check\_distribution* pacote ‘performance’ para aplicar a família de distribuição mais apropriada nos modelos. As famílias utilizadas foram Tweedie(1,25) para AvTD no cristalino, Gamma para VarTD no cristalino e sedimentar, e Gaussiana para AvTD no sedimentar. Nos modelos do cristalino, também adicionamos a longitude e latitude como covariáveis para melhorar o ajuste e remover a autocorrelação espacial dos resíduos (Zuur *et al.*, 2009). Os modelos ajustados podem ser representados como  $\text{gam}(\text{distinguibilidade/variação} \sim \text{s(espécies/gênero)} + (\text{gênero/família}) + \text{s(família/ordem)} + \text{s(longitude, latitude)}, \text{method} = \text{REML}, \text{random} = \text{sítio}, \text{family} = \text{Tweedie}(1.25)$ .

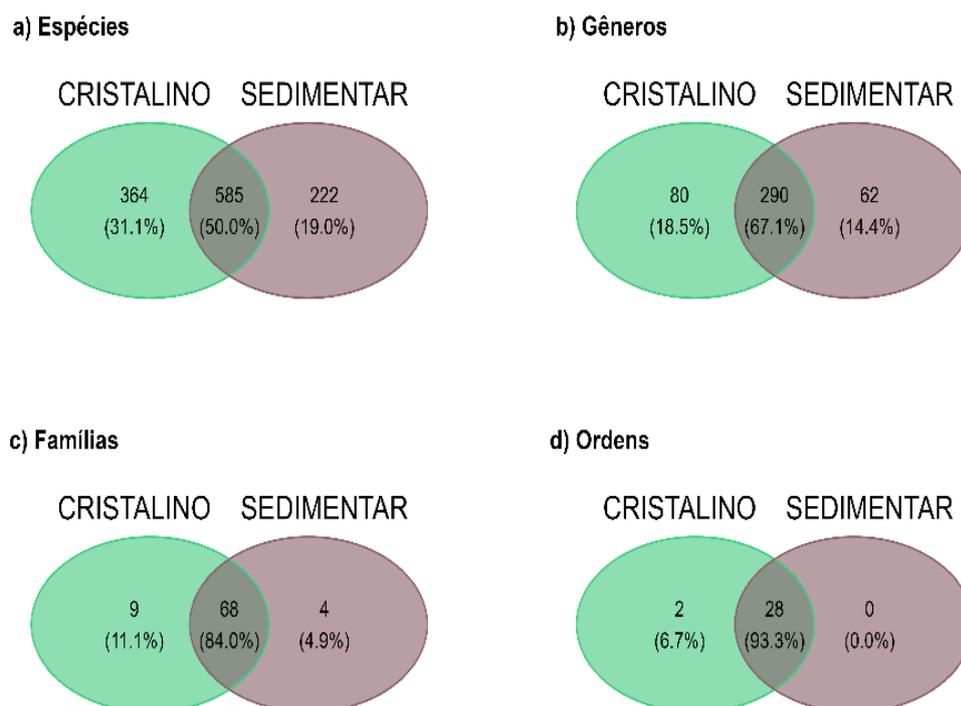
Validamos os modelos checando a homoscedasticidade dos resíduos (resíduos normalizados versus valores ajustados e valores ajustados versus valores observados) e a ausência de autocorrelação espacial (coeficiente de Moran I e teste de permutação) (Zuur *et al.*, 2009). Representamos os resultados graficamente usando o pacote ‘ggplot2’ (Wickham, 2016).

## **RESULTADOS**

### **Banco de dados**

Nosso banco de dados contém 215 levantamentos florísticos ou fitossociológicos para a flora lenhosa da Caatinga, das quais 146 em áreas sobre o embasamento cristalino e 69 em áreas sobre as bacias sedimentares, essa diferença entre a quantidade de sítios se dá principalmente em razão das formações cristalinas dominarem a Caatinga. Como os índices de distinguibilidade e variação da distinguibilidade não dependem do esforço amostral (Clarke

e Warwick 1998), a diferença do número de levantamentos entre o cristalino e o sedimentar não causa impacto nos valores dos índices obtidos. Obtivemos no total 12.169 registros de 1.171 espécies, 432 gêneros, 81 famílias e 30 ordens. No cristalino, encontramos 949 espécies, 370 gêneros, 77 famílias e 30 ordens; no sedimentar, 807 espécies, 353 gêneros, 72 famílias e 28 ordens. Os táxons mais frequentes foram as espécies *Aspidosperma pyriforme* Mart. & Zucc. (Apocynaceae), *Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl. (Anacardiaceae) e *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae), e, nos níveis taxonômicos superiores, o gênero *Mimosa* (Fabaceae), a família Fabaceae e a ordem Fabales, tanto no cristalino quanto no sedimentar. No cristalino, os táxons mais frequentes foram os gêneros *Aspidosperma* e *Bauhinia* (Fabaceae), as famílias Euphorbiaceae e Malvaceae e as ordens Malpighiales e Gentianales. No sedimentar, os táxons mais frequentes foram os gêneros *Senna* e *Cenostigma* (Fabaceae), as famílias Malpighiaceae e Sapindaceae e as ordens Malpighiales e Sapindales (Tabela 1, apêndice). Muitos táxons foram comuns aos dois ambientes: 50% das espécies, 67,1% dos gêneros, 84% das famílias e 93,3% das ordens (Fig. 2). Táxons amostrados exclusivamente no cristalino perfizeram 364 espécies, 80 gêneros, nove famílias e duas ordens, ao passo que 222 espécies, 62 gêneros e quatro famílias só ocorreram no sedimentar (Fig. 2, Tabelas 2 e 3, apêndice). As espécies (em ordem alfabética) encontradas apenas do banco de dados do cristalino (tabela 2 apêndice) foram *Acalypha multicaulis* Müll.Arg. (Euphorbiaceae), *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae), *Adenocalymma cladotrichum* (Sandwith) L.G.Lohmann (Bignoniaceae), *Agonandra excelsa* Griseb. (Opiliaceae), *Allophylus puberulus* (Cambess.) Radlk. (Sapindaceae); e no sedimentar (tabela 3, apêndice), *Acalypha villosa* Jacq. (Euphorbiaceae), *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (Arecaceae), *Adenocalymma scabriusculum* Mart. ex DC. (Bignoniaceae), *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart (Fabaceae), *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg. (Euphorbiaceae).



**Fig. 2.** Diagrama de Venn dos níveis taxonômicos da caatinga ocorrentes nos terrenos cristalinos e sedimentares.

**Tabela 1.** Famílias e ordens amostradas exclusivamente em ambientes cristalinos ou sedimentares. Para a lista completa dos táxons em cada ambiente, ver tabelas 2 e 3 em apêndice.

	Família	Ordem
<b>Cristalino</b>	Gesneriaceae, Peraceae	Pandanales
	Microteaceae, Piperaceae	Piperales
	Mollugiaceae, Ulmaceae	
	Onagraceae, Velloziaceae	
	Oxalidaceae	
<b>Sedimentar</b>	Phytolacaceae, Picrodendraceae	
	Humiriaceae, Cardiopteridaceae	

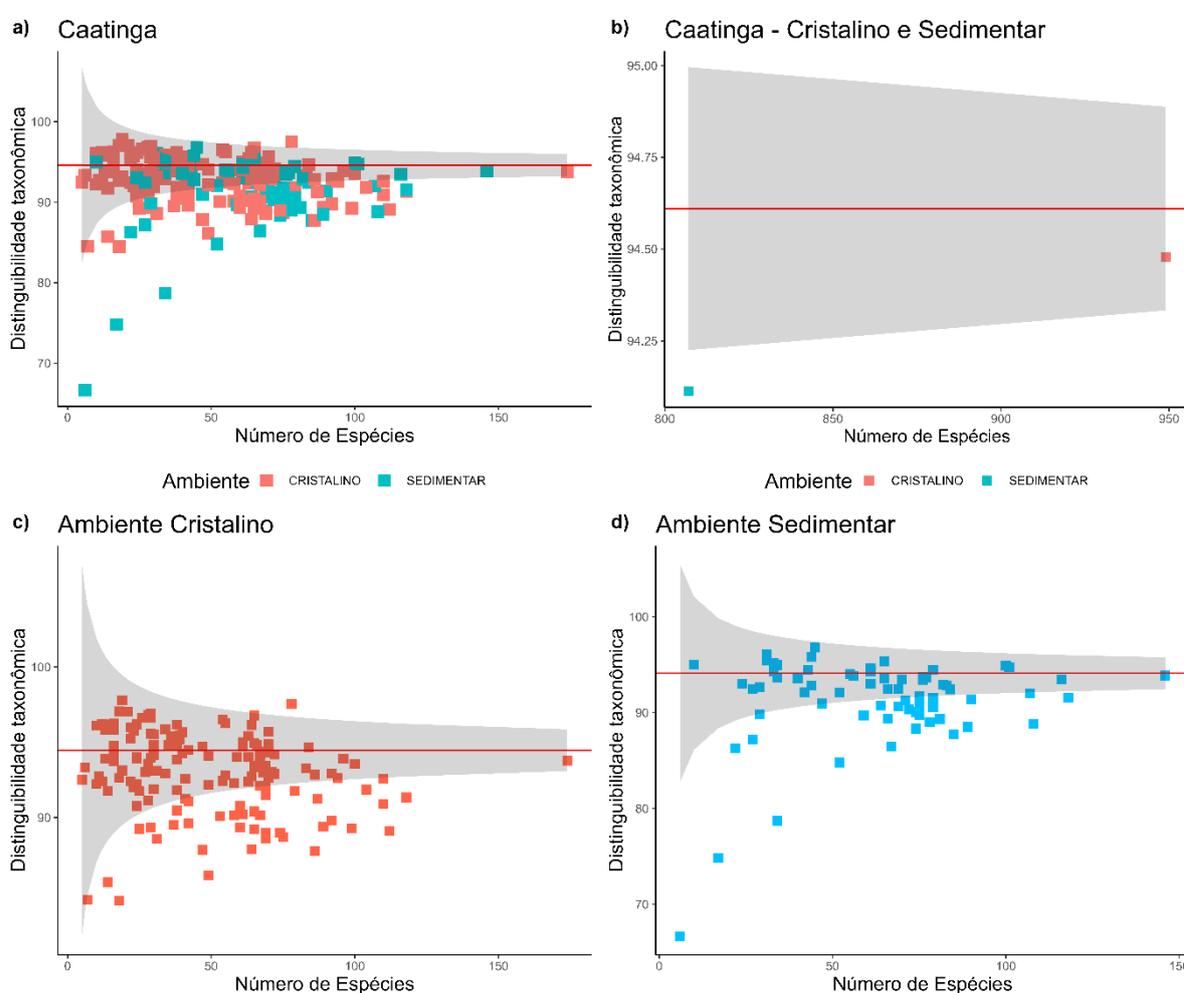
### Distinguibilidade (AvTD)

A distinguibilidade média geral para a Caatinga foi de 94,61, com uma amplitude de 66,66 a 97,80 (Fig. 3a). Considerando cada ambiente separadamente, a média no cristalino foi de 94,47 e de 94,11 no sedimentar (Fig. 3b). No cristalino, o maior valor de distinguibilidade foi de 97,80 em uma comunidade do estado de Pernambuco, e o menor valor foi de 84,47 em uma comunidade no estado da Paraíba (Fig. 3c). No sedimentar, o maior valor foi de 96,79 em uma comunidade no estado do Piauí, e o menor valor foi de 66,66 no estado de Pernambuco (Fig. 3b).

Considerando cada comunidade, a maior parte dos valores de distinguibilidade não

diferiu da média esperada, mas uma grande parte mostrou valores abaixo da média, e apenas uma comunidade do cristalino teve distinguibilidade acima da média esperada (Fig. 3a). Quando se analisaram os dois conjuntos de comunidades separadamente, a distinguibilidade da flora do cristalino não diferiu da média esperada, mas a do sedimentar foi menor (Fig. 3b). O mesmo padrão geral de distribuição dos valores de distinguibilidade abaixo da média ocorreu no cristalino (Fig. 3c) e no sedimentar (Fig. 3d), mas uma comunidade do cristalino teve distinguibilidade acima da média (Fig. 3c).

Os valores de distinguibilidade foram significativamente diferentes entre o cristalino e o sedimentar, conforme os resultados do GLMM (t-valor = - 3.64, p-valor = 0.00036), sendo menores no sedimentar. Os resíduos do teste GLMM se mostraram homogêneos e não apresentaram autocorrelação espacial.



**Fig. 3.** Distribuição dos valores de distinguibilidade de todas as comunidades analisadas na Caatinga (a), da flora do cristalino e do sedimentar (b), apenas das comunidades do cristalino (c) e apenas das comunidades do sedimentar (d).

### Varição (VarTD)

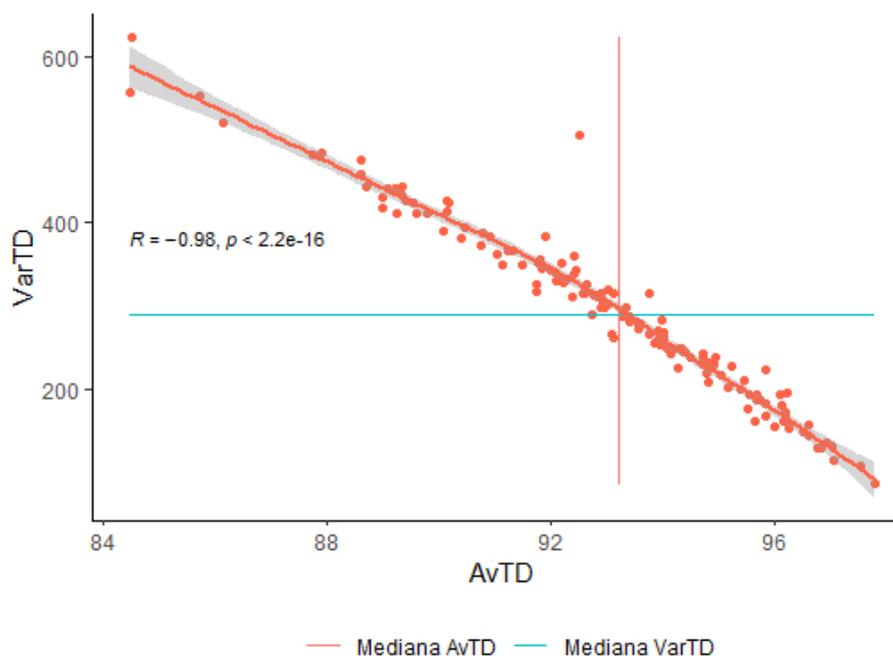
A variação apresentou o valor mínimo de 86,56 em uma comunidade no estado de

Pernambuco (cristalino) e máxima de 647,94 em uma comunidade no estado do Piauí (sedimentar), e sua média foi de 307,07. Considerando apenas as comunidades do cristalino, a amplitude foi de 86,56 (Pernambuco) a 622,582 (Paraíba), com média de 288,45. No sedimentar, os valores foram de 136,81 (Piauí) até 647,94 (Piauí). com média de 332,36. Os valores de VarTD diferiram significativamente entre o cristalino e o sedimentar, conforme os resultados do GLMM (t-valor = 3.38, p-valor = 0.00090). Os resíduos do teste se mostraram homogêneos e não apresentaram autocorrelação espacial.

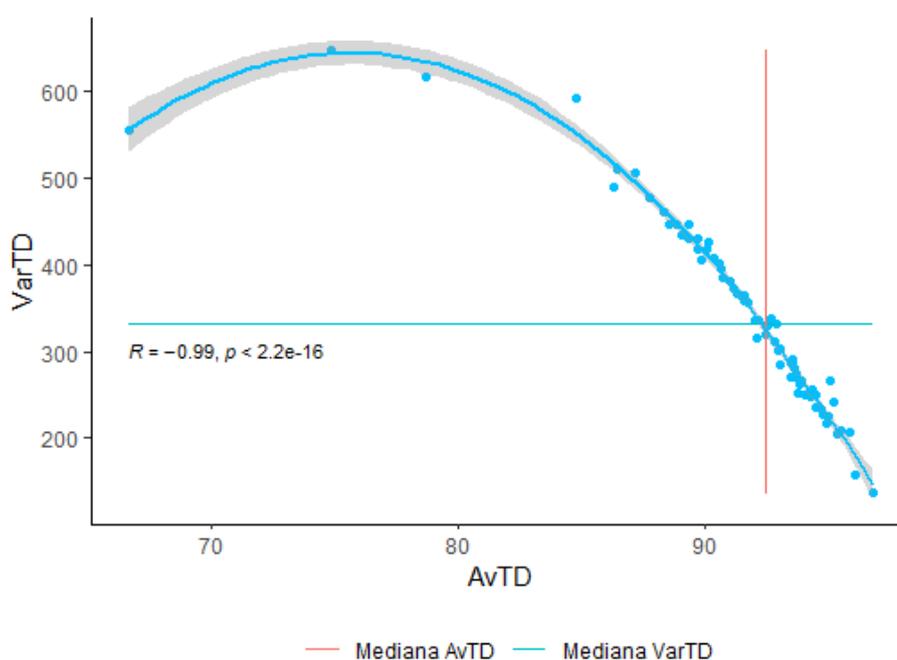
### **Relação AvTD e VarTD**

A relação entre a variação e a distinguibilidade foi negativa: comunidades de alta distinguibilidade tiveram baixa variação e vice-versa, mas a relação foi grosseiramente linear no cristalino (Fig. 4) e côncava no sedimentar (Fig. 5). Em ambos os ambientes, quase 50% das comunidades ou tiveram alta variação e baixa distinguibilidade ou baixa variação e alta distinguibilidade, situações indicadas pelo quadrante superior esquerdo e quadrante inferior direito, respectivamente (Fig. 4 e 5). Apenas algumas comunidades tiveram alta variação e alta distinguibilidade ou pequena variação e alta distinguibilidade (compare os quadrantes superior direito e inferior esquerdo, Fig. 4 e 5).

As medianas da distinguibilidade mostram que os valores menores que 93,20 no cristalino e 92,45 no sedimentar se espalharam numa grande amplitude, ao passo que os valores maiores apresentaram uma amplitude menor, especialmente no sedimentar, indicando uma distribuição assimétrica com uma cauda em direção aos menores valores (Fig. 4 e 5). Ao contrário, as medianas da variação mostram que os valores menores que 288,445 no cristalino e 332,45 no sedimentar apresentaram uma amplitude menor, especialmente no sedimentar, indicando também uma distribuição assimétrica, mas com cauda em direção aos maiores valores (Fig. 4 e 5).



**Fig. 4.** Correlação de Spearman entre a distinguibilidade (AvTD) e a variação (VarTD) de comunidades no cristalino. A reta azul horizontal representa a mediana da variação (288,45) e a reta vermelha vertical representa a mediana da distinguibilidade (93,20).



**Fig. 5.** Correlação de Spearman entre a distinguibilidade (AvTD) e variação (VarTD) de comunidades no sedimentar. A reta azul horizontal representa a mediana da variação (332,45), e a reta vermelha vertical representa a mediana da distinguibilidade (92,45).

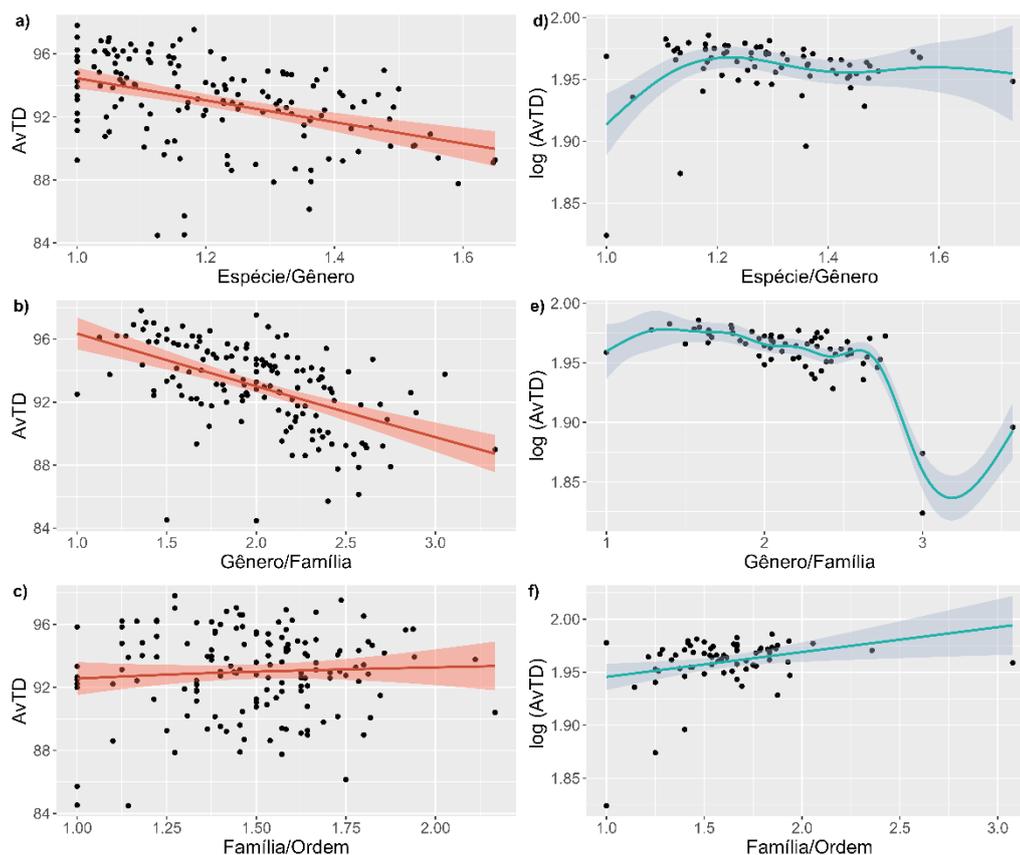
### Distinguibilidade e níveis taxonômicos

No cristalino, o modelo GAMM com família de distribuição Tweedie foi o mais adequado,

para investigar como a concentração da riqueza de táxons influencia os valores de distinguibilidade. Como os resíduos apresentaram heterocedasticidade, provavelmente em decorrência da autocorrelação espacial das comunidades, adicionamos as covariáveis longitude e latitude ao modelo, considerando o modelo com o maior valor do  $R^2$  como o mais adequado. Esse modelo mostrou que as variáveis A (concentração de espécies por gênero), B (concentração de gêneros por família) e C (concentração de famílias por ordem) influenciaram os valores de distinguibilidade com  $p$ -valor:  $A = 0.000424$ ;  $B = 7.47e-10$ ;  $C = 2e-16$  e  $R^2 = 0.43$  (Tabela 5 em apêndice). No sedimentar, o modelo de com família de distribuição gaussiana com as covariáveis longitude e latitude apresentou o melhor ajuste: com  $p$ -valor:  $A = 0.011$ ;  $B = 2e-16$ ;  $C = 0.00049$  e  $R^2 = 0.81$  (Tabela 6 em apêndice).

Os níveis taxonômicos de gênero, família e ordem exerceram influência sobre os valores de distinguibilidade (Fig. 6). Mas, cada nível taxonômico exerceu influência de modo diferente em cada ambiente. No cristalino, as relações foram grosseiramente lineares. À medida que aumentou a concentração de espécies em gêneros (Fig. 6a) e de gêneros em famílias (Fig. 6b), diminuiu a distinguibilidade; mas, o aumento do número de famílias por ordem (Fig. 6c) aumentou a distinguibilidade. Considerando a inclinação das retas, a maior influência sobre os valores de distinguibilidade foi exercida pela concentração de espécies por gênero e de gêneros por família.

No sedimentar, a relação da distinguibilidade com a concentração de espécies por gênero (Fig. 6d) e de gêneros por família (Fig. 6e) não foi linear e variou muito com os valores de distinguibilidade, ao passo que a relação com a concentração de famílias por ordem foi grosseiramente linear (Fig. 6f). De modo muito grosseiro, tanto a concentração de espécies por gênero quanto a de gêneros por famílias tenderam a influenciar negativamente a distinguibilidade, ao passo que a concentração de famílias por ordem apresentou tendência positiva. Fazendo uma abstração da inclinação das curvas, a concentração de famílias por ordem parece ter exercido a maior influência.



**Fig. 6.** Relações entre a distinguibilidade e a concentração de táxons em diferentes níveis taxonômicos em comunidades arbóreas de ambientes cristalinos (a – c) e sedimentares (d -f) da Caatinga obtidas com modelos aditivos generalizados mistos.

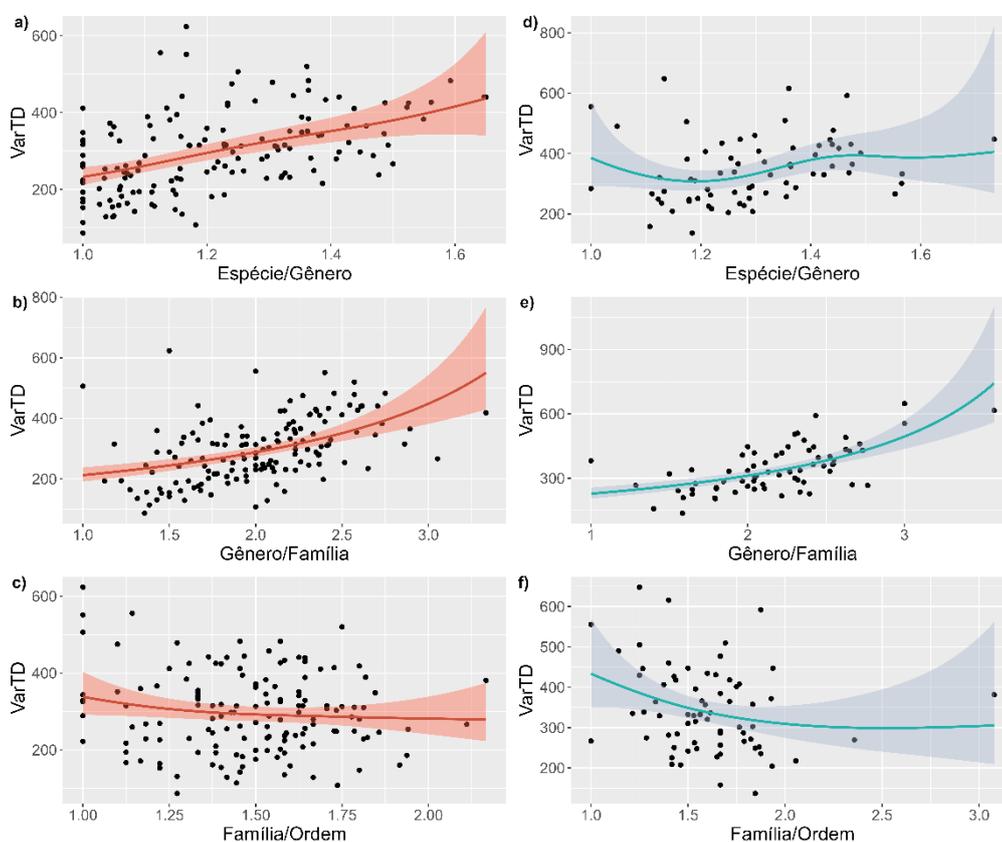
### Variação e níveis taxonômicos

No cristalino, o modelo GAMM com família de distribuição Gamma mostrou significância para as três variáveis (A, B e C). Os resíduos apresentam homogeneidade em sua distribuição, mas houve autocorrelação espacial, que foi suavizada com a introdução das covariáveis longitude e latitude no modelo. Os p-valores foram de  $3.41e-06$  para A,  $2.04e-07$  para B e  $2e-16$  para C, com  $R^2 = 0.44$  (Tabela 7 em apêndice), mostrando que a influência das três variáveis sobre VarTD foi significativa. Para o sedimentar, também a família de distribuição Gamma foi a mais adequada. Mas, as muitas tentativas de amenizar a heterogeneidade e autocorrelação espacial dos resíduos não produziram resultados satisfatórios. Então, adotamos a recomendação de Zuur *et al.*, (2007, 2008) para “relaxar” esses dois pressupostos. As variáveis predictoras foram significativas com p-valor: A= 0.03491; B =  $4.13e-08$ ; C = 0.00836 e  $R^2 = 0.46$  (Tabela 8 em apêndice).

Os níveis de gênero e família exerceram maior influência sobre VarTD (Fig. 7). No cristalino, à medida que aumenta o número de espécies de um mesmo gênero (Fig. 7a) e de

gêneros de uma mesma família (Fig. 7b), o valor de VarTD também cresce. Mas, com o aumento de famílias por ordem (Fig. 7c) os valores de VarTD pouco se alteram. Considerando a inclinação das curvas nos três gráficos, o número de gêneros por família aparenta ter maior influência sobre a variação taxonômica.

No sedimentar, a relação de VarTD com o aumento de espécies em gêneros (Fig. 7d) não foi linear e irregular, mas foi grosseiramente linear e positiva com o aumento do número de gêneros por família (Fig. 7e). O aumento do número de famílias de uma mesma ordem tendeu a diminuir a VarTD (Fig. 7f). Considerando a inclinação das curvas, o aumento do número de gêneros de uma mesma família tendeu a aumentar a variação taxonômica.



**Fig. 7.** Relações entre a variação taxonômica e a concentração de táxons em diferentes níveis taxonômicos em comunidades arbóreas de ambientes cristalinos (a – c) e sedimentares (d – f) da Caatinga obtidas com modelos aditivos generalizados mistos.

## DISCUSSÃO

### Distribuição de táxons

Encontramos um grande número de espécies de muitos gêneros diferentes distribuídos entre muitas famílias de ordens diferentes. Embora uma proporção não desprezível de táxons

em diferentes níveis taxonômicos fosse comum aos ambientes cristalinos e sedimentares, muitos táxons ocorreram exclusivamente num ambiente ou em outro. Devemos destacar que parte das ocorrências exclusivas se devem à insuficiente amostral. Por exemplo, a família Molluginaceae apareceu exclusivamente no cristalino em nossa base de dados, embora haja uma espécie endêmica da família nas áreas sedimentares, *Glischrothamnus ulei* Pilg., que não apareceu em nossa base de dados. Apesar das lacunas de dados existentes em todas as bases de dados de biodiversidade, destacamos que padrões gerais identificados, embora não possam ser tomados como absolutos, destacam que há uma diferenciação considerável entre a flora das áreas cristalinas e as áreas arenosas sedimentares. Esses resultados corroboram os encontrados por muitos autores que concluíram pela existência de floras diferentes entre os terrenos cristalinos e sedimentares da Caatinga (Lemos & Roda, 2002; Gomes *et al.*, 2006; Cardoso & Queiroz, 2007; Costa *et al.*, 2015; Moro *et al.*, 2015a, b, 2016; Fernandes & Cardoso, 2018; Oliveira *et al.*, 2020). Corroboramos também nossa hipótese de que os ambientes cristalinos e sedimentares da Caatinga são suficientemente diferentes para exercer pressões seletivas capazes de levar a estruturas taxonômicas distintas entre os dois ambientes. Apesar disso, nossas análises também destacaram a unidade da Caatinga como um único Domínio Fitogeográfico. Embora uma proporção significativa das espécies tenha ficado restrita ao ambiente sedimentar arenoso ou ao cristalino, 50% das espécies ocorreram em ambos os ambientes. Há até mesmo espécies endêmicas da Caatinga que são de ampla dispersão dentro do domínio, abrangendo áreas sedimentares e cristalinas, como *Cereus jamacaru* DC., *Tacinga inamoena* (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy, *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy, *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez e outras, enquanto há também espécies endêmicas que são restritas ao ambiente cristalino (e.g. *Holoregmia viscida* Nees, Rabelo-Costa *et al.* 2022) e outras ao sedimentar (e.g. *Cearanthes fuscoviolacea*, Queiroz *et al.* 2017). Uma proporção maior de táxons em todos os níveis ocorreu exclusivamente nos terrenos cristalinos, que foram o único ambiente a apresentar duas ordens exclusivas (Pandanales e Piperales).

### **Eventos históricos e ecológicos**

A grande heterogeneidade de táxons foi expressa pelos altos valores de distinguibilidade que encontramos. Considerando que o valor máximo da distinguibilidade é 100 (Clarke & Warwick, 1998), a Caatinga como um todo e as comunidades do cristalino e do sedimentar apresentaram valores médios muito altos, pouco maiores que 94.

Os altos valores de distinguibilidade taxonômica que encontramos podem ser decorrentes da história evolutiva do Domínio da Caatinga. O predomínio de um clima semiárido no Nordeste do Brasil é muito antigo, datando da idade Aptiana, que se iniciou há 125 Ma no período Cretáceo, e a semiaridez se acentuou em direção aos períodos Neógeno e Quaternário (Carvalho *et al.*, 2017). Mas, desde a idade Aptiana houve vários eventos de mudança climática, com o clima oscilando entre seco e úmido, frio e quente (Peulvast *et al.*, 2008; Carvalho *et al.*, 2017, 2019). As oscilações climáticas persistiram até o período Quaternário e, juntamente com movimentos tectônicos e epirogênicos e com ciclos de erosão, denudação e exumação, contribuíram para modelar as paisagens atuais (Marques *et al.*, 2014; Morais-Neto *et al.*, 2009; Peulvast & Bétard, 2021). Além da ação combinada das oscilações climáticas e movimentos tectônicos e epirogênicos gerando ciclos de erosão e estabilidade, os eventos de transgressão e regressão marinha contribuíram para a formação de bacias e depósitos sedimentares, especialmente na região costeira (Haq *et al.*, 1987; Almeida & Carneiro 2004; Hein *et al.*, 2014). Em decorrência desses complexos processos, o Domínio da Caatinga tem atualmente grande heterogeneidade ambiental refletida na grande riqueza e regionalização da flora (Apgaua *et al.*, 2015; Araújo *et al.*, 2022; Moonlight *et al.*, 2020; Silva & Souza 2018; Souza *et al.*, 2020).

Nesse quadro de complexos processos modelando a paisagem ao longo do tempo, a história da flora fanerogâmica do Domínio da Caatinga (DC) é também muito complexa. Elementos muito antigos da flora gondwânica paleoantártica (Kooyman *et al.*, 2014), como *Podocarpus* (Gymnospermae, Podocarpaceae), ainda ocorrem em ambientes especiais do DC, como os *brejos de altitude*, que são encaves de matas úmidas em meio à caatinga decídua (Ledru *et al.*, 2007; Ochsenius 2018), juntamente com angiospermas paleoantárticas, como *Hedyosmum* (Chloranthaceae), *Ilex* (Celastraceae), *Myrsine* (Myrsinaceae), entre outros (Ledru & Araújo 2023). A presença desses e outros elementos não endêmicos sugere que o intercâmbio de linhagens com outros biomas é um processo que se iniciou muito cedo e tem persistido por muito tempo. Por outro lado, esses elementos de habitats mais frios estão restritos aos encaves de ambientes diferenciados dentro do DC (campos rupestres e brejos de altitude), e não à vegetação decídua da caatinga em si. Em relação às disjunções da flora das FTSS, temos espécies como *Piptadenia retusa*, *Mimosa tenuiflora*, *Gymnanthes boticario* e várias outras espécies partilhadas entre diferentes núcleos das FTSS, reflexo das migrações de biota que ocorreram entre áreas atualmente distantes ao longo das flutuações climáticas do Pleistoceno (Costa *et al.* 2018). Medidas de similaridade florística e análises filogenéticas têm mostrado que o intercâmbio de linhagens envolveu biomas não só de todo o continente sul-

americano (López *et al.*, 2006) como também da América Central e Caribe (Zizka, 2019), especialmente depois do soerguimento da América Central (Linares-Palomino *et al.*, 2003). Essas linhagens vindas de outros biomas se somaram ao estoque autóctone já existente no Domínio da Caatinga e sofreram irradiação evolutiva, originando as espécies mais antigas (Queiroz *et al.* 2017), mas houve eventos de especiação mais recentes, originando as espécies de menor idade (Ringelberg *et al.*, 2020). Valores negativos de distância filogenética relativa também mostraram a importância da especiação *in situ* na Caatinga (Arango *et al.*, 2021). Então, as espécies endêmicas da Caatinga representam linhagens tanto muito antigas (já estavam presentes no Cretáceo/início do Paleógeno e se diversificaram muito especialmente no Mioceno) quanto mais recentes (Quaternário), ao passo que muitos imigrantes constituem espécies não-endêmicas da Caatinga e ocorrem em outros biomas (Fernandes *et al.*, 2022).

Esses muitos processos interagindo de modo complexo levaram à presença de espécies pertencentes a muitos gêneros, famílias e ordens diferentes, provavelmente devido à seleção de linhagens resistentes à seca num clima semiárido muito antigo e que permaneceu relativamente estável ao longo do tempo, embora intercalado por flutuações climáticas com alternância entre momentos mais úmidos e outros mais secos (Wang *et al.*, 2004), além episódios de climas úmidos localizados especialmente nas encostas a barlavento das elevações (Fernandes *et al.*, 2022). Esses episódios de clima úmido permitiram o estabelecimento de novas linhagens, parte das quais permaneceu nas disjunções florestais (como na Chapada do Araripe ou na Serra de Baturité e outras), mas provavelmente algumas linhagens devem ter sofrido mudança de nicho e originaram outras espécies adaptadas à seca, em processos evolutivos desencadeados pelas oscilações climáticas do Neógeno e Quaternário (Fernandes *et al.*, 2022). O resultado são os altos valores de distinguibilidade em toda a Caatinga, especialmente no cristalino, corroborando a maior distância filogenética média encontrada na Caatinga, mostrando grande divergência de linhagens (Arango *et al.*, 2021).

Apesar de a distinguibilidade média ser semelhante (pouco maior que 94) entre as comunidades do cristalino, do sedimentar e da caatinga como um todo, a média das comunidades do sedimentar foi significativamente menor que das do cristalino. Esse resultado corrobora nossa hipótese de que os ambientes cristalinos e sedimentares devem ter exercido pressões seletivas diferentes ao longo do tempo evolutivo e ecológico, montando comunidades com estruturas taxonômicas distintas entre os ambientes. Este resultado remete a questões do papel de filtros ambientais, que enfatizam a importância do solo (Cardoso & Queiroz, 2007; Arruda *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2015) e da atuação conjunta do solo e do clima (Pinho *et al.*, 2019, Santos *et al.*, 2012), na diferenciação da flora entre os terrenos cristalinos e

sedimentares. Os valores de distinguibilidade mais baixos que encontramos nas comunidades dos terrenos sedimentares concordam com as menores distâncias filogenéticas encontradas por Moro *et al.*, (2015b) nesse ambiente.

Os maiores valores de distinguibilidade e os menores valores de variação no cristalino revelam que as comunidades atuais são constituídas por táxons similarmente ricos em todos os níveis taxonômicos. No sedimentar, os menores valores de distinguibilidade e maiores valores de variação indicam que alguns táxons concentram alta riqueza específica e outros táxons têm poucas espécies. Mas, a média dos valores de distinguibilidade foi alta nos dois ambientes, indicando grande divergência entre as espécies, linhagens, atributos funcionais, exploração de recursos e nichos ecológicos, mostrando que muitas estratégias adaptativas diferentes podem coexistir nas comunidades. De fato, muitos autores têm encontrado diferentes estratégias adaptativas nas angiospermas da Caatinga (Brito *et al.*, 2022; Fagundes *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2015; Ribeiro *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2014; Vico *et al.*, 2015; Wright *et al.*, 2021). Considera-se que a coexistência de muitas linhagens de táxons muito diferentes com diferentes estratégias adaptativas é possibilitada por ambientes benignos, que não impõem restrições nem filtragem (Chesson, 2000). Porém, como espécies de plantas da Caatinga são limitadas tanto por deficiência hídrica como por fatores edáficos (Moro *et al.*, 2015, 2016), propomos que a grande divergência entre as espécies de angiospermas da Caatinga possa ser decorrente da grande heterogeneidade ambiental e complexidade da história evolutiva de sua flora.

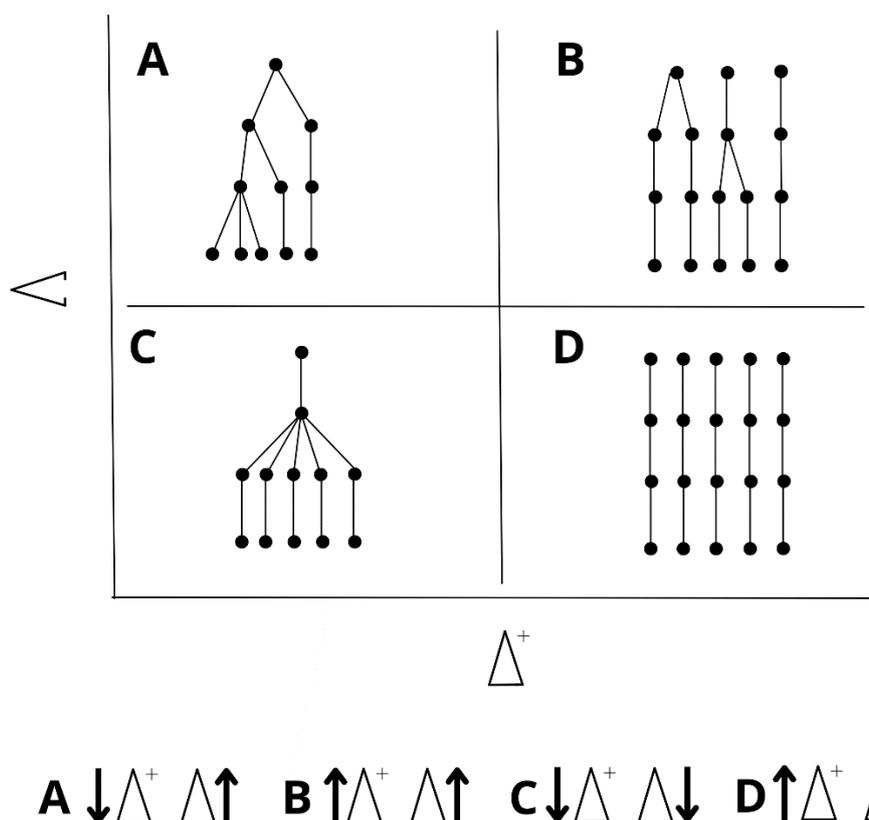
Tendo a maior parte dos valores de distinguibilidade apresentados dentro do funil de confiança, esta porção representa as comunidades que não diferem da média esperada para todo o banco regional da flora, portanto, cada um desses valores pode representar a distinguibilidade de toda a fora da Caatinga. Ou seja, qualquer espécie da flora regional tem alta probabilidade de compor uma comunidade, significando que processos neutros (Deriva e limitação da dispersão, ou ainda filtros históricos) por exemplo podem ser os principais mecanismos de montagem destas comunidades (Pennington *et al.*, 2009).

### **Alta AvTD e baixa VarTD**

As relações entre a distinguibilidade (expressão da divergência, Tucker *et al.*, 2017) e a variação (expressão da irregularidade, Tucker *et al.*, 2017) foram diferentes entre o cristalino e o sedimentar, reforçando que esses terrenos constituem ambientes diferentes. No cristalino, à medida que a distribuição do número de táxons entre os diferentes níveis taxonômicos se

tornou mais regular (VarTD decrescente), a divergência aumentou linearmente (AvTD crescente). Essa situação ressalta a distribuição dos táxons, que se distribuem homogeneamente a medida que se tornam mais distante, essa situação ocorre em ambientes benignos o que para o cristalino pode estar relacionado a quantidade de nutrientes no solo. No sedimentar, a divergência aumentou ao passo que a regularidade tendeu a diminuir sugerindo que situações de filtragem ambiental poderiam ser um agente importante na montagem destas comunidades.

Tomando as medianas da distinguibilidade e da variação como referência, quase todas as comunidades do cristalino e do sedimentar ou tiveram alta distinguibilidade e baixa variação ou vice-versa. Pouquíssimas comunidades tiveram alta distinguibilidade e alta variação ou baixa distinguibilidade e baixa variação. A alta variação indica alta irregularidade na distribuição dos táxons: cada táxon tem um número muito diferente de táxons inferiores, mas a maioria dos táxons inferiores pertence a um ou poucos táxons superiores, enquanto a distinguibilidade baixa representa curtos caminhos entre as espécies (fig. 8a). Situação esperada em ambientes severos, em que predomina a filtragem abiótica restringindo espécies de táxons não adaptados ao ambiente abiótico.



**Fig 8.** Esquema exemplar de como são os taxogramas que representam a distribuição dos táxons nas situações A (Alta variação e baixa distinguibilidade), B (Alta variação e alta

distinguibilidade), C (Baixa variação e baixa distinguibilidade) e D (Baixa variação e alta distinguibilidade).

A alta VarTD atrelada a alta AvTD, situação em que encontramos a maioria dos táxons inferiores concentrada a um ou poucos táxons superiores, enquanto os demais táxons inferiores se espalham entre muitos táxons diferentes, levando a grande divergência entre as espécies. Situação esperada em comunidades montadas principalmente mediante competição, que tende a excluir espécies aparentadas (fig. 8b). Pequena irregularidade da distribuição dos táxons: cada táxon tem um número semelhante de táxons inferiores (baixa variação) e pequena divergência entre as espécies, que se concentram em poucos táxons (baixa distinguibilidade) fig. 8c. Situação esperada em ambientes perturbados, em que apenas algumas espécies de determinados táxons conseguem persistir. E por fim, baixa variação e alta distinguibilidade, grande divergência entre as espécies, que se espalham entre muitos táxons diferentes (fig. 8d.). Situação esperada em ambientes benignos que possibilitam a coexistência de espécies com muitas estratégias adaptativas diferentes, provavelmente montada por processos neutros. As situações A e D foram as mais ressaltadas na correlação.

### **Entendendo a relação de AvTD e VarTD com as categorias taxonômicas**

A relação AvTD com as categorias taxonômicas permitiu esclarecer a influência que o índice sofre por cada nível taxonômico, à medida que a razão aumenta (uma quantidade de táxons maior do que do nível taxonômico superior) o valor da distinguibilidade tendeu a diminuir, ou seja: muitas espécies concentradas em poucos gêneros, muitos gêneros dentro de poucas famílias, ou ainda, muitas famílias em poucas ordens. Para o cristalino, a relação espécie por gênero e gênero por família, foram mais claras ressaltando os agrupamentos entre as categorias. Enquanto para o sedimentar, a categoria família por ordem a relação foi a mais clara, neste ambiente a quantidade de ordens foi menor comparado ao cristalino. Esta densidade de agrupamentos nas categorias taxonômicas de espécies/gêneros amostradas nos modelos GAMM de distinguibilidade levam a crer em eventos de especiação *in situ* (Fernandes *et al.*, 2022). Também podem ser associadas a eventos de fragmentação de áreas sedimentares durante o mioceno resultando, em ambientes isolados e conseqüentemente vicariância dos táxons (Queiroz, 2006).

Nos modelos GAMM para VarTD entendemos como os táxons estão dispostos na árvore taxonômica, se de forma homogênea os valores são baixos, caso contrário encontramos altos valores. Os modelos mostraram que tanto para cristalino quanto para o sedimentar que a

categoria B (gênero/família) teve maior influência sobre VarTD, ressaltando uma maior assimetria na distribuição dos táxons nesta categoria para ambos os ambientes. À medida que a razão aumentava a variação também aumentava, ou seja, táxons distribuídos irregularmente entre as categorias. Perturbações crônicas e interferência antrópica podem ser a causa de pressão seletiva sobre as diferentes espécies, levando ao empobrecimento de linhagens filogenéticas nas comunidades (Ribeiro *et al.*, 2016), são problemáticas que a Caatinga vem sofrendo a muito tempo (Marinho *et al.*, 2016).

## CONCLUSÃO

Os ambientes do embasamento cristalino e as bacias sedimentares arenosas do Domínio da Caatinga apresentaram estrutura taxonômica distintas, tanto para AvTD quanto para a VarTD, corroborando com a hipótese que os dois ambientes diferem em mais um aspecto de biodiversidade. Apesar disso, a compreensão clara de quais fatores ambientais interferem e moldam estes padrões na vegetação, é algo que ainda carece de mais estudos, especialmente aqueles de filogeografia, que poderiam responder a questões mais detalhadas sobre especiação no DC. Os altos valores de distinguibilidade em todo Domínio da Caatinga evidenciam uma alta complexidade estrutural das comunidades e sua alta diversidade taxonômica, fator que pode ser entendido por meio dos processos envolvidos em sua história evolutiva e ecológica. Contudo, a Caatinga é uma das regiões que mais sofre impactos de degradação em nosso país (Antongiovanni *et al.*, 2018), apresentando pouco mais de 1% de sua extensão protegida por unidades de conservação de proteção integral e apenas 8% em unidades de conservação de uso sustentável (Teixeira *et al.*, 2021). Este contraste ressalta a necessidade de criação de novas unidades de conservação planejadas geograficamente para cobrir os diferentes subtipos de ambiente (cristalino e sedimentar) existentes no DC, bem como a melhoria das políticas de conservação.

A relação entre AvTD e VarTD permite dizer que, as comunidades com maiores valores de AvTD possuem uma maior uniformidade quanto a distribuição dos táxons em suas categorias, ressaltando a alta divergência de táxons para os dois ambientes. Destas categorias algumas refletem de modo claro a influência sobre as métricas, mas ainda é cedo para afirmar que este método seja o melhor para investigar como os agrupamentos de táxons em seus níveis taxonômicos colaboram para valores maiores ou menores dos índices. No entanto a utilização destes dois índices juntos, possibilita uma compreensão robusta acerca da estrutura taxonômicas de comunidades vegetais arbóreas da Caatinga.

## REFERÊNCIAS

**Andrade-Lima, D. 1981.** The caatinga dominium, *Bras. Bot.*, 4, 149.

**Almeida FFM, Carneiro CDR. 2004.** Inundações marinhas fanerozoicas no Brasil e recursos minerais associados. In: MANTESSO-NETO V., BARTORELLI A., CARNEIRO C.D.R. & BRITO-NEVES B.B. (org.) Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca. P. 43-59.

**Al-Mutairi K. 2017.** Effect of environmental conditions on the taxonomic diversity of plant species in the arid region of Tabuk. *Arid Ecosystems* 7: 271–276.

**Andrella GC, Sartori ALB. 2021.** Riqueza, distribuição e distinção taxonômica de leguminosas arbóreas e arbustivas no Chaco. In: Sartori ALB, Souza PR, Arruda RCO (org.) Chaco: caracterização, riqueza, diversidade, recursos e interações. Campo Grande: Editora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. P. 140-164

**Antongiovanni M, Venticinque EM, Fonseca CR. (2018).** Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. *Landscape Ecology*, 33, 1353-1367.

**APG IV (2016)** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181:1-20  
 Araújo FS, da Costa RC, Lima JR, de Vasconcelos SF, Girão LC, Souza Sobrinho M, et al. (2011) Floristics and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil. *Rodriguésia* 62:341–366. doi: 10.1590/2175-7860201162210

**Apgaua DMG. et al. 2015.** Floristic variation within seasonally dry tropical forests of the Caatinga Phytogeographic Domain, Brazil, and its conservation implications. *The International Forestry Review* 17(S2):33-44.

**Arango A, Villalobos F, Prieto-Torres DA, Guevara R. 2021.** The phylogenetic diversity and structure of the seasonally dry forests in the Neotropics. *Journal of Biogeography* 48: 176–186

**Araújo HFP. et al. 2022.** The Caatinga region is a system and not an aggregate. *Journal of Arid Environments* 203:104778.

**Arulnayagam A. 2020.** Floral distribution, diversity, and ecology of mangrove forests in Mandaitivu and Arali, Sri Lanka. *Indonesian Journal of Social and Environmental Issues* 1:150-159

**Arruda DM, Schaefer CEGR, Corrêa GR, et al. 2015.** Landforms and soil attributes determine the vegetation structure in the Brazilian semiarid. *Folia Geobot* 1–10.

**Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S. 2015.** Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1).

**Bitomský M, Mládková P, Pakeman RJ, & Duchoslav M. 2020.** Clade composition of a plant community indicates its phylogenetic diversity. *Ecology and Evolution*, 10(8), 3747-3757.

**Bivand R, Pebesma E, Gómez-Rubio V. 2013.** Applied spatial data analysis with R, Second edition. Springer, NY. <<https://asdar-book.org/>>.

**Boyle B, Hopkins N, Lu, Z, Raygoza Garay JA, Mozzherin D, Rees T, Matasci N, Narro ML, Piel WH, Mckay SJ, Lowry S, Freeland C, Peet RK, Enquist BJ. 2013.** The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names. *BMC Bioinformatics*, 14(1), 16.

**Bai J., Shangguan T, Guo D. 2019.** Multi-dimensional diversity patterns of the subalpine meadow on Heyeping peak, Luya Mountain, Shanxi province, China. *Community Ecology* 20(2):194-204.

**Braun ACh .2015.** Taxonomic diversity and taxonomic dominance: the example of forest plantations in South-Central Chile. *Open Journal of Ecology* 5:199-212.

**Brazil, Ministry of the Environment. (2015).** *Fifth National Report to the Convention on Biological Diversity: Brazil*. Ministry of the Environment.

**Brito NDS, Medeiros MJS, Souza ES, Lima ALA. 2022.** Drought response strategies for deciduous species in the semiarid Caatinga derived from the interdependence of anatomical, phenological and bio-hydraulic attributes. *Flora* 288:152009.

**Burrascano S, Rosati L, Blasi C. 2009.** Plant species diversity in Mediterranean old-growth forests: a case study from central Italy. *Plant Biosystems* 143(1):190-200.

**Buscalioni AD, Martín-Closas C, Delvene G, Munt M, Barral A, Tinner-Grellet G, Gomez B, Daviero-Gomez V, Chamero B. 2018.** Taphonomy and palaeoecology of the upper Barremian of the SW Iberian chain (Spain): a model to compare taxonomy and diversity of biotas from different coeval basins. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 490:305-324.

**Cardoso DBOS, Queiroz LP. 2007.** Diversidade de Leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do Nordeste do Brasil. *Rodriguésia* 58:379-391.

**Carrari E, Ampoorter E, Verheyern K, Coppi A, Selvi F. 2016.** Former charcoal kiln platforms as microhabitats affecting understorey vegetation in Mediterranean forests. *Applied Vegetation Science* 19:486-497.

**Carvalho G, Carvalho MG. 2020.** *Package 'flora'*. Tools for Interacting with the Brazilian Flora. 0.3.7. URL <http://www.github.com/gustavobio/flora>.

**Carvalho MA, Lana CC, Bengston P, Sá N.P. 2017.** Late Aptian (Cretaceous) climate

changes in northeastern Brazil: a reconstruction based on indicator species analysis (IndVal). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **485**:543-560.

**Carvalho M.A. et al. 2019.** Late Aptian (Early Cretaceous) dry-wet cycles and their effects on vegetation in the South Atlantic: palynological evidence. *Cretaceous Research*, **100**:172-183.

**Chesson P. 2000.** Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* **31**(1):343-366.

**Clarke KR, Warwick RM. 1998.** A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *The Journal of Applied Ecology* **35**:523-531.

**Clarke KR, Warwick RM. 1999.** The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Marine Ecology Progress Series* **184**: 21-29.

**Clarke KR, Warwick RM. 2001.** A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series* **216**:265–278.

**Costa GC, Hampe A, Ledru MP, Martinez PA, Mazzochini G G, Shepard D B, Werneck F P, Moritz C, Carnaval AC. 2018.** Biome stability in South America over the last 30 kyr: Inferences from long-term vegetation dynamics and habitat modelling. *Global Ecology and Biogeography*, **27**(3), 285–297.

**Costa GM, Cardoso D, Queiroz LPD, Conceição AA. 2015.** Variações locais na riqueza florística em duas ecorregiões de caatinga. *Rodriguésia* **66**:685-709.

**Dios RS, Ruano CC, Lozano FD, Ollero HS, Saiz JCM. 2017.** The role of criteria in selecting important areas for conservation in biodiversity-rich territories. *Diversity and Distribution* **23**(4):368-380.

**Fagundes MV, Souza AF, Oliveira RS, Ganade G. 2022.** Functional traits above and below ground allow species with distinct ecological strategies to coexist in the largest seasonally dry tropical forest in the Americas. *Frontiers in Forests and Global Change* **5**:930099.

**Fernandes MF, Cardoso D, Pennington RT, de Queiroz LP. 2022.** The Origins and Historical Assembly of the Brazilian Caatinga Seasonally Dry Tropical Forests. *Frontiers in Ecology and Evolution* **10**

**Fernandes MF, Queiroz LP. 2018.** Vegetação e flora da Caatinga. *Ciência e cultura*, **70**:51-56.

**Furtado S, Menini-Neto L. 2018.** Elevational and phytophysiognomic gradients influence the epiphytic community in a cloud forest of the Atlantic phytogeographic domain. *Plant Ecology* **219**:677–690.

**García H, Corzo G, Isaacs P, Etter A. 2014.** in *El Bosque seco Tropical en Colombia*, C.

Pizano and H. García, Eds. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D.C., Colombia, pp. 228–251

**Gomes APDS, Rodal MJN, Melo AL. 2006.** Florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifólia da Chapada de São José, Buíque, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* **20**: 37–48.

**Gwali S, Okullo P, Hafashimana D, Byabashaija DM. 2010.** Taxonomic diversity, distinctness, and abundance of tree and shrub species in Kasagala forest reserve in Uganda: Implications for management and conservation policy decisions. *Tropical Conservation Science* **3**:319-333.

**Haq BU, Handerbol J, Vail PR. 1987.** Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science* **235**:1156-1167.

**Hardy OJ, Senterre B. 2007.** Characterizing the phylogenetic structure of communities by an additive partitioning of phylogenetic diversity. *Journal of Ecology* **95**(3):493-506

**Halekoh U, Hojsgaard S. 2014.** A Kenward-Roger Approximation and Parametric Bootstrap Methods for Tests in Linear Mixed Models - The R Package pbrtest. *Journal of Statistical Software*, **59**(9), 1-30. URL <https://www.jstatsoft.org/v59/i09/>

**Hein CJ, Fitzgerald DM, Menezes JT, Cleary WJ, Klein AHF, Albernaz MB. 2014.** Coastal response to late-stage transgression and sea-level highstand. *GSA Bulletin* **126**(3-4):459-480.

**Householder JE. 2015.** *Perspectivas macroecológicas nas áreas úmidas dominadas por Mauritia na Amazônia*. Tese de doutorado. Manaus: Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

**Ingty T. 2021.** Pastoralism in the highest peaks: role of the traditional grazing systems in maintaining biodiversity and ecosystem function in the alpine Himalaya. *PLoS ONE* **16**(1):e0245221.

**Jastrzebska M, Wanic M, Jastrzebiski WP, Kostrzevska MK. 2011.** Taxonomic diversity and distinctness indices in assessment of weed communities. *Acta Agronomica* **64**(4):251-258.

**Jog SK, Bried JT. 2021.** Taxonomic distinctness poorly reflects floristic quality in a wetland study system *Ecological Indicators* **121**.

**Johnson RK, Hering D. 2009.** Response of taxonomic groups in streams to gradients in resource and habitat characteristics. *Journal of Applied Ecology* **46**:175-186.

**Jyothi PV, Sureshkumar S. 2018.** Patterns of vegetaton dynamics across mild disturbance gradient in a freshwater wetland system. *Wetlands* **38**:807-817.

**Kooyman RM, Wilf P, Barreda VD, Carpenter RJ, Jordan GJ, Sniderman JMK, Allen A, Brodribb TJ, Crayn D, Field TS, Laffan SW, Lusk CH, Rossetto M, Weston PH. 2014.** Paleo-antarctic rainforest into the modern Old World tropics: the rich past and threatened future of the “southern wet forest survivors. *American Journal of Botany* **101**:2121–2135.

**Landim MF, Proença CEB, Sales AB, Matos IS. 2015.** Floristic characterization of an Atlantic Rainforest remnant in Southern Sergipe: Crasto forest. *Biota Neotropica*, 15.

**Ledru MP, Araújo FS. 2023.** The Cerrado and restinga pathways: two ancient biotic corridors in the neotropics. *Frontiers of Biogeography* **15**(3):e59398.

**Ledru MP, et al. 2007.** Regional assessment of the impact of climatic change on the distribution of a tropical conifer in the lowlands of South America. *Diversity and Distributions* **13**:761-771.

**Lemos JR, Rodal MJN. 2002.** Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* **16**:23-42.

**Lima BG, Coelho MFB. 2018.** Fitossociologia e estrutura de um fragmento florestal da caatinga, Ceará, Brasil. *Ciência Florestal* **28**:809-819.

**Lima JR., Tozzi AMGA, Mansano VF. 2015.** A checklist of woody Leguminosae in the South American Corridor of Dry Vegetation. *Phytotaxa* **207**:1–38.

**Linares-Palomino R, Oliveira-Filho AT, Pennington RT. 2011.** Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity, Endemism, and Biogeography of Woody Plants. *Seasonally Dry Tropical Forests*: 3–21.

**Linares-Palomino R, Pennington RT, Bridgewater S. 2003.** *The phytoecography of the seasonally dry tropical forests in Equatorial Pacific South America.*

**Loidi J, Campos JA, Herrera M, Biurrun I, García-Mijangos I, García-Baquero G. 2015.** Eco-geographical factors affecting richness and phylogenetic diversity patterns of high-mountain flora in the Iberian Peninsula. *Alpine Botany* **125**:137–146.

**López RP, Larrea Alcázar D, Macía MJ. 2006.** Instituto de Botánica Darwinion. The arid and dry plant formations of south america and their floristic connections: new data, new interpretation?

**Lozano FD, Price J, Otto R, Fernández-Placios JM. 2010.** Using taxonomic and phylogenetic evenness to compare diversification in two island floras. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **12**:93–106.

**Lüdecke et al., 2021.** performance: An R Package for Assessment, Comparison and Testing of Statistical Models. *Journal of Open Source Software*, **6**(60), 3139.

**Malíček J, Palice Z, Vondrák J., Kostovčík M, Lenzová V, Hofmeiste J. 2019.** Lichens in old-growth and managed mountains spruce forests in the Czech Republic: assessment of biodiversity, functional traits and bioindicators. *Biodiversity and Conservation* **28**:3497-3528

Sarkar P, Das T, Adhikari D (2019) Variations in species assemblages due to micro-topography and flow regime govern vegetation carbon stock in seasonal floodplain wetlands. *Ecological Processes* 8:49.

**Marcantonio M, Rocchini D, Geri F, Bacaro G, Amici V. 2013.** Biodiversity, roads and landscape fragmentation: two Mediterranean cases. *Applied Geography* 42:63-72.

**Marinho FP, Mazzochini GG, Manhães AP, Weisser WW, Ganade G. 2016.** Effects of past and present land use on vegetation cover and regeneration in a tropical dryland forest. *Journal of Arid Environments*, 132, 26-33.

**Marques FO, Nogueira FCC, Bezerra FHR, Castro DL. 2014.** The Araripe Basin in NE Brazil: an intracontinental graben inverted to a high-standing horst. *Tectonophysics* 630:251-264.

**Martínez ML, Vázquez G, Favila M, Álvarez-Molina L. 2019.** Variation in different measures of diversity during primary succession on a tropical coastal dune. *Plant Ecology & Diversity* 12:489-505.

**Martins PLSS, Furtado SG, Menini Neto L. 2020.** Could epiphytes be xenophobic? Evaluating the use of native versus exotic phorophytes by the vascular epiphytic community in an urban environment. *Community Ecology* 21:91-101.

**Miles L, Newton AC, DeFries RS, Ravilous C, May I, Blyth S, Kapos V, Gordon JE. 2006.** A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33:491-505.

**Moonlight PW, et al. 2020.** The strength and weaknesses of species distribution models in biome delimitation. *Global Ecology and Biogeography* 29:1770-1784.

**Morais-Neto JM, Hegarty KA, Karner GD, Alkmim FF. 2009.** Timing and mechanisms for the generation and modification of the anomalous topography of the Borborema Plateau, northeastern Brazil. *Marine and Petroleum Geology* 26(7):1070-1086.

**Moreno CE, Castillo-Campos G, Verdú JR. 2009.** Taxonomic diversity as complementary information to assess plant species diversity in secondary vegetation and primary tropical deciduous forest. *Journal of Vegetation Science* 20:935–943.

**Moro MF, Nic Lughadha E, Filer DL, Araujo FS, Martins FR. 2014.** A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. *Phytotaxa* 160: 1–118.

**Moro MF, Araújo FS, Rodal MJN, Martins FR. 2015a.** Síntese dos estudos florísticos e fitossociológicos realizados no semiárido brasileiro. In: P. V. Eisenlohr, J. M. Felfili, M. M. R. F. Melo, et al. (eds). *Fitossociologia no Bras. métodos e Estud. Caso. Editora da Universidade Federal de Viçosa*, pp 412–451

**Moro MF, Silva IA, Araújo FSd, Nic Lughadha E, Meagher TR, Martins FR. 2015b.** The

role of edaphic environment and climate in structuring phylogenetic pattern in seasonally dry tropical plant communities. *Plos one*, **10**(3)

**Moro MF, Nic Lughadha E, Araujo FS, Martins FR. 2016.** A phytogeographical metaanalysis of the semiarid Caatinga domain in Brazil. *The Botanical Review* **82**:91-148.

**Neduvoto Piniel M, Hemp A, Fischer M. 2021.** Phylogenetic diversity of plant communities in relation to elevation and human impact at Mount Kilimanjaro, Tanzania. *Tanzania Journal of Forestry and Nature Conservation* **90**:54-66.

**Ochsenius C. 2018.** The Caatinga, a journey to the past. *Gewissenschatlische Beiträge*. Singen am Hohentwiel: Carl-Christian Ochsenius-Stiftung.

**Oksanen J. 2013.** VEGAN: *ecological diversity*. [www2.uaem.mx/r-mirror/web/packages/vegan/vignettes/diversity-vegan.pdf](http://www2.uaem.mx/r-mirror/web/packages/vegan/vignettes/diversity-vegan.pdf)

**Oliveira CC, Zandavalli RB, Lima ALA, Rodal MJN. 2015.** Functional groups of woody species in semi-arid regions at low latitudes. *Austral Ecology* **40**:40-49.

**Oliveira DG et al. 2020.** Composição e similaridade florística de um fragmento de caatinga em Sergipe, Brasil. *Geoambiente On-line* **38**:250-273.

**Parr CL, Lehmann CER, Bond WJ, Hoffmann WA, Andersen AN. 2014.** Tropical grassy biomes: Misunderstood, neglected, and under threat. *Trends in Ecology and Evolution* **29**: 205–213.

**Pennington RT, Lavin M, Oliveira-Filho A. 2009.** Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: Perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **40**: 437–457.

**Peterson BG, Carl P. 2020.** *PerformanceAnalytics*: Econometric Tools for Performance and Risk Analysis. R package version 2.0.4, <<https://CRAN.R-project.org/package=PerformanceAnalytics>>.

**PeulvasT J.P., sales V.C., Bétard F, Gunnell Y. 2008.** Low post-Cenomanian denudation depths across the Brazilian Northeast: implications for long-term landscape evolution at a transform continental margin. *Global and Planetary Change* **62**:39-60.

**Peulvast JP. & Bétard F. 2021.** Morphostratigraphic constraints and low temperature thermochronology: lessons from a review of recent geological and geomorphological studies in northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* **111**:103464.

**Peat HJ, Clarke A, Convey P. 2007.** Diversity and biogeography of the Antarctic flora. *Journal of Biogeography* **34**:132-146.

**Pinho BX, Tabarelli M, Engelbrecht BMJ, Sfair JC, Melo FPL. 2019.** Plant functional assembly is mediated by rainfall and soil conditions in a seasonally dry tropical forest. *Basic and Applied Ecology* **40**:1-11.

**Pio DV, Broenninmann O, Barraclough TG, Reeves G, Rebelo AG, Thuiller W, Guisan A, Salamin N. 2011.** Spatial prediction of phylogenetic diversity in conservation decision making. *Conservation Biology* **25**(6):1229-1239.

**Queiroz LP, Cardoso D, Fernandes M, Moro M. 2017.** “Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain”. In: da Silva JC, Leal I, Tabarelli M. (eds.), *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America*. Cham: Springer, p. 23-63

**Rabelo-Costa T, Portal Gomes PW, Oliveira Rocha B, Leite Cruz I, Santiago Alves R, Rocha de Sousa Oliveira T, Passos Cordeiro JL, Ferreira Fernandes M, Lughadha EN, Freire Moro M. (2022).** The fate of *Holoregmia*, a monospecific genus endemic to the Brazilian Caatinga, under different future climate scenarios. *Plant Ecology and Evolution*, **155**(2), 261–274.

**R Core Team. 2018.** *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

**Rezende VL, Miranda PLS, Meyer L, Moreira CV, Linhares MFM, Oliveira-Filho AT, Eisenlohr PV. 2015.** Tree species composition and richness along altitudinal gradients as a tool for conservation decisions: the case of Atlantic semideciduous forest. *Biodiversity Conservation* **24**:2149–2163

**Ribeiro DR, Silva JLA, Nascimento MT, Vitória AP. 2022.** Leaf habits and their relationship with leaf and wood in tropical dry forests. *Trees* **36**:7-24.

**Ribeiro EM, Arroyo-Rodríguez V, Santos BA, Tabarelli M, Leal, IR. 2015.** Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation. *Journal of Applied Ecology*, **52**(3), 611-620.

**Ricotta C, Avena G, Chiarucci A. 2005.** Quantifying the effects of nutrient addition on the taxonomic distinctness of serpentine vegetation. *Plant Ecology* **179**:21–29

**Ricotta C, Bacaro G, Marignani M, Godefroid S, Mazzoleni S. 2012.** Computing diversity from dated phylogenies and taxonomic hierarchies: does it make a difference to the conclusions? *Oecologia* **170**:501-506.

**Ringelberg JJ, Zimmermann NE, Weeks A, Lavin M, Hughes CE. 2020.** Biomes as evolutionary arenas: Convergence and conservatism in the trans-continental succulent biome. *Global Ecology and Biogeography* **29**: 1100–1113.

**Sampaio ES. 2018.** *O processo de desertificação da caatinga: impactos ambientais no distrito de Brejo Grande, Miguel Calmon, Bahia (1995-2017)*. Monografia, Universidade Do Estado Da Bahia – Uneb, Bahia.

**Santos RM, Oliveira-Filho AT, Eisenlohr PV, Queiroz LP, Cardoso, DBOS, Rodal MJN. 2012.** Identity and relationships of the Arboreal Caatinga among other floristic units of seasonally dry tropical forests (SDTFs) of north-eastern and Central Brazil. *Ecology and Evolution* **2**: 409–428.

**Schweiger O, Klotz S, Durka W, Kühn I. 2008.** A comparative test of phylogenetic diversity indices. *Oecologia* **157**:485-495.

**Selvi F, Carrari E, Colzi I, Coppi A, Gonnelli C. 2017.** Responses of serpentine plants to pine invasion: Vegetation diversity and nickel accumulation in species with contrasting adaptive strategies. *Science of the Total Environment* **595**:72–80.

**Shimatani K. (2001).** On the measurement of species diversity incorporating species differences. *Oikos* **93**:135-147.

**Silva AC, Souza AF .2018.** Aridity drives plant biogeographical sub regions in the Caatinga, the largest tropical dry forest and woodland block in South America. *PLoS One*, v. 13, n. 4, p. e0196130.

**Silva ACDC, Prata APDN, Mello AAD, Santos ACADS. 2013.** Síndromes de dispersão de Angiospermas em uma Unidade de Conservação na Caatinga, SE, Brasil. *Hoehnea* **40**:601609.

**Silva IA, Batalha MA. 2006.** Taxonomic distinctness and diversity of a hyperseasonal savanna in central Brazil. *Diversity and Distributions* **12**:725–730.

**Silva AML. et al. 2014.** Plant functional groups of species in semiarid ecosystems in Brazil: wood basic density and SLA as an ecological indicator. *Brazilian Journal of Botany* **37**(3):229-237.

**Silva MPP, Porto KC. 2015.** Diversity of bryophytes in priority areas for conservation in the Atlantic forest of northeast Brazil. *Acta Botanica Brasilica* **29**(1):16-23.

**Silva KA, Araújo EL, Ferraz, EMN. 2009.** Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia, PE, Brasil. *Acta botanica brasilica* **23**:100-110.

**Souza C.R. et al. 2020.** Small-scale edaphic heterogeneity as a floristic-structural complexity driver in Seasonally Dry Tropical Forest tree communities. *Journal of Forestry Research* **31**(6):2347-2357.

**Teixeira LP, Lughadha EN, da Silva MVC, Moro MF. 2021.** How much of the Caatinga is legally protected? An analysis of temporal and geographical coverage of protected areas in the Brazilian semiarid region. *Acta Botanica Brasilica* **35**: 473–485.

**Tierra AES, Báez JC, Flores-Moya A. 2021.** The historical biogeography and conservation value of taxonomic distinctness: the case of ferns flora of the Gibraltar Arc. *Botanica Complutensis* **45**:1-11.

**Tucker CM, Cadotte MW, Carvalho SB, Davies TJ, Ferrier S, Fritz AS et al. 2017.** A guide to phylogenetic metrics for conservation, community ecology, and macroecology. *Biological Reviews* **92**:698-715.

**Tunison R. 2020.** Average taxonomic distinctness as a measure of global biodiversity. Master of Science thesis, College of Arts and Sciences, Department of Biological Sciences, University of Cincinnati. Ann Arbor (USA): ProQuest LLC.

**Velloso AL, Sampaio EVSB, Pareyn FGC. 2002.** *Ecorregiões propostas para o bioma caatinga. Associação Plantas do Nordeste*; The Nature Conservancy do Brasil.

**Vico G. et al. 2015.** Climatic, ecophysiological, and phenological controls on plant ecohydrological strategies in seasonally dry ecosystems. *Ecohydrology* **8**:660-681.

**Wang X, Auler AS, Edwards RL, Cheng H, Cristalli PS, Smart PL, Richards DA, Shen CC .2004.** Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. *Nature*, 432(7018), 740–743.

**Warwick RM, Clarke KR. 1995.** New ‘biodiversity’ measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series* **129**:301-305.

**Warwick RM, Clarke KR. 1998.** Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, **35**:532-543.

**Wickham H. 2016.** *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

**Winter M et al. 2009.** Plant extinctions and introductions lead to phylogenetic and taxonomic homogenization of the European flora. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States* **106**(51):21721-21725

**Wood, S.N. 2011.** *Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models*. *Journal of the Royal Statistical Society (B)*73(1):3-36.

**Wright CL, Lima ALA, Souza ES, West JB, Wilcox BP. 2021.** Plant functional types broadly describe water use strategies in the Caatinga, a seasonally dry tropical forest in northeast Brazil. *Ecology and Evolution* **11**:11808-11825.

**Zizka A. 2019.** Big data suggest migration and bioregion connectivity as crucial for the evolution of Neotropical biodiversity. *Frontiers of Biogeography* **11**.

**Zuur AF, Ieno EN, Smith GM. 2007.** *Analysing Ecological Data* (Vol. 680). Nova York: Springer.

**Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, Saveliev AA, Smith, GM. 2009.** *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R* (Vol. 574, p. 574). Nova York: springer

## APÊNDICES

**Tabela 1:** Táxons que mais ocorrem na base de dados.

Táxons de plantas que mais ocorrem nos ambientes de caatinga na base de dados de Moro *et al.*, (2016) atualizada. Entre parênteses o número de ocorrências.

	<b>Espécie</b>	<b>Gênero</b>	<b>Família</b>	<b>Ordem</b>
<b>Geral</b>	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc. (145)	Mimosa (173)	Fabaceae (212)	Fabales (213)
	<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. (133)	Aspidosperma (163)	Euphorbiaceae (196)	Malpighiales (207)
	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. (133)	Senna (155)	Malvaceae (184)	Gentianales (201)
<b>Cristalino</b>	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc. (102)	Mimosa (115)	Fabaceae (145)	Fabales (144)
	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. (96)	Aspidosperma (111)	Euphorbiaceae (135)	Malpighiales (140)
	<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. (94)	Bauhinia (102)	Malvaceae (124)	Gentianales (137)
<b>Sedimentar</b>	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc. (43)	Mimosa (58)	Fabaceae (69)	Fabales (69)
	<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl. (39)	Senna (52)	Euphorbiaceae (61)	Malpighiales (67)
	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill. (37)	Cenostigma (48)	Malvaceae (60)	Sapindales (66)

**Tabela 2:** Táxons amostrados apenas nas comunidades de cristalino em nosso banco de dados.

ESPÉCIES	ESPÉCIES	ESPÉCIES	GÊNEROS
<i>Acalypha multicaulis</i> Müll.Arg.	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	<i>Paliavana tenuiflora</i> Mansf.	Antonia
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	Apeiba
<i>Adenocalymma cladotrichum</i> (Sandwith) L.G.Lohmann	<i>Eugenia crenata</i> Vell.	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Astraea
<i>Agonandra excelsa</i> Griseb.	<i>Eugenia florida</i> DC.	<i>Parasenegalia santosii</i> (G.P. Lewis) Seigler & Ebinger	Avicennia
<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.	<i>Eugenia mansoi</i> O.Berg	<i>Pavonia aschersoniana</i> Gürke	Bixa
<i>Alseis pickelii</i> Pilg. & Schmale	<i>Eugenia rosea</i> DC.	<i>Pavonia malacophylla</i> (Link & Otto) Garcke	Caamembeca
<i>Alternanthera bettzichiana</i> (Regel) G.Nicholson	<i>Eugenia uniflora</i> L.	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	Cabralea
<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth.	<i>Euphorbia attastoma</i> Rizzini	<i>Pereskia bahiensis</i> Gürke	Cajanus
<i>Annona coriacea</i> Mart.	<i>Euphorbia phosphorea</i> Mart.	<i>Philyra brasiliensis</i> Klotzsch	Callianthe
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	<i>Faramea hyacinthina</i> Mart.	<i>Phyllanthus claussenii</i> Müll.Arg.	Chiococca
<i>Annona glabra</i> L.	<i>Faramea montevidensis</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	<i>Phyllostylon brasiliense</i> Capan. ex Benth. & Hook.f.	Connarus
<i>Annona spinescens</i> Mart.	<i>Ficus adhatodifolia</i> Schott in Spreng.	<i>Picramnia andrade-limae</i> Pirani	Conyza
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	<i>Ficus americana</i> Aubl.	<i>Picramnia bahiensis</i> Turcz.	Ctenodon
<i>Antonia ovata</i> Pohl	<i>Ficus arpazusa</i> Casar.	<i>Pilosocereus azulensis</i> N.P.Taylor & Zappi	Cybistax
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	<i>Ficus bonijesulapensis</i> R.M.Castro	<i>Pilosocereus flavipulvinatus</i> (Buining & Brederoo) Ritter	Desmodium
<i>Arrojadoa penicillata</i> (Gürke) Britton & Rose	<i>Ficus calyptroceras</i> (Miq.) Miq.	<i>Piper amalago</i> L.	Dictyoloma

<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	<i>Ficus christianii</i> Carauta	<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.	Ditaxis
<i>Aspidosperma pyricollum</i> Müll.Arg.	<i>Ficus cyclophylla</i> (Miq.) Miq.	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Dulacia
<i>Aspidosperma refractum</i> Mart. & Zucc.	<i>Ficus elliotiana</i> S.Moore	<i>Pithecellobium roseum</i> (Vahl) Barneby & J.W.Grimes	Duranta
<i>Aspidosperma ulei</i> Markgr.	<i>Ficus goiana</i> C.C.Berg, Carauta & A.F.P.Machado	<i>Platygyamus regnellii</i> Benth.	Faramea
<b><i>Astraea comosa</i> (Müll.Arg.) B.W.van Ee</b>	<i>Ficus mexiae</i> Standl.	<i>Pleroma pauloalvinii</i> (Vinha) P.J.F.Guim. & Michelang.	Galphimia
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	<i>Galphimia brasiliensis</i> (L.) A.Juss.	<i>Pleurophora anomala</i> (A. St.- Hil.) Koehne	Glischrothamnus
<i>Attalea seabrensis</i> Glassman	<i>Genipa infundibuliformis</i> Zappi & Semir	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Hancornia
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	<i>Glischrothamnus ulei</i> Pilg.	<i>Poecilanthe falcata</i> (Vell.) Heringer	Helicostylis
<i>Avicennia schaueriana</i> Stapf & Leechm. ex Moldenke	<i>Gomphrena desertorum</i> Mart.	<i>Poecilanthe subcordata</i> Benth.	Helietta
<i>Baccharis calvescens</i> DC.	<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	<i>Poikilacanthus bahiensis</i> (Nees) Wassh.	Holocalyx
<i>Bauhinia dumosa</i> Benth.	<i>Guapira venosa</i> (Choisy) Lundell	<i>Pouteria grandiflora</i> (A.DC.) Baehni	Hymenolobium
<i>Bauhinia holophylla</i> (Bong.) Steud.	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Indigofera
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	<i>Guettarda platypoda</i> DC.	<i>Pseudopiptadenia bahiana</i> G.P.Lewis & M.P.Lima	Ipomoea
<i>Begonia lealii</i> Brade	<i>Guettarda pohliana</i> Müll.Arg.	<i>Pseudopiptadenia brenanii</i> G.P.Lewis & M.P.Lima	Laguncularia
<i>Begonia reniformis</i> Dryand.	<i>Guettarda sericea</i> Müll.Arg.	<i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) G.P.Lewis & M.P.Lima	Lecythis
<i>Begonia ulmifolia</i> Willd.	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	<i>Psidium rhombeum</i> O.Berg	Leptohyptis
<i>Bixa orellana</i> L.	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	<i>Psidium rufum</i> Mart. ex DC.	Leucaena

<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Licania
<i>Byrsonima dealbata</i> Griseb.	<i>Helicteres guazumifolia</i> Kunth	<i>Pterocarpus ternatus</i> Rizzini	Lithraea
<i>Byrsonima nitidifolia</i> A.Juss.	<i>Helicteres lhotzkyana</i> (Schott & Endl.) K.Schum.	<i>Ptilochaeta densiflora</i> Nied.	Ludwigia
<i>Caamembeca spectabilis</i> (DC.) J.F.B.Pastore	<i>Helicteres ovata</i> Lam.	<i>Quaternella ephedroides</i> Pedersen	Lycium
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	<i>Helicteres sacarolha</i> A.St.-Hil., Juss. & Cambess.	<i>Rauia nodosa</i> (Engl.) Kallunki	Mcvaughia
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	<i>Helicteres vuaramae</i> Mart.	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Melampodium
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	<i>Ricinus communis</i> L.	Melia
<i>Callianthe regnelli</i> (Miq.) Donnell	<i>Heteropterys chrysophylla</i> (Lam.) DC.	<i>Rudgea jacobinensis</i> Müll.Arg.	Melocactus
<i>Callisthene major</i> Mart.	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	<i>Ruellia asperula</i> (Mart. ex Nees) Lindau	Metternichia
<i>Callisthene minor</i> Mart.	<i>Homalolepis ferruginea</i> (A.St.-Hil.) Devecchi & Pirani	<i>Ruellia geminiflora</i> Kunth	Microtea
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	<i>Sapium haematospermum</i> Müll.Arg.	Mitracarpus
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	<i>Hymenolobium sericeum</i> Ducke	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Myrocarpus
<i>Campomanesia ilhoensis</i> Mattos	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	<i>Sapium sceleratum</i> Ridley	Myrsine
<i>Capsicum caatingae</i> Barboza & Agra	<i>Indigofera blanchetiana</i> Benth.	<i>Savia sessiliflora</i> (Sw.) Willd.	Nectandra
<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	<i>Schwenckia mollissima</i> Nees & Mart.	Nicotiana
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	<i>Inga capitata</i> Desv.	<i>Sebastiania jacobinensis</i> (Müll.Arg.) Müll.Arg.	Oxalis
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	<i>Inga edulis</i> Mart.	<i>Senegalia martii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Paliavana

<i>Casearia eichleriana</i> Sleumer	<i>Inga striata</i> Benth.	<i>Senna aversiflora</i> (Herb.) H.S.Irwin & Barneby	Parasenegalia
<i>Casearia luetzelburgii</i> Sleumer	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	<i>Senna bracteosa</i> D.B.O.S.Cardoso & L.P.Queiroz	Pera
<i>Cavanillesia hylogeiton</i> Ulbr.	<i>Jacaranda grandifoliolata</i> A.H.Gentry	<i>Senna catinae</i> (Harms) L.P.Queiroz	Philyra
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	<i>Jatropha catinae</i> Ule	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Phyllostylon
<i>Cedrela odorata</i> L.	<i>Jatropha palmatipartita</i> B. Dehgan	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	Piper
<i>Ceiba erianthos</i> (Cav.) K.Schum.	<i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl) Baill.	<i>Senna pendula</i> (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Platycyamus
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	<i>Justicia thunbergioides</i> (Lindau) Leonard	<i>Senna quinquangulata</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pleurophora
<i>Ceiba ventricosa</i> (Nees & Mart.) Ravenna	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	<i>Sesbania exasperata</i> Kunth	Plinia
<i>Cestrum obovatum</i> Sendtn.	<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltdl.	<i>Sida anomala</i> A.St.-Hil.	Poikilacanthus
<i>Chamaecrista eitenorum</i> (H.S.Irwin & Barneby) H.S.Irwin & Barneby	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	<i>Sida jussiaeana</i> DC.	Quaternella
<i>Chamaecrista tenuisepala</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Lantana caatingensis</i> Moldenke	<i>Sida regnellii</i> R.E.Fr.	Rauia
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	<i>Sida spinosa</i> L.	Ricinus
<i>Chloroleucon extortum</i> Barneby & J.W.Grimes	<i>Lepidaploa acutangula</i> (Gardner) H.Rob.	<i>Sigmatanthus trifoliatus</i> Huber ex Emmerich	Rudgea
<i>Chloroleucon tortum</i> (Mart.) Pittier	<i>Lepidaploa grisea</i> (Baker) H.Rob.	<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	Savia
<i>Chomelia pohliana</i> Müll.Arg.	<i>Leptohyptis calida</i> (Mart. ex Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	<i>Solanum caavurana</i> Vell.	Schwenckia

<i>Clusia dardanoi</i> G.Mariz & Maguire	<i>Leptolobium parvifolium</i> (Harms) Sch.Rodr. & A.M.G.Azevedo	<i>Solanum capsicoides</i> All.	Sigmatanthus
<i>Clusia paralicola</i> G.Mariz	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	<i>Solanum jabrense</i> Agra & M.Nee	Siphoneugena
<i>Cnidoscolus adenochlamys</i> Fern.Casas	<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze	<i>Solanum megalonyx</i> Sendtn.	Sorocea
<i>Cnidoscolus froesii</i> (Croizat) Fern.Casas	<i>Licania sclerophylla</i> (Hook.f.) Fritsch	<i>Solanum rugosum</i> Dunal	Sparattosperma
<i>Cnidoscolus oligandrus</i> (Müll.Arg.) Pax	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	<i>Solanum sycocarpum</i> Mart. & Sendtn.	Tapirira
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	<i>Ludwigia affinis</i> (DC.) H.Hara	<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	Tephrosia
<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.	<i>Ludwigia erecta</i> (L.) H.Hara	<i>Sparattosperma catingae</i> A.H.Gentry	Thyrsacanthus
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	<i>Spondias bahiensis</i> P. Carvalho, Van den Berg & M. Machado	Thyrsodium
<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichler	<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	<i>Spondias mombin</i> L.	Tibouchina
<i>Combretum monetaria</i> Mart.	<i>Lycium martii</i> Sendtn.	<i>Spondias venulosa</i> (Engl.) Engl.	Tournefortia
<i>Connarus deterrentus</i> Planch.	<i>Machaerium floridum</i> (Mart. ex Benth.) Ducke	<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Mill.) Vahl	Tragia
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	<i>Machaerium opacum</i> Vogel	<i>Stachytarpheta microphylla</i> Walp.	Trixis
<i>Copaifera sabulicola</i> J.Costa & L.P.Queiroz	<i>Manihot elongata</i> P. Carvalho & M. Martins	<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	Urera
<i>Corchorus argutus</i> Kunth	<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) H.J.Lam	<i>Stillingia argutedentata</i> Jabl.	Vellozia
<i>Corchorus orinocensis</i> Kunth	<i>Marsdenia caatingae</i> Morillo	<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth	Wunderlichia
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	<i>Marsdenia megalantha</i> Goyder & Morillo	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	<b>FAMÍLIAS</b>

<i>Cordia insignis</i> Cham.	<i>Marsdenia pickelii</i> Fontella & Morillo	<i>Stylosanthes humilis</i> Kunth	Gesneriaceae
<i>Cordia latiloba</i> I.M.Johnst.	<i>Mcvaughia bahiana</i> W.R.Anderson	<i>Swartzia alagoensis</i> R. B. Pinto, Torke & Mansano	Microteaceae
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	<i>Melampodium paniculatum</i> Gardner	<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	Molluginaceae
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	<i>Melia azedarach</i> L.	<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Onagraceae
<i>Coutarea alba</i> Griseb.	<i>Melocactus zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelb.	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	Oxalidaceae
<i>Crotalaria incana</i> L.	<i>Melochia betonicifolia</i> A.St.-Hil.	<i>Tacinga inamoena</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy	Peraceae
<i>Crotalaria lanceolata</i> E.Mey.	<i>Metternichia princeps</i> J.C.Mikan	<i>Tacinga subcylindrica</i> M.Machado & N.P.Taylor	Piperaceae
<i>Croton adamantinus</i> Müll.Arg.	<i>Microtea glochidiata</i> Moq.	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Ulmaceae
<i>Croton adenocalyx</i> Baill.	<i>Microtea maypurensis</i> (Kunth) G.Don	<i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers.	Velloziaceae
<i>Croton compressus</i> Lam.	<i>Mimosa adenocarpa</i> Benth.	<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers.	<b>ORDEM</b>
<i>Croton glandulosus</i> L.	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	<i>Terminalia phaeocarpa</i> Eichler	Pandanales
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	<i>Mimosa brevipinna</i> Benth.	<i>Thyrsacanthus ramosissimus</i> Moric.	Piperales
<i>Croton laceratoglandulosus</i> Caruzo & Cordeiro	<i>Mimosa exalbescens</i> Barneby	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	
<i>Croton rottlerifolius</i> Baill.	<i>Mimosa pigra</i> L.	<i>Tibouchina caatingae</i> J.G.Freitas	
<i>Croton virgulosus</i> Müll.Arg.	<i>Mimosa pithecolobioides</i> Benth.	<i>Tocoyena bullata</i> (Vell.) Mart.	
<i>Cryptostegia grandiflora</i> R.Br.	<i>Mimosa pudica</i> L.	<i>Tournefortia andrade-limae</i> J.I.M.Melo	
<i>Ctenodon molliculus</i> (Kunth) D.B.O.S.Cardoso, Filardi & H.C.Lima	<i>Mimosa xiquexiquensis</i> Barneby	<i>Tragia friesii</i> Pax & K.Hoffm.	

<i>Cuphea brachiata</i> Mart. ex Koehne	<i>Mitracarpus frigidus</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) K.Schum.	<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.
<i>Cuphea calophylla</i> Cham. & Schtdl.	<i>Monteverdia acanthophylla</i> (Reissek) Biral	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	<i>Monteverdia gonoclada</i> (Mart.) Biral	<i>Trichilia silvatica</i> C.DC.
<i>Dalbergia acuta</i> Benth.	<i>Monteverdia patens</i> (Reissek) Biral	<i>Trixis vauthieri</i> DC.
<i>Dalbergia foliolosa</i> Benth.	<i>Mouriri chamissoana</i> Cogn.	<i>Turnera chamaedrifolia</i> Cambess.
<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera	<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	<i>Muelleria leptobotrys</i> M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.
<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	<i>Muelleria virgilioides</i> (Vogel) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	<i>Varronia dardani</i> (Taroda) J.S.Mill.
<i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitchc.	<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	<i>Vasconcellea quercifolia</i> A.St.-Hil.
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.Juss.	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	<i>Vellozia cinerascens</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Mart. ex Seub.
<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	<i>Vismia micrantha</i> A.St.-Hil.
<i>Ditaxis malpighiacea</i> (Ule) Pax & K.Hoffm.	<i>Myriopus salzmannii</i> (DC.) Diane & Hilger	<i>Vitex polygama</i> Cham.
<i>Dulacia gardneriana</i> (Benth.) Kuntze	<i>Myriopus villosus</i> (Salzm. ex DC.) J.I.M.Melo	<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.
<i>Duranta erecta</i> L.	<i>Myrocarpus fastigiatus</i> Allemão	<i>Waltheria albicans</i> Turcz.
<i>Enterolobium timbouva</i> Mart.	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	<i>Wunderlichia azulensis</i> Maguire & G.M.Barroso
<i>Erythrina mulungu</i> Mart.	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.

<i>Erythroxylum affine</i> A.St.-Hil.	<i>Nectandra nitidula</i> Nees	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.
<i>Erythroxylum columbinum</i> Mart.	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	<i>Ziziphus platyphylla</i> Reissek
<i>Erythroxylum distortum</i> Mart.	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	<i>Zornia curvata</i> Mohlenbr.
<i>Erythroxylum loefgrenii</i> Diogo	<i>Ocotea cymbarum</i> Kunth	<i>Zornia echinocarpa</i> (Moric.ex Meisn.) Benth.
<i>Erythroxylum paufferense</i> Plowman	<i>Ouratea glaucescens</i> (A.St.-Hil.) Engl.	<i>Zornia glabra</i> Desv.
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	<i>Zornia reticulata</i> Sm.
<i>Erythroxylum polygonoides</i> Mart.	<i>Ouratea xerophila</i> Rizzini	
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	<i>Oxalis hedysarifolia</i> Raddi	

Tabela 3 – Táxons amostrados apenas nas comunidades de áreas sedimentares em nosso banco de dados.

ESPECIES	ESPECIES	ESPECIES	GÊNEROS
<i>Acalypha villosa</i> Jacq.	<i>Duguetia riedeliana</i> R.E.Fr.	<i>Ocotea fasciculata</i> (Nees) Mez	Alchornea
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	<i>Duguetia ruboides</i> Maas & He	<i>Ocotea nitida</i> (Meisn.) Rohwer	Alibertia
<i>Adenocalymma scabriusculum</i> Mart. ex DC.	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.- Hil.	<i>Ocotea xanthocalyx</i> (Nees) Mez	Amasonia
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	<i>Erythroxylum nummularium</i> Peyr.	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	Anemopaegma
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	<i>Erythroxylum ochranthum</i> Mart.	<i>Ormosia fastigiata</i> Tul.	Aniba
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	<i>Erythroxylum pyan</i> Costa-Lima	<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil.	Banisteriopsis
<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke	<i>Erythroxylum stipulosum</i> Plowman	<i>Paralychnophora</i> <i>reflexoauriculata</i> (G.M.Barroso) MacLeish	Barnadesia

<i>Anacardium humile</i> A.St.-Hil.	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Bougainvillea
<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff	<i>Esenbeckia oligantha</i> Kaastra	<i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth.	Bunchosia
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	<i>Pereskia stenantha</i> Ritter	Butia
<i>Anemopaegma velutinum</i> Mart. ex DC.	<i>Eugenia modesta</i> DC.	<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	Cariniana
<i>Aniba desertorum</i> (Nees) Mez	<i>Eugenia pistaciifolia</i> DC.	<i>Pilocarpus sulcatus</i> Skorupa	Citronella
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	<i>Eugenia pohliana</i> DC.	<i>Pilosocereus aurisetus</i> (Werderm.) Byles & G.D.Rowley	Clitoria
<i>Attalea vitrivir</i> Zona	<i>Eugenia pseudopsidium</i> Jacq.	<i>Pilosocereus densiareolatus</i> F.Ritter	Coussarea
<i>Baccharis serrulata</i> (Lam.) Pers.	<i>Eumachia depauperata</i> (Müll.Arg.) M.R. Barbosa & M.S.Pereira	<i>Pilosocereus floccosus</i> Byles & Rowley	Cranocarpus
<i>Banisteriopsis angustifolia</i> (A.Juss.) B.Gates	<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	<i>Pilosocereus machrisii</i> (E.Y.Dawson) Backeb.	Cuspidaria
<i>Barnadesia caryophylla</i> (Vell.) S.F.Blake	<i>Evolvulus phyllanthoides</i> Moric.	<i>Pilosocereus multicostatus</i> Ritter	Cybianthus
<i>Bauhinia ungulata</i> L.	<i>Exellodendron cordatum</i> (Hook.f.) Prance	<i>Piranhea securinega</i> Radcl.-Sm. & Ratter	Cyrtocymura
<i>Bauhinia vespertilio</i> S.Moore	<i>Facheiroa cephaliomelana</i> Buining & Brederoo	<i>Platymiscium pubescens</i> Micheli	Dimorphandra
<i>Borreria virgata</i> Cham. & Schltldl.	<i>Ficus obtusiuscula</i> (Miq.) Miq.	<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	Dipteryx
<i>Bougainvillea fasciculata</i> Brandão	<i>Galactia jussiaeana</i> Kunth	<i>Pouteria nordestinensis</i> Alves-Araújo & M.Alves	Discolobium
<i>Brosimum longifolium</i> Ducke	<i>Galipea trifoliata</i> Aubl.	<i>Pouteria psammophila</i> (Mart.) Radlk.	Dissothrix
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Duguetia

<i>Brunfelsia cuneifolia</i> J.A.Schmidt	<i>Gaya gaudichaudiana</i> A.St.-Hil.	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.) A.Robyns	Eschweilera
<i>Bunchosia pernambucana</i> W.R.Anderson	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	<i>Psidium acutangulum</i> DC.	Eumachia
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	<i>Guibourtia hymenaefolia</i> (Moric.) J. Léonard	<i>Psidium myrsinites</i> DC.	Euxylophora
<i>Byrsonima stipulacea</i> A.Juss.	<i>Harpochilus paraibanus</i> F.K.S. Monteiro et al.	<i>Psidium myrtoides</i> O.Berg	Evolvulus
<i>Calliandra umbellifera</i> Benth.	<i>Hebanthe spicata</i> Mart.	<i>Psidium sartorianum</i> (O.Berg) Nied.	Exellodendron
<i>Campomanesia pubescens</i> (Mart. ex DC.) O.Berg	<i>Helicteres heptandra</i> L.B.Sm.	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Galactia
<i>Campomanesia sessiliflora</i> (O.Berg) Mattos	<i>Helicteres velutina</i> K.Schum.	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Gallesia
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	<i>Herissantia tiubae</i> (K.Schum.) Brizicky	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Gaya
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	<i>Heteropterys pteropetala</i> A. Juss.	<i>Randia calycina</i> Cham.	Guibourtia
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	<i>Hirtella martiana</i> Hook.f.	<i>Riedeliella graciliflora</i> Harms	Hebanthe
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	<i>Homalolepis cuneata</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Devecchi & Pirani	<i>Rourea martiana</i> Baker	Herissantia
<i>Casearia mariquitensis</i> Kunth	<i>Hymenaea aurea</i> Y.T.Lee & Langenh.	<i>Ruellia villosa</i> (Nees) Lindau	Isocarpha
<i>Casearia rufescens</i> Cambess.	<i>Hymenaea maranhensis</i> Lee & Lang.	<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.- Hil.	Leocereus
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	<i>Ilex affinis</i> Gardner	<i>Sapium obovatum</i> Klotzsch ex Müll.Arg.	Lessingianthus
<i>Cecropia peltata</i> L.	<i>Isocarpha megacephala</i> Mattf.	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Lippia
<i>Cestrum strigilatum</i> Ruiz & Pav.	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	<i>Sebastiania larensis</i> Croizat & Tamayo	Martiodendron

<i>Chamaecrista blanchetii</i> (Benth.) Conc. et al.	<i>Leocereus bahiensis</i> Britton & Rose	<i>Senegalia globosa</i> (Bocage & Miotto) L.P.Queiroz	Matayba
<i>Chamaecrista cytisoides</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Lepidaploa arenaria</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	<i>Senegalia lasiophylla</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Mattfeldanthus
<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	<i>Lessingianthus obscurus</i> (Less.) H.Rob.	<i>Senegalia limae</i> (Bocage & Miotto) L.P.Queiroz	Maytenus
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	<i>Lessingianthus rugulosus</i> (Sch.Bip.) H.Rob.	<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	Medusantha
<i>Chloroleucon tenuiflorum</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	<i>Lippia brasiliensis</i> (Link) T.R.S.Silva	<i>Sida ulei</i> Ulbr.	Metrodorea
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	<i>Lonchocarpus praecox</i> Mart. ex Benth.	<i>Simaba guianensis</i> Aubl.	Micropholis
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	<i>Luehea speciosa</i> Wild.	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Myrcianthes
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	<i>Machaerium amplum</i> Benth.	<i>Stachyarrhena spicata</i> Hook.f.	Neea
<i>Clusia melchiorii</i> Gleason	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	<i>Stillingia saxatilis</i> Müll.Arg.	Ormosia
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	<i>Machaerium ovalifolium</i> Glaz. ex Rudd	<i>Stillingia uleana</i> Pax ex K.Hoffm.	Paralychnophora
<i>Cordia toqueve</i> Aubl.	<i>Manihot leptopoda</i> (Müll.Arg.) D.J.Rogers & Appan	<i>Stryphnodendron coriaceum</i> Benth.	Piranhea
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Müll.Arg.	<i>Martiodendron mediterraneum</i> (Mart. ex Benth.) R.C.Koeppen	<i>Stylosanthes capitata</i> Vogel	Qualea
<i>Cranocarpus gracilis</i> Afr.Fern. & P.Bezerra	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	<i>Swartzia oblata</i> R.S.Cowan	Riedeliella
<i>Crotalaria laeta</i> Mart. ex Benth.	<i>Mattfeldanthus andrade-limae</i> (G.M.Barroso) Dematt.	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Rourea
<i>Croton adenodontus</i> (Müll.Arg.) Müll.Arg.	<i>Maytenus boaria</i> Molina	<i>Tachigali aurea</i> Tul.	Salvertia
<i>Croton anisodontus</i> Müll.Arg.	<i>Medusantha martiusii</i> (Benth.) Harley & J.F.B.Pastore	<i>Tachigali densiflora</i> (Benth.) L.G.Silva & H.C.Lima	Simaba

<i>Croton betaceus</i> Baill.	<i>Medusantha simulans</i> (Epling) Harley & J.F.B.Pastore	<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.	Stachyarrhena
<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	<i>Metrodorea mollis</i> Taub.	<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.	Tachigali
<i>Croton cordiifolius</i> Baill.	<i>Miconia caudigera</i> DC.	<i>Trichilia trifolia</i> L.	Trichogonia
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	<i>Trichogonia eupatorioides</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	Trichogoniopsis
<i>Croton odontadenius</i> Müll.Arg.	<i>Micropholis gardneriana</i> (A.DC.) Pierre	<i>Trichogoniopsis podocarpa</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Vantanea
<i>Cryptostegia madagascariensis</i> Bojer	<i>Mimosa guaranitica</i> Chodat & Hassl.	<i>Triplaris americana</i> L.	Vatairea
<i>Cuspidaria cratensis</i> (J.C. Gomes) A.H. Gentry ex L.G. Lohmann	<i>Mimosa nothopteris</i> Barneby	<i>Triplaris weigeltiana</i> (Rchb.) Kuntze	Zygia
<i>Cybianthus penduliflorus</i> Mart.	<i>Mimosa schomburgkii</i> Benth.	<i>Trischidium decipiens</i> (R.S.Cowan) H.E.Ireland	<b>FAMILIAS</b>
<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob.	<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	<i>Vantanea morii</i> Cuatrec.	Cardiopteridaceae
<i>Dahlstedtia castaneifolia</i> (MJ.Silva & AMG.Azevedo) MJ.Silva & AMG.Azevedo	<i>Monteverdia erythroxylla</i> (Reissek) Biral	<i>Vasconcellea glandulosa</i> A.DC.	Humiriaceae
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	<i>Monteverdia horrida</i> (Reissek) Biral	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Phytolaccaceae
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	<i>Moquiniastrum blanchetianum</i> (DC.) G. Sancho	<i>Wedelia goyazensis</i> Gardner	Picrodendraceae
<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	<i>Mouriri cearensis</i> Huber	<i>Ximenia coriacea</i> Engl.	
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	<i>Myrcia blanchetiana</i> (O.Berg) Mattos	<i>Xylopiya emarginata</i> Mart.	
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	<i>Myrcia rufipes</i> DC.	<i>Xylopiya laevigata</i> (Mart.) R.E.Fr.	
<i>Discolobium hirtum</i> Benth.	<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O.Berg	<i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.	

<i>Dissothrix imbricata</i> (Gardner) B.L.Rob.	<i>Myrciaria ferruginea</i> O.Berg	<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.
<i>Duguetia echinophora</i> R.E.Fr.	<i>Neea obovata</i> Spruce ex Heimerl	<i>Zornia gardneriana</i> Moric.
<i>Duguetia marcgraviana</i> Mart.	<i>Ocotea brachybotrya</i> (Meisn.) Mez	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle

---

**Tabela 4:** Resumo do modelo GLMM para o índice de AvTD (Veg\_tipD) e VarTD (Veg\_tipV).

Parâmetro	Esperado	Erro padrão	t- Valor	P- valor
<b>Intercepto</b>	92.935959	0.3223570	288.301380	0.0
<b>Veg_tipD</b>	-2.026586	0.5561556	-3.643918	0.0003664089
<b>Intercepto</b>	298.2054	9.387167	31.767345	0.0
<b>Veg_tipV</b>	55.1484	16.279463	3.387606	0.0009056522

**Tabela 5:** Resumo do modelo GAMM para Distinguibidade (AvTD) cristalino

Parâmetros	Esperado	Erro padrão	t valor	P - valor	R <sup>2</sup>
<b>Intercepto</b>	4.607655	0.011549	398.95	2e-16	0.43
<b>Gênero/família</b>	-0.037499	0.005673	-6.61	7.47e-10	
	edf		F - valor		P - valor
<b>S(espécie/gênero)</b>	1		13.041		0.000424
<b>S(família/ordem)</b>	1		31.959		2e-16

**Tabela 6:** Resumo do modelo GAMM Distinguibidade (AvTD) sedimentar

Parâmetros	Esperado	Erro padrão	t valor	P - valor	R <sup>2</sup>
<b>Intercepto</b>	4.455371	0.015459	288.206	2e-16	0.817
<b>Família/ordem</b>	0.035458	0.009551	3.712	0.00049	
	edf		F - valor		P - valor
<b>S(espécie/gênero)</b>	4.850		3.359		0.011
<b>S(gênero/família)</b>	8.513		25.809		2e-16

**Tabela 7:** Resumo do modelo GAMM variação (VarTD) cristalino

Parâmetros	Esperado	Erro padrão	t valor	P - valor	R <sup>2</sup>
<b>Intercepto</b>	0.0060127	0.0004717	12.747	2e-16	0.449
<b>Gênero/família</b>	-0.0012148	0.0002220	-5.472	2.04e-07	
	edf		F - valor		P - valor
<b>S(espécie/gênero)</b>	2.407		13.709		3.41e-06
<b>S(família/ordem)</b>	1.702		24.760		2e-16

**Tabela 8:** Resumo do modelo GAMM Variação (VarTD) sedimentar

Parâmetros	Esperado	Erro padrão	t valor	P- valor	R <sup>2</sup>
<b>Intercepto</b>	0.0053168	0.0003992	13.320	2e-16	0.464
<b>Gênero/família</b>	-0.0010551	0.0001692	-6.237	4.13e-08	
	edf		F - valor		P - valor
<b>S(espécie/gênero)</b>	1.000		4.648		0.03491
<b>S(família/ordem)</b>	2.755		4.088		0.00836

## ANEXOS

## Declaração

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada **DIVERSIDADE TAXONÔMICA DE COMUNIDADES ARBUSTIVO-ARBÓREAS DA CAATINGA**, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 04/12/2023

Assinatura : Marcela Cruz Moreira  
Nome do(a) autor(a): **Marcela Cruz Moreira**  
RG n.º 2008513345-5

Assinatura : Fernando R. Martins  
Nome do(a) orientador(a): **Fernando Roberto Martins**  
RG n.º 4.652.992-5



COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
Universidade Estadual de Campinas  
Caixa Postal 6109. 13083-970, Campinas, SP, Brasil  
Fone (19) 3521-6378. email: cpgib@unicamp.br



## DECLARAÇÃO

Em observância ao §5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha Dissertação de Mestrado, intitulada "**DIVERSIDADE TAXONÔMICA DE COMUNIDADES ARBUSTIVO-ARBÓREAS DA CAATINGA**", desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos a Biossegurança.

Assinatura: Marcela Cruz Moreira  
Nome do(a) aluno(a): Marcela Cruz Moreira

Assinatura: Fernando R. Martins  
Nome do(a) orientador(a): Fernando Roberto Martins

Data: 04/12/2023