



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA – DOUTORADO

ANDRÉ DOS SANTOS SOUZA

**PADRÕES DE RIQUEZA E UTILIZAÇÃO DE PLANTAS EM FLORESTAS
TROPICAIS**

RECIFE – PE
2019

ANDRÉ DOS SANTOS SOUZA

**PADRÕES DE RIQUEZA E UTILIZAÇÃO DE PLANTAS EM FLORESTAS
TROPICAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para a obtenção do título de Doutor em Botânica, sob a Orientação do Prof. Dr. Ulysses Paulino Albuquerque.

**RECIFE – PE
2019**

**PADRÕES DE RIQUEZA E UTILIZAÇÃO DE PLANTAS EM FLORESTAS
TROPICAIS**

ANDRÉ DOS SANTOS SOUZA

Tese defendida e aprovada em 12 de fevereiro de 2019

Orientador: _____

Prof. Dr. Ulysses Paulino Albuquerque
(Universidade Federal de Pernambuco)

Examinadores: _____

Profa. Dr^a. Elcida de Lima Araújo
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Dr^a Ivanilda Soares Feitosa
(Universidade Federal de Pernambuco)

Dr^a Danielle Melo dos Santos
(Universidade Federal de Pernambuco)

Dr. André Luiz Borba do Nascimento
(Universidade Federal de Pernambuco)

Suplentes: _____

Dra. Andrêsa Suana Argemiro Alves
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Profa. Dr^a. Josiene Maria Falcão Fraga dos Santos
(Universidade Estadual de Alagoas)

“Le cose si fanno quando è il momento.

Il mio è adesso!”

“As coisas acontecem quando chega o momento certo.

O meu é agora!”

(Laura Pausini)

*Aos meus pais:
José dos Santos Souza e Joselma dos Santos Souza
Que sempre acreditaram nos meus sonhos e nas minhas iniciativas,
incentivando-me e apoiando-me.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Se eu cheguei até aqui, é porque mereci, batalhei e corri atrás dos meus objetivos. Porém, reconheço que sozinho, jamais teria conseguido. Este é o meu momento para expressar meu sincero e profundo agradecimento a cada uma das pessoas que me ajudaram a trilhar essa caminhada.

Minhas crenças individuais sempre me motivaram a acreditar que existe uma força maior que rege tudo no universo, a qual chamo de Deus, responsável por tudo o que somos. Acredito também que ele se fez humano, habitou entre nós, pregou a verdade e o amor por onde passou. Sinto que ele esteve e está comigo em todos os momentos de minha vida, e sei que nos momentos mais difíceis, sua mão me conduziu para o caminho certo a seguir. A ele, toda honra e glória! *“Peçam, e será dado; busquem, e encontrarão; batam, e a porta será aberta. Pois todo o que pede recebe; o que busca encontra; e àquele que bate, a porta será aberta.” Mateus 7:7-8.*

Agradeço aos meus pais, pessoas que sempre acreditaram em mim e no meu potencial, nunca me deixando faltar o essencial, orientando o caminho certo a seguir. Vocês se sacrificaram, se dedicaram, abdicaram de tempo e de muitos projetos pessoais para que eu tivesse a oportunidade de estudar e de ter uma boa formação profissional, mas também pessoal. Eu devo tudo que sou a vocês, e se sinto orgulho de mim e do lugar onde cheguei, é porque sei que vocês vieram segurando a minha mão. Uma vida inteira não seria o suficiente para expressar o meu agradecimento por nunca desistirem de mim.

Ao meu pai acadêmico Ulysses Albuquerque, que me recebeu em seu grupo de pesquisa há 6 anos, desde quando cheguei para fazer o Mestrado. Não tenho palavras para expressar minha gratidão na colaboração do meu crescimento acadêmico ao longo de todo esse tempo. Meu nível de amadurecimento profissional é infinitamente maior, desde o dia que comecei a fazer parte do Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos – LEA, primeiramente batizado de Laboratório de Etnobotânica. Obrigado por sempre se fazer presente, pelos momentos de descontração, pelos melhores conselhos e pelos puxões de orelha. Reconheço que tudo isso foi necessário para que eu pudesse me tornar a pessoa que sou hoje. Gratidão! Também de maneira especial, gostaria de agradecer ao professor Reinaldo Lucena, que me proporcionou conhecer o LEA e o grupo de pesquisa do Prof. Ulysses. Você foi a primeira pessoa que me apresentou a Etnobiologia, despertou minha curiosidade e me

incentivou a querer buscar mais nessa área tão fascinante. A você, Professor Reinaldo, meu muito obrigado!

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós Graduação em Botânica, em nome da coordenadora Tereza Buriel e da secretária Cinara Leleu. Agradeço também aos outros coordenadores e secretários que fizeram parte do PPGB ao longo desses anos: Professora Carmen Zickel, Professor Reginaldo e a secretária Kênia. A todos, muito obrigado pela disponibilidade em ajudar e oferecer suporte nos momentos em que necessitei.

À CAPES pela concessão da bolsa.

À minha família acadêmica, o LEA, esse laboratório tão lindo e tão conceituado mundialmente. Me sinto honrado em fazer parte desse grupo por todo esse tempo. Quero agradecer a cada um de vocês (Ivanilda, Washington, Leonardo, Timóteo, Daniel, Joelson, Taline, Josivan, Sara, Flavia Santos, Flávia Santoro, Edwine, Marcelânio, André Borba, Juliana Loureiro, Juliane, Nyllber, Rafael Prota, Regina, Vini, Danilo, Clara, Ana, Edward, Valdir, Wendy, Paulo, Janillo, Henrique), e a tantos outros que passaram pelo LEA e que deixaram sua história, seu legado e sua contribuição.

Agradeço ao pessoal da Comunidade de Limeirinha pelo excelente acolhimento e aceitação para participar do nosso estudo. Quero aqui destacar algumas pessoas que merecem atenção pela sua importante contribuição durante esse tempo que passei fazendo o trabalho de campo. Dona Leninha, uma pessoa de um coração imenso, que preparava nossa comida e tinha o prazer de oferecer a sua cozinha para que nós pudéssemos fazer as nossas refeições. Muito obrigado por tudo! Ao Osman e ao Zé, os mateiros que nos auxiliaram no inventário fitossociológico. Obrigado pelo suporte, pela companhia e por compartilhar seus saberes conosco. A Dona Marcela, pessoa super prestativa e que era responsável pela limpeza na nossa casa. Obrigado pela confiança e pela boa vontade em nos ajudar. Aos meus colegas de campo, Joelson, Rafael Prota, Juliana Ferrão e Héliida. Obrigado pelo companheirismo, suporte e a boa vontade em ajudar.

A todas as comunidades do Parque Nacional do Catimbau. Ao Silvano e Sival, da comunidade Mallhador, pelo apoio, confiança e pela sabedoria que nos transmitiram durante esse tempo. Levarei comigo para sempre as lembranças e aventuras na mata em busca de mel e daquela velha e boa temperada! A Dona Socorro da Comunidade do Muquém, e a todos da sua família, os quais faço questão de mencionar aqui (Sr. Cotó, Dona Maria, Sueliton, Jamile, Leandro, Dirceu, Nicolas...). Vocês são a prova viva de que não devemos perder as esperanças de acreditar que ainda existem pessoas de bom coração nesse mundo. Não tenho palavras para agradecer a todo o suporte que nos foi dado para que pudéssemos realizar nossa pesquisa.

Vocês aliviaram a saudade de estar longe da família, se doaram de tal maneira que me fez perceber que ali eu poderia me sentir em casa . Muito obrigado mesmo! Não só eu, mas todos que integram a equipe de campo do Catimbau, seremos eternamente gratos pela dedicação oferecida a todos nós.

Ao grupo LTDA (Leonardo, Timóteo, Daniel e André). Que a nossa amizade vença a barreira da distância, e que mesmo longe um dos outros, busquemos sempre manter contato e jogar conversa fora nos momentos de descontração. Quero a agradecer a vocês por todos os momentos que compartilhamos juntos durante esse tempo, pelos ensinamentos, pela ajuda e conselhos quando necessitei. Quero deixar aqui o meu agradecimento a Léo pelo suporte oferecido na análise dos dados, por nossos momentos de discussão e troca de ideias e sem dúvidas, pela boa vontade de sempre poder me ajudar. De todo o meu coração, muito obrigado!

A Tio Rivaldo e Claucineide, sua esposa. Muito obrigado por abrirem as portas de sua casa para me receber durante esses 6 anos que passei em Recife. Eu sinceramente não encontro palavras para agradecer a boa vontade de vocês dois. Serei eternamente grato por todo apoio e suporte oferecido a mim. Que Deus abençoe vocês, lhes dê muita saúde e sucesso. Receba o meu sincero e profundo agradecimento!

Aos membros da banca examinadora: Dr. Andre Borba, Profa. Dra. Ecilda Araújo, Dra. Ivanilda Feitosa, Dra. Andressa Alves, Dra. Danielle Santos e Profa. Dra. Josiene Santos, pelas valiosas contribuições. Muito obrigado!

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho

GRATIDÃO!!!

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1. Revisão da literatura

Figura 1. Esquema demonstrando as fases de um ciclo adaptativo, dentro de um sistema socioecológico.....29

Capítulo 2. Riqueza de espécies, versatilidade e redundância utilitária em ambientes de floresta tropical úmida e de floresta tropical seca

Figura 1. Localização do Parque Nacional do Catimbau e da Mata da Alcaparra, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil.....46

Figura 2. Processo de montagem do checklist entrevista. A. Coleta de material botânico, B. Herborização do material coletado para ser colocado na estufa de secagem, C. Processo de identificação e incorporação do material coletado no Herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, D E. Apresentação do checklist entrevista para os informantes.50

Capítulo 3. Diversidade biológica e utilitária em um ambiente de caatinga: um estudo ao longo de um gradiente de evapotranspiração potencial

Figura 1. Localização do Parque Nacional do Catimbau, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, mostrando as comunidades estudadas e as áreas de amostragem de vegetação ao longo do gradiente de evapotranspiração potencial. Fonte: PELD Catimbau.67

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1. Revisão da literatura

Tabela 1. Tabela comparativa destacando alguns fatores presentes em florestas tropicais úmidas e florestas tropicais secas e a forma com que cada processo se comporta nessas formações vegetacionais. Fonte das informações: (Mooney et al. 1995; Fearnside, 1999; Khurana e Singh, 2001; Mayle, 2004; Primack & Corlett, 2005; Hooper et al. 2005; Vargas-Rodríguez et al. 2005; Powers et al. 2009).....21

Capítulo 2. Riqueza de espécies, versatilidade e redundância utilitária em ambientes de floresta tropical úmida e de floresta tropical seca

Tabela 1. Espécies úteis e estatística descritiva pra ambientes de floresta úmida e floresta seca.....51

Tabela 2. Redundância utilitária em ambientes de floresta úmida e floresta seca, por categorias de uso. Os três níveis de redundância são de acordo com o esquema de classificação definido por Albuquerque e Oliveira (2007).....52

Capítulo 3. Diversidade biológica e utilitária em um ambiente de caatinga: um estudo ao longo de um gradiente de evapotranspiração potencial

Tabela 1. Hipóteses e predições avaliadas no estudo e testes estatísticos empregados.....70

Tabela 2. Riqueza total, espécies úteis e estatística descritiva pra as três faixas de gradiente de pluviosidade selecionadas. *corresponde ao máximo de indicações de uso que determinada(s) espécie(s) apresentou(aram) durante o momento da apresentação do checklist entrevista.....72

Tabela 3. Redundância utilitária dos níveis de pluviosidade, por categorias de uso. Os três níveis de redundância são de acordo com o esquema de classificação definido por Albuquerque e Oliveira (2007).....72

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT.....	XV
INTRODUÇÃO GERAL.....	XVII

Capítulo 1. Revisão da Literatura

1. Fatores que influenciam a diversidade de espécies vegetais em florestas tropicais....	20
2. Estratégias que envolvem a seleção de plantas em florestas tropicais.....	24
3. O ambiente como um fator na construção dos sistemas de conhecimento tradicional.....	25
4. Versatilidade de espécies vegetais.....	27
5. Sistemas Socioecológicos.....	28
6. Redundância utilitária de espécies vegetais.....	30
7. Considerações finais.....	33
8. Referências.....	34

Capítulo 2. Riqueza de espécies, versatilidade e redundância utilitária em ambientes de floresta tropical úmida e floresta tropical seca

Resumo.....	41
Introdução.....	42
Materiais e Métodos.....	44
Caracterização da área de estudo.....	44
Aspectos legais.....	45
Coleta de dados etnobiológicos.....	47
Análise dos dados.....	49
Resultados.....	50
Discussão.....	53
Riqueza ambiental e riqueza de espécies úteis.....	53
Versatilidade de espécies em ambientes de floresta úmida e floresta seca.....	54

Redundância utilitária em espécies de floresta úmida e floresta seca.....	55
Considerações finais.....	56
Referências.....	57

Capítulo 3. Diversidade biológica e utilitária em um ambiente de Caatinga: um estudo ao longo de um gradiente de pluviosidade

Resumo.....	62
Introdução.....	63
Material e Métodos.....	65
Caracterização da área de estudo.....	65
Amostragem da vegetação.....	67
Aspectos legais.....	68
Montagem e aplicação do checklist entrevista.....	68
Análise dos dados.....	70
Resultados.....	71
Gradiente de pluviosidade, riqueza ambiental e riqueza de espécies úteis.....	71
Gradiente de pluviosidade e versatilidade de espécies.....	71
Gradiente de pluviosidade e redundância utilitária.....	72
Discussão.....	73
Riqueza ambiental e riqueza de espécies úteis ao longo do gradiente.....	73
Gradiente de pluviosidade, versatilidade de espécies úteis e redundância utilitária.....	75
Considerações finais.....	76
Referências.....	77
Considerações finais da tese.....	83
ANEXOS.....	85
Normas de publicação.....	95

Souza, André dos Santos. Dr. Universidade Federal Rural, de Pernambuco. **Padrões de riqueza e utilização de plantas em florestas tropicais**. Ulysses Paulino Albuquerque (Orientador)

RESUMO

Esta tese apresenta uma abordagem sobre a relação entre a riqueza ambiental e utilitária de espécies vegetais em florestas tropicais, aplicando modelos ecológicos, com o intuito de compreender o produto resultante dessa interação. Em termos de ambiente, realizamos dois estudos com florestas tropicais: na primeira abordagem, utilizamos duas áreas de floresta tropical, uma inserida em um ambiente de floresta úmida com vegetação característica de uma floresta semidecidual e a outra em um ambiente de caatinga com floresta sazonalmente seca. No segundo estudo, utilizamos uma área de floresta seca com consideráveis elevações no relevo, onde os regimes pluviométricos mudam consideravelmente ao longo de um gradiente de precipitação. Para estudar os padrões de riqueza e utilização de espécies nas florestas tropicais, utilizamos a hipótese da versatilidade e o Modelo da Redundância Utilitária como suporte para compreender as estratégias de seleção de recursos nesses ambientes. Realizamos levantamentos fitossociológicos em todas áreas selecionadas, como também coletamos material botânico para identificação em herbário. Esse processo de coleta foi necessário para compor o checklist entrevista, um método de estímulo visual amplamente utilizado em estudos etnobiológicos. Todas as espécies identificadas em herbário foram apresentadas juntamente com fotos da planta viva a todos os moradores das comunidades. No primeiro estudo, para testar a primeira hipótese, utilizamos o teste de qui-quadrado para verificar a proporção de riqueza de espécies e espécies úteis, para analisar segunda hipótese sobre a versatilidade dos ambientes, utilizou-se um teste T, e na terceira hipótese o teste de Kruskal-Wallis para verificar a redundância utilitária dos ambientes em uma perspectiva intracategoria e um teste T na perspectiva intercategoria. Para o segundo estudo, tivemos as mesmas hipóteses, do estudo anterior. Utilizamos novamente o teste de qui-quadrado para a primeira, Kruskal-Wallis para a segunda, e na terceira hipótese, utilizou-se uma ANOVA em uma perspectiva de intracategoria e um teste de Kruskal-Wallis na perspectiva de intercategoria. Os resultados do primeiro estudo demonstraram que as duas áreas são relativamente semelhantes na proporção de riqueza de espécies e espécies utilizadas, nos levando a sugerir que outros estudos que tenham como objetivo verificar padrões de riqueza e espécies úteis, realizem suas abordagens em ambientes mais distintos fitofisionomicamente, muito provavelmente porque o fragmento de floresta úmida, que deveria apresentar uma maior riqueza do que a floresta seca, sofreu consideráveis perturbações e perda de espécies ao longo do tempo, devido à monocultura da cana de açúcar,

o que pode ter influenciado diretamente na composição de espécies. A notável semelhança entre a proporção de riqueza total e riqueza de espécies úteis das áreas, também pode ter influenciado nos resultados do Modelo da Redundância Utilitária, onde não conseguimos observar diferenças significativas com relação a quantidade de espécies que desempenham o mesmo uso dentro de um sistema, o que nos faz acreditar como a disponibilidade de espécies no ambiente pode influenciar diretamente nas escolhas dos recursos vegetais por populações locais. Quanto a versatilidade, conseguimos corroborar a nossa hipótese ao demonstrar que as espécies do ambiente com baixa riqueza, sofrem uma pressão de uso relativamente maior do que o ambiente representado por uma maior riqueza de espécies. Na segunda abordagem a nível de gradiente de pluviosidade, não encontramos uma relação significativa com a riqueza ambiental e riqueza de espécies úteis, de certa forma que a proporção da riqueza total/espécies úteis não pôde ser estatisticamente comprovada. A ANOVA também não se mostrou significativa para testar a versatilidade de espécies, e verificamos que o ambiente mais versátil foi aquele que apresentou índices pluviométricos maiores, o que pode ser explicado pela maior disponibilidade de recursos vegetais ao longo do ano, uma vez que na falta de água, muitas estruturas como folhas e frutos desaparecem. Sendo assim, diminuição da intensidade do fenômeno da caducifolia, fez com que as pessoas pudessem experimentar e testar uma maior quantidade de recursos, o que pode ter conferido a este ambiente, uma maior versatilidade de usos para as plantas. Para a terceira hipótese, não encontramos relação significativa com nenhuma das categorias de uso verificadas, no que se diz respeito à Redundância Utilitária. Trazendo nossos achados para uma abordagem conservacionista, recomendamos uma maior atenção e investimento de estratégias de manejo e conservação para ambientes que possuem uma baixa riqueza de espécies, tendo em vista que a extinção e redução de espécies pode acontecer de forma mais acentuada nesses locais.

Palavras chave: Riqueza de espécies; Padrões de utilização; Conservação da biodiversidade

Souza, André dos Santos. Dr. Universidade Federal Rural de Pernambuco. **Patterns of richness and plant use in tropical forests.** Ulysses Paulino Albuquerque (Supervisor)

ABSTRACT

This thesis presents an approach on the relationship between the biological and utilitarian richness of plant species in tropical forests, applying ecological models and lines of thought that seek to understand the product resulting from this interaction. In terms of the environment, we carried out two studies with tropical forests: in the first approach, we used two areas of tropical forest, one in a rainforest environment with vegetation characteristic of a semideciduous forest and the other a caatinga environment with a seasonally dry forest ; already in the second study, we used a dry forest area with considerable relief elevations, where pluviometric regimes change considerably along a precipitation gradient. In order to study the patterns of species richness and utilization in tropical forests, we have used the hypothesis of versatility and the Utilitarian Redundancy Model as a support to understand the resource selection strategies in these environments. We performed phytosociological surveys in all selected areas, as well as collecting botanical material for herbarium identification. This collection process was necessary to compose the checklist interview, a visual stimuli method widely used in ethnobiological studies. All species identified in herbarium were presented together with photos of the living plant to all residents of the communities. In the first study, to test the first hypothesis, we used the chi-square test to verify the proportion of species and useful species richness, to analyze the second hypothesis on the versatility of the environments, a T test was used, and in the third hypothesis the Kruskal-Wallis test to verify the utilitarian redundancy of the environments. For the second study, we used the same hypotheses from the previous study, using the chi-square test for the first one, Kruskal-Wallis for the second and the third hypothesis, using an ANOVA from an intracategory perspective and a test of Kruskal-Wallis in the perspective of intercategory. The results of the first study demonstrated that the two areas are relatively similar in the proportion of species and species richness used, leading us to suggest that other studies that aim to verify patterns of richness and useful species, carry out their approaches in more physiognomically distinct environments , most probably because the fragment of rainforest, which should have a greater wealth than the dry forest, suffered considerable disturbance and loss of species over time due to the monoculture of sugarcane, which may have had a direct influence on its growth. wealth. The remarkable similarity between the proportion of total richness and richness of useful species of the areas may also have

influenced the results of the Utilitarian Redundancy Model, where we can not observe significant differences with respect to the quantity of species that perform the same use within a system , which makes us believe how the availability of species in the environment directly influences the choices of plant resources by local populations. As for the versatility, we have been able to corroborate our hypothesis by demonstrating that the species of the environment with low richness suffer a relatively higher use pressure than the environment represented by a greater species richness. In the second approach at the rainfall gradient level, we find a significant relation with the environmental richness and richness of useful species, demonstrating that in environments with a greater species richness, they present a greater amount of useful species. ANOVA proved to be significant for testing the versatility of species, but we found that the most versatile environment was the one with the highest rainfall indexes, which can be explained by the greater availability of plant resources throughout the year, since in the absence of water, many structures such as folas and fruits disappear. Decreasing the intensity of the deciduous phenomenon has enabled people to experiment and test a greater amount of resources, which may have given this environment a greater versatility of uses for plants. For the third hypothesis, we did not find significant relation with any of the categories of use verified, with respect to the Utility Redundancy. Bringing our findings to a conservationist approach, we recommend a greater attention and investment of management and conservation strategies for environments that have a low species richness, considering that the extinction of species can happen more sharply in these places.

Keywords: Species richness; Patterns of use; Biodiversity conservation

INTRODUÇÃO GERAL

A matriz de cobertura terrestre nos trópicos é composta por uma imensa diversidade de espécies vegetais, as quais foram modeladas ao longo dos anos pela seleção natural, juntamente com fatores bióticos e abióticos, associados a uma grande variedade de diferentes habitats. (Quesada et al. 2009). As florestas tropicais são apenas uma dessas matrizes, porém o fascínio pela sua extensão e o elevado número de espécies, têm impulsionado os estudos que contribuem para a compreensão da ecologia tropical (Quesada et al. 2009).

Estas florestas tropicais, sejam elas úmidas ou secas, representam uma rica fonte de recursos, no sentido de fornecerem produtos que atendem a demandas de várias populações, residentes ou não em seu entorno. Desta forma, os serviços ecossistêmicos baseados em plantas são cruciais para o atendimento das necessidades humanas, que vão desde o fornecimento de alimentos e medicamentos, até crenças mágico-religiosas associadas ao uso de determinadas espécies (Leret et al. 2017). Partindo desta perspectiva, podemos dizer que, tentar compreender os sistemas ecológicos sem considerar a participação humana, significa privar de explicação uma boa parte dos padrões ecológicos observados (Christensen, 1989), tudo isso porque as práticas de manejo utilizadas por populações humanas há milhares de anos, podem atuar na compreensão do comportamento e distribuição das espécies.

Paniagua-Zambrana et al. (2007) e Leret et al. (2017) sustentam a ideia de que a utilização de plantas pelos seres humanos é influenciada por características das espécies, denominada também de traços, como por exemplo, alto potencial de ignição para espécies utilizadas para suprir demandas energéticas, como também propriedades organolépticas para aquelas que têm propriedades medicinais. Porém ainda não se sabe quais são os traços que sustentam as diferentes necessidades humanas. Dessa forma, a ausência de abordagens em larga escala (abrangendo uma variedade de biomas, culturas e usos da biodiversidade) por exemplo, impedem a compreensão de como as características das espécies influenciam na utilização dos serviços ecossistêmicos e satisfazem as necessidades humanas.

Ao considerarmos todo o histórico de uso e apropriação humana dos recursos vegetais em florestas tropicais de todo o mundo, torna-se evidente que ao longo do tempo, civilizações antigas desenvolveram, promoveram e otimizaram a utilização de recursos florestais mediante a disponibilidade e diversidade do ambiente em que estavam situadas (Sharma et al. 2012). Dessa forma, é provável que populações inseridas em regiões de florestas tropicais úmidas, como por exemplo, Floresta Tropical Amazônica e Mata Atlântica, talvez por disporem de uma maior biodiversidade, tem a possibilidade de associar uma maior quantidade de espécies de

plantas úteis em seu repertório (Elisabetsky & Shanley, 1994; Paniagua-Zambrana, 2007; Coelho-Ferreira, 2009; Tribess et al. 2015). Por outro lado, as florestas tropicais secas, com níveis reduzidos de pluviosidade, como por exemplo a Caatinga, por disporem geralmente de uma riqueza menor de espécies vegetais, pode ter proporcionado um ambiente favorável para que as populações, ao longo do tempo, experimentassem os recursos disponíveis, otimizando o aproveitamento dos mesmos e levando a uma elevada versatilidade dessas espécies (Albuquerque, 2006; Monteiro et al. 2006 a,b ; Albuquerque, 2010).

Esta tese nos proporciona analisar uma abordagem sobre a riqueza ambiental e riqueza de espécies vegetais úteis em ambientes com diferentes níveis de pluviosidade e a partir desse cenário, juntamente com a Hipótese da Versatilidade e o Modelo da Redundância Utilitária, buscaremos compreender a utilização de recursos vegetais em diferentes ambientes, e como os padrões de riqueza de espécies podem guiar o uso e experimentação desses recursos ao longo do tempo por comunidades locais. Para tanto, inicialmente, apresentamos o primeiro capítulo o qual é compreendido de uma revisão de literatura sobre os principais temas abordados na tese, como por exemplo, a utilização dos recursos vegetais em florestas tropicais, a hipótese da versatilidade, o modelo da redundância utilitária e resiliência de sistemas socioecológicos. O segundo capítulo traz uma abordagem a nível de comparação de dois ambientes: um de floresta úmida, caracterizado por uma floresta estacional semidecidual e outro ambiente de Caatinga, com vegetação de floresta sazonalmente seca. Posteriormente, no terceiro capítulo, traremos uma abordagem a nível de gradiente de pluviosidade, também chamado de gradiente de evapotranspiração potencial, em um ambiente de floresta seca (Caatinga), representado por áreas com diferentes regimes pluviométricos, nas quais selecionamos três áreas e definimos como alta, média e baixa pluviosidade. Acreditamos que a pluviosidade seja um fator determinante na riqueza e utilização de recursos vegetais, uma vez que o regime de chuvas influencia diretamente na riqueza local de espécies. Da mesma forma que atualmente temos o poder preditivo para afirmar que determinadas áreas possuem uma maior diversidade que outras, poderemos inferir, no entanto o quanto isso influencia as decisões dos seres humanos na construção de seus sistemas de conhecimento e exploração dos recursos naturais ao longo do tempo. Este, portanto, parte de uma perspectiva do ambiente como uma das forças que interferem os padrões de escolha.

A partir desse cenário, testaremos as seguintes hipóteses: 1. A riqueza de espécies úteis está diretamente relacionada à riqueza de espécies do ambiente. 2. Ambientes caracterizados por uma maior riqueza vegetal, apresentam espécies com menor versatilidade, e 3. Ambientes em que a riqueza vegetal é maior, apresentam mais espécies para um determinado uso

específico, conferindo à estas uma elevada redundância utilitária. Para a primeira hipótese, esperamos encontrar tal resultado, tendo em vista que uma maior riqueza de espécies pode proporcionar mais estratégias de escolhas e experimentação, levando a um maior repertório de espécies úteis. Na segunda hipótese, partimos do princípio de que em ambientes com maior riqueza de espécies, e conseqüentemente com maior riqueza de espécies úteis, as pessoas teriam uma maior quantidade de recursos disponíveis no ambiente, fazendo com que o impacto do extrativismo não se concentrasse apenas a um pequeno grupo de espécies. Na terceira hipótese, esperamos encontrar que em ambientes com maior riqueza, as pessoas teriam mais opções de espécies para desempenhar tal uso, de certo modo que o impacto da coleta de recursos ficaria distribuído para outras espécies dentro do sistema. Esta portanto, também parte do princípio da resiliência em sistemas socioecológicos, ao tentar explicar que, se uma determinada espécie desempenha um importante uso medicinal dentro de uma farmacopeia local, por exemplo, e por um determinado motivo essa espécie deixar de existir (perturbação), o sistema será resiliente se o mesmo conseguir substituir tal uso por uma espécie semelhante, fazendo com que o sistema volte ao seu estado de equilíbrio.

Testaremos as mesmas hipóteses para os dois últimos capítulos apresentados, de certa forma que teremos a possibilidade de observar como estas se comportam quando comparadas entre áreas distintas, como também em um nível de gradiente de pluviosidade em uma área sazonalmente seca. Esses resultados são de fundamental importância, uma vez que teremos como inferir de que forma o ambiente modela as estratégias de uso de recursos vegetais sob diferentes níveis de pluviosidade e de formações vegetacionais.

CAPÍTULO 1. REVISÃO DA LITERATURA

1. Fatores que influenciam a diversidade de espécies vegetais em florestas tropicais

As florestas tropicais correspondem aos mais antigos, diversos e ecologicamente complexos ecossistemas terrestres. Estas abrigam mais da metade de todas as formas de vida do planeta, ofertando serviços ambientais como por exemplo a captação de água, manutenção do solo e fixação de CO₂ (Hooper et al. 2005; Vargas-Rodríguez et al. 2005; Powers et al. 2009).

Nas florestas tropicais úmidas existe uma predominância de árvores altas, associadas ao clima quente e elevada pluviosidade (aproximadamente 2000mm anuais), elevado nível de biodiversidade. As espécies vegetais dessas florestas possuem folhas perenes e sempre verdes, formando, juntamente com as demias, uma cobertura vegetal densa, podendo ser encontrados, em alguns pontos, cerca de 300 espécies em 0,1 hectare de floresta (Primack & Corlett, 2005). Outra característica das florestas tropicais úmidas são as relações simbióticas presente nesses ambientes (Fearnside, 1999). Um exemplo comum são as estruturas de abrigo e açúcar produzidas pelas plantas e que servem de abrigo e alimento para as formigas (Zmitrowicz, 2001). Por sua vez, as formigas impedem que outros insetos predadores venham a se alimentar das folhas da planta, livrando-as da herbivoria.

As florestas secas compreendem pouco menos da metade das florestas tropicais do mundo. Os autores definem as florestas tropicais secas como ambientes em que a pluviosidade varia de 500 a 1800mm anuais, com chuvas concentradas no período de 3 a 6 meses ao ano (Mayle, 2004). Apresenta vegetação decídua (perde as folhas na época seca) e o grau de perda das folhas aumenta conforme a quantidade de chuvas é menor. Apresenta baixa biodiversidade em relação as florestas tropicais úmidas, e plantas adaptadas ao clima seco, com espécies espinhosas e suculentas (Mooney et al. 1995; Mayle, 2004).

Essas formações vegetacionais, sejam elas úmidas ou secas, abrigam mais da metade de todas as formas de vida do planeta, ofertando serviços ambientais como a captação de água, manutenção do solo, fixação de CO₂, além de conter inúmeras espécies com valor de uso reportado (Primack & Corlett, 2005; Powers et al. 2009). Dessa forma, tornam-se crescentes os estudos que buscam compreender como se comportam os processos que estruturam esses ambientes, os modos como se recuperam, e quais as variáveis que controlam esses processos, indispensáveis para o entendimento da ecologia das florestas tropicais. (Powers et al. 2009).

Alguns fatores bióticos, como por exemplo, o uso prévio da terra, fatores que interferem na dispersão de sementes, competição de pastagens remanescentes, inexistência de simbioses

micorrízicos, predadores de sementes; e fatores abióticos como os distúrbios contínuos do fogo (intencional ou não), temperatura, precipitação, disponibilidade de recursos (luz e nutrientes minerais) e sazonalidade, influenciam diretamente na estrutura e composição das florestas tropicais, causando uma variação na diversidade de espécies (Khurana & Singh, 2001; Hooper et al. 2005; Vargas-Rodríguez et al. 2005; Powers et al. 2009). Listamos abaixo alguns principais fatores presentes em uma floresta tropical úmida e uma floresta tropical seca, a forma como eles se comportam e se diferenciam mediante a diferença entre os ambientes (Tabela 1).

Tabela 1. Tabela comparativa destacando alguns fatores presentes em florestas tropicais úmidas e florestas tropicais secas e a forma com que cada processo se comporta nessas formações vegetacionais. Fonte das informações: (Mooney et al. 1995; Fearnside, 1999; Khurana e Singh, 2001; Mayle, 2004; Primack & Corlett, 2005; Hooper et al. 2005; Vargas-Rodríguez et al. 2005; Powers et al. 2009).

Fator	Floresta Tropical Úmida	Floresta Tropical Seca
Pluviosidade	Apresenta pelo menos 1600mm de precipitação ao longo do ano, podendo chegar até os 3000mm, com não menos que 100mm em qualquer mês. Frequentemente, há dois picos de chuva em que a precipitação se intensifica.	Precipitação inferior a 1600mm por ano e um período de pelo menos 5-6 meses com pluviosidade inferior a 100mm.
Sazonalidade	Pouco presente, e diminui conforme a quantidade de chuvas aumenta. Ainda podemos encontrar as florestas estacionais semidecíduais, onde o conjunto florestal apresenta	Presente, com vegetação principalmente decídua durante a estação seca, e o grau de perda de folhas aumenta conforme a quantidade de chuvas é menor.

	de 20 a 50% de árvores caducifólias	
Riqueza de espécies e características da vegetação	Relativamente alta. A intensidade solar forte, o clima quente e a alta umidade relativa, conferem a essas florestas uma elevada produtividade primária e conseqüentemente uma maior riqueza de espécies. O estrato emergente é formado por árvores muito altas e dispersas (entre 40 a 50m), formando um dossel contínuo e denso. Os estratos herbáceos são pouco desenvolvidos, porém respondem de maneira rápida a qualquer abertura nos estratos superiores	Relativamente baixa, com árvores apresentando dossel mais baixo e plantas com menores áreas basais do que as florestas tropicais úmidas. Possui uma abundância reduzida de lianas, epífitas e maior quantidade de trepadeiras. A maioria das espécies são espinhosas e/ou suculentas, especialmente nas áreas com menores índices de pluviosidade
Dispersão de sementes	Grande quantidade de espécies com síndrome de dispersão zoocórica.	Grande quantidade de espécies com síndrome de dispersão anemocórica.
Sucessão ecológica	Taxas de crescimento e regeneração relativamente altos, a reprodução não é influenciada pela sazonalidade, assim como não é dependente da polinização animal. A elevada disponibilidade de água favorece o estabelecimento de uma	A renovação pode acontecer por anemocoria ou zoocoria. Taxas de crescimento e regeneração relativamente lentos, reprodução altamente sazonal e dependente da polinização animal. Segundo alguns autores, a sazonalidade é o principal processo que contribui para

	maior quantidade de espécies do que em florestas tropicais secas.	que a sucessão ecológica seja maior em florestas tropicais úmidas.
Características edáficas	Solo pobre em nutrientes. A decomposição de matéria orgânica é realizada rapidamente pelos fungos e bactérias presentes no solo e os nutrientes são imediatamente absorvidos pelas plantas. Os simbiontes micorrízicos são os que garantem a retomada dos nutrientes vegetais antes que sejam lixiviados pela chuva.	Geralmente apresenta solo raso e pedregoso, pobres em matéria orgânica, e um pH de moderado a elevado. São pobremente caracterizados em termos de relações simbióticas.

Outro fator relevante, e que pode influenciar a diversidade de espécies vegetais, é a presença da ação antrópica nas florestas tropicais. Gardner et al. (2009) ressaltam que a diversidade das florestas tropicais é influenciada por uma miríade de processos associados às atividades humanas, com por exemplo, agricultura e urbanização, e que essas atividades operam em diferentes escalas temporais e espaciais. Autores como Miles et al. (2006) e Quesada et al. (2009) abordam em seus estudos, os impactos da ação humana nas florestas tropicais secas, indicando claramente, que a maioria destas formações vegetais desaparecerão e darão lugar a campos agrícolas com manchas de florestas sob diferentes níveis de sucessão, se as taxas atuais de conversão da paisagem permanecerem de forma inconsciente e fora dos padrões sustentáveis. Estas florestas secundárias, tipicamente definida como florestas que já sofreram algum tipo de perturbação antrópica, estão se tornando os principais tipos de cobertura terrestre nas regiões tropicais (Arroyo-Mora et al. 2005; Powers et al. 2009).

Nas últimas décadas, o aumento no número de estudos com florestas tropicais, deveu-se principalmente às ameaças causadas pelo desmatamento e redução da biodiversidade nesses ambientes. Estas ações, geram a nível local, uma grande quantidade de impactos, como perdas da vegetação, deterioração química e física do solo, alteração do balanço hídrico e desestabilização de bacias hidrográficas (Brown & Lugo, 1994). A nível global, os impactos da

ação antrópica podem alterar o balanço hídrico atmosférico, afetar os padrões climáticos e contribuir para o aquecimento global (Whitmore & Sayer, 1992; Whitmore, 1993, 1997). Outra importante consequência do desmatamento é a fragmentação e redução de habitats, com a perda consequente da biodiversidade e eliminação de variabilidade genética de populações vegetais.

Todos esses fatores mencionados acima, contribuem para flutuações na riqueza de espécies em ambientes secos e úmidos, de certa forma que a intersecção destes, conferem áreas com uma maior ou menor disponibilidade de recursos úteis, possibilitando a formação de padrões de riqueza e utilização de recursos vegetais nestas florestas tropicais.

2. Estratégias que envolvem a seleção de plantas em florestas tropicais

O interesse vital dos seres humanos na utilização de plantas como fonte de alimentos, cura de doenças, abrigo e vestuário, remonta ao início da civilização humana (Roosevelt et al. 1996). Esses serviços oferecidos pelas plantas, podem ser associados a características específicas das espécies, como por exemplo, sua morfologia e função (Diaz et al. 2006; Diaz et al. 2011). Nas culturas agrícolas, por exemplo, podemos observar que os seres humanos selecionam espécies de plantas com características que venham a maximizar a produção, como grandes frutos ou altura, uma vez que uma planta de menor porte e com frutos grandes, possui uma facilidade maior em ser coletada e consumida (Leret et al. 2017). Da mesma forma, as plantas usadas para cura de doenças, contêm, geralmente, uma grande quantidade de substâncias farmacologicamente ativas, de certa forma que cada espécie possui sua combinação de propriedades únicas, sendo utilizadas para fins terapêuticos específicos. (Malla et al. 2015). De acordo com (Moerman & Estabrook, 2003), existem evidências de que a seleção de plantas para fins medicinais não acontece de forma aleatória. As famílias botânicas com compostos bioativos, tendem a ser mais representativas em estudos etnobotânicos. É o que acontece com algumas famílias, como por exemplo, Asteraceae, Lamiaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae.

Pensando nessa perspectiva, é importante compreendermos quais são os traços das plantas que estão ligados às necessidades humanas. Segundo Leret et al. (2017), as necessidades humanas podem ser subdivididas em duas classes, baseadas na importância da sobrevivência. A primeira classe, corresponde as necessidades humanas básicas, ou fisiológicas, como por exemplo, alimentação e saúde, e a segunda classe, correspondente às necessidades não fisiológicas, como auto estima e auto realização. É de se esperar então que as necessidades básicas apresentem um forte vínculo com os traços das espécies, visto que as espécies que satisfazem as necessidades fisiológicas básicas devem possuir características particulares e

serem economicamente viáveis para coleta. Já as plantas utilizadas para as necessidades não fisiológicas, podem possuir idiosincrasias, devido às preferências culturais diversas, ou também por ser resultado da influência de outros grupos étnicos e de herança familiar (Medeiros et al. 2015; Leret et al. 2017). Os autores levantam a hipótese de que a forte ligação do tamanho da planta (biomassa) com a alimentação, é compatível com a necessidade de rendimentos constantemente elevados em sistemas socioecológicos que dependem de recursos alimentares como forma de garantir a segurança alimentar. De maneira contrária, o vínculo de menor intensidade entre a medicina e o tamanho da planta, não leva em consideração o porte, e sim aspectos relacionados à disponibilidade do recurso local para seleção de recursos medicinais, igualmente aos usos rituais-culturais que não refletem necessariamente as propriedades físico-químicas das plantas, e não necessitam estar fortemente ligadas aos traços morfológicos das mesmas (Leret et al. 2017). Isso corresponde a uma realidade marcante em populações locais da América do Sul, África e Ásia, onde as preferências culturais idiosincráticas para vários traços, exceto as propriedades físico-químicas do vegetal, determinam fortemente a seleção de plantas destinadas a usos rituais-culturais (Gruca et al. 2014).

3. O ambiente como um fator na construção dos sistemas de conhecimento tradicionais

Os padrões de comportamento relacionados ao uso de recursos vegetais podem diferir de um local para outro, sob a ótica de diferentes regiões e ambientes em que grupos humanos podem habitar. Sendo assim, o ambiente pode relacionar comunidades locais mais próximas ou mais separadas em termos de similaridade no uso de recursos vegetais (Medeiros & Albuquerque, 2015). Para o desenvolvimento deste tópico, elegemos alguns cenários teóricos com o objetivo de compreender de que forma as variáveis ecológicas ambientais influenciam o conhecimento local.

A Hipótese da Aparência Ecológica (HAE), concebida inicialmente por Feeny (1976), inovou o campo da ecologia ao propor que existe uma forma de compreender como ocorrem as diferentes estratégias de defesa das plantas contra os herbívoros. Segundo o autor, existem dois tipos de estratégias de defesa química contra herbívoros nas plantas. A primeira, encontrada nas espécies “aparentes”, como por exemplo uma árvore de grande porte, que produz metabólitos de alto peso molecular, reduzindo a digestibilidade, mas não apresentam alta toxicidade, e a segunda estratégia, verificada nas espécies “não aparentes”, como por exemplo arbustos e pequenas ervas, que produzem compostos biologicamente ativos, tóxicos em

pequenas quantidades, com baixo peso molecular (Feeny, 1976; Cooley et al. 1985). Dessa forma, as plantas aparentes seriam mais consumidas, e suas estratégias defensivas seriam reflexo da taxa de eventos de herbivoria.

Trazendo essa hipótese para a etnobiologia, consideramos as pessoas como forrageadores, igualmente aos herbívoros. Ainda levando em consideração a (HAE), as plantas utilizadas por populações locais, seriam justamente àquelas mais “aparentes”, sendo as que possuem uma maior facilidade de serem encontradas. Conseqüentemente, por serem alvo de maior frequência de uso, esses recursos e suas características deverão se tornar mais familiares às pessoas, expressando maior importância cultural e maior riqueza de usos (Albuquerque et al. 2015).

O segundo cenário teórico, representado pela Teoria do Forrageamento Ótimo (TFO), discorre sobre o comportamento dos animais na tentativa de otimizar o retorno durante os eventos de coleta, sendo o retorno compreendido pela energia gasta em busca do recurso, como também o retorno energético, ou de outra natureza, fornecido a partir da coleta. Essa teoria foi proposta inicialmente em 1966 pelos ecólogos Robert MacArthur e Eric Pianka, com o objetivo de guiar os estudos subsequentes relacionados com o comportamento alimentar. De acordo com a (TFO), os custos energéticos envolvidos com a coleta do recurso, não deve ser maior que os benefícios energéticos contidos nos itens alimentares. Dessa forma, ao longo da evolução biológica, o ambiente teria selecionado por meio da seleção natural, os animais mais aptos a tomarem decisões ótimas, tornando-se altamente adaptados na aquisição de recursos. Conseqüentemente, os mais adaptados apresentariam um elevado *fitness*, alcançando um maior sucesso reprodutivo (Chaves & Alves, 2010).

Albuquerque et al. (2013) trouxeram uma nova perspectiva para a (HAE) ao contextualizá-la a partir da (TFO). Ao observarmos o mecanismo de coleta e extração de recursos detalhadamente, consegue-se estabelecer uma relação direta do ambiente e da dinâmica evolutiva, na medida em que o mecanismo sofre influência de fatores, como por exemplo, variação, seleção, competição e hereditariedade. Os autores convidam a imaginar todo o conjunto de recursos biológicos utilizados por uma determinada comunidade para suprir suas necessidades alimentares, e definem uma sequência lógica adaptativa que explicam a seleção desses recursos para fazer parte do conjunto de práticas e conhecimento da população, como por exemplo, a (1) disponibilidade do recurso sob diferentes comportamentos de coleta, (2) competição entre integrantes de um mesmo grupo social, por possuírem uma mesma função cultural, (3) surgimento de comportamentos mais adaptados, fruto da competição e (4) fixação

dos mecanismos que forem mais adaptativos, por meio do aprendizado social, proporcionando que o sistema acumule funções.

O último cenário teórico selecionado para ilustrar as estratégias de seleção de recursos, tendo o ambiente como um fator que influencia nas estratégias de escolha, é a hipótese da disponibilidade de recursos (Coley & Barone, 1996). Semelhante as demais teorias exemplificadas, a (HDR) foi proposta, inicialmente, com o objetivo de tentar explicar a distribuição de defesas nas plantas, e que foi transposta para a etnobiologia na intenção de compreender o uso de plantas medicinais por comunidades locais (Phillips e Gentry, 1993 a b). De acordo com o que foi proposto por Endara & Coley, (2011) a (HDR) lida com a capacidade da planta no investimento em defesa, e que esta depende, especificamente, se a planta é de crescimento rápido ou de crescimento lento. Ao associarmos as estratégias de crescimento das plantas, juntamente com a disponibilidade de recursos no ambiente, pode-se dizer que plantas que se desenvolvem em ambientes com uma alta disponibilidade de recursos tendem a apresentar crescimento rápido, visto que nesses ambientes a competição por espaço é maior, sendo mais vantajoso investir em crescimento ao invés de defesa. De outra forma, as plantas encontradas em ambientes pobres ou limitados, com baixa disponibilidade de recursos, apresentam baixa competição, voltando o seu investimento para estratégias de defesa.

4. Versatilidade de espécies vegetais

A maioria dos estudos que buscaram avaliar a versatilidade de espécies, concentraram suas linhas de investigação para o uso medicinal em ambientes de floresta seca (Albuquerque, 2006; Monteiro et al. 2006 a b; Albuquerque, 2010). Albuquerque et al. (2009), por exemplo, verificaram em seu estudo que a versatilidade de usos pode ser uma medida útil para avaliar indiretamente a pressão de uso de uma determinada espécie no ambiente.

Para plantas medicinais, a versatilidade tem sido aferida pelo Índice de Importância Relativa (Bennett e Prance, 2000). Este cálculo se baseia no número de indicações terapêuticas que uma determinada planta possui e os sistemas corporais aos quais se enquadram essas indicações, de modo que quanto maior o número de indicações terapêuticas e sistemas corporais que essas espécies pertencer, maior será a versatilidade, demonstrando assim a diversidade de doenças e sistemas corporais uma planta pode atender. Uma medida importante que também pode ser considerada em estudos que envolvam testes de hipóteses sobre versatilidade, é a popularidade de espécies. A popularidade é verificada pelo número de pessoas que citam a

planta, de modo que quanto mais pessoas citarem, mais popular ela será, *ver* Santoro et al. (2015).

Os testes de hipóteses que envolvem a versatilidade consideram que em ambientes sazonalmente secos, como por exemplo a Caatinga (Semiárido Brasileiro), caracterizados por uma baixa riqueza de espécies, as pessoas teriam menos opções de espécies para atender as suas demandas. Tendo em vista esse cenário, uma única espécie preencheria lacunas em várias categorias, e.g. medicinal, construção e combustível, ocasionando uma maior pressão de uso.

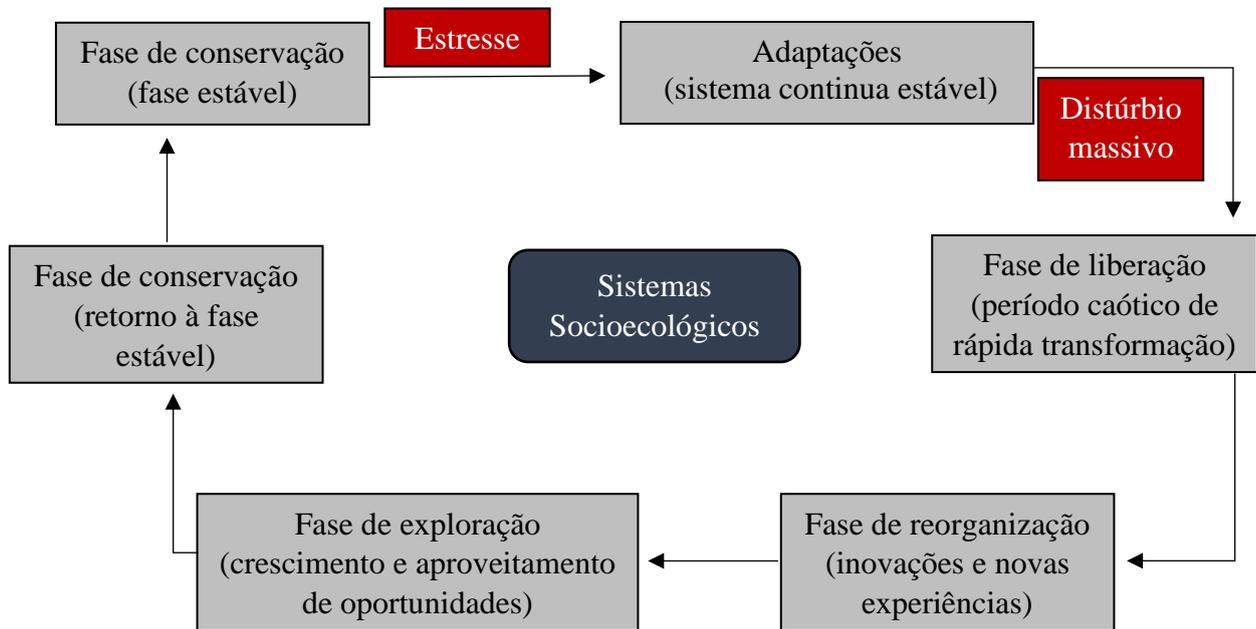
Tendo em vista esse cenário, nossa expectativa do presente estudo com relação a versatilidade de espécies, sob a influencia da variação pluviométrica analisada, é que esta tenha a capacidade de influenciar na riqueza de espécies, de certa forma que em ambientes com índices pluviométricos relativamente baixos, uma única espécie preencheria lacunas em várias categorias, e.g. medicinal, construção e combustível, ocasionando uma maior pressão de uso, que no ponto de vista conservacionista, representa um risco de extinção local.

5. Sistemas Socioecológicos

Segundo a Resilience Alliance, (2010), os sistemas socioecológicos correspondem a sistemas complexos, integrados e adaptativos, nos quais os seres humanos são parte da natureza e interagem com os componentes políticos, culturais, sociais, econômicos, ecológicos e tecnológicos. Quanto a sua estrutura, o sistema socioecológico caminha ao longo do tempo em um ciclo adaptativo, que de acordo com Holling (1973) são: (figura 1).

Krasny e Tidball, (2015) fala que dentro desse ciclo adaptativo, podem ocorrer ciclos menores e menos complexos em termos de duração, os quais possuem a capacidade de potencializar ou não a adaptação e transformação do sistema socioecológico. O autor chama esses ciclos de viciosos e ciclos virtuosos. O primeiro é compreendido por ser um ciclo que ocorre dentro do ciclo adaptativo e são assim chamados pela capacidade de poder colocar o sistema em uma armadilha de carência, o que ocasiona uma reorganização indesejada após um colapso. Podemos citar como exemplo de ciclos viciosos a baixa diversidade de espécies e a extinção local. Os ciclos virtuosos também ocorrem dentro do ciclo adaptativo e auxiliam a condução do sistema socioecológico à fase de reorganização, logo após a ocorrência de um colapso. Exemplos de ciclos virtuosos são projetos que visam estimular a educação ambiental, e os plantios coletivos, os quais possuem a capacidade de auxiliar na recuperação do sistema.

Figura 1. Esquema demonstrando as fases de um ciclo adaptativo, dentro de um sistema socioecológico.



Além da armadilha de carência ocasionada pelos ciclos viciosos, Biggs et al. (2010) comentam que o sistema socioecológico também pode enfrentar armadilhas de rigidez, as quais ocorrem na fase de conservação do ciclo adaptativo, o que faz com que o sistema fique mais homogêneo, menos flexível às mudanças e mais suscetível a perturbações externas.

O sistema socioecológico também pode ter um comportamento resiliente, o que consiste na capacidade do sistema em mudar sua configuração, porém mantendo a sua identidade. Sendo assim, mudanças ocorridas no sistema socioecológico que antes eram interpretadas como crises, passam a ser vistas pelo pensamento resiliente como processos que atuam na renovação e inovação do sistema. Krasny e Tidball, (2015) elencam que os atributos de um sistema socioecológico resiliente são a diversidade biológica, os serviços ecossistêmicos, a diversidade cultural, o capital social e a estrutura de governança inovadora e participativa. Sendo assim, a resiliência envolve tanto a capacidade de um sistema socioecológico se adaptar em resposta a mudanças graduais e de pequena escala, garantindo a manutenção dos processos em curso (funções, estruturas e *feedbacks*), como também a habilidade do sistema se renovar e se reorganizar em meio a uma mudança devastadora, precedido por um estado caótico (Folke et al, 2010).

Uma característica que está presente em um sistema socioecológico é o aprendizado. O mesmo assume uma função central, favorecendo o diálogo entre diferentes experiências que

podem levar a novos *insights* e perspectivas para o futuro desenvolvimento do sistema socioecológico. De acordo com Krasny et al. (2010), em sistemas socioecológicos resilientes, as pessoas aprendem por meio da observação, da ação e da reflexão sobre os modos de como manejam os seus recursos, aplicando o que aprendem para aperfeiçoar as práticas de manejo e de gestão, mantendo o sistema adaptado.

A resiliência também tem uma dimensão subjetiva e individual, a qual acredita que indivíduos resilientes passam a contribuir mais e melhor para um sistema socioecológico resiliente. Krasny e Tidball, (2015) discorrem que as pessoas (indivíduos) passam por processos de mudanças em suas vidas e a resiliência auxilia na compreensão de como estas pessoas podem encarar adversidades, se reconstruir e crescer a partir de eventos devastadores.

O entendimento dos sistemas socioecológicos aplicados durante o presente trabalho, refletem na compreensão de como as pessoas podem utilizar recursos vegetais sob diferentes ambientes, aplicando estratégias de resiliência, em locais com fitofisionomias distintas, influenciadas principalmente por variações pluviométricas. Sendo assim, esses ambientes possuirão características intrínsecas, diferentes históricos de ocupação do solo em distintos ambientes e por pessoas geralmente de origens diversas, que trarão múltiplas possibilidades de estrutura, funcionamento, adaptação e transformação de seus sistemas socioecológicos.

6. Redundância utilitária de espécies vegetais

Albuquerque e Oliveira (2007) se apoiaram em conceitos estabelecidos da ecologia para explicar a resiliência no uso de plantas em um sistema médico local da Caatinga. Os autores se embasaram no modelo da redundância ecológica (Walker, 1992), para criar o modelo de Redundância Utilitária (MRU) em um estudo sobre a diversidade de usos de plantas medicinais e do conhecimento tradicional associado à vegetação de caatinga, verificando se a presença de numerosas espécies com funções semelhantes, reduziria o impacto do uso de espécies nativas na vegetação local. O modelo da redundância utilitária (MRU) considera que em um sistema médico existem mais de uma espécie utilizada tradicionalmente para uma mesma função, ou seja, culturalmente redundantes em relação às indicações de uso locais (alimentício, medicinal ou madeireiro, por exemplo). Assim, o conceito de redundância aplicado à etnobiologia corresponde a uma ferramenta útil no entendimento das estratégias de manejo de recursos voltados para uma perspectiva adaptativa, ao evidenciar espécies que sofrem maior pressão de uso, uma vez que espécies pouco redundantes, ou seja aquelas que apresentam funções

singulares dentro de um sistema, merecem uma maior atenção, pois a saída dessas espécies poderia desestabilizar o sistema. (Albuquerque & Oliveira, 2007).

De acordo Walker (1992), idealizador da redundância ecológica, em um ecossistema, as espécies não são iguais em relação às suas funções. Portanto, as funções de algumas espécies dentro do ecossistema são redundantes, se outras espécies nesse ecossistema tiverem as mesmas funções ou funções similares. Outros autores, como Wellniz e Poff (2001) defendem a hipótese de Walker (1992) argumentando que “ uma redundância funcional completa ocorreria se com a remoção de uma espécie, as demais espécies aumentariam suas densidades para compensar a contribuição funcional perdida das espécies retiradas. Walker (1995) fala ainda que as espécies redundantes possuem diferentes maneiras de resposta aos distúrbios, o que proporciona a ocorrência de uma variedade de respostas. Sendo assim, ecossistemas com redundância funcional seriam pouco vulneráveis a mudanças ambientais, de certa forma que o surgimento de algum distúrbio teria a capacidade de comprometer algumas espécies, porém outras teriam a competência de assegurar a função desempenhada pelas espécies comprometidas. Ao observarmos as funções que o modelo da redundância ecológica desempenha, pode-se dizer que esta pode representar um instrumento eficiente para investigações sobre a resiliência de sistemas.

O MRU considera então que existem espécies preferidas e não preferidas entre as opções redundantes. Albuquerque et al. (2005) define preferência como a escolha consciente pelo uso de uma espécie em detrimento de outra, quando ambas estão disponíveis, sendo uma forma de separar as espécies realmente utilizadas (maior pressão de uso), das espécies “estoque”, definida como espécies que são conhecidas pela população, mas que são utilizadas apenas em situações nas quais as preferidas não estão disponíveis (Albuquerque, 2006). Baseando-se nessa premissa, Albuquerque & Oliveira (2007) sugerem que a redundância utilitária pode ser uma ferramenta para analisar a resiliência em um sistema socioecológico, também porque entre as funções com mais de uma opção de tratamento, redundantes, no caso, a perda de uma ou poucas espécies, não terá a capacidade de afetar o funcionamento do sistema, uma vez que outras plantas podem ser utilizadas com a mesma finalidade.

Pesquisas que investigaram sobre a resiliência em sistemas socioecológicos, utilizaram o modelo da redundância utilitária para tentar explicar a forma de utilização de recursos por populações humanas em diversos tipos de ambientes. Ferreira Junior et al. (2011) analisaram o uso de plantas medicinais nativas, inseridas na categoria anti-inflamatória em uma comunidade da Caatinga (ambiente seco, com pouco regime de chuvas), buscando compreender sobre a resiliência nesse sistema. Foi verificado um predomínio de alvos terapêuticos com alta

redundância, uma característica positivamente relevante à luz da resiliência, porém verificaram que os alvos terapêuticos não redundantes receberam poucas citações, estando, portanto, mais vulneráveis ao desaparecimento por fatores relacionados à ausência de estratégias alternativas, e também pelo pouco compartilhamento dessas informações. Os autores reconheceram que seria necessário verificar o papel desempenhado pelas espécies exóticas na farmacopeia local, de forma a compreender melhor o papel da resiliência nesse sistema.

Em uma mesma perspectiva, utilizando um cenário semelhante ao anterior, Ferreira Júnior et al. (2012) utilizaram o MRU com o sentido de investigar a extração de casca do caule e pressão de uso, entre espécies preferidas e menos preferidas por uma comunidade rural na caatinga, buscando explicar as preferências locais, com o objetivo de observar se as plantas preferidas possuem um maior teor de taninos do que espécies menos preferidas. Para isso, o método de difusão radial foi utilizado no sentido de verificar a quantidade de taninos em cada espécie selecionada. Foi verificado que o conteúdo de taninos não mostrou diferenças significativas entre as espécies mais preferidas e menos preferidas, mas que por outro lado as espécies mais preferidas apresentaram uma maior taxa de extração de cascas e maior número de indivíduos que as espécies menos preferidas, o que confirma a predição do MRU na comunidade estudada, no sentido de que a preferência por plantas aumenta a pressão de uso em categorias utilitárias redundantes.

Em um contexto ambiental diferente dos anteriores, Brown et al. (2011) realizaram um estudo em um parque nacional em Madagascar, com vegetação caracterizada por Floresta Tropical Montana de altura média, com pluviosidade variando de 1700-4300mm anuais. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a diversidade e redundância utilitária em um sentido de investigar as bases ecológicas dos usos de recursos naturais dentro de um contexto social, concentrando-se principalmente em serviços de provisionamento importantes para a população rural de Madagascar. Os resultados mostraram que dentre as áreas inventariadas, muitas delas tinham baixa redundância utilitária, pondo em evidência que estas poderiam correr um risco de moderado a alto, no sentido de perder a diversidade de propriedades utilitárias fornecidas pelas florestas. Os achados também destacam a importância de duas propriedades utilitárias (construção e lenha) para os residentes locais, evidenciando que existe uma relação direta de dependência da floresta no fornecimento de lenha e madeira para construção. Da mesma forma, os produtos florestais não madeireiros (PFNM) também constituem um meio crucial nos meios de subsistência das pessoas, principalmente em períodos em que há uma insuficiência no fornecimento de recursos, como por exemplo, secas prolongadas, insuficiência agrícola, dentre outras emergências. Sendo assim, é importante considerar a questão de baixa redundância uma

vez que sugere que existem poucas espécies alternativas para serem utilizadas como substitutas de serviços mais vitais, como construção, por exemplo.

Apesar de serem estudos realizados em áreas diferentes, sob uma variedade de fatores agindo em cada um deles, é importante destacar que as conclusões desses trabalhos se limitam apenas a geralmente uma comunidade estudada, como também a algumas categorias de uso. Nos próximos capítulos da tese, teremos a oportunidade de verificar como se comporta a redundância utilitária de espécies vegetais sob uma ótica de comparação de ambientes com diferentes riquezas de espécies e também sob variações na precipitação e relevo, objetivando assim a formação de conclusões mais robustas a respeito da utilização de recursos vegetais em comunidades locais.

7. Considerações finais

Neste capítulo de revisão, buscamos apresentar informações por meio de cenários teóricos e modelos de estudo que buscaram compreender a conexão entre a diversidade biológica e utilitária de espécies vegetais, fazendo comparações e links com ambientes secos e úmidos. De maneira geral, torna-se importante conhecer sobre os padrões que regem a diversidade de espécies e seu potencial utilitário, visto que esse conhecimento é útil para garantir uma melhor eficiência no gerenciamento dos recursos disponíveis localmente.

Os próximos capítulos que serão apresentados a seguir, tratarão de abordagens com testes de hipóteses que buscaram compreender quais são os fatores que interferem na diversidade biológica e utilitária de espécies vegetais, em duas perspectivas: a primeira fazendo uma comparação entre um ambiente de caatinga e floresta estacional semidecidual e a segunda em uma perspectiva de um gradiente de pluviosidade em um ambiente semiárido.

Essas informações também se tornam fundamentais quando pretendemos compreender como os padrões de utilização podem ser explicados pelos padrões de diversidade florística e ecológica em diferentes fitofisionomias. Da mesma forma que atualmente temos o poder preditivo para afirmar que determinadas áreas possuem uma maior diversidade que outras, poderemos inferir, no entanto o quanto isso influencia as decisões dos seres humanos na construção de seus sistemas de conhecimento e exploração dos recursos naturais ao longo do tempo. Este, portanto, parte de uma perspectiva do ambiente como uma das forças que influenciam os padrões de escolha.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C.; SILVA, A.C.O. Use of plant resources in a seasonal dry forest (NE Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, v.19, p. 27-38. 2005.

ALBUQUERQUE, U.P. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v.2, p.1-10, 2006.

ALBUQUERQUE, U.P.; OLIVEIRA, R.F. Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? **Journal of ethnopharmacology**, v.113, n.1, p. 156–70, 2007.

ALBUQUERQUE, U.P. Implications of ethnobotanical studies on bioprospecting strategies of new drugs in semi-arid regions. **The open Complementary Medicine Journal**, v.2, p.21-23, 2010.

ALBUQUERQUE, U.P.; SOLDATI, G.T.; RAMOS, M.A.; MELO, J.G.; MEDEIROS, P.M.; NASCIMENTO, A.L.B.; FERREIRA JUNIOR, W.S. The influence of the environment on natural resource use: evidence of apparency. *in* Albuquerque, U.P.; Medeiros, P.M.; Casas, A. (eds). **Evolutionay Ethnobiology**. New York: Springer. p.131-148. 2015.

ARROYO-MORA, J.P.; SANCHEZ-AZOFEIFA, G.A.; RIVARD, B.; CALVO, J.C., JANZEN, D.H. Dynamics in landscape structure and composition for the Chorotega region, Costa Rica from 1960 to 2000. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 106, 27–39, 2005.

BENNETT, B. C., & PRANCE, G. T. Introduced plants in the indigenous pharmacopoeia of northern South America 1. **Economic Botany**, 51(1), 90–102, 2000.

BIGGS, R., WESTLEY, F.R. & CARPENTER, S.R. Navigating the back loop: fostering social innovation and transformation in ecosystem management. **Ecology and Society**, vol. 15, n2, 2010.

- BROWN, K.A.; FLYNN, D.F.B.; ABRAM, N.K.; CARTER INGRAM, J.; JOHNSON, S.E.; WRIGHT, P. Assessing natural resource use by forest-reliant communities in Madagascar using functional diversity and functional redundancy metrics. **Plos One**, v. 6, n. 9, p. 1- 11, 2011.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Rehabilitation of tropical lands: A key to sustaining development. **Restoration Ecology**, v.2, p.97-111, 1994.
- CÁMARA-LERET, R., FAURBY, S., MACÍA, M. J., BALSLEV, H., GÖLDEL, B., SVENNING, J., ... SASLIS-LAGOUDAKIS, C. H. Fundamental species traits explain provisioning services of tropical American palms. **Nature Plants**, 3(January), 1–7, 2017. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.220>
- CHAVES, F.G.; ALVES, M.A.S. Teoria do forrageamento ótimo: premissas e críticas em estudos com aves. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 369-380, 2010.
- CHRISTENSEN, N.L. Landscape history and ecological changes. **Journal of Forest History**, v.33, p.116-125, 1989.
- COELHO-FERREIRA, M. Medicinal knowledge and plant utilization in an Amazonian coastal community of Marudá, Pará State (Brazil). **Journal of Ethnopharmacology**, 126(1), 159–175, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.07.016>
- COLEY, P.D.; BRYANT, J.P.; CHAPIN, F.S. Resource availability and plant anti-herbivore defense. **Science** v. 230, p. 895-899, 1985.
- COLEY, P. D., & BARONE, J. A. Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annu. Rev. Ecol. Syst**, 27, 305–335,1996. [https://doi.org/0066-4162/96/1120-0305\\$08.00](https://doi.org/0066-4162/96/1120-0305$08.00).
- DÍAZ, S.; FARGIONE, J.; CHAPIN III, F.S.; TILMAN, D. Biodiversity loss threatens human well-being. **PLoS Biology**. 4, e277, 2006.

DÍAZ, S.; QUÉTIER, F.; CÁCERES, D.M.; TRAINOR, S.F.; PÉREZ-HARQUINDEGUY, N.; BRET-HARTE, M.S.; FINEGAN, B. PEÑA-CARLOS, M.; POORTER, L. Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society. **Proc. Natl Acad. Sci. USA**, v. 108, 895–902, 2011.

ENDARA, M.J.; COLEY, P.D. The resource availability hypothesis revisited: a meta-analysis. **Functional Ecology**, v. 25, n. 2, p. 389-398, 2011.

ELISABETSKY, E., & SHANLEY, P. Ethnopharmacology in the Brazilian Amazon. **Pharmacology and Therapeutics**, 64(2), 201–214, 1994. [https://doi.org/10.1016/0163-7258\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0163-7258(94)90039-6)

FEARNSIDE, P. M. Biodiversity as an environmental service in Brazil 's Amazonian forests : risks, value and conservation. **Environmental Conservation**, 26(4), 305–321. 1999.

FEENY, P.P. Plant apparency and chemical defense. In: Wallace, J.W., Mansell, R.L. (eds.). **Recent Advances in Phytochemistry**. Plenum Press, New York, p. 1-40, 1976.

FERREIRA JÚNIOR, W.S; LADIO, A.H.; ALBUQUERQUE, U.P. Resilience and adaptation in the use of medicinal plants with suspected anti-inflammatory activity in the Brazilian Northeast. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 138, p. 238-252, 2011.

FERREIRA JÚNIOR, W.S.; SIQUEIRA, C.F.Q.; ALBUQUERQUE, U.P. Plant stem bark extractivism in the northeast semiarid region of Brazil: a new aport to utilitarian redundancy model. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, ID 543207, p. 1-11, 2012.

FOLKE, C.; CARPENTER, S.R.; WALKER, B.; SCHEFFER, M.; CHAPIN, T.; & ROCKSTRÖM, J. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* [online], vol. 15, no. 4, 2010. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20>.

GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; CHAZDON, R.L.; EWERS, R.; HARVEY, C.A.; PERES, C.A.; SODHI, N. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Ecology Letters** v.12, p.561–582, 2009.

GRUCA, M.; CÁMARA-LERET, R.; MACÍA, M.J.; BALSLEV, H. New categories for traditional medicine in the economic botany data collection standard. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 155, 1388–1392, 2014.

HOLLING, C. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, n. 1, p. 1-23, 1973

HOOPER, E.; LEGENDRE, P.; CONDIT, R. Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. **Journal of Applied Ecology** v.42, p.1165–1174, 2005.

KHURANA, E.; SINGH, J.S. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. **Environmental Conservation** v.28, p.39–52, 2001.

KRASNY, M.E., LUNDHOLM, C., & PLUMMER, R., 2010. Resilience in social-ecological systems: the roles of learning and education. **Environmental Education Research**, vol. 16, pp. 463-474. <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2010.505416>.

KRANSY, M.E. & TIDBALL, K.G., 2015. **Civic ecology: adaptation and transformation from the ground up**. Cambridge: MIT Press. 328 p.

MALLA, B.; GAUCHAN, D. P.; CHHETRI, R.B. An ethnobotanical study of medicinal plants used by ethnic people in Parbat district of western Nepal. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 165, p. 103-117, 2015.

MAYLE, F.E.; BEERLING, D.J.; GOSLING, W.D.; BUSH, M.K. Responses of Amazonian ecosystems to climatic and atmospheric carbon dioxide changes the last glacial maximum. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, London**, v. 359, p. 499-514, 2004.

MEDEIROS, P.M.; ALBUQUERQUE, U.P. Use patterns of medicinal plants by local populations. *in* Albuquerque, U.P.; Medeiros, P.M.; Casas, A. (eds). **Evolutionary Ethnobiology**. New York: Springer. p.163-174. 2015.

MILES, L.; NEWTON, A.C.; DEFRIES, R.S.; RAVILIOUS, C.; MAY, I.; BLYTH, S.; KAPOV, V.; GORDON, J.E. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. **Journal of Biogeography** v.33, p.491-505, 2006.

MOERMAN, D.E.; ESTABROOK, G.F. Native American's choice of species for medicinal uses is dependent on plant family: confirmation with meta - significance analysis. **Journal of Ethnopharmacology**, v.87 p.51–59, 2003.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; LINS NETO, E.M.F.; ARAÚJO, E.L.; AMORIM, E.L.C. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid north-eastern region. **Journal of Ethnopharmacology**, v.105, p.173-186, 2006a.

MONTEIRO, J.M.; LINS NETO, E.M.F.; ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L.; AMORIM, E.L.C. The effects of seasonal climate changes in the Caatinga on tannin levels in *Myracrodruon urundeuva* and *Anadenanthera colubrina* **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, p.338-344, 2006b.

MOONEY, H.A.; BULLOCK, S. H.; MEDINA, E. Introduction. Seasonally dry tropical forests. Cambridge: **Cambridge University Press**, p.1-8, 1995.

PANIAGUA-ZAMBRANA, N.Y.; BYG, A.; SVENNING, J.C.; MORAES, M.; GRANDEZ, C.; BALSLEV, H. Diversity of palm in the western Amazon. **Biodiversity and Conservation**, v.16, 2771-2787, 2007.

PHILLIPS O, GENTRY AH. The useful plants of Tambopata, Peru: I. Statistical hypothesis tests with a new quantitative technique. *Econ Bot.* 47:15–32, 1993a

PHILLIPS O, GENTRY AH. The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethno- botany. *Econ Bot.* 47:33–43, 1993b

POWERS, J.S.; BECKNELL, J.M.; IRVING, J; PÈREZ-AVILES. Diversity and structure of regenerating tropical dry forests in costa Rica: Geographic patterns and environmental drivers. **Forest Ecology and Management**, v.258, p.959-970, 2009.

PRIMACK, R.; CORLETT, R. Tropical rain forests: an ecological and biogeographical comparison. Blackwell Publishing, **Oxford**, 2005.

QUESADA, M.; SANCHEZ-AZOFEIFA, G.A.; ALVAREZ-AÑORVE, M. et al. Sucession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. **Forest Ecology and Management**, v.258, p. 1014-1024, 2009.

RESILIENCE ALLIANCE, 2010 [acesso em 16 julho 2018]. Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners. Version 2.0. Disponível: https://www.resalliance.org/files/ResilienceAssessmentV2_2.pdf.

ROOSEVELT, A.C.; DA COSTA, M.L.; MACHADO, C.L.; MICHAB, M. Paleoindian cave dwellers in the Amazon: the peopling of the Americas. **Science**, v. 272, p. 373, 1996.

SANTORO, F.R; FERREIRA JÚNIOR, W.S.; ARAÚJO, T.A.S; LADIO, A,H; ALBUQUERQUE, U.P. Does plant species richness guarantee the resielience of local medical systems? A perspective from utilitarian redundancy. **Plos One**, p.1-18, 2015.

SHARMA, U.K.; PEGU, S.; HAZARIKA, D.; DAS, A. Medico-religious plants used by the Hajong community of Assam, India. **Journal of Ethnopharmacology**, v.143, p.787-800, 2012.

TRIBESS, B.; PINTARELLI, G.M.; BINI, L.A.; CAMARGO, A.; FUNEZ, L.A.; GASPER, A.L.; ZENI, A.L.B. Ethnobotanical study of plants used for therapeutical purposes in the Atlantic Forest region, Southern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.164, p.136-146, 2015.

VARGAS-RODRIGUEZ, Y.L.; VÁZQUEZ-GARCÍA, J.A.; WILLIAMSON, G.B. Environmental correlates of tree and seedling-sapling distributions in a Mexican tropical dry forest. **Plant Ecology**, v.180, p.117–134, 2005.

WALKER, B.H. Biodiversity and ecological redundancy. **Conservation Biology**, v.6, p.18-23, 1992.

WALKER, B.H. Conserving Biological Diversity through Ecosystem Resilience. **Conservation Biology**, v. 9, p. 747-752, 1995.

WELLNITZ, T; POFF, N.L. Functional redundancy in heterogeneous environments: implications for conservation. **Ecology Letters**, v.4, p. 177-179, 2001.

ZMITROWICZ, W. (2001). As estruturas territoriais dos insetos. **Estudos Avançados**, 15(41), 193–212.

WHITMORE TC. **An introduction to tropical rain forests**. Oxford University Press. New York, EEUU. 226 p., 1993.

WHITMORE, T.C. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. In Laurence WF, Bierregaard RO (Eds.) **Tropical forest remnants. Ecology, Management, and Conservation of fragmented communities**. The University of Chicago Press. EEUU. p. 3-12, 1997.

WHITMORE, T.C.; SAYER, J.A. Deforestation and species extinction in Tropical Forest. In **Tropical deforestation and species extinction**. IUCN. Chapman and Hall. Londres, Inglaterra. P.1-14, 1992.

CAPÍTULO 2

Artigo a ser enviado para o periódico *Journal of arid environments*

(Nomias de publicação em anexo)

RIQUEZA DE ESPÉCIES, VERSATILIDADE E REDUNDÂNCIA UTILITÁRIA EM AMBIENTES DE FLORESTA TROPICAL ÚMIDA E DE FLORESTA TROPICAL SECA

SPECIES RICHNESS, VERSATILITY AND UTILITARIAN REDUNDANCY IN TROPICAL RAINFOREST AND SEASONAL DRY TROPICAL FOREST ENVIRONMENTS

André dos Santos SOUZA^{1 2}; Ulysses Paulino ALBUQUERQUE ²

¹Programa de Pós Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Recife-PE, Brasil.

²Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Avenida Prof. Moraes Rêgo s/n, Cidade Universitária, Recife, PE 50690-901, Brasil

RESUMO

O presente estudo partiu da perspectiva de avaliar os padrões de riqueza de espécies vegetais e como estes influenciam o uso dessas espécies por populações locais, em ambientes de floresta úmida e de floresta seca. Para isso, utilizamos o Modelo da Redundância Utilitária (MRU), e a hipótese da versatilidade (a qual avalia a quantidade de usos desempenhados por um espécie em um determinado sistema socioecológico), onde buscamos compreender de que forma o ambiente influencia as estratégias adotadas pelas pessoas na escolha de recursos vegetais. Para o estudo, selecionamos duas áreas, uma caracterizada por formação de floresta tropical úmida semidecidual, e a segunda compreendida por uma floresta sazonalmente seca (Caatinga), ambas inseridas no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Em cada fitofisionomia, foram realizadas amostragens de vegetação, com o intuito de verificar a riqueza total de espécies, como também para montarmos os herbários de campo, que foram utilizados durante as entrevistas, realizadas em comunidades próximas ao entorno dos fragmentos amostrados. O checklist utilizado nas entrevistas foi elaborado com a finalidade de estimular os entrevistados a lembrarem das espécies que ocorrem na região e foram apresentados a todas pessoas das comunidades maiores de 18 anos que aceitaram participar da coleta de dados. Nossos resultados apontaram que basicamente não existe diferença na riqueza entre as áreas de floresta úmida e floresta seca, demonstrando que a proporção de espécies utilizadas em relação à riqueza é igual para os dois ambientes ($p=0.4735$). Ao testarmos o Modelo da Redundância Utilitária, também não encontramos relação significativa entre os ambientes analisados em nenhuma categoria de uso. Já para a versatilidade, o teste demonstrou que ambientes com uma menor riqueza de espécies são mais versáteis e conseqüentemente apresentam uma maior quantidade de usos para uma mesma espécie ($p=0.0006$), corroborando a nossa hipótese. Diante do observado, a relação

riqueza de espécies/espécies úteis não foi um bom fator para avaliar o potencial utilitário de uma área, de certa forma também que o MRU nos conduziu a interpretação de que a riqueza de espécies no ambiente não pode ser um fator decisivo na seleção de recursos vegetais úteis, mesmo que os dados obtidos no estudo tenham demonstrado que existem categorias de uso bem mais expressivas que outras, no que se diz respeito a quantidade de espécies que desempenham um mesmo uso. Em contrapartida, a versatilidade elevada do ambiente menos rico, pode ter sido ocasionada pela grande importância utilitária de algumas espécies, como é o caso de *Hymenaea coubaril* (jatobá) com 42 usos e *Syagrus cearensis* (catolé) com 32 usos. Dessa forma, verificamos no presente estudo que os padrões envolvidos na seleção e utilização de recursos vegetais, podem estar mais intimamente ligados ao potencial utilitário de uma espécie, do que propriamente pela sua disponibilidade no ambiente, tendo em vista que estas espécies não lograram de grandes densidades no fragmento amostrado. Sendo assim, sugere-se que outras abordagens que visem tratar de tema semelhante, devem levar em consideração não só a disponibilidade de espécies no ambiente, mas também o potencial utilitário que cada uma delas desempenham dentro de um sistema.

Palavras-chave: Florestas Tropicais; Sistemas Socioecológicos; Conservação da Biodiversidade.

INTRODUÇÃO

São amplos os estudos que buscaram quantificar e entender a utilização de recursos vegetais em florestas tropicais por populações locais. Muitos deles surgiram na intenção de compreender questões ecológicas relacionadas à utilização e conservação de espécies (Shrestha & Dhillon, 2003; Brown et al. 2013; Aerts et al. 2016), como também pela curiosidade de investigar a capacidade que estas populações possuem de transformar a paisagem conforme as suas necessidades (Gómez-Pompa & Kaus, 1990; Piperno & Persall, 1998; Arroyo-Mora et al. 2005; Powers et al. 2009). Dentre essas questões, torna-se relevante considerarmos os mecanismos que regem os sistemas ecológicos, com por exemplo a participação humana na utilização de recursos vegetais para as mais variadas funções.

Para a compreensão desses mecanismos, a etnobiologia utilizou ao longo dos anos, alguns modelos transpostos de bases ecológicas com o objetivo de tentar entender as estratégias de seleção e os processos que guiam uso de recursos vegetais por populações locais (Stepp e Moerman, 2001; Albuquerque e Oliveira, 2007; Endara e Coley, 2011). Por exemplo, o Modelo da Redundância Utilitária (MRU) (Albuquerque e Oliveira, 2007) foi adaptado do modelo da redundância ecológica (Walker, 1992) e empregado inicialmente na compreensão e estruturação de sistemas médicos locais. Este modelo considera que as espécies redundantes, ou seja, aquelas espécies que possuem mesma função utilitária, teriam a capacidade de

assegurar a resiliência de um sistema, uma vez que estas funções se tornariam protegidas em caso de um distúrbio (desaparecimento de uma espécie) pois os elementos (espécies) redundantes teriam a capacidade de sustentar a função.

Uma outra abordagem desenvolvida e também voltada para a compreensão da utilização de recursos vegetais é a hipótese da versatilidade (Albuquerque 2006; Alencar et al., 2010). Esta hipótese considera que em ambientes sazonalmente secos, como por exemplo a Caatinga (Semiárido Brasileiro), caracterizados por uma baixa pluviosidade e riqueza de espécies, as pessoas teriam menos opções de escolhas para atender as suas demandas. Tendo em vista esse cenário, uma única espécie preencheria lacunas em várias categorias, e.g. medicinal, construção e combustível, ocasionando uma maior pressão de uso. Autores como Albuquerque et al. (2009) concluíram em seu estudo que a versatilidade de usos corresponde uma medida útil para avaliar indiretamente a pressão de uso de uma determinada espécie na natureza. No presente estudo, este modelo foi designado como forma de entender como se comportam as estratégias de seleção de recursos em comunidades situadas em ambientes de floresta úmida e floresta seca, tendo em vista que muitos trabalhos já evidenciarem a preocupação de pesquisadores em tentar entender como comunidades humanas conseguem se manter em locais onde os recursos costumam ser escassos em determinadas épocas do ano (Albuquerque e Oliveira, 2007, Ladio e Lozada, 2009, Ferreira Júnior et al. 2012,2013; Santoro et al. 2015).

Baseando-se nestes modelos mencionados anteriormente, buscaremos compreender de que forma a riqueza ambiental pode influenciar na utilização de recursos vegetais, em dois ambientes de floresta tropical, marcados por regime de pluviosidade distintos. Acredita-se então que a riqueza ambiental possa interferir na quantidade de espécies úteis de uma determinada localidade. Partimos do pressuposto de que os ambientes mais ricos, por exemplo, caracterizados por um regime pluviométrico maior que as florestas secas, apresentem uma maior quantidade de espécies úteis, como já foi verificado em vários estudos, como por exemplo os de Mwavu e Witkowski (2008) e Lucena et al. (2012).

Tendo em vista as características que contribuem para entendermos os padrões de utilização, foram formuladas as seguintes hipóteses: 1. Ambientes em que a riqueza de espécies é maior, apresentam uma maior riqueza de espécies úteis, 2. Ambientes caracterizados por uma maior riqueza vegetal, apresentam espécies com menor versatilidade, e 3. Ambientes em que a riqueza vegetal é maior, apresentam mais espécies para um determinado uso específico, ou seja, espécies mais redundantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Selecionamos duas áreas de vegetação, a primeira caracterizada por uma formação de floresta tropical úmida semidecidual e a outra localizada em uma área de caatinga, definida por formações típicas de floresta tropical seca. Para a fitofisionomia de floresta tropical úmida, conduzimos o nosso estudo na comunidade rural de Limeirinha, localizada aproximadamente a 5km de distância do município de Nazaré da Mata (07° 44' 30" S e 35° 13' 40" W), estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Atualmente a comunidade possui cerca de 269 habitantes, distribuídos em 80 famílias, tendo a agricultura familiar e de subsistência como principal atividade econômica dos moradores. Além da agricultura, existe também o trabalho rural dos moradores no corte da cana de açúcar. A temperatura média anual é de 24°C, precipitação média anual de 1.615mm, altitude média de 89m e concentração de chuvas entre os meses de fevereiro a setembro. Esta comunidade foi selecionada pelo fato de estar situada muito próxima a um fragmento de vegetação, denominado de Mata da Alcaparra, com aproximadamente 83ha e corresponde ao principal local de retirada de recursos vegetais pelos moradores locais. Este fragmento de mata está envolto por uma matriz de cana de açúcar, pertencente à Usina Petribu S/A. A vegetação é representada na sua maioria por espécies arbóreas das famílias Myrtaceae, Fabaceae, Rutaceae e Sapindaceae, sendo este, um dos poucos remanescentes da Região Nordeste que conseguiram resistir ao grande impacto da monocultura de cana de açúcar ao longo dos anos (Holanda et al. 2010). Apresenta-se geralmente em bom estado de conservação, tendo em vista que a coleta de recursos é monitorada pela empresa que gere a usina de cana de açúcar.

O Parque Nacional do Catimbau foi a área escolhida no semiárido. O mesmo encontra-se inserido no estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil 8°24'00'' e 8°36'25''S; 37°09'30'' e 37°09'30''S) e ocupa uma área de 607 km² compreendendo parte do território dos municípios de Buíque, Ibimirim, Sertânia e Tupanatinga, entre o agreste e o sertão Pernambucano. Selecionamos as comunidades do Muquém e Breus, inseridas em uma faixa de pluviosidade média anual, que varia de 602,5 a 645,9mm. O clima do PARNA Catimbau é quente, com temperatura média anual é de 23°C, e existe uma grande variação no relevo e precipitação que varia de 480 a 1100mm anuais, o que muitos pesquisadores denominam de gradiente de evapotranspiração potencial (Rito et al. 2017). A vegetação local é composta por táxons típicos

de ambiente de Caatinga: os arbustos e árvores na sua maioria pertencem às famílias Fabaceae e Euphorbiaceae, enquanto as plantas herbáceas do sub-bosque são representadas pelas famílias Cactaceae e Bromeliaceae (Rito et al. 2017). A área foi elevada à categoria de parque apenas recentemente, no ano de 2002. Seus habitantes originais ainda vivem no local, e continuam a criar caprinos, extrair madeira para atender principalmente às suas demandas energéticas, colher outros produtos vegetais e a caçar (Rito et al. 2017). De acordo com Arnan et al. (2018), a presença histórica das populações resultou em um mosaico diferenciado de uso da terra e de recursos vegetais ao longo do tempo.

Inicialmente, no período de fevereiro a maio de 2017, entrevistamos 78 pessoas de 18 a 83 anos na comunidade de Limeirinha, seguida pelas comunidades do Muquém e Breus, nos meses de abril a julho de 2018, na qual entrevistamos 30 e 12 pessoas, respectivamente. Na comunidade de Limeirinha, apenas 3 pessoas se recusaram a participar da pesquisa, e poucas delas não puderam ser entrevistadas pois trabalhavam na cidade ou estavam trabalhando no corte de cana nos momentos em que tentamos localizá-las. Em contrapartida, nas comunidades do Muquém e Breus, 9 pessoas não aceitaram participar da entrevista, e muitas delas não puderam ser localizadas, pois em algumas épocas do ano, em que o clima fica desfavorável e as condições de sobrevivência ficam mais severas com a escassez de água, muitas pessoas dessas comunidades se deslocam para a Vila do Catimbau, um típico vilarejo tradicional, com aproximadamente 635 domicílios e 2240 habitantes, segundo os dados do último censo no ano 2000, o qual possui água encanada e maior acesso a serviços de saúde e de compra de alimentos. Essa facilidade na obtenção de recursos, favorece o estabelecimento dessas pessoas no tempo de seca, as quais retornam para as suas comunidades de origem assim que começam as primeiras chuvas, dando início ao processo de preparação da terra para a plantação de milho, feijão, mandioca e melancia, principais itens que compõem a sua dieta.

Aspectos legais

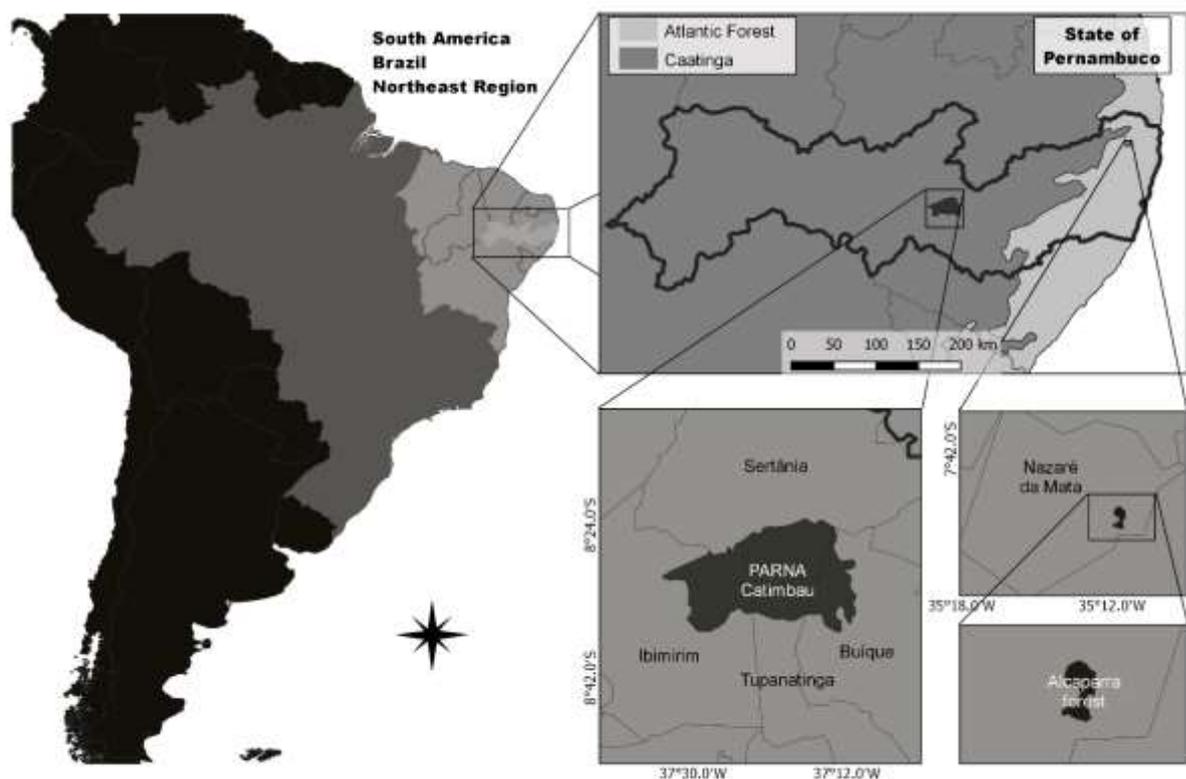
O presente trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (UPE), com número de registro 58358016.4.0000.5207, de acordo com as exigências da legislação brasileira (resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde).

Na comunidade de Limeirinha, realizamos, inicialmente uma reunião com aproximadamente 25 pessoas, representadas por moradores e líderes da comunidade, por meio da associação comunitária dos agricultores (AGRITAL), com o intuito de apresentar os

objetivos do trabalho. Também foi solicitada autorização a usina Petribu S/A, para a realização do inventário fitossociológico e coleta de material botânico para identificação.

No Parque Nacional do Catimbau, foi necessário que fizéssemos, inicialmente, uma reunião com o órgão gestor do Parque (IBAMA) para que pudéssemos iniciar as pesquisas no local. As lideranças de cada comunidade também ficaram cientes do objetivo do estudo, de modo a evitar interpretações e informações controversas a respeito dos pesquisadores com órgãos de fiscalização, tendo em vista que se trata de um local de conflitos de natureza socioambiental, pelo fato de ser um Parque Nacional, onde a moradia de pessoas e criação de animais, por exemplo, são práticas proibidas.

Figura 1. Localização do Parque Nacional do Catimbau e da Mata da Alcaparra, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil



Amostragem da vegetação

Com o intuito de verificar a composição florística e a riqueza de espécies, inventários fitossociológicos foram realizados nas fitofisionomias selecionadas. No ambiente de Caatinga, utilizamos os dados coletados pelo Projeto Ecológico de Longa Duração – Sítio Parque Nacional do Catimbau (dados secundários). Dentre as áreas amostradas pelo PELD, selecionamos 3 parcelas, cada uma possuindo uma dimensão de 20x50m, inseridas na faixa

média de pluviosidade, constituindo de 0,3ha de área amostrada. Nosso critério de seleção das parcelas consistiu em escolher aquelas que possuíam uma maior proximidade com as comunidades rurais estudadas, pois acreditávamos que seriam estas, a área com as parcelas mais utilizadas na coleta de recursos vegetais.

Na mata úmida, dispomos parcelas de 200m² (10x20), com uma distância de 10m entre cada parcela. Foram sorteadas 17 parcelas em um universo de 50 réplicas, distribuídas em 5 transectos de 10 parcelas cada, objetivando com isso estabelecer uma equidade de área amostral com o ambiente de Caatinga.

Em cada parcela, foram amostrados todos os arbustos e árvores com diâmetro à altura do solo (DAS) \geq 3cm, com também uma estimativa de sua altura. Os mesmos dados fitossociológicos também foram obtidos do banco de dados do PELD. As amostragens de vegetação foram realizadas no mês de fevereiro de 2016 para a floresta seca e de julho a setembro de 2016 para a mata úmida.

Coleta de dados etnobiológicos

O checklist foi utilizado durante as entrevistas com a finalidade de estimular os entrevistados a lembrarem das espécies que ocorrem na região. O mesmo consiste em um método de estímulo visual amplamente utilizado em estudos que investigam sobre a utilização de recursos por grupos humanos e é uma estratégia bastante eficiente para ajudar as pessoas a lembrar os tipos específicos de informação que são de interesse para os pesquisadores (Medeiros et al. 2014).

Para isso, as espécies de mata úmida inventariadas durante a amostragem foram coletadas, herborizadas, sendo estes, os primeiros processos necessários para a montagem do checklist entrevista. Para as espécies do ambiente de mata seca, revisitamos as parcelas inventariadas pelo PELD com o auxílio de coordenadas geográficas e coletamos ramos férteis de todas as espécies para herborização. Todas as espécies foram identificadas, incorporadas e tombadas no Herbário Dárdano Andrade Lima – Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA).

Para o estudo, optamos por utilizar a combinação de exsicatas, resultantes das espécies inventariadas e identificadas, como também um conjunto de fotografias das partes da planta, obtidas durante a coleta de material botânico, como também de exsicatas extraídas da plataforma Flora do Brasil (www.floradobrasil.jbrj.gov.br), tendo em vista que algumas espécies não puderam ser identificadas por apresentarem apenas a sua parte vegetativa. As

imagens foram selecionadas com o objetivo de mostrar a maior quantidade de possível de partes da planta, de modo a facilitar o reconhecimento, no momento em que pessoas fossem expostas ao estímulo visual. Sabemos das limitações na utilização de estímulos visuais (como por exemplo a remoção da planta do seu habitat natural), contudo, tentamos fornecer aos nossos participantes o máximo de imagens das diferentes partes vegetais em diferentes contextos, de forma a eliminar esse possível viés, como relatado por Medeiros et al. (2014) ao dizer que as fotografias conseguem suprir a falta dessas estruturas, muitas das vezes comprometidas pela secagem que altera seu cheiro, cor e textura.

Os checklists foram apresentados a todas pessoas das comunidades do ambiente de Caatinga (Muquém e Breus) e de mata úmida (Limeirinha), maiores de 18 anos que aceitaram participar da coleta de dados, no período de fevereiro a maio de 2017 para o ambiente de mata úmida e de abril a julho de 2018 para a mata seca (Caatinga). Inicialmente, era explicado o objetivo da pesquisa, e logo após era apresentada as plantas, acompanhado do seguinte estímulo: “aqui estão todas as plantas que nós coletamos durante a amostragem da vegetação, juntamente com algumas fotos que ajudarão a identificar partes que foram modificadas e excluídas durante o processo de coleta e secagem. Você pode me falar qualquer tipo de uso atribuído a elas, seja do mais simples ao mais complexo”. Foram coletadas Informações sobre a denominação vernacular, tipos de uso e parte da planta utilizada, além de um pequeno questionário com informações de identificação do informante. Todas as pessoas entrevistadas, nas duas áreas de estudo, foram convidadas a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que é exigido pelo comitê de ética em pesquisa. O termo foi lido e explicado para todas as pessoas, livrando de qualquer dúvida e de interpretações equivocadas a respeito do objetivo da pesquisa.

O processo de realização de entrevistas e coleta de dados etnobiológicos foram realizados com o auxílio de outros pesquisadores que também desenvolviam suas pesquisas nas mesmas áreas de estudo, e foi necessário 1 ano e 2 meses para a conclusão total da aplicação dos checklists para todas as comunidades estudadas. No período de junho de 2017 a março de 2018, empregamos nossos esforços no processo de coleta e identificação de material botânico do ambiente de Caatinga, tendo em vista que tivemos que aguardar o período de chuvas para que pudéssemos iniciar estes processos, essencialmente necessários para montagem do checklist entrevista (Figura 2).

Para verificar a relação entre a riqueza de espécies e sua utilidade, construímos uma tabela de contingência relacionando as duas variáveis (riqueza total e riqueza útil) e realizamos um teste de qui-quadrado. Para avaliar a diferença da versatilidade de plantas entre ambientes de floresta seca e de floresta úmida, listamos todas espécies utilizadas e a quantidade de usos atribuídos a cada uma delas e utilizamos um teste T para avaliar se havia diferença na versatilidade média entre espécies utilizadas em uma floresta úmida e uma floresta seca; por fim, listamos todas as indicações de uso e a quantidade de espécies que desempenham cada uma dessas funções, calculando assim a redundância utilitária para cada uso reportado. Os usos reportados foram elencados em categorias de uso, e para cada categoria de uso identificada, analisamos a diferença da média de redundância entre uma floresta úmida e uma floresta seca com o teste T em uma perspectiva de intracategoria (dentro da mesma categoria de uso) e com o teste de Kruskal-Wallis em uma perspectiva intercategoria (entre as categorias de uso). Ainda para a redundância utilitária, buscamos, também, observar de que forma as indicações de uso de todas as categorias, estavam distribuídas de acordo com o gradiente de pluviosidade. Para isso, utilizamos a classificação proposta por Albuquerque e Oliveira (2007), a qual elenca as indicações de uso em três categorias distintas: “Altamente redundante” indicações de uso que incluíam mais de 15% de todas as espécies de plantas úteis; “Redundantes”, indicações de uso cujo o número de espécies listadas representava entre 5% e 15% das espécies úteis; e “Menos redundante”, indicações de uso cujas espécies representavam menos de 5% de todas as espécies citadas como úteis. Todas as análises foram realizadas em ambiente de desenvolvimento *R programming* (R Core Team, 2018) e o valor de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Figura 2. Processo de montagem do checklist entrevista. **A.** Coleta de material botânico, **B.** Herborização do material coletado para ser colocado na estufa de secagem, **C.** Processo de

identificação e incorporação do material coletado no Herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, D E. Apresentação do checklist entrevista para os informantes.



RESULTADOS

Na área de caatinga, foram identificados 840 indivíduos distribuídos em 49 espécies, distribuídas em 21 famílias. As famílias mais representativas foram Fabaceae e Euphorbiaceae, com 14 e 10 espécies, respectivamente. Na Mata Atlântica, foram inventariados 995 indivíduos distribuídos em 41 espécies e 26 famílias. Para esta fitofisionomia, Fabaceae foi a família mais representativa, com 5 espécies. Duas espécies apresentaram alta representatividade nas duas fitofisionomias. A primeira, *Pityrocarpa moniliformis*, com 220 indivíduos, corresponde a 26,19% da densidade relativa das espécies de Caatinga. A segunda, *Erythroxylum passerinum*,

é representada por 402 indivíduos, e 39,40% da densidade relativa das espécies de Mata Atlântica. (Tabelas 1 e 2 – Anexo I).

Registramos um total de 40 espécies úteis no ambiente de Caatinga e 25 na mata úmida. Para a primeira hipótese, esperávamos que em ambientes de maior riqueza vegetal, apresentassem conseqüentemente uma maior riqueza de espécies úteis. Verificou-se, no entanto que não existe diferença na riqueza entre as duas áreas quanto a proporção entre riqueza total e riqueza de espécies úteis ($\chi^2 = 0.51379$; $p = 0.4735$), nos levando a compreender que estatisticamente essas áreas apresentam riquezas semelhantes.

Nossos resultados corroboraram a hipótese da versatilidade, uma vez que o ambiente de floresta úmida teve uma maior quantidade de usos atribuídos para uma mesma espécie. ($t = -3.7498$; $p = 0,00066$), com média de 15,44 para esta fitofisionomia e 5,92 para a floresta seca. Isso quer dizer que no ambiente de floresta úmida, uma espécie desempenha em média 15,44 usos, enquanto no ambiente de floresta seca, existem cerca de 5,92 tipos de usos para as espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies úteis e estatística descritiva pra ambientes de floresta úmida e floresta seca.

	Floresta seca (caatinga)	Floresta úmida (semidecidual)
Número de espécies úteis	40	25
Média	5,92	15.44
Mediana	5	15
Variância	19.1994	153.0067
Desvio padrão	4.3817	12.3696
Amplitude total de usos*	15	41

*Valor correspondente ao máximo de indicações de usos que uma determinada espécie recebeu nos ambientes de floresta seca e de floresta úmida

De acordo com o teste T e Kruskal-Wallis, não encontramos relação significativa entre os ambientes analisados e a redundância utilitária em nenhuma categoria de uso, tanto na perspectiva intracategoria ($t = 0,31695$; $p = 0,7554$) quanto na intercategoria: medicinal (KW= 1,375; $p = 0,241$), alimentação (KW= 0,45885; $p = 0,4982$), combustível (KW= 1,0294; $p = 0,3103$), construção (KW= 1,144; $p = 0,2848$), higiene (KW= 0,55556; $p = 0,4561$), tecnologia (KW= 3,80 $p = 0,0511$) e veterinário (KW=1,2101; $p = 0,2713$).

Para o ambiente de floresta úmida, percebemos que o nível de redundância “altamente redundante” apresentou valores expressivamente significantes para apontar que neste ambiente,

existe uma maior quantidade de indicações de uso que apresentam indícios de alta redundância, nos levando a entender que, embora a riqueza de espécies sejam relativamente iguais que na floresta seca, para este nível de redundância, todas as indicações de uso das categorias mostraram valores diferentes do que seria esperado (Tabela 2).

Tabela 2. Redundância utilitária em ambientes de floresta úmida e floresta seca, por categorias de uso. Os três níveis de redundância são de acordo com o esquema de classificação definido por Albuquerque e Oliveira (2007).

Categorias de uso	Altamente redundante <i>≥15% das espécies</i>	Redundante <i>entre 5% e 15% das espécies</i>	Menos redundante <i>≤5% das espécies</i>
Medicinal			
Floresta úmida	7	11	50
Floresta seca	2	8	37
Alimentação			
Floresta úmida	1	0	6
Floresta seca	1	3	9
Combustível			
Floresta úmida	1	1	3
Floresta seca	1	0	1
Construção			
Floresta úmida	12	6	10
Floresta seca	1	1	6
Higiene			
Floresta úmida	0	1	8
Floresta seca	0	0	5
Tecnologia			
Floresta úmida	9	8	19
Floresta seca	0	0	8
Veterinário			
Floresta úmida	0	0	2
Floresta seca	0	3	11

DISCUSSÃO

Riqueza total e riqueza de espécies úteis

De acordo com o que foi observado, percebemos que independentemente da área amostrada, os resultados não foram significativos para demonstrar uma diferença na riqueza de espécies e sua utilização nos dois ambientes inventariados. Estudos realizados em outras partes do mundo, que também buscaram avaliar a proporção da riqueza ambiental e riqueza de espécies úteis, se depararam com resultados mais expressivos. Saqib et al. (2011) verificaram os padrões de distribuição de plantas úteis ao longo de um gradiente altitudinal nas montanhas do Paquistão, encontrando uma alta correlação entre riqueza ambiental e riqueza de espécies úteis, levando-nos a afirmar, neste caso, que quanto maior a diversidade de espécies, maior o potencial de utilização ou a utilidade percebida. Um outro estudo, realizado por Santos et al., (2008), a partir de levantamentos fitossociológicos em um recorte temporal de 36 anos verificou que a riqueza de plantas úteis na caatinga gira em torno da biodiversidade geral, e que os fatores ecológicos, como por exemplo, precipitação e altitude atuam de maneira bem menos acentuada, demonstrando assim que a biodiversidade local pode determinar a quantidade de plantas utilizadas por uma determinada comunidade.

Uma outra abordagem trata sobre a escolha da área para a realização do estudo. Em valores absolutos, percebemos que a maior riqueza de espécies no ambiente de floresta seca pode ter se dado devido a área do Parque Nacional do Catimbau ser relativamente maior do que o fragmento de floresta úmida. Novos estudos que procurarem estabelecer objetivos semelhantes ao que foram estabelecidos neste artigo, precisam manter uma equidade na escolha da área de estudo, mesmo que se tenha obedecido a semelhança entre as áreas amostradas. Deve-se considerar também os fatores que externos que podem influenciar na riqueza de espécies vegetais de um determinado fragmento. Neste caso, para a floresta úmida, o fragmento estudado encontrava-se envolto por uma matriz de cana de açúcar, o que poderia afetar processos reprodutivos e de variabilidade genética.

Em uma outra perspectiva, observa-se que as áreas utilizadas no presente estudo são características de florestas secundárias, com diferentes graus de perturbação, e que possuem um histórico de uso da terra, sendo utilizadas para retirada de recursos (Rito et al. 2017; Arnan et al. 2018). Embora o conceito de floresta secundária não seja um consenso entre diferentes autores, que divergem, principalmente, com relação à natureza do distúrbio que reinicia a sucessão ecológica, acreditamos que as florestas secundárias correspondem à vegetação arbórea-arbustiva que se desenvolve secundariamente por meio da regeneração natural, após um distúrbio que elimina mais de 90% da cobertura vegetal primária (Brown e Lugo, 1990; Davis et al., 1998). Outra característica que é observada em florestas secundárias é a presença de uma ou poucas espécies em densidades elevadas, que de acordo com Klein (1980),

caracteriza-se pela apresentação de estágios bem definidos, compostos por um número reduzido de espécies dominantes, como foi observado para a espécie *Erythroxylon passerinum* na floresta úmida e *Pityrocarpa moniliformis* na floresta seca no presente estudo, correspondendo a quase 50% do número total de indivíduos inventariados. Outros estudos também relatam essa perspectiva de expressividade de espécies em florestas com sucessão secundária. Young e Zhi-Jun (1989) inventariaram florestas com vegetação primária e secundária e perceberam que a espécie *Pinus yunnanensis* possuía 264 dos 906 indivíduos inventariados, e que era representada por uma frequência de 73,43% estando presente em 47 das 64 réplicas amostradas.

Versatilidade de espécies em ambientes de floresta úmida e floresta seca

No presente estudo, verificamos que o ambiente de floresta úmida, as pessoas tenderam a associar uma maior quantidade de usos para essas plantas. Este caso não foi observado no ambiente de floresta seca, pois o resultado do levantamento fitossociológico resultou em um número maior de espécies, o que pode ter levado a este ambiente possuir uma versatilidade menor do que o encontrado na floresta úmida.

De acordo com Albuquerque et al. (2009), a versatilidade de usos, bem como a popularidade de uma determinada planta, pode representar uma medida útil para avaliar indiretamente a pressão de uso a qual essa espécie está exposta na natureza. O ambiente de floresta úmida, neste caso, merece uma maior atenção conservacionista, pelo fato de possuir espécies com um número muito elevado de citações de uso, nos levando a crer que a pressão de uso se concentra com mais expressividade nessas espécies. (Tabela 3). Um outro fato que também pode ser levado em consideração, são as características físicas dos fragmentos amostrados. A área de floresta úmida corresponde a um fragmento envolto por uma matriz de cana de açúcar e representa a única área de coleta de recursos vegetais pela comunidade de Limeirinha. Em contrapartida, no ambiente de caatinga, as pessoas não necessariamente coletam dentro das parcelas que foram amostradas, ou no entorno destas. Com o avanço das tecnologias e facilidades de deslocamento, estas pessoas podem se deslocar para distâncias cada vez maiores em busca de um recurso. Esta linha de pensamento nos ajuda a compreender um dos motivos que podem ter levado a versatilidade ser expressivamente maior no ambiente de floresta úmida.

A maioria dos estudos que buscaram avaliar a versatilidade de espécies, concentraram suas linhas de investigação para o uso medicinal em ambientes de floresta seca (Albuquerque, 2006; Monteiro et al. 2006 a,b; Albuquerque, 2010). Alguns estudos, como por exemplo

(Albuquerque, 2006), evidenciaram que a versatilidade é importante em ambientes semiáridos, como por exemplo na caatinga. Porém esta hipótese nunca foi testada abrangendo um espectro maior de categorias de uso. Essa é, portanto, a primeira vez que um estudo buscou testar a versatilidade de espécies em outras categorias de uso além do medicinal, e fazendo uma comparação entre dois ambientes com regimes de pluviosidade distintos. Esperávamos, no entanto, encontrar resultados que demonstrassem que o ambiente de floresta seca lograsse de uma maior versatilidade, pois, segundo os estudos anteriores, realizados com espécies medicinais, sustentavam a hipótese de que esta área, por conter, geralmente, uma menor riqueza de espécies, teria, portanto, uma maior versatilidade. Porém, como nosso foco de investigação é a riqueza de espécies, corroboramos a hipótese, ao verificarmos que o ambiente com menores valores absolutos de riqueza, por conter um menor número de espécies, apresentou espécies com um maior número de citações de uso do que no ambiente de floresta seca, mesmo que esse apresente características de floresta úmida, com regimes de pluviosidade relativamente maiores do que na área de floresta seca.

Redundância utilitária em espécies de floresta úmida e floresta seca

No presente estudo, a hipótese relacionada à redundância utilitária em florestas secas e úmidas, partiu da ideia central de que as comunidades locais possuem a capacidade de se adaptarem quanto à utilização de recursos vegetais, de acordo com a biodiversidade do ambiente em que estão situadas. Nessa mesma perspectiva, Medeiros et al. (2015) também enfatizaram que os padrões de comportamento relacionados ao uso de recursos vegetais podem diferir entre as regiões que os grupos humanos podem habitar. Porém, de maneira geral, nossa pesquisa não resultou em resultados significativos no que tange à comparação da redundância utilitária entre os ambientes.

Nossos achados nos conduzem a interpretação de que a quantidade de usos de uma determinada espécie, é indiferente para as fitofisionomias analisadas, levando a perceber que a disponibilidade de espécies no ambiente, ou seja a abundância destas nas áreas amostradas, pode ser um fator decisivo na seleção de recursos vegetais úteis para as pessoas de comunidades rurais, mesmo que os dados obtidos nesse estudo tenham resultado em valores semelhantes de redundância utilitária entre as duas áreas estudadas.

Baseando-se nessa analogia da riqueza de espécies com a seleção e uso diferencial das mesmas, notamos que, no presente estudo, todas as indicações de uso do nível “menos redundante” da área de floresta úmida (a que apresentou uma menor riqueza de espécies) foram

representadas por apenas uma espécie. Essa decorrência se deu ao calcularmos o percentual que uma espécie desempenha na riqueza total de espécies úteis. Uma vez que a riqueza total de espécies úteis da floresta úmida foi 25, um espécime representa 4% da riqueza total descrita. Santoro et al. (2015) destaca em seu estudo com sistemas médicos locais, a importância de analisarmos indicações de uso que não apresentaram indícios de redundância, ou seja, em que apenas um único táxon poderia ser utilizado para o tratamento. Essa questão se faz de tamanha importância para o modelo de redundância utilitária pois consegue apontar fragilidades do sistema como um todo, uma vez que não existem outras opções de substituição de espécies para um determinado uso específico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos por meio do teste das hipóteses, nossos resultados demonstraram que as duas áreas são relativamente semelhantes na proporção de riqueza de espécies e espécies utilizadas, nos levando a sugerir que outros estudos que tenham como objetivo verificar padrões de riqueza e espécies úteis, realizem suas abordagens em ambientes mais distintos fitofisionomicamente, como por exemplo, um ambiente de floresta amazônica e outro de caatinga. A notável semelhança de riqueza de espécies das áreas também pode ter influenciado nos resultados do Modelo da Redundância Utilitária, o que nos faz acreditar que a disponibilidade de espécies no ambiente seja um fator que influencie diretamente nas escolhas dos recursos vegetais por populações locais. Quanto a versatilidade, conseguimos demonstrar a evidência de que as espécies de ambientes com baixa riqueza, sofrem uma pressão relativamente maior do que ambientes com uma riqueza relativamente maior. Trazendo nossos achados para uma abordagem conservacionista, recomendamos uma maior atenção e investimento de estratégias de conservação para ambientes que possuem uma baixa riqueza de espécies, tendo em vista que a extinção de espécies pode acontecer de forma mais acentuada nesses locais.

REFERÊNCIAS

- Aerts, R., Van Overtveld, K., November, E., Wassie, A., Abiyu, A., Demissew, S., ... Healey, J. R. (2016). Conservation of the Ethiopian church forests: Threats, opportunities and implications for their management. *Science of the Total Environment*, 551–552, 404–414. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.034>
- Albuquerque, U. P., 2006. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v.2, p.1-10.
- Albuquerque, U. P. de, & Oliveira, R. F. de. (2007). Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? *Journal of Ethnopharmacology*, 113(1), 156–170. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.05.025>
- Albuquerque, U.P., T.A.S. Araújo, M.A. Ramos, V.T. Nascimento, R.F.P. Lucena, J.M. Monteiro, N.L. Alencar, and E.L. Araújo. 2009. How ethnobotany can aid biodiversity conservation: reflections on investigations in the semi-arid region of NE Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18:127-150.
- Albuquerque, U.P. (2010). Implications of Ethnobotanical Studies on Bioprospecting Strategies of New Drugs in Semi-Arid Regions. *The Open Complementary Medicine Journal*, 2, 21–23. <https://doi.org/10.2174/1876391X01002020021>
- Alencar, N. L., De Sousa Araújo, T. A., Lúcia, E., De Amorim, C., & Paulino De Albuquerque, U. (2010). The Inclusion and Selection of Medicinal Plants in Traditional Pharmacopoeias—Evidence in Support of the Diversification Hypothesis 1 The Inclusion and Selection of Medicinal Plants in Traditional Pharmacopoeias—Evidence in, 64(1), 68–79.
- Arnan, X., Arcoverde, G. B., Pie, M. R., Ribeiro-Neto, J. D., & Leal, I. R. (2018). Increased anthropogenic disturbance and aridity reduce phylogenetic and functional diversity of ant communities in Caatinga dry forest. *Science of the Total Environment*, 631–632(March), 429–438. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.037>
- Arroyo-Mora, J. P., Sánchez-Azofeifa, G. A., Rivard, B., Calvo, J. C., & Janzen, D. H. (2005). Dynamics in landscape structure and composition for the Chorotega region,

- Costa Rica from 1960 to 2000. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106(1), 27–39. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.07.002>
- Brown, S., & Lugo, A. E. (1990). Tropical secondary forests. *Progress in Physical Geography*, 6(1), 1–32. <https://doi.org/10.1177/030913339501900201>
- Brown, K. A., Johnson, S. E., Parks, K. E., Holmes, S. M., Ivoandry, T., Abram, N. K., ... Wright, P. C. (2013). Use of provisioning ecosystem services drives loss of functional traits across land use intensification gradients in tropical forests in Madagascar. *Biological Conservation*, 161, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.03.014>
- Davis, A. J., Jenkinson, L. S., Lawton, J. H., Shorrocks, B., & Wood, S. (1998). Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming. *Nature* 391, 783–785.
- Endara, M. J., & Coley, P. D. (2011). The resource availability hypothesis revisited: A meta-analysis. *Functional Ecology*, 25(2), 389–398. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01803.x>
- Ferreira Júnior, W. S., Santoro, F. R., Nascimento, A. L. B., Ladio, A. H., & Albuquerque, U. P. (2013). The role of individuals in the resilience of local medical systems based on the use of medicinal plants – a hypothesis. *Ethnobiology and Conservation*, 2(2), 1–10. <https://doi.org/10.15451/ec2013-8-2.1-1-10>
- Ferreira Júnior, W. S., Siqueira, C. F. Q., & De Albuquerque, U. P. (2012). Plant stem bark extractivism in the Northeast semiarid region of Brazil: A new aport to utilitarian redundancy model. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2012/543207>
- Gómez-Pompa, A., Kaus, A. (1990). Traditional management of tropical forest in Mexico. In Anderson, A.B. (eds). Alternatives to deforestation, steps toward sustainable use of Amazon Rain Forest, *Columbia University Press*, US.
- Holanda, A. C. De, Feliciano, A. L. P., Marangon, L. C., Santos, M. S. Dos, Melo, C. L. S. M. S. De, & Pessoa, M. M. D. L. (2010). Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. *Revista Árvore*,

34(1), 103–114. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000100012>

Klein, R.M. (1980) Ecologia da Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. *Sellowia*, 32, 64-369.

Ladio, A. H., & Lozada, M. (2009). Human ecology, ethnobotany and traditional practices in rural populations inhabiting the Monte region: Resilience and ecological knowledge.

Journal of Arid Environments, 73(2), 222–227.

<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.02.006>

Lucena, R. F. P. de, Medeiros, P. M. de, Araújo, E. de L., Alves, A. G. C., & Albuquerque, U.

P. de. (2012). The ecological apparency hypothesis and the importance of useful plants in rural communities from Northeastern Brazil: An assessment based on use value.

Journal of Environmental Management, 96(1), 106–115.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.09.001>

Medeiros, P.M., Almeida, A.L.S., Lucena, R.F.F., Souto, F.J.B., Albuquerque, U.P., 2014.

Use of visual stimuli in ethnobiological research. In: Albuquerque, U.P., Lucena, R.F.P., Cunha, L.V.F.C. (Eds.), *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*.

Springer, New York, pp. 87–98.

Medeiros, P.M., A.H. Ladio, and U.P. Albuquerque. 2015. Local Criteria for Medicinal Plant

Selection. In: Albuquerque, U. P., P.M., Medeiros, and A. Casas (Eds), *Evolutionary Ethnobiology*. New York, Springer International Publishing. Michalková.

Monteiro, J. M., Albuquerque, U. P. De, Lins-Neto, E. M. D. F., Araújo, E. L. De, &

Amorim, E. L. C. De. (2006a). Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. *Journal of*

Ethnopharmacology, 105(1–2), 173–186. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.10.016>

Monteiro, J. M., Albuquerque, U. P., Neto, E. M. F. L., Araújo, E. L., Albuquerque, M. . M.,

& Amorim, E. L. C. de. (2006b). The effects of seasonal climate changes in the Caatinga on tannin levels in *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. and *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16(3), 338–344.

<https://doi.org/10.1590/S0102-695X2006000300010>

- Mwavu, E. N., & Witkowski, E. T. F. (2008). Sprouting of woody species following cutting and tree-fall in a lowland semi-deciduous tropical rainforest, North-Western Uganda. *Forest Ecology and Management*, 255(3–4), 982–992.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.10.018>
- Piperno, D.R., Persall, D.M. (1998). The origins of agriculture in the lowland neotropics. *Academic Press, USA*
- Powers, J. S., Becknell, J. M., Irving, J., & Pèrez-Aviles, D. (2009). Diversity and structure of regenerating tropical dry forests in Costa Rica: Geographic patterns and environmental drivers. *Forest Ecology and Management*, 258(6), 959–970.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.10.036>
- Rito, K. F., Tabarelli, M., & Leal, I. R. (2017). Euphorbiaceae responses to chronic anthropogenic disturbances in Caatinga vegetation: from species proliferation to biotic homogenization. *Plant Ecology*, 218(6), 749–759. <https://doi.org/10.1007/s11258-017-0726-x>
- Santoro, F. R., Ferreira Júnior, W. S., De Araújo, T. A. S., Ladio, A. H., & Albuquerque, U. P. (2015). Does plant species richness guarantee the resilience of local medical systems? A perspective from utilitarian redundancy. *PLoS ONE*, 10(3), 1–18.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119826>
- Santos, J. P., Araújo, E. L., & Albuquerque, U. P. (2008). Richness and distribution of useful woody plants in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, 72(5), 652–663. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.08.004>
- Saqib, Z., Naseem Malik, R., Shinwari, M. I., & Shinwari, Z. K. (2011). Species richness, ethnobotanical species richness and human settlements along a Himalayan altitudinal gradient: Prioritizing plant conservation in Palas valley, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 43(Special Issue), 129–133.
- Shrestha, P. M., & Dhillon, S. S. (2003). Medicinal plant diversity and use in the highlands of Dolakha district, Nepal. *Journal of Ethnopharmacology*, 86(1), 81–96.
[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00051-5](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00051-5)

Stepp, J. R., & Moerman, D. E. (2001). The importance of weeds in ethnopharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 75(1), 19–23. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00385-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00385-8)

Walker, B. H. (1992). Biodiversity and Ecological Redundancy. *Conservation Biology*. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.610018.x>

Young, S. S., & Zhi-Jun, W. (1989). Comparison of Secondary and Primary Forests in the Ailao Shan region of Yunnan , China. *Forest Ecology and Management*, 28, 281–300.

Artigo a ser enviado para o periódico *Economic Botany*

(Normas de publicação em anexo)

**DIVERSIDADE BIOLÓGICA E UTILITÁRIA EM UM AMBIENTE DE CAATINGA:
UM ESTUDO AO LONGO DE UM GRADIENTE EXPERIMENTAL DE
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL**

***BIOLOGICAL AND UTILITARIAN DIVERSITY IN A CAATINGA ENVIRONMENT
(DRY FOREST): A STUDY THROUGH AN EXPERIMENTAL GRADIENT OF
POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION***

André dos Santos SOUZA^{1 2} ; Ulysses Paulino ALBUQUERQUE²

¹Programa de Pós Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Recife-PE, Brasil.

²Laboratório de Ecologia e Evolução de Sistemas Socioecológicos, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Avenida Prof. Moraes Rêgo s/n, Cidade Universitária, Recife, PE 50690-901, Brasil

RESUMO

O presente estudo partiu da perspectiva de analisar a riqueza de espécies úteis e os fatores que influenciam a sua utilização ao longo de um gradiente de evapotranspiração potencial que condiciona diferenças em diversidade biológica. Utilizamos a Hipótese da Versatilidade e o Modelo da Redundância Utilitária como arcabouço teórico para interpretar os fenômenos observados. Para isso, um inventário de vegetação foi realizado ao longo do gradiente, e todas as espécies foram coletadas e identificadas em herbário. Para realização das entrevistas, utilizamos o método de estímulo visual denominado de checklist entrevista, o qual foi confeccionado a partir de exsicatas e fotos das plantas inventariadas. Nossos resultados do teste de qui-quadrado não apontaram uma diferença na riqueza entre as áreas ao longo do gradiente, demonstrando que não existe relação entre a proporção de espécies utilizadas e a riqueza total ($\chi^2=1.0291$ $p=0,5978$). Ao testarmos o Modelo da Redundância Utilitária, com o objetivo de verificar em que ambiente (faixa de pluviosidade) as espécies são mais redundantes, não encontramos relação significativa entre os ambientes analisados em nenhuma categoria de uso, tanto na perspectiva intracategoria (entre as mesmas categorias de uso) quanto na intercategoria (todas as categorias de uso de cada ambiente). Já para a Hipótese da Versatilidade (a qual avalia a quantidade de usos desempenhados por uma espécie em um dado sistema socioecológico), o teste demonstrou que ambientes com uma menor riqueza de espécies são mais versáteis e apresentam uma maior quantidade de usos para uma mesma espécie ($KW=4.1672$ $p=0.1245$). O MRU nos conduziu a interpretação de que a disponibilidade de espécies no ambiente não pode ser considerado um fator decisivo na seleção de recursos vegetais úteis, mesmo que os dados obtidos no estudo nos permitam observar que existem categorias de uso bem mais expressivas que outras, no que se diz respeito a quantidade de espécies que desempenham um mesmo uso dentro do sistema. Diante do que foi observado deve-se concentrar uma maior atenção para ambientes que possuem uma baixa riqueza de espécies, e que logram de uma intensa utilização de recursos vegetais, tendo em vista que uma extinção local pode acontecer de forma mais acentuada nesses ambientes.

Palavras-chave: Florestas tropicais; Riqueza de espécies; Gradiente de pluviosidade.

INTRODUÇÃO

Os estudos com florestas tropicais secas ao longo dos anos, concentraram-se em diversos eixos investigativos. Por exemplo, Tavares et al. (1969 a,b, 1974 a,b) foram um dos primeiros pesquisadores a realizar inventários com o intuito de ponderar o potencial de produção de recursos madeireiros em áreas do semiárido brasileiro. Posteriormente, na medida em que os estudos iam avançando, outros pesquisadores focaram em outras vertentes, a exemplo de Lira (1979) que buscou compreender os padrões fisionômicos das florestas tropicais, e mais tarde, outros autores, com os estudos de levantamentos florísticos e fitossociológicos, com o objetivo de conhecer as comunidades vegetais do ponto de vista florístico e estrutural (Martins, 1991; Fonseca, 1991; Araújo et al. 1995; Sampaio, 1996; Pereira et al. 2002).

Uma outra vertente que é abordada nas florestas tropicais, está na relação das comunidades humanas com a vegetação local. No Brasil, esse eixo começou a ganhar popularidade nos anos 2000, com o surgimento de modelos e testes de hipóteses que buscaram aprofundar o conhecimento que afluía da relação entre pessoas e o meio natural (Albuquerque e Andrade, 2002a,b; Albuquerque et al., 2005; Monteiro et al. 2006a,b; Lucena et al. 2007; Albuquerque e Oliveira 2007; Albuquerque 2010; Ferreira-Júnior et al. 2011; Santoro et al. 2015; Souza et al. 2017).

A maioria desses estudos buscaram investigar a utilização de recursos vegetais do ambiente em que as comunidades estavam inseridas, correlacionando fatores como a riqueza de espécies úteis e o potencial utilitário da área. Em estudos que buscaram verificar a composição florística de ambientes de caatinga, por exemplo, alguns autores relataram que estas áreas demonstravam fortes variações na sua composição florística que se refletiam em uma alta diversidade fisionômica, geralmente associadas a gradientes fisiográficos, climáticos e antropogênicos (Andrade-Lima, 1966; Andrade-Lima, 1981; Sampaio et al. 1994; Sampaio, 1995).

Estudos que abordam a influência de um determinado gradiente sob a vegetação são bastantes comuns na literatura, com uma infinidade de fatores para serem investigados, e.g. precipitação, altitude, latitude, tipo de solo, influências antropogênicas, dentre outros (Campello et al. 1999; Rodal e Sampaio, 2002; Ribeiro et al. 2015). Por exemplo, Santos et al. (2008), a partir de levantamentos fitossociológicos em um recorte temporal de 36 anos verificou

a influência de gradientes de precipitação e altitude para estimar a riqueza de plantas úteis na caatinga, buscando compreender a correlação entre a riqueza de espécies com a precipitação e altitude. Os autores concluíram que embora a riqueza de plantas úteis não esteja diretamente relacionada à precipitação e altitude, existe um aumento não linear no número total de espécies ao longo do gradiente de precipitação.

Rito et al. (2017a) realizou uma abordagem unindo os efeitos dos distúrbios humanos e precipitação na composição e estrutura de florestas tropicais sazonalmente secas, na mesma área de estudo que este trabalho e verificou que a precipitação mostrou um efeito mais forte na diversidade de espécies do que as perturbações humanas, tendo em vista que o efeito da perturbação dependeu da precipitação, agindo de forma interativa, como já era esperado.

Utilizaremos a hipótese da versatilidade e o Modelo da Redundância Utilitária (MRU) como o objetivo de compreender as estratégias de seleção e utilização dos recursos pelas populações humanas. De maneira breve, a hipótese da versatilidade (Albuquerque 2006; Alencar et al. 2010) considera que em ambientes sazonalmente secos, como por exemplo a Caatinga, as pessoas teriam menos opções de espécies para atender as suas demandas, de certa forma que em ambientes com índices pluviométricos relativamente baixos, uma única espécie preencheria lacunas em várias categorias, e.g. medicinal, construção e combustível, ocasionando uma maior pressão de uso, que no ponto de vista conservacionista, representa um risco de extinção local. O MRU considera que espécies com mesma função utilitária (redundância), assegura a resiliência de um sistema, uma vez que estas funções se tornariam protegidas em caso de um distúrbio (desaparecimento de uma espécie no sistema) pois os elementos (espécies) redundantes teriam a capacidade de sustentar a função (Albuquerque e Oliveira, 2007; Ladio e Lozada, 2009; Ferreira Júnior et al. 2013; Santoro et al. 2015).

Tomando como suporte os estudos que buscaram avaliar o efeito de uma determinada variável ao longo de um gradiente, o presente estudo vem trazer uma abordagem inovadora ao analisar os fatores que influenciam a riqueza de espécies e utilização das mesmas em um gradiente de evapotranspiração potencial, em uma área de Caatinga do Semiárido Pernambucano.

A partir desse cenário, buscaremos responder as seguintes hipóteses : 1. Ambientes em que a riqueza de espécies é maior, apresentam uma maior riqueza de espécies úteis, 2. Ambientes caracterizados por uma maior riqueza vegetal, apresentam espécies com menor versatilidade, e 3. Ambientes em que a riqueza vegetal é maior, apresentam mais espécies para um determinado uso específico. Esperamos, no entanto, que em um ambiente com índices pluviométricos altos, a riqueza de espécies seja relativamente maior e conseqüentemente mais

espécies redundantes para contribuir com a resiliência do sistema. Em contrapartida, em ambientes do gradiente com índices pluviométricos relativamente baixos, esperamos encontrar uma baixa riqueza de espécies, alta versatilidade e baixos valores de redundância, muitas vezes representados pela singularidade de uma única espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O Parque Nacional do Catimbau encontra-se inserido no estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil 8°24'00'' e 8°36'25''S; 37°09'30'' e 37°09'30''S) e ocupa uma área de 607 km² compreendendo parte do território dos municípios de Buíque, Ibimirim, Sertânia e Tupanatinga, entre o agreste e o sertão Pernambucano. O clima do PARNA Catimbau é quente, com temperatura média anual é de 23°C, e existe uma grande variação no relevo e precipitação que varia de 480 a 1100mm anuais, o que muitos pesquisadores denominam de gradiente de evapotranspiração potencial (Rito et al. 2017b). Foi a partir da predominância desse gradiente que selecionamos as comunidades a serem estudadas, como também os pontos de amostragem de vegetação, os quais já tinham sido coletados pelo Projeto Ecológico de Longa Duração – Sítio Parque Nacional do Catimbau. (<https://www.peldcatimbau.org/>). Categorizamos então as comunidades em pluviosidade alta (646 a 689,3mm), média (602,5 a 645,9mm) e baixa (551,9 a 602,4mm), de acordo com as faixas em que estavam inseridas. Sendo assim, a comunidade da Batinga foi representada pela pluviosidade alta, Muquém e Breus pela pluviosidade média e Túnel e Açude Velho pela pluviosidade baixa (Figura 1).

De maneira geral, a vegetação local é composta por táxons típicos de ambiente de Caatinga: os arbustos e árvores na sua maioria pertencem às famílias Fabaceae e Euphorbiaceae, enquanto as plantas herbáceas do sub-bosque são representadas pelas famílias Cactaceae e Bromeliaceae (Rito et al. 2017b). A área foi elevada à categoria de parque apenas recentemente, no ano de 2002, porém, os moradores dessas comunidades se estabeleceram na área, muito tempo antes da sua criação. Seus habitantes originais ainda vivem no local, e continuam a criar caprinos, extrair madeira para atender principalmente às suas demandas energéticas e medicinais, colher outros produtos vegetais e a caçar (Rito et al. 2017). De acordo com Arnan et al. (2018), a presença histórica das populações resultou em um mosaico diferenciado de uso da terra e de recursos vegetais ao longo do tempo.

Essas comunidades são relativamente próximas e se distribuem ao longo do gradiente de pluviosidade (Figura 1). Assim, na comunidade da Batinga, o aspecto da vegetação é verdejante, mesmo nos períodos mais secos do ano, o que pode ser explicado pela maior

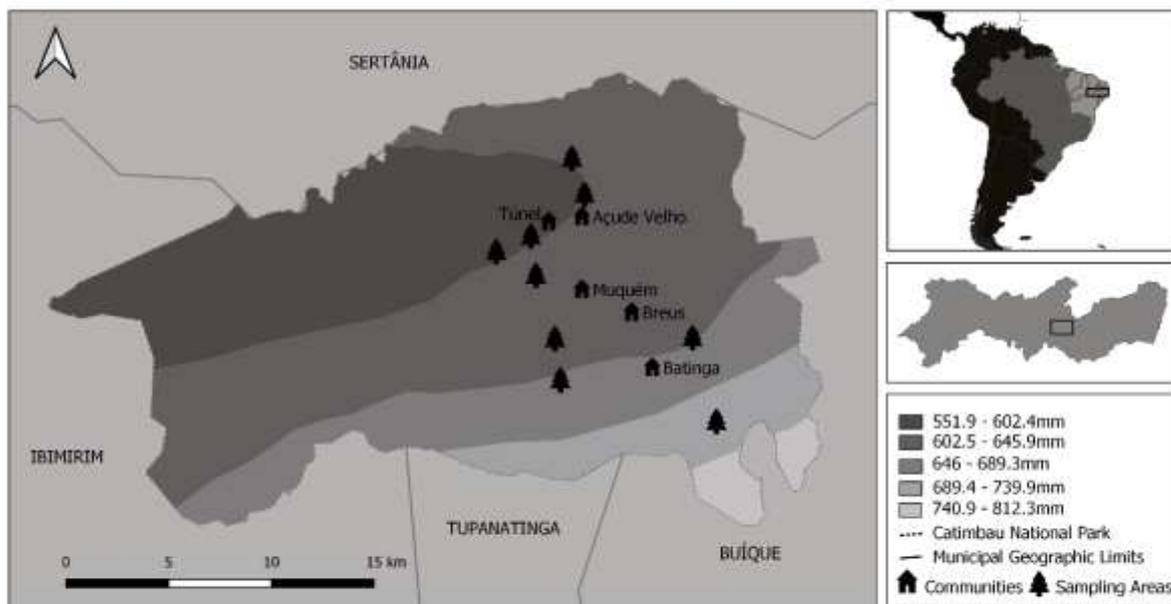
concentração de chuvas. As comunidades do Muquém e Breus apresentam características típicas de um ambiente de transição, nas quais podemos observar uma vegetação verdejante, mas que apresenta períodos secos nos meses de escassez de chuvas. Por último, as comunidades do Túnel e Açude Velho apresentam formação de Caatinga Hiperxerófila, com uma vegetação de baixo a médio porte, onde a caducifolia está presente na maior parte do ano.

Como principal fonte de renda, as pessoas dessas comunidades, têm, em sua maioria, o auxílio oferecido pelo programa Bolsa Família, tendo em vista que a prática da agricultura se enfraqueceu ao longo dos anos, devido à instabilidade do regime de chuvas na região. Nenhuma das comunidades possui Unidade de Saúde da Família (USF), de certa forma que qualquer atendimento médico só pode ser realizado na Vila do Catimbau, um típico vilarejo tradicional, com aproximadamente 635 domicílios e 2240 habitantes, ou em Buíque (cidade mais próxima). As pessoas da comunidade da Batinga se identificam com a etnia indígena Kapinawá, porém, a área correspondente à comunidade encontra-se fora dos limites das terras indígenas homologadas e reconhecidas pela FUNAI (Fundação Nacional do Índio), que estão localizadas ao sul do Parque. As comunidades estudadas, assim como outras situadas no parque, incluindo a Vila do Catimbau, contam com o apoio de uma Organização não Governamental (ONG), denominada de Amigos do Bem. Esta ONG, situada às margens da rodovia de acesso ao município de Buíque, favorece uma melhor qualidade de vida aos moradores da região, reforçando e dando suporte as USF's no atendimento médico e na distribuição de medicamentos, doação de cestas básicas mensais, como também o funcionamento de uma escola, a qual oferece educação de qualidade desde as séries iniciais até o ensino fundamental menor. Além disso, os Amigos do Bem ainda oferecem reforço escolar, alfabetização de jovens e adultos e cursos profissionalizantes, possibilitando o acesso para aquelas pessoas vítimas da vulnerabilidade social.

Ao todo, acessamos 102 pessoas, 42 no Muquém e Breus, 38 na Batinga e 22 no Túnel e Açude Velho, com faixa etária variando dos 18 aos 74 anos. Ao todo, 14 pessoas não aceitaram participar da entrevista, e muitas delas não puderam ser localizadas, pois em algumas épocas do ano, em que o clima fica desfavorável e as condições de sobrevivência ficam mais severas com a escassez de água, muitas pessoas dessas comunidades se deslocam para a Vila do Catimbau, um típico vilarejo tradicional, com aproximadamente 635 domicílios e 2240 habitantes, segundo os dados do último censo no ano 2000. Este local possui água encanada e maior acesso a serviços de saúde e de compra de alimentos, por exemplo, além de estar a apenas 12km do centro de Buíque, cidade mais próxima. Essa facilidade na obtenção de recursos, favorecem o estabelecimento dessas pessoas no tempo de seca, as quais retornam para as suas

comunidades de origem assim que começam as primeiras chuvas, dando início ao processo de preparação da terra para a plantação de milho, feijão, mandioca e melancia, principais itens que compõem a sua dieta.

Figura 1. Localização do Parque Nacional do Catimbau, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, mostrando as comunidades estudadas e as áreas de amostragem de vegetação ao longo do gradiente de evapotranspiração potencial. Fonte: PELD Catimbau.



Amostragem da vegetação

A composição florística e a riqueza de espécies das áreas selecionadas foram obtidas por meio de dados secundários, tendo como fonte o inventário fitossociológico realizado pelo Projeto Ecológico de Longa Duração – Sítio Parque Nacional do Catimbau. Para o estudo, selecionamos 9 parcelas, cada uma possuindo uma dimensão de 20x50m, de certa forma que 3 parcelas estavam alocadas em ambientes com pluviosidade alta, 3 de pluviosidade média e 3 de pluviosidade baixa. Essas áreas foram definidas como as áreas de coleta, e todas as espécies identificadas em herbário foram extraídas dessas parcelas. Além do gradiente de pluviosidade, as parcelas foram selecionadas a partir da proximidade com as comunidades locais, sendo escolhidas as que estavam mais próximo a elas. Ao todo as parcelas somaram de 0,9ha de área amostrada.

O levantamento fitossociológico das 9 parcelas selecionadas, resultou em 2428 indivíduos, distribuídos em 81 espécies e 31 famílias. Fabaceae e Euphorbiaceae foram as famílias mais representativas, com 22 e 13 espécies, respectivamente (Rito et al. 2017) (Tabela 1 Anexo II).

Aspectos legais

O presente trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (UPE), com número de registro 58358016.4.0000.5207, de acordo com as exigências da legislação brasileira (resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde).

No Parque Nacional do Catimbau, foi necessário que fizéssemos, inicialmente, uma reunião com o órgão gestor do Parque (IBAMA) para que pudéssemos iniciar as pesquisas no local. As lideranças de cada comunidade também ficaram cientes do objetivo do estudo, de modo a evitar interpretações e informações controversas a respeito dos pesquisadores com órgãos de fiscalização, tendo em vista que se trata de um local de conflitos de natureza sócio ambientais com o IBAMA, pelo fato de ser um Parque Nacional, onde a moradia de pessoas e criação de animais, por exemplo, são práticas proibidas.

Todas as pessoas entrevistadas, nas duas áreas de estudo, foram convidadas a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que é exigido pelo comitê de ética em pesquisa. O termo foi lido e explicado para todas as pessoas, livrando de qualquer dúvida e de interpretações equivocadas a respeito do objetivo da pesquisa.

Montagem e aplicação do checklist entrevista para coleta de dados etnobiológicos

O checklist foi utilizado durante as entrevistas com a finalidade de estimular os entrevistados a lembrarem das espécies que ocorrem na região. O mesmo consiste em um método de estímulo visual amplamente utilizado em estudos que investigam sobre a utilização de recursos por grupos humanos e é uma estratégia bastante eficiente para ajudar as pessoas a lembrar os tipos específicos de informação que são de interesse para os pesquisadores (Medeiros et al., 2014).

No período de junho de 2017 a março de 2018, empregamos nossos esforços no processo de coleta e identificação de material botânico, tendo em vista que tivemos que aguardar o período de chuvas para que pudéssemos realizar a montagem do checklist entrevista. Dessa forma, as espécies inventariadas durante a amostragem foram coletadas, herborizadas e identificadas no Herbário Dárdano Andrade Lima – Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), sendo estes, um dos primeiros passos necessários para a montagem do checklist entrevista.

Para o estudo, optamos por utilizar a combinação de exsicatas, resultantes das espécies inventariadas e identificadas, como também um conjunto de fotografias das partes da planta, obtidas durante a coleta de material botânico, como também de exsicatas extraídas da plataforma Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). As imagens foram selecionadas com o objetivo de mostrar a maior quantidade possível de partes da planta, de modo a facilitar o reconhecimento, quando pessoas fossem expostas ao estímulo visual. Acreditamos que mesmo removendo a planta do seu contexto original e privando a visualização de outras partes importantes, como por exemplo, ramos, flores e frutos, as fotografias conseguem suprir a falta dessas estruturas, muitas das vezes comprometidas pela secagem que altera seu cheiro, cor e textura (Medeiros et al. 2014).

Os checklists foram apresentados para todas as pessoas das comunidades, maiores de 18 anos, que aceitaram participar da coleta de dados. Inicialmente, era explicado o objetivo da pesquisa, e logo após era apresentada as plantas, acompanhado do seguinte estímulo: “aqui estão todas as plantas que nós coletamos durante a amostragem da vegetação, juntamente com algumas fotos que ajudarão a identificar partes que foram modificadas e excluídas durante o processo de coleta e secagem. Você pode me falar qualquer tipo de uso atribuído a elas, seja do mais simples ao mais complexo”. Feito isso, dava-se início a coleta de dados, a partir do reconhecimento da espécie e seus usos atribuídos. Foram coletadas informações sobre a denominação vernacular, tipos de uso e parte da planta utilizada, além de um questionário socioeconômico, o qual forneceu informações sobre tempo de moradia na comunidade, renda individual e familiar, número de pessoas na residência, ocupação e escolaridade de cada um deles, o qual faz parte dos protocolos de coleta de dados do INCT com projeto denominado “National Institute of Science and Technology in Ethnobiology, Bioprospecting and Nature Conservation.”

Foram necessários cinco meses para a conclusão total da aplicação dos checklists para todas as comunidades estudadas. Primeiramente, realizamos as entrevistas na faixa de pluviosidade baixa, representada pelas comunidades do Túnel e Açude Velho, no mês de abril de 2018. Logo após, no mês de junho do mesmo ano, realizamos as entrevistas na faixa de pluviosidade alta, representada pela comunidade da Batinga e no mês de agosto de 2018, concluímos a coleta de dados etnobiológicos nas comunidades do Muquém e Breus, inseridas na faixa média de pluviosidade média.

Análise dos dados

Para testar a hipótese de que ambientes com uma maior riqueza vegetal, também apresentam uma maior riqueza de espécies úteis, utilizamos o qui-quadrado em tabelas de contingência, com teste de aderência. Para realização desse teste, contabilizamos a riqueza total e a riqueza de espécies úteis (aquelas mencionadas no momento do checklist entrevista), em cada gradiente de pluviosidade (alta, média e baixa). Na segunda hipótese, analisamos a versatilidade entre os gradientes de pluviosidade por meio de um teste de Kruskal-Wallis, onde listamos todas espécies utilizadas e a quantidade de usos atribuídos a cada uma delas, nos ambientes de alta, média e baixa pluviosidade; e na terceira e última hipótese, utilizamos uma análise de variância ANOVA, para verificar a redundância utilitária com o objetivo de verificar espécies que possuem mesma função (redundância) em uma perspectiva intercategoria (todas as categorias de uso de cada um dos ambientes) e o teste de Kruskal-Wallis para analisar a redundância utilitária numa perspectiva intracategoria (uma categoria de uso para cada ambiente). Para realização desse teste, em todas as categorias de uso, e em todas as perspectivas mencionadas acima, listamos todas as indicações de uso e a quantidade de espécies que desempenham àquela função. (Tabela 2). Ainda para a redundância utilitária, buscamos, também, observar de que forma as indicações de uso de todas as categorias, estavam distribuídas de acordo com o gradiente de pluviosidade. Para isso, utilizamos a classificação proposta por Albuquerque e Oliveira (2007), a qual elenca as indicações de uso em três categorias distintas: “Altamente redundante” indicações de uso que incluíam mais de 15% de todas as espécies de plantas úteis; “Redundantes”, indicações de uso cujo o número de espécies listadas representava entre 5% e 15% das espécies úteis; e “Menos redundante”, indicações de uso cujas espécies representavam menos de 5% de todas as espécies citadas como úteis. Todas as análises foram realizadas em ambiente de desenvolvimento *R programming* (R Core Team, 2018) e o valor de significância adotado foi de $p < 0,05$

Tabela 1. Hipóteses e predições avaliadas no estudo e testes estatísticos empregados.

Hipótese	Predição	Teste
Ambientes com uma maior riqueza vegetal, também apresentam uma maior riqueza de espécies úteis	Espera-se que em ambientes mais diversos, proporcionalmente maior riqueza de espécies úteis	Qui-quadrado (χ^2) com teste de aderência
Ambientes caracterizados por uma maior riqueza vegetal, apresentam espécies com menor versatilidade	Espera-se que em ambientes onde a biodiversidade seja maior, as pessoas utilizem as espécies para	Kruskall-Wallis

	uma menor quantidade de usos, levando a uma menor versatilidade	
Ambientes em que a riqueza vegetal é maior, apresentam mais espécies para um determinado uso específico	Espera-se que em ambientes onde a biodiversidade seja maior, as pessoas utilizem mais espécies para um determinado uso específico, corroborando a hipótese da redundância utilitária	ANOVA (intracategoria) e Kruskal-Wallis (intercategoria)

RESULTADOS

Gradiente de pluviosidade, riqueza total e riqueza de espécies úteis

Nossos achados não corroboram a primeira hipótese, ao observarmos que a proporção de espécies utilizadas em relação à riqueza de cada gradiente de pluviosidade, não é estatisticamente diferente para cada um dos níveis analisados (alta, média e baixa) ($\chi^2 = 1.0291$; $p = 0,5978$). (Tabela 2).

Gradiente de pluviosidade e versatilidade de espécies úteis

O teste de Kruskal-Wallis não se mostrou significativo ao comparar as médias das três faixas de pluviosidade, não corroborando com a hipótese da versatilidade. (KW= 4.1672; $p = 0,1245$). Isso pode ser justificado ao observarmos a média de usos por espécies para cada faixa de pluviosidade. Para a faixa de gradiente de pluviosidade alta tivemos, uma média de 6,28 usos, 5,89 para a pluviosidade média, e 3,56 para pluviosidade baixa. Isso quer dizer que no ambiente de alta pluviosidade, por exemplo uma espécie desempenha em média 6,28 usos, enquanto no ambiente de pluviosidade baixa, existem cerca de 3,92 tipos de usos para as espécies dessa fitofisionomia, indo em direção contrária aos conceitos estabelecidos pela hipótese, ao predizer que em ambientes caracterizados por uma baixa riqueza de espécies, as pessoas tenderiam a associar uma maior diversidade de usos para uma mesma espécie, causando uma pressão de uso relativamente maior do que um ambiente mais rico. (Tabela 2).

Tabela 2. Riqueza total, espécies úteis e estatística descritiva pra as três faixas de gradiente de pluviosidade selecionadas. *corresponde ao máximo de indicações de uso que determinada(s) espécie(s) apresentou(aram) durante o momento da apresentação do checklist entrevista.

	Pluviosidade Alta	Pluviosidade Média	Pluviosidade Baixa
Riqueza de espécies	62	47	25
Número de espécies úteis	43	39	16
Média	6,28	5,89	3,56
Mediana	6,0	5,0	3,0
Variância	27,68	18,77	7,19
Desvio padrão	5,26	4,33	2,68
Amplitude total de usos*	26	16	9

Gradiente de pluviosidade e Redundância Utilitária

Não encontramos relação significativa entre os ambientes analisados e a redundância utilitária, tanto na perspectiva intracategoria ($F=2.187$; $p=0,135$), nem na intercategoria: medicinal ($KW=3.2762$; $p=0,1943$), alimentação ($KW=1.5353$; $p=0,4641$), combustível ($KW=1.2551$; $p=0,5339$), construção ($KW=1.4205$; $p=0,4915$), tecnologia ($KW=0.015614$; $p=0,9006$) e veterinário ($KW=5.4594$; $p=0,065224$).

Apesar de observarmos que a riqueza de espécies foi maior em ambientes de pluviosidade alta, percebemos que o nível de redundância “altamente redundante” apresentou valores expressivamente significantes para apontar que em todos os gradientes de pluviosidade, existem poucas espécies que podem substituir outras, de acordo com a classificação de Albuquerque e Oliveira, (2007) (Tabela 3).

Tabela 3. Redundância utilitária dos níveis de pluviosidade, por categorias de uso. Os três níveis de redundância são de acordo com o esquema de classificação definido por Albuquerque e Oliveira (2007).

Categorias de uso	Altamente redundante	Redundante	Menos redundante
	$\geq 15\%$ das espécies	entre 5% e 15% das espécies	$\leq 5\%$ das espécies
Medicinal			
Pluviosidade alta	0	3	38
Pluviosidade média	0	2	26
Pluviosidade baixa	0	0	18
Alimentação			

Pluviosidade alta	0	1	15
Pluviosidade média	0	1	9
Pluviosidade baixa	0	1	5
Combustível			
Pluviosidade alta	0	1	3
Pluviosidade média	1	0	1
Pluviosidade baixa	0	1	2
Construção			
Pluviosidade alta	0	1	8
Pluviosidade média	0	1	7
Pluviosidade baixa	0	0	5
Tecnologia			
Pluviosidade alta	0	0	15
Pluviosidade média	0	0	12
Pluviosidade baixa	0	0	2
Veterinário			
Pluviosidade alta	0	0	10
Pluviosidade média	0	0	13
Pluviosidade baixa	0	0	7

DISCUSSÃO

Riqueza total e riqueza de espécies úteis ao longo do gradiente

A riqueza de espécies nas faixas de pluviosidade analisadas, refletem claramente que a disponibilidade hídrica é um fator limitante para o estabelecimento de espécies mais exigentes. De acordo com Rizzini (1997), em ambientes de caatinga onde as condições ambientais são mais favoráveis, as espécies aparecem em maior número, ao contrário do que ocorre nos ambientes que possuem uma menor disponibilidade de recursos. Outros fatores, como por exemplo a qualidade e fertilidade dos solos, parecem ser preditores de distribuição de plantas em diversos ecossistemas (Gentry, 1995). Segundo Gentry & Emmons (1987), os níveis de precipitação, juntamente com características edáficas, têm a capacidade de refletir na riqueza, densidade e diversidade das espécies em florestas tropicais.

Mesmo com resultados não significativos do teste estatístico, a constatação de que a riqueza de espécies úteis aumenta conforme a riqueza ambiental, nos leva a entender que fatores

ambientais restringem e/ou aumentam as estratégias de uso de recursos vegetais em populações locais, de certa forma que o ambiente pode ter influenciado nas decisões dos seres humanos na construção de seus sistemas de conhecimento e exploração de recursos naturais ao longo do tempo. As duas observações a respeito da riqueza total e riqueza de espécies úteis encontradas nas faixas de pluviosidade estudadas, demonstram que as pessoas tendem a coletar recursos preferidos mesmo que estes se encontrem em maiores distâncias e fora da faixa de pluviosidade que estão situadas, no caso do presente estudo. Estes resultados podem ser interpretados à luz da teoria do forrageamento ótimo (TFO), a qual se baseia numa relação de custo-benefício, e considera que a energia gasta para a obtenção de um recurso, seja relativamente menor do que o ganho energético obtido (MacArthur e Pianka, 1966). Embora esta relação entre a energia gasta e o retorno energético obtido seja melhor ilustrada em situações que envolvem ganhos nutricionais por meio da alimentação, podemos considerar outros tipos de relações ecológicas, as quais podem ser verificadas em outras categorias de uso além da alimentação, como foi verificado por Soldati e Albuquerque, (2012) ao afirmarem que não há limitações teóricas ao uso da TFO, podendo ser aplicada em diferentes contextos e categorias de uso.

O que se observa neste estudo é que provavelmente exista um retorno significativo na coleta de recursos que estão situados em longas distâncias, o que foi possível de ser observado em grande maioria para espécies que se encontram nas categorias medicinal e alimentícia. Neste caso, o comportamento de forrageio pode ser explicado, em grande parte, a uma distribuição não homogênea de recursos entre os locais de coleta, uma vez que este ambiente é caracterizado por um gradiente de pluviosidade e que espécies mais exigentes podem ter uma distribuição espacial bastante restrita, influenciadas, principalmente pela disponibilidade hídrica. Por exemplo, uma espécie que tenha boas propriedades de ignição e que ocorra apenas na faixa de pluviosidade alta, terá chances de ser conhecida por outras pessoas que não estejam localizadas nesse ambiente, mas que podem conhecê-la por ser um recurso energético eficiente para a cocção de alimentos. Embora o presente estudo não tivesse como objetivo utilizar a metodologia recomendada para estudos sobre a TFO, nossos resultados sugerem que as pessoas que vivem na faixa de pluviosidade média, teriam maiores chances de conhecerem espécies que estão inseridas nas faixas de pluviosidade baixa e alta. Podemos empregar o modelo da Teoria do Forrageamento Central, proposto por Orians e Pearson (1979) para explicar essa situação. Esta teoria considera que existe um local central (uma comunidade local, no caso de grupos humanos) em que estas pessoas residem e que retornam logo após o forrageamento, utilizando estratégias de maximização de coleta de recursos a depender da distância do ponto central. Uma vez considerando as comunidades inseridas na faixa de pluviosidade média como sendo o local

central, a probabilidade que estas acessassem recursos de ambientes de pluviosidade baixa e alta é bem maior do que para comunidades que estão situadas nestes dois últimos ambientes.

Gradiente de pluviosidade, versatilidade de espécies úteis e redundância utilitária

Nossas inferências a respeito da versatilidade de espécies úteis ao longo do gradiente de pluviosidade, nos conduzem a interpretar os achados de certa forma que, uma vez se tratando de um ambiente de caatinga, marcado pela sazonalidade climática e escassez de chuvas, nas áreas que registraram uma maior pluviosidade e conseqüentemente uma vegetação mais verdejante, com baixa taxa de caducifolia, por exemplo, as pessoas teriam uma maior variedade de recursos disponíveis durante quase todo o ano, existindo assim um maior intervalo de tempo para que pudessem experimentar os recursos disponíveis, conferindo assim uma elevada versatilidade em ambientes mais úmidos. Geralmente, o que se observa nos estudos realizados em ambientes secos, ver Albuquerque (2006); Monteiro et al. (2006) a,b; Albuquerque et al. (2010), Albuquerque et al. (2012), Medeiros et al. (2013) é que estes logram de alta versatilidade, principalmente pela baixa riqueza de espécies, o que confere uma maior diversidade de usos, quando não existem espécies para cumprirem funções redundantes no sistema.

No presente estudo, a hipótese relacionada à redundância utilitária, analisada a partir de um gradiente de pluviosidade, partiu da ideia central de que as comunidades locais possuem a capacidade de se adaptarem quanto à utilização de recursos vegetais, de acordo com a biodiversidade do ambiente em que estão situadas. Nessa mesma perspectiva, Medeiros et al. (2015) também enfatizaram que os padrões de comportamento relacionados ao uso de recursos vegetais podem diferir entre as regiões que os grupos humanos podem habitar. Porém, de maneira geral, nossa pesquisa não resultou em resultados significativos no que tange à comparação da redundância utilitária entre os ambientes.

Nossos achados nos conduzem a seguinte interpretação de que a quantidade de usos exercidos por uma determinada espécie, é indiferente para os níveis de pluviosidade analisados, levando a perceber que a disponibilidade de espécies no ambiente pode ser um fator decisivo na seleção de recursos vegetais úteis para as pessoas de comunidades rurais, mesmo que os dados obtidos nesse estudo tenham resultado em valores estatisticamente semelhantes de redundância utilitária entre as áreas estudadas.

Baseando-se nessa analogia da riqueza de espécies com a seleção e uso diferencial das mesmas, notamos que, apenas a categoria combustível na faixa de pluviosidade média,

apresentou valores de redundância classificado com “altamente redundante” de acordo com o esquema de classificação definido por Albuquerque e Oliveira (2007).

Santoro et al., (2015) destaca em seu estudo com sistemas médicos locais, a importância de analisarmos indicações de uso que não apresentaram indícios de redundância, ou seja, em que apenas um único táxon poderia ser utilizado para o tratamento. Essa questão se faz de tamanha importância para o modelo de redundância utilitária pois consegue apontar fragilidades do sistema como um todo, uma vez que não existem outras opções de substituição de espécies para um determinado uso específico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, podemos inferir que a riqueza de espécies tende a aumentar com a elevação dos níveis de pluviosidade, de certa forma que podem existir espécies mais restritas a ambientes mais secos/úmidos ao longo do gradiente. Com relação à riqueza de espécies úteis, a Teoria do Forrageamento Central nos ajuda a compreender de que forma as comunidades inseridas na faixa de pluviosidade média conseguem ter acesso e maximizar a utilização de recursos, em detrimento das comunidades de pluviosidade média e alta.

Os ambientes mais úmidos apresentaram uma maior versatilidade, o que não estava previsto na nossa hipótese, mas que pode ser explicado talvez pela maior abundância de recursos, como por exemplo, partes da planta (folhas e frutos) que possuem um maior probabilidade de estarem disponíveis quase que o ano todo, ao contrário do que não foi observado nos ambientes mais secos. Com relação à redundância utilitária ao longo do gradiente, mais uma vez não corroboramos a nossa hipótese, e nossos testes puderam comprovar que as áreas são estatisticamente semelhantes em relação a quantidade de espécies redundantes, mas que um destaque especial teve que ser dado ao analisarmos esses resultados a partir do esquema proposto por Albuquerque e Oliveira (2007). De acordo com o esquema, os indícios de que não encontramos uma alta taxa de espécies redundantes no sistema, representa uma alerta para a pressão que estas espécies vêm sofrendo ao longo do tempo.

A pluviosidade, assim como outros parâmetros observados em estudos com gradientes, mostra-se de fundamental importância, pois consegue retratar a influência desse fator ao longo de variações, nos permitindo analisar em que local as estratégias conservacionistas podem ser prioritariamente aplicadas. Um dos grandes diferenciais desse estudo deu-se pela capacidade de testarmos nossas hipóteses e verificar a ação de um gradiente em uma faixa territorial relativamente curta, o que geralmente não acontece nos outros estudos ao redor do mundo,

fazendo do Parque Nacional do Catimbau, um excelente laboratório para realização de estudos com diferentes tipos de organismos.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, U.P., Andrade, L.H.C., 2002a. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (nordeste do Brasil). *Interciencia* 27, 336–346.
- Albuquerque, U.P., Andrade, L.H.C., 2002b. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga o estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 16, 273–285.
- Albuquerque, U.P., Silva, A.C.O., Andrade, L.H.C., 2005. Use of plant resources in a seasonal dry forest (northeastern Brazil). *Acta Botanica Brasilica* 19, 27–38.
- Albuquerque, U.P., 2006. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v.2, p.1-10.
- Albuquerque, U.P. & Oliveira R. F., 2007. Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants? *Journal of Ethnopharmacology*, 113,1,156–170.
- Albuquerque, U.P. 2010. Implications of Ethnobotanical Studies on Bioprospecting Strategies of New Drugs in Semi-Arid Regions. *The Open Complementary Medicine Journal*, 2, 21–23. <https://doi.org/10.2174/1876391X01002020021>.
- Albuquerque, U.P., Ramos, M. A., & Melo, J. G. 2012. New strategies for drug discovery in tropical forests based on ethnobotanical and chemical ecological studies. *Journal of Ethnopharmacology*, 140(1), 197–201. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.12.042>
- Alencar, N.L.; Araújo, T.A.A.; Amorim, E.L.C., 2010 The Inclusion and Selection of Medicinal Plants in Traditional Pharmacopoeias-Evidence in Support of the Diversification Hypothesis. *Economic Botany*. v.64, n.1, p.68-79.
- Andrade-Lima, D., 1966. In: IBGE, Atlas Nacional do Brasil, Rio de Janeiro, p. 705.
- Andrade-Lima, D., 1981. The caatinga dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4, 149–153.

- Araújo, E.L., Sampaio, E.V.S.B., Rodal, M.J.N., 1995. Composição florística e fitossociologia de três áreas de caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 55, 595–607.
- Arnan, X., Arcoverde, G. B., Pie, M. R., Ribeiro-Neto, J. D., & Leal, I. R., 2018. Increased anthropogenic disturbance and aridity reduce phylogenetic and functional diversity of ant communities in Caatinga dry forest. *Science of the Total Environment*, 631–632(March), 429–438.
- Campello, F.B., Gariglio, M.A., Silva, J.A., Leal, A.M.A., 1999. Diagnóstico Florestal da Região Nordeste. Brasília, IBAMA, PNUD, Brasil.
- Ferreira Júnior, W.S.; Santoro, F.R.; Nascimento, A.L.B.; Ladio, A.H.; Albuquerque, U.P. The role of individuals in the resilience of local medical systems based on the use of medicinal plants – a hypothesis. *Ethnobiology and Conservation*, v. 2, p. 1-10. 2013.
- Ferreira Júnior, W.S; Ladio, A.H.; Albuquerque, U.P., 2011 Resilience and adaptation in the use of medicinal plants with suspected anti-inflammatory activity in the Brazilian Northeast. *Journal of Ethnopharmacology*, 138,238-252.
- Fonseca, M.R., 1991. Análise da vegetação arbustiva-arbórea da caatinga hiperxerófila do noroeste do Estado de Sergipe. Masters Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Gentry, A. H. & Emmons, L. H. 1987. Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understory of Neotropical forests. *Biotropica*, 19: 216-227.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. Seasonally dry tropical forests. S. H. Bullock, Mooney, H. A. & Medina, E. London, Cambridge University Press: 147-193.
- Ladio A.H.; Lozada M., 2009. Human ecology, ethnobotany and traditional practices in rural populations inhabiting the Monte region: Resilience and ecological knowledge. *Journal of Arid Environments* 73:222-227.
- Lira, O.C., 1979. Continuum vegetacional nos Cariris Velhos, Paraíba. Masters Thesis, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

- Lucena, R.F.P., Monteiro, J.M., Florentino, A.T.N., Albuquerque, U.P., Almeida, C.F.C.B.R., Ferraz, J.S.F., 2007. Useful plants of the semi-arid Northeastern region of Brazil—a look at their conservation and sustainable use. *Environmental Monitoring and Assessment* 125, 281–290.
- MacArthur, R.H. and Pianka, E.R. (1966) On the optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist*, 100, 603-609. doi:10.1086/282454
- Martins F.R. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: Ed. UNICAMP; 1991.
- Medeiros, P. M., Ladio, A. H., & Albuquerque, U. P. (2013). Patterns of medicinal plant use by inhabitants of Brazilian urban and rural areas: A macroscale investigation based on available literature. *Journal of Ethnopharmacology*, 150(2), 729–746. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.09.026>
- Medeiros, P.M., Almeida, A.L.S., Lucena, R.F.F., Souto, F.J.B., Albuquerque, U.P., (2014). Use of visual stimuli in ethnobiological research. In: Albuquerque, U.P., Lucena, R.F.P., Cunha, L.V.F.C. (Eds.), *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*. Springer, New York, pp. 87–98.
- Medeiros, P.M., A.H. Ladio, and U.P. Albuquerque. (2015). Local Criteria for Medicinal Plant Selection. In: Albuquerque, U. P., P.M., Medeiros, and A. Casas (Eds), *Evolutionary Ethnobiology*. New York, Springer International Publishing. Michalková
- Monteiro, J.M., Almeida, C.F.C.B.R., Albuquerque, U.P., Lucena, R.F.P., Florentino, A.T.N., Oliveira, R.L., 2006a. Use and traditional management of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2, 6.
- Monteiro, J.M., Albuquerque, U.P., Neto, E.M.F.L., Araújo, E.L., Amorim, E.L.C., 2006b. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. *Journal of Ethnopharmacology* 105, 172–186.
- Orians, G. H., and Pearson, E. (1979). On the theory of central place foraging. In: *Analysis of ecological systems* (eds. Honors, DJ, GR. Stairs and R.D. Mitchell). 155–177. Columbus: Ohio University Press.

- Pereira, I.M., Andrade, L.A., Barbosa, M.R., Sampaio, E.V.S.B., 2002. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo arbóreo de um remanescente florestal no agreste paraibano. *Acta Botanica Brasílica* 16, 357–369.
- Rito, K. F., Arroyo-Rodríguez, V., Queiroz, R.T., Leal, I. R., & Tabarelli, M. (2017). Precipitation mediates the effect on human disturbance on Brazilian Caatinga vegetation. *Journal of Ecology*, 105(3), 828–838. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12712>.
- Rito, K. F., Tabarelli, M., & Leal, I. R., 2017. Euphorbiaceae responses to chronic anthropogenic disturbances in Caatinga vegetation: from species proliferation to biotic homogenization. *Plant Ecology*, 218(6), 749–759.
- Rizzini, C. T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. Âmbito cultural Edição Ltda, Rio de Janeiro, RJ
- Ribeiro, E. M. S., Arroyo-Rodriguez, V., Santos, B. A., Tabarelli, M., & Leal, I. R. (2015). Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation. *Journal of Applied Ecology*, 52(3), 611–620. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12420>
- Rodal, M.J.N., Sampaio, E.V.S.B., 2002. A vegetação do bioma caatinga. In: Vegetação e Flora da caatinga, Associação Plantas do Nordeste, Centro Nordestino de Informações sobre Plantas, Recife, pp. 11–23.
- Sampaio, E.V.S.B. 1996. Fitossociologia. Pp. 203-224. In: E.V.S.B. Sampaio; S.J. Mayo & M.R.V. Barbosa (eds.). Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas. Recife, Sociedade Botânica do Brasil.
- Sampaio, E.V.S.B., 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. In: Seasonally Dry Tropical Forests, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 35–63.
- Sampaio, E.V.S.B., Souto, A., Rodal, M.J.N., Castro, A.A.J.F., Hazin, C., 1994. Caatingas e cerrados do NE—biodiversidade e ação antrópica. In: Conferência Nacional e Seminário Latino-americano da Desertificação, Fundação Grupo Esquel Brasil, Fortaleza, pp. 260–275.

- Santoro, F.R; Ferreira Júnior, W.S.; Araújo, T.A.S; Ladio, A,H; Albuquerque, U.P., 2015. Does plant species richness guarantee the resiliency of local medical systems? A perspective from utilitarian redundancy. *Plos One*, p.1-18.
- Santos, J.P.; Araújo, E.L.; Albuquerque, U.P., 2008. Richness and distribution of useful woody plants in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, 72, 652-663.
- Soldati GT, Albuquerque U.P. 2012. A new application for the optimal foraging theory: the extraction of medicinal plants. *Evid Based Complement Alternat Med* 2012:Article ID 364564.
- Souza A.S, Albuquerque U.P, Nascimento A.L.B, Santoro F.R, Torres-Avilez W.M, Lucena R.F.P., Monteiro J.M, 2017. Temporal evaluation of the Conservation Priority Index for medicinal plants. *Acta Botanica Brasilica* 31:169–179.
- Tavares, S., Paiva, F.A.F., Tavares, E.J.S., Lima, J.L.S., 1969a. Inventário florestal do Ceará: estudo preliminar das matas remanescentes do município de Quixadá . *Boletim de Recursos Naturais* 1, 93–111.
- Tavares, S., Paiva, F.A.F., Tavares, E.J.S., Lima, J.L.S., 1974a. Inventário florestal do Ceará II: estudo preliminar das matas remanescentes do município de Tauá. *Boletim de Recursos Naturais* 2, 5–19.
- Tavares, S., Paiva, F.A.F., Tavares, E.J.S., Lima, J.L.S., 1974b. Inventário florestal do Ceará II: estudo preliminar das matas remanescentes do município de Barbalha. *Boletim de Recursos Naturais* 2, 20–46.
- Tavares, S., Paiva, F.A.F., Tavares, E.J.S., Lima, J.L.S., Carvalho, G.H., 1969b. Inventário florestal de Pernambuco: estudo preliminar das matas remanescentes do município de São José do Belmonte. *Boletim de Recursos Naturais* 1, 113–139.

CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

A partir dos estudos realizados, pudemos compreender como se comportam os padrões de riqueza e utilização de plantas em florestas tropicais em duas perspectivas de desenho amostral. Verificamos ainda que nem sempre uma área que possui uma pluviosidade relativamente alta, terá uma maior riqueza de espécies. Pudemos constatar esse fato ao realizarmos a comparação de riquezas entre um ambiente de floresta estacional semidecidual, caracterizado por chuvas regulares, e outro em um ambiente de caatinga, com chuvas sazonais. O primeiro ambiente, que esperávamos ter uma riqueza elevada, apresentou uma baixa riqueza de espécies com relação a segunda área estudada, talvez porque seja um fragmento de floresta atlântica, cravado em uma matriz de cana de açúcar e que espécies menos resistentes tenham desaparecido ao longo do tempo, por não conseguirem sucesso em suas taxas de reprodução e recrutamento. As hipóteses testadas no primeiro estudo, sugerem de maneira geral que as diferenças nos padrões de riqueza e utilização possam ser melhor observadas em ambientes de florestas tropicais com baixos índices de similaridade florística, isso porque verificamos a presença de algumas espécies em ambos os ambientes. Uma outra abordagem trata sobre a escolha da área para a realização do estudo, percebemos que a elevada riqueza de espécies no ambiente de floresta seca pode ter se dado devido a área do Parque Nacional do Catimbau ser relativamente maior do que o fragmento de floresta úmida. Novos estudos que procurarem estabelecer objetivos semelhantes ao que foram estabelecidos neste artigo, precisam manter uma equidade na escolha da área de estudo, mesmo que se tenha obedecido a semelhança entre as áreas amostradas.

No segundo estudo, caracterizado por uma abordagem a nível de gradiente de pluviosidade, conseguimos verificar um aumento gradual de espécies a medida em que a pluviosidade aumenta, mesmo que os testes estatísticos tenham se mostrado não significativos. Com relação à riqueza de espécies úteis, pode-se perceber que as comunidades inseridas na faixa média de pluviosidade podem ter acesso e maximizar a utilização de recursos, em detrimento das comunidades de pluviosidade média e alta. Um fato que não era esperado, foi encontrarmos uma maior versatilidade em ambientes mais úmidos, porém esse fenômeno pode ser explicado ao tentarmos compreender que estas pessoas estão mais expostas a um abundância de recursos, como por exemplo, partes da planta (folhas e frutos) que possuem um maior probabilidade de estarem disponíveis quase que o ano todo, ao contrário do que não foi observado nos ambientes mais secos. A pluviosidade, assim como outros parâmetros

observados em estudos com gradientes, mostra-se de fundamental importância, pois consegue retratar a influência desse fator ao longo de variações, nos permitindo analisar em que local as estratégias conservacionistas podem ser prioritariamente aplicadas.

ANEXOS (CAPÍTULO I)

Tabela 1. Lista de plantas coletadas durante o inventário fitossociológico no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), Nordeste do Brasil, com seus respectivos nomes locais. *espécie sem uso associado. Legenda: N° Tb: número de tombo do herbário, DR: densidade relativa, DoR: dominância relativa, FR: frequência relativa, IVI: índice de valor de importância.

Nome científico	Nome local	N° Tb	Ni	DR	DoR	FR	IVI
<i>Anacardium occidentale</i> L.	caju, caju roxo	-	1	0,12	0,07	1,2	1,32
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	angico de caroço	91649	1	0,12	0,038	1,2	1,32
<i>Annona leptopetala</i> (R.E.Fr) H. Rainer	azeitona do mato	-	7	0,83	0,115	2,41	3,24
<i>Bauhinia acuruana</i> Moric.	mororó	91620	32	3,81	2,12	3,61	7,42
<i>Byrsonima gardneriana</i> A.Juss.	muricí	-	22	2,62	1,73	3,61	6,23
<i>Calliandra aeschynomenoides</i> Benth.	jiquirí, jericó de coqueiro	91664	7	0,83	0,090	2,41	3,24
<i>Chamaecrista zygophylloides</i> (Taub.) H.S.Irwin & Barneby	canafístula	-	3	0,36	0,123	2,41	2,77
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P. Lewis	espinheiro preto	-	4	0,48	0,373	1,2	1,68
<i>Cnidioscolus pubescens</i> Pohl	urtiga, favela	91704	38	4,52	5,64	2,41	6,93
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillet	imburana de cambão	91627	5	0,6	1,435	2,41	3

<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth.	velame	91658	5	0,6	0,18	1,2	1,8
<i>Croton nepetifolius</i> Baill.	velame branco	91619	73	8,69	6,17	3,61	12,3
<i>Croton tricolor</i> Klotzsch ex Baill.	candeeiro branco	91638	1	0,12	0,083	1,2	1,32
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl.	feijão bravo	-	5	0,6	0,359	1,2	1,8
<i>Eugenia stictopetala</i> Mart. Ex DC.	candeeiro		13	1,55	3,89	2,41	3,96
<i>Evolvulus linoides</i> Moric.	alecrim	-	9	1,07	0,246	1,2	2,77
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. Ex Schmidt) Lundell	azeitona, fruta de cotia	-	4	0,48	1,736	1,2	1,68
<i>Helicteres velutina</i> K. Schum	cachimbinh o	91618	1	0,12	0,114	1,2	1,32
<i>Hyptis suaveolens</i> Poit.	manacá do sertão	-	3	0,36	0,065	1,2	1,56
<i>Jatropha molíssima</i> (Pohl) Baill.	pinhão, pinhão manso	91659	1	0,12	0,006	1,2	1,32
<i>Jatropha mutabilis</i> (Pohl) Baill.	pinhão bravo	91650	45	5,36	0,55	3,61	8,97
<i>Lippia gracilis</i> Shauer.	erva cidreira	91612	1	0,12	0,101	1,2	1,32
<i>Manihot carthagenensis</i> (Jacq.) Mull.Arg.	maniçoba	91644	4	0,48	0,1	2,41	2,89
<i>Neocalyptocalyx longifolium</i> (Mart.) Cornejo & Iltis	icó	91624	15	1,79	0,881	2,41	4,32

<i>Peltogyne pauciflora</i> Benth.	feijão bravo	-	43	5,12	6,99	2,41	7,53
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	espinheiro, espinheiro branco, rasga beíço	91656	19	2,26	0,662	3,61	5,88
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W.Jobson	cansenso, folha miúda	91616	220	26,19	30,72	3,61	29,8
<i>Poincianella microphylla</i> (Mart. ex G.Don) L.P.Queiroz	catingueira	91636	108	12,86	14,28	3,61	16,47
<i>Psidium oligospermum</i> Mart. ex DC.	araçá	-	5	0,6	1,045	1,2	1,8
<i>Psidium schenckianum</i> Kiaersk.	goiabinha do mato, maçã do mato	-	1	0,12	0,096	1,2	1,32
<i>Senegalia bahiensis</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	carcará, leucena	91697	4	0,48	0,132	2,41	2,89
<i>Senegalia piauiensis</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	quebra faca do sertão	91647	25	2,98	1,325	2,41	5,39
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	canafístula, leucena	91697	8	0,95	0,348	2,41	3,36
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	umbú	-	1	0,12	4,08	1,2	1,32
<i>Tacinga inamoena</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy	quipá, palmatoria	91666	4	0,48	0,036	2,41	0,89

<i>Trischidium molle</i> (Benth.) H.E.Ireland	samambava	91667	27	3,21	3,99	3,61	6,83
<i>Turnera difusa</i> Willd. ex Schult	malva	91646	9	1,07	0,226	2,47	3,48
<i>Waltheria brachypetala</i> Turcz.	capa bode	91655	3	0,36	0,22	2,41	2,77
<i>Zanthoxylum stelligerum</i> Turcz.	vermelhinha	-	3	0,36	0,586	1,2	1,56
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	juá	91645	1	0,12	3,99	1,2	1,32

Tabela 2. Lista de plantas coletadas durante o inventário fitossociológico na Mata da Alcaparra, Nazaré da Mata (PE), Nordeste do Brasil, com seus respectivos nomes locais. *espécie sem uso associado. Legenda: N° Tb: número de tomo do herbário, DR: densidade relativa, DoR: dominância relativa. FR: frequência relativa, IVI: índice de valor de importância.

Nome científico	Nome local	N° Tb	Ni	DR	DoR	FR	IVI
<i>Acacia bonariensis</i> Gillies ex Hook. & Arn.	unha de gato	-	2	0,20	0,144	0,59	0,79
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	acácia amarela	-	2	0,20	0,854	1,18	1,38
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	camundango	-	1	0,10	0,103	0,59	0,69
<i>Allophylus sp</i>		-	5	0,50	0,699	1,18	1,69
<i>Anandeanthera sp.</i>	camundango	-	49	4,82	25,83	7,1	12,57
<i>Camponesia sp</i>	guabiraba	-	29	2,91	1,16	2,96	5,87
<i>Coccoloba sp.</i>	cabaçú	-	2	0,2	0,04	0,59	0,79

<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	algodão do mato	-	2	0,07	0,07	0,40	0,53
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	frei jorge	-	1	0,1	0,01	0,59	0,69
<i>Cupania impressinervia</i> Acev.-Rodr.	cabatã	-	42	4,22	5,28	6,51	10,73
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	feijão de boi, feijão bravo	-	3	0,3	0,05	1,18	1,48
<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	cipó de sebo	-	22	2,21	0,76	5,33	7,54
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart. M	mium roxo	-	392	40,41	12,99	11,24	52,54
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil	estraladeira	-	15	1,51	1,16	2,36	3,88
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth.	mium branco	-	10	1,01	0,33	1,78	2,78
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	flor de pérola	-	7	0,70	0,317	1,78	2,48
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	-	11	1,11	5,34	1,18	2,29
<i>Libidibia férrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	jucá	-	1	0,1	0,02	0,59	0,69
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	jacarandá	-	6	0,60	2,97	3,55	4,15
<i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	jurema	-	5	0,5	2,21	1,78	3,46
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	sabiá	-	29	2,91	1,16	2,96	5,87
<i>Mimosa sp.</i>	calombí	-	3	5,88	1,96	0,59	0,89
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.		-	2	0,20	0,359	1,18	1,38

<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	aroeira	-	4	0,4	0,81	1,78	2,18
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	azeitona do mato	-	4	0,7	0,09	1,18	1,59
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	rabugem	-	6	0,6	0,43	1,78	2,96
<i>Psidium sp.</i>	goiabinha	-	69	6,93	5,94	7,69	14,63
<i>Samania sp.</i>	bordão de velho	-	10	1,01	0,04	1,18	2,19
<i>Sideroxylon sp.</i>	papaquintá	-	12	1,21	0,23	2,96	4,16
<i>Spondias sp.</i>	cajarana	-	41	4,12	5,02	5,92	10,04
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	lacre	-	1	0,1	0,001	0,59	0,69
<i>Syagrus cearenses</i> Noblick	catolé	-	55	5,53	3,74	4,73	10,16
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	pau d'arco	-	2	0,20	0,733	0,59	0,79
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	pau d'arco	-	2	0,20	1,431	1,18	1,38
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G.Nichols.	pau d'arco amarelo	-	10	1,01	3,53	1,18	5,73
<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichler		-	1	0,10	0,041	0,59	0,69
<i>Elaeis guineenses</i> Jacq.		-	1	0,10	0,114	0,59	0,69
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	juá	-	1	0,1	0,02	0,59	0,69
Espécie não ident. 1	-	-	46	4,62	2,13	3,55	8,17
Espécie não ident. 2	rabugem	-	3	0,30	0,11	1,18	1,48
Espécie não ident. 3	cabo de machado	-	1	0,10	0,001	0,59	0,69

ANEXOS (CAPÍTULO II)

Tabela 1. Lista de plantas coletadas durante o inventário fitossociológico no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), Nordeste do Brasil, com seus respectivos nomes locais. *espécie sem uso associado. Legenda: ocorrência A: pluviosidade alta, M: pluviosidade média, B: pluviosidade baixa, N° Tb: número de tombo do herbário, DR: densidade relativa, DoR: dominância relativa. FR: frequência relativa, IVI: índice de valor de importância.

Nome científico	Nome local	Ocor.	N° Tb	Ni	DR	DoR	FR	IVI
<i>Aeschynomene marginata</i>	carrasco	A		5	0,21	0,0015	1,34	1,55
<i>Amburana cearenses</i>	imburana de cheiro	A,B		1	0,04	0,00021	0,45	0,49
<i>Anacardium occidentale</i>	caju roxo	A,M,B		3	0,12	0,0015	0,89	1,02
<i>Anadenanthera colubrina</i>	angico de caroço	A,M,B	91649	1	0,04	0,0118	0,45	0,49
<i>Annona leoptopetala</i>	maçã do mato	M,B		26	1,07	0,09	3,12	4,2
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	pereiro	A,M,B		7	0,29	0,038	0,89	1,18
<i>Balfourondendron molle</i>	sabugueira	A,M,B		14	0,58	0,022	0,45	1,02
<i>Bauhinia acuruna</i>	mororó	A,M,B		86	3,54	0,77	2,23	5,77
<i>Byrsonima gardneriana</i>	muricí	A,M,B		26	1,07	0,1	2,68	3,75
<i>Calliandra aeschynomenoides</i>	jericó de coqueiro	M		11	0,45	0,0245	1,34	1,79
<i>Campomanesia eugenoides</i>	araçá	A,M,B		5	0,21	0,09	0,45	0,65
<i>Chamaecrista zygophylloides</i>	canafístula	A,M,B		15	0,62	0,017	1,34	1,96
<i>Chloroleucon foliolosum</i>	quebra faca do sertão	M,B		11	0,45	0,057	0,89	1,35

<i>Cnidoscolus bahianus</i>	urtiga	A,M,B	7	0,29	0,0032	0,89	1,18
<i>Cnidoscolus pubescens</i>	maniçoba	M	50	2,06	0,31	2,23	4,29
<i>Commiphora leptophloeos</i>	imburana de cambão	A,M,B	17	0,7	0,32	2,23	2,93
<i>Cordia rigida</i>	laranjinha do mato	M	1	0,04	0,00026	0,45	0,49
<i>Croton heliotropifolius</i>	velame	A,M,B	5	0,21	0,0022	0,45	0,65
<i>Croton nepetifolius</i>	velame branco	A,M,B	331	13,63	19,65	3,12	16,76
<i>Coton tricolor</i>	candeeiro branco	A,M	3	0,12	0,001	0,89	1,02
<i>Cynophalla flexuosa</i>	feijão bravo	A,M,B	5	0,21	0,0033	0,45	0,65
<i>Dalbergia cearensis</i>	balsamo	A	2	0,08	0,0076	0,45	0,56
<i>Erythroxylon revolutum</i>	barauna	A	21	0,86	0,24	1,79	2,65
<i>Eugenia brejoensis</i>	fruta de cotia	A,M	29	1,19	0,4	1,34	2,53
<i>Eugenia stictopetala</i>	candeeiro	A,M	17	0,7	0,11	2,23	2,93
<i>Evolvulus linoides</i>	alecrim	A	11	0,45	0,0082	1,34	1,79
<i>Guapira graciliflora</i>	azeitona	A,M,B	5	0,21	0,017	0,89	1,1
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	pau d'arco	A,M	3	0,12	0,00044	0,45	0,57
<i>Helicteres velutina</i>	cachimbinho	A,M,B	4	0,16	0,0029	0,89	1,06
<i>Hyptis suaveolens</i>	manacá do sertão	M	3	0,12	0,00054	0,45	0,57

<i>Jatropha molissima</i>	pinhão manso	A,M	2	0,08	0,00001	0,45	0,49
<i>Jatropha mutabilis</i>	pinhão bravo	A,M,B	186	7,66	1,11	3,57	11,23
<i>Lantana camara</i>	chumbinho	A,M	3	0,12	0,00068	0,45	0,57
<i>Libidibia ferrea</i>	pau ferro	A,M,B	6	0,25	0,02	0,45	0,69
<i>Lippia gracilis</i>	erva cidreira	A,M,B	21	0,86	0,02	1,79	2,65
<i>Lippia grata</i>	cidreira	A,M,B	23	0,95	0,071	0,89	1,84
<i>Manihot carthagenensis</i>	maniçoba	A,M,B	7	0,29	0,003	1,34	1,63
<i>Manilkara salzmanii</i>	massaranduba, pau de leite	A,M	1	0,04	0,0839	0,45	0,49
<i>Melochia tomentosa</i>	cidreira	A,M	70	2,88	0,77	0,45	3,33
<i>Mimosa lewsii</i>	carcará	A,M,B	2	0,08	0,00016	0,45	0,53
<i>Neoclyptrocalyx logifolium</i>	icó	A,M,B	20	0,82	0,056	1,34	2,16
<i>Peltogyne pauciflora</i>	coração de nego	A,M	117	4,82	2,54	3,12	7,94
<i>Pilosocereus pachycladus</i>	faxeiro	A,M,B	5	0,21	0,0017	1,34	1,55
<i>Pilosocereus tuberculatus</i>	alastrado	A,M,B	2	0,08	0,00008	0,89	0,98
<i>Piptadenia stipulaceae</i>	espinheiro, rasga beíço		22	0,91	0,06	2,23	3,14
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	cansenso, folha miúda	A,M,B	577	23,76	54,84	3,57	27,34
<i>Poincianella microphylla</i>	catingueira	A,M,B	222	9,14	14,11	3,12	12,27
<i>Psidium oligospermum</i>	araçá	A,M,B	8	0,33	0,054	1,79	2,12
<i>Psidium schenckianum</i>	maçã do mato	A,M,B	1	0,04	0,00028	0,45	0,49

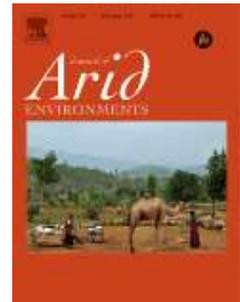
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	azeitona	A	3	0,12	0,0015	0,45	0,57
<i>Sapium glandulosum</i>	burra leiteira	M	5	0,21	0,0018	0,89	1,1
<i>Senegalia bahiensis</i>	leucena	A,M	55	2,27	0,36	1,34	3,6
<i>Senegalia piauhiensis</i>	piançaba	A,M,B	37	1,52	0,16	2,23	3,76
<i>Senegalia polyphylla</i>	jurema, espinheiro	A,M,B	23	0,95	0,03	2,68	3,63
<i>Solanum paniculatum</i>	canafístula	A,M,B	2	0,08	0,00023	2,68	3,63
<i>Spoondias tuberosa</i>	umbú	A,M,B	1	0,04	0,012	0,45	0,49
<i>Syagrus coronata</i>	ouricurí	A,M,B	10	0,41	0,143	1,34	1,75
<i>Tacinga palmadora</i>	palmatória	A,M,B	8	0,33	0,001	1,34	1,6
<i>Tamarindus indica</i>	tamarindo	A,M,B	2	0,08	0,00014	0,45	0,53
<i>Trischidium molle</i>	camboim	A,M	97	4,0	2,58	4,02	8,01
<i>Turnera diffusa</i>	canelinha de bode	A,M	12	0,49	0,0077	1,79	2,28
<i>Waltheria brachypetala</i>	capa bode	A,M	17	0,7	0,03	1,79	2,49
<i>Zanthoxylum stelligerum</i>	laranjinha	A,M	8	0,33	0,02	1,34	1,67
<i>Ziziphus joazeiro</i>	juá	A,M,B	1	0,04	0,012	0,45	0,49



JOURNAL OF ARID ENVIRONMENTS

TABLE OF CONTENTS

AUTHOR INFORMATION PACK



●	Description	p.1
●	Impact Factor	p.1
●	Abstracting and Indexing	p.1
●	Editorial Board	p.1
●	Guide for Authors	p.2
		p.3

ISSN: 0140-1963

DESCRIPTION

The Journal of Arid Environments is an international journal publishing original scientific and technical research articles on physical, biological and cultural aspects of **arid**, **semi-arid**, and **desert environments**. As a forum of multi-disciplinary and interdisciplinary dialogue it addresses research on all aspects of arid environments and their past, present and future use.

Research Areas include: **Paleoclimate** and **Paleoenvironments** **Climate** and Climate Change **Hydrological processes** and systems **Geomorphological processes** and systems **Soils** (physical and biological aspects) **Ecology** (Plant and Animal Sciences) **Anthropology** and **human ecology** (archaeology, sociology, ethnobotany, human adaptations, etc. Agriculture Land use grazing, mining, tourism, etc) **Land use** (agronomy, grazing, mining, tourism, etc) **Conservation** (theory, policy, sustainability, economics, heritage) **Land degradation** (desertification) and rehabilitation **Environmental monitoring** and management

Benefits to authors

We also provide many author benefits, such as free PDFs, a liberal copyright policy, special discounts on Elsevier publications and much more. Please click here for more information on our [author services](#).

Please see our [Guide for Authors](#) for information on article submission. If you require any further information or help, please visit our [Support Center](#)

IMPACT FACTOR

2017: 1.989 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2018

ABSTRACTING AND INDEXING

Scopus
 Science Citation Index Expanded
 Science Citation Index

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

D.A. Ravetta, Museo Egidio Feruglio, Trelew, Chubut, Argentina

Editors:

C. Armas

A.J. Castro, Idaho State University, Pocatello, Idaho, USA

D. Eldridge, UNSW Australia, Sydney, New South Wales, Australia

L.K. Horwitz, Hebrew University of Jerusalem, Israel

F. Parrini, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa

D.S.G. Thomas, University of Oxford, Oxford, England, UK

L. Wang, Indiana University-Purdue University at Indianapolis (IUPUI), Indianapolis, Indiana, USA

Consulting Editors:

Y. Bai, Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing, China

K.H. Berry, U.S. Geological Survey (USGS), Riverside, California, USA

M. Boyers, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa

Y. Cantón Castilla, Universidad de Almería, La Cañada, Almería, Spain

A. Cibils, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, USA

S. Daryanto, Beijing Normal University, Beijing, China

N. Drake, King's College London, London, UK

R. Fernández, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

J. Garatuza, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregon, Son., Mexico

N. Lancaster, Desert Research Institute, Reno, Nevada, USA

T. Luo, Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing, China

M. Muñoz Rojas, University of Western Australia, Perth, Western Australia, Australia

J. M. Nield, University of Southampton, Southampton, UK

C. Quintas Soriano, Idaho State University, Pocatello, Idaho, USA

S. Soliveres, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spain

A. Thomas, Aberystwyth University, Aberystwyth, Wales, UK

A.C. Treydte, Universität Hohenheim, Stuttgart, Germany

S. Veron, Universidad de Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

L. Yahdjian, IFEVA (Inst. de Inv. Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura), Buenos Aires, Argentina

N. Yamaguchi, Qatar University, Doha, Qatar

Editorial Board:

S. Archer, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA

R. Balling, Jr, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA

B.T. Bestelmeyer, U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service (ARS), Las Cruces, New Mexico, USA

J.N. Blignaut, University of Pretoria, Derdepark, South Africa

D. Burnside, URS Corporation, East Perth, Western Australia, Australia

W.R.J. Dean, University of Cape Town, Rondebosch, Cape Town, South Africa

M.J. Delany, University of Bradford, Bradford, UK

D.L. Dunkerley, Monash University, Clayton, Victoria, Australia

J.C. Guevara, Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas, Mendoza, Argentina

H. Heatwole, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA

J. Henschel, South African Environmental Observation Network, Kimberly, South Africa

M.T. Hoffman, University of Cape Town, Rondebosch, South Africa

C.F. Hutchinson, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA

F.M. Jaksic, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

E.G. Jobbagy

G.I.H. Kerley, Nelson Mandela University, Port Elizabeth, South Africa

K.T. Killingbeck, University of Rhode Island, Kingston, Rhode Island, USA

S.R. Morton, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Alice Springs, Northern Territory, Australia

M.K. Seely, Gobabel Research and Training Centre, Walvis Bay, Namibia

P. Shaw, University of The West Indies, St. Augustine, Trinidad and Tobago

F. Tiver, University of South Australia, Mawson Lakes, South Australia, Australia

W.G. Whitford, New Mexico State University, La Cruces, New Mexico, USA

B. Wu, Chinese Academy of Forestry (CAF), Beijing, China

X. P. Yang, Zhejiang University, Hangzhou, China

GUIDE FOR AUTHORS

Your Paper Your Way

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article.

To find out more, please visit the Preparation section below.

INTRODUCTION

Aims and Scope

The Journal of Arid Environments is an international journal publishing original scientific and technical research articles on physical, biological and cultural aspects of arid, semi-arid, and desert environments. As a forum of multi-disciplinary and interdisciplinary dialogue it addresses research on all aspects of arid environments and their past, present and future use.

Research Areas include: Paleoclimate and Paleoenvironments Climate and Climate Change Hydrological processes and systems Geomorphological processes and systems Soils (physical and biological aspects) Ecology (Plant and Animal Sciences) Anthropology and human ecology (archaeology, sociology, ethnobotany, human adaptations, etc. Agriculture Land use grazing, mining, tourism, etc) Land use (agronomy, grazing, mining, tourism, etc) Conservation (theory, policy, sustainability, economics, heritage) Land degradation (desertification) and rehabilitation Environmental monitoring and management Ecosystem Services (ecological, sociocultural and economic value of arid environments)

Types of paper

Research Articles: reporting original and previously unpublished work. Research papers have a reference limit of 50 cites

Short Communications: These are concise, but complete descriptions of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Examples include descriptive research on seed-germination conditions, plant responses to salinity, animal feeding habits, etc. Short communications have a reference limit of 20 cites

Short communications should not exceed 2400 words (six printed pages), excluding references and legends. Submissions should include a short abstract not exceeding 10% of the length of the communication and which summarizes briefly the main findings of the work to be reported. The bulk of the text should be in a continuous form that does not require numbered sections such as Introduction, Materials and methods, Results and Discussion. However, a Cover page, Abstract and a list of Keywords are required at the beginning of the communication and Acknowledgements and

References at the end. These components are to be prepared in the same format as used for full-length research papers. Occasionally authors may use sub-titles of their own choice to highlight sections of the text. The overall number of tables and figures should be limited to a maximum of three (i.e. two figures and one table).

Review Articles: Critical evaluation of existing data, defined topics or emerging fields of investigation, critical issues of public concern, sometimes including the historical development of topics. Those wishing to prepare a review should first consult the Editors or Associate Editors concerning acceptability of topic and length.

Think Notes: Short, one page notes describing new developments, new ideas, comments on a controversial subject, or comments on recent conferences will also be considered for publication.

Letter to the Editor: A written discussion of papers published in the journal. Letters are accepted on the basis of new insights on the particular topic, relevance to the published paper and timeliness.

Contact details for submission

Authors may send queries concerning the submission process, manuscript status, or journal procedures to the Editorial Office at jae@elsevier.com.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures inprint *Graphical Abstracts / Highlights files* (where applicable) *Supplemental files* (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and viceversa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as

per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations

of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted.

2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Contributors

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this

includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of [existing agreements](#) are available online.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the [accepted manuscript](#) in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The [published journal article](#) cannot be shared publicly, for example on ResearchGate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peer-reviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below. **Gold open access**
- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is **USD 2500**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [green open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public

access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. [Find out more.](#)

This journal has an embargo period of 24 months.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 5 potential referees. It is required that potential referees not be from the same institution as the authors. Please only supply the names of referees who can commit to the review, if invited. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality

figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions.

If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes.

Divide the article into clearly defined sections.

Figures and tables embedded in text

Please ensure the figures and the tables included in the single file are placed next to the relevant text in the manuscript, rather than at the bottom or the top of the file. The corresponding caption should be placed directly below the figure or table.

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. [More information on types of peer review.](#)

REVISED SUBMISSIONS

Use of word processing software

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix,

Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower- case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view [example Highlights](#) on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes

of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Plant names

Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

Artwork Electronic

artwork General

points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files. A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please

indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the

Regular research papers have a reference limit of 50 cites and short communications should not exceed 20 cites.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#) and [Zotero](#), as well as EndNote. Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you

remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/journal-of-arid-environments>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa. Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999)... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon.* 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp.281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Please note that Journal names and references should be provided in full.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum

size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to

supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data in Brief

You have the option of converting any or all parts of your supplementary or additional raw data into one or multiple data articles, a new kind of article that houses and describes your data. Data articles ensure that your data is actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and publicly available to all upon publication. You are encouraged to submit your article for *Data in Brief* as an additional item directly alongside the revised version of your manuscript. If your research article is accepted, your data article will automatically be transferred over to *Data in Brief* where it will be editorially reviewed and published in the open access data journal, *Data in Brief*. Please note an open access fee of 500 USD is payable for publication in *Data in Brief*. Full details can be found on the [Data in Brief website](#). Please use [this template](#) to write your Data in Brief.

MethodsX

You have the option of converting relevant protocols and methods into one or multiple MethodsX articles, a new kind of article that describes the details of customized research methods. Many researchers spend a significant amount of time on developing methods to fit their specific needs or setting, but often without getting credit for this part of their work. MethodsX, an open access journal, now publishes this information in order to make it searchable, peer reviewed, citable and reproducible. Authors are encouraged to submit their MethodsX article as an additional item directly alongside the revised version of their manuscript. If your research article is accepted, your methods article will

automatically be transferred over to MethodsX where it will be editorially reviewed. Please note an open access fee is payable for publication in MethodsX. Full details can be found on the MethodsX website. Please use [this template](#) to prepare your MethodsX article.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint

order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Webshop](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier

<https://www.elsevier.com>

Economic Botany

About the Journal ***ECONOMIC BOTANY***

**Economic
Botany** Volume 70 Number 4
Issued 31 December 2016
*Devoted to Past, Present, and
Future Uses of Plants by People*



Published for The Society for Economic Botany
by The New York Botanical Garden

NYBG
NEW YORK BOTANICAL GARDEN



 Springer

12231 • ISSN 0013-0001
70(4) 353-446 (2016)

Economic Botany is a quarterly, peer-reviewed journal of the Society for Economic Botany that publishes original Research Articles, Notes on Economic Plants, Review Articles, and Book Reviews on a wide range of topics dealing with the utilization of plants by people. *Economic Botany* specializes in scientific articles that address the botany, history, evolution, and changing cultural/biological status of useful plants, their modes of use, and their cultural significance. Papers including particularly complex technical issues should be addressed to the general science reader, who may not be familiar with the details of some contemporary techniques. Clear language is absolutely essential.

Limitations: Primarily agronomic, anatomical, or horticultural papers, and those concerned mainly with analytical data on the chemical constituents of plants, should

be submitted elsewhere. Papers addressing issues of molecular or phylogenetic systematics are acceptable if they test hypotheses that are associated with useful plant characteristics. These studies are also appropriate if they can reveal something of the historical interaction of human beings and plants. Papers devoted primarily to testing existing taxonomies, even of plants with significant human use, are generally not appropriate for *Economic Botany*.

Papers that are essentially lists of useful plants from some part of the world are ordinarily not considered for publication. They may be publishable if this is the first description of their use in a particular culture or region, but this uniqueness must be specified and characterized in the paper. Even in such a special case, however, such a descriptive paper will require an analysis of the context of use of plants. How is plant use similar to or different from that of other cultures? Why is a particular species or group of species used? Is there a difference in use patterns between native and introduced species? Etc. Note that it is not a sufficient justification for publication to report that botanical knowledge is being lost in the region of study. And it is not necessary to explain to the readership of *Economic Botany* that "plant use is important."

Categories of Manuscripts

Research Articles: Manuscripts intended for publication in this category should address the cultural as well as the botanical aspects of plant utilization. Articles that deal in whole or part with the social, ecological, geographical, or historical aspects of plant usage are preferable to ones that simply list species identifications and economic uses. Papers dealing with the theoretical aspects of ethnobotany and/or the evolution and domestication of crop plants are also welcome. We most strongly support articles that state clear hypotheses, test them rigorously, then report and evaluate the significance of the results. Although in the past it is true that more descriptive papers were dominant in the journal, this is no longer the case. Research articles should not exceed 7000-8000 total words, including text (double-spaced and in 12 point font), figures, tables, and references. There is a preference for shorter over longer papers.

The format and style of the submitted manuscript should generally conform to the papers published in the most recent issues of *Economic Botany*.

Review Articles. Review Articles about broad and important topics are a staple of *Economic Botany*. Our general goal is to publish one Review Article per issue. Reviews should address issues of historical or contemporary importance in ethnobotany and economic botany that will be of wide interest to our international readership. Review Articles should not exceed 10,000 words in length. We are looking for reviews that are highly synthetic and draw on current and foundational literature to address points that are novel and interesting. Our general standard is to publish reviews that would be of sufficient quality to appear in one of the Annual Review journals, such as *Annual Review of Anthropology* or *Annual Review of Ecology and Systematics*. Since there is not an *Annual Review of Economic Botany*, we seek to fill this niche. Reviews that do not meet these criteria and are more of a summation of existing literature will not be published. Authors are encouraged to contact the editor-in-chief in advance to see if the topic is deemed appropriate.

Notes on Economic Plants: This section of the journal is intended for the publication of short papers that deal with a variety of technical topics, including the anatomy, archaeology, biochemistry, conservation, ethnobotany, genetics, molecular biology, physiology or systematics of useful plants. A manuscript should concern one species or a small group of species related by taxonomy or by use. Illustrations should be designed to occupy no more than one printed journal page. Papers intended for publication as a Note on Economic Plants should not exceed 3500 words, including tables, figures, and references. Contributions should be modeled after recently published Notes in Economic Botany.

Book Reviews: Those wishing to contribute to this category should contact our book review editor, Wendy Applequist. Instructions for contributors and a list of books needing reviewers are available on the SEB web site. <http://www.econbot.org/>

Special Reports: Manuscripts submitted for publication under this category are usually solicited by the EIC. Authors wishing to contribute a special report to our journal should contact the editor directly.

Form of Manuscripts

Some matters of style: The journal has a very broad readership, from many countries, and many specialties, from students to the most senior scholars. Thus, the writing in submitted manuscripts should be clear and transparent. Acronyms that are not generally known by the international scientific community are discouraged. The Abstract is, in many ways, the most important part of the paper. It will probably have many more readers than any of the rest of the article. It should summarize the entire argument, and it should have one or two eminently quotable sentences which other scholars may use to summarize economically, in the authors' own words, the fundamental findings of the research reported. Abstracts should not exceed 200 words. In "Notes," which don't have abstracts per se, the first sentence, or the first paragraph, should serve in place of an abstract, and should have the same kind of quotable sentence or two that will allow subsequent scholars to use the authors' own words to state their own case. Papers that do not have such quotable sentences will require revision. In general, the Abstract, or the first paragraph of a Note, is the hardest part to write. Compose it with great care and attention.

Authors of Research Articles and Review Articles, whose work is carried out in a non-English speaking country, are strongly encouraged to include a second Abstract in the principal language in which the research was carried out, or in the language of the first author. Because the editors do not have the resources to review the accuracy of the second Abstract, this will be the responsibility of the author(s).

It is often the case that authors use more references than is needed. On occasion, the Literature Cited section of papers is longer than the paper itself. Although there are cases where this may be appropriate (papers dealing with the history of some plant or group of plants, for example) ordinarily excessive citation should be avoided. The function of references is to facilitate the reader's understanding of the key elements of the paper by allowing them to follow up on important or unusual methods, studies or findings that are central to the current arguments set out in the manuscript. One need not cite any authorities for statements of common knowledge to the readership, like

the location of Missouri, the color of the sky, or the function of chlorophyll. Unpublished and otherwise inaccessible material should not be cited in the narrative.

Although not a requirement for publication, it is often efficient to organize manuscripts into five sections: an Introduction, which ends with a clear statement of the problem to be addressed; the Methods used to address the problem; the Results of applying those methods to the requisite data; a Discussion of the relevance of the results, usually with reference to similar published research; and a series of Conclusions, which reflect on the outcome of the study, assessing its importance and interest, and, perhaps, suggesting future avenues of research.

Papers should be double spaced everywhere. Use a common font (Times Roman is good), set at 12 points in size. Number the pages in the upper right hand corner. Number the lines in the manuscript consecutively (in Word, click on File| PageSetup| Layout| LineNumbers| AddLineNumbering| Continuous| OK). Put all Figure Captions together on the last page of the manuscript. On the first page, include a "short title" of the form "SMITH AND JONES: ATHABASCAN ETHNOBOTANY" with a maximum of 50 characters. Also indicate the total number of words in the manuscript.

Carefully indicate up to 3 levels of headings and subheadings. The easiest way to guarantee that your headings will be recognized correctly is to mark them <H1>, <H2> or <H3>, like this:

<H1>Methods

Do not justify the right margin. Do not submit the paper in two columns.

Figures and tables should be included in the text, about where you expect them to occur, as well as in separate files. Label the separate figures and tables as Figure 1, Table 1, etc. In the text, use low resolution images. In the separate figures, use the higher resolution images you would expect to be published. Photographs must be at least 300 pixels per inch (ppi) at the size they are to be reproduced, while line drawings (maps, charts) must be at least 600 ppi, and preferably 900.

Appendices should also be submitted as separate files. Usually these are published as Electronic Supplementary Material (ESM), and should be labeled as such in the manuscript.

High quality color photographs for possible use as the front cover are always welcome. These should be submitted as separate files, and titled appropriately.

If you include any equations more complicated than $x = a + b$, please use the Equation Editor. Put each equation on a separate line.

Ethical Guidelines: field research in the areas of ethnobotany and economic botany in the 21st century represents a collaborative effort between scientists and local people and communities. Given that considerable research in the past was carried out without sanction or prior informed consent, the Society for Economic Botany (SEB) considers the ethical treatment of local collaborators to be of the highest priority. To this end, the SEB adopted the International Society of Ethnobiology (ISE) Code of Ethics in 2013. Details can be found on the SEB website: www.econbot.org/, and the ISE Code of Ethics site: <http://ethnobiology.net/code-of-ethics/>. Authors are expected to be mindful of these guidelines when carrying out field research, and to make explicit statements in their submissions to *Economic Botany* about how these guidelines were followed in the field. Simple statements in your paper such as “we followed all ISE Code of Ethics Guidelines,” or “we followed all IRB guidelines,” are not sufficient. What is appropriate is a short paragraph outlining the basic ethical strategies that were used in the field, such as educated prior informed consent, clarity of objectives, respect for cultural norms, etc. Manuscripts that do not make provide clear statements about the degree to which ethical research standards were carried out will not be considered for publication.

Submissions: All papers are submitted for consideration through Springer’s online system Editorial Manager. If you have any difficulties with the system, please feel free to contact the Editor-in-Chief, Robert Voeks, by e-mail for assistance at editor@econbot.org.

General Matters: There are no page charges for publication in *Economic Botany*, but current membership in the Society for Economic Botany is a condition of publication. If you are not currently a member, you will need to join prior to publication. If a paper has two or more authors, the author submitting the manuscript for review is expected to hold a current Society membership. Membership forms are available online (<http://www.econbot.org/>).

Peer Review: All articles published in *Economic Botany* receive peer review. Most Research Articles and Reviews Articles are ordinarily assigned to an Associate Editor who obtains two or more reviews of the paper (perhaps writing one him- or herself). The Editor-in-Chief (EIC) sometimes solicits additional reviews by specialists in the subject of a submission. Notes are usually reviewed by the EIC, an Associate Editor, and one further reviewer. The EIC uses these reviews to guide his decision about the article—to consider further with minor revision, to consider further with major revision and subsequent review, or to reject the paper. Some papers are rejected without peer review (desk reject) following a brief assessment by the EIC. Most desk rejects occur because: the central theme of the paper is outside the scope of the journal's subject matter; the paper is essentially a list of useful species; or the quality of the English is not sufficient to allow peer review.

The journal receives many more articles than it can publish. It is therefore the highest priority of the EIC and the Associate Editors to make editorial decisions as quickly as possible so that rejected articles can be submitted elsewhere. Many rejected articles are perfectly acceptable pieces of research, but are rejected because they are not of the broadest level of interest, or because other similar pieces of work have been published in the recent past. It is our goal to publish the highest quality papers of the broadest general interest to our international readership in the shortest time possible and, in particular, when we must reject a paper, we attempt to do so as quickly as possible in the context of a careful and deliberate review.

Submission Check List: Before submitting your manuscript through Editorial Manager, please carefully go through this Check List for Submission. Given the increasing challenges of reviewing and editing manuscripts, particularly from authors

whose first language is not English, it is crucial that all of the features in this list are adhered to. If the Check List requirements are not followed in the initial submission, your manuscript will be returned for correction and resubmission. If your resubmission continues to veer from the Check List, it will be rejected without further review.

1. Research articles should normally not exceed 7000-8000 words, including text, figures, tables and references. In order to meet word length requirements, lengthy and/or non-essential tables are usually published online as Electronic Supplementary Material. These should be listed as Appendices.
2. If your submission is a Note on Economic Plants, do not include an Abstract, and do not submit a manuscript that is longer than 3500 words, including all tables and references.
3. Reviews should normally not exceed 10,000 words, including text, figures, tables and references. In most instances, you should clear your idea for a Review Article first with the editor-in-chief.
4. If English is not your first language, use either a professional editing/translation service or have a native English speaker with a science background edit your manuscript thoroughly. We need to be stringent on this point; peer reviewers cannot review manuscripts that they cannot understand.
5. Except in exceptional circumstances, vouchers specimens must accompany plant identification. Field identification of species by scientists or local specialists without vouchers is not acceptable.
6. Remember to use American English rather than British English. Thus, fiber rather than fibre, color rather than colour, etc. Also, in American punctuation, "The comma goes inside the quotation marks," as "do periods."
7. The abstract should not exceed 200 words.
8. Authors are encouraged to include a second title and abstract in the dominant language where the research was carried out, or in the author's first language. This is a suggestion not a requirement.

9. Do not use footnotes or endnotes. Either include the material in the body of the narrative, or omit it.
10. If your study focuses on one or a very few taxa, be sure to note the plant family name early in the narrative.
11. Remember to include a running title in caps, e.g. "CASAS AND GOMEZ: VERACRUZ KITCHEN GARDENS, with a maximum of 50 characters.
12. Abbreviations should be spelled out the first time they appear, such as "Bureau of Land Management (BLM)," and subsequently "BLM." However, if the abbreviation is commonly used and understood, such as those for measurements (mm for millimeters, m for meters) or for eras (B.C.E. for Before Common Era or C.E. for Common Era), it is not necessary to spell them out the first time.
13. You can include currency figures from the location of the study (such as Brazilian Reais or EU Euros), but all monetary values must also be converted to US dollars.
14. Do not put tables in pdf or other formats that cannot be corrected at the editorial end.
15. List the authority with each binomial the first time it is mentioned in the narrative, but not thereafter.
16. Check the currency of scientific names in the online source "The Plant List."
17. Commonly used Latin phrases, such as *et al.*, *per se*, and *op. cit.* are not italicized. However, *in situ* and *ex-situ* are italicized.
18. In English, a period is used in decimals, not a comma. Thus, 5.25 not 5,25
19. Use serial commas, thus-- "errors, confusion, and clarity."
20. Citations are listed "author-year" without a comma. List up to two authors (Jones and Nguyen 2007), but with more authors use *et al.* (Austin *et al.* 2010). List multiple citations alphabetically by author name (Anderson 2001; Brown 1999; Huang 2000).

21. Following are referencing style examples:

Articles:

Quave, C.L. and A. Saitta. 2016. Forty-five years later: The shifting dynamic of traditional ecological knowledge on Pantelleria Island, Italy. *Economic Botany* 70(4): 1-14.

Online journals:

Albuquerque, U. P. 2006. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: A study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2: 30. <http://doi.org/10.1186/1746-4269-2-30>

Books:

Balée, W. 2013. *Cultural forests of the Amazon: A historical ecology of people and their landscapes*. Tuscaloosa, Alabama: University of Alabama Press.

Chapters:

Andel, T., S. Ruyschaert, K. Van de Putte, and S. Groenendijk. 2013. What makes a plant magical? Symbolism and sacred herbs in Afro-Surinamese Winti rituals. In: *African ethnobotany in the Americas*, eds. R. Voeks, and J. Rashford, 247–284. New York: Springer.

For other referencing issues, consult a recent issue of *Economic Botany*. Reference lists in submissions that are obviously cut and pasted, with little or no effort to follow the style in *Economic Botany*, will be returned without review.

22. As a rule, all citations must refer to material that the general reader has access to, that is, it has been published or is in press. Material that is unpublished or in preparation should not be included. One or two ‘pers. obs.’ or ‘pers. comm.’ are acceptable, but use of these should be extremely limited.

The New York Botanical Garden Press
Library of Congress Catalog Card Number 50-31790 (ISSN 0013-0001)
Printed By Springer

For permission to electronically scan individual articles of Economic Botany please visit the **editorial office** and contact the **Editor-in-Chief**