

ORGANIZADORES

Elnatan Bezerra de Souza

José Falcão Sobrinho

Marizia Pereira

SOLOS E VEGETAÇÃO NO AMBIENTE SEMIÁRIDO

USOS E POTENCIALIDADES



ORGANIZADORES

Elnatan Bezerra de Souza

José Falcão Sobrinho

Marizia Pereira

SOLOS E VEGETAÇÃO NO AMBIENTE SEMIÁRIDO

USOS E POTENCIALIDADES



Sobral

2020





SÉRIE GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO

Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
Centro de Ciências Humanas/CCH Grupo de Pesquisa e Extensão do
Semiárido/Programa de Pós-Graduação em Geografia
Av. John Sanford, s/n - Junco - Sobral/CE

Editor da Série

Prof. Dr. José Falcão Sobrinho

Conselho Editorial

Profa. Dra. Marizia Pereira - Universidade de Évora/Portugal
Profa. Dra. Cleire Lima da Costa Falcão - UECE
Prof. Dr. Francisco Nataniel Batista Albuquerque - IFCE
Profa. Dra. Simone Ferreira Diniz - UVA



Rua Maria da Conceição P. de Azevedo, 1138
Renato Parente - Sobral - CE
(88) 3614.8748 / Celular (88) 9 9784.2222
contato@editorasertaocult.com / sertoocult@gmail.com
www.editorasertaocult.com

Coordenação Editorial e Projeto Gráfico

Marco Antonio Machado

Coordenação de Normatização e Revisão

Antonio Jerfson Lins de Freitas

Revisão

Daniel Martins de Carvalho

Capa

Éder Oliveira França

Diagramação

Francisco José da Silva

Catálogo

Leolgh Lima da Silva - CRB3/967



Mestrado Acadêmico
em Geografia (MAG-UVA)



RENNEGEO
Revista de Geografia e Cartografia

S689 Solos e vegetação no ambiente semiárido: usos e potencialidades. / José Falcão Sobrinho, Elnatan Bezerra de Souza, Marizia Pereira. (Orgs.). – Sobral, CE: Sertão Cult, 2020.

236p.

ISBN: 978-65-87429-14-4 - papel
ISBN: 978-65-87429-15-1 - e-book - pdf
Doi: 10.35260/87429151-2020

1. Semiárido. 2. Biodiversidade - Semiárido. 3. Vegetação - Semiárido. 4. Manejo e conservação - Semiárido. I. Falcão Sobrinho, José. II. Souza, Elnatan Bezerra de. III. Pereira, Marizia. VI. Título.

CDD 550
910.02



ORGANIZADORES



Elnatan Bezerra de Souza

Professor Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado em Geografia) da Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA. Doutorado em Taxonomia de Fenerogamos pela UFC. Bolsista de Produtividade da FUNCAP.



José Falcão Sobrinho

Pós Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará/UFC, Doutor em Geografia pela Universidade de São Paulo/USP e Mestre em Geografia pela Universidade de Uberlândia/UFU (MG). É docente associado do curso de Geografia. Atualmente é docente Permanente e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia (Mestrado Acadêmico) – MAG da Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA. Coordena o Laboratório de Pesquisa e Extensão do Semiárido e o Grupo de Pesquisa: Pesquisa e Extensão no semiárido (DGP/CNPq) e integra a Câmara de Pesquisa da Pro Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa da UVA.



Marízia Pereira

Professora Dra. do Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento da Universidade de Evora, Portugal. Doutorado em Engenharia Biofísica.

AUTORES

Alfredo Marcelo Grigio

Professor Dr. do Departamento de Gestão Ambiental do Campus Central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Ana Luiza Bezerra da Costa Saraiva

Professora Mestra do Departamento de Geografia do Campus Avançado Prefeito Walter de Sá Leitão da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Amanda da Mota Araújo

Mestra em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Antonia Luana Fernandes Praxedes

Engenheira Ambiental e Sanitária, Mestranda em Economia Rural - UFC.

Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Professora Dra. do Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Piauí/UFPI. Doutorado em Geografia pela UFC.

Elnatan Bezerra de Souza

Professor Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA, Sobral, Ceará. Pós-Doutorado em Taxonomia de Fenerógamos pela UFC.

Eugênio Ferreira Coelho

Professor Dr. da Pós-Graduação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB e pesquisador A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Francisco Edêr Rodrigues de Oliveira

Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas, UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

Gustavo Souza Valladares

Professor Dr. em Agronomia. Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal do Piauí/UFPI. Doutorado em Ciência do Solo pela UFRJ.

Helio Gondim Filho

Doutorando em Ciências Agrárias, UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

Jamile Ingrid de Almeida Salviano

Economista, Mestranda em Economia Rural - UFC.

Jesus Rodrigues Lemos

Professor Associado III do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí/Campus Ministro Reis Velloso (Parnaíba). Pós-Doutorado no Royal Botanic Gardens, Kew, Londres

José de Jesus Sousa Lemos

Professor Titular e Coordenador do Laboratório do Semiárido (LabSar), Universidade Federal do Ceará. Pós-Doutor em Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente pela Universidade da Califórnia, Riverside, Califórnia, USA.

João Paulo Fernandes

Professor Dr. do Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal.

José Renato Oliveira Mascarenhas

Professor Dr. IFBaiano, Alagoinhas, Bahia. Doutorado em Ciências Agrárias pela UFRB

Letícia Gabriele da Silva Bezerra

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Lysiane dos Santos Lima

Ciências Biológicas da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, Sobral, Ceará.

Luís Carlos dos Santos

Administrador, MBA em Gestão Financeira. Mestrando em Economia Rural – UFC

Luís Henrique Ximenes Portela

Ciências Biológicas da Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA, Sobral, Ceará.

Lucas Santos Araújo

Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Piauí-CMRV.

Monikelly Mourato Pereira

Dra. em Engenharia Agrícola, UFRB, Cruz das Almas, Bahia

Maria Aparecida Silva do Nascimento

Ciências Biológicas da Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA, Sobral, Ceará.

Marlene Feliciano Figueiredo

Professora Dra. da Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA, Sobral, Ceará. Pós-Doutorado pela UFC.

Simone Alves Silva

Professora Dra., UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

APRESENTAÇÃO

Os elementos naturais do ambiente semiárido ora apresentados contemplam a riqueza das experiências vivenciadas no Fórum Brasileiro do Semiárido. Digo não de regra geral expô-los de formas sistematizadas ou ilustrativas, concerne argumentar a riqueza da valorização das pesquisas em meio ao solo e a vegetação.

Ao passo que a Série Geografia do Semiárido abraça a ideia de compilar experiências valorosas em torno de tais temáticas, reflete em evidenciar o vivenciar geográfico no resgate de tais elementos. Elucida, ainda, a participação de pesquisadores da Rede Norte - Nordeste de Pesquisadores da Pós-Graduação em Geografia/RENNEGEO.

Em meio ao tempo, parece distante que tais reflexões não ocupavam destaque na ciência geográfica, salvo os registros de tais escritas quando perpassavam pela fitogeografia, geografia dos solos... um passado distante na memória.

A luz que persevera com tal contribuição, por si mesma seria o suficiente para retratar a importância da obra. Contudo, merece destacar a trajetória que se faz presente com a Universidade de Évora, através da professora Marizia, que há muito vem anualmente se debruçar sobre as riquezas das paisagens vegetais de nosso semiárido. Aqui, a digníssima professora se faz presente na organização da obra. Um experimentar que resultará em outras experiências.

SUMÁRIO

Caracterização dos solos do estado do Piauí, Brasil	11
<i>Gustavo Souza Valladares e Cláudia Maria Sabóia de Aquino</i>	
Atributos físicos do solo com o uso de biofertilizante	43
<i>Monikuelly Mourato Pereira, Eugênio Ferreira Coelho, Helio Gondim Filho e Francisco Edér Rodrigues de Oliveira</i>	
Sistema de preparo do solo em ambiente de tabuleiro costeiro do estado da Bahia	61
<i>José Renato Oliveira Mascarenhas, Simone Alves Silva, Monikuelly Mourato Pereira, Helio Gondim Filho</i>	
Avaliação da produtividade em regimes pluviométricos distintos no semiárido cearense	89
<i>José Renato Oliveira Mascarenhas, Simone Alves Silva, Monikuelly Mourato Pereira, Helio Gondim Filho</i>	
Fatores de estresse e reabilitação dos ecossistemas semiáridos	109
<i>João Paulo Fernandes</i>	
Flora, fitogeografia e potencial econômico de espécies vegetais de um trecho de vegetação no norte do Piauí	137
<i>Lucas Santos Araújo e Jesus Rodrigues Lemos</i>	
Potencial de uso de plantas nativas da floresta nacional de Sobral, Ceará, Brasil	175
<i>Lysiane dos Santos Lima, Maria Aparecida Silva do Nascimento, Luís Henrique Ximenes Portela, Marlene Feliciano Figueiredo e Elnatan Bezerra de Souza</i>	
Arborização em quintais residenciais urbanos no semiárido nordestino: estudo de caso na cidade de Mossoró/RN	207
<i>Ana Luiza Bezerra da Costa Saraiva, Letícia Gabriele da Silva Bezerra, Amanda da Mota Araújo e Alfredo Marcelo Grigio</i>	

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS DO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

GUSTAVO SOUZA VALLADARES,
CLÁUDIA MARIA SABÓIA DE AQUINO

INTRODUÇÃO

Os levantamentos de solos ou pedológicos referem-se a trabalhos técnico-científicos que caracterizam os solos e seus fatores de formação de um determinado território. Trabalho que envolve a classificação e o mapeamento pedológico.

As obras que deram uma contribuição a respeito dos levantamentos de solos do estado do Piauí envolvendo a totalidade das terras, na escala 1:1.000.000, em nível de levantamento exploratório-reconhecimento, foram produtos de projetos do convênio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos (EMBRAPA-SNLCS) com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – Departamento de Recursos Naturais (SUDENE-DRN) (JACOMINE *et al.*, 1986); e do projeto RADAMBRASIL (1973 a, b, c). Mais recentemente o projeto Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE (Diretoria de Geociências - DGC / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – CREN, 2014a, b, c, d, e), disponibilizou para a maior parte do estado do Piauí o mapa

de solos na escala 1:250.000, em formato WEBGIS, porém ainda a nível exploratório-reconhecimento de solos. Os mapas disponibilizados pelo INDE são uma atualização cartográfica dos mapas do RADAMBRASIL.

O presente capítulo discute as principais ordens de solos do estado do Piauí, apresentando sua distribuição espacial e principais propriedades. Baseia-se, principalmente, nos trabalhos dos projetos INDE (DGC/CREN, 2014) e EMBRAPA/SUDENE (JACOMINE *et al.*, 1986).

O QUE É SOLO? QUAL A SUA IMPORTÂNCIA?

Os solos são formados na porção mais superficial da crosta terrestre pela ação do intemperismo, que é um conjunto de processos físicos e químicos que agem sobre as rochas e minerais transformando-os em solos e substâncias dissolvidas nas águas. Solo é uma mistura trifásica porosa e fragmentária, formada por materiais sólidos (minerais e matéria orgânica), líquidos (água com substâncias dissolvidas) e gasosos (ar do solo). A água e o ar do solo ocupam os espaços porosos do mesmo.

Os solos espacialmente distribuídos na paisagem são formados por camadas ou horizontes, geralmente paralelos à superfície do terreno, resultantes da ação do clima e dos organismos vivos sobre as rochas, em determinada condição de relevo e ao longo do tempo. São meios que favorecem o desenvolvimento de seres vivos, microrganismos, vegetais e animais. Portanto, existem os fatores de formação dos solos, a saber, clima, organismos vivos, material de origem, relevo e tempo. Como também existem processos de formação que agem sobre

os solos, diferenciando seus horizontes e conferindo aos solos as mais diversas propriedades existentes. Pode-se citar como processos gerais de formação dos solos ou pedogênese: adições, perdas, transformações e translocações.

A saúde do solo, ou sua qualidade, está diretamente ligada à sustentabilidade dos ecossistemas, pois os solos têm como função dar suporte aos seres vivos que habitam um ambiente e purificar as águas que nele infiltram. Portanto, a manutenção dos sistemas naturais e dos sistemas com alguma interferência antrópica, muitas vezes economicamente produtivos, depende da conservação dos solos. E, para conservar os solos precisamos conhecê-los com profundidade. A conservação dos solos é fundamental para o desenvolvimento da humanidade.

CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DO ESTADO DO PIAUÍ

A classificação de solos adotada no presente trabalho é a mesma empregada no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (SANTOS *et al.*, 2013) que, segundo os autores, é o sistema taxonômico oficial de classificação de solos do Brasil. É fruto de um esforço conjunto de várias instituições nacionais que o vêm desenvolvendo há várias décadas, mais precisamente desde a década de 1970. O SiBCS é considerado um sistema morfogenético, isto é, baseado na morfologia dos solos e nos processos genéticos. As definições aqui apresentadas são simplificadas do SiBCS, adaptadas aos solos mapeados no estado do Piauí no nível exploratório-reconhecimento, maior detalhamento é possível na consulta a obra original.

Argissolos

São solos constituídos de material mineral, caracterizados pelo elevado gradiente textural, isto é, aumento de argila dos horizontes superficiais para os subsuperficiais, indicando herança do material de origem ou translocação de argila. Portanto, apresentam horizonte subsuperficial do tipo B textural, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, com argila de atividade baixa ou, no caso de argila de atividade alta, a saturação por bases deve ser baixa ou apresentar caráter alítico na maior parte do horizonte B, deve satisfazer ainda os seguintes requisitos:

a) Horizonte plíntico, se presente, não satisfaz aos critérios para Plintossolo;

b) Horizonte glei, se presente, não satisfaz aos critérios para Gleissolo.

A ordem dos Argissolos contempla solos com grandes variações de atributos físicos, químicos e morfológicos, como também graus de desenvolvimento pedogenético. No estado do Piauí os Argissolos originários de materiais geológicos sedimentares, costumam ser profundos, bem desenvolvidos, porém distróficos e ácidos, indicando baixa fertilidade química natural. Já os originários de rochas do cristalino são na maioria eutróficos, portanto com maior reserva de nutrientes do que os do ambiente sedimentar.

A classe textural pode ser muito variável, predominando solos com textura arenosa/média e média/argilosa. O que é comum para todos os solos dessa ordem é a elevada

susceptibilidade natural à erosão devido ao elevado gradiente textural observado nesses solos. Por toda a porção sedimentar do estado do Piauí, é comum esses solos apresentarem plintitas ou petroplintitas (formando concreções), porém com critérios insuficientes para classificá-los como Plintossolos (Figura 1).

Solos dessa classe se profundos, não cascalhentos ou pedregosos, localizados em relevo plano e com adequado manejo, têm bom potencial para uso agrícola. Quando cultivados, deve-se atentar para as práticas conservacionistas devido à sua natural susceptibilidade à erosão.

Os Argissolos ocupam aproximadamente 5,9% do território piauiense, predominando em ordem decrescente os Argissolos Vermelho-Amarelos, Vermelhos e Amarelos (Tabela 1). O Mapa 1 apresenta a distribuição das ordens de solos do Piauí.

Figura 1 - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO observado em Porto (PI), com algumas concreções de petroplintita nos horizonte superficiais



Fonte: Autor em 21 jun. 2014.

Cambissolos

Solos constituídos de material mineral com horizonte B incipiente. Não pode apresentar horizonte superficial hístico com mais de 40 cm de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente tiver argila de atividade alta e ser eutrófico.

Os Cambissolos apresentam ampla variação de atributos morfológicos, físicos e químicos, podendo ocorrer em áreas de relevo acidentado ou em porções deprimidas da paisagem. O conceito geral da ordem aponta para solos com baixo grau de desenvolvimento pedogenético, visto que o horizonte diagnóstico da ordem ser o B incipiente. Porém, alguns cambissolos podem ser profundos e bem desenvolvidos.

Os Cambissolos ocupam pequenas coberturas no Piauí, com somente 9,6 km² (Tabela 1 e Mapa 1). Os predominantes são os Cambissolos Háplicos (Figura 2), porém existem Cambissolos Flúvicos (Figura 3) em terraços aluviais na planície e no Delta do Parnaíba, que não foram mapeados devido à escala dos mapeamentos. Estes últimos são utilizados por pequenos agricultores com o sistema conhecido como agricultura de vazante, sendo importante fonte de renda para essas famílias.

Figura 2 - CAMBISSOLO HÁPLICO observado em Gilbués (PI)



Fonte: Autor em 16 ago. 2016.

Figura 3 - CAMBISSOLO FLÚVICO observado no Delta do Parnaíba (PI)



Fonte: Autor em dez. 2015.

Chernossolos

São solos constituídos de material mineral, com horizonte superficial A chernozêmico, podendo o horizonte subsuperficial ser B textural ou B incipiente, desde que com argila de atividade alta e eutrófico.

São solos geralmente pouco intemperizados, o que é evidenciado por serem eutróficos e com alta atividade da fração argila, predominando as argila 2:1. O conceito do horizonte A chernozêmico indica boas características para o desenvolvimento vegetal e uso agrícola, pois os horizontes superficiais devem conter elevadas reservas de nutrientes e teores de carbono orgânico, bons atributos físicos e morfológicos para o desenvolvimento vegetal, como estrutura, consistência, cor, espessura etc. São solos que quando bem manejados podem resultar em elevada produtividade. Como são altamente susceptíveis à erosão, seja pela argila de atividade alta ou pelo possível elevado gradiente textural, devem ser manejados com muito cuidado no que se refere às práticas de controle de erosão.

No estado do Piauí é comum observar os Chernossolos associados às intrusões de rochas básicas distribuídas pelo território (Figura 4), segundo os mapeamentos nas escalas realizadas os Chernossolos ocupam somente 0,1% das terras (Tabela 1), mas devido à escala estão subestimados.

Figura 4 - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO observado em Curralinhos (PI), originário de rochas básicas intrusivas



Fonte: Autor em 01 jun. 2014.

Gleissolo

São solos hidromórficos de constituição mineral com horizonte glei iniciando dentro dos primeiros 50 cm da superfície do solo ou abaixo imediatamente de horizonte A ou E. Não possuem horizonte vértico ou plânico coincidindo com o horizonte glei. O horizonte plântico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície.

Os Gleissolos, por serem solos hidromórficos, apresentam drenagem impedida, sendo considerados mal ou muito mal drenados. Localizam-se nas porções mais deprimidas da paisagem, como planícies, várzeas, brejos etc. As cores do horizonte glei são acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, refletindo a presença do Fe^{2+} em solução.

Figura 5 - GLEISSOLO com rizicultura observado no Delta do Parnaíba (PI)



Fonte: Autor, em dez. 2015.

Os Gleissolos no estado do Piauí são classificados principalmente como Háplicos ou Sállicos, mas em escalas menores também são observados os Tiomórficos, que apresentam elevados teores de enxofre e elevada acidez. Os Háplicos são comuns nos ambientes do interior dos continentes, enquanto os Sállicos e Tiomórficos ocupam a planície litorânea e comumente estão associados aos manguezais e campos salinos do litoral. Os Gleissolos Sállicos e Tiomórficos não são adequados para o uso agrícola, devido à elevada condutividade elétrica. Nos manguezais do Piauí são importante refúgio para os caranguejos, sendo a pesca do caranguejo importante fonte de renda para as comunidades do litoral. Nas últimas décadas, áreas de Gleissolos Sállicos e Tiomórficos foram convertidas em tanques para a carcinicultura.

Os Gleissolos Háplicos têm aptidão para as pastagens e também para culturas especiais como o arroz irrigado (Figura 5). Muitos dos Gleissolos Háplicos apresentam elevada

sodicidade e podem ser salinos, características que limitam a produção agrícola. No Piauí, os Gleissolos ocupam aproximadamente 0,3% do território.

Latossolos

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, precedido de qualquer tipo de horizonte A. São solos muito intemperizados, profundos, com minerais da fração argila de atividade baixa, principalmente caulinita e óxidos de ferro e alumínio.

Estes solos ocupam diversas posições na paisagem, mas são mais comuns em relevos pouco dissecados, nos topos das chapadas. Os Latossolos típicos, além de profundos, são porosos e friáveis, apresentando excelentes atributos físicos para o desenvolvimento vegetal. A maior limitação se refere à baixa fertilidade química, por terem baixa reserva de nutrientes e elevada acidez. Porém, as tecnologias de correção da acidez e adubação minimizam com grande eficiência as limitações químicas dos Latossolos, que dão suporte ao pujante agronegócio piauiense, responsável pela grande produção e exportação de soja e outras culturas no Estado (Figura 6).

Os Latossolos predominantes no Piauí são os amarelos, ocorrendo também os vermelho-amarelos. Ao todo, ocupam o equivalente a 31,5% das terras, sendo a segunda ordem mais comum de ocorrência. A textura predominante é a média e na sequência a argilosa.

Figura 6 - Agricultura irrigada sobre LATOSSOLO AMARELO no sul do Estado do Piauí



Fonte: Autor, em 18 ago. 2016.

Luvisolos

São solos constituídos de material mineral, caracterizados pelo elevado gradiente textural, isto é, aumento de argila dos horizontes superficiais para os subsuperficiais, indicando herança do material de origem ou translocação de argila. Portanto, apresentam horizonte subsuperficial do tipo B textural, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, com argila de atividade alta e alta saturação por bases, portanto eutróficos. Não admitem horizonte superficial do tipo A chernozêmico.

Os Luvisolos (Figura 7), assim como os Argissolos apresentam alta susceptibilidade natural a erosão, devido ao elevado gradiente textural, comparados aos Argissolos, ordem na qual apresentam muitas semelhanças, são mais férteis do ponto de vista químico e, do ponto de vista físico, costumam

apresentar maiores limitações para a produção vegetal, podendo-se citar pedregosidade e menor profundidade do solo. No estado do Piauí ocupam uma área correspondente a 1,4% aproximadamente.

Neossolos

São solos pouco evoluídos constituídos por material mineral, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. A ordem dos Neossolos engloba as subordens Litólicos, Quartzarênicos, Flúvicos e Regolíticos. Todos presentes no estado do Piauí.

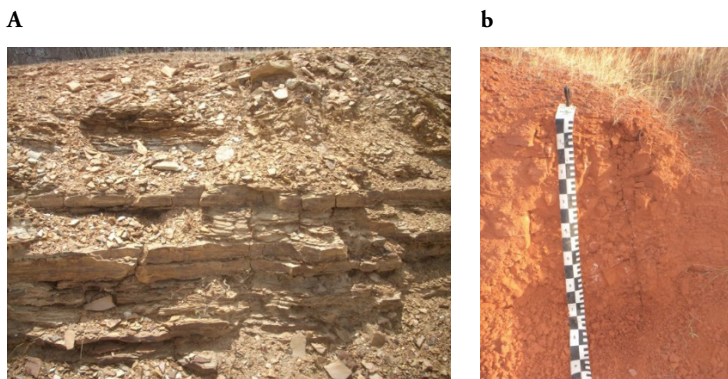
Figura 7 - LUVISSOLO CRÔMICO observado em Gilbués (PI)



Fonte: Autor, em 17 ago. 2016.

Os Neossolos Litólicos (Figura 8) apresentam horizonte A assente diretamente sobre a rocha ou sobre horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais constituído de fragmentos de rocha, que apresentem um contato lítico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo. Portanto, são solos com baixíssimo grau de intemperismo, muitas vezes rochosos ou pedregosos e com baixa aptidão agrícola, indicados como uso intensivo máximo para pastagem natural. Estes solos apresentam alta vulnerabilidade à degradação. Os Neossolos Litólicos são os solos mais frequentes no estado do Piauí ocupando 44,5% das terras.

Figura 8 - NEOSSOLOS LITÓLICOS observados no estado do Piauí originários de rochas sedimentares clásticas. a- Sigefredo Pacheco (PI) em 06 dez. 2013. b- Gilbués (PI) em 16 ago. 2016

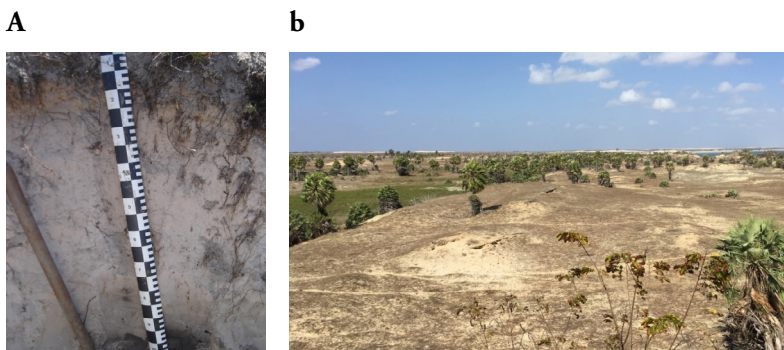


Fonte: Autor.

Os Neossolos Quartzarênicos são solos de textura arenosa até pelo menos 150 cm de profundidade e composição mineralógica da fração areia de quartzo (mínimo 95%). São solos com baixa disponibilidade de água, pouco estruturados, na maioria

com baixa reserva de nutrientes e muito vulneráveis a degradação. Há algumas décadas, estes solos não eram recomendados para o uso com lavouras, porém nos dias atuais existem áreas de cultivos de grãos com alta tecnologia associada incorporando esses solos ao agronegócio. Porém, na agricultura de sequeiro estes solos ficam mais sujeitos a déficits hídricos. E, é importante destacar que esses solos, por terem baixa capacidade de adsorção de íons, estão mais sujeitos a contaminação das águas subterrâneas se manejados de forma inadequada. Essa subordem ocupa 7,3% das terras do Piauí. São muito comuns no litoral do Estado (Figura 9).

Figura 9 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO observados no litoral do estado do Piauí, Luís Correia (PI). a- perfil do solo. b- paisagem de ocorrência em dez. 2015



Fonte: Autor.

Os Neossolos Flúvicos são solos com sequência de horizontes A-C, originários de sedimentos aluviais, não podem apresentar horizonte glei dentro de 50 cm de profundidade. É comum apresentarem distribuição errática dos teores de carbono orgânico e textura indiscriminada, resultantes dos

ciclos de deposição de sedimentos. São solos muito utilizados com agricultura de vazante. Muitos deles têm boa fertilidade, outros podem apresentar problemas com salinidade. Ocupam apenas 0,6% das terras do Piauí (Figura 10).

Os Neossolos Regolíticos se diferenciam dos Neossolos Litólicos pelo contato lítico a mais de 50 cm de profundidade. São solos geralmente pedregosos e cascalhentos com baixa aptidão agrícola. Ocupam somente 53,3 km² do território piauiense.

Figura 10 - NEOSSOLO FLÚVICO observados no litoral do estado do Piauí, Delta do Parnaíba (PI)



Fonte: Autor, em dez. 2015.

Nitossolos

São solos constituídos de material mineral de textura argilosa ou muito argilosa que apresentam horizonte A seguido de horizonte B nítico, com argila de atividade baixa ou caráter alítico. Nitossolos geralmente não têm policromia, o que os

difere dos Argissolos. O horizonte B nítico é caracterizado por estrutura bem desenvolvida e cerosidade no mínimo comum e moderada, o que evidencia o processo de translocação de argila.

Os Nitossolos são geralmente bem desenvolvidos, bem estruturados, com boa drenagem e boa aeração. Quando em relevo plano e eutróficos podem conduzir a elevadas produtividades. No Piauí predominam os Nitossolos Vermelhos que ocupam 72,5 km² do território.

Planossolos

São solos com constituição mineral com horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico. Horizonte plânico sem caráter sódico perde em precedência taxonômica para o horizonte plântico.

Planossolos são solos com certa restrição a drenagem, evidenciado pelas cores neutras ou acinzentadas do horizonte B plânico, normalmente com baixa porosidade e adensamento do horizonte B. Apresentam mudança textural abrupta, o que confere a estes solos uma elevada erodibilidade natural. Normalmente estes solos são recomendados para o uso com pastagens, porém os Planossolos Háplicos quando tiverem horizonte A ou A+E de espessura superior a 50 cm, poderão ser recomendados para o uso agrícola. Os Planossolos Nátricos apresentam muito forte limitação ao uso agrícola devido à elevada saturação por sódio, superior a 15%, sendo recomendados para pastagem natural ou para preservação da flora e da fauna. Os Planossolos Háplicos (Figura 11) ocupam 1% do território do Estado, enquanto os Planossolos Nátricos somente 0,02%.

Figura 11 - PLANOSSOLO HÁPLICO observado em Campo Maior (PI)



Fonte: Autor, em 31 maio 2014.

Plintossolos

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário em uma das seguintes condições:

- a) Iniciando dentro de 40 cm da superfície do solo; ou
- b) Iniciando dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei ou imediatamente abaixo de horizonte A, E ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

Os Plintossolos Pétricos (Figura 12) ocupam 4,5% do estado do Piauí, sendo formados por horizonte litoplíntico ou concrecionário, portanto com forte impedimento para o uso agrícola. Sendo o revolvimento do solo muito difícil em muitos desses solos.

Os Plintossolos Argilúvicos apresentam elevado gradiente textural, sendo considerados solos com alta erodibilidade. Os Plintossolos Háplicos só apresentam horizonte plíntico como diagnóstico. Assim como os Planossolos, são mais aptos para agricultura quando o horizonte A ou A+E tiver espessura superior a 50 cm. Os Plintossolos Argilúvicos ocupam 2,3% das terras do Estado e os Plintossolos Háplicos somente 0,02%.

Figura 12 - PLINTOSSOLO PÉTRICO observado em Curralinhos (PI)



Fonte: Autor, em 09 abr. 2015.

Vertissolos

São solos de constituição mineral com horizonte vértico entre 25 e 100 cm de profundidade e relação textural insuficiente para caracterizar B textural. Devem conter no mínimo 30% de argila nos primeiros 20 cm superficiais de solo; no período seco apresentar fendas verticais de 1 cm de largura por 50 cm de profundidade; e não ter outro horizonte diagnóstico acima do horizonte vértico.

No Piauí foram verificados Vertissolos Ebânicos (0,08% do território), que são solos de cores muito escuras, e Vertissolos Háplicos (0,04%), que são solos que não apresentam horizonte glei no perfil do solo.

São solos com argila de atividade alta e expansíveis quando secos, de consistência muito dura e no período chuvoso, devido à expansão da argila, têm a drenagem impedida. Portanto, apresentam fortes impedimentos físicos para o uso agrícola. Estes solos, se permanentemente saturados por água, podem ser cultivados com rizicultura e também pastagens. Do ponto de vista químico podem apresentar boa disponibilidade de nutrientes quando eutróficos.

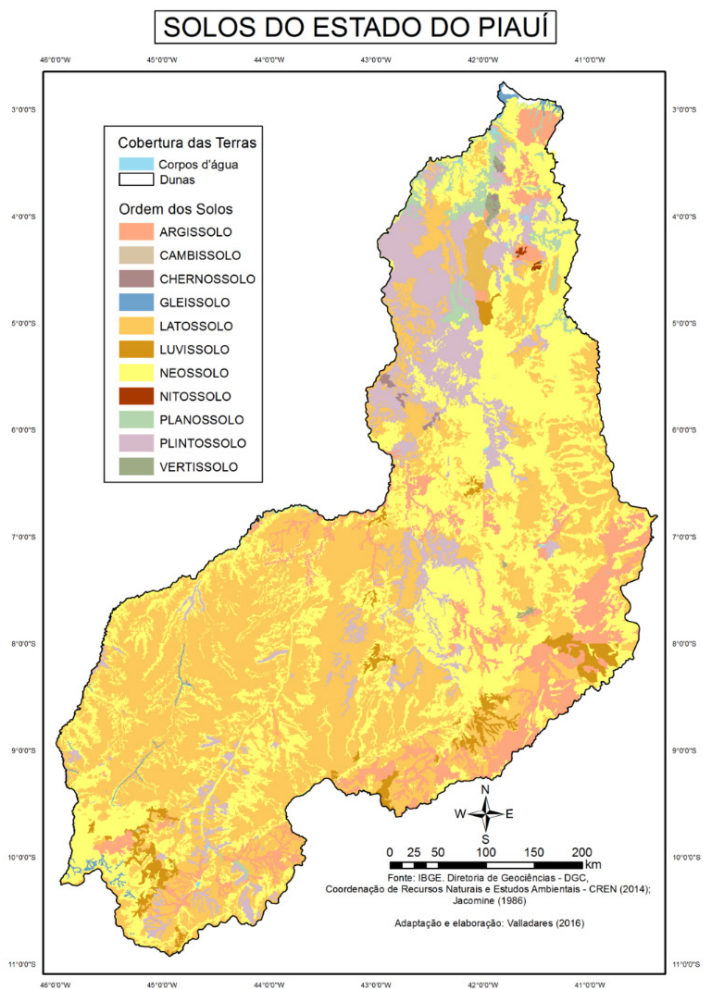
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SOLOS DO ESTADO DO PIAUÍ

As ordens de solos do estado do Piauí têm grande associação com o material geológico que deu origem aos solos. Nas porções sudeste e extremo sul do Estado, dominadas por rochas cristalinas, pode-se observar maior ocorrência de Argissolos, enquanto nas demais áreas, dominadas por rochas sedimentares e sedimentos, predominam Neossolos, Latossolos e Plintossolos. O Mapa 1 e a Tabela 1 apresentam, respectivamente, a distribuição das ordens de solos e as áreas em km² e % no nível de subordem de solos.

Tabela 1 - Ordens e subordens de solos do estado do Piauí

Unidades de Mapeamento	Área (km²)	%
Corpos d' água	716,4	0,28
Dunas	133,5	0,05
Cambissolos Háplicos	9,6	0,00
Plintossolos Pétricos	11.311,8	4,50
Plintossolos Argilúvicos	5.742,2	2,28
Plintossolos Háplicos	59,2	0,02
Gleissolos Sálícos	336,6	0,13
Gleissolos Háplicos	377,2	0,15
Latossolos Amarelos	79.267,5	31,51
Latossolos Vermelho-Amarelos	173,9	0,07
Chernossolos Argilúvicos	251,8	0,10
Nitossolos Vermelhos	72,5	0,03
Argissolos Amarelos	1.071,7	0,43
Argissolos Vermelhos	4.349,0	1,73
Argissolos Vermelho-Amarelos	9.344,7	3,71
Neossolos Litólicos	111.891,5	44,48
Neossolos Quartzarênicos	18.471,1	7,34
Neossolos Regolíticos	53,3	0,02
Neossolos Flúvicos	1.617,8	0,64
Planossolos Nátricos	55,9	0,02
Planossolos Háplicos	2.497,3	0,99
Luvissolos Crômicos	3.487,5	1,39
Vertissolos Ebânicos	190,2	0,08
Vertissolos Háplicos	95,3	0,04
TOTAL	251.577,7	100,00

Mapa 1 - Principais ordens de solos do estado do Piauí



Fonte: DCG/CREN, 2014; Jacomine *et al.*, 1986.

EROSÃO DOS SOLOS E DESERTIFICAÇÃO

A erosão dos solos, processo que consiste no desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo, causado pela água e pelo vento, é um problema que de há muito afeta as populações humanas. Grandes civilizações e impérios como o Mesopotâmico e o Romano decaíram como resultado do desencadeamento dos processos de erosão que conduziram ao esgotamento dos seus solos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Contudo, há que se estabelecer diferenças entre a erosão geológica ou natural e a erosão acelerada. A erosão geológica ou natural se manifesta como uma ocorrência normal dos processos geo-genéticos de evolução da crosta terrestre e que, ao longo do tempo, conduzem à modelagem do relevo e à formação dos solos, enquanto a erosão acelerada ou antrópica (BOAVENTURA, 1986) verifica-se a partir do momento em que o homem faz uso do ambiente de maneira inadequada (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999; VIEIRA *et al.* 1996), quando então o processo erosivo adquire velocidade e proporções acima da erosão geológica.

Dentre as consequências da erosão acelerada ou antrópica podem ser citadas a redução das camadas superiores do solo, perda da sua estrutura, diminuição na disponibilidade de água, de nutrientes, da matéria orgânica, redução da fertilidade, perda de áreas agricultáveis que, isoladamente ou em conjunto, conduzem a decréscimos do potencial produtivo agrícola, com consequente êxodo rural e agravamento dos problemas sociais nos centros urbanos (TÁVORA, 1984; BAHIA *et al.* 1992; VIEIRA *et al.* 1996; MARQUES, 1996).

A erosão hídrica se constitui a principal forma de erosão dos solos nas condições da agricultura brasileira, pelo que desperta a atenção de vários estudiosos no Brasil (MARTINS FILHO, 1984; BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999; LEITÃO 1995; VIEIRA *et al.*, 1996; MARQUES,1996).

Na erosão hídrica, dois processos devem ser considerados: a) a ação das gotas das chuvas que golpeiam o solo, promovendo a desagregação das partículas de sua superfície, no local que sofre o impacto; b) o transporte das partículas desagregadas tanto por salpicamento como por arraste do seu ponto de origem para um novo destino (EL-SWAIFY *et al.* 1982; BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

A erosão do solo pela água é um processo complexo que depende de um conjunto de fatores básicos, tais como quantidade, intensidade e duração da chuva, natureza do solo, declividade da superfície do terreno e o tipo de uso da terra pelo homem. A ação destes fatores básicos é claramente modificada pela presença e natureza da cobertura vegetal (EL-SWAIFY *et al.* 1982; VIEIRA *et al.* 1996; BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

Desse modo, podemos inferir que a depender das diferentes características dos solos, das características das chuvas, do tipo de relevo, dos diferentes tipos de uso e manejo da terra, com seus diferentes tipos de cobertura vegetal, teremos diferentes intensidades dos processos erosivos, que resultaram em distintos processos de degradação ambiental.

No estado do Piauí, destaca-se a desertificação, um tipo de degradação da terra que resulta de uma interação de fatores físicos, biológicos, sociais, econômicos, culturais e políticos.

As consequências da desertificação são amplas, complexas e variadas e resultam na diminuição da produtividade dos ecossistemas causada pelo regime de precipitações pluviométricas baixas e erráticas, pela diminuição da disponibilidade de água e nutrientes para as plantas e ainda pela erosão dos solos, que se inicia a partir da remoção da cobertura vegetal, através de desmatamentos, queimadas e superpastoreio. Dentre as consequências da desertificação ocasionadas por estes processos podem ser relacionadas (NIMER, 1988; INSTITUTO DESERT, 2001):

- I. Impactos sobre os recursos naturais** - empobrecimento da flora e fauna nativas, degradação dos solos (erosão acelerada, redução da capacidade de retenção de água), degradação dos recursos hídricos (assoreamento dos cursos d'água e reservatórios e redução do lençol freático) e degradação da cobertura vegetal;
- II. De natureza socioeconômicas** - redução da produção animal e agrícola, desestruturação da economia, diminuição de renda e consumo das populações, empobrecimento da população, migração desta para os centros urbanos em busca de melhores condições de vida, crescente poluição dos núcleos urbanos.

Estudo de Aquino (2002) indica que 45,3% das terras piauienses são Terras Secas, suscetíveis à desertificação. Estas áreas no estado do Piauí localizam-se na porção sudeste do Estado, dominada por clima de natureza subúmida seca e semiárida e com uma cobertura vegetal rarefeita. Fato que, aliado aos costumeiros usos da terra de modo inadequado,

potencializam os processos de desertificação nesta porção do Estado.

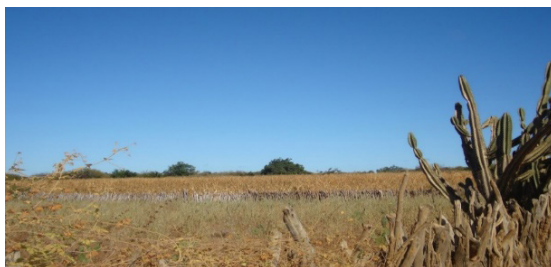
As figuras 13 e 14 denotam o tipo de cobertura vegetal e uma das tipologias de uso da terra em ambiente semiárido do Piauí.

Figura 13 - Prática de pecuária extensiva bovina em ambiente recoberto por vegetação do tipo caatinga no município de São Raimundo Nonato



Fonte:

Figura 14 - Ao fundo, prática agrícola de subsistência (cultivo de milho) no município de São Raimundo Nonato



Fonte:

Embora fora do escopo da Convenção de Combate a Desertificação que define desertificação como a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas (UNITED NATIONS, 1997), faz-se necessário uma menção acerca do intenso processo de degradação das terras verificado no Núcleo de Gilbués, Piauí, notadamente no que se refere à degradação dos diferentes tipos de solos da região, que culminam em redução e perda da produtividade biológica e econômica dos municípios que integram o referido Núcleo, a saber: Avelino Lopes, Barreiras do Piauí, Bom Jesus do Piauí, Corrente, Cristalândia, Curimatá, Gilbués, Monte Alegre do Piauí, Morro Cabeça no Tempo, Parnaguá, Redenção do Gurguéia, Riacho Frio, São Gonçalo do Gurguéia e Sebastião Barros (MACAMBIRA, 2016).

As Figuras 15 e 16 denotam o grau de degradação das terras no município de Gilbués, Piauí.

Figura 15 – Solo exposto, recoberto por pavimentos rochosos e sobre ação do pastejo do gado



Fonte: <https://br.pinterest.com/thiagorgm11/nordeste/>

Figura 16 – Processos de erosão com perda de horizontes superficiais do solo



Fonte: Autor, em 18 ago. 2016.

Vieira e Lima, (2007) afirmam que a erosão dos solos provoca o assoreamento dos rios, numa intensidade que compromete os principais leitos e mananciais do município e seus vizinhos. As fortes chuvas que ocorrem de outubro a abril contribuem para levar os sedimentos do solo com a consequente abertura de voçorocas. Já no período de estiagem, que vai do final de abril ao início de outubro, fortes ventos assolam a região. Esses ventos varrem a superfície e transportam os grãos de areia de um local para o outro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos constituem-se um recurso natural básico, muito importante para o desenvolvimento da vida na terra e ainda para o desenvolvimento econômico de qualquer região. As características dos solos dependem de um conjunto de fatores que analisados de modo integrado, favorecem o entendimento acerca de suas principais limitações e potencialidades.

No estado do Piauí constata-se uma diversidade de solos com distintas características que muitas vezes estão submetidos à interferência humana de modo inadequado através de práticas de desmatamento indiscriminado, queimadas e sobrepastejo de bovinos, caprinos e ovinos, culminando com a degradação dos mesmos.

Considerando a importância deste recurso natural, ressalta-se a necessidade de levantamentos mais detalhados de solos para estado do Piauí para fins de Planejamento que envolva atividades agrosilvipastoris; suporte para cadastros rurais; avaliação de terras, escolha de áreas para projetos de colonização ou loteamentos rurais e urbanos etc.

REFERÊNCIAS

BAHIA, V. G.; N. CURI.; CARMO, D. N. do; MARQUES, J. J. G. S. M. Fundamentos de erosão do solo (tipo, formas, mecanismos, fatores determinantes e controle). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n.176, p. 25-31, 1992.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo, Ícone ed., 1999.

BOAVENTURA, R. S. Erosão acelerada e desertificação. *In: Seminário sobre Desertificação no Nordeste* - SEMA, Brasília, 1986.

DGC - Diretoria de Geociências.; CREN - Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais –, 2014. **Mapa de Solos**. Folhas: SB.23 – Teresina; SA.23 – São Luís; SA.24 – Fortaleza; SC.23 – São Francisco; SB 24.23 – Jaguaribe.

EL-SWAIFY, S. A.; DANGLER, E. W.; ARMSTRONG, C. L. **Soil erosion by water in the tropics**. Honolulu: Research extension service nº 024, University of Hawaii. 1982.

INSTITUTO DESERT. Sobre desertificação. Disponível em: www.desert.org.br/sobre_desert/index.html, Acesso em: 16 out. 2001.

JACOMINE, P. K. T. *et al.* **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do estado do Piauí**. Recife: EMBRAPA/SNLCS, SUDENE/DRN, v. 1 e 2, Boletim de pesquisa nº 26 e nº 36, 1986.

LEITÃO, H. H. F. **Propriedades, erodibilidade e produtividade de camadas de Podzólico Vermelho-amarelo eutrófico e Cambissolo eutrófico, submetidas à erosão simulada**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Solos. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.

MACAMBIRA, D. M. A história ambiental e o processo de desertificação em Gilbués, Piauí. *In: Informe Econômico*, Ano 19, n. 36, junho, 2016.

MARQUES, J. J. G. de S. M. **Estimativas e comparações dos fatores erosividade das chuvas e erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

MARTINS FILHO, E. C. **Análise comparativa de métodos de avaliação da erodibilidade em Latossolo Vermelho-amarelo distrófico**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Solos. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1984.

NIMER, E. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, n.1, p. 7 – 39, 1988.

RADAMBRASIL. Brasil, Ministério das Minas e Energia. **Levantamento de Recursos Naturais:** Parte das Folhas SC.23 – Rio São Francisco e SC.24 Aracaju. Salvador, v.1, 1973 a.140p.

RADAMBRASIL. Brasil, Ministério das Minas e Energia. **Levantamento de Recursos Naturais:** Folha SB.23 – Teresina e parte da Folha SB.24 Jaguaribe. Salvador, v. 2, 1973b. 133p.

RADAMBRASIL. Brasil, Ministério das Minas e Energia. **Levantamento de Recursos Naturais:** Folhas SA.23 – São Luís e parte da Folha SA.24 – Fortaleza. Salvador, v. 3, 1973c.129p.

TÁVORA, M. R. P. **Erodibilidade e perdas por erosão de Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico e Areias Quartzozas Distróficas na região de Ibiapaba – Ceará.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Solos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1984.

VIEIRA, M. N. F.; VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C.; CHAVES, R. S. **Levantamento e Conservação do Solo.** Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1996.

VIEIRA, V. C. B. LIMA, M. G. **Diagnóstico hidroclimático do município de Gilbués-PI, II CONNEPI, João Pessoa-PB, p. 1-10, 2007.**

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO COM O USO DE BIOFERTILIZANTE

MONIKUELLY MOURATO PEREIRA

EUGÊNIO FERREIRA COELHO

HELIO GONDIM FILHO

FRANCISCO EDÉR RODRIGUES DE OLIVEIRA

INTRODUÇÃO

A necessidade de fornecer nutrientes às plantas, levando em consideração os custos de produção, o aumento da demanda na produção de alimentos e os problemas ambientais que a sociedade atual vem enfrentando, faz com que as pesquisas no setor agrícola se desenvolvam de forma crescente (CHICONATO *et al.*, 2013).

Os principais fatores que afetam diretamente o crescimento das plantas são nutrientes, água, ar e espaço para o crescimento das raízes. A capacidade do solo de fornecer esses requisitos no ambiente radicular é geralmente chamada de fertilidade (AWEKE *et al.*, 2015).

Um biofertilizante é simplesmente uma substância que contém microorganismos vivos que quando aplicados ao solo, colonizam a rizosfera e promovem o crescimento, aumentando o suprimento ou a disponibilidade de nutrientes para a planta hospedeira (ITELIMA *et al.*, 2018).

O conhecimento sobre as alterações físicas e qualidade do solo é importante para o direcionamento adequado das estratégias de manejo a serem utilizadas quando da exploração do solo por cultivos agrícolas (ALENCAR *et al.*, 2015).

De forma indireta, a matéria orgânica proveniente da aplicação de biofertilizante pode melhorar os atributos físicos do solo em função do efeito floculante próprio da matéria orgânica que melhora o movimento do ar, da água e dos nutrientes, o que permite incrementar o crescimento e a penetração de raízes no solo (CHICONATO *et al.*, 2013).

Na literatura especializada, em contraste com os indicadores de fertilidade química, existem poucos estudos relacionando atributos físicos do solo com a aplicação de biofertilizantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes frequências de aplicação e doses do biofertilizante ‘Vairo’ em um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico nos atributos físicos do solo cultivado com a bananeira ‘Grande Naine’.

REVISÃO DE LITERATURA

Influência da aplicação de biofertilizante nos atributos físicos do solo

O conhecimento da geometria e magnitude do espaço poroso do solo é essencial para entender a dinâmica da água e do soluto do solo, bem como a difusão do gás (BALL *et al.*, 2007). O desenvolvimento das plantas é significativamente afetado pela capacidade do solo de promover uma troca gasosa

adequada entre a rizosfera e a atmosfera (SILVA *et al.*, 2009). Portanto, a quantificação e o monitoramento de propriedades relacionadas ao sistema poroso do solo são importantes para avaliar sua funcionalidade física.

A permeabilidade ao ar intrínseca do solo e os índices de continuidade e comprimento dos poros são parâmetros que influenciam os fluxos de gás e água do solo. Assim, são relevantes para a caracterização do espaço poroso do solo e a identificação de alterações na estrutura do solo, uma vez que são sensíveis aos efeitos das práticas de manejo (CAVALIERI *et al.*, 2009).

O sistema poroso do solo pode ser significativamente alterado por diferentes fatores, e frequentemente ocorre como resultado de ações antrópicas associadas aos usos da terra (COSTA *et al.*, 2014). As práticas de manejo do solo têm um grande impacto na aeração do solo. Práticas que promovem a perturbação do solo com o uso de arados tendem a aumentar o volume de poros, a permeabilidade do solo e o armazenamento de ar (BRAUNACK; DEXTER, 1989).

Nesse cenário, a adição de material orgânico, como o biofertilizante bovino, tem sido uma alteração antrópica utilizada para melhorar o desempenho funcional no sistema agrícola (KITAMURA *et al.*, 2008); no entanto, a magnitude da alteração na estrutura e funcionalidade do sistema poroso do solo, causada pela adição de biofertilizante bovino, precisa ser melhor detalhada.

Os principais atributos físicos que podem ser melhorados com o uso de biofertilizante no solo são a velocidade de infiltração, aeração e armazenagem de água (MELO, 2011).

As práticas de manejo e a aplicação de biofertilizante podem alterar os atributos físicos do solo, destacando-se a densidade, o arranjo e o volume dos poros (COMIN *et al.*, 2013). Essas alterações influenciam nos atributos físicos-hídricos, dentre elas a porosidade, a retenção de água no solo, disponibilidade de água às plantas e a resistência a penetração (BEUTLER *et al.*, 2006).

Os efeitos dos fertilizantes orgânicos sobre os atributos físicos do solo dependem da quantidade e da qualidade dos materiais utilizados e podem variar de acordo com o tipo de solo (RAUBER *et al.*, 2012). O principal atributo físico relacionado à dinâmica do carbono orgânico é a agregação do solo, influenciando indiretamente a densidade, porosidade, retenção de água e a capacidade de infiltração, que são todos fundamentais para capacidade produtiva do solo (SILVA *et al.*, 2006).

A matéria orgânica reduz a densidade do solo diretamente, devido à mistura de um material de 0,2 a 0,4 g cm⁻³ com o solo de 1,2 a 1,4 g cm⁻³ e indiretamente pelo seu efeito na estruturação do solo, aumentando o espaço poroso e tornando-o menos denso (KIEHL, 1985).

Mellek *et al.* (2010) analisaram os efeitos de doses crescentes de biofertilizante bovino em um Cambissolo derivado de arenito, sendo observada melhora na estrutura do solo, por exemplo, redução da densidade e aumento de macroporosidade, estabilidade de agregados e taxa de infiltração de água. Contudo, pouco se sabe em relação ao efeito da aplicação de biofertilizante líquido sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e condução experimental

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, com coordenadas geográficas 12°40'19"S; 39°06'22"W; 225 m, no período de julho de 2015 a julho de 2018. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico, (EMBRAPA, 1993, atualizado por SANTOS *et al.*, 2018). O clima é classificado como tropical úmido (Af) segundo a classificação de Köppen, com ocorrência de precipitação em quase todos os meses do ano (ALVARES *et al.*, 2014).

O delineamento experimental utilizado no experimento foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5. Os tratamentos consistiram em três frequências de aplicação (F1=15, F2=30 e F3=45 dias) e cinco doses do biofertilizante tipo 'Vairo' (0, 100, 180, 280 e 375 mL planta⁻¹), totalizando 15 tratamentos com três repetições, com seis plantas úteis por tratamento.

A cultivar utilizada no estudo foi a 'Grande Naine' (AAA), cujas mudas micropropagadas foram plantadas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m, com uma densidade de 1.600 plantas ha⁻¹ em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m.

O biofertilizante foi preparado em reservatórios plásticos com capacidade para 200 L, utilizando-se os seguintes ingredientes: 80 L de esterco bovino e 80 L de água. O biofertilizante foi aplicado pelo método de irrigação localizada, do tipo gotejamento sendo utilizados arranjos com uma linha

lateral de gotejamento por fileira de plantas, com três emissores autocompensantes de 4 L h^{-1} por planta, com um emissor junto à planta e outros dois espaçados de 0,5 m do primeiro.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e, quando significativos os dados obtidos a partir das frequências de aplicação, aplicou-se teste de média e os dados obtidos a partir das doses de biofertilizante foram submetidos a análise de regressão utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

As coletas das amostras de solo foram realizadas ao final dos três ciclos consecutivos de cultivo em cada parcela. Amostras de solo deformadas e indeformadas foram coletadas a 0,30 m de distância da planta na profundidade de 0,20 m com auxílio de um trado tipo Uhland e encaminhadas ao Laboratório de Física do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura para análises pertinentes.

VARIÁVEIS ANALISADAS

Análise granulométrica

Para a realização da análise granulométrica as amostras de solo foram secas e passadas em peneira, obtendo assim 20g de terra fina seca ao ar (TFSA) para cada amostra. Posteriormente, as amostras foram imersas em solução de NaOH (1 mol L^{-1}) e água destilada. As frações de areia, silte e argila foram determinadas pelo método da pipeta. A dispersão química foi realizada durante 10 minutos. As areias foram separadas em peneira de

malha 0,053 mm de diâmetro e o silte e a argila por sedimentação, conforme a Lei de Stokes (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Densidade do solo (Ds)

Amostras de estrutura indeformada foram coletadas com amostrador tipo Uhland, com cilindro interno de 50 cm³, em seguida foram secas em estufa até peso constante calculado conforme Teixeira *et al.* (2017).

Porosidade total(a), macroporosidade e microporosidade

A porosidade total (PTotal) (%) foi calculada a partir da relação entre a densidade do solo (Ds) e a densidade de partículas (Dp). A microporosidade (PMicro) (%) foi determinada pelo método da mesa de tensão, pela aplicação de tensão correspondente a 6 kPa sobre as amostras até a obtenção de equilíbrio indicado pelo fim da drenagem. A macroporosidade (PMacro) (%) foi calculada por diferença entre a porosidade total e a microporosidade (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Estabilidade de agregados (EA)

A estabilidade dos agregados foi obtida por via úmida, sendo as amostras coletadas com auxílio de enxadão. Na separação dos agregados por via úmida, foi adotado o procedimento descrito por Teixeira *et al.* (2017), estabelecendo-se quatro classes de tamanho de agregados estáveis (2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,25 mm) de malha. Assim, 100 g dos agregados foram pré-umedecidos por capilaridade, transferidos para dois

conjuntos com as cinco peneiras supracitadas e submetidos à agitação vertical (42 ciclos por min) durante 15 min, imersos em recipiente com água. O solo retido em cada peneira foi seco em estufa a 105 °C, durante 24 h. Em seguida, foi pesada e calculada a massa e a porcentagem de agregados estáveis em cada uma das classes de diâmetro de agregados.

Condutividade hidráulica saturada (Ko)

A condutividade hidráulica foi determinada saturando-se as amostras por 24 horas, em seguida foram colocadas em permeômetro de carga constante de acordo com Teixeira *et al.* (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para os atributos físicos do Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico cultivado com bananeira ‘Grande Naine’ sob frequências de aplicação e doses do biofertilizante ‘Vairo’ não mostrou efeito dos tratamentos nesses atributos no primeiro e segundo ciclo de cultivo. Indica que o biofertilizante se comportou de maneira semelhante dentro das doses e frequências de aplicação. No entanto, no terceiro ciclo de cultivo apresentou resposta significativa para a variável densidade do solo (Ds). Para esta variável, constatou-se efeito significativo das doses de biofertilizante ($p < 0,01$) e da interação dos fatores estudados ($p < 0,01$), frequência de aplicação x doses de biofertilizante (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para atributos físicos do solo, no 1º, 2º e 3º ciclo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2016/2018

FV	GL	Quadrado médio					
		PTotal	Pmacro	PMicro	Ds	Ko	EA
1º ciclo (2016)							
Bloco	2	0,31 ^{ns}	6,43 ^{ns}	8,82 ^{ns}	0,005 ^{ns}	45626,08 ^{ns}	16,99 ^{ns}
Frequência (F)	2	29,22 ^{ns}	5,94 ^{ns}	9,34 ^{ns}	0,003 ^{ns}	1943,89 ^{ns}	4,83 ^{ns}
Erro 1	4	26,34	4,68	15,90	0,005	13665,65	42,88
Dose (D)	4	21,11 ^{ns}	10,01 ^{ns}	24,08 ^{ns}	0,007 ^{ns}	3378,00 ^{ns}	33,51 ^{ns}
Interação (FxD)	8	21,54 ^{ns}	6,22 ^{ns}	15,83 ^{ns}	0,010 ^{ns}	21860,52 ^{ns}	76,12 ^{ns}
Erro 2	24	25,61	7,69	22,50	0,006	19491,69	40,08
Total corrigido	44						
CV 1 (%)		17,14	18,34	21,97	3,95	92,63	10,43
CV 2 (%)		16,90	23,51	26,14	4,65	110,63	10,09
2º ciclo (2017)							
Bloco	2	7,569 ^{ns}	37,35 ^{ns}	11,87 ^{ns}	0,02 ^{ns}	7872,08 ^{ns}	65,09 ^{ns}
Frequência (F)	2	24,86 ^{ns}	29,29 ^{ns}	0,186 ^{ns}	0,01 ^{ns}	41691,80 ^{ns}	23,77 ^{ns}
Erro 1	4	0,868	3,417	1,681	0,02	27777,87	40,97
Dose (D)	4	2,473 ^{ns}	1,98 ^{ns}	2,913 ^{ns}	0,02 ^{ns}	71107,15 ^{ns}	17,65 ^{ns}
Interação (FxD)	8	3,497 ^{ns}	2,316 ^{ns}	2,872 ^{ns}	0,01 ^{ns}	27053,61 ^{ns}	102,84 ^{ns}
Erro 2	24	5,585	4,6	2,792	0,01	61784,83	56,15
Total corrigido	44						
CV 1 (%)		3,13	17,43	6,77	8,07	61,36	10,14
CV 2 (%)		7,94	20,22	8,72	6,26	91,51	11,88
3º ciclo (2018)							
Bloco	2	18,4 ^{ns}	9,76 ^{ns}	2,18 ^{ns}	0,001 ^{ns}	63878,82 ^{ns}	72,26 ^{ns}
Frequência (F)	2	0,29 ^{ns}	4,59 ^{ns}	4,98 ^{ns}	0,001 ^{ns}	24533,05 ^{ns}	30,99 ^{ns} 53,31
Erro 1	4	7,11	11,13	4,16	0,011	40370,84	53,31
Dose (D)	4	5,19 ^{ns}	7,75 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,012^{**}	55436,77 ^{ns}	25,19 ^{ns}

Interação (FxD)	8	7,15 ^{ns}	8,67 ^{ns}	1,57 ^{ns}	0,005**	25127,94 ^{ns}	87,47 ^{ns}
Erro 2	24	3,77	5,57	3,17	0,002	19992,91	56,49
Total corrigido Orrigido	44						
CV 1 (%)		8,73	29,8	10,55	6,05	132,63	11,48
CV 2 (%)		6,36	21,09	9,20	2,26	93,34 34	11,82

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; * = Significância p0,05; ** = Significância p0,01; ^{ns} = Não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; F = Frequência de aplicação do biofertilizante; D = Dose do biofertilizante; PTotal = Porosidade total (%); PMacro = Macroporosidade (%); PMicro = Microporosidade (%); Ds = Densidade do solo (g cm⁻³); Ko = Condutividade hidráulica saturada (cm h⁻¹); EA = Estabilidade de agregado (%).

Conforme observado, não houve influência significativa da frequência de aplicação e doses de biofertilizante sobre a PTotal, PMacro e PMicro (%), Ko (cm h⁻¹) e EA (%). Porém, a aplicação de biofertilizante possibilitou uma tendência de diminuição nos valores médios da PTotal, PMacro e um aumento da PMicro quando comparados com o solo antes e após aplicação dos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios dos atributos físicos do solo, antes da aplicação dos tratamentos e após os três ciclos da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2015/2018

Ciclos	Porosidade (%)		
	PTotal	Pmacro	Pmicro
Antes dos tratamentos	33,60	16,36	17,24
1º	29,94	11,80	18,15
2º	29,77	10,60	19,16
3º	30,54	11,19	19,34

PTotal = Porosidade total; PMacro = Macroporosidade; PMicro = Microporosidade.

De acordo com Kiehl (1979), o solo ideal é aquele com valores entre 10 a 16% para macroporosidade e de até 33% para microporosidade e acima de 50% para porosidade total do solo. Desse modo, o solo estudado encontra-se próximo da faixa ideal com exceção da PTotal que se encontra abaixo de 50% (Tabela 2).

Analisando-se os valores médios de Ds e Ko para as doses de aplicação nos três ciclos de cultivo, foi possível correlacioná-las entre si e com as doses de biofertilizante. Nota-se que as doses correlacionaram-se de maneira negativa com a Ds e de maneira positiva com a Ko o que, obviamente, resultou na correlação negativa entre Ds e a Ko. Houve uma tendência da Ko aumentar de acordo com a diminuição da Ds, e de forma oposta, houve uma tendência de aumento da Ko conforme ocorreu aumento da macroporosidade (Tabela 3). Mesquita e Moraes (2004) relatam que é possível relacionar a condutividade hidráulica e a macroporosidade. Stone *et al.* (2002) observaram maiores valores de condutividade hidráulica no solo quando se tem um solo com menor densidade, corroborando com os resultados obtidos nesse experimento indicando que houve um possível melhoramento das condições físicas do solo após três anos de aplicação de biofertilizante.

O desdobramento da frequência de aplicação x doses de biofertilizante para Ds no terceiro ciclo de cultivo mostra ajuste de equação apenas para a frequência de 15 dias (Figura 1). Nesta frequência de aplicação, observa-se que a Ds comportou-se de forma linear decrescente com decréscimo de 0,02 Ds g cm⁻³ por aumento unitário na dose de biofertilizante. Os

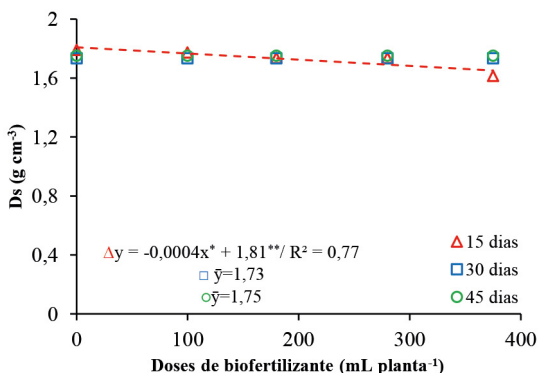
tratamentos que receberam incorporação de biofertilizante no solo apresentaram Ds sempre com valores médios menores que os das testemunhas, tendo a dose 375 mL planta⁻¹ os menores valores.

Tabela 3 - Correlação entre doses de biofertilizante e densidade do solo (Ds) (g cm⁻³) e condutividade hidráulica saturada (Ko) (cm h⁻¹), densidade do solo (Ds) (g cm⁻³) e condutividade hidráulica (Ko) e macroporosidade (%) e Ko (cm h⁻¹). Cruz das Almas, BA, 2018

	Dose	Ds	Ko	Pmacro
Dose	1			
Ds	-0,68*	1		
Ko	0,97**	-0,78**	1	
MA	0,77**	-0,60	0,84**	1

* = Significância (p0,05); ** = Significância (p0,01); Ds = Densidade do solo (g cm⁻³); Ko = Condutividade hidráulica saturada (cm h⁻¹); PMacro = Macroporosidade (%).

Figura 1 - Densidade do solo (Ds) (g cm⁻³) em função do desdobramento das doses de biofertilizante dentro da frequência de aplicação de 15 dias para o terceiro ciclo de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2018



O desdobramento das frequências de aplicação dentro das doses é apresentado na Tabela 4. Nota-se que apenas na maior

dose de biofertilizante (375 mL planta⁻¹) houve diferença significativa entre as frequências de aplicação. Neste tratamento, as frequências de 30 e 45 dias apresentaram valor médio de Ds significativamente superior (p0,01) em comparação à frequência de 15 dias, possivelmente em função do aporte de matéria orgânica dessa frequência, uma vez que àquela reduz diretamente a densidade do solo devido à densidade da matéria orgânica ser menor que a do solo (mineral) (KIEHL, 1985). Resultado semelhante a essa pesquisa foi encontrado por Sharpley e Moyer (2000) que realizaram estudo com o objetivo de detectar as mudanças nos atributos físicos do solo afetadas pelo uso de biofertilizantes provenientes de vários tipos de animais (bovino, suíno, ovino), observaram que, na medida em que se aumentaram as doses de biofertilizante, houve diminuição da densidade do solo.

Tabela 4 - Desdobramento da frequência de aplicação dentro das doses de biofertilizante para densidade do solo (g cm⁻³) no terceiro ciclo de cultivo da bananeira, cv. Grande Naine, fertirrigada com biofertilizante via gotejamento. Cruz das Almas, BA, 2018

Doses (mL planta ⁻¹)	Frequências (dias)		
	15	30	45
	Ds (g cm ⁻³)		
0	1,79 a	1,75 a	1,76 a
100	1,77 a	1,73 a	1,74 a
180	1,74 a	1,78 a	1,80 a
280	1,74 a	1,67 a	1,72 a
375	1,61 b	1,73 a	1,73 a

Ds = Densidade do solo; Letras iguais para mesma dose de biofertilizante não diferem entre si pelo teste de Tukey (p0,05).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dose de 375 mL planta⁻¹ na frequência de 15 dias proporcionou menor valor de densidade de solo no cultivo da bananeira ‘Grande Naine’ fertirrigado via gotejamento.

Agradecimentos: À FAPESB pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, T. L. D.; CHAVES, A. F.; SANTOS, C. L. A. D.; ASSIS JÚNIOR, R. N. D.; MOTA, J. C. A. Atributos físicos de um Cambissolo cultivado e tratado com biofertilizante na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, p. 737-749, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2014.

AWEKE, M.; GELAW, R.; SINGH, R.; LAL, R. Soil Quality indices for evaluating smallholder agricultural land uses in Northern Ethiopia. **Sustainability**, v. 7, p. 2322-2337, 2015.

BALL, B. C.; WATSON, C. A.; BADDELEY, J. A. Soil physical fertility, soil structure and rooting conditions after ploughing organically managed grass/clover swards. **Soil use and management**, v. 23, p. 20-27, 2007.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. D. C.; SILVA, A. P. D. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 787-794, 2006.

BRAUNACK, M. V.; DEXTER, A. R. Soil aggregation in the seedbed: a review II. Effect of aggregate sizes on plant growth. **Soil and Tillage Research**, v. 14, p. 281-298, 1989.

CAVALIERI, K. M. V.; da SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; LEÃO, T. P.; DEXTER, A. R.; HÅKANSSON, I. Long-term effects of no-tillage on dynamic soil physical properties in a Rhodic Ferrasol in Paraná, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 103, p. 158-164, 2009.

CHICONATO, D. A.; DE SIMONI, F.; GALBIATTI, J. A.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Biosci. J.**, v. 29, p. 392-399, 2013.

COSTA, P. A.; MOTA, J. C. A.; ROMERO, R. E.; FREIRE, A. G.; FERREIRA, T. O. Changes in soil pore network in response to twenty-three years of irrigation in a tropical semiarid pasture from northeast Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 137, p. 23-32, 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, BA). **Levantamento detalhado dos solos do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas: 1993. 126 p. (Embrapa-CNPMP. Boletim de Pesquisa, 7).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

ITELIMA, J. U.; BANG, W. J.; SILVA, M. D.; ONYIMBA, I. A.; EGBERE, O. J. A review: Biofertilizer - A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. **Microbiol Biotechnol Rep**, v. 2, p. 22-28, 2018.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: Relações solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; PAZ GONZALEZ, A. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 405-416, 2008.

MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L. da.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; de SOUZA, J. L. M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. **Soil Tillage Research**, v. 110, p. 69-76, 2010.

MELO, W. B. **Produção do consórcio milho (*Zea mays* L.) X feijão (*Vigna unguiculata* L.) em função do uso de biofertilizante**. 51p. Monografia (Curso de graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

MESQUITA, M. G. B. F.; MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, v. 34, p. 963-969, 2004.

RAUBER, L. P.; PICCOLLA, C. D.; ANDRADE, A. P.; FRIEDERICHS, A.; MAFRA, Á. L.; CORRÊA, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A. Physical properties and organic carbon content of a Rhodic Kandiuoxfertilized with pig slurry and poultry litter, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1323-1332, 2012.

SANTOS, H. G dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C do; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R.; CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 530 p.

SHARPLEY, A.N.; MOYER, B. Phosphorus forms in manure and compost and their release during simulated rainfall. **Journal of Environmental Quality**, v. 29, p. 1462-1469, 2000.

SILVA, J. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, L. F. C. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2563-2572, 2008.

SILVA,; CARVALHO, J. G. Avaliação nutricional da bananeira “Prata-Anã” (AAB), sob irrigação, no semiárido no Norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n.4, p. 731-739, jul./ago. 2005.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 207-212, 2002.

TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo** – 3. ed. rev. e ampl.– Brasília, DF : Embrapa, 2017. 573 p. il. color. ISBN 978-85-7035-771 -7

SISTEMA DE PREPARO DO SOLO EM AMBIENTE DE TABULEIRO COSTEIRO DO ESTADO DA BAHIA

JOSÉ RENATO OLIVEIRA MASCARENHAS

SIMONE ALVES SILVA

MONIKUELLY MOURATO PEREIRA

HELIO GONDIM FILHO

INTRODUÇÃO

A grande demanda por óleos vegetais no Brasil, gerada pelo Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), fez com que o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), uma espécie até então desvalorizada, se tornasse alternativa para fornecimento de matéria-prima na produção de biodiesel (COSTA *et al.*, 2015). O cultivo do pinhão manso na Região Nordeste do Brasil é considerado promissor, tendo em vista as condições edafoclimáticas exigidas para o pleno desenvolvimento da cultura (LIMA *et al.*, 2012).

O pinhão manso da família Euforbiácea é apontado como uma das culturas mais promissoras para produção do biodiesel e inserção na cadeia produtiva familiar. Apesar do seu zoneamento agrícola ainda não definido, a cultura tem sido difundida como tolerante à seca, adaptada às diferentes

condições ambientais, além de apresentar baixa exigência nutricional e elevado teor de óleo em seus grãos. É uma espécie perene que produz por até 40 anos, em colheita parcelada, possibilitando a fixação da mão-de-obra no campo; além de adaptar-se a terrenos com declive limitante às culturas anuais e não ser utilizada para consumo humano devido aos princípios tóxicos presentes na planta (CASTRO *et al.*, 2008; LAVIOLA *et al.*, 2011).

As informações sobre o sistema radicular de qualquer planta são indispensáveis na concepção do planejamento de sistemas de manejo do solo que visem à otimização da produtividade agrícola (BONI *et al.*, 2008). As raízes são necessárias para maximizar o aproveitamento de água e nutrientes, elementos essenciais à vida vegetal (COSTA *et al.*, 2015).

A penetração das raízes é limitada pela resistência do solo e, de modo geral, o valor de 2,0 Mega Pascal (Mpa) tem sido indicado como impeditivo para o crescimento de raízes e também da parte aérea das plantas (TARDIEU, 1994). O aumento da resistência invariavelmente reduz o crescimento das plantas, independentemente se a excessiva resistência foi causada por uma redução da umidade ou aumento da densidade do solo (SILVA; GIAROLA, 2001; TAYLOR; GARDNER, 1963).

Os solos dos Tabuleiros Costeiros são formações terciárias que aparecem desde o Amapá até o Rio de Janeiro, ocupando cerca de 10 milhões de hectares apenas no litoral do Nordeste. A região de ocorrência dos Tabuleiros apresenta significativa importância econômica e social devido à alta densidade

demográfica e ao enorme potencial como produtora de alimentos, principalmente frutas (REZENDE *et al.*,2002; SOUZA *et al.*,2008).

Segundo Souza *et al.* (2008), embora os solos dos Tabuleiros Costeiros sejam considerados profundos, apresentam horizontes coesos, com estrutura maciça e consistência dura a extremamente dura, principalmente quando estão secos, prejudicando a dinâmica da água no perfil e, principalmente, o crescimento do sistema radicular das culturas. Souza (1997) afirma que uma das medidas para aumentar a produtividade e a longevidade das culturas, em tais condições, é a melhoria do crescimento radicular em profundidade, o que aumenta a superfície de absorção de nutrientes e, principalmente, de água pelas plantas, minimizando assim os efeitos das frequentes estiagens verificadas em grande parte da região de tais solos.

A influência do sistema radicular sobre as características da planta, frequentemente é negligenciada em estudos agrônômicos, pois os trabalhos avaliando as raízes são muito mais complexos que estudos realizados avaliando a parte aérea das plantas. Muitas características das plantas de pinhão manso, tais como tolerância à seca e rápido crescimento em solos degradados, são intimamente dependentes das características de suas raízes. A formação do sistema radicular de plantas perenes é influenciada também pelo método de propagação e alguns danos ou deformações ocorridas na fase de desenvolvimento e crescimento inicial das plantas não podem ser reparados posteriormente. Essas deformações podem não causar a morte da planta, entretanto, pode comprometer seu

desenvolvimento e produtividade por todo o ciclo produtivo, o que pode representar décadas de produção abaixo de seu potencial agrônomo (SEVERINO *et al.*, 2007).

Portanto, uma avaliação ganha importância, não só para auxiliar a verificação da qualidade do preparo do solo utilizado, mas também para auxiliar o estabelecimento de limites de compactação que não afetem o desenvolvimento radicular das plantas nos diferentes sistemas de cultivo. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, em condições de campo, o efeito de sistemas de preparo de um Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico sobre a densidade do sistema radicular de plantas de pinhão manso.

REVISÃO DE LITERATURA

Características gerais do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)

O pinhão-manso pertence à família botânica Euphorbiaceae (CONTRAN *et al.*, 2013). É uma planta perene, cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Possui grande variação em sua arquitetura, apresentando de uma a várias ramificações e hábito de crescimento variando de arbustivo a arbóreo (SUNIL *et al.*, 2013). *J. curcas* L. possui grande habilidade para sobreviver em ambientes áridos, onde seu cultivo pode proporcionar benefícios como controle da erosão e conservação da água subterrânea (KRISHNAMURTHY *et al.*, 2012; EHRENSPERGER *et al.*, 2015). O pinhão-manso é uma planta monoica apresentando flores masculinas e femininas

na mesma inflorescência (NEGUSSIE *et al.*, 2014). O peso e a aderência do pólen limitam seu transporte pelo vento (NEGUSSIE *et al.*, 2014; NIETSCHKE *et al.*, 2014). No entanto, os insetos desempenham papel importante na polinização do pinhão-mansão (VAKNIN, 2012; NEGUSSIE *et al.*, 2015). O sistema de cruzamento do pinhão manso ainda é pouco conhecido. Estudos recentes indicam que há predominância de autofecundação intra inflorescência e/ou intra planta em detrimento da fertilização cruzada (BRESSAN *et al.*, 2013). Dependendo de fatores genéticos e ambientais, as inflorescências são produzidas pela primeira vez de três meses a três anos após a semeadura (MARTIN; MONTES, 2015). A propagação do pinhão-mansão pode ser feita por sementes ou vegetativamente através de estacas (CONTRAN *et al.*, 2013). A parte comercial mais importante da planta são seus grãos, que possuem alto conteúdo de óleo e proteína, adequados para criação de produtos de alto valor. Nos grãos, a presença de ésteres de forbol determina a destinação a dois mercados: alimentício e de bioenergia (SÁNCHEZ-ARREOLA *et al.*, 2015).

Estudos recentes indicam que a produtividade de sementes de pinhão-mansão no estágio de maturidade (3 anos) varia entre 500 e 3000 kg ha⁻¹, dependendo dos genótipos e das condições ambientais (WANI; GARG; CHANDER, 2016). No México, a existência um germoplasma de *J. curcas* L. que não possui ésteres de forbol (que são tóxicos para animais e humanos) abre a possibilidade para utilização desta planta para a indústria alimentícia (VERA-CASTILLO *et al.*, 2014). Além disso, plantas de baixa estatura podem aumentar a produtividade

dos grãos, a eficiência da colheita manual e o potencial de uma possível colheita mecanizada. Resultados iniciais de hibridação são altamente animadores para produção de sementes explorando-se a heterose (SENGER; MARTIN; MONTES, 2016). Todos esses fatos, além da grande variação genética e do curto intervalo de geração, fazem do pinhão-manso uma espécie promissora para domesticação e melhoramento.

Solos coesos dos Tabuleiros Costeiros

O termo “Tabuleiros Costeiros” é uma referência à topografia predominantemente plana, do tipo tabular e, com menos frequência, suavemente ondulada, em que se constata a ausência de vales profundos ou encostas com fortes declividades, que ocupam uma zona úmida costeira das regiões Norte, Nordeste e Sudeste, sob clima de estações secas e úmidas bem definidas (JACOMINE, 2001). As elevações dos Tabuleiros Costeiros têm variações de 30 a 150 m acima do nível do mar, Sobral *et al.* (2002).

Na região Nordeste, os Tabuleiros Costeiros ocupam aproximadamente 8.420.000 hectares, representando 14% dos nove estados, onde estão concentrados 45% de sua população. Os Tabuleiros constituem uma das 20 grandes unidades de paisagens da região nordeste (SILVA JÚNIOR, 2006).

Nos Tabuleiros há a ocorrência de horizontes coesos, ou seja, com horizontes pedogenéticos subsuperficiais adensados, muito duros a extremamente duros quando secos, passando a friáveis ou firmes quando úmidos (BRASIL, 2013). A coesão ocorre tanto nas áreas sob florestas e áreas sob cultivos, por

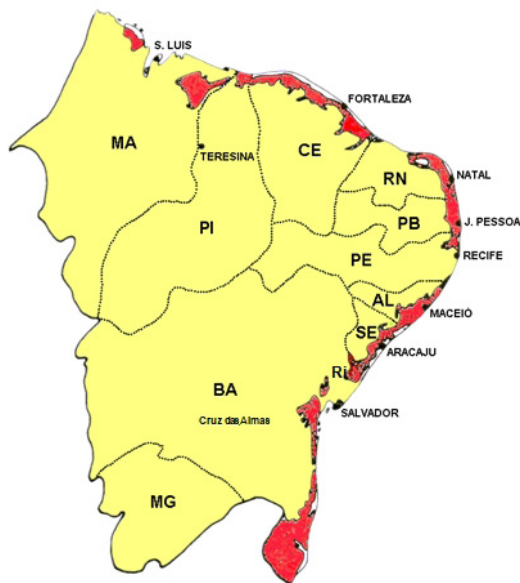
isso, não se considera o fenômeno como herança do manejo, a ocorrência indica ser um processo de transformação do seu material de origem (RIBEIRO, 1991).

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado na área experimental do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBIO) do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, Bahia, nos anos agrícolas de 2017/2018. O município está situado na região fisiográfica do Recôncavo Baiano, apresentando as coordenadas geográficas de 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 220 m. O clima do município, de acordo com a classificação de Thornthwaite, é subúmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 e 1.300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1° C, 82% de umidade relativa do ar e o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso de textura argilosa e relevo plano (Figura 1) (RODRIGUES *et al.*, 2009).

Figura 1 - Faixa da Região Nordeste do Brasil mostrando os Tabuleiros Costeiros (em vermelho) e localização do Município de Cruz das Almas-BA. Área total dos Tabuleiros 98.503 km², correspondendo a 5,92% da área total da região



Fonte: Rezende *et al.*, 2002.

Produção das mudas de pinhão manso

As mudas de pinhão manso foram produzidas em estufa do NBIO, visando ao controle de luminosidade, temperatura, umidade e ataque de pragas e doenças, durante o mês de abril de 2017.

O substrato para o cultivo das mudas foi constituído por uma mistura contendo 25 kg de condicionador de solos Vivatto Plus; 0,1 m³ de vermiculita expandida da AgroFloc; 10 kg de esterco de boi e cabra da Confertil; 5 kg de húmus; 10 kg de calcário e 100 kg de terra de barranco (D'OLIVEIRA *et al.*, 2013) (Figura 2A).

Os recipientes utilizados para produção das mudas foram vasos de plásticos com 2,8 dm³, de modo a proporcionar melhor desenvolvimento do sistema radicular, evitando o enovelamento e má formação das raízes (Figura 2B).

Figura 2 - Composição do substrato (A) e distribuição dos recipientes na estufa (B). Cruz das Almas-BA, 2017



Fonte: NBIO/Mascarenhas, 2017

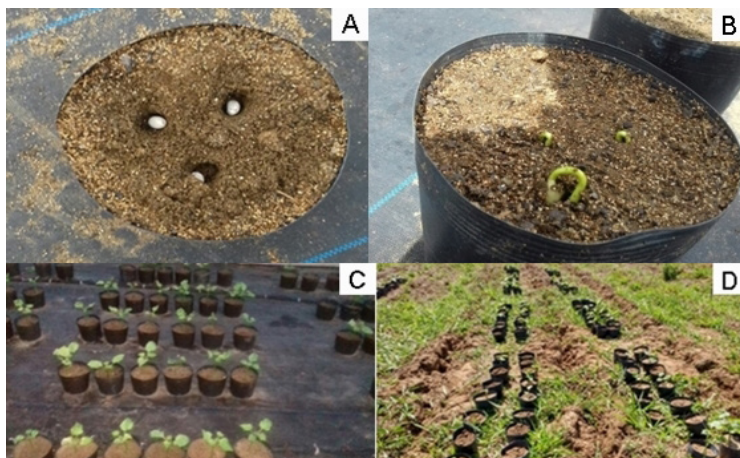
As sementes produzidas no Banco Ativo de Germoplasma - BAG do NBIO, após tratamento com o fungicida Monceren® (3,0 g do produto comercial por kg de sementes) (MENDONÇA *et al.*, 2000), foram imediatamente distribuídas numa profundidade de 1,0 cm equidistantes de 5,0 cm (Figura 3A).

A germinação das sementes começou cinco dias após o plantio (Figura 3B) e, com 20 dias, as plântulas foram desbastadas, deixando-se apenas uma planta por vaso (Figura 3C).

A irrigação das mudas foi realizada sempre que o substrato demonstrava baixa umidade, detectada pelo aspecto visual e consistência, tomando-se o cuidado para não respingar nas folhas visando evitar contágio com fungos. Semanalmente as mudas eram pulverizadas com calda bordalesa como controle preventivo da mela (VIEIRA JÚNIOR *et al.*, 2009).

Após 45 dias, as mudas foram transferidas para o campo, ainda no recipiente, para aclimação durante cinco dias, onde permaneceram até o plantio (Figura 3D).

Figura 3 - Distribuição das sementes de pinhão manso nos recipientes (A), germinação das sementes (B), desbaste das plântulas (C) e aclimação das mudas durante cinco dias do transplantio para o campo (D), Cruz das Almas - BA, 2017.



Fonte: NBIO/Mascarenhas, 2017

Antes do preparo, foram coletadas amostras do solo para realização de análise química e granulométrica para recomendações de calagem e adubação, para a cultura do pinhão manso (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo e granulometria de um Latossolo Amarelo Distrocoso Típico nas profundidades de 0-0,20 e 0,20-0,40 m. Cruz das Almas, BA, 2017

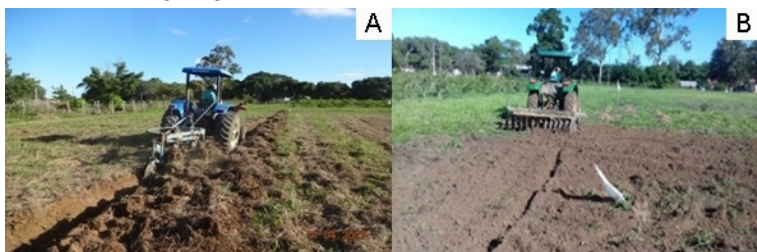
Prof. (m)	pH	Al	H+Al	Ca+Mg	Ca	P	K	Areia%	Silte%	Argila%
0-0,20	4,97	0,19	2,03	1,23	1,16	2,4	22,5	65,84	13,07	21,09
0,20-0,40	5,05	0,20	2,03	1,16	0,71	2,2	50,0	57,75	14,99	27,26

Prof. = Profundidade (m); pH = Potencial hidrogeniônico (em água); Al = Alumínio (); H+Al = Acidez potencial; Ca+Mg = (cmol_c dm⁻³); Ca = Cálcio (cmol_c dm⁻³); P = Fósforo (mg dm⁻³); K = Potássio (cmol_c dm⁻³).

Preparo do solo e instalação do experimento em campo

O experimento foi instalado em delineamento de blocos inteiramente casualizados, esquema fatorial 3 x 2 x 2 (profundidade x sistema de preparo do solo x pontos de coleta), onde foram avaliadas três profundidades de coleta das amostras (0-0,25; 0,25-0,50 e 0,50-0,75 m), dois sistemas de preparo do solo (convencional e reduzido) e dois pontos de coleta (nas linhas e entrelinhas de plantio a 0,30; 0,60 e 0,90 m da planta) em três genótipos (UFRB 25, UFRB32 e UFRB 15) com três repetições, com três plantas por parcela útil.

Figura 4 - Preparo convencional do solo latossolo distrófico coeso, com uma aração e duas gradagens em sentidos contrários. Cruz das Almas - BA, 2017

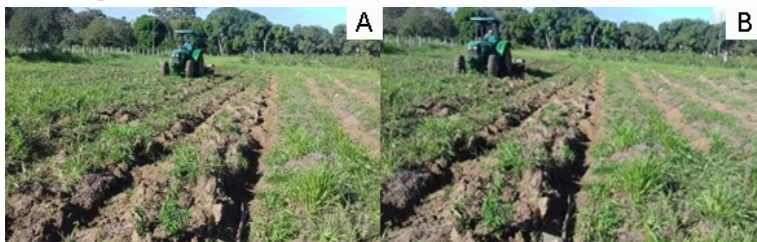


Fonte: NBIO/Mascarenhas, 2017.

O preparo convencional do solo foi realizado em abril de 2017, com uma aração e duas gradagens em sentidos contrários, utilizando um trator da marca New Holland TL 75 E, tendo a ele acoplado um arado de disco reversível Baldan, modelo ARH (L), com três lâminas de corte de 55 cm, cortando a uma profundidade de 0,40 m. Após a aração distribuíram-se 1.100 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico PRNT 60% em ambos os sistemas de preparo, conforme análise de solo, sendo incorporado com uma grade niveladora de 24 discos, da marca BALDAN,

com duas passagens em sentidos contrários para destorroamento do solo (Figura 4A e 4B). Para o preparo reduzido ou subsolado utilizou-se trator da marca New Holland, modelo TL 75 E, possuindo tração traseira auxiliar (TTA), potência nominal de 90 KW a 2.200 rpm, peso total de 3.462 kg, com operador, e um subsolador TATU Marchesan, modelo AST/MATIC 450, apenas com uma haste de subsolagem na linha de plantio, cortando a uma profundidade de 0,60 m e um disco de corte liso de 0,50 m de diâmetro na frente para corte da vegetação e incorporação do calcário dolomítico (Figura 5A e 5B). O plantio foi realizado no espaçamento de 3m x 2m com densidade de 1.667 plantas ha⁻¹.

Figura 5 - Preparo reduzido com subsolagem na linha de plantio a uma profundidade de corte de 0,60 m. Cruz das Almas - BA, 2017



Fonte: NBIO/Mascarenhas, 2017.

Após o preparo do solo foram abertas as covas com as dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, tanto para cultivo no solo sob preparo convencional como no solo sob preparo reduzido, sendo que nestas elas foram abertas nos sulcos da subsolagem. Com base na análise de solo, realizou-se a seguinte adubação na cova de plantio: 100 g de calcário dolomítico PRNT 60%, 100 g do formulado 06-30-06 e 5 dm³ de esterco bovino de curral. Posteriormente, foram feitas adubações de cobertura

com duas aplicações de 50 g planta⁻¹ do formulado 20-00-20, em setembro e novembro de 2017. Em janeiro de 2018 foi feita mais uma adubação mineral com 100 g planta⁻¹ do formulado 20-05-20, e orgânica com 2 dm⁻³ planta⁻¹ de esterco bovino de curral (LAVIOLA; DIAS, 2008). A distribuição dos adubos foi realizada na projeção da copa e incorporada ao solo.

O controle das plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais a cada dois meses e a fitomassa residual foi utilizada como cobertura morta. As mudas foram plantadas no centro das covas, tomando-se o cuidado para retirá-las do recipiente sem a quebra do torrão.

Determinação da densidade de raízes de plantas de pinhão manso

As amostras de solo contendo raízes foram coletadas aos 18 meses após transplântio, no mês de dezembro de 2018, em dois planos perpendiculares, com a planta no ponto de intersecção dos mesmos, de maneira semelhante a um sistema de eixos cartesianos, onde a planta está no ponto zero (Figura 6). A primeira amostragem localizou-se a 0,30 m da planta, seguindo de 0,30 em 0,30 m até a distância de 0,90 m na linha e 1,20 m nas entrelinhas, ou seja, como as plantas estão no espaçamento de 3,00 x 2,00 m, foram amostrados três pontos no sentido da linha (0,30; 0,60 e 0,90 m) e três no sentido da entrelinha (0,40; 0,80 e 1,20 m) em três profundidades (0-0,25; 0,25-0,50 e 0,50-0,75 m), totalizando 108 amostras.

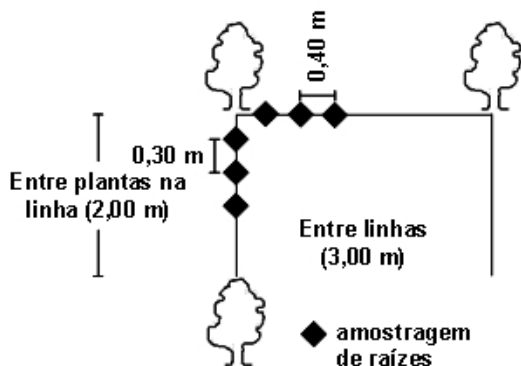
Para a coleta das amostras, utilizou-se um cilindro de aço de 0,25 m de comprimento com 0,06 m de diâmetro, com

volume de $0,00070686 \text{ m}^3$, o qual foi introduzido no solo com a umidade gravitacional entre 3,56% e 12,30%. O cilindro amostrador possui uma estria lateral que permite a retirada do solo do seu interior, separando-o de acordo com as profundidades avaliadas. As raízes coletadas foram separadas do solo com auxílio de uma peneira de malha de 2 mm, lavadas e colocadas em sacos de papel kraft previamente identificados de acordo com os pontos e profundidades de amostragens, sendo então acondicionadas em sala refrigerada. Posteriormente, as raízes foram distribuídas uniformemente, com o auxílio de uma pinça, em transparências para serem digitalizadas por meio de um “scanner” acoplado a uma impressora modelo HP Ink 410. As imagens digitalizadas das raízes foram processadas no aplicativo de computador GSRoot (GUDDANTI; CHAMBERS, 1993), obtendo-se o comprimento de raízes para as classes de diâmetro de 1, 1-2 e 2 mm. Os dados obtidos foram expressos em cm de raízes por dm^{-3} de solo, ou seja, em densidade de raízes no solo.

Análise estatística

Inicialmente, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, avaliando-se os fatores isolados, sistemas de preparo do solo, locais de coleta das amostras e profundidades, e as interações entre eles. As médias dos valores referentes à densidade de raízes foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Foi também realizada a distribuição espacial da densidade total de raízes para cada um dos sistemas de preparos do solo, utilizando-se o aplicativo Surfer, versão 7.

Figura 6 - Esquema de amostragem de raízes em plantas de pinhão manso, em Latossolo Amarelo Distrocoeso de Tabuleiro Costeiro em Cruz das Almas, BA



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os resultados da análise de variância para sistema de preparo do solo, pontos e profundidade de coleta de amostras de solo para determinação da densidade de raízes de plantas de pinhão manso. Foi observado efeito dos fatores isolados, sistema de preparo do solo (PS) e profundidade de coleta (Prof.C) das amostras sobre a densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso ($p < 0,01$).

Houve efeito das interações PS x PC (preparo do solo x ponto de coleta) e PS x Prof.C (preparo do solo x profundidade de coleta) sobre a densidade do sistema radicular nas plantas de pinhão manso ($p < 0,01$). As demais interações estudadas PC x Prof.C (ponto de coleta e profundidade de coleta) e PS x PC x Prof.C (preparo do solo, ponto de coleta e profundidade de coleta) não foram significativas sobre a densidade de raízes de plantas de pinhão manso.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância com quadrados médios, significâncias e coeficientes de variação para densidade de raízes de plantas de pinhão manso. Cruz das Almas - BA, 2018

Quadrado médio		
FV	GL	D.R
Sistema de Preparo do solo (PS)	1	3874,09 **
Ponto de coleta (PC)	1	0,001 ^{ns}
Profundidade de coleta (Prof.C)	2	2236,9181 **
Interação (PSxPC)	1	265,808 **
Interação (PSxProf.C)	2	268,09 **
Interação (PCxProf.C)	2	31,99 ^{ns}
Interação (PSxPCxProf.C)	2	61,445 ^{ns}
Erro	76	22,161
Total corrigido	107	
CV (%)	39,36	

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; * = Significância (p0,05); ** = Significância (p0,01); ^{ns} = não significativo pelo teste F; CV = Coeficiente de variação; D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm⁻³).

Observa-se que, independente da profundidade (Prof.C) e ponto de coleta das amostras (PC), as plantas de pinhão manso cultivadas em solo cujo sistema de preparo foi reduzido, apresentaram valores médios de densidade do sistema radicular de 17,95 cm de raízes por dm⁻³ de solo, enquanto que as plantas de pinhão manso cultivadas no solo com preparo convencional apresentaram em média de 5,97 cm de raízes por dm⁻³ de solo (Tabela 3). Resultado semelhante foi observado por Cintra e Libardi (1998) e Rezende *et al.* (2002) em citros, indicando que o cultivo de plantas em solos com a presença de horizontes coesos dificulta o aprofundamento do sistema radicular.

Tabela 3 - Densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso cultivadas em solo com sistema de preparo convencional e reduzido, independente da profundidade e ponto de coleta das amostras.

Cruz das Almas - BA, 2018

P.S	D.R (cm de raízes por dm ⁻³ de solo)
Convencional	5,97 B
Reduzido	17,95 A

P.S = Sistema de preparo de solo; D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm⁻³); Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Dentre as três profundidades amostradas, foi observada maior densidade de raízes de pinhão manso (20,45 cm de raízes por dm⁻³ de solo) na profundidade de 0-0,25 m independente do sistema de preparo do solo e do ponto de coleta das amostras (Tabela 4). Com base nos dados da Tabela 4 pode-se calcular a profundidade efetiva do sistema radicular do pinhão manso nas condições do estudo como sendo igual a 46,3 cm, na qual se localizavam 80 % das raízes, na média dos dois preparos do solo avaliados. Estudo realizado por Costa *et al.* (2015) demonstrou que aproximadamente 80% do sistema radicular do pinhão manso se encontra na camada de solo de 0-0,50 m, indicando ser 0,50 m a profundidade efetiva do sistema radicular do pinhão manso.

Tabela 4 - Densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso em três profundidades de coletas das amostras independente do sistema de preparo do solo e ponto de coleta. Cruz das Almas - BA, 2018

Prof.C	D.R (cm de raízes por dm ³ de solo)
0-0,25	20,45 A
0,25-0,50	10,57 B
0,50-0,75	4,87 C

Prof.C = Profundidade de coleta das amostras (m); D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm⁻³); Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A Tabela 5 apresenta resultados da densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso na interação entre sistemas de preparo do solo e pontos de coleta das raízes. Quando analisados os sistemas de preparo do solo entre cada um dos pontos de coleta das amostras, verificou-se que não houve diferença significativa na densidade de raízes em amostras coletada no sistema convencional e reduzido. Comportamento semelhante foi observado também quando as amostras de raízes foram coletadas nas linhas de plantio, em ambos os sistemas de preparo do solo.

Tabela 5 - Densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso em função dos sistemas de preparo e locais de coleta das amostras de solo.

Cruz das Almas - BA, 2018

PC	D.R	
	Convencional	Reduzido
Entrelinhas	4,40 Ba	7,54 Ba
Linhas	16,38 Aa	19,51 Aa

PC = Ponto de coleta das amostras; D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}); Letras maiúsculas comparam na coluna o efeito de cada sistema de preparo do solo entre os pontos de coleta e letras minúsculas comparam na linha o efeito de cada ponto de coleta entre os sistemas de preparo do solo. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Contudo, quando observados os pontos de coleta em cada um dos sistemas, verificou-se que no sistema convencional de preparo do solo houve maior densidade de raízes quando a amostragem foi realizada nas linhas de plantio (16,38 cm de raízes por dm^{-3} de solo), em comparação às amostras coletadas nas entrelinhas (4,40 cm de raízes por dm^{-3} de solo). Semelhante comportamento ocorreu no sistema reduzido, com maior densidade de raízes nas linhas (19,51 cm de raízes por dm^{-3} de solo) do que nas entrelinhas (7,54 cm de raízes

por dm^{-3} de solo). No entanto, tanto nas linhas como nas entrelinhas não houve diferença estatística entre os sistemas convencional e reduzido (Tabela 5).

Na Tabela 6, são apresentados os resultados da interação entre as profundidades de coleta das amostras e sistemas de preparo do solo. Observa-se, em todas as profundidades de coleta das amostras, maior densidade de raízes de pinhão manso no sistema de preparo reduzido na linha de plantio. Nas profundidades de 0,25-0,50 e 0,50-0,75 m, cujo preparo do solo foi convencional, a densidade de raízes de pinhão manso foi de 4,54 e 1,63 m de raízes por dm^{-3} de solo, respectivamente, nas amostras coletadas nessas mesmas profundidades, em sistema de preparo reduzido, foram registradas densidades de 16,59 e 8,10 cm de raízes por dm^{-3} de solo, respectivamente, portanto, valores superiores.

Analisando a densidade das raízes em cada sistema de preparo entre as diferentes profundidades de coleta, percebe-se que, no sistema convencional, nas profundidades de 0-0,25; 0,25-0,50 e 0,50-0,75 m, os valores registrados foram 11,74; 4,54 e 1,63 cm de raízes por dm^{-3} de solo, respectivamente.

Tabela 6 - Densidade do sistema radicular das plantas de pinhão manso em função dos sistemas de preparos e profundidade de coleta das amostras de solo. Cruz das Almas - BA, 2018

Prof.C	D.R	
	Convencional	Reduzido
0-0,25	11,74 Ab	29,15 Aa
0,25-0,50	4,54 Bb	16,59 Ba
0,50-0,75	1,63 Bb	8,10 Ca

Prof.C = Profundidade de coleta das amostras (m); D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}); Letras maiúsculas comparam na coluna o efeito de cada sistema de preparo do solo entre as profundidades de coleta das amostras e

letras minúsculas comparam na linha o efeito de cada profundidade de coleta das amostras entre os sistemas de preparo do solo. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Nas amostragens realizadas nas profundidades de 0-0,25 e 0,50-0,75m, não foi observada diferença significativa na densidade das raízes entre as coletas realizadas nas linhas e entrelinhas (Tabela 7). Contudo, na profundidade de 0,25-0,50m, amostras coletadas nas entrelinhas apresentaram maior densidade de raízes (11,66cm de raízes por dm^{-3} de solo) em comparação às amostras coletadas nas linhas (9,48cm de raízes por dm^{-3} de solo).

Nas coletas realizadas nas linhas e entrelinhas, de um modo geral, verificou-se redução da densidade de raízes nas diferentes profundidades de amostragem. Nas profundidades de 0-0,25; 0,25-0,50 e 0,50-0,75m foram registradas densidades de 20,60; 9,48 e 4,94cm de raízes por dm^{-3} de solo, respectivamente, coletas realizadas nas entrelinhas, nessas mesmas profundidades, apresentaram 19,99; 11,66 e 4,24cm de raízes por dm^{-3} de solo.

Tabela 7 - Densidade do sistema radicular de plantas de pinhão manso em função dos pontos e profundidade de coleta das amostras de solo. Cruz das Almas - BA, 2018

Prof.C	D.R	
	Linhas	Entrelinhas
0-0,25	20,60 Aa	19,99 Aa
0,25-0,50	9,48 Ba	11,66 Ba
0,50-0,75	4,94 Ba	4,24 Ba

Prof.C = Profundidade de coleta das amostras (m); D.R = Densidade de raízes (cm de raízes por dm^{-3}); Letras maiúsculas comparam na coluna o efeito de cada profundidade de amostragem do solo entre os diferentes pontos de coleta das amostras de solo e letras minúsculas comparam na linha o efeito de cada ponto de coleta entre as diferentes profundidades de amostragem do solo. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com Santos *et al.* (2012), o pinhão manso se mostrou suscetível à compactação do solo. Ademais, observou-se o declínio da produção de massa seca e fresca foliar, caulinar e radicular e o aumento do número de folhas secas, à medida que foi elevada a densidade do solo.

Conforme já abordado, no presente trabalho, 80% do sistema radicular do pinhão manso se encontra na camada de solo de 0 a 0,46m, indicando ser esta a profundidade efetiva do sistema radicular do pinhão manso no Latossolo Amarelo Distrocoeso Típico avaliado, corroborando com os resultados apresentados por (COSTA *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O preparo do solo reduzido favoreceu sobremodo o crescimento e o aprofundamento das raízes do pinhão manso em Latossolo Amarelo Distrocoeso de Tabuleiro Costeiro do estado da Bahia.

Agradecimentos: FUNCAP, CNPq, CAPES.

REFERÊNCIAS

BONI, G.; COSTA, C. A. G.; GONDIM, R. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; OLIVEIRA, V. H de. Distribuição do sistema radicular do cajueiro-anão precoce (clone CCP-09) em cultivo irrigado e sequeiro, Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, p. 1-6, 2008.

BRASIL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

BRESSAN, E. A.; SEBBENN, A. M.; FERREIRA, R. R.; LEE, T. S. G.; FIGUEIRA, A. *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) exhibits a mixed mating system, high correlated mating and apomixis. **Tree genetics & genomes**, v. 9, p. 1089-1097, 2013.

CASTRO, M.; DEVIDE, A. C.; ANACLETO, H. Avaliação de acessos de pinhão em sistema de agricultura. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 41-48, 2008.

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L. Caracterização física de uma classe de solo do ecossistema do tabuleiro costeiro. **Sci. agric.**, v. 55, p. 367-368, 1998.

CONTRAN, N.; CHESSA, L.; LUBINO, M.; BELLAVITE, D.; ROGGERO, P. P.; ENNE, G. State-of-the-art of the *Jatropha curcas* productive chain: from sowing to biodiesel and by-products. **Industrial crops and products**, v. 42, p. 202-215, 2013.

COSTA, F. R.; da SILVA, M. C.; EVANGELISTA, A. W. P.; de OLIVEIRA ROSA, F.; JUNIOR, J. A.; VILELA, V. S. Avaliação do sistema radicular de pinhão manso em diferentes níveis de irrigação localizada. **Revista Faculdade Montes Belos (FMB)**, v. 5, p. 19-139, 2015.

D'OLIVEIRA, P. S.; CICHELERO, W.; D'OLIVEIRA, L. S. S.; RINAUDO, R. Crescimento de mudas de pinhão-manso influenciado pelos tipos dos recipientes e composição dos substratos. **Tecnol. & Ciên. Agropec.** v. 7, p. 13-18, 2013.

EHRENSPERGER, A.; BACH, S.; LINIGER, H.; PORTNER, B.; AYELE, H. Effectiveness of *jatropha* barriers as a soil and water conservation technology to rehabilitate gullies in northern

Ethiopia. **Journal of soil and water conservation**, v. 70, p. 33A-38A, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

GUDDANTI, S.; CHAMBERS, J. GSRoot-Automated root length measurement program. **Users Manual, Version**, v. 5, 1993. 40p.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos do Brasil. *In*: CINTRA, F. L. D; ANJOS, J. L. dos; IVO, W. M. P. de M. Workshop Coesão em Solos dos Tabuleiros Costeiros, **Anais**, Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros. p. 161-168. 2001.

KRISHNAMURTHY, L.; ZAMAN-ALLAH, M.; MARIMUTHU, S.; WANI, S. P.; RAO, A. K. Root growth in *Jatropha* and its implications for drought adaptation. **biomass and bioenergy**, v. 39, p. 247-252, 2012.

LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; MENDONÇA, S.; ROSADO, T. B.; ALBRECHT, J. C. Caracterização Morfo-agronômica do banco de germoplasma de pinhão manso na fase jovem. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 371-379, 2011.

LAVIOLA, G.; DIAS, L. A. D. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** , v. 32, p. 1969-1975, 2008.

LIMA, M. L. B.; LIMA, V. S. F.; da SILVA, T. M.; de ALMEIDA, J. P. N. Pinhão manso como alternativa para produção de biodiesel. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, p.01-07, 2012.

MARTIN, M.; MONTES, J. M. Quantitative genetic parameters of agronomic and quality traits in a global germplasm collection reveal excellent breeding perspectives for *Jatropha curcas* L. **Gcb Bioenergy**, v.7, p.1335-1343, 2015.

MENDONÇA, J. M. A. D.; MIRANDA, J. C.; SOUZA, P. E. D.; LIMA, P. C.; AZEVEDO, P. J. D. C. Eficiência de monceren 25% pm (pencycuron) no controle do tombamento causado por *rhizoctonia solani* em plântulas de cafeeiro (*Coffea arabica*). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. **Anais**, Poços de Caldas - MG, v.1, p.253-256, 2000.

NEGUSSIE, A.; ACHTEN, W. M.; VERBOVEN, H. A.; AERTS, R.; SLOAN, R., HERMY, M.; MUYS, B. Conserving open natural pollination safeguards *Jatropha* oil yield and oil quality. **BioEnergy Research**, v.8, p.340-349, 2015.

NEGUSSIE, A.; ACHTEN, W. M.; VERBOVEN, H. A.; HERMY, M.; MUYS, B. Floral display and effects of natural and artificial pollination on fruiting and seed yield of the tropical biofuel crop *Jatropha curcas* L. **Gcb Bioenergy**, v.6, p.210-218, 2014.

NIETSCHKE, S.; VENDRAME, W. A.; CRANE, J. H.; PEREIRA, M. C. Assessment of reproductive characteristics of *Jatropha curcas* L. in south Florida. **Gcb Bioenergy**, v. 6, n. 4, p. 351-359, 2014.

REZENDE, J. D. O.; MAGALHÃES, A. D. J.; SHIBATA, R. T.; ROCHA, E. S.; FERNANDES, J. C.; BRANDÃO, F. J. C.; REZENDE, V. J. R. P. **Citricultura nos solos coesos dos tabuleiros costeiros: análises e sugestões**. Salvador: Seagri, v.3, p.17-28, 2002.

RIBEIRO, L. P. **Primeiras avaliações sobre a gênese dos solos coesos da região de Cruz das Almas-BA**. Salvador: UFBA, 1991. 22p.

RODRIGUES, M. D. G. F.; NACIF, P. G. S.; COSTA, O. V.; OLSZEWSKI, N. Solos e suas relações com as paisagens naturais no município de Cruz das Almas-BA. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, p. 193-205, 2009.

SÁNCHEZ-ARREOLA, E.; MARTIN-TORRES, G.; LOZADA-RAMÍREZ, J. D.; HERNÁNDEZ, L. R.; BANDALAGONZÁLEZ, E. R.; BACH, H. Biodiesel production and de-oiled seed cake nutritional values of a Mexican edible *Jatropha curcas*. **Renewable Energy**, v. 76, p. 143-147, 2015.

SANTOS, R. F., BORSOI, A., VIANA, O. H., VALENTE, V. C. Densidades do solo no cultivo do pinhão manso. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 2, p 21-34, 2012.

SENGER, E.; MARTIN, M.; MONTES, J. M. Parental and heterotic effects in *Jatropha curcas* L. seedlings. **Tropical Plant Biology**, v. 9, p. 42-49, 2016.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; BELTRÃO, N. D. **Formação do sistema radicular de plantas de pinhão manso propagadas por mudas, estacas e sementes**. Embrapa Algodão, 2007.

SILVA JÚNIOR, J. F.; NETO, I. A. A. M. B.; ESPÍNDOLA, M.C.; CARVALHO, N.S.G. Recursos genéticos nos tabuleiros costeiros e baixada litorânea do Nordeste. *In*: SILVA JUNIOR, J. F.; LÉDO, A. S. (Ed.). **A cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 57-74, 2006.

SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B. Estabelecimento de índice de resistência dos solos para quantificação do grau de coesão. *In: WORKSHOP SOBRE COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Aracaju*. 2001. p. 145-160.

SOUZA, L. D. S. Aspectos sobre o uso e manejo dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. **B. Inf. SBCS**, v. 22, p. 34-39, 1997.

SOUZA, L. D. S.; SOUZA, L. D.; PAIVA, A. Q.; RODRIGUES, A. C. V.; RIBEIRO, L. S. Distribuição do sistema radicular de citros em uma topossequência de solos de tabuleiro costeiro do estado da Bahia. **Bras. Ci. Solo**, n. 32, p. 503-513, 2008.

SUNIL, N.; KUMAR, V.; SUJATHA, M.; RAO, G. R.; VARAPRASAD, K. S. Minimal descriptors for characterization and evaluation of *Jatropha curcas* L. germplasm for utilization in crop improvement. **biomass and bioenergy**, v. 48, p. 239-249, 2013.

TARDIEU, F. Growth and functioning of roots and to root systems subject to soil compaction. Towards a system with multiple signaling? **Soil and Tillage Research**, v. 30, p. 217-243, 1994.

TAYLOR, H. M.; GARDNER, H. R. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content and strength of soil. **Soil Science** v. 96, p. 153-156, 1963.

VAKNIN, Y. The significance of pollination services for biodiesel feedstocks, with special reference to *Jatropha curcas* L.: a review. **Bioenergy research**, v. 5, p. 32-40, 2012.

VERA-CASTILLO, Y. B.; CUEVAS, J. A.; VALENZUELA-ZAPATA, A. G.; URBANO, B.; GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. Biodiversity and indigenous management of the endangered non-toxic germplasm of *Jatropha curcas* L. in the Totonacapan (Mexico),

and the implications for its conservation. **Genetic resources and crop evolution**, v. 61, p. 1263-1278, 2014.

VIEIRA JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, C. D. F.; ROCHA, R.; RAMALHO, A.; MARCOLAN, A.; GUEDES, M.; da SILVA, D. S. G. Ocorrência da mela (*Thanatephorus cucumeris*) em mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico**, 2009.

WANI, S. P.; GARG, K. K.; CHANDER, G. Water needs and productivity of *Jatropha curcas* in India: myths and facts. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 1 p. 240-254, 2016.

AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE EM REGIMES PLUVIOMÉTRICOS DISTINTOS NO SEMIÁRIDO CEARENSE

ANTONIA LUANA FERNANDES PRAXEDES

JAMILE INGRID DE ALMEIDA SALVIANO

JOSÉ DE JESUS SOUSA LEMOS

LUÍS CARLOS DOS SANTOS

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro, reconhecido oficialmente pelo governo Federal, é constituído por 1262 municípios dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Sendo estes os critérios para delimitação do Semiárido: a) precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; b) *índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50*; e c) o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (BRASIL, 2017).

Normalmente as secas geram uma série de impactos socioambientais e econômicos no semiárido nordestino, tais como a redução da produtividade agrícola, a perda significativa na pecuária e a redução dos níveis de água disponíveis para a população e para a dessedentação dos animais. Sendo

importante ressaltar que a seca contribui para o agravamento do fenômeno de desertificação do seminário brasileiro.

A cultura de feijão é de grande importância para agricultura familiar brasileira e desempenha um papel importante na alimentação da população, sendo este, rico em proteína (MOREIRA, 2013).

As atividades agrícolas no semiárido dependem de fatores climáticos, sendo elas sensíveis às mudanças climáticas. Porém, no Ceará isso é bastante evidente, tendo em vista que os avanços tecnológicos que permitem o cultivo, mesmo com as dificuldades hídricas, ainda não alcançaram grande número dos agricultores (LEMOS; BEZERRA, 2019).

Segundo Gomes (2017), “entre os elementos climáticos que possuem maior impacto nos setores da sociedade, o regime pluviométrico interfere nas atividades agrícolas e, dessa forma, no meio ambiente e na economia” (GOMES *et al.*, 2017, p.). O mesmo autor ainda diz que o desenvolvimento e crescimento das culturas agrícolas, em função da variabilidade temporal e espacial da distribuição das chuvas, determinam a aptidão e o manejo adequado do solo para a agricultura.

Portanto, a hipótese desse trabalho é que a pluviométrica interfere na capacidade de produção da cultura de feijão dos municípios de Quixeramobim e Pedra Branca entre o período de 1974 a 2017. Parte da metodologia baseou-se no trabalho de Lemos e Bezerra (2019) onde foi possível classificar o regime pluviométrico através do coeficiente de variação. Utilizou-se dados do IBGE para analisar o comportamento da produtividade agrícola do feijão.

Segundo Figueiredo (2006), o feijão é uma cultura de elevado padrão de risco, devido à grande sensibilidade tanto ao déficit hídrico quanto ao excesso de água. Devido a isso, é muito importante a tecnificação na sua produção que promovam ganhos de produtividade.

Desta forma, este estudo objetiva classificar o regime pluviométrico (Estiagem, Normal e Chuvoso) dos municípios de Pedra Branca e Quixeramobim, situados no Estado do Ceará, região do semiárido nordestino, para em seguida, medir a sua instabilidade. E, em sequência, avaliar o comportamento da produtividade agrícola do feijão, relacionando o regime pluviométrico desses municípios numa série de 44 anos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Semiárido é uma área muito extensa, que geralmente sofre com os déficits hídricos, sendo esta, a região mais afetada pelas frequentes secas no Nordeste. No Semiárido há significativa produção de alimentos, especialmente feijão, milho e mandioca, e uma pecuária tradicional, incluindo bovinos, ovinos e caprinos (DE NYS, 2016).

A demanda contínua por água, associada com a limitação na capacidade de uso dos recursos hídricos, conflitos entre usos e os danos causados pelo excesso e pela escassez de água, exige a cada dia um planejamento regional e eficiente para o aumento do uso otimizado da água. O conhecimento a respeito da distribuição espacial e temporal da oferta hídrica permite instituir diretrizes para a implementação de políticas de gestão deste recurso (HORIKOSHI; FISCH, 2007).

Na verdade, a precipitação é o elemento climático com maior variabilidade e, por esta razão, aquele que mais caracteriza o clima nessa região:

O Nordeste brasileiro apresenta acentuada variabilidade interanual, particularmente na precipitação, com alguns anos extremamente secos e outros extremamente chuvosos. Essa região é também uma das principais regiões onde os sinais da variabilidade intrassazonal são mais evidentes (CAVALCANTI, 2009).

As irregularidades no regime pluviométrico são provocadas pelas mudanças da frequência e/ou intensidade dos eventos de precipitação.

O Ceará, por estar em sua maior parte situado no semiárido, exibe uma cobertura vegetal típica de caatinga, não possuindo rios perenes e, por ser um dos Estados do Nordeste que denota maior vulnerabilidade à seca, as atividades econômicas, como a agropecuária, são objeto de severas limitações (SULIANO *et al.*, 2009).

A maioria das culturas agrícolas é explorada sob o regime de sequeiro, o que agrava ainda mais a produção em virtude dos efeitos climáticos adversos. No entanto, as irregularidades das chuvas impactam também na produção dos perímetros irrigados (CONAB, 2017).

Nesse contexto, o fenômeno das secas é apontado em diversos estudos como uma das principais variáveis responsáveis pelo atraso no desenvolvimento da Região Nordeste e, inclusive, do Ceará.

Com o surgimento das previsões climáticas, cuja antecedência pode ser de três a seis meses, para a região do nordeste do Brasil é possível conhecer o comportamento da precipitação em anos secos, regulares (ou normais) e chuvosos. O que auxiliará no melhor planejamento do plantio e na condução das culturas agrícolas, tendo em vista que a disponibilidade de água ao longo do ciclo das culturas é uma variável importante (MOURA *et al.*, 2010).

O diagnóstico de séries temporais de precipitação pluviométricas funciona como uma ferramenta de planejamento e pesquisa para as mais diversas áreas. O emprego desta técnica permite avaliar as anormalidades, as tendências e os impactos das chuvas em uma determinada região (COSTA; BECKER; BRITO, 2013; FILHO; ARAÚJO, 2015; SOUZA, 2019).

O monitoramento e análise do comportamento das chuvas na Região Nordeste, reveste-se de ampla importância, não exclusivamente sob o aspecto estritamente climático, mas também, pelas implicações de ordem econômica e social resultantes desse fenômeno, devido, dentre outros fatores, à sua espantosa anormalidade no decorrer do ano (XAVIER; DORNELLAS, 2005).

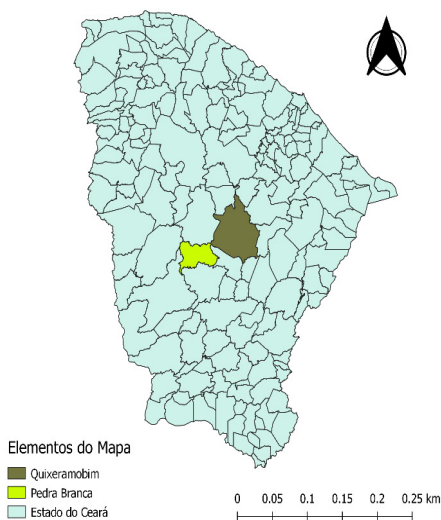
O clima é extremamente importante para a dinâmica do meio ambiente, sendo considerado um elemento condicionador em diversos aspectos, pois exerce influência direta nos processos tanto de ordem física quanto biológica, assim como na sociedade de um modo geral, visto que constitui um recurso essencial para a vida e para as atividades humanas (CHRISTOFOLETTI, 1993; RIPOLI; FERREIRA, 2014; SOUZA, 2019).

MATERIAL E MÉTODO

Os dados utilizados nessa pesquisa são secundários e foram obtidos através do banco de dados disponibilizado no site da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O período analisado foi de 1974 a 2017.

Os municípios selecionados para realização do estudo foi o de Quixeramobim e o de Pedra Branca, esses dois municípios estão localizados no semiárido do Estado do Ceará (Figura 1). A justificativa para a escolha desses municípios é porque eles estão inclusos no semiárido nordestino.

Figura 8 - Municípios do Ceará



Fonte: Autores (2019).

Conforme dados do IPECE (2017), Quixeramobim possui coordenadas de latitude 05°11'57" e de longitude 39°17'34". Sua área absoluta é de 3.275,6 km² e está a 191,7 m de altitude, sua distância em linha reta da capital do Ceará é de 183 km. Possui clima Tropical quente semiárido com temperatura média de 26°C a 28°C. O município de Quixeramobim possui pluviosidade anual de 707,7 mm e seu período chuvoso se concentra nos meses de fevereiro a abril.

Ainda segundo o IPECE (2017), Pedra Branca possui coordenadas de latitude 05°27'15" e de longitude 39°43'02". Sua área absoluta é de 1.303,3 km² e está a 500,7 m de altitude, sua distância em linha reta da capital do Ceará é de 236 km. Possui clima Tropical quente semiárido, com temperatura média de 24°C a 26°C. O município de Pedra Branca possui pluviosidade anual de 1.238,2 mm e seu período chuvoso se concentra nos meses de fevereiro a abril.

Para classificar a pluviometria dos municípios de Quixeramobim e Pedra Branca, o trabalho leva em consideração o que fizeram Lemos e Bezerra (2019) para o estado do Ceará com base em informações de pluviometria cobrindo o período de 1947 a 2017. Naquele estudo os autores calcularam a média e o desvio padrão das chuvas ocorridas naquele período. Construíram três períodos de pluviometria para o Estado: Estiagem, quando a pluviometria anual foi menor do que a *média menos meio desvio padrão*; Período Chuvoso, em que a pluviometria anual supera a média acrescida de meio desvio padrão; e período de normalidade pluviométrica quando os volumes das chuvas ficam intermediários àqueles

dois períodos. O Quadro 1 mostra os limites definidos para Lemos e Bezerra (2019):

Quadro 1 - Classificação da pluviometria

Períodos	Amplitude do C.V
Estiagem	Pluviometria (Média - ½ DP)
Normalidade	Pluviometria = (Média ± ½ DP)
Chuvoso	Pluviometria (Média + ½ DP)

Fonte: Lemos, Bezerra (2019).

Para o Estado do Ceará, Lemos e Bezerra (2019) encontravam os limites para períodos de Estiagem, Chuvoso e de Normalidade de acordo com o que está mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Regimes pluviométricos para o Ceará no período de 1947 a 2017

Regimes Pluviométricos (Amplitude)	Média (mm)	CV (%)
Estiagem ≤ 656,1mm	533,06	18,15
656,1mm Normal ≤ 927,7mm	774,82	10,45
Chuvoso 927,7mm	1.120,39	18,23

Fonte: Lemos, Bezerra (2019).

A pesquisa que se desenvolve tenta caracterizar a pluviometria dos municípios no período de 1974 a 2017 de acordo com essa classificação. Para verificar se a modelagem se adéqua aos municípios testa-se a hipótese de que os períodos são diferentes de um ponto de vista estatístico. Para tanto, a pesquisa utiliza a Equação 1:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \epsilon_t \text{ Equação 1}$$

Na equação, Y_t é a precipitação anual de cada município. D_1 e D_2 são variáveis Dummies. $D_1 = 1$ no período de estiagem e $D_1 = 0$ nos demais períodos. $D_2 = 1$ quando o período for chuvoso; $D_2 = 0$ nos demais períodos. β_0 é o parâmetro linear. Quando $D_1 = D_2 = 0$, representará a pluviometria média do período de estiagem. β_1 e β_2 são coeficientes angulares. Caso β_1 seja estatisticamente diferente de zero, a média da chuva do período de normalidade é diferente da média dos períodos de estiagem e chuvoso. Caso β_2 seja estatisticamente diferente de zero, significa que a média do período chuvoso é diferente daquela observada para os demais períodos. A expectativa é que as médias dos períodos chuvosos sejam maiores do que as dos períodos de normalidade e de estiagem em ambos os municípios. Espera-se também que as médias dos períodos de estiagem sejam as menores em ambos os municípios. Espera-se que o ruído ϵ_t tenha distribuição normal com média zero, variância constante e não seja autorregressivo. Caso essas hipóteses se mantenham, os parâmetros linear e angulares da equação podem ser estimados utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (WOLDRIDGE, 2012).

Com base nesses dados, será possível descrever a caracterização climática dos municípios de Pedra Branca e Quixeramobim. Outro trabalho que utilizou dessa mesma metodologia, obtendo resultados satisfatórios, foi o de Filho (2019).

Confirmado que é possível adaptar a classificação dos regimes pluviométricos para os municípios estudados, foi avaliado o comportamento da produtividade agrícola do feijão

relacionando-a com o regime pluviométrico. Através dos dados sobre as produções agrícolas municipais disponibilizados no site do IBGE, calculou-se a média dos dados de produtividade no período de estiagem, normal e chuvoso.

Utilizou-se como instrumento de aferição do nível de instabilidade o coeficiente de variação (CV%). O coeficiente de variação mede a relação percentual entre o desvio padrão e a média aritmética de uma varável aleatória e tem sido utilizado pelos pesquisadores para medir a variabilidade de seus experimentos, sendo sua classificação importante para várias áreas da pesquisa agrícola brasileira (VAZ, 2017).

O coeficiente de variação é usado para analisar a dispersão em termos relativos a seu valor médio quando duas ou mais séries de valores apresentam unidades de medida diferentes. Dessa forma, podemos dizer que o coeficiente de variação é uma forma de expressar a variabilidade dos dados excluindo a influência da ordem de grandeza da variável (RIGONATTO, 2019). Quanto menor o valor do c.v.% mais os dados estão concentrados em torno da média, ou seja, o conjunto é mais homogêneo.

Gomes (1985), estabeleceu limites para classificação dos c.v.% em experimentos agrícolas, e foram esses os valores utilizados nesta pesquisa, onde estes estão representados no Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação do Coeficiente de variação de acordo com sua amplitude

Classificação do C.V	Amplitude do C.V
Baixo	CV 10%
Médio	10% ≤ CV 20%
Alto	20% ≤ CV 30%
Muito alto	CV ≤ 30%

Fonte: GOMES(1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos após a análise de regressão linear, é possível afirmar que a variável dependente (pluviometria) foi explicada em média 56,0% pelas variáveis independentes (D1 e D2). A regressão foi estatisticamente significativa ao nível de 5% para o município de Pedra Branca.

O município de Pedra Branca no período de estiagem em relação aos demais períodos tem influência negativa na pluviometria, o período de estiagem diminui em média 266,722mm da pluviometria anual. Já o período chuvoso aumenta em média 250,51 mm da pluviometria anual, esses resultados tiveram o nível de significância estatisticamente ao nível de 5% . A Equação 2 apresenta o modelo de regressão da pluviometria do município.

$$Y_t = 782,30 - 266,72D_1 + 250,51D_2 + \epsilon_t$$

Equação 2

Já no município de Quixeramobim o R² ajustado foi de 81,0%, ou seja, as variáveis independentes explicam em 81%

a variável dependente. O período de estiagem, deste município, em relação aos demais períodos tem também influência negativa na pluviometria, o período de estiagem diminui em média 303,70mm da pluviometria anual. Já o período chuvoso aumenta em média 304,15 mm da pluviometria anual, esses resultados tiveram o nível de significância ao nível de 5%. A Equação 3 apresenta o modelo de regressão obtido, a partir dos dados, da pluviometria do município.

$$Y_t = 801,186 - 303,70D_1 + 304,15D_2 + \epsilon_t$$

Equação 3

O coeficiente de determinação R^2 é uma medida adimensional que varia entre 0 e 1, quando mais próximo de 1 mais a variável independente explica a dependente, mais a reta de regressão se ajusta aos dados (GUJARATI, 2005). O município de Quixeramobim apresentou coeficiente de determinação maior que o do município de Pedra Branca (81% 56,0%), porém os dois indicaram um bom ajuste da curva estimada aos dados observados. Portanto, os limites de pluviometria definidos para Lemos e Bezerra (2019) pode ser utilizado como base neste trabalho.

No trabalho de Lemos e Bezerra (2019) os dados para o Estado do Ceará se basearam nos anos de 1947 a 2017, porém os dados dos municípios se basearam nos anos de 1974 até 2017. Para efeito de comparação utilizou-se as estatísticas descritivas dos municípios em relação ao Estado.

Observa-se que a média histórica de pluviometria para o Ceará entre 1947 e 2017 é de 792 mm (FILHO, 2019). Já a média de Pedra Branca é de 675,56 mm e a de Quixeramobim é de 683,94mm, logo, são menores do que a média histórica do Estado do Ceará.

Tabela 1- Estatísticas descritivas das precipitações pluviométricas dos municípios de Pedra Branca e Quixeramobim

Estado/ Municípios	Quantidade Observações	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média (mm)	Desvio Padrão	CV (%)
Ceará	72	309,00	1.708,30	792,00	271,6	34,3
Pedra Branca	44	281,60	1417,20	675,56	286,45	42,40
Quixeramobim	44	218,40	1432,40	683,94	282,59	41,31

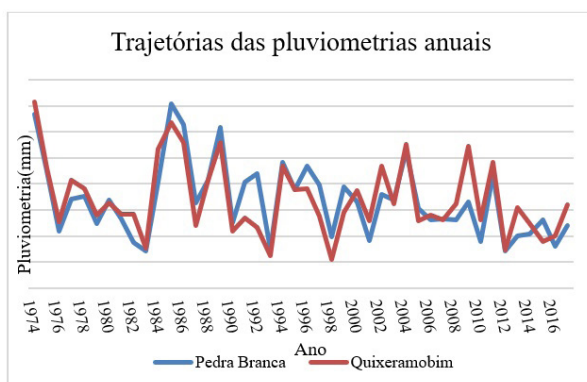
Fonte: Próprio autor (2019).

Os coeficientes de variação dos municípios são maiores do que o do Estado, que é de 34,3%, assim caracterizando instabilidade pluviométrica segundo a escala construída por Gomes (1985). O CV de Pedra Branca é 42,40% e o de Quixeramobim 41,31%, os dois municípios apresentam instabilidade pluviométrica.

Analisando a Tabela 2, podemos perceber que os municípios estiveram mais tempo em regime pluviométrico de estiagem, Pedra Branca com 21 anos de estiagem e Quixeramobim com 27 anos. Observa-se que os períodos de estiagem são instáveis, isso segundo o coeficiente de variação, onde CV é 24,29% em Pedra Branca e 24,57% em Quixeramobim. Uma vez que o CV de Quixeramobim é maior que o de Pedra Branca constata-se que Quixeramobim apresenta uma maior instabilidade pluviométrica.

A Figura 2 mostra as flutuações anuais da pluviometria nos municípios de Pedra Branca e Quixeramobim. Observa-se que o ano com maior índice pluviométrico foram os anos de 1985 e 1974, em Pedra Branca de Quixeramobim respectivamente. E os de menor índice pluviométrico são os anos de 2012 e 1998, em Pedra Branca e Quixeramobim, respectivamente.

Figura 9 - Trajetórias das pluviometrias anuais em Pedra Branca e Quixeramobim entre 1974 e 2017



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Comparando as pluviometrias, é possível observar que elas possuem quase o mesmo comportamento, isso se explica devido serem municípios próximos geograficamente, ou seja, as chuvas em cada município estão parcialmente parecidas.

Foi possível estabelecer, através do coeficiente de variação das precipitações, que ocorreram no Ceará os regimes pluviométricos dos municípios, assim mostrado na Tabela 2.

Quanto menor o coeficiente de variação (CV), mais homogênea ou mais estável será a distribuição das observações em torno da média. Para usar o CV como medida de

aferição de homogeneidade/heterogeneidade de uma distribuição é necessário estabelecer a definição de seus valores críticos (LEMOS; BEZERRA, 2019).

Tabela 2 - Números de anos, médias e coeficientes de variação da pluviometria

Regime	Pedra Branca			Quixeramobim		
	Anos de ocorrência observações	Média (mm)	CV (%)	Anos de ocorrência observações	Média (mm)	CV (%)
Estiagem	21	442,80	24,29	27	497,50	24,57
Normal	16	763,90	10,78	7	801,20	7,78
Chuvoso	7	1172,00	15,90	10	1105,30	13,87

Fonte: Próprio autor com base nos dados da FUNCEME (2019).

O município de Pedra Branca teve 7 anos de período chuvoso, que foram os anos de 1996, 1994, 2004, 1989, 1986, 1974 e 1985 descritos em ordem crescente. Já o município de Quixeramobim teve 10 anos chuvosos, que foram em 2002, 1994, 2011, 1984, 2009, 2004, 1986, 1989, 1985 e 1974, organizados de forma crescente em relação a pluviometria.

Observa-se que os períodos de estiagem são instáveis, isso segundo o coeficiente de variação, onde CV é 24,29% em Pedra Branca e 24,57% em Quixeramobim. Uma vez que o CV de Quixeramobim é maior que o de Pedra Branca, constata-se que Quixeramobim apresenta uma maior instabilidade pluviométrica.

A média da produtividade agrícola do município de Pedra Branca no período de estiagem foi de 222,80, 60kg/ha, a dos períodos de normalidade e chuvoso foram de 382,81kg/ha e 218,71, respectivamente. Já o município de Quixeramobim teve média de produtividade agrícola no período de estiagem

de 277,60kg/ha, e a dos períodos de normalidade e chuvoso foram de 324,85kg/ha e 246,2, respectivamente. A Tabela 3 mostra o resultado da média de produtividade dos municípios estudados.

Tabela 4 - Média da produtividade agrícola do feijão

MUNICÍPIOS	PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA DO FEIJÃO (KG/HA)		
	Estiagem	Normal	Chuvoso
Pedra Branca	222,80	382,81	218,71
Quixeramobim	277,60	324,85	246,20

Fonte: Próprio autor com base nos dados do IBGE (2019).

Percebe-se que o período de maior produtividade agrícola foi o de normalidade, com média pluviométrica de 763,90mm para Pedra Branca e 801,20mm para Quixeramobim. A falta de água pode ter contribuído para uma produção menor de feijão no período de estiagem, comparado ao período de normalidade, pois o déficit de água no período vegetativo reduz o desenvolvimento das plantas, assim afetando a sua produtividade (ARF, 2004). Figueiredo *et al.* (2007) discutem que baixos rendimentos do feijão no Brasil são devidos à utilização de tecnologias inadequadas e uso de processos rudimentares.

O período chuvoso, com média pluviométrica de 1172,00 mm no município de Pedra Branca e de 1105,30mm no município de Quixeramobim, teve produção agrícola de feijão menor do que a do regime normal. Segundo Carvalho (2013), o excesso de água no solo devido à irrigação mal planejada pode resultar em prejuízos para a cultura do feijão, sendo ela uma cultura sensível ao excesso hídrico, principalmente na

fase de florescimento ao enchimento de grãos, sensível à má aeração do solo. Carvalho (2013), ainda diz que o excesso de água prejudica diretamente a germinação e limita o desenvolvimento das raízes, favorecendo, então, a ocorrência de doenças radiculares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, os objetivos da pesquisa foram alcançados. Foi possível classificar o regime pluviométrico, através de uma série histórica de dados de 44 anos, em estiagem, normal e chuvoso para os municípios de Pedra Branca e Quixeramobim, e também avaliar o comportamento da produtividade agrícola do feijão segundo o regime pluviométrico.

O município de Pedra Branca teve 21 anos de período de estiagem, 16 anos de normalidade e 7 anos de chuvoso. Já o de Quixeramobim teve 27 anos de estiagem, 7 anos de regime normal e 10 anos de regime pluviométrico chuvoso.

A produção agrícola de feijão apresentou melhores resultados de produtividade no período pluviométrico de normalidade para ambos os municípios, podendo concluir que a cultura do feijão se desenvolveu melhor no período onde não houve nem escassez e nem excesso de água.

Agradecimentos: Agradeço a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP.

REFERÊNCIAS

ARE, Orivaldo *et al.* Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 131-138, Feb. 2004. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004000200005&lng=en&nrm=iso. access on 31 Oct. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000200005>.

BRASIL. Resolução nº 107/2017. **Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência.** 2017.

CARVALHO, Ivan Ricardo *et al.* Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia**, v. 9, n. 17, p. 969, 2013.

CAVALCANTI, I. F. A. *et al.*, **Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **O comportamento da agropecuária cearense – período 2010 a 2016.** Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_24_12_04_16_comportamento_de_agropecuaria_cearense_-_periodo_2010_a_2016.pdf. Acesso em: 06 dez. 2019.

DE NYS, E. *et al.* Convivência com o Semiárido e Gestão proativa da seca no Nordeste do Brasil: Uma nova Perspectiva (No. 90527; p. 1–8). **The World Bank**, 2014. Educational Publishing, 2012. 881 p.

FIGUEIREDO, M. G. *et al.* **Lâmina ótima de irrigação para o feijoeiro considerando restrição de terra e aversão ao risco.** Maringá, v. 29, supl., p. 593- 598, 2007.

FIGUEIREDO, Margarida Garcia de. *et al.* **Escolha da lâmina ótima de irrigação para feijão, de acordo com o nível de aversão ao risco por parte do produtor.** 2006.

FUNCEME, 2019. **Calendário das chuvas no Estado do Ceará.** Disponível em: <http://funceme.br/app/calendario/produto/municipios/media/mensal>. Acesso em 14 de setembro de 2019.

GOMES, Santhiély Laksmi Silva; WOLLMANN, Cássio Arthur. A influência da distribuição da precipitação pluviométrica na produção agrícola de soja, no município de Tupanciretá/RS, entre os anos de 2014 e 2015. **Ciência e Natura**, v. 39, p. 75-80, 2017.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica.** 3. Ed., Pearson Education, 2005.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no município de Taubaté, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 2, n. 2, p. 32-46, jul./dez. 2007.

IBGE, 2018. **Semiárido Brasileiro.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em 31 de Outubro de 2019.

IPECE, 2017. **Perfil municipal de Pedra Branca.** Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>. Acesso em 14 de setembro de 2019.

IPECE, 2017. **Perfil municipal de Quixeramobim**. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>. Acesso em 14 de setembro de 2019.

LEMOS, José de Jesus Sousa.; BEZERRA, Filomena Nádya Rodrigues. **Interferência da Pluviometria na Previsão da Produção de Grãos no Semiárido do Ceará, Brasil**. Fortaleza, 2019.

MOREIRA, V.R.R. Fichas agroecológicas: Tecnologias Apropriadas para Agricultura Orgânica. **Consórcio de milho, feijão e mandioca**. 2013.

MOURA, G. B. de A.; BASTOS G. Q.; GIONGO P. R.; LOPES P. M. O.; MEDEIROS, S. R. R. de. Estimativas das condições hídricas em Ipojuca, região canavieira de Pernambuco. **Revista Caatinga**, 23, p. 71-76, 2010.

Revista Geográfica de América Central. Nº **63(2) 321 pag. 319-340**. ISSN 1011-484X • e-ISSN 2215-2563 / Julio-diciembre 2019.

SULIANO, D. C.; MAGALHEAS, K. A.; SOARES, R. B.; **A INFLUÊNCIA DO CLIMA NO DESEMPENHO DA ECONOMIA CEARENSE**. Texto para discussão IPECE, n 56, 2009.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics: A modern approach**. South Western, 2012.

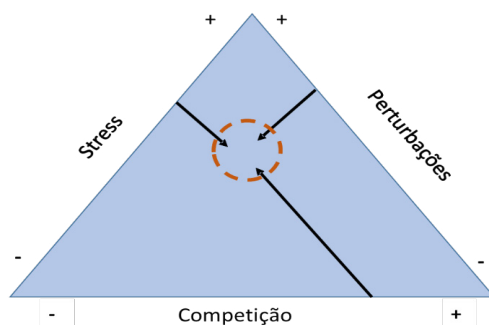
FATORES DE ESTRESSE E REABILITAÇÃO DOS ECOSSISTEMAS SEMIÁRIDOS

JOÃO PAULO FERNANDES

INTRODUÇÃO

Ecossistemas semiáridos são ecossistemas sujeitos a condições ambientais extremas (Fig. 1) que determinam, por um lado, a sua fragilidade, mas por outro, a sua elevada resiliência. Ao mesmo tempo, estes ecossistemas apresentam valores muito elevados de Biodiversidade (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012; LEAL *et al.*, 2005; MÉDAILL, 2017).

Figura 1 – Desafios ecológicos em ecossistemas semiáridos como os ecossistemas mediterrânicos, as savanas pobres e a Caatinga



Fonte: adaptado de Vallejo, 2008.

Essa biodiversidade resulta, em grande parte, da diversidade de micro-habitats, mas, particularmente, da diversidade de condições climáticas, pedológicas, geológicas e, inclusive, da antiquíssima atividade humana (pelo menos no caso do Mediterrâneo). Ela é devida, em grande medida, a uma elevada biodiversidade genética resultante da necessidade de adaptação a condições ambientais extremas e muito diversificadas, adaptação essa que evolui muitas vezes para processos de diversificação específica. É neste quadro que se desenvolve uma crescente preocupação com as medidas necessárias para evitar fatores de perturbação e de estresse (caso do fogo, sobrepastoreio ou pastoreio incorretamente gerenciado e da sobreutilização devida à crescente utilização humana de muitos desses habitats). Estas medidas têm de se focar essencialmente numa política preventiva a desenvolver com o envolvimento consciente e motivado de todos os interessados (*stakeholders*), já que a natureza das condições ambientais determina que os processos de recuperação e restauro se mostram complexos e apenas efetivos no longo prazo além de serem totalmente dependentes do envolvimento de cada agente dos processos de uso e gestão.

Este processo passa, de uma forma decisiva, pelo reconhecimento e adequada remuneração dos serviços de ecossistemas garantidos pelas florestas, para citar apenas as mais significativas, as funções de Produção (muito para além da madeira, toda a espécie de frutos e produtos associados aos ecossistemas florestais, por exemplo, cogumelos); Proteção e Regulação (juntamente com o solo florestal é ao nível deste sistema

ecológico que a maior parte das funções ambientais ocorrem e são reguladas, com particular relevo para o ciclo hidrológico, a microclimatologia e os processos erosivos); Proteção contra perturbações internas (caso da consolidação do solo e encostas) e externas (caso dos eventos climatológicos extremos); Provisão de funções ecológicas diretas (alimento, abrigo, refúgio, polinização, retenção e metabolização de nutrientes e pesticidas ao nível do solo), lúdicas e culturais (pesca, cinegética, enquadramento paisagístico, garantia e preservação de paisagens importantes), para exemplificar apenas alguns serviços de entre a imensa variedade que poderíamos identificar sem esforço particular.

Este artigo pretende abordar alguns dos desafios atualmente colocados a estes ecossistemas (particularmente no quadro de rápidas e intensas alterações climáticas), bem como os processos e condições básicas de prevenção e restauro.

ENQUADRAMENTO CONCEITUAL

Os ecossistemas semiáridos no quadro das alterações globais

As alterações climáticas em curso deverão causar nos ecossistemas semiáridos importantes alterações nas suas condições ecológicas e fatores de estresse (SILVA *et al.*, 2019; SOLOMOU *et al.*, 2017; BARREDO *et al.*, 2019). Esses fatores apontam tendencialmente para um aumento das condições de seca: temperaturas mais elevadas em períodos mais longos e redução da precipitação num regime mais

irregular e com chuvadas mais intensas e concentradas. Estas variações determinarão impactos muito significativos sobre todas as comunidades vegetais aumentando a sua fragilidade (VICENTE-SERRANO *et al.*, 2012), e possíveis estratégias de sobrevivência, quer enquanto espécies isoladas ou como comunidades autônomas, que podem extinguir-se, migrar, quando tal é fisicamente possível, para eventuais zonas mais propícias, o que não é o caso em ilhas como as existentes no Mediterrâneo (MÉDAIL, 2017) e, particularmente, serem destruídas pela colonização por espécies alóctones com maior capacidade competitiva, para dar apenas alguns exemplos. As condições de xericidade induzidas modificarão a atual capacidade de resiliência das espécies e comunidades, tornando-as mais suscetíveis a perturbações várias (como o fogo) ou, em casos de colonização, por espécies alóctones, menor capacidade competitiva. Importa acrescentar ainda que estas comunidades vegetais e os correspondentes sistemas ecológicos são o resultado de períodos muito longos de adaptação, seleção e adaptação a estas condições extremas, determinando que correspondam a genótipos particulares que, a desaparecer, dificilmente poderão ser substituídos por exemplares que, embora da mesma espécie, não possuam as características genéticas das atuais variedades autóctones (FAO; PLAN BLEU, 2018).

Outra importante variável a ter em consideração, já que ela se refere à habitats muito particulares e muito ameaçados, tem a ver com a alteração do regime hidrológico. Estas alterações determinam uma redução da quantidade de água infiltrada, maior erosividade das chuvadas e, em consequência,

menor recarga de aquíferos. Este último fator determina a diminuição dos volumes de água afluindo às linhas de água providas das reservas subterrâneas, aumentando os períodos de total ausência de escoamento em muitas linhas de água e o aumento acentuado do número daquelas com regime intermitente. Esse efeito será dramático para muitas comunidades florísticas e particularmente faunísticas dependentes do escoamento permanente ou mesmo, de períodos de seca suficientemente reduzidos, para lhes permitir a sobrevivência em charcos remanescentes. Ainda neste domínio, habitats como os charcos temporários originados em condições locais de reduzida infiltração e que constituem na Europa mediterrânica um dos habitats mais ameaçados (charcos temporários mediterrânicos), tenderão a secar devido à maior evaporação, à irregularidade e menor período de ocorrência das chuvadas.

No domínio pedológico, estas alterações determinarão reduções significativas das quantidades de carbono nos solos associadas a menores quantidades de manta morta e à incapacidade dos micro-organismos decompositores e mineralizadores de preencherem as suas funções no ecossistema devido ao estresse hidrológico. As chuvadas mais intensas associadas eventualmente a um coberto vegetal mais esparsa apresentarão maior erosividade e, com o aumento da erodibilidade dos solos, a perdas significativas de argilas e outros componentes mais finos dos solos. Como consequência, a capacidade do solo quer de reter e disponibilizar nutrientes, como de metabolizar substâncias naturais ou poluentes, será drasticamente reduzida.

Finalmente, para referir apenas aos impactos mais significativos, temos de considerar o aumento de risco e suscetibilidade

ao fogo, dadas as condições de xericidade, originam um potencial combustível mais elevado das comunidades vegetais, quer florestais, quer de formações arbustivas, passarão a representar uma suscetibilidade muito mais elevada à ignição e a rápida propagação de incêndios.

Há ainda que considerar impactos mais sutis como a exploração desregrada das áreas florestais para obtenção de lenha para cozinhar e/ou, noutros casos, produzir carvão de madeira, exploração que conduz a uma sucessiva degradação da floresta eventualmente até à sua completa destruição, como acontece no Sahel nos últimos 30 anos e em Moçambique há mais de 20 anos.

Um balanço rápido desta situação permite concluir o risco crescente de degradação ou, eventualmente, de destruição a prazo destes ecossistemas únicos. Essa destruição poderá estar associada ao fato da rapidez de manifestação das referidas mudanças na temperatura e regime pluviométrico, tornem a migração de espécies e comunidades para habitats de substituição, à semelhança do ocorrido em períodos de alterações globais ocorridos desde há 10000 anos, após o último período glacial.

Particularmente atingidas deverão ser espécies mais exigentes e de menor espectro ecológico exclusivamente dependentes de um número muito reduzido de vetores de dispersão, ou mesmo de polinização (SILVA *et al.*, 2019, MIRANDA *et al.*, 2009, MIRANDA *et al.*, 2011). Estas espécies e comunidades estão, na maior parte dos casos, associadas à micro-habitats que são os mais suscetíveis a qualquer variação ou perturbação dos seus fatores de ocorrência.

Principais fatores de ameaça e suas consequências

As zonas semiáridas, pela sua natureza ecológica, em particular de natureza edafo-climática, foram sempre áreas tendencialmente marginais em termos de uso econômico. Contudo, isso não impede que, de forma crescente, se verifiquem diversificados fatores de ameaça relacionados com o uso indevido e insustentável dos recursos existentes.

Com efeito, verifica-se o incremento de quatro grandes tipologias de ameaça de significado acentuado pelo atrás referido processo de alterações climáticas.

Em primeiro lugar, observa-se a perda de coberto florestal e de matos, seja por destruição direta, seja no caso da floresta pelo aumento das áreas dedicadas ao pastoreio onde, apesar de se poder manter uma coexistência entre a componente arbórea e os prados ou arrelvados para a criação mais ou menos intensiva de gado, a destruição dos rebentos de renovo por parte deste ou devido a lavragens sistemáticas de todo o terreno em redor das árvores, impedindo, no caso das formações mediterrânicas de Dehesa (Espanha) ou de Montado (Portugal), o renovo das formações florestais de sobreiro (*Quercus suber*) e azinheira (*Quercus rotundifolia*). Este processo de transição do sistema tradicional de uso do solo, particularmente quando os encabeçamentos são mais significativos e o pastoreio mais intensivo, tem conduzido ao empobrecimento dos solos, redução da sua capacidade de retenção hídrica e de nutrientes e, como resultado lógico, a uma crescente perda de biodiversidade (LOUHAICHI *et al.*, 2009). O aumento de matéria orgânica no caso do aumento dos encabeçamentos

não é um fator de enriquecimento da fertilidade do solo, já que as temperaturas mais elevadas, a redução da densidade do coberto vegetal e a modificação do regime pluviométrico determinam um processo de rápida redução e perda de fatores nutricionais e da fertilidade como um todo. Políticas de resta-belecimento do coberto de matos, se bem que apresentando efeitos positivos (MAESTRE *et al.*, 2009) têm-se provado econômica e socialmente inviáveis, devido à falta de benefício econômico destas formações em comparação com o rendimento da criação de gado.

Observe-se, no entanto, que a diversidade de micro-habitats existentes em muitas destas regiões semiáridas, podem proporcionar habitats de refúgio ou substituição para muitas das espécies vegetais mais ameaçadas, possibilitando, a prazo uma recolonização ou em médio prazo, um refúgio que assegure a preservação de um número muito significativo de espécies animais (OLIVEIRA *et al.*, 2012), sendo, contudo, que esta não é necessariamente a perspectiva generalizada (MÉDAIL, 2017), particularmente em áreas insulares onde não é possível a migração para habitats de refúgio alternativos ou complementares.

Simultaneamente, em zonas importantes destes habitats semiáridos, devido às complexas determinantes sócio-políticas, tem-se verificado um aumento significativo da população, determinando níveis de sobre-exploração de todos os recursos vegetais, que muitas vezes resultam na sua total destruição, como é o caso do Sahel ou de Moçambique. De notar que este é muitas vezes considerado um “pequeno” impacto, dado

resultar da ação de grupos de pequenas povoações, mas que, no total têm resultado na crescente remoção de toda a matéria lenhosa de áreas crescentes.

Este constitui o segundo fator de ameaça destes ecossistemas, já que os processos de abandono e desertificação humana em certas áreas ou o célere incremento populacional em outras, conduziu a um rápido abandono das práticas tradicionais de uso do solo (adaptadas à incerteza do regime climático e à escassez dos recursos existentes). Em qualquer dos casos, este abandono ou intenso crescimento populacional conduziram sempre a processos de sobre-exploração de um ecossistema frágil e de baixa resiliência e decorrente dificuldade de recobro após perturbações. Estas perturbações são o resultado, por exemplo, da forma de uma intensificação da agricultura, da introdução de regadio com elevado potencial de salinização dos solos ou, noutros casos, da exploração florestal intensiva e desregrada predominantemente de espécies exóticas.

Agravando este quadro de ameaças temos de acrescentar a crescente ocorrência e intensidade dos fogos, favorecidos pela desertificação humana e pelo crescente aumento da estação seca, onde o *déficit* hídrico não só aumenta o nível de estresse da vegetação e a sua capacidade de resistir ou regenerar após o fogo como, no caso das formações herbáceas e de matos, aumentar a sua combustibilidade (VICENTE-SERRANO *et al.*, 2017).

O terceiro fator de ameaça constitui a alteração do regime hídrico local e regional. Estas alterações do regime de precipitação materializam-se em menos e mais irregulares eventos de baixa intensidade. Estes eventos são aqueles mais favoráveis à

infiltração e à geração de processos de escoamento mais lentos com a resultante menor concentração e geração de inundações. A sua prevista substituição por eventos caracterizados por chuvadas de elevada intensidade com um padrão de ocorrência mais aleatório irá reduzir drasticamente as taxas de infiltração e aumentar o risco, intensidade e a frequência de cheias bem como a intensidade dos processos erosivos. Importa também chamar a atenção de que, como resultado desses processos erosivos, não só o volume total dos caudais escoados será substancialmente maior, como a sua capacidade erosiva dos canais de drenagem será muito mais elevada devido à maior força de tensão exercida sobre as margens e a sua vegetação devido aos sedimentos transportados. Esses sedimentos, por sua vez, originam nas zonas planas, a destruição de áreas agrícolas devido à sua cobertura por sedimentação.

Como já referido, o impacto ecológico mais significativo destes processos é o progressivo desaparecimento ou drástica redução do número e área das charcas remanescentes nos cursos de água intermitentes que constituem o habitat de refúgio e o único modo de sobrevivência das espécies aquáticas (vegetais e animais) ocorrentes nesses cursos de água, com as decorrentes perdas irreversíveis de um elevado número de espécies endémicas. Este impacto é ainda agravado pela destruição da mata ciliar (ou ripícola), diminuindo o ensombramento dessas charcas e implicando, em consequência, aumentos drásticos das taxas de evaporação e da temperatura da água com a redução do teor de oxigénio suscetível de diluir na água. Estes impactos determinam um importante agravamento

ou eliminação das suas características como habitat e sistema funcional com a consequente extinção de muitas comunidades animais, aumentando, ao mesmo tempo, o risco de eutrofização.

De igual modo, os habitats associados a charcos temporários, classificados como de proteção prioritária pela União Europeia, tenderão, pelos mesmos motivos, a desaparecer ou, pelo menos, a ver a sua densidade drasticamente reduzida, à semelhança de outros habitats hidrofílicos.

Por fim, e com a maior relevância, há que considerar o fator humano, particularmente nas suas dimensões económicas, sociais e culturais. Com efeito, e já atrás referido, tem vindo a ocorrer uma muito marcada mudança das formas tradicionais de uso do solo, sem que, na maior parte dos casos, estas beneficiem os habitantes destas regiões (CRAME *et al.*, 2018).

Este processo resulta de um padrão natural de evolução cultural e de substituição de práticas agrícolas de subsistência, pela busca de trabalhos melhor remunerados nos grandes centros urbanos. Com esta migração, séculos de conhecimento sobre os modos mais sustentáveis de utilização dos escassos recursos agroflorestais destas regiões são perdidos. Em sua substituição, investimentos privados ou muitas vezes estatais substituem as populações, tecnologias e conhecimentos tradicionais, introduzindo formas de exploração da terra inadequadas. Têm-se pois, generalizado a substituição dos antigos terrenos de cultura, floresta ou matos por vastas explorações agrícolas (privadas ou estatais) recorrendo de modo

generalizado a projetos de irrigação que com grande frequência originam a rápida salinização do solo e a destruição total da sua fertilidade. Ao mesmo tempo, generalizam-se outras atividades totalmente destruidoras dos recursos naturais existentes como a exploração florestal descontrolada para lenha, produção de carvão vegetal e madeira com destinos variados (de vedações a mobiliário) ou ainda com vista à criação de áreas de pastagem intensiva ou de outras atividades agrícolas, muitas vezes com espécies exóticas (SANTOS *et al.*, 2016).

Estes fatores de ameaça derivam de políticas inadequadas de planeamento e conservação - por exemplo, a Caatinga é um dos biótopos com menor área sujeita a políticas de conservação (FONSECA; VENTICINQUE, 2018). A designação de áreas de conservação não substitui políticas adequadas de planeamento e ordenamento do território.

Com efeito, a nível mundial, tem-se verificado que, apesar do constante e rápido crescimento da área das zonas classificadas ou protegidas, a taxa de extinção de espécies cresce quase do modo idêntico. Esta consideração implica que as atuais linhas base das políticas de conservação têm de ser radicalmente modificadas com o definido na Convenção da ONU sobre Diversidade Biológica bem como pela UICN - União Internacional para a Conservação da Natureza (PIROT *et al.*, 2000).

Fatores determinantes dos mecanismos de gestão baseada em ecossistemas

A gestão baseada em ecossistemas, tal como proposta pela UICN, constitui um passo adiante do conceito de conservação

sistemática, ao alargar o seu foco de atenção e aplicação, à globalidade das estruturas e sistemas ecológicos e das suas interações com as forças e fatores determinantes de natureza humana: econômicos, administrativos, sociais e culturais.

Em resultado, pretende-se primariamente abordar os sistemas ambientais como multifuncionais de uma forma que assegure o envolvimento consciente e motivado de todos os atores que, direta ou indiretamente, influenciam, determinam e realizam a gestão desse sistema. Este conceito implica, pois, a concertação, envolvimento e empenho consciente de todos os seres humanos, organizações e instituições direta ou indiretamente envolvidos. Também todos os restantes atores e fatores de gestão (todos os restantes seres vivos e funções ambientais) têm de ser incluídos nesse esforço. Isto se justifica porque quer os seres humanos bem como os restantes seres vivos, são todos utilizadores desses sistemas ecológicos e, conseqüentemente, fatores e agentes de modificação e evolução ambiental, orientando e influenciando as suas características e funções, bem como utilizando os recursos no seu interesse particular.

Neste contexto, o envolvimento de todos os atores sociais assume uma importância crítica e só é possível concretizar com o desenvolvimento de mecanismos inovadores de governança. Este conceito “governança” se tornou proeminente em muitos contextos em que se impõe uma reconsideração dos objetivos e diferentes quadros conceituais predominantes de cada sociedade em termos da sua estrutura social e econômica bem como dos seus costumes e padrões culturais e sociais. Governança se refere aos valores, políticas, leis e instituições, assim como os padrões de organização dos indivíduos

e mesmo estes considerados individualmente, como determinantes que são na determinação do modo como se concretiza a gestão e utilização dos recursos materiais e imateriais e, em particular, a postura relativamente às ações que determinam essa gestão e utilização (OLSEN; NICKERSON, 2003; OLSEN *et al.*, 2006).

Governança define os objetivos fundamentais, os processos institucionais e as estruturas que constituem a base do processo de tomada de decisão. Gestão, por outro lado, constitui o processo através do qual os recursos humanos, sociais e culturais, são mobilizados para atingir um dado objetivo no quadro de uma estrutura institucional e uma realidade ambiental. A governança define o quadro no contexto do qual se materializa a gestão. É considerando estes aspetos que a governança dos sistemas ecológicos requer profundas alterações em termos dos valores, objetivos, comportamentos e posturas, quer por parte de cada indivíduo como das instituições e de todo o tipo de organizações (OLSEN *et al.*, 2006).

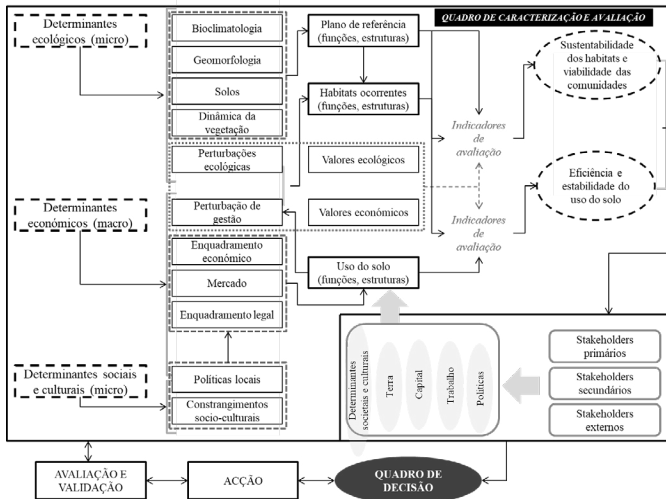
Esta abordagem multifuncional permite que todo o tipo de usos e respetivas consequências sejam avaliadas com base num amplo universo de indicadores, permitindo processos de decisão melhor fundamentados e que garantam o efetivo e motivado envolvimento de todos os fatores, agentes, grupos sociais e indivíduos interessados (*stakeholders*).

Igualmente crucial neste processo é a identificação, clarificação e aceitação fundamentada por parte de todos os atores dos fins que se pretende atingir. No contexto da Gestão Baseada em Ecossistemas, esses objetivos têm de focalizar-se na manutenção, restauro e garantia das condições de evolução

das estruturas e funções dos ecossistemas, de modo a garantir a manutenção da sua capacidade de providenciar os serviços ecológicos dos quais as sociedades humanas dependem para a sua existência.

Estes processos são complexos pelo envolvimento multifacetado de um número muito elevado de atores, funções, critérios, sistemas de avaliação e determinantes (Fig. 2).

Figura 2 – Representação esquemática de um modelo integrado de governança aplicável a qualquer quadro regional ou nível de decisão



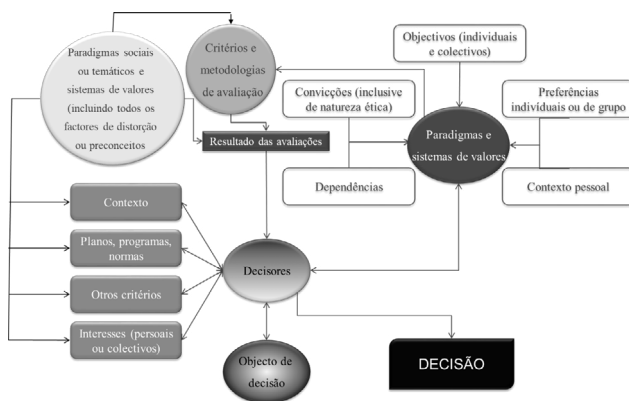
Fonte: Fernandes *et al.*, 2015.

Ainda mais complexo é o modo como as decisões são efetivamente tomadas, verificando-se a existência, apesar de todos os mecanismos atrás representados, de um grau extremamente elevado e tendencialmente não controlável: recordemos os fatores de erro de tipo I e II. A Fig. 3 tenta esquematizar esses processos de modo a poder determinar o quadro em que o processo decisório se enquadra.

Da sua análise retira-se que os processos de decisão, qualquer que seja o nível em que se desenvolvem, sofrem de um conjunto muitíssimo significativo de fatores e processos de distorção.

Particularmente importante, no entanto, é a necessidade de analisar quais são os fatores dominantes da decisão e envolvimento de cada indivíduo e grupo. Este aspecto é de importância central já que é exatamente a esse nível que se determina a postura de cada indivíduo ou grupo para optar por uma das alternativas que se lhe apresentem.

Figura 3 – Fatores determinantes dos processos de decisão, e fatores de distorção



Fonte: Fernandes *et al.* (2015).

Fernandes e Guiomar (2016) propuseram uma abordagem conceitual em que procuram caracterizar dois padrões comportamentais subjacentes aos mecanismos de decisão: por um lado, uma perspectiva de satisfação no curto prazo (comportamento natural decorrente dos nossos instintos) e, por outro, uma perspectiva racional que se impõe aos impulsos instintivos na perspectiva de uma satisfação a prazo, envolvendo níveis e tempos de satisfação mais elevados.

Igualmente importante, é a identificação e caracterização dos fatores motivadores do comportamento de cada indivíduo ou grupo, bem como do modo como as soluções de decisão e gestão podem ser realmente fundamentadas e, mais importante, compreendidas. Só assim será possível que elas sejam empenhadamente aceitas e promovidas de forma assumida por todos os interessados. Na prática, corresponde ao desenvolvimento de uma política de concertação dos fatores de satisfação decorrentes do uso e gestão dos recursos naturais em vez da imposição arbitrária de regras que se mostram imediatamente ineficazes, devido à falta de cooperação e mesmo oposição ativa ou passiva da maioria dos interessados.

Ora essa cooperação e envolvimento ativo e consciente, logo criativo, é essencial para ultrapassar os desafios que se colocam presentemente a ecossistemas e sociedades como é o caso dos das regiões semiáridas.

Torna-se, pois, necessário evoluir para uma perspectiva onde todo o território seja compreendido como um objeto de gestão com vista à conservação dos sistemas seus componentes e suas dinâmicas evolutivas naturais. Onde a naturalidade seja avaliada de acordo com gradientes claros e tendencialmente não distorcidos por valores preconcebidos e onde os objetivos de conservação estejam focalizados na potenciação dos valores ocorrentes ou potenciais e na sua integração numa abordagem construtiva da gestão do território.

Esta abordagem tem de interiorizar que “em sentido lato, conservação refere-se à preservação da globalidade da biodiversidade terrestre dentro dos quadros normais de evolução

– *preservação, não proteção*”, implicando uma perspectiva ativa em vez das atitudes reativas predominantes.

Em suma, esta abordagem implica o envolvimento consciente de todos os interessados (*stakeholders*), baseado numa percepção sempre crescente dos diferentes tipos de vantagens que podem obter de um tal envolvimento derivado não apenas de uma perspectiva de remuneração de serviços de ecossistemas, mas também através da capacidade crescente de medir e implementar intercâmbios (*trade-offs*) construtivos entre as atividades humanas e a preservação da biodiversidade.

ABORDAGEM METODOLÓGICA

Com base nos resultados de projetos de investigação realizados ao longo dos anos nomeadamente em ambientes mediterrâneos, africanos (Moçambique, Marrocos) e visitas de estudo na Ucrânia, México e Brasil, foi possível desenvolver um conjunto de metodologias (FERNANDES *et al.*, 2015, 2019; FERNANDES; GUIOMAR, 2016) que baseiam a proposta a seguir apresentada.

Proposta de mecanismos de restauro e gestão sustentável de ecossistemas semiáridos num contexto de alterações globais

A consideração das características, valores, fatores de ameaça e diversidade regional e estrutural dos ecossistemas semiáridos torna impossível o desenvolvimento de uma única abordagem ao seu restauro e gestão sustentável no quadro das alterações globais em curso.

Contudo, algumas considerações básicas podem e devem ser apresentadas e desenvolvidas de modo a orientarem conceitualmente o desenvolvimento de políticas de decisão e gestão efetivamente sustentáveis.

A primeira é a importância do envolvimento conscientemente participativo de todos aqueles que, direta ou indiretamente, influenciam e determinam o modo como esses ecossistemas e os seus recursos e serviços são utilizados, valorizados ou comprometidos.

Este imperativo resulta da consciência, atrás referida, de que os atuais modelos de conservação baseados na segregação dos valores ainda existentes e na restrição arbitrária dos seus usos sejam eles mais tradicionais ou não, mostraram a completa ineficácia na preservação dos valores e funções naturais.

A inversão dessa política começa pela eliminação, nas nossas consciências e modos de percepção, da existência de uma subdivisão do nosso ambiente entre zonas verdes, apresentando ainda valores e funções ecológicas mais ou menos preservadas e zonas “cinzentas” onde se considera que os níveis de perturbação as tornam irrecuperáveis e são excluídas de todas as políticas de conservação sustentável. A gestão dos sistemas ambientais tem de, por um lado, englobar todos os sistemas existentes no nosso globo, todos os recursos, sejam eles humanos ou naturais, o que implica uma mudança radical nos paradigmas culturais dominantes. Por outro, tem de se orientar no sentido do desenvolvimento de abordagens inovadoras à gestão desses valores e sistemas, baseadas numa fundamentação e conhecimento multidimensional, bem como no

envolvimento ativo e consciente de todos os agentes envolvidos ou afetados, em suma, o conjunto das sociedades humanas.

Esta evolução terá, necessariamente, de ser um processo de pequenos passos, já que as culturas, as motivações e instintos de cada indivíduo e grupo não podem ser modificados por ações e imposições externas, mas apenas pela progressiva consciência dos benefícios que poderão retirar desses novos padrões de comportamento e de relação com os grupos e sociedades em que se integram como, mais importante ainda, com as funções, recursos, processos e constituintes dos sistemas ecológicos, qualquer que seja a sua escala de consideração.

Em resumo, tem de se desenvolver a consciência de que a política e a prática da conservação têm de ser uma atividade socialmente assumida e envolvida. Isso decorre de que ela não é apenas objeto e responsabilidade de organizações, mas principalmente, do espectro global dos sistemas e atividades humanas com particular relevância para os domínios dos indivíduos e comunidades, através de todas as escalas de organização.

Torna-se, portanto, crítico identificar as forças ativas na atribuição do valor a um determinado objeto, sistema, política de conservação ou atitude social a eles associada.

Neste contexto, os ecossistemas semiáridos colocam dificuldades e desafios particulares, já que não constituem apenas contextos extremos para os ecossistemas neles existentes, mas também, e crescentemente, para as comunidades humanas que neles vivem. Costuma-se dizer que quem não tem abrigo, comida e um mínimo de condições de sobrevivência, não tem

qualquer motivo para a preservação dos valores ecossistêmicos do local onde vive.

Por isso, uma primeira prioridade será desenvolver, imaginar, criar e adaptar soluções criativas que respondam eficazmente a essas necessidades básicas. Existem exemplos de apoio a que comunidades individualizadas se empenhem, por exemplo, na instalação e desenvolvimento de espécies lenhosas de crescimento rápido, na mesma base em que cultivam a sua horta e que, em médio prazo, menos de uma dezena de anos, suprirá as necessidades da comunidade em combustível e produzirá excedentes que reabilitarão os sistemas de troca e comércio. Outras soluções podem, por exemplo, utilizar os recursos biogenéticos de elevado valor ocorrentes, substituindo a sua caça e colheita desequilibrada e, consequentemente destrutiva, por “quintas” de criação dessas espécies (por exemplo, borboletas), que poderão constituir fontes de recursos comerciais muito mais significativas do que a caça descontrolada em que apenas um número muito reduzido de exemplares tinha valor comercial e implicava uma perturbação muito significativa dos ecossistemas naturais.

Estes dois exemplos ilustram apenas a enorme diversidade de soluções que poderão ser implementadas no quadro da abordagem de pequenos passos.

No que toca aos grandes sistemas de uso intensivo agrícola ou florestal, normalmente da responsabilidade de grandes conglomerados, a intervenção social e política é crítica, no sentido de impor a substituição dos atuais métodos voluntária ou involuntariamente predatórios. Essa intervenção

deve focalizar-se em dois planos: a regulamentação e, particularmente, a exigência social do cumprimento efetivo e responsabilizável dessas normas, através, por exemplo, da recusa na aquisição dos produtos originários desses sistemas produtivos.

De modo a atingir estes objetivos existem três instrumentos chave:

- 1. Valoração (atribuição de valor)** – de modo a poder estabelecer contratos relativos a recursos, práticas de gestão, decisões etc. métodos reprodutíveis, compreensíveis e consensuais de atribuição de valor, têm de ser desenvolvidos e acordados entre os diferentes atores e interessados. Só desta forma se pode garantir uma clara perspectiva dos custos, benefícios, eventuais compensações de, por exemplo, o pagamento de serviços ambientais e de outros serviços e bens habitualmente não transacionáveis – valores de conservação paisagísticos, enquadramentos etc. Normalmente, quando se fala de atribuição de valor no contexto da gestão integrada e sistemática com vista à conservação, o valor econômico total, incluindo valores de uso e de não uso, integrando valores de conservação (valores de opção e de existência) é o instrumento mais utilizado, mas não é o único.
- 2. Contratualização** – estabelecimento de diferentes formas de contratos entre diferentes grupos de interessados envolvendo a definição de responsabilidades, compensações, formas de prestação de contas, responsabilidades e garantias que assegurem que as

diferentes partes contratantes tenham a capacidade de controlar e avaliar todas as questões acordadas. Este tipo de acordo formal pode variar desde clássicos *contratos envolvendo transações econômicas*: serviços vs pagamentos, até *contratos de confiança*: onde uma parte se compromete a garantir o cumprimento de regras, objetivos ou outras formas de ação mutuamente definidas, aceitando mecanismos efetivos de controle e sanção sem envolver necessariamente processos e contenciosos jurídicos.

3. Prestação de contas – sempre que se impõe ou propõe uma dada restrição, proibição ou limitação do direito de propriedade ou de usufruto, eles têm de ser devida e solidamente fundamentadas e justificados, apoiados em modelos e simulações compreensíveis e têm, sempre, de ser seguidas de mecanismos de monitorização e de responsabilização bem como de prestação de contas relativamente aos custos e resultados. É crítico inverter a prática das administrações, com relevância para as ligadas à conservação da natureza, de um padrão de restrição de direitos sem a devida fundamentação, acompanhamento, ajustamento e responsabilização pelos resultados e consequências. Só assim se pode gerar confiança.

Estes instrumentos são as bases essenciais sobre as quais se deve construir o processo de envolvimento e empenhamento consciente nas ações de conservação e restauro porque conscientemente assumidas por cada interessado pressionando

o benefício que daí extrairá. São obviamente complexas, particularmente, por implicarem uma inversão absoluta dos atuais paradigmas subjacentes às culturas individuais, sociais e organizacionais, mas constituindo em alternativas ações recíprocas que facilitam o crescente empenhamento e mesmo reivindicação das mesmas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios colocados pelos processos de alterações globais e pela crescente atividade insustentável voluntária ou involuntariamente dos utilizadores e gestores destes complexos e diversificados ecossistemas exigem visões abrangentes, descomplexadas, multifuncionais. Estas visões devem, particularmente, integrar em pé de igualdade e de consideração, todos os agentes e interessados envolvidos.

Eles têm de ser abordados localmente, já que a micro-diversidade de habitats característica destes ecossistemas, responsável pelos elevados valores globais de biodiversidade e ecológicos que os caracterizam, impõe abordagens claramente focalizadas e que envolvam, desde logo, todos os atores locais – os utilizadores e “fazedores” de território. Terá, portanto, de ser um processo de pequenos passos alastrando a partir de pequenos núcleos de dispersão, mas onde, em casos extremos, as intervenções administrativas mais robustas se tornarão necessárias, mas que nunca deverão constituir a regra.

Em conclusão, gerir, criar e conservar resultam da capacidade de imaginar, logo da nossa qualidade de sermos seres humanos em toda a nossa plenitude e do nosso permanente

progresso em relação a comportamentos, que deixem de ser predominantemente instintivos, por outros mais racionais e criativos – em suma, mais humanos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P. de; LIMA, E.; ARAÚJO de; EL-DEIR, A. C. A.; LIMA, A. L. A. de; SOUTO, A.; BEZERRA, B. M.; FERRAZ, E. M.; FREIRE, E. M.; SAMPAIO, E. V.; LAS-CASAS, F. M.; DE MOURA, G. J.; PEREIRA, G. A.; DE MELO, J. G.; RAMOS, M. A.; RODAL, M. J.; SCHIEL, N.; LYRA-NEVES, R. M.; ALVES, R. R.; DE AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; SEVERI, W. de. Caatinga revisited: ecology and conservation of an important seasonal dry forest. **The Scientific World Journal**, 2012.

BARREDO, J. I.; MAURI, A.; CAUDULLO, G.; DOSIO, A. Assessing shifts of Mediterranean and arid climates under RCP4. 5 and RCP8. 5 climate projections in Europe. *In: Meteorology and Climatology of the Mediterranean and Black Seas*. Birkhäuser, Cham, 2019.

CRAMER W.; GUIOT, J.; FADER, M.; GARRABOU, J.; GATTUSO J-P.; IGLESIAS, A.; LANGE, M. A.; IONELLO, P.; LLASAT M. C.; PAZ, S.; PEÑUELAS, J.; SNOUSSI M.; TORETI, A.; TSIMPLIS, M. N.; XOPLAKI, E. Climate change and inter-connected risks to sustainable development in the Mediterranean. **Nature Climate Change**. v. 8, 2018.

FAO and PLAN BLEU. **State of Mediterranean Forests 2018**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Plan Bleu, Marseille. 2018.

FERNANDES, J. P.; GUIOMAR, N.; GIL, A. Strategies for conservation planning and management of terrestrial ecosystems in small islands (exemplified for the Macaronesian islands). **Environmental Science & Policy**, v. 51, 2015.

FERNANDES, J. P.; GUIOMAR, N.; GIL, A. Identifying key factors, actors and relevant scales in landscape and conservation planning, management and decision making: Promoting effective citizen involvement. **Journal for nature conservation**, v. 47, 2019.

FERNANDES, J. P.; GUIOMAR, N. Environmental ethics: driving factors beneath behavior, discourse and decision-making. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 29, n. 3, 2016.

FONSECA, C. R.; VENTICINQUE, E. M. Biodiversity conservation gaps in Brazil: A role for systematic conservation planning. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 16, n. 2, 2018.

LEAL, I. R.; DA SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER J. R, T. E. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, 2005.

LOUHAICHI, M. O. U. N. I. R.; SALKINI, A. K.; PETERSEN, S. L. Effect of small ruminant grazing on the plant community characteristics of semiarid Mediterranean ecosystems. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 11, n. 6, 2009.

MAESTRE, F. T.; BOWKER, M. A.; PUCHE, M. D.; HINOJOSA, M. B.; MARTÍNEZ, I.; GARCÍA-PALACIOS, P.; CASTILLO, A. P.; SOLIVERES, S.; LUZURIAGA, A. L.; SÁNCHEZ, A. M.;

CARREIRA, J. A.; GALLARDO, A.; ESCUDERO, A. Shrub encroachment can reverse desertification in semi-arid Mediterranean grasslands. **Ecology letters**, v. 12, n. 9, 2009.

MÉDAIL, F. The specific vulnerability of plant biodiversity and vegetation on Mediterranean islands in the face of global change. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 6, 2017.

MIRANDA, J. D. D.; ARMAS, C.; PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. Climatic change and rainfall patterns: effects on semi-arid plant communities of the Iberian Southeast. **Journal of Arid Environments**, v. 75, n. 12, 2011. MIRANDA, J. D. D.; PADILLA, F. M.; LÁZARO, R.; PUGNAIRE, F. I. Do changes in rainfall patterns affect semiarid annual plant communities? **Journal of Vegetation Science**, v. 20, n. 2, 2009.

OLIVEIRA, G.; ARAÚJO, M. B.; RANGEL, T. F.; ALAGADOR, D.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 11, 2012.

OLSEN, S.; IPSEN, N.; ADRIAANSE, M. Ecosystem-based management markers for assessing progress. United Nations Environment Program, The Hague, 2003. OLSEN, S. B.; NICKERSON, D. The governance of coastal ecosystems at the regional scale: An analysis of the strategies and outcomes of long-term programs. **Coastal Management Report** No. 2243. Coastal Resources Center, University of Rhode Island, Narragansett, 2003.

PIROT, J. Y.; MEYNELL, P. J.; ELDER, D. (Ed.). Ecosystem management: lessons from around the world: a guide for development and conservation practitioners. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2000.

SANTOS, A. M. A.; DO NASCIMENTO, D. P. B.; DA SILVA COLAÇO, M. Â.; Silva, A. S. Reflexões sobre os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade da caatinga. **Diversitas Journal**, v. 1, n. 1, 2016.

SILVA, J. L. S. e.; Cruz-Neto, O.; PERES, C. A.; Tabarelli, M.; Lopes, A. V. Climate change will reduce suitable Caatinga dry forest habitat for endemic plants with disproportionate impacts on specialized reproductive strategies. **PLoS ONE**. v. 14, n. 5, 2019.

SOLOMOU, A.; PROUTSOS, N.; KARETSOS, G.; TSAGARI, C. Effects of climate change on vegetation in Mediterranean forests: A review. 2017.

VALLEJO. R. Restauración Ecológica de Canteras, Curso Técnico de Restauo Ecológico de Pedreiras, Secil, Outão, Portugal, 2008.

VICENTE-SERRANO, S. M.; ZOUBER, A.; LASANTA, T.; PUEYO, Y. Dryness is accelerating degradation of vulnerable shrublands in semiarid Mediterranean environments. **Ecological Monographs**, v. 82, n. 4, 2012.

FLORA, FITOGEOGRAFIA E POTENCIAL ECONÔMICO DE ESPÉCIES VEGETAIS DE UM TRECHO DE VEGETAÇÃO NO NORTE DO PIAUÍ

LUCAS SANTOS ARAÚJO
JESUS RODRIGUES LEMOS

INTRODUÇÃO

Com uma grande extensão territorial que chega aos 251.616,823 km², o estado do Piauí favorece a presença de ecótonos vegetacionais ou áreas de transição entre diferentes biomas como a Caatinga, ocupando 37% do território piauiense, ocorrendo no leste e sudoeste do mesmo (FARIAS; CASTRO, 2004; IBGE, 2019); Cerrado, com 33% do seu território, colocando o Piauí como o quarto Estado brasileiro com maior representatividade por ocupação desta vegetação e o primeiro em relação à região Nordeste (MESQUITA; CASTRO, 2007).

A ocupação de áreas piauienses para a agropecuária e agricultura e a urbanização desenfreada, além do avanço da extração desordenada de recursos naturais, existência de ameaças relacionadas à perda de habitats para conservação têm causado a perda da biodiversidade, raridade e endemismos prováveis que justificam a realização de pesquisas botânicas,

especialmente no que se refere à sua composição florística, para que este patrimônio natural não seja perdido (SANTOS FILHO *et al.*, 2016).

O levantamento florístico, por sua vez, abre perspectivas para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a diversos estudos, tais como os de potencial econômico e de distribuição geográfica das espécies, estudos fenológicos etc. Sendo assim, um amplo conhecimento da flora é um importante subsídio na manutenção e conservação da vegetação, que devem ser priorizadas para manejo e preservação (WEISER; GODOY, 2001).

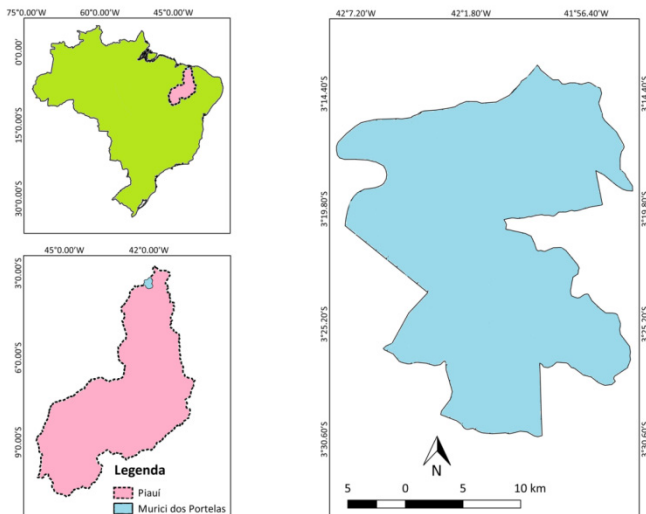
Frente a tudo isto, este estudo tem como objetivo principal realizar um levantamento florístico, estudo do potencial econômico e de distribuição geográfica das espécies presentes em uma área, ainda sem dados com este perfil, presente no norte do Piauí. Com esses dados, haverá subsídio para traçar eventuais estratégias de aplicabilidade destas informações, em última instância, na melhoria da qualidade de vida da população que reside na região, visando contribuir para um melhor conhecimento da vegetação do estado do Piauí, auxiliando na preservação e conservação da vegetação.

ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho realizou o inventário florístico para um trecho de vegetação que se encontra em Murici dos Portelas, Piauí (03°19'08" S 42°05'38" O). Está situado à 261 km de Teresina, tendo como limites o Estado do Maranhão (Magalhães de Almeida) ao Norte, ao Sul com Joaquim Pires

e Caxingó, à Oeste com Joaquim Pires e Estado do Maranhão e, à Leste, Caxingó. Sua população, estimada em 2010, é de 8.464 habitantes. A área do município é de 481,521 km² e altitudes variando de 150 a 250 metros (Figura 1) (CEPRO, 1996; AGUIAR; GOMES, 2004; IBGE, 2010).

Figura 1 - Localização da área de estudo, Murici dos Portelas, norte do Piauí



MATERIAL E MÉTODOS

As excursões de campo foram realizadas quinzenalmente (conforme questões logísticas), desde agosto de 2018 até junho de 2019, seguindo procedimento rotineiro de campo (LAWRENCE, 1973; MORI *et al.*, 1989; VAZ *et al.*, 1992). A coleta de material botânico segue o método de caminhadas aleatórias realizadas em toda a extensão possível da área estudada. Os espécimes coletados foram prensados com suas

respectivas fichas de campo e herborizados de acordo com metodologia usual em Botânica (SILVA *et al.*, 1989). As espécies foram identificadas com auxílio de estereomicroscópio e bibliografia específica, ou ainda por comparação com exemplares já depositados no Herbário “HDelta” (Herbário Delta do Parnaíba).

À medida que as coletas foram sendo executadas, as espécies foram identificadas cientificamente e categorizadas quanto a sua utilidade (madeireiras, medicinais, forrageiras, oleíferas, alimentícias, melíferas, ornamentais etc.), pautando-se na literatura especializada (LEWINGTON, 1990; RIZZINI; MORS, 1995; SIMPSON; OGORZALY, 1995; AGRA, 1996; COSTA *et al.*, 2002; LORENZI *et al.*, 2003; MAIA, 2004; BIONDI; ALTHAUS, 2005; SANTOS *et al.*, 2009; MATOS *et al.*, 2011; KINUPP; LORENZI, 2014) e, ainda, com a ajuda de “mateiros” que conhecem o local.

A organização das famílias botânicas seguiu o sistema *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG IV, 2016). As sinonímias botânicas foram atualizadas através de consultas à Lista de Espécies da Flora do Brasil de 2019 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), bem como a grafia dos autores das espécies. Conforme as identificações das espécies foram sendo confirmadas, estas terão seus padrões de distribuição geográfica verificados, sendo feito por meio de pesquisas nos acervos de vários Herbários virtuais e do Herbário “HDelta” da Universidade Federal do Piauí-UFPI/*Campus* Ministro Reis Velloso, bem como na literatura especializada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento florístico e potencial econômico das espécies

A diversidade da flora em Murici dos Portelas está sendo representada por espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, sendo distribuídas em 41 famílias, 93 gêneros e 100 espécies identificadas (Tabela 1). As famílias com maior riqueza de gêneros foram Fabaceae (23 gêneros), Rubiaceae (oito gêneros), Bignoniaceae (seis gêneros), Apocynaceae (cinco gêneros), Euphorbiaceae e Malvaceae com quatro gêneros cada, Polygonaceae com três gêneros, e Annonaceae, Convolvulaceae, Dilleniaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Vochysiaceae com dois gêneros cada. A maior parte das famílias (28) está sendo representado por apenas um gênero.

Tabela 1 - Lista das famílias e espécies registradas no levantamento florístico no povoado Caiçara, Murici dos Portelas, Norte do Piauí, com seus respectivos nomes vulgares, hábito e número de coletor (NC) de Lucas Santos Araújo e sua ocorrência em outros levantamentos florísticos do Piauí. CAA-Vegetação de caatinga (1-Lemos, 2004; 2-Mendes; Castro, 2010; 3-Alves *et al.*, 2013), CER-Vegetação de cerrado (4-Mesquita; Castro, 2007; 5-Sousa *et al.*, 2009), CAR-Vegetação de carrasco (6-Chaves *et al.*, 2005; 7-Chaves *et al.*, 2007), RES-Vegetação de restinga (8-Santos-Filho, 2009; 9-Santos-Filho *et al.*, 2015; 10-Santos-Filho *et al.*, 2016), TRA-Área de transição (11-Oliveira *et al.*, 1997; 12-Farias, 2003; 13-Barros, 2005; 14-Amaral *et al.*, 2012; 15-Amaral; Lemos, 2015; 16-Sousa *et al.*, 2015; 17-Silva; Lemos 2018; 18-Carvalho, Teodoro; Lemos, 2018; 19-Lima, Teodoro; Lemos 2018; 20-Pereira; Lemos, 2018; 21-Araújo, Cerqueira; Lemos, 2018; 22-Araújo, Lima; Lemos, 2019)

	Família/Espécie	Nome Vulgar	Hábito	NC CAA	Código de referência				
					CER	CAR	RES	TRA	
1	ALISMATACEAE								
1	<i>Echinodorus palaefolius</i> (Ness & Mart.) J.F. Macbr.	-	Erva	289	-	-	-	-	-
2	ANACARDIACEAE								
2	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajuí	Árvore	384	-	4,5	6,7	8,9,10	12,13,16,17,18,22
3	ANNONACEAE								
3	<i>Duguetia echinophora</i> R.E.Fr.	-	Árvore	270	-	-	-	-	-
4	<i>Ephedranthus piscocarpus</i> R.E.Fr.	-	Árvore	279	1	4,5	-	-	12,13,18,22
4	APOCYNACEAE								
5	<i>Allamanda cathartica</i> L.	-	Liana	385	-	-	-	-	-

6	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. & Zucc.	Pereira	Árvore	292	1,2,3	4,5	-	9	12,13,15,16, 21,22
7	<i>Cryptostegia grandiflora</i> R.Br.	-	Arbusto	331	-	-	-	9	15,18
8	<i>Schubertia grandiflora</i> Mart.	-	Liana	345	2	-	-	8,9	22
9	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	-	Árvore	319	-	-	-	9	17,20,22
5	ASTERACEAE								
10	<i>Melanthera latifolia</i> (Gardner) Cabrera	-	Arbusto	338	-	-	-	-	22
6	BIGNONIACEAE								
11	<i>Adenocathyma divaricatum</i> Miels	-	Liana	361	-	-	5	-	-
12	<i>Fridericia erubescens</i> (DC.) L.G.Lohmann	-	Liana	375	-	-	-	-	-
13	<i>Fridericia platyphylla</i> (Cham.) L.G.Lohmann	-	Liana	318/323	-	-	-	9	15,20
14	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Peu d'arco roxo	Árvore	308	1	-	7	9	13,14,15,16, 21,22
15	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Pau d'arco amarelo	Árvore	312	1	4,5	7	-	13,22
16	<i>Lundia heliocalyx</i> A.H.Gentry	-	Liana	356	-	-	6	-	15

17	<i>Neoberttia candolleana</i> (Mart. ex DC.) Bureau & K.Schum.	-	Liana	314	-	-	-	-	10	20,22
18	<i>Pleonotoma castelnaei</i> (Bureau) Sandwith	-	Liana	328	-	-	-	-	-	17,20,22
7	BIXACEAE									
19	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Algodão bravo	Árvore	281	2	-	-	6	-	12,13,17,18,19,21,22
8	BORAGINACEAE									
20	<i>Heliotropium indicum</i> L.	-	Erva	311	-	-	-	6	9	15,20,22
9	BROMELIACEAE									
21	<i>Bromelia laciniosa</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	-	Erva	382	-	-	-	6	-	11
10	CACTACEAE									
22	<i>Cereus jamaicaru</i> DC	Mandacaru	Árvore	383	2	4,5	6	6	8,9,10	11,12,13,16,22
11	CHRYSOBALANACEAE									
23	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	-	Arbusto	327	-	-	-	-	-	-
12	CLEOMACEAE									
24	<i>Tarenaya spinosa</i> (Jacq.) Raf.	Mussapé	Arbusto	271	-	-	-	-	9	22

13	COMBRETACEAE																			
25	<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichler	Rabo de macaco ou remela de macaco	Arbusto	284	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,13,18
26	<i>Combretum leptosum</i> Mart.	Mufumbo	Árvore	294	2,3	4,5	7	8,10	11,12,13,14,15,16,17,18,20,21,22											
14	CONVOLVULACEAE																			
27	<i>Evolvulus ericifolius</i> Mart. ex Schrank	-	Erva	374	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Dest.) Roem. & Schult.	-	Liana	304	-	4	-	8,9,10	15,20,22											
29	<i>Ipomoea triloba</i> L.	-	Liana	287	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	DILLENIACEAE																			
30	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira ou Sambaíba	Árvore	300	3	4,5	-	9	12,13,14,16											
31	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	-	Liana	274	-	-	-	-	17,18,21,22											
16	EUPHORBIACEAE																			
32	<i>Cnidocolus urens</i> (L.) Arthur	-	Arbusto	273	1	-	6	8,9	15,17,20,22											
33	<i>Croton sonderianus</i> Müll.Arg.	Marmeleiro	Arbusto	332/357	1	-	6,7	-	16,21,22											
34	<i>Dalechampia pernambuensis</i> L. Herit	-	Liana	359	-	-	6	8,9	15											

35	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Quebra pedra	Erva	386	-	-	-	6	-	16,22
17	FABACEAE									
36	<i>Abrus precatorius</i> L.	-	Liana	387	-	-	-	8,9	-	12
37	<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & J.W.Grimes	Muquém	Árvore	296	-	-	-	-	-	-
38	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	-	Árvore	379	2	-	-	6	9	12,13,14,16,21
39	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	-	Árvore	324	-	5	-	6	-	13,16,21,22
40	<i>Bauhinia unguiculata</i> L.	-	Árvore	272	2	5	6,7	9	9	12,14,15,16,21,22
41	<i>Calliandra fernandensis</i> Barneby	-	Arbusto	320	-	4,5	-	-	9	22
42	<i>Cenostigma nordesii</i> E. Gagnon & G.P. Lewis	Catingueira	Árvore	277	-	-	-	-	-	15,18,19,20,22
43	<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	Besouro ou Catingueira preta	Árvore	288	-	-	-	-	9	16
44	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	-	Árvore	380	1,3	-	-	-	9	15,21,22
45	<i>Dimorphandra grandneriana</i> Tul.	-	Árvore	341	1,3	-	-	-	9	16
46	<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth.	-	Liana	351	1,2	4	6	6	9	11,15,16,18,20,22
47	<i>Dipteryx lacunifera</i> Ducke	-	Árvore	348	-	-	-	-	-	-

48	<i>Entada polytachya</i> (L.) DC.	-	Liana	290	-	-	-	-	-	-
49	<i>Enterolobium con- tortisiliquum</i> (Vell.) Morong	-	Árvore	381	-	-	-	-	9	22
50	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Árvore	301	1	4	6	9	9	12,13,14,15,16,17,19,22
51	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Jucá	Árvore	298	-	-	-	9	9	15,16,18,21,
52	<i>Lueteziburgia au- riculata</i> (Allemão) Ducke	Sucupira	Árvore	291	1,2,3	5	6	9	9	12,13,17,18
53	<i>Machaerium inunda- tum</i> (Mart. ex Ben- th.) Ducke	Maria Mole	Árvore	299	-	-	-	9	9	-
54	<i>Macroptilium la- thyroides</i> (L.) Urb.	-	Erva	310	-	-	-	9	9	12,15,21,22
55	<i>Neptunia oleracea</i> Lou.	-	Erva	302	-	-	-	9	9	-
56	<i>Ptyrocarpa monili- formis</i> (Benth.) Luck- ow & R.W.Jobson	Catanduva	Árvore	275	-	-	-	9	9	15,16,17,18,19,20,21,22
57	<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	-	Arbusto	322	-	-	-	-	-	-
58	<i>Senna splendida</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	-	Arbusto	276	-	-	6	9	9	-
59	<i>Tachigali vulgaris</i> L. G.Silva & H.C.Lima	-	Árvore	336	-	-	-	9	9	22

18	IRIDACEAE																
60	<i>Cypera paludosa</i> Aubl.	Erva	365	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
19	LAMIACEAE																
61	<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke	Subar- busto	347	-	4	6	8,9,10										12,15,18,20,22
20	LECYTHIDACEAE																
62	<i>Eschweilera nana</i> (O.Berg) Miets	Árvore	342	-	-	-	-										-
21	LYTHRACEAE																
63	<i>Cuphea campestris</i> Koehe	Subar- busto	346	-	-	-	-										12,20,21
22	MALPIGHIACEAE																
64	<i>Byrsonima correfolia</i> A.Juss.	Murici Pi- tanga	283	2	4,5	-	-										13,16,21,22
65	<i>Diplopterys pubipeta- la</i> (A.Juss.) W.R.An- derson & C.C.Davis	Liana	321	-	-	-	-										22
23	MAIVACEAE																
66	<i>Byrneria divaricata</i> Benth.	Liana	297	-	-	-	9										-
67	<i>Helicteres boppanhra</i> L.B.Sm	Arbusto	370	1	5	-	-										12,13,14,20,22
68	<i>Melochia pyramida- ta</i> L.	Erva	362	-	-	-	-										-

69	<i>Sidastrum micranthum</i> (A.St.-Hil.) Fryxell	-	Arbusto	282	-	-	6	-	15
24	MELASTOMATA- CEAE								
70	<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	Crioli	Árvore	285	-	5	-	9	16,22
71	<i>Tibouchina aspera</i> Aubl.	-	Árvore	372	-	-	-	-	-
25	MYRTACEAE								
72	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	-	Árvore	316	-	5	-	8,9	21,22
26	OCHNACEAE								
73	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	-	Árvore	325	-	5	-	-	18,19,21,22
27	ORCHIDACEAE								
74	<i>Trichocentrum cepula</i> (Hoffmanns.) J.M.H.Shaw	-	Erva	307	-	-	-	-	-
28	OXALIDACEAE								
75	<i>Oxalis divaricata</i> Mart. ex Zucc.	-	Erva	337	1	-	-	-	18,20,22
29	POLYGONACEAE								
76	<i>Asemeia violacea</i> (Aubl.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	-	Erva	350	-	-	-	9	21,22

77	<i>Polygala appendiculata</i> Vell.	-	Erva	377	-	-	-	-	21
78	<i>Triplaris gaudneriana</i> Wedd.	Pajeú	Árvore	303/309	1	-	-	8,9	21
30	RHAMNACEAE								
79	<i>Gouania latifolia</i> Reissek	-	Liana	369	-	-	-	-	-
31	RUBIACEAE								
80	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	-	Subarbusto	366	-	-	6	9,10	-
81	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc	-	Arbusto	335	-	-	-	9	-
82	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Árvore	305	1	-	6	9	17,15,22
83	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltld.	-	Árvore	333	-	5	-	-	16,17,18,19,20,21,22
84	<i>Hexasepalum apiculatum</i> (Willd.) Delaprete & J.H. Kirkbr.	-	Subarbusto	364	-	-	-	8	12
85	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	-	Árvore	349	-	-	6,7	8,9	12,21
86	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	-	Erva	352	-	-	-	8,9	20,21,22
87	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K.Schum.	Jenipapo bravo	Arbusto	306/335	1	-	6	-	21
32	SANTALACEAE								

88	<i>Phoradendron quadrangulare</i> (Kunth) Griseb.	-	Erva	317	2	-	-	-	-	20,22
33	SAPINDACEAE									
89	<i>Cipania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	-	Árvore	330	-	-	-	-	-	-
34	SIMAROUBACEAE									
90	<i>Simarouba vesicolor</i> A.St.-Hil.	Parafba	Árvore	293	3	4,5	-	9		12,13,16,17,18,21,22
35	SOLANACEAE									
91	<i>Solanum paniculatum</i> L.	-	Arbusto	280	1	-	6	-		22
36	TRIGONIACEAE									
92	<i>Trigonia nivea</i> Cambess.	-	Liana	278	-	-	-	-		18
37	TURNERACEAE									
93	<i>Turnera candida</i> Arbo	-	Arbusto	344	-	-	-	-		21
94	<i>Turnera bermanniooides</i> Cambess.	-	Arbusto	353	-	-	-	-		-
38	VERBENACEAE									
95	<i>Lippia gnata</i> Schauer	-	Arbusto	373	-	-	-	-		22
39	VIOLACEAE									

96	<i>Pombália calceolaria</i> (L.) Paula-Souza	-	Erva	363	-	-	-	9	17,20,21,22
40	VITACEAE								
97	<i>Cissuserosa</i> Rich.	-	Liana	368	-	-	6	8,9	22
98	<i>Cissus tinctoria</i> Mart.	-	Liana	358	-	-	6	-	-
41	VOCHYSIACEAE								
99	<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Capitão de campo	Árvore	295	-	-	-	-	12,13,17
100	<i>Qualtea parviflora</i> Mart.	-	Árvore	334	1	4,5	-	9	12,13,17

Os gêneros com maior riqueza de espécies são *Cissus* (Vitaceae), *Combretum* (Combretaceae), *Handroanthus* (Bignoniaceae) e *Ipomoea* (Convolvulaceae), *Senna* (Fabaceae) e *Turnera* (Turneraceae) com duas espécies cada. Pode-se observar que 30% dos gêneros e 61% das famílias contribuem com apenas uma espécie o que demonstra uma elevada variação (heterogeneidade) de gêneros e famílias na comunidade vegetal estudada, constatando-se assim, uma característica florística particular da amostragem, talvez pelo fato de estar situada geograficamente, pelo já constatado através da distribuição geográfica exposta a Tabela anterior, em uma área de transição entre diferentes formações vegetais.

Também foi possível observar a presença significativa de famílias botânicas que contribuíram com apenas uma espécie nos levantamentos realizados por Sousa *et al.* (2008), em uma área de Cerrado no Maranhão; Lemos (2004) em uma área de Caatinga no Piauí; Silva e Lemos (2018) e Pereira e Lemos (2018) em áreas de transição no Piauí.

Neste estudo, as famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (24 spp.), Rubiaceae e Bignoniaceae (oito spp.), Apocynaceae (cinco spp.) e Malvaceae e Euphorbiaceae (quatro spp.), estas seis famílias representaram 53% no total de número de espécies. Além disso, oito famílias representaram-se com duas espécies cada e 25 famílias tiveram apenas uma espécie.

A família Fabaceae, a qual apresentou o maior número de espécies, foi encontrada em outros estudos desenvolvidos no Piauí com maior número de espécies, tais como os de Lindoso

et al. (2010) e Moura *et al.* (2010) no Cerrado; Mendes e Castro (2010) na Caatinga; Farias (2003), Amaral e Lemos (2015) e Carvalho, Teodoro e Lemos (2018), Silva e Lemos (2018), Lima, Teodoro e Lemos (2018), Pereira e Lemos (2018), Araújo, Cerqueira e Lemos(2018), Araújo, Lima e Lemos (2019) todos estes em áreas ecotonais.

Fabaceae representou 24% do número de espécies, concordando com os dados do *Brazil Flora Group* (BFG, 2015) como a família mais numerosa em quase todos os ecossistemas e biomas do país. Nesse sentido, essa família também fica entre as mais representativas em diversas formações vegetacionais no Piauí, como os de Lemos (2004) na Caatinga; Mesquita e Castro (2007) no Cerrado; Castro *et al.* (2009) em Floresta Estacional; Matos e Felfili (2010) em Matas de Galerias; Oliveira *et al.* (2007), Silva e Lemos (2018), Pereira e Lemos (2018) em áreas de transição e Santos Filho *et al.* (2015) em Restinga.

Das 100 espécies, 41% (41 spp.) são representadas por plantas de hábito arbóreo, sendo que este hábito ocorre com maior frequência em Floresta Amazônica e Mata Atlântica no Brasil (BFG, 2015). Neste estudo, a maior parte das espécies representadas por estrato arbóreo pertence à família Fabaceae (16 spp.).

As lianas estão representadas por 21% (21 spp.) neste levantamento e, dentre os biomas brasileiros, são frequentemente registradas na Mata Atlântica, Floresta Amazônica e Cerrado (BFG, 2015). De acordo com alguns autores (ENGEL, FONSECA e OLIVEIRA, 1998), as lianas ajudam

na estabilização do microclima das florestas e, assim, favorecem as condições para germinação e formação de plântulas de espécies arbóreas primárias. Também, as folhas das lianas ajudam a estabilizar o microclima na época fria e seca, quando grandes partes da composição arbórea e arbustiva perdem as folhas.

A proporção de forma de vida arbustiva neste levantamento é de 18% (18 spp.), ocorrendo com maior frequência na Mata atlântica e no Cerrado (BFG, 2015). Na área estudada, as espécies referentes ao estrato arbustivo não pertencem, de forma expressiva, a uma única família. Também vale salientar que de todas as espécies arbustivas coletadas, apenas *Cryptostegia grandiflora* R.Br. é considerada uma espécie naturalizada (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), que foi coletada em áreas antropizadas existentes.

O estrato herbáceo é representado por 16% do total de espécies (16 spp.). Sua composição para o cerrado, por exemplo, apresenta importante papel ecológico, contribuindo para a manutenção da flora lenhosa deste local, tendo em vista que existe uma grande representatividade no cerrado e mata atlântica (BFG, 2015). Os solos encobertos por ervas são conservados da erosão e sustenta a temperatura e umidade elevadas, formando um mecanismo de germinação natural quente e úmida, potencial ornamental são alguns dos aspectos positivos mais significativos dessas espécies. As raízes das ervas se embaralham na porção superficial do solo, criando uma teia que auxilia na contenção de sementes, tanto de plantas arbóreas quanto herbáceas, favorecendo a renovação

das populações vegetais (SILVA, ARAÚJO e FERRAZ, 2009). Vale ressaltar que algumas destas herbáceas foram coletadas geralmente em trechos antropizados existentes na área.

Nesse estudo foram registradas 22 espécies (24%) endêmicas para o Brasil, conforme “Flora do Brasil 2020”. Estas espécies foram: *Bromelia laciniosa* Mart. exSchult. & Schult.f., *Byrsonima correifolia* A.Juss., *Calliandra fernandesii* Barneby, *Cereus jamacaru* DC., *Cissus erosa* Rich., *Cupania racemosa* (Vell.) Radlk., *Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth., *Dipteryx lacunifera* Ducke, *Echinodorus palaefolius* (Ness & Mart.) J.F. Macbr., *Ephedranthus pisocarpus* R.E.Fr., *Eschweilera nana* (O.Berg) Miers, *Hexasepalum apiculatum* (Willd.) Delprete & J.H. Kirkbr., *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke, *Mouriri guianensis* Aubl., *Neojobertia candolleana* (Mart. ex DC.) Bureau & K.Schum., *Oxalisdi varicata* Mart. ex Zucc., *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W.Jobson, *Pleonotoma castelnaei* (Bureau) Sandwith, *Poincianella gardneriana* (Benth.) L.P.Queiroz, *Tachigali vulgaris* L.G.Silva & H.C.Lima e *Turnera hermannioides* Cambess. Com este panorama, vale à pena atentar e direcionar esforços de conservação para áreas até então sem levantamentos, como o caso da área deste estudo, presentes no estado do Piauí.

Para fins conservacionistas, verificou-se a classificação das espécies quanto ao *status* de conservação, seguindo a base de dados disponível no site “Reflora” (<http://www.reflora.jbrj.gov.br> acessado em 07/2019). Assim, dentre as plantas coletadas na área de estudo, *Hymenaea courbaril* L., *Hirtella racemosa* Lam. é trazida estando em uma situação menos preocupante, já

Amburana cearensis (Allemão) A.C.Sm., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, segundo a fonte citada, estão quase ameaçadas de extinção.

Das plantas coletadas e identificadas, 54 espécies, distribuídas em 25 famílias, possuem potencial econômico, conforme a literatura especializada (Tabela 2). As famílias mais representativas com potencial econômico foram Fabaceae (16 spp.), Rubiaceae (sete spp.), Apocynaceae (quatro spp.), Bignoniaceae (três spp.). Das espécies citadas com potencial econômico, 32 eram arbóreas, seguido pelo componente arbustivo, com oito e herbáceo com sete.

Tabela 2 - Lista das famílias e espécies registradas com potencial econômico no levantamento florístico no povoado Caiçara, Murici dos Portelas, Norte do Piauí, com seus respectivos nomes vulgares, hábito e categorias de uso: A = Medicinal, B = Forrageira, = Madeireiro, D = Alimentícia, E = Ornamental, F = Combustível, G = Melífera, H = Tóxico

Famílias/Espécies	Nome popular	Hábito	Categorias de Uso
1 ANACARDIACEAE			
1 <i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	Árvore	A, C, D, E, G
2 ANNONACEAE			
2 <i>Ephedranthus piscarpus</i> R.E.Fr.	Cundurú	Árvore	C, F
3 APOCYNACEAE			
3 <i>Allamanda cathartica</i> L.		Liana	A, E, G
4 <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	Pereira	Árvore	A, B, C, D, E, F, H
5 <i>Cryptostegia grandiflora</i> R.Br.		Arbusto	A, B, E
6 <i>Schubertia grandiflora</i> Mart.		Liana	G
4 BIGNONIACEAE			

7	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Pau d'arco roxo	Árvore	A, B, C, D, E, F, G
8	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. Grose	Pau d'arco amarelo	Árvore	A, C, E, F, G
9	<i>Neojoberbia candolleana</i> Mart. ex DC.) Bureau & K. Schum.		Liana	E, G
5	BIXACEAE			
10	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Algodão- bravo	Árvore	A, B, E, F, G
6	BORAGINACEAE			
11	<i>Heliotropium indicum</i> L.		Erva	A, B, G
7	BROMELIACEAE			
12	<i>Bromelia laciniosa</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.		Erva	A, G
8	CACTACEAE			
13	<i>Cereus jamacaru</i> DC		Árvore	A, C, D, B, E
9	CLEOMACEAE			
14	<i>Tarenaya spinosa</i> (Jacq.) Raf.	Mussambê	Erva	A, B
10	COMBRETACEAE			
15	<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichler	Rabo de macaco ou remela de macaco	Arbusto	B, F, G,
16	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mufumbo	Árvore	A, B, E, G
11	CONVOLVULACEAE			
17	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.		Liana	A, H
12	DILLENIACEAE			
18	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira ou Sambaiba	Árvore	A, C, E, F, G
13	EUPHORBIACEAE			
19	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur		Arbusto	A
20	<i>Phyllanthus niruri</i> L.		Erva	A
14	FABACEAE			
21	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.		Árvore	A, C, E, F, G
22	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan		Árvore	A, B, C, F
23	<i>Bauhinia unguolata</i> L.		Árvore	A, F, G

24	<i>Calliandra fernandesii</i> Barneby		Árbusto	E
25	<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	Besouro ou Catingueira- preta	Árvore	F
26	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.		Árvore	A, C, D, F
27	<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.		Árvore	A, B, C, E, F, H
28	<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth.		Liana	A, B, C, E, F, H
29	<i>Dipteryx lacunifera</i> Ducke		Árvore	A
30	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong		Árvore	A, B, C, D, H
31	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Árvore	A, C, D, E, G
32	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Jucá	Árvore	A, B, F, E, C
33	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemao) Ducke	Sucupira	Árvore	B, C, E, F, G, H
34	<i>Macropodium lathyroides</i> (L.) Urb.		Erva	G
35	<i>Pityrocarpa</i> <i>moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R. W. Jobson	Catanduva	Árvore	C, F
36	<i>Tachigali vulgaris</i> L. G. Silva & H. C. Lima		Árvore	F
15	IRIDACEAE			
37	<i>Cipura paludosa</i> Aubl.		Erva	A, B, E
16	LAMIACEAE			
38	<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke		Subarbusto	B, E
17	LECYTHIDACEAE			
39	<i>Eschweilera nana</i> (O. Berg) Miers		Árvore	A
18	MALPIGHIACEAE			
40	<i>Byrsonima correfolia</i> A. Juss.	Murici- pitanga	Árvore	A, B, C, D, E, F, G
19	MALVACEAE			
41	<i>Helicteres heptandra</i> L. B. Sm		Árbusto	A
20	MELASTOMATACEAE			
42	<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	Crioli	Árvore	B, D
21	OCHNACEAE			

43	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.		Árvore	F
22	RUBIACEAE			
44	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.		Subarbusto	A, G
45	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc		Arbusto	A
46	<i>Genipa americana</i> L.		Árvore	A, C, D, E, F
47	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.		Árvore	A, B, D, F, G
48	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.		Árvore	A, C, D, E, F
49	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.		Erva	B, G
50	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.		Arbusto	A, B
23	SIMAROUBACEAE			
51	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.		Árvore	A, B, C, D, F
24	SOLANACEAE			
52	<i>Solanum paniculatum</i> L.		Arbusto	A, C, D, G
25	VOCHYSIACEAE			
53	<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.		Árvore	A, C, E, G
54	<i>Qualea parviflora</i> Mart.		Árvore	A, C, E, F, G

A maioria das espécies possui potencial econômico na categoria de uso medicinal (40 spp.), seguida por combustível e melífera (25 spp. cada), forrageira e madeireira (23 spp. cada), ornamental (22 spp.), alimentícia (15 spp.) e tóxica (06 spp.).

Das 100 espécies identificadas, para apenas 46 spp. (46%) não foram encontradas referências quanto ao uso na literatura consultada e, aproximadamente 77% das espécies citadas como úteis na zona rural de Murici dos Portelas pertencem a mais de uma categoria de uso. Do número total de plantas que têm potencial econômico, 12 foram referidas para apenas uma categoria de uso, 12 para duas, cinco para três, cinco para

quatro, 15 para cinco, duas para seis e três espécies para sete categorias de uso. Contudo, no geral, as plantas analisadas revelaram uma gama de potenciais de uso econômico.

A categoria medicinal constituiu a potencialidade de maior ocorrência, com 40 espécies. Esta categoria também foi citada como preponderante por Abreu (2000) no Cerrado; Chaves (2005) no Carrasco; Franco (2005) em uma área de transição Cerrado/Mata de Cocais; Sousa, Araújo e Lemos (2015) em uma área de transição Cerrado/Caatinga e; Vieira Filho, Meireles e Lemos (2018) em uma área de transição Caatinga-Cerrado-Restinga.

As espécies que tiveram maior número de registros com diversas categorias de uso na literatura foram: *Aspidosperma pyriforme* Mart. & Zucc., *Byrsonima corneifolia* A.Juss. *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, com sete categorias cada. *Dimorphandra gardneriana* Tul. e *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke possuindo seis categoria cada. As espécies registradas neste levantamento apresentaram mais de um uso específico, sendo consideradas, portanto, de uso múltiplo. Estas espécies, segundo Lima, Santos e Castro (2016), são aquelas que fornecem vários produtos, tais como folhas, cascas, madeira, resinas, frutos ao longo do seu ciclo de vida, podendo ser utilizados para diversos fins.

Distribuição geográfica das espécies no Piauí

As espécies da área estudada estão amplamente distribuídas, sendo principalmente encontradas em vegetação de transição cerrado-caatinga e caatinga-cerrado (74 spp.), em

vegetação de restinga (51 spp.), em vegetação de carrasco (30 spp.), em vegetação de caatinga (28 spp.) e em vegetação de cerrado (23 spp.). Oitenta e duas espécies dos estudos analisados foram comuns à área estudada.

A área estudada compartilha espécies de diferentes formações vegetais conforme as comparações realizadas em diferentes levantamentos florísticos no Piauí. Nesse sentido, observa-se que as espécies não pertencem a um tipo vegetacional exclusivo, ocorrendo em dois ou três estudos. Seis espécies ocorreram em cinco tipos de vegetação, 11 espécies ocorreram em quatro tipos de vegetação, 20 espécies ocorreram em três tipos de vegetação, 27 ocorreram em dois tipos de vegetação, 18 ocorreram em um tipo de vegetação, 18 não registraram ocorrência em nenhum tipo vegetacional.

Combretum leprosum Mart. é a espécie com maior distribuição entre os estudos comparados, presente em 18 dos 22 levantamentos analisados; *Anacardium occidentale* L., presente em 13 dos 22 levantamentos analisados; seguida de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc., *Cereus jamacaru* DC, *Hymenaea courbaril* L. comuns a 12 estudos comparados; *Bauhinia unguolata* L., *Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth., *Simarouba versicolor* A.St.-Hil. comuns a 11 estudos analisados; *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke, *Amasonia campestris* (Aubl.) Moldenke comum a 10 estudos analisados e o restante das espécies são comuns a apenas 09 estudos ou menos. Todos estes estudos foram realizados em diferentes formações vegetais no Estado piauiense.

Com exceção de *C.leprosum* Mart., *A.occidentale* L., *A.pyrifolium* Mart. & Zucc., *C. jamacaru* DC, *S. versicolor*

A.St.-Hil. e *A.campestris* (Aubl.) Moldenke, as demais espécies de destaque em maior número de estudos são pertencentes à família mais representativa em número de espécies (Fabaceae), reforçando o fato de se tratar de uma família de grande riqueza e ampla distribuição.

Das espécies registradas na área de estudo apenas 18% (18 spp.) não foram citadas em nenhum dos levantamentos analisados: *Albizia inundata* (Mart.) Barneby & J.W.Grimes; *Allamanda cathartica* L.; *Cupania racemosa* (Vell.) Radlk.; *Dipteryx lacunifera* Ducke; *Duguetia echinophora* R.E.Fr.; *Echinodorus palaefolius* (Ness & Mart.) J.F. Macbr.; *Entada polystachya* (L.) DC.; *Eschweilera nana* (O.Berg) Miers; *Evolvulus ericifolius* Mart. ex Schrank; *Fridericia erubescens* (DC.) L.G.Lohmann; *Gouania latifolia* Reissek; *Hirtella racemosa* Lam.; *Ipomoea triloba* L.; *Melochia pyramidata* L.; *Senna reticulata* (Willd.) H.S.Irwin & Barneby; *Tibouchina aspera* Aubl.; *Trichocentrum cepula* (Hoffmanns.) J.M.H.Shaw; *Turnera hermannioides* Cambess.

Diante desses resultados, verifica-se que há uma aparente formação vegetal com espécies próprias na área estudada, pois uma boa porcentagem das espécies ocorrentes não está amplamente distribuída na mesorregião Norte Piauiense. Mesmo com o aumento de estudos florísticos e fitossociológicos nos últimos anos no Piauí, ainda são necessários mais esforços para um panorama mais amplo das comunidades vegetais, sendo necessária a realização de mais estudos de cunhos botânicos e ecológicos.

A despeito de algumas espécies que tiveram ampla distribuição em todas as formações vegetais comparadas, vale

destacar que *Cereus jamacaru* DC e *A. pyriformium* Mart. & Zucc, foram consideradas como espécies endêmicas da Caatinga por Giulietti *et al.* (2002). Taylor e Zappi (2002) consideram *C. jamacaru* predominante na Caatinga, mas Farias (2003) cita também podendo ocorrer em campo rupestre, cerrado, mata atlântica e mata seca.

C. leprosum Mart. apresentou ampla distribuição também no levantamento realizado por Silva e Lemos (2018) em uma área de transição de Caatinga-Cerrado, nos qual os mesmos autores comentam, de fato, que esta espécie possui uma grande amplitude geográfica.

Farias (2003) cita, em áreas ecotonais, *B. unguolata* L. entre as espécies com maior IVC e Chaves (2005), em vegetação de caatinga, menciona-a entre as espécies com maiores valores de uso.

L. auriculata (Allemão) foi registrada no estudo de Farias (2003) em uma área de transição entre Cerrado, Carrasco e Caatinga e; por Barros (2005), em uma área de aspectos fisionômicos de campos, cerrados, caatingas e matas, a espécie está entre as mais representativas por número de indivíduos, densidade relativa, Índice de Valor de Importância (IVI) e Índice de Valor de Cobertura (IVC).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados obtidos deste levantamento florístico é possível afirmar que a área de estudo apresenta elementos de diferentes formações vegetais (como ecótonos, restinga, caatinga e cerrado), tendendo assim para uma área de

transição entre Restinga, Caatinga, Carrasco e Cerrado. As espécies registradas neste levantamento fornecem um panorama genérico da área estudada, entretanto, necessita de maior esforço de coleta para o registro de ocorrência de mais táxons, enriquecendo a lista de espécies da composição vegetal piauiense como um todo.

No que se refere ao potencial econômico das espécies, observa-se espécies com vários usos (medicinal, alimentícia, forrageira, melífera etc.), predominando, nesta sequência, espécies com potencial medicinal, combustível e melífera.

Mesmo sabendo que a mesorregião Norte Piauiense tem sua vegetação pouco inventariada, foi possível verificar, com este estudo, que a flora da área compartilha espécies com diversas formações vegetais presentes nesta Mesorregião. Assim, este estudo contribui para a ampliação do conhecimento da flora do norte do Piauí.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. R. de. **Diversidade de recursos vegetais do cerrado utilizados pelos quilombolas Mimbó (Amarante, Piauí, Brasil)**. 2000. 68 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)– Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

AGRA, M. F. **Plantas da medicina popular dos Cariris Velhos: Paraíba – Brasil, espécies mais comuns**. João Pessoa: Ed. União, 1996. 112p.

AGUIAR, R. de B.; GOMES, J. R. de C. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, Piauí: Diagnóstico do município de Murici dos Portelas – CPRM -Fortaleza, 2004.

ALVES, A. R.; RIBEIRO, I. B.; SOUSA, J. R. L de; BARROS, S. S.; SOUSA, P da. S. Análise da estrutura vegetacional em uma área de caatinga no município de Bom Jesus, Piauí. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 99-106, out/dez. 2013.

AMARAL, G. C.; ALVES, A. R.; OLIVEIRA, T. M.; ALMEIDA, K. N. S. de; FARIAS, S. G. G.; BOTREL, R. T. Estudo florístico e fitossociológico em uma área de transição Cerrado-Caatinga no município de Batalha-PI. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, 2012.

AMARAL, M. C.; LEMOS, J. R. Floristic Survey of a Portion of the Vegetation Complex of the Coastal Zone in Piauí State, Brazil. **American Journal of Life Sciences**, v. 3, n. 3, p. 213-218, 2015.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1-20. 2016.

ARAÚJO, L. S.; CERQUEIRA, E. C.; LEMOS, J. R. A Survey of Angiospermic Flora and the Economic Potential of Species in Caatinga-Cerrado Transition Vegetation in the Piauí State, Northeastern Brazil. In: BEATRICE WELCH; MICHAEL WILKERSON (Org.). **Recent Advances in Plant Research**. 1ed. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2018, p. 239-259.

ARAÚJO, L. S.; LIMA, G. A.; LEMOS, J. R. Floristic, phytosociology and economic potential of plant species from a section of vegetation in the North of Piauí state, Northeastern Brazil. In: Justin A. Daniels (Org.). **Advances in Environmental Research**. 1ed. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2019, v. 67, p. 97-170.

BARROS, J. S. **Compartimentação Geoambiental no Complexo de Campo Maior, PI: Uma Área de Tensão Ecológica**. 2005. 302p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. Árvores de rua de Curitiba: Cultivo e manejo. 1ed. Curitiba: FUPEF, 2005. p. 177.

BRAZIL FLORA GROUP. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, 2015.

CARVALHO, E. G. A.; TEODORO, M. S.; LEMOS, J. R. Inventário florístico de uma área ecotonal caatinga-cerrado no Norte do Piauí, Nordeste do Brasil. *In*: LEMOS, J. R. (Org.). **Pesquisas Botânicas e Ecológicas no Piauí**. Curitiba: CRV, 2018. Coedição: Teresina, PI: EDUFPI, 2018, p. 35-54.

CASTRO, A. A. J. E.; CASTRO, A. S. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R. de; CASTRO, N. M. C. F.; SILVA, C. G. B.; MENDES, M. R. A.; BARROS, J. S.; LOPES, R. N. Diversidade de espécies e de ecossistemas da vegetação remanescente da Serra Vermelha, área de chapada, municípios de Curimatá, Redenção do Gurguéia e Morro Cabeça no Tempo, Sudeste do Piauí. **Publicações Avulsas Conservação do Ecossistema**, v. 23, p. 1-72, 2009.

CEPRO, **Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí**. **Piauí**: caracterização do quadro natural. CEPRO: Teresina, 1996.

CERQUEIRA, E. C.; LEMOS, J. R. Levantamento florístico em trilhas naturais de um sítio com potencial turístico no norte do Piauí como subsídio à educação ambiental e conservação da

fitodiversidade. *In*: LEMOS, J. R. (Org.). **Pesquisas Botânicas e Ecológicas no Piauí**. Curitiba: CRV, 2018. Coedição: Teresina, PI: EDUFPI, 2018 p. 149-159.

CHAVES, E. M. F. **Florística e potencialidades econômicas da vegetação de carrasco no município de Cocal, Piauí, Brasil**. 2005. 112p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2005.

COSTA, J. A. S.; NUNES, T. S.; FERREIRA, A. P. L. STRADMANN, M. T. S.; LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil – nativas e exóticas**. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum, 2002. 512p.

ENGEL, V. L.; FONSECA, R. C. B.; OLIVEIRA, R. E. de; Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **SÉRIE TÉCNICA IPEF**, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

FARIAS, R. R. S. **Florística e fitossociologia em trechos de vegetação do complexo de Campo Maior, Campo Maior, Piauí**. 2003. 119p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4. p. 949-963, 2004.

FRANCO, E. A. P. **A etnobotânica e o desenvolvimento sustentável no Quilombo Olho D'água dos Pires, Esperantina, Piauí, Brasil**. 2005. 104p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; BARBOSA, M. R. V.; BOCAGE NETA, A. L.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da Caatinga. *In*: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Ed.). **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2002. p. 103-105.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico** 2010 Retratos do Brasil e do Piauí, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/censo_2010_piaui.pdf. Acesso: 20 Jul. 2019.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) No Brasil**: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 1 ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014. p. 768.

LAWRENCE, G. H. M. **Taxonomia das plantas vasculares**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. v. 2, 1973. 256p.

LEMOS, J. R. Composição florística do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Rodriguésia**, v. 55, p. 55-66. 2004.

LEWINGTON, A. **Plants for people**. London: Natural History Museum Publ., 1990.

LIMA, A. de S.; SANTOS, K. P.; CASTRO, A. A. J. F. Potencial de Uso Econômico e Síndrome de Dispersão em um Cerradão sob Influência de Atividade Carvoeira no Município de Jerumenha, Piauí. **Educação Ambiental em Ação**, v. 57, p. 1-12, 2016.

LIMA, G. A.; TEODORO; M. S; LEMOS, J. R. Estrutura de um trecho de vegetação subcaducifólia no extremo Norte do Piauí,

Brasil. In: LEMOS, J. R. (Org.). **Pesquisas Botânicas e Ecológicas no Piauí**. Curitiba: CRV, 2018. Coedição: Teresina, PI: EDUFPI, 2018.

LINDOSO, G. S.; FELFINI, J. M.; CASTRO, A. A. J. Diversidade e estrutura do Cerrado *sensu stricto* sobre Areias (Neossolo Quartzarênio) no Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí. In: CASTRO, A. A. J. F.; ARZABE, C.; CASTRO, N. M. C. F. (Org.). **Biodiversidade e ecótonos da região setentrional do Piauí**. Teresina: EDUFPI, 2010, p. 186-207 (Desenvolvimento e Meio Ambiente, 5).

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil – madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum, 2003. 368p.

MAIA, G. N. **Caatinga** – árvores e arbustos e suas utilidades. 1. ed. São Paulo: D & Z, 2004. 413p.

OS, F. J. de. A.; LORENZI, H.; SANTOS, L. de. F. L. DOS.; MATOS, M. E. O.; SILVA, M. G. de. V.; SOUSA, M. P. de. Plantas tóxicas: estudo de fitotoxicologia química de plantas brasileiras. 1 ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011. p. 247.

MATOS, M. Q.; FELFILI, J. M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 483-496, 2010.

MENDES, M. R. A.; CASTRO, A. A. J. F. Vascular flora of semi-arid region, São José do Piauí, state of Piauí, Brazil. **CheckList** (São Paulo. Online), v. 6, p. 39-44, 2010.

MESQUITA, M. R.; CASTRO, A. A. J. F. Florística e fitossociologia de uma área de Cerrado marginal (Cerrado baixo), Parque Nacional Sete Cidades, Piauí. **Publicação Avulsas Conservação de Ecossistemas**, v. 15, p. 1-22, 2007.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2 ed. Ilhéus, Bahia: Centro de Pesquisas do Cacau, 1989. 103p.

MOURA, I. O.; FELFINI, J. M.; PINTO, J. R. R.; CASTRO, A. A. J. Composição florística e estrutura do componente lenhoso em cerrado *sensu stricto* sobre afloramento rochosos no Parque Nacional de Sete Cidades- PI. *In*: CASTRO, A. A. J. F.; ARZABE, C.; CASTRO, N. M. C. F. (Org.). **Biodiversidade e ecótonos da região setentrional do Piauí**. Teresina: EDUFPI, 2010, p. 90-115 (Desenvolvimento e Meio Ambiente, 5).

OLIVEIRA, L. S. D.; SOARES, S. M. N. A.; SOARES, F. A. R.; BARROS, R. F. M. Levantamento Florístico do Parque Ambiental Paquetá, Batalha, Piauí. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 372-374, Jul. 2007.

OLIVEIRA, M. E. A.; SAMPAIO, E. V. B.; CASTRO, A. A. J. RODAL, M. J. N. Flora e fitossociologia de uma área de transição Carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí. **Naturalia**, v. 22, p. 131-150, 1997.

PEREIRA, V. S.; LEMOS, J. R. Levantamento florístico no povoado pontal do anel, Luís Correia, Piauí, Nordeste do Brasil. *In*: LEMOS, J. R. (Org.). **Pesquisas Botânicas e Ecológicas no Piauí**. Curitiba: CRV, 2018. Coedição: Teresina, PI: EDUFPI, 2018. p. 123-147.

RIZZINI, C. I.; MORS, W. G. **Botânica econômica brasileira**. 2. ed. São Paulo: EPU – EDUSP, 1995.

SANTOS, M. G.; FEVEREIRO, P. C. A.; REIS, G. L.; BERCELOS, J. I.; NEY, F. M. M. A. **Plantas da restinga**: potencial econômico. 1 ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2009. p.139.

SANTOS FILHO, F. S. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí**, 2009. 124f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Departamento de Biologia. Recife, 2009.

SANTOS FILHO, F. S.; ALMEIDA JR, E. B. de; LIMA, P. B.; SOARES, C. J. dos R. A. Checklist of the flora of the restingas of Piauí state, Northeast Brazil. **CheckList**, v. 11, n. 2, March 2015.

SANTOS FILHO, F. S.; MESQUIRA, T. K da S.; ALMEIDA JR. E. B de; ZICKEL, C. S. A Flora de Cajueiro da Praia: Uma Área de Tabuleiros do Litoral do Piauí, Brasil. **Revista Equador (UFPI)**, v. 5, n. 2, p. 21-35. 2016.

SILVA, A. K. C. da; LEMOS, J. R. Florística de uma área de transição no Norte do Piauí, Nordeste do Brasil. *In*: LEMOS, J. R. (Org.). **Pesquisas Botânicas e Ecológicas no Piauí**. Curitiba: CRV, 2018. Coedição: Teresina, PI: EDUFPI, 2018. p. 13-33.

SILVA, A. T.; MUNIZ, C. F. S.; WANDERLEY, M. G. L.; KIRIZAWA, M.; SENDULSKY, T.; SILVA, T. S.; MALUF, A. M.; SILVESTRE, M. S. F.; CHIEA, S. A. C.; CUSTÓDIO-FILHO, A.; MANTOVANI, W.; JUNG, S. L.; BARROS, F.; OLIVEIRA, L. C. A. Pteridófitas e fanerógamas. *In*: FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material**

botânico. Série Documentos. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. 62p.

SILVA, K. A. da; ARAÚJO, E. de L.; FERRAZ, E. M. N. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia, PE, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 23, n.1, p. 100-110, 2009.

SIMPSON, B. B.; OGORZALY, M. C. **Plants in our world**. 2nd. New York: Ed. McGraw-Hill, 1995.

SOUSA, F. C. D.; ARAÚJO, M. P.; LEMOS, J. R. Ethnobotanical Study with Native Species in a Rural Village in Piauí State, Northeast Brazil. **Journal of Plant Sciences**, v. 3, n. 2, p. 45-53, 2015.

SOUSA, H. S. de; CASTRO, A. A. J. F.; SOARES, F. A. R.; FARIAS, R. R. S. de; SOUSA, S. R. de. Florística e fitossociologia de duas áreas de cerrado do litoral, Tutóia e Paulino Neves, Nordeste do Maranhão. **Publ. avulsas conserv. ecossistemas**, Teresina, n. 21, p. 1-26, 2008.

SOUSA, M. G.; BARROS, J. S.; SOUSA, S. R.; FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Composição florística e fitossociologia das Serras de Campo Maior, município de Campo Maior, Piauí, Brasil. **Publicação Avulsas Conservação de Ecossistemas**, Teresina, n. 24, p1- 20, 2009.

TAYLOR, N.; ZAPPI, D. Distribuição das espécies de Cactaceae na Caatinga. *In*: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (Ed.). **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: Associação de Plantas do Nordeste, 2002. p. 123-125.

VAZ, A. M. S. F.; LIMA, M. P. M.; MARQUETE, R. Técnicas e manejos de coleções botânicas. *In: Manual técnico da vegetação brasileira*. IBGE, Rio de Janeiro, 1992. p. 5-75 (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

VIEIRA FILHO, M. A. M.; MEIRELES, V. J. S.; LEMOS, J. R. Conhecimento popular relacionado ao uso das plantas na cultura local da comunidade rural de Curral Velho, Luís Correia, Piauí. *In: Jesus Rodrigues Lemos (Org.). Pesquisas Botânicas e Ecológicas no Piauí*. 1 ed. Curitiba-PR: Editora CRV, 2018, v. 1, p. 161-189.

WEISER, V. de L.; GODOY, S. A. P. de. Florística em um hectare de cerrado *stricto sensu* na ARIE: Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botânica Brasilica*. v. 15, n. 2, p. 201-212. 2001.

POTENCIAL DE USO DE PLANTAS NATIVAS DA FLORESTA NACIONAL DE SOBRAL, CEARÁ, BRASIL

LYSIANE DOS SANTOS LIMA
MARIA APARECIDA SILVA DO NASCIMENTO
LUÍS HENRIQUE XIMENES PORTELA
MARLENE FELICIANO FIGUEIREDO
ELNATAN BEZERRA DE SOUZA

INTRODUÇÃO

As plantas sempre foram utilizadas pelo homem para diversos fins, seja para o tratamento de enfermidades devido à sua propriedade medicinal, como forrageira, para fins alimentícios ou até mesmo devido ao seu valor ornamental. Sabe-se hoje que além das potencialidades mencionadas, inúmeras outras foram registradas, especialmente com os significativos acréscimos na emissão de verbas para pesquisas científicas.

Dessa forma, foi possível perceber que a Caatinga, região antes descrita como pobre em biota e endemismos, apresenta uma riqueza inesperada e impressionante, de grande importância para o cenário nacional (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003). O fato de ter passado muito tempo sendo a região ecológica menos estudada do Brasil reflete nas informações

conhecidas sobre grande parte de sua biota, ainda consideradas insuficientes, visto que 41% da região ainda não foi estudada (LEAL *et al.*, 2005; TABARELLI; VICENTE, 2004).

Os atuais estudos realizados no domínio concluíram a presença de aproximadamente 4.508 espécies vegetais, inseridas em 950 gêneros e 152 famílias (QUEIROZ *et al.*, 2017). As famílias mais significativas englobam Fabaceae e Euphorbiaceae, com representantes arbóreos e arbustivos. As Poaceae, com riqueza relativamente grande em áreas mais abertas, junto com as Malvaceae e Portulacaceae compõem os terófitos do estrato herbáceo, enquanto as Bromeliaceae e Cactaceae são as famílias mais representativas de suculentas (FERNANDES; QUEIROZ, 2018; PENNINGTON; LAVIN; OLIVEIRA FILHO, 2009; PRADO, 2003).

Atividades humanas não sustentáveis, como agricultura de corte e queima, extração de madeira e desmatamento para a implantação de áreas de pastagem para gado, têm sido apontadas como as principais causas do empobrecimento ambiental nessa região. Núcleos de desertificação vêm aumentando, geralmente aliados à ausência de coberturas vegetais por períodos cada vez mais longos de tempo (LEAL *et al.*, 2005; SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015).

Em razão disso, através da Lei MMA 223, de 21 de junho de 2013, foram determinadas 282 áreas prioritárias para a conservação dessa região, além de diretrizes que envolvem o uso sustentável de seus recursos. A Floresta Nacional de Sobral (FLONA) representa uma dessas áreas, propiciando o desenvolvimento de estudos no noroeste do Ceará. Sua parceria

com universidades, em especial a Universidade Estadual Vale do Acaraú, permitiu que inúmeros projetos ligados ao conhecimento da biodiversidade da Caatinga fossem concretizados.

Uma vez que a biota da Caatinga está associada a inúmeras potencialidades de uso, objetivou-se com este estudo revisar as diversas categorias de uso das espécies nativas presentes na flora que compõe a Floresta Nacional de Sobral, Ceará.

A ÁREA DE ESTUDO EM BASES TEÓRICAS

Abrangendo cerca de 912.000 km², o domínio da Caatinga engloba os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, com pequenas porções no Maranhão e Minas Gerais (FERNANDES; QUEIROZ, 2018). Localiza-se, majoritariamente, sobre terrenos cristalinos do Pré-Cambriano, bastante erodidos, que proporcionaram ao solo a pouca capacidade de absorção de água, determinando sua aridez (AB’SABER, 2003).

Influenciada por interpretações equivocadas, a Caatinga foi considerada uma “zona-morta”, de baixa biodiversidade e pouco potencial. De fato, durante muito tempo, era essa a concepção que se tinha sobre essa região ecológica. Alves (2007) cita que concepções antigas enxergavam a Caatinga como uma área de florestas degradadas, cuja biota pertencia tanto à Mata Atlântica quanto à Floresta Amazônica. Além disso, sua localização no semiárido brasileiro, região de baixas e irregulares médias de precipitação e longos períodos de seca, transformaram-na numa região social bem-definida (LEAL *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2017).

A nível global, é considerada parte do Bioma que engloba as Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secas (FATSS) (OLIVEIRA FILHO; JARENKOV; RODAL, 2006) e, apesar dos atributos climáticos severos, é megadiversa quando comparada a outros representantes do mesmo bioma, como as áreas áridas do norte da Colômbia e da Venezuela, além das regiões secas da América Central (PRANCE, 1987), contendo um alto número de espécies e endemismos florísticos e faunísticos, sendo a região ecológica mais rica dentre as FATSS. Por muito tempo foi a região ecológica menos estudada do Brasil e grande parte de sua biota ainda permanece desconhecida, visto que 41% da região ainda não foi estudada (LEAL *et al.*, 2005; TABARELLI; VICENTE, 2004).

Um dos aspectos que tornam a Caatinga ainda mais fascinante é a sua heterogeneidade, ocasionada pela intrínseca relação que possui com as demais regiões ecológicas brasileiras. Nela, é possível observar fragmentos de florestas tropicais úmidas ou semidecíduas (os “brejos” de altitude), fragmentos de savana e campos rupestres. Esses exemplares, que se apresentam em manchas inseridas dentro da área total, são delineados pelas distintas características edáficas e climáticas presentes (FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

O estado do Ceará localiza-se em duas das oito ecorregiões determinadas para a Caatinga. Grande parte do estado encontra-se sobre a Depressão Sertaneja Setentrional, enquanto a outra parte envolve o Complexo Ibiabapa-Araripe, inferindo-se, desse modo, que os dois principais domínios geológicos cearenses envolvem litologias cristalinas e terrenos sedimentares

(MORO *et al.*, 2015). A Caatinga do Cristalino, vegetação característica da Depressão Sertaneja, apresenta-se em cerca de 68,8% da área total do estado, enquanto os brejos de altitude estão localizados tanto em terrenos cristalinos quanto em terrenos sedimentares, representando as matas úmidas, ocupando 2,1% do território. Além disso, formações sedimentares litorâneas mais recentes também são observadas, assim como planícies fluviais e marinhas (FIGUEIREDO, 1997; MORO *et al.*, 201A destruição da vegetação nativa e da consequente eliminação de seus recursos naturais associados, estimulam a elaboração de diretrizes que visam a conservação da biodiversidade (LUCENA *et al.*, 2013). A criação de Unidades de Conservação (UCs) na região ecológica da Caatinga demonstrou ser um mecanismo eficiente para resguardar a diversidade de ecossistemas e habitats nesse domínio marcado pelo grande número de espécies endêmicas ameaçadas pela fragmentação de habitats (FONSECA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2013).

Segundo a Lei 9.985/2000, que institui o *Sistema Nacional de Unidades de Conservação* (SNUC), são definidos dois tipos de unidades de conservação: as áreas de proteção integral (UC-PI) e as áreas de uso sustentável (UC-US). As áreas de proteção integral envolvem uma percentagem muito baixa do território geral da Caatinga, apenas 1,13%, enquanto as unidades de uso sustentável possuem uma área maior, 6,32%. Cerca de 98% das UC-US da Caatinga estão inseridas na categoria Área de Proteção Ambiental (APA), a mais flexível dentre as categorias do SNUC (FONSECA *et al.*, 2018). A preocupação encontra-se justamente na permissibilidade da

maioria das áreas protegidas, pois mesmo que sejam regidas por lei, ainda estão bastante suscetíveis a ameaças (SILVA *et al.*, 2013).

MATERIAL E MÉTODOS

A Floresta Nacional (FLONA) de Sobral está localizada no noroeste do Estado do Ceará, no distrito de Jaibaras, nas coordenadas geográficas 03°46'27,3"S, 40°31'01,9"O, às margens do Açude Aires de Sousa, este pertencente à bacia hidrográfica do Acaraú, com altitudes variando entre 100-125 m, possui 661,01 ha, distante a 25 km da sede do município (ICMBio). A vegetação predominante é a Caatinga do Cristalino, com solos areno-argilosos a argilosos (Figura 1).

As coletas ocorreram de fevereiro a outubro de 2019, podendo assim, abranger o período de chuvas e de estiagem. Para o presente estudo foram coletadas preferencialmente espécimes em estado reprodutivo, contendo flor e fruto.

Todo o procedimento de coleta e herborização ocorreu de acordo com métodos usuais (MORI *et al.* 1989; ROTTA *et al.*, 2008). Posteriormente as coleções botânicas foram incorporadas ao acervo do Herbário Professor Francisco José de Abreu Matos (HUVA).

Os espécimes botânicos foram analisados e identificados com auxílio de literatura e sites especializados (GONÇALVES; LORENZI, 2011; LORENZI, 2008; SOUZA; LORENZI, 2008; LORENZI *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2018), (Flora do Brasil 2020, Herbário Virtual Re flora e Species Link), além de comparação com material botânico e consultas a especialistas.

Através de levantamento bibliográfico, foi elaborada uma tabela com a listagem florística das espécies nativas e seus respectivos potenciais de uso, que foram inseridos em 14 diferentes categorias. Portais de periódico como Scielo (<https://scielo.org/>) CAPES (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>) e Scholar Google (<https://scholar.google.com/>) foram utilizados para a busca de artigos, cujas palavras-chave envolveram predominantemente o nome da espécie que se buscava informação seguida dos seguintes termos ou palavras-chave: *potencial*, *uso* e *Caatinga*. Vale ressaltar que artigos internacionais também foram considerados para análise, priorizando aqueles publicados em inglês e espanhol. As palavras-chave tinham sua tradução modificada durante as buscas por material estrangeiro.

Para aprimorar os resultados, livros também foram consultados. As obras de Costa *et al.* (2002), Maia-Silva *et al.* (2012), Carvalho (2013) e Demarchi *et al.* (2018) foram imprescindíveis para uma eficiente apuração dos dados. Essas obras englobaram diferentes categorias de potencial de uso e forneceram informações sobre várias espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 66 espécies nativas reportadas, 51 apresentaram potencial de uso (Tabela 1; Figuras 2-3), distribuídas em 14 categorias: *medicinal*, *ornamental*, *daninha*, *fitoquímica*, *madeiraira*, *fornageira*, *restauração ambiental*, *pesticida*, *apicultura*, *genética/molecular*, *indústria*, *alimentícia*, *artesanal* e *bioindicadora*. É importante destacar que algumas espécies apresentaram

diversas formas de uso, o que as inseriu em mais de uma das categorias citadas. Fabaceae (n=12), Malvaceae (n=6), Acanthaceae (n=5) e Euphorbiaceae (n=5) configuram-se como as famílias mais representativas em número de espécies que apresentaram algum potencial de uso.

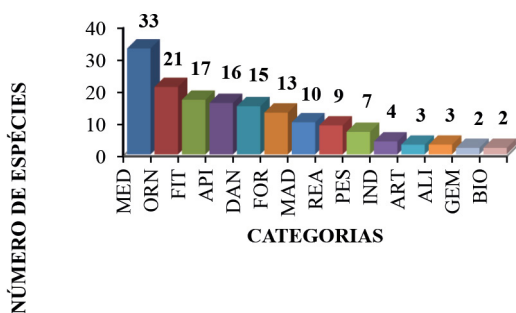
Dentre os levantamentos realizados, houve uma predominância de espécies utilizadas para fins medicinais (Gráfico 1). As famílias mais representativas apresentaram, pelo menos, 50% de seus representantes totais com propriedades medicinais. Entre as Fabaceae, nove espécies (75%) têm uso medicinal, enquanto Euphorbiaceae foi a única das famílias citadas onde todos os seus representantes (5 spp.) possuem propriedades medicinais. De fato, autores como Albuquerque e Melo (2018) destacam que cerca de 390 espécies de plantas da Caatinga são utilizadas para fins medicinais.

Albuquerque e Andrade (2002a) e Albuquerque, Andrade e Silva (2005) citam que em algumas comunidades sertanejas a utilização frequente das espécies medicinais é estimulada pela possibilidade de coleta durante todo o ano. A relação comunidade-planta oferece, através dos estudos etnobotânicos, uma visão interessante sobre como a Caatinga se comporta do ponto de vista socioecológico.

A utilização de plantas pela comunidade está ligada à disponibilidade delas. No caso do uso para fins medicinais, a população sertaneja desenvolveu o hábito de utilizar as cascas uma vez que estão disponíveis o ano inteiro, em detrimento de espécies herbáceas, de ciclo de vida curto, mesmo que essas últimas possam apresentar um teor maior de compostos bioativos (ALBUQUERQUE; MELO, 2018; VOEKS, 1996).

A utilização das espécies para fins ornamentais foi a segunda categoria com mais representantes. Assim como na categoria citada anteriormente, Fabaceae foi o grupo que obteve o maior número de espécies ornamentais incluindo quatro das 21 espécies que apresentaram esse uso. A exploração do potencial ornamental das espécies nativas da Caatinga é relativamente recente. Alguns autores, como Alvarez e Kill (2014), ressaltam que de espécies arbóreas a espécies de menor porte, cada uma possui características peculiares que as qualificam como apropriadas em projetos de paisagismo, floricultura e arborização urbana.

Gráfico 1 - Distribuição das espécies por categorias de uso provenientes da Floresta Nacional de Sobral, Ceará. MED - medicinal; ORN - ornamental; FIT - fitoquímica; API - apícola; DAN - daninha; FOR - forrageira; MAD - madeireira; REA - restauração ambiental; PES - pesticida; IND - indústria; ART - artesanato; ALI - alimentação; GEM - genética e molecular; BIO - bioindicadora.



Devemos levar em conta também que espécies nativas são importantes nos tratados técnicos de arborização urbana e que a correlação entre beleza e rusticidade, aspecto comum em

grande parte das plantas da Caatinga, promove a valorização de sua flora pelos moradores dos grandes centros urbanos. Há outro aspecto importante aqui, a possibilidade de modificar a preferência cultural por espécies exóticas para fins ornamentais, evitando problemas relacionados à proliferação de espécies invasoras, tal como ocorreu com a *Cryptostegia madagascariensis* (unha-de-bruxa) (FISCHER *et al.*, 2007; KIILL; TERAQ; ALVAREZ, 2013). É importante destacar que a mudança cultural para a valorização da flora nativa deve ser acompanhada de conhecimento técnico e respeito aos aspectos da sustentabilidade, não promovendo a extinção local de espécies na Caatinga.

Das espécies listadas, 17 apresentaram potencial fitoquímico, sendo essa a terceira categoria com mais representantes. Fabaceae apresentou o maior número de espécies nesta categoria (n=5), por outro lado, *Microdesmia rigida* e *Schultesia guianensis*, pertencentes às famílias Crysobalanaceae e Gentianaceae, respectivamente, apresentaram somente esta categoria como potencial de uso. É importante destacar que das espécies que apresentaram potencial fitoquímico, 13 também estão inseridas na categoria medicinal. Isso revela a íntima relação que ambas as categorias possuem entre si. Contudo, nem sempre um potencial fitoquímico representa potencial medicinal, visto que algumas espécies, tais como *Ipomoea carnea*, *Schultesia guianensis* e *Melochia pyramidata* são extremamente tóxicas.

Quanto ao potencial apícola das espécies consideradas neste estudo, 16 delas fornecem subsídios para a manutenção da fauna apícola através da disponibilidade de recursos como néctar, pólen e/ou resina, sendo justamente as espécies

nativas aquelas de maior contribuição para a produção de mel, uma atividade sustentável, altamente recomendável e bastante rentável para o caatingueiro (LOPES *et al.*, 2016; WOLFF *et al.*, 2006). Compreender que alguns táxons típicos da Caatinga, como *Cordia oncocalyx* (pau-branco), *Cynophalla flexuosa* (feijão-bravo), *Jatropha mollissima* (pinhão-bravo), *Cenostigma nordestinum* (catingueira) e *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá), possuem relação positiva com abelhas tanto nativas como exóticas, auxilia na construção de um calendário apícola próprio para as diferentes regiões da Caatinga, garantindo sempre uma elevada produtividade para o homem do campo (LOPES *et al.*, 2016).

Entre as espécies citadas, 15 são definidas como daninhas. As famílias Malvaceae e Fabaceae configuram-se como as mais ricas, com quatro e duas espécies, respectivamente. Dentre essas espécies, destacam-se *Senna uniflora* e *S. occidentalis*, que foram observadas ocupando extensas áreas antropizadas no local de estudo, confirmando seu alto potencial infestante (LORENZI, 2008). Como explicou Carvalho (2013), essa capacidade provém de uma característica típica dessas espécies: a agressividade no processo de ocupação de áreas desmatadas. Esse atributo considera aspectos relacionados à competição por sobrevivência e à capacidade de interferência e adaptação da população ao seu local de inserção, possibilitando que plantas infestantes obtenham sucesso reprodutivo, tornando-se dominantes em uma determinada área.

Outro aspecto relevante envolve a utilização de algumas espécies da Caatinga como forrageiras. Sendo a pecuária

uma das atividades mais tradicionais e vulneráveis da região semiárida, foram desenvolvidas estratégias que objetivaram a utilização de plantas locais como alimento para os rebanhos, antes impactados pelas prolongadas estiagens (MAIA; GURGEL, 2013). Nesse sentido, a principal característica considerada diz respeito aos atributos de resistência aos longos períodos de seca que essas espécies possuem. Táxons como *Cordia oncocalyx*, *Cynophalla flexuosa*, *Cnidoscolus quercifolius*, *Libidibia ferrea*, *Anadenanthera columbrina*, *Mimosa caesalpinifolia*, *M. tenuiflora*, *Amburana cearensis*, *Rynchosia minima*, *Senna occidentalis*, *S. uniflora*, *Guazuma ulmifolia* e *Ludwigia helminthorrhiza* são típicos exemplos desse aspecto, possuindo alto valor nutritivo, sendo essenciais para a manutenção alimentar dos rebanhos nos períodos de seca (FELKER, 2001). Das 13 espécies catalogadas nesta categoria, oito pertencem às Fabaceae, confirmando o quão representativa é esta família na região semiárida, não só do ponto de vista da riqueza de espécies quanto de potencialidade de uso. Costa *et al.* (2002), em seu livro *Leguminosas Forrageiras da Caatinga*, reuniu as principais espécies utilizadas para este fim, discorrendo sobre as principais características que as qualificam para este uso.

O potencial madeireiro é encontrado em 10 das espécies estudadas. Isso evidencia a comum e antiga associação que a Caatinga possui no fornecimento de recursos madeireiros, uma vez que essas espécies possuem madeira bastante apreciada pela sua resistência, o que as torna fortemente ameaçadas pela exploração inadequada (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002a). A grande pressão extrativista que essas espécies sofrem, através da devastação do estrato arbóreo da Caatinga

para fins energéticos, especialmente através da produção de carvão e lenha para atender olarias, padarias e carvoarias, eleva as preocupações relacionadas ao status de conservação dessas espécies (ALBURQUERQUE; ANDRADE, 2002a; ALBUQUERQUE; MELO, 2018; LUCENA *et al.*, 2013). Um exemplo de espécie ameaçada é a aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva*), importante componente da caatinga arbórea, sua possível perda representa um desequilíbrio imenso nas dinâmicas ecológicas da Caatinga. Além do impacto ao estrato arbóreo da vegetação, sua íntima associação à fauna local no fornecimento de alimento (folhas, flores e frutos) e abrigo para a construção de ninhos e colmeias, também seria impactada (BIODIVERSITAS, 2001).

Algumas espécies nativas também funcionam como eficientes restauradoras ambientais e bioindicadoras de ambientes poluídos. Autores como Pereira (2008) argumentam que *Myracrodruom urundeuva*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Cordia oncocalyx*, *Cnidocolus quercifolius*, *Croton heliothopiifolius*, *Cenostigma nordestinum*, *Mimosa tenuiflora* e *M. caesalpiniiifolia* apresentaram papéis essenciais nos processos de sucessão ecológica, recuperando áreas antropizadas e até melhorando a qualidade do solo ao se estabelecerem. A eficiência dessas espécies é atribuída principalmente a sua resistência ao clima semiárido, pois segundo aquele autor, a escolha de espécies para o reflorestamento de determinadas regiões deve considerar fatores edáficos, climáticos e ambientais, sendo os climáticos aqueles de maior importância, visto a não possibilidade de reprodução artificial.

Quando essas condições são favoráveis às espécies escolhidas, a reestabilização e a recomposição vegetativa de uma área degradada são alcançadas. Os sistemas radiculares funcionam como os principais mecanismos de restauração edáfica, promovendo a adubação natural através da constante morte e ressurgimento de novas raízes e conservando a porosidade e permeabilidade do solo, diminuindo os riscos de erosão desenfreada (PEREIRA, 2008; SOUZA; SEIXAS, 2001).

Já as macrófitas aquáticas, tais como *Nymphoides humboldtiana* e *Ludwigia helminthorrhiza* são as principais representantes da categoria de bioindicadoras. Estudos indicam que através da distribuição do número de indivíduos, biomassa e densidade dessas espécies, pode-se definir sua ocorrência em determinado local. Geralmente o aumento populacional dessas espécies indica um acúmulo de nutrientes fora do normal, permitindo a realização de monitoramentos de poluição das águas e, com isso, a elaboração de métodos que resolvam este problema (CAMARGO; PEZATTO; HENRY-SILVA, 2003; PEDRALLI, 2001). Na área de estudo, é possível que a criação de tilápia em larga escala esteja contribuindo com o aumento da concentração de nutrientes orgânicos na água do açude Aires de Sousa em função do uso de ração para a alimentação dos peixes.

O reconhecimento internacional da Caatinga como flora rica em potencialidades revela-se através da utilização de algumas de suas espécies na engenharia genética. *Arachis dardani* foi utilizada juntamente com *A. varsii* em estudos de hibridização, o que trouxe resultados positivos para a cultura

do amendoim, *A. hypogaea*, cujo objetivo era aumentar sua resistência a períodos mais longos de seca (CASSON *et al.*, 2019). A nível nacional, *Canavalia brasiliensis* apresentou potencial autileucêmico. As grandes responsáveis pela alta taxa de morte celular tumoral foram as lectinas ConBr, encontradas em grandes quantidades nas sementes (DANTAS, 2018).

Outras categorias de uso não devem ser consideradas menos importantes. Diversas pesquisas também revelaram o alto poder pesticida que algumas espécies da Caatinga possuem, agindo no controle de ectoparasitoses distintas, além de sua utilização como suplemento alimentar humano, como matéria-prima para diferentes setores industriais e de artesanato (ALMEIDA; BANDEIRA, 2010; CASTRO; CAVALCANTE, 2010; TRINDADE; LAMEIRA, 2014).

As espécies *Anadenanthera colubrina* (angico) e *Libidibia ferrea* (pau-ferro) configuram-se como aquelas que mais apresentaram categorias de uso potencial, contendo sete das 14 categorias. Seguem, em segundo, as espécies *Myracrodruom urundeuva* (aroeira-do-sertão), *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro), *Cordia oncocalyx* (pau-branco), *Cnidocolus quercifolius* (faveleira), *Amburana cearensis* (amburana-de-cheiro), *Guazuma ulmifolia* (mutamba) e *Nymphoides humboldtiana* (estrela-branca), com seis categorias cada uma. Já *Cynophalla flexuosa* (feijão-bravo), *Jatropha mollissima* (pinhão-bravo), *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta) e *Senna occidentalis* (manjerioba) estão em terceiro, com cinco categorias cada.

Todas as categorias citadas anteriormente destacaram características curiosas de algumas espécies nativas da região semiárida. De fato, conhecer e compreender o potencial de

uso das espécies da Caatinga elevou a valorização dessa região ecológica que foi tão preterida anteriormente.

Junto a isso, as preocupações advindas da extração desenfreada dessas espécies serviram de base para a elaboração de proposições que visam alcançar a sustentabilidade na região semiárida. Por isso, Tabarelli *et al.* (2017) determinaram algumas metas que facilitariam a implantação da sustentabilidade na Caatinga, incluindo a ampliação de áreas protegidas, reconectando-as às áreas de vegetação nativa, o que auxiliaria na elaboração de planos de conservação para evitar a extinção de espécies nativas.

Nos aspectos econômicos, a substituição de um modelo extrativista-degradador por uma economia baseada na produção de mercadorias agregaria um enorme valor socioecológico, estimulando a preservação. Para isso, estímulos como a regularização fundiária deveriam ser postos em prática, agindo junto a uma melhor distribuição de renda, o que acarretaria na valorização do trabalhador do campo, que teria acesso às tecnologias adequadas para a implantação de sistemas produtivos sustentáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo constatou que a maior parte das plantas nativas da Flona de Sobral apresenta diversos e interessantes potenciais de uso. Assim como em outros estudos realizados para as plantas da Caatinga, Leguminosae foi a família mais rica em espécies com algum tipo de potencial de uso e duas de suas espécies, *Anadenanthera columbrina* e *Libidibia ferrea*, foram as que apresentaram o maior número de categorias de uso.

Por outro lado, a categoria uso medicinal foi a que registrou o maior número de táxons, correspondendo a mais da metade de todas as espécies selecionadas para a pesquisa. Isso reforça o fato de que plantas da Caatinga são importantes fontes de fitoterápicos e que o hábito de uso de sua flora para fins medicinais é um legado cultural entre as comunidades sertanejas. Essa constatação, também evidenciada em vários outros trabalhos, serve de recurso quase inesgotável para que pesquisas científicas de bioprospecção sejam empreendidas.

Muitas outras espécies da Caatinga são importantes agentes naturais no processo de recuperação de áreas degradadas e o estudo mais aprofundado dessas espécies é fundamental para o entendimento da sucessão ecológica nas comunidades vegetais do semiárido.

Vale ressaltar que muitas plantas da Caatinga são potencialmente interessantes para uso em planos de arborização das cidades no semiárido e, cada vez mais, seus atributos paisagísticos são reconhecidos. Não é sem razão que o uso ornamental foi a segunda categoria mais expressiva nesse estudo.

Algumas espécies da Caatinga apresentaram potencialidades bem singulares, é o caso da leguminosa *Arachis dardani*, cujo potencial genético têm sido explorado em estudos de hibridização onde sua resistência à seca é aproveitada como ferramenta para a otimização da cultura do amendoim comercial.

Apesar de o estudo ter sido desenvolvido em uma área restrita de Caatinga do Cristalino, um número expressivo de categorias de uso foi documentado, demonstrando o rico potencial de sua flora nativa. Uma vez que a Caatinga é muito

heterogênea e biodiversa ao longo de sua área de distribuição, a realização de mais estudos e investimentos em pesquisa são altamente desejáveis, especialmente nas áreas consideradas prioritárias para conservação. De fato, conhecer as potencialidades desses táxons desperta e contribui para a valorização dessa região ecológica que foi tão preterida anteriormente e abre possibilidades para o uso sustentável de seus recursos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo financiamento da pesquisa e bolsas de Iniciação à Pesquisa (IC) através do Projeto “Inventário Florístico do noroeste do Ceará: diversidade e potencialidades de uso do bioma Caatinga” (Processo BPI-3-0139-00252.01.00/18). Os autores também agradecem à Mardineuson Alves de Sena e à bióloga Amanda Nunes Diógenes do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) por todo o apoio dado na realização das pesquisas junto à Floresta Nacional de Sobral.

REFERÊNCIAS

AB’SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003, 152 p.

ACOSTA-RECALDE, P. *et al.* Uso de plantas medicinales y fitoterápicos em pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2. **Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud**, v. 16, n. 2, p. 6-11, 2018.

AIYALU, R.; GOVINDARJAN, A.; RAMASAMY, A. Formulation and evaluation of topical herbal gel for the treatment of arthritis in animal model. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 52, n. 3, 2016.

ALBURQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciência**, v. 27, p. 336-346, 2002a.

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C.; SILVA, A. C. O. Use of plants resources in a seasonal dry Forest (Northeastern Brazil). **Acta Botanica Brasilica.**, v. 19, n. 1, p. 27-38, 2005.

ALBUQUERQUE, U. P.; MELO, F. P. L. Socioecologia da Caatinga. **Ciência & Cultura**. v. 70, n. 4, São Paulo, 2018.

ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. S. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 226-232, 2010.

ALMEIDA, V. S.; BANDEIRA, F. P. S. F. O significado cultural do uso de plantas da caatinga pelos quilombolas do Raso da Catarina, município de Jeremoabo, Bahia, Brasil. **Rodriguesia** 61(2), p. 195-209, 2010.

ALVES, J. J. A. Geocologia da Caatinga no Semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 1, p. 58-71, 2007.

ALVAREZ, I. A.; KIILL, L. H. P. Arborização, floricultura e paisagismo com plantas da caatinga. **ABRATES**, v. 24, n. 3, 2014.

AMIN, A. *et al.* Phytochemical and Pharmacological Investigations on *Nymphoides indica* Leaf Extracts. **Phytotherapy Research**, v. 30, p. 1624-1633, 2016.

ARAÚJO, V. O. *et al.* Primary photosensitization and contact dermatitis caused by *Malachia fasciata* Jacq. N. V. (Malvaceae) in sheep. **Elsevier Toxicol**, v. 138, p. 184-187, 2017.

ASCENCIO, N. M. *et al.* Actividad biológica de *Plumbago scandens* L. sobre cepas multidrogo resistente de *Mycobacterium tuberculosis*. **Boletín latinoamericano y del caribe de plantas medicinales y aromáticas**, v. 10, n. 3, p. 233 – 245, 2011.

BARBOSA NETO, J. D. *et al.* Anemia hemolítica causada por *Indigofera suffruticosa* (Leg. Papilionoideae) em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 21, n. 1, 2001.

BIODIVERSITAS. **Espécies da flora ameaçada e presumivelmente ameaçada de extinção por bioma e categoria de ameaça**, 2001. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org>. Acesso em 15 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema de Unidades de Conservação da Natureza. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 112, 18 jul. 2000.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SILVA. G. G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. *In*: THOMAZ, S. M; BINI, L. M. (Ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. p. 59-83. Maringá: EDUEM, 2003.

CAMPOS-FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroícone, 2015. 139p.

CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E, R. Constituintes Químicos da Casca do Caule de *Amburana cearensis* A. C. Smith. **Química Nova**, v. 29, n. 6, 1241-1243, 2006.

CALIXTO, T. G. *et al.* Tratamento eficaz com tintura de a nil 5% de una paciente infestada por *Pediculus capitis*. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 63, n. 3, 2011.

CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**. Lages: edição do autor, 2013, 82 p.

CASSON, J. M. *et al.* First Report of Successful Hybridization between *Arachis vallsii* and *Arachis dardani*. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 2: 190013, 2019.

CASTRO, A. S.; CAVALCANTE, A. **Flores da caatinga**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2010, 116 p.

CASTRO-RINCÓN, E. *et al.* Evaluación de leguminosas como abono verde en cultivos forrajeros para ganader as em el Caribe seco colombiano. **Agronomía Mesoamericana**. v. 29, n. 3, p. 597-617, 2018.

CATÃO, C. G. *et al.* Qualidade da madeira de cinco espécies florestais para o envelhecimento da cachaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.7, p.741-47, 2011.

COLMENERO-ROBLES, J. A.; GUAL-DÍAZ, M.; FERNANDÉZ-NAVA, R. El g nero *Corchorus* (Tiliaceae) en México. **Polibot nica**, n. 29, p. 29-65, 2010.

COSTA, J. A. S. *et al.* **Leguminosas forrageiras da caatinga: espécies importantes para as comunidades rurais do Sertão da**

Bahia. Feira de Santana, BA: Universidade Federal de Feira de Santana, SASOP, 2002, 112 p.

DHAYABAYRAN, D. *et al.* Anticonvulsant activity of alcoholic root extract of *Cardiospermum halicacabum*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 3, p. 623-629, 2012.

DANTAS, B. B. **Potencial efeito anticâncer da lectina *Canavalia brasiliensis* (ConBr)**. Tese. Doutorado em Biotecnologia – Centro de Biotecnologia. Universidade Federal da Paraíba, 2018.

DEMARCHI, L. O. *et al.* **Guia de identificação: macrófitas aquáticas do Lago Amazônico**. Manaus: Editora INPA, 2018, 44 p.

FELKER, P. Utilization of *Opuntia* forage in the United States of America. *In: Cactus (Opuntia spp.) as forage*. MONDRAGON-JACOBO, C.; PEREZ-GONZALEZ, S [Org.]. Rome:Ed. FAO Plant production and protection papers, 2001.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e Flora da Caatinga. **Ciência & Cultura**, v. 70, n. 4, São Paulo, 2018.

FIGUEIREDO, M. A. A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas). *In: Atlas do Ceará*. Governo do Estado do Ceará; IPLANCE, Fortaleza, 1997, 65p.

FISCHER, S. Z. *et al.* Plantas da flora brasileira no mercado internacional de floricultura. **Revista Brasileira de Biociências**, p. 510-512, 2007.

FONSECA, C. R. *et al.* Oportunidades de Conservação na Caatinga. **Ciência & Cultura**. v. 70, n. 4, São Paulo, 2018.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2ªed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo. 2011.

GUNDIOZA, M. *et al.* Phytochemical composition and biological activities of essential oil of *Rhynchosia minima* (L) (DC) (Fabaceae). **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 5, p. 721-724, 2009.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. **Flona de Sobral**: Unidades de Conservação no Bioma Caatinga. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/caatinga/unidades-de-conservacao-caatinga/2127-flona-de-sobral>. Acesso em: 11 nov. 2019.

JEYADEVI, R. *et al.* Anti-arthritis activity of the Indian leafy vegetable *Cardiospermum halicacabum* in Wistar rats and UPLC-QTOF-MS/MS identification of the putative active phenolic components. **Inflammation Research**, v. 62, n. 1, p. 115-26, 2013.

KHAN, M. S. Y. *et al.* A comprehensive review on the chemistry and pharmacology of *Corchorus* species – A source of cardiac glycosides, triterpenoids, ionones, flavonoids, coumarins, steroids and some other compounds. **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 65, p. 283-298, 2006.

KILL, L. H.; TERAQ, D.; ALVAREZ, I. A. **Plantas ornamentais da Caatinga**. Brasília: Embrapa, 2013. 139p.

KIM, Y. A. *et al.* Anti-inflammatory and skin-moisturizing effects of a Flavonoid Glycoside extracted from the aquatic plant *Nymphoides indica* in human keratinocytes. **Molecules**, v. 23, 2018.

KINI, D. *et al.* Antitumor and antifertility activities of plumbagin controlled release formulations. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 35, n. 4, p. 374-9, 1997.

KUMAR, R. *et al.* Isolation of anxiolytic principle from ethanolic root extract of *Cardiospermum halicacabum*. **Phytotherapy**, v. 18, n. 2-3, p. 219-223, 2011.

LARA, J. F. R.; MACEDO, J. E.; BRANDÃO, M. Plantas daninhas em pastagens de várzeas no estado de Minas Gerais. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 11-20, 2003.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003, 822 p.

LEAL, I. R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n. 1, 2005.

LOPES, C. G. R. *et al.* Levantamento da flora apícola em área de cerrado no município de Floriano, estado do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 2, p. 102-110, 2016.

LORENZI, H. *et al.* **Árvores e Arvoretas exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, SP. 2018.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, 2008.

LUCENA, R. F. P. *et al.* Conservation priorities of useful plants from different techniques of collection and analysis of ethnobotanical data. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, 2013.

MAIA, A. L.; GURGEL, C. N. P. Um olhar sobre a utilização de plantas forrageiras da caatinga como estratégia de convivência com a seca no alto-oeste Potiguar. **GEOTemas**, v. 1, p. 31-43, 2013.

MAIA, G. N. *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.

MAIA-SILVA *et al.* **Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga**. 1 ed. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012, 193 p.

MELO, J. G. *et al.* Antiproliferative activity, antioxidante capacity and tannin content in plants of semi-arid north-eastern Brazil. **Molecules**, v. 15, p. 8534-8542, 2010.

MENSAH, A. Y.; DONKOR, P. O.; FLEISCHER, T. C. Anti-inflammatory and antioxidant activities of the leaves of *Wissadula amplissima* var *Rostrata*. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 8, n. 2, p. 185-195, 2011.

MONTERO, R. *et al.* Genotoxicidad de *Indigofera suffruticosa* Mill. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 12, n. 3, 2007.

MORAIS, L. C. S. L. *et al.* Antiparkinsonian-like effects of *Plumbago scandens* on tremorine-induced tremors methodology. **Pharmacology, Biochemistry and Behavior**, v. 79, p. 745 – 749, 2004.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**. Campinas: FMC, 2010. 326 p.

MORI, S. A. *et al.* **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2. ed. Centro de Pesquisa do Cacau, Bahia, 1989, 103 p.

MORO, M. F. *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, 2015.

NÓBREGA, E. M. Contribuição do conhecimento químicos de plantas do Nordeste - *Schultesia guyanensis*. **Dissertação**. Mestrado em Química Orgânica – Departamento de Química Orgânica, Universidade Federal do Ceará, 1989.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; JARENKOV, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution pattern. *In*: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. **Neotropical savannas and seasonally dry forests**, p. 159-190, Boca Raton (EUA): CRC Press, 2006.

PAIVA, S. R. *et al.* Antimicrobial Activity in Vitro of Plumbagin Isolated from Plumbago Species. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 7, p. 959-961, 2003.

PEDRALLI, G. Bioprospecção em áreas úmidas de Minas Gerais, Brasil. *In*: **Bioprospecção Alternativas para o novo Milênio**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Sociedade Botânica do Brasil, 2001, p. 50-52.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Woody plant diversity, evolution and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, 2009.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2. ed. Belo Horizonte: FAPI, 2008. 239 p.

PEREIRA, S. F. Caracterização dos efeitos biológicos das lectinas de *Canavalia brasiliensis* (ConBr) e de *Canavalia ensiformes* (CanA)

em preparações do sistema nervoso central e em celulares tumorais. **Dissertação.** Mestrado em Neurociências – Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

PINTO, Z. T. *et al.* Acaricidal effects of seven Brazilian plant extracts. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 44, n. 1, p. 44-47, 2018.

PRANCE, G. T. Vegetation. *In:* T. C. WHITMORE; G. T. PRANCE (Ed.). **Biogeography and Quaternary history in tropical America**. p. 28-45. Reino Unido: Oxford Science Publications, 1987.

PRADO, D. As caatingas da América do Sul. *In:* I. R. LEAL; M. TABARELLI; J. M. C. SILVA (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. p. 3-73. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

QUEIROZ, L. P. *et al.* Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. *In:* SILVA, J. C.; LEAL, I.; TABARELLI, M. **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. p. 23-63. Cham: Springer, 2017.

RAGASA, C. Y. *et al.* An antimutagenic monoterpene from *Malachra fasciata* (Malvaceae). **Philippine Journal of Science**, 1997.

RUIZ-RAMÍREZ, J. *et al.* Intoxication due to the consumption of huinar (*Melochia pyramidata*) in bovine of Colima, Mexico. **Clinic Case**, v. 8, n. 3, p. 130-137, 2018.

ROTTA, *et al.* **Manual de práticas de coleta e herborização de materiais botânicos**. 1. Ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

SILVA, A. C. C. *et al.* Aspecto de ecologia de paisagem e ameaças à biodiversidade em uma unidade de conservação na Caatinga, em Sergipe. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, 2013.

SILVA, B. S. *et al.* *Indigofera suffruticosa* Mill (Fabaceae): hepatic responses in Mice Bearing sarcoma. **International Journal of Morphology**, v. 32, n. 4, 2014.

SILVA, C. B. *et al.* Chemical composition and acaricidal activities of *Indigofera suffruticosa* essential oil against two-spotted spider mite. **Química Nova**, v. 42, n. 3, p. 313-318, 2019.

SILVA, C. L. *et al.* Óleos essenciais e extratos vegetais no controle da podridão mole em alface crespa. **Horticultura Brasileira**, v.30, p. 632-638, 2012.

SILVA, J. M. C. *et al.* The Caatinga: Understanding the Challenges. *In: J. M. C. da SILVA et al.* (Ed.). **Caatinga**, p. 3-18. Springer International Publishing AG, 2017.

SILVA, L. *et al.* Biciclogermacreno, resveratrol e atividade antifúngica em extratos de folhas de *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & Jarvin (Vitaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 3, p. 361-367, 2007.

SINHA, M. K. *et al.* *Corchorus*. *In: KOLE, C.* [Org.], **Wild Crop Relatives: genomic and breeding resources**, p. 29-33, Berlin: Springer, 2011.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, 2015.

SOUZA, C. R.; SEIXAS, F. Avaliação de diferentes coberturas do solo no controle da erosão em taludes de estradas florestais. **Scientis Forestalis**, n. 60, p. 45-51, 2001.

SOUZA, L. A. G. **Leguminosas para adubação verde na terra firme e na várzea da Amazônica Central**: um estudo em pequenas propriedades rurais em Manacapuru. Manaus: Editora INPA, 2012, 40 p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, São Paulo, 2008, 703 p.

SOUZA, V. C. *et al.* **Guia das Plantas do Cerrado**. Taxon Brasil –Editora e Livraria, SP. 2018.

TABARELLI, M.; VICENTE, A. Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. *In*: J. M. C. SILVA *et al.* (Ed.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. p. 101-111. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2004.

TABARELLI, M. *et al.* The future of the Caatinga. *In*: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Ed.). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Cham: Springer International Publishing, 2017.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, R. Aspectos clínicos patológicos complementares da intoxicação por algumas plantas tóxicas brasileira. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 14, n. 4, p. 111-22, 1994.

TRINDADE, M. J. S.; LAMEIRA O. A. Espécies úteis da família Euphorbiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 19, n. 4, 2014.

VASCONCELOS, M. A. *et al.* Lectin from *Canavalia brasiliensis* seeds (ConBr) is a valuable biotechnological tool to stimulate the growth of *Rhizobium tropici* *in Vitro*. **Molecules**, v. 17, p. 5244-5254, 2012.

VASCONCELOS, A. A. Composição química e avaliação do potencial antimicrobiano dos óleos essenciais de *Ruellia Asperula* (Mart. ex Ness) Lindau e *Ruellia paniculata* L. (Acanthaceae). **Dissertação**. Mestrado em Biotecnologia. Universidade Federal do Ceará, 2014.

VEERAPPAN, L.; SUNDARI, T.; PRADHEEPA, N. Evaluation of antimicrobial potentials of *Cardiospermum halicacabum* Linn. **Indonesian Journal of Pharmacy**, v. 24, n. 1, p. 61-64, 2012.

VIEIRA, J. R. C. *et al.* Oviposition and Embryotoxicity of *Indigofera suffruticosa* on Early Development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 2012.

VILLARREAL, A. *et al.* Inventario y Dominancia de malezas em un área urbana de Maracaibo (Estado Zulia, Venezuela). **Acta Botánica Venezuélica**, v. 33, n. 2, p. 233-248, 2010.

VOEKS, R.A. Tropical forest healers and habitat preference. **Economic Botany**, v. 50, p. 381-400, 1996.

WOLFF, L. F. *et al.* **Localização do apiário e instalação das colméias**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006, 30 p.

YELLASUBBAIAH, N. *et al.* Evaluation and Comparison of Various Extracts of *Rynchosia minima* (Linn) Dc. against pylorus ligation induced ulcers in rats. **Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 7, p. 1845-1849, 2017.

ARBORIZAÇÃO EM QUINTAIS RESIDENCIAIS URBANOS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOSSORÓ/RN

ANA LUIZA BEZERRA DA COSTA SARAIVA

LETÍCIA GABRIELE DA SILVA BEZERRA

AMANDA DA MOTA ARAÚJO

ALFREDO MARCELO GRIGIO

INTRODUÇÃO

As diferentes atividades realizadas nas cidades, como consumo e liberação de energias e a diversificação do uso e ocupação do solo podem reconfigurar as dinâmicas naturais dos elementos climáticos, vindo, conseqüentemente, a ocasionar particularidades microclimáticas no ambiente urbano, tais como: elevadas temperaturas, baixos teores de umidade, formação de ilhas de calor, desconforto térmico, entre outros (SARAIVA, 2014).

Saraiva (2014) ainda ressalta que estas particularidades podem vir a ocorrer em diferentes pontos de uma mesma cidade e impactam diretamente a saúde dos cidadãos, uma vez que “o ser humano no desempenho de suas atividades, quando submetido a condições de *estresse* térmico, tem entre outros

sintomas, a debilitação do estado geral de saúde, alterações das reações psicossensoriais e a queda da capacidade de produção” (LAMBERTES *et al.*, 2011, p.73).

Nesse sentido, as condições térmicas agradáveis são fundamentais para o pleno desenvolvimento das atividades humanas, visto que o conforto térmico influi na produtividade do indivíduo. A sensação de conforto térmico depende de variáveis ambientais como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, a radiação solar e a ventilação. Porém, as características específicas de cada pessoa também influenciam como, por exemplo, o sexo, a idade, as atividades que estão sendo desenvolvidas, condições de saúde, vestimenta entre outros (MOURA, 2015).

Bellver (2014) considera o conforto térmico um fator essencial às residências, pois em geral é o local que as pessoas passam maior parte do dia, realizam atividades rotineiras, descansam e relaxam. Paralelo ao espaço edificado da residência, o quintal passa a ser uma extensão aberta desta, geralmente protegido por muros ou cercas, podendo ser localizado nos fundos dos lotes residenciais, onde também são desempenhadas diversas atividades (TOURINHO; SILVA, 2016).

Freitas, Santos e Lima (2015) relatam que os processos de evapotranspiração e sombreamento das árvores reduzem as temperaturas e elevam os teores de umidade relativa do ar, refletindo em melhores condições de conforto térmico humano. Albuquerque e Lopes (2016) apontam que em áreas com vegetação, entre outros benefícios, há a promoção da estabilidade emocional, conforto psicológico e ambientes propícios para lazer, descanso e recreação.

Portanto, as árvores contribuem diretamente ao conforto térmico humano, podendo ser utilizadas como estratégia bioclimática nos quintais residenciais urbanos. Além do mais, contribuem ao conforto psicológico, promovendo assim, um quintal agradável em vários aspectos aos moradores.

Dentro deste contexto, surgiu o interesse em realizar uma pesquisa microclimática em quintais residenciais urbanos, situados no bairro Pintos, em Mossoró, estado do Rio Grande do Norte (RN). Mossoró é uma cidade que vem crescendo nas últimas décadas, tanto do ponto de vista econômico, populacional e de sua área urbana, inferindo assim nas condições climáticas (SARAIVA, 2014).

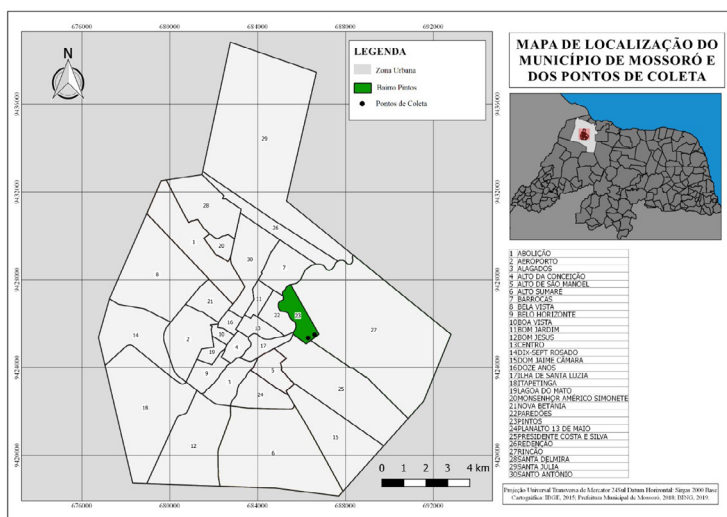
Além das interferências urbanas, Mossoró está situada no Semiárido Nordeste, característico por elevadas temperaturas, baixos teores de umidade durante o dia e períodos de chuvas concentrados em poucos meses (SARAIVA, 2014). Estas condições por si só já favorecem o desconforto térmico humano, evidenciando a importância que a arborização pode vir a ter no microclima dos quintais residenciais.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento dos elementos climáticos de dois quintais residenciais urbanos, sendo um arborizado e o outro não, localizados no bairro Pintos, Mossoró/RN, com o propósito de entender a influência que as árvores podem exercer no microclima destes quintais e, conseqüentemente, no conforto térmico dos moradores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Mossoró/RN possui uma área territorial de 2.100 Km² com uma população estimada para 2019 de 297.378 mil habitantes. O bairro Pintos localiza-se na porção nordeste da cidade e, em 2010, ano do último censo demográfico realizado pelo IBGE, o bairro tinha uma população de 2.469 habitantes e 924 domicílios (IBGE, 2010; IBGE, 2019) (FIGURA 1).

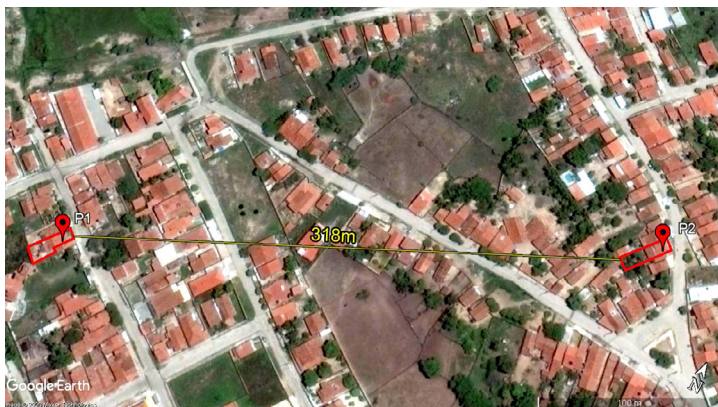
Figura 1 – Mapa de localização do município de Mossoró e dos pontos de coleta



Os dois quintais residenciais selecionados representam um quintal sem árvores (P1) e um quintal com árvores (P2). Importante ressaltar que, entre os critérios de escolha, os quintais deveriam ser os mais próximos possíveis, estando assim sob o mesmo domínio microclimático. Portanto, os

quintais selecionados estão a uma distância de aproximadamente 318 metros, com duas ruas as separando (FIGURA 2).

Figura 2 – Localização dos quintais residenciais P1 e P2



Fonte: *Google Earth* (2019). Modificado pelos autores, 2020.

*Legenda: P1= Quintal sem árvores. P2= Quintal com árvores.

O P1 (FIGURA 3), quintal sem árvores, tem uma extensão de 127,16m² compreendendo a área lateral, frontal e atrás da residência, com maior parte do seu solo exposto. Devido à extensão e compartimentação do quintal foi difícil selecionar o ponto em que os dados seriam coletados, pois o quintal recebe sombra projetada pelas paredes em alguns horários do dia.

Sendo assim, por meio de observações das sombras projetadas pelas paredes, bem como o auxílio da moradora, o abrigo meteorológico ficou acomodado na área do quintal localizada na lateral da residência que fica exposta à radiação solar direta durante todo o período da tarde. Escolheu-se esse local do quintal, pois os horários da tarde são mais representativos por se tratar de um período do dia com registros de temperaturas elevadas e baixos teores de umidade relativa do ar.

O P2 (FIGURA 4), quintal com árvores, tem uma extensão de 199,57m² que compreende apenas a parte localizada atrás da residência, com solo exposto. Possui 12 árvores, sendo nove de porte arbóreo, sendo elas: 1 mangueira (*Mangifera indica*), 1 coqueiro (*Cocos nucifera*), 1 limoeiro (*Citrus limon Osbeck*), 1 romãzeira (*Punica granatum*), 1 aceroleira (*Malpighia glabra*) e 7 mamoeiros (*Carica papaya*). O abrigo meteorológico ficou acomodado embaixo da aceroleira, à esquerda da Figura 4, onde a sombra projetada da árvore o alcançasse.

Figura 3 – Quintal P1, sem árvores



Fonte: Acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018.

Figura 4 – Quintal P2, quintal com árvores



Fonte: Acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018.

A escala espacial desta pesquisa se caracteriza como microclimática, pois segundo Mendonça e Danni Oliveira (2007), esta é a menor unidade escalar climática e compreende alguns centímetros até algumas dezenas de metros quadrados, o que se enquadra no exemplo dos quintais residenciais.

Os dados climáticos coletados nos quintais foram temperatura do ar e umidade relativa do ar, registrados em três dias de dois períodos climáticos distintos. A primeira coleta ocorreu entre às 0h do dia 3 de novembro de 2018 as 23hrs do dia 5 de novembro de 2018, do qual o mês faz parte do

período climático mais quente e seco de Mossoró, característico pelas elevadas temperaturas, intensos ventos, altos valores de radiação, baixos teores de precipitação e de nebulosidade (SARAIVA, 2014).

A segunda coleta ocorreu entre às 0h do dia 12 de abril de 2019 as 23hrs do dia 15 de abril de 2019, que compreende o período climático quente e chuvoso, característico por baixas temperaturas, menores intensidades de vento e de radiação, maiores precipitações e taxas de nebulosidade (SARAIVA, 2014).

Os dados foram coletados por dois aparelhos termohigrômetros *datalogger* (Impac – modelo IP 747RH), Figura 5, acomodados em abrigos meteorológicos com 1,50 m de altura, construídos de madeira, pintados de branco e com cortes em círculos para circulação do ar (FIGURA 6). Estas características permitem que os dados sejam registrados sem a influência da radiação solar incidente nos aparelhos.

Figura 5 – Aparelho termohigrômetro *datalogger*



Fonte: Bezerra (2019).

Figura 6 – Abrigo meteorológico



Fonte: Bezerra (2019).

Após a coleta dos dados climáticos, os mesmos passaram por processo de calibração baseado na metodologia de Saraiva (2014) com o objetivo de evitar possíveis oscilações entre os dados.

Tendo em vista a grande quantidade de dados climáticos coletados, a análise dos dados ocorreu em seis intervalos horários inspirados também na metodologia de Saraiva (2014), da qual cada intervalo é representado pelo horário em que se registram as maiores temperaturas do ar e seus respectivos teores de umidade relativa do ar. Após coleta e tratamento dos dados climáticos estes foram submetidos ao cálculo do Índice de Calor (IC), também representados em cada intervalo horário da análise.

O Índice de Calor, descrito pela *National Weather Service* (NWS) da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), é um índice que mensura a possível sensação térmica do corpo humano utilizando as variáveis: temperatura do ar e umidade relativa do ar (NWS; NOAA, 2011). No quadro 1, encontram-se sua classificação e seus possíveis efeitos à saúde humana.

Importante mencionar que os dados presentes neste trabalho fazem parte do banco de dados do projeto de pesquisa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Edital N°002/2017, edição 2018/2019, intitulado “Elementos climáticos, conforto térmico e vegetação em residências da área urbana de Mossoró/RN”.

Quadro 1 – Classificação do IC

Classificação	IC	Possíveis efeitos à saúde humana	Cores correspondentes
Não há alerta	26,5	Nenhum efeito	
Cuidado	26,6 - 32,2	Possível fadiga com exposição prolongada e / ou atividade física	Amarelo
Extremo cuidado	32,3 - 39,4	Possível insolação, câibras e exaustão, com exposição prolongada e / ou atividade física.	Marrom escuro
Perigo	39,5 - 51,1	Insolação, câibras, exaustão, com exposição prolongada e / ou atividade física.	Vermelho
Extremo perigo	≥ 51,2	Insolação térmica altamente provável caso haja exposição contínua	Vermelho escuro

Fonte: NWS; NOAA (2011). Tradução nossa. Adaptado pelos autores, 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a. Primeiro intervalo horário – das 0h às 3hrs

Neste intervalo horário, segundo Saraiva (2014), se inicia o ciclo diário com uma gradativa perda de calor e elevação dos teores de umidade relativa do ar. Nos Gráficos 1 e 2, às 0h, é possível verificar que entre os pontos não há diferenças significativas de temperatura do ar, sendo as diferenças térmicas menores que 0,5°C. Já entre os períodos climáticos é perceptível que em abril as temperaturas são menores que em novembro, devido às características climáticas do mês.

Gráfico 1 – Temperatura do ar em coletada às 0h nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

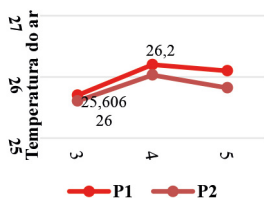
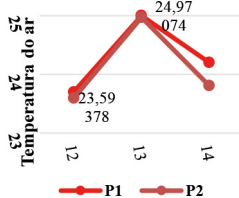


Gráfico 2 – Temperatura do ar coletada às 0h nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Nos Gráficos 3 e 4 se encontram os teores de umidade relativa do ar às 0h de ambos os pontos e períodos climáticos. Bem como ocorreu com os dados de temperatura, as amplitudes higrométricas entre os pontos também não são discrepantes, apenas entre os períodos climáticos.

Em novembro os teores ficaram entre 72,6% no dia 3 no P2 e 74% no dia 5 no P1, com amplitudes mínimas entre os pontos. Já em abril, os teores de umidade relativa do ar chegam a 97,9% no dia 14 no P1, devido principalmente as chuvas ocorridas nas tardes e noites do dia 12 e 13 e chuvas na madrugada do dia 14, além do tempo nublado pelas manhãs.

Cabe salientar que por vezes os teores de umidade no P1, quintal sem árvores, foram minimamente maiores que o P2, quintal com árvores, possivelmente, devido à ausência de radiação solar neste horário, onde o P1, por não possuir árvores em seu quintal permite uma maior circulação de vento o que facilita uma dissipação de energia mais eficiente no período noturno. Além disso, durante o período chuvoso o solo do quintal P1 pode concentrar maiores quantidades de água, por

não existir o barramento das árvores, podendo influenciar no teor de umidade relativa do ar.

Gráfico 3 – Umidade relativa do ar coletada às 0h nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

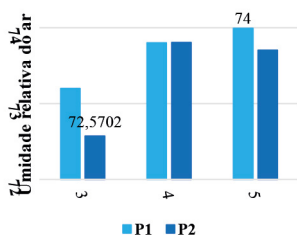
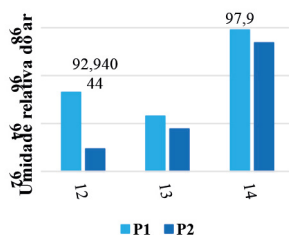


Gráfico 4 – Umidade relativa do ar coletada às 0h nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Importante mencionar que a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece que os teores de umidade relativa do ar acima de 60% são recomendados a saúde humana, enquanto os teores abaixo desse valor não são recomendados a saúde, sendo os mais preocupantes teores abaixo de 30% (OMS, 2012 *apud* CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012).

Para o horário de 0h, encontram-se os teores acima de 60% em ambos os quintais e períodos climáticos estudados, pois nesse horário, enquanto há a perda gradativa de calor, consequentemente, os teores de umidade tendem a se elevar.

Na Tabela 1 se encontram os IC's, também às 0h. As classificações no mês de novembro se mantiveram como “cuidado” com amplitudes mínimas entre os pontos. No mês de abril as classificações ficaram entre “não há alerta” nos dias 12 e 14

devido à combinação de baixas temperaturas e elevados teores de umidade, e “cuidado” no dia 13.

A classificação de “cuidado”, apesar de destacar um alerta para a saúde humana, é a classificação menos crítica em relação às demais tanto que os possíveis efeitos são uma provável fadiga em situações de exposição prolongada as variáveis climáticas nos quintais ou com a realização de atividades físicas (NWS; NOAA, 2011).

Tabela 1 – Índice de Calor às 0h no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	26,9	27,8	27,6	25,0	27,4	26,3
	P2	26,8	27,5	27,1	24,5	27,2	25,4
	Ampl.	0,3	0,3	0,5	0,5	0,2	0,9

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: □ = Não há alerta ■ = Cuidado

Válido ressaltar que apesar do P1 ter registrado em alguns dias teores de umidade relativa do ar maiores que o P2, os menores IC's de calor prevalecem no P2, uma vez que é calculado utilizando também a temperatura do ar.

b. Segundo intervalo horário - das 4hrs às 7hrs

Neste intervalo horário, “as 7hrs inicia o período de aquecimento diurno e uma redução no teor de umidade relativa do ar” (SARAIVA, 2014, p.71). Os Gráficos 5 e 6 destacam o horário das 7hrs, no qual as temperaturas do ar ainda apresentam amplitudes mínimas entre os pontos, porém entre os períodos climáticos é notória uma diferença térmica devido às características de cada período climático.

Gráfico 5 – Temperatura do ar coletada às 7hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

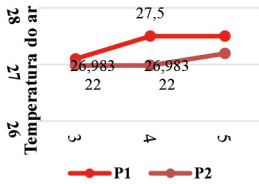
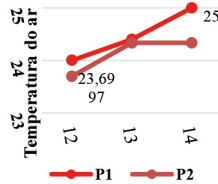


Gráfico 6 – Temperatura do ar coletada às 7hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020. **Fonte:** Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Em novembro, as temperaturas ficaram entre 27°C nos dias 3 e 4 no P2 e 27,5°C no dia 4 no P1, as amplitudes variaram entre 0,1°C no dia 3 e 0,5°C no dia 4. Em abril, a menor temperatura registrada foi de 23,7°C no dia 12 no P2 e a maior de 25°C no dia 14 no P1, com amplitudes entre 0,1°C no dia 13 e 0,7°C no dia 14.

Nos Gráficos 7 e 8 é possível notar que as maiores diferenças higrométricas são entre os períodos climáticos, pois entre os pontos ainda são pequenas às 7hrs. Em novembro os teores ficaram entre 67,7% no dia 5 no P1 e 72,8% no dia 4 no P2, com amplitudes de 0,9% no dia 3 e 2% no dia 4. Em abril, os teores ficam entre 96,5% no dia 12 no P2 e 99% no dia 14 no P1 e amplitudes de 0,5% no dia 14 e 0,9% no dia 12. Em ambos os quintais e períodos climáticos encontra-se os teores de umidade acima de 60%, conforme recomendado pela OMS (CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012).

Neste horário, devido o início gradativo do aquecimento da Terra, o P1 ainda registra teores de umidade relativa do ar

maiores que o P2, possivelmente por conta do acúmulo de umidade provida das chuvas.

Gráfico 7 – Umidade relativa do ar coletada às 7hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

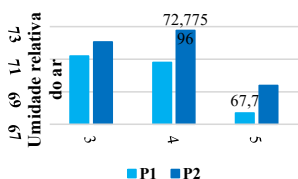
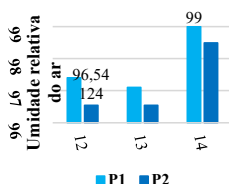


Gráfico 8 – Umidade relativa do ar coletada às 7hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Os Índices de Calor às 7hrs, Tabela 2, no mês de novembro continuam classificados como “cuidado” com amplitudes mínimas entre os pontos, já no mês de abril os dias 12 e 13 são classificados como “não há alerta” e do dia 14 como “cuidado”, com amplitude acima de 1,6°C. O P1 continua apresentando os maiores valores do IC.

Tabela 2 – Índice de Calor às 7hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	29,1	29,8	29,5	25,8	26,6	28,2
	P2	29,0	29,1	29,1	25,1	26,3	26,6
	Ampl.	0,1	0,7	0,4	0,7	0,3	1,6

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: □ = Não há alerta □ = Cuidado

c. Terceiro intervalo horário - das 8hrs às 11hrs

No terceiro período climático, as temperaturas do ar se elevam e a umidade relativa do ar diminui (SARAIVA, 2014),

no qual o horário a ser destacado é o das 11hrs. Encontram-se as 11hrs diferenças térmicas significativas entre os quintais, bem como entre os períodos climáticos estudados.

Gráfico 9 – Temperatura do ar coletada às 11hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

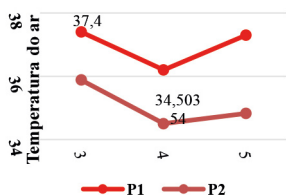
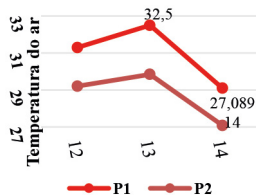


Gráfico 10 – Temperatura do ar coletada às 11hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

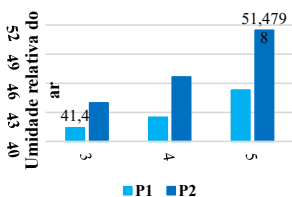
Em novembro, as temperaturas variaram entre 34,5°C no dia 4 no P2 e 37,4°C no dia 3 no P1, com amplitudes entre 1,5°C no dia 3 e 2,5°C no dia 5. Em abril, entre 27,1°C no dia 14 no P2 e 32,5°C no dia 13 no P1, as amplitudes variam entre 2°C no dia 14 e 2,7°C no dia 13.

As amplitudes higrométricas entre os pontos também se tornam mais visíveis às 11hrs. Em novembro, os teores ficaram entre 41,4% no dia 3 no P1 e 51,5% no dia 5 no P2, com amplitudes higrométricas entre 2,6% no dia 3 e 6,2% no dia 5. Em abril, entre 71,9% no dia 13 no P1 e 83,9% no dia 14 também no P1, as amplitudes variaram entre 3,2% no dia 14 e 5,5% no dia 13.

Apenas durante o mês de abril todos os teores de umidade ficaram acima de 60% como recomendado pela OMS (CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012). As diferenças climáticas entre os meses estudados ficam

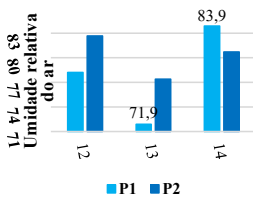
ainda mais evidentes nos horários de maior aquecimento do dia, pois até mesmo no quintal sem árvores às 11h da manhã as temperaturas de abril são mais amenas e os teores de umidade são elevados.

Gráfico 11 – Umidade relativa do ar coletada às 11hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Gráfico 12 – Umidade relativa do ar coletada às 11hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Como as manhãs dos dias de coleta em abril estavam nubladas e a madrugada do dia 14 foi chuvosa, possivelmente o quintal do P1 acumulou maior umidade no ar que o P2, indicando assim um maior teor de umidade relativa do ar às 11hrs do dia 14.

Às 11hrs (TABELA 3) surge a classificação de “extremo cuidado” no P2 nos dias 4 de novembro, 12 e 13 de abril e no P1 no dia 14 de abril. A classificação de “perigo” é encontrada em ambos os pontos nos dias 3 e 5 de novembro e, no P1, nos dias 4 de novembro, 12 e 13 de abril. Ambas as classificações de “extremo cuidado” e “perigo” podem causar possíveis insolações, câibras, exaustão pela exposição prolongada ou práticas de atividade físicas (NOAA; NWS, 2011). E a classificação de “cuidado” surgiu apenas no P2 no dia 14 de abril, pois neste dia foi registrada a menor temperatura em relação ao P1 e aos demais dias do mês.

Tabela 3 – Índice de Calor às 11hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	42,7	40,5	44,2	41,2	42,7	35,9
	P2	40,3	38,3	40,8	35,9	36,5	30,0
	Ampl.	2,4	2,2	3,4	5,3	6,2	5,9

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

As amplitudes dos valores do IC entre os pontos neste horário são bastante significativas, entre 2,2°C e 3,4°C em novembro e 5,3°C e 6,2°C em abril. Cabe destacar que o P1 é o que apresenta os maiores valores, chegando a uma possível sensação térmica de 44,2°C no dia 5 de novembro.

d. Quarto intervalo horário - das 12hrs às 15hrs

Neste intervalo horário são registradas as maiores temperaturas do ar e os menores teores de umidade relativa do ar, pois os raios solares incidem de forma concentrada e em ângulos retos (SARAIVA, 2014). O horário que registrou as maiores temperaturas do ar no intervalo horário e durante os dias de coleta foi o das 13hrs (GRÁFICOS 13 e 14).

Em novembro, enquanto as temperaturas do P2 não chegam a 35°C, o P1 registra temperaturas entre 36,6°C e 38,9°C, situação semelhante ocorre em abril em que o P2 registra temperatura máxima de 30,8°C e o P1 entre 30,9°C e 34,6°C. Estes dados tornam evidente a relevância que arborização possui na amenização das temperaturas do ar, principalmente em um horário tão crítico e em novembro, no período climático mais quente e seco do ano.

Gráfico 13 – Temperatura do ar coletada às 13hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

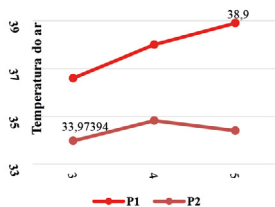
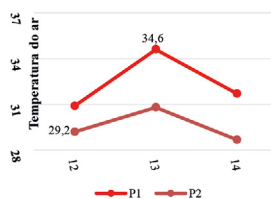


Gráfico 14 – Temperatura do ar coletada às 13hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

As elevadas temperaturas, sobretudo as registradas no quintal P1, no terceiro e quarto intervalos horários podem vir a agir como gatilho à saúde dos moradores que venham a fazer uso do quintal, podendo causar além do desconforto térmico: câibras, insolação, desmaios, exaustão pelo calor, câncer de pele pela exposição prolongada à radiação solar, entre outros sintomas que podem ser agravados pela idade e o estado de saúde do indivíduo (GARTLAND, 2010; SARAIVA; VALE; ZANELLA, 2017).

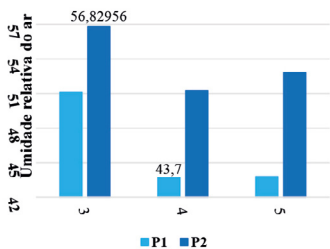
Além disso, o fato do quintal P1 ficar exposto à radiação solar direta ocorre o aquecimento desse ambiente, no qual o calor pode ser transmitido para a residência. Desta forma, o microclima do quintal também pode afetar no conforto/ desconforto térmico sentido pelos moradores dentro da residência.

Além das elevadas temperaturas, os baixos teores de umidade relativa do ar também podem influenciar no conforto térmico e saúde dos moradores. Devido a isso, as características

climáticas do mês de novembro são preocupantes, visto que são comuns as altas temperaturas combinadas com baixos teores de umidade relativa do ar. Observa-se no Gráfico 15 que os teores de umidade no mês de novembro ficam abaixo do recomendado a saúde segundo a OMS (*apud* CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012).

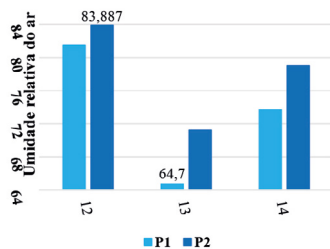
Já os teores de umidade encontrados no mês de abril ficam acima de 60% em ambos os quintais residenciais (GRÁFICO 16). Vale salientar que nos dois meses o quintal arborizado (P2) manteve maiores teores de umidade em relação ao quintal não arborizado (P1).

Gráfico 15 – Umidade relativa do ar coletada às 13hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Gráfico 16 – Umidade relativa do ar coletada às 13hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Em novembro, o menor teor registrado foi de 43,7% no P1 no dia 4 e o maior foi de 56,8% no dia 3 no P2, as amplitudes higrométricas ficaram entre 5,7% no dia 3 e 9% no dia 5. Em abril, o menor teor registrado foi de 64,7% no dia 13 no P1 e o mais elevado foi de 83,9% no dia 12 no P2, as amplitudes ficaram entre 2,4% no dia 12 e 6,5% no dia 13.

Em novembro, a classificação do IC (TABELA 4) se manteve em todos os dias e pontos como “perigo”, sendo que o P1 registrou os maiores valores, com amplitudes entre 4,4°C no dia 4 e 5,9°C no dia 3. Em abril, em todos os dias o P1 ficou classificado como “perigo” e o P2 como “extremo cuidado”, conseqüentemente registrando menores valores do IC, com amplitudes entre 4,9°C no dia 13 e 8,7°C no dia 14.

Tabela 4 – Índice de Calor às 13hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	46,3	45,2	45,2	46,6	41,1	46,1
	P2	40,4	40,8	40,7	38,7	36,2	37,4
	Ampl.	5,9	4,4	4,5	7,9	4,9	8,7

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

*Legenda: ■ = Extremo cuidado ■ = Perigo

Saraiva, Vale e Zanella (2017, p.93) ressaltam que “quanto mais elevado for o índice de calor, mais incômodo e até perigoso será para a saúde das pessoas, principalmente para crianças, idosos, enfermos e trabalhadores ao ar livre”. Ou seja, os valores do IC no P1, quintal sem árvores, tendem a ser mais incômodos e prejudiciais à saúde dos moradores que venham a circular e executar atividade neste quintal do que no quintal arborizado (P2).

e. Quinto intervalo horário - das 16hrs às 19hrs

Neste intervalo “ocorre o pôr do Sol e um gradativo resfriamento e aumento nos teores de umidade relativa do ar” (SARAIVA, 2014, p.71). Às 16hrs já se observa as temperaturas

reduzindo, porém com amplitudes térmicas ainda marcantes (GRÁFICOS 17 e 18).

Em novembro, a menor temperatura do ar foi de 29,5°C no dia 5 no P2 e a maior registrada foi de 34°C no dia 3 no P1, as amplitudes ficaram entre 3,1°C no dia 4 e 3,5°C no dia 5. Em abril, a menor temperatura foi de 26°C no dia 12 no P2 e a maior de 30,2°C no dia 14 no P1, as amplitudes térmicas ficaram entre 0,2°C no dia 12 e 2,4°C no dia 14.

Gráfico 17 – Temperatura do ar coletada às 16hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

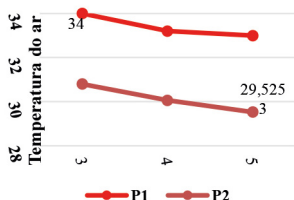
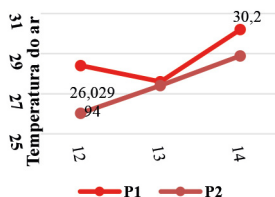


Gráfico 18 – Temperatura do ar coletada às 16hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Com relação aos teores de umidade relativa do ar, às 16hrs (GRÁFICOS 19 e 20), em novembro os teores ficaram entre 57,3% no dia 4 no P1 e 66,6% no dia 5 no P2, as amplitudes foram de 7,9% no dia 3 e 9% no dia 5. Em abril, o menor teor foi de 78,8% no dia 14 no P1 e o mais elevado foi de 89,6% no dia 13, também no P1.

Como se observa, para o horário das 16h no mês de novembro os teores de umidade acima de 60% são registrados apenas no quintal arborizado. Enquanto que no mês de abril encontra-se em ambos os quintais.

Gráfico 19 – Umidade relativa do ar coletada às 16hrs nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

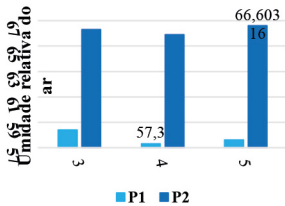
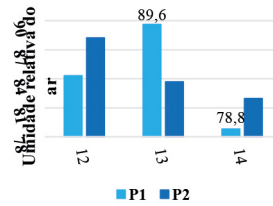


Gráfico 20 – Umidade relativa do ar coletada às 16hrs nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Os IC's às 16hrs (TABELA 5) em novembro estão classificados em “extremo cuidado” em todos os dias e pontos, com exceção do P1 no dia 4 que foi classificado como “perigo” com sensação térmica de 41,5°C, as amplitudes ficaram entre 4,8°C no dia 3 e 5,5°C no dia 4.

Tabela 5 – Índice de Calor às 16hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	38,4	41,5	39,1	29,6	33,9	32,9
	P2	33,6	36,0	34,2	28,9	28,6	31,1
	Ampl.	4,8	5,5	4,9	0,7	5,3	1,8

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

Em abril, as classificações ficaram em “cuidado” em todos os dias e pontos com exceção do P1 nos dias 13 e 14 que foram classificados como “extremo cuidado”. Vale destacar que apesar do P1 ter registrado maiores teores de umidade no dia 13, a

sua classificação e valor do IC foram mais críticos que o P2 em todos os dias, uma vez que a sensação térmica também faz uso da temperatura do ar. As amplitudes ficaram entre $0,7^{\circ}\text{C}$ no dia 12 e $5,3^{\circ}\text{C}$ no dia 13.

f. Sexto intervalo horário - das 20hrs às 23hrs

No último intervalo horário se encerra o ciclo diário com uma perda gradativa de calor (SARAIVA, 2014). As 20hrs (GRÁFICOS 21 e 22) as temperaturas entre os pontos começam a se assemelhar devido à perda de calor, com diferenças térmicas maiores apenas entre os períodos climáticos.

Gráfico 21 - Temperatura do ar coletada às 20h nos dias 3 a 5 de novembro de 2018

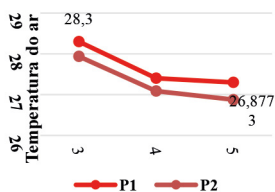
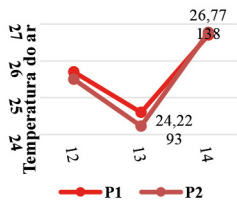


Gráfico 22 - Temperatura do ar coletada às 20h nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

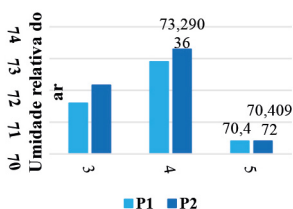
Em novembro, a menor temperatura do ar é de $26,9^{\circ}\text{C}$ no dia 5 no P2 e a maior é de $28,3^{\circ}\text{C}$ no dia 3 no P1, com amplitudes entre $0,3^{\circ}\text{C}$ no dia 4 e $0,4^{\circ}\text{C}$ nos dias 3 e 5. Em abril, a menor temperatura é de $24,2^{\circ}\text{C}$ no dia 13 no P2 e a maior é de $26,8^{\circ}\text{C}$ no dia 14, também no P2, as amplitudes ficam entre $0,1^{\circ}\text{C}$ no dia 14 e $0,4^{\circ}\text{C}$ no dia 12. Como já explicado anteriormente, o P1, quintal sem árvores, pode ter maior

facilidade em dissipar o calor durante o período noturno.

Os teores de umidade relativa do ar às 20hrs (GRÁFICOS 23 e 24) já se encontram mais elevados e semelhantes, devido à ausência de calor. Portanto, em ambos os quintais e períodos climáticos encontram-se teores acima de 60% recomendados a saúde conforme a OMS (*apud* CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS, 2012).

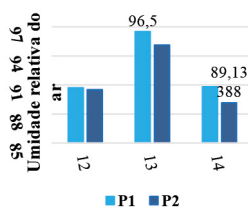
Em novembro, o menor teor registrado foi de 70,4% em ambos os pontos no dia 5 e o maior foi de 73,3% no dia 4 no P1, as amplitudes ficaram entre 0% no dia 5 e 0,6% no dia 3. Em abril, o teor mínimo foi de 89,1% no dia 14 no P2 e o mais elevado foi de 96,5% no dia 13 no P1. Assim como ocorre com a temperatura, com a ausência de calor e de obstáculos, o P1 acumula mais umidade. As amplitudes ficaram entre 0,2% no dia 12 e 1,7% no dia 14.

Gráfico 23 – Umidade relativa do ar coletada às 20h nos dias 3 a 5 de novembro de 2018



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2018. Organizado pelos autores, 2020.

Gráfico 24 – Umidade relativa do ar coletada às 20h nos dias 12 a 14 de abril de 2019



Fonte: Dados do acervo PIBIC Edital N°002/2017 – PROPEG/UERN, 2019. Organizado pelos autores, 2020.

Os IC's também apresentam amplitudes mínimas entre os pontos com classificações de “cuidado” em ambos os quintais e períodos com exceção do P2 no dia 14 de abril que foi classificado como “não há alerta” (TABELA 6). Os valores dos IC's

são maiores em todos os dias de coleta no P1, uma vez que é calculado utilizando os dados das duas variáveis climáticas coletadas nos quintais.

Tabela 6 – Índice de Calor às 20hrs no mês de novembro de 2018 e abril de 2019

Mês/ano		Novembro (2018)			Abril (2019)		
Dias		03	04	05	12	13	14
IC	P1	30,0	31,5	29,9	25,0	28,3	26,9
	P2	29,4	30,8	29,3	24,4	27,8	25,9
	Ampl.	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	1,0

Fonte: Elaborado e organizado pelos autores, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise do comportamento dos elementos climáticos e do Índice de Calor de ambos os quintais residenciais urbanos e períodos climáticos, ficou evidente a influência que a arborização do quintal P2 exerce no microclima deste quintal, sobretudo, no período climático mais quente e seco e nos intervalos horários mais críticos do dia.

As árvores presentes no quintal P2 amenizaram as temperaturas do ar em até 4,5°C às 13hrs do dia 5 de novembro e 3,8°C também às 13hrs no dia 13 de abril. E elevaram os teores de umidade relativa do ar em 9% às 13hrs e 16hrs do dia 5 de novembro e em 6,5% às 13hrs do dia 13 de abril, em comparação ao quintal P1, promovendo assim, melhores sensações térmicas do Índice de Calor.

Portanto, as árvores presentes no quintal P2 favorecem a melhoria do microclima deste quintal e, conseqüentemente,

contribui com o conforto térmico dos moradores tornando-se mais agradável para realização de atividades rotineiras, descanso, lazer e relaxamento. Os resultados apresentados evidenciam as árvores como um fator bioclimático essencial para os quintais residenciais urbanos.

REFERÊNCIAS

ALBURQUEQUE, Marcos Machado de; LOPES, Wilza Gomes Reis. **Influência da arborização em variáveis climáticas**: estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí.

RAEGA – O espaço geográfico em análise, Paraná, v.36, p.38-68, 2016.

BELLVER, Adrian Pastor. **Avaliação da melhoria do conforto térmico em uma casa por simulação**. 2014. 27 f. Monografia (Engenharia mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

BEZERRA, Letícia Gabriele da Silva. **Análise microclimática das áreas de convivência do Campus Central da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – episódio de primavera**. 2019. 85 f. Monografia (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2019.

CENTRO DE GERENCIAMENTO DE EMERGÊNCIAS. **Umidade relativa do ar**. São Paulo: CGE, 2012. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/umidade-relativa-do-ar.jsp>. Acesso em: 01 fev. 2020.

FREITAS, Anne Falcão de; SANTOS, Joel Silva dos; LIMA,

Rita Baltazar de. Microclima urbano: um estudo de caso no espaço intra-urbano do Campus I da UFPB. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 4, p. 271-287, 2015.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

GOOGLE EARTH. **Google Earth**. Brasil: Google Earth, 2019. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 30 jan. 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse por setores**. Brasil: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>. Acesso em: 12 fev. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Brasil: IBGE, 2019. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=240800&search=||info%EF5es-completas>. Acesso em: 30 jan. 2020.

LAMBERTS, Roberto *et al.* **Conforto e stress térmico**. Santa Catarina: LabEES/UFSC, 2011.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MOURA, Iveraldo Ribeiro de. **Relações Socioambientais**: Os casos de mortalidade por infarto do miocárdio na cidade de Teresina-PI. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

NWS, National Weather Service; NOAA, National Oceanic and

Atmospheric Administration. **What is the heat index?**. Amarillo, Texas: NWS/NOAA, 2011. Disponível em: <https://www.weather.gov/ama/heatindex>. Acesso em: 3 ago. 2018.

SARAIVA, Ana Luiza Bezerra da Costa. **O clima urbano de Mossoró (RN): o subsistema termodinâmico**. 2014. 243 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

SARAIVA, Ana Luiza Bezerra da Costa; VALE, Cláudia Câmara do; ZANELLA, Maria Eliza. Comportamento dos elementos climáticos no município de Mossoró (RN) e os impactos na saúde humana. **Revista GeoInterações**, Assú, v. 1, n. 1, p. 87-105, 2017.

WTOURINHO, Helena Lucia Zagury; SILVA, Maria Goreti Costa Arapiraca da. Quintais urbanos: funções e papéis na casa brasileira e amazônica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 11, n. 3, p. 633-651, set.-dez. 2016.



Este livro foi composto em fonte Adobe Garamond Pro,
com 236 páginas e em e-book formato pdf.
Dezembro de 2020.



Mais esta obra da série Geografia do Semiárido reúne pesquisadores que se debruçam sobre os estudos sobre os solos e a vegetação tão característica do Nordeste brasileiro. Com capítulos dedicados ao Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Piauí, o livro faz um verdadeiro passeio pela natureza nordestina, com as mais recentes descobertas e tendências teóricas focadas em nossa realidade regional.



RENNEGEO

Revista Brasileira de Pesquisas em Geografia em Geografia

