

CONVIVÊNCIA COM O

# SEMIÁRIDO



## Convivência com o Semiárido

© 2020 Copyright by Juan Carlos Alvarado Alcócer, Aluísio Marques da Fonseca e Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto (ORGANIZADORES)

IMPRESSO NO BRASIL / PRINTED IN BRAZIL  
EFETUADO DEPÓSITO LEGAL NA BIBLIOTECA NACIONAL

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

### Conselho Editorial

DR. ALUÍSIO MARQUES DA FONSECA   UNILAB	DR. JOSÉ GERARDO VAASCONCELOS   UFC
DRA. ANA MARIA IORIO DIAS   UFC	DRA. JOSEFA JACKLINE RABELO   UFC
DRA. ANA PAULA STHEL CAIADO   UNILAB	DR. JUAN CARLOS ALVARADO ALCÓCER   UNILAB
DRA. ANTONIA IEDA DE SOUZA PRADO   UNINASSAU	DRA. LIA MACHADO FIUZA FIALHO   UECE
DR. ANTÔNIO ROBERTO XAVIER   UNILAB	DRA. LÍDIA AZEVEDO DE MENEZES   UVA
DR. CARLOS MENDES TAVARES   UNILAB	DRA. LÍVIA PAULIA DIAS RIBEIRO   UNILAB
DR. CASEMIRO DE MEDEIROS CAMPOS   UNIFOR	DR. LUIS TÁVORA FURTADO RIBEIRO   UFC
DR. CHARLITON JOSÉ DOS SANTOS MACHADO   UFPB	DRA. MÁRCIA BARBOSA DE SOUSA   UNILAB
DR. EDUARDO FERREIRA CHAGAS   UFC	DRA. MARIA DO ROSÁRIO DE FÁTIMA PORTELA CYSNE   UNILAB
DR. ELCIMAR SIMÃO MARTINS   UNILAB	DR. MICHEL LOPES GRANJEIRO   UNILAB
DRA. ELISÂNGELA ANDRÉ DA SILVA COSTA   UNILAB	DRA. MILENA MARCINTHA ALVES BRAZ   FGF
DR. ENÉAS DE ARAÚJO ARRASIS NETO   UFC	DR. OSVALDO DOS SANTOS BARROS   UFPA
DR. FRANCISCO ARI DE ANDRADE   UFC	DRA. REGILANY PAULO COLARES   UNILAB
DR. GERARDO JOSÉ PADILLA VÍQUEZ   UCR	DRA. ROSALINA SEMEDO DE ANDRADE TAVARES   UNILAB
DRA. HELENA DE LIMA MARINHO RODRIGUES ARAÚJO   UFC	DRA. SIMONE MARIA SILVA DANTAS   FACPED
DR. JAVIER BONATTI   UNIVERSIDADE DE COSTA RICA	DRA. SINARA MOTA NEVES DE ALMEIDA   UNILAB
DR. JOSÉ BERTO NETO   UNILAB	DRA. VANESSA LÚCIA RODRIGUES NOGUEIRA   UNILAB

PROJETO GRÁFICO E CAPA | Carlos Alberto Alexandre Dantas  
REVISÃO DE TEXTO | Os Autores

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

BIBLIOTECÁRIA: Regina Célia Paiva da Silva – CRB – 1051

---

C766 Convivência com o semiárido / Juan Carlos Alvarado Alcócer, Aluísio Marques da Fonseca, Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto (orgs). – Fortaleza: Imprece, 2020.

303p. 14 cm x 21 cm

Inclui: Gráficos e figuras.

ISBN: 978-85-8126-229-1

1. Biodiversidade – Brasil. 2. Sustentabilidade – Brasil. 3. Desenvolvimento Sustentável – Brasil. 4. Política Ambiental – Brasil. 5. Inovações Tecnológicas. 6. Semiárido – Brasil. 7. Alcócer, Juan Carlos Alvarado. 8. Fonseca, Aluísio Marques da. 9. Pinto, Olienaide Ribeiro de. I. Título.

CDD: 363.700

---

**JUAN CARLOS ALVARADO ALCÓCER  
ALUÍSIO MARQUES DA FONSECA  
OLIENAIDE RIBEIRO DE OLIVEIRA PINTO  
O R G A N I Z A D O R E S**

CONVIVÊNCIA COM O  
**SEMIÁRIDO**

ADA AMÉLIA SANDERS LOPES	JUAN CARLOS ALVARADO ALCÓCER
ADERSON MARTINS VIANA NETO	LÍVIA PAULIA DIAS RIBEIRO
ALUÍSIO MARQUES DA FONSECA	LUANA MATEUS DE SOUSA
ARI CLECIUS ALVEZ DE LIMA	MARIA CRISTIANE MARTINS DE SOUZA
ARTEMIS PESSOA GUIMARÃES	MARIA DANIELE PEREIRA BESSA DA SILVA
BRUNNA ANGELICA SILVA EVARISTA	MARIA GORETE FLORES SALLES
BRUNNA LIMA PORFIRIO DE SOUSA	MARIA IMACULADA LOURENÇO MEIRÚ
CAMILA CALDAS OLIVEIRA PASSOS	MARIA IVANILDA DE AGUIAR
CIRO DE MIRANDA PINTO	MARIA VANDERLY DO NASCIMENTO CAVALCANTE
CLÁUDIO WAGNER SANTOS LIMA	MATIAS NETO ALVES FERREIRA
DAVI SANTOS BANDEIRA	MONA LISA MOURA DE OLIVEIRA
ELCIMAR SIMÃO MARTINS	OLIENAIDE RIBEIRO DE OLIVEIRA PINTO
EVANIR BRASIL GERMANO	PEDRO LUCAS SARAIVA FREITAS
FRANCISCA ALINE DA SILVA ANDRADE	PLINIO NOGUEIRA MACIEL FILHO
FRANCISCO GLAUBER PEIXOTO FERREIRA	REGILANY PAULO COLARES
FRED DENILSON BARBOSA DA SILVA	RENATA DE ARAÚJO SILVA
HUDSON PIMENTEL COSTA	RITA KAROLINNY CHAVES DE LIMA
INTI CAMPOS SALLES RODRIGUES	ROSALINY DE CASTRO LOURENCIO
JONARC PAULA DE OLIVEIRA	RUBSON MATEUS MATOS CARVALHO
JOSÉ CLEITON SOUSA DOS SANTOS	SUELLY MARY DA SILVA LIMA
JOSÉ JONATHAS ALBUQUERQUE DE ALMEIDA	TÚLIO PINHEIRO MOURA



Fortaleza | Ceará  
2020



## Sobre os Autores

**Ada Amélia Sanders Lopes** – Professora Adjunto Classe C – Nível I da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) – Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS). Professora Conteudista e Formadora do curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos (GRHAE) da Unilab. Possui graduação (2002) e mestrado (2005) em Engenharia Química e doutorado (2009) em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Tem atuado em pesquisa nas linhas: Termodinâmica; Análise exérgica e energética dos processos de produção de biodiesel; Biocombustíveis; Combustíveis sólidos (briquetes) e Síntese e caracterização de aditivos oriundos do LCC (cardanol, ácido anacárdico e cardóis). Em extensão tem atuado nos temas: Gestão de resíduos sólidos; Matrizes de sustentabilidade; Resíduos sólidos urbanos e Economia Solidária.

**Aderson Martins Viana Neto** – Doutor em Zootecnia (Produção Animal – PDIZ/UFC), Mestre em Zootecnia (Produção Animal e Melhoramento Genético – PPGZ/UFC). Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará. Foi Professor Substituto no Departamento de Zootecnia – UFC, bolsista de apoio técnico Laboratório de Fisiologia Animal – UFC (Reprodução animal, Biotecnologias da reprodução, Proteômica, Reprodução Cunicola). Estagiário do CEAC-LABOMAR-UFC (Carcinicultura: nutrição, sistemas de criação – Biofloc technology). Estagiário na empresa Lar Antônio de Pádua (Caprinos e bovinos leiteiros). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Produção e Reprodução Animal.

**Aluísio Marques da Fonseca** – Atualmente é Professor Associado II do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) e do Mestrado em Energias e Ambiente, ambos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Ganhou prêmio de professor pesquisador em 2010, promovida pela SBPC-Regional em Cruz das Almas (BA) e de Melhor painel em Ensino de Química em 2015 (SBQ-SP). Foi professor orientador do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos (GRHAE). Tem 625 citações até o presente nas bases Web of Science, Scopus, Scielo e

Google Academic. É líder de grupo de pesquisa intitulado Grupo Interdisciplinar em Química (GIQ) e seus trabalhos atuais são voltados para a Química de Produtos Naturais, atividade antioxidante, química verde, biocatálise, ensino de química e sustentabilidade. Foi vice-secretário da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) regional (CE). É Coordenador do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da UNILAB.

**Artemis Pessoa Guimarães** – Atualmente é professora da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). Possui graduação e mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Concluiu o doutorado em Química, também pela UFC, tendo realizado parte do curso de doutorado na Universidade de Leipzig, Alemanha (2008). Durante o período de graduação foi bolsista da Agência Nacional do Petróleo (ANP) e cursou disciplinas voltadas para a área de petróleo e gás. Tem, portanto, experiência na área de Engenharia Química, com ênfase nos seguintes assuntos: termodinâmica, fenômenos de transporte e processos de separação. Atuou como pesquisadora no Departamento de Engenharia Química da UFC.

**Brunna Lima Porfírio de Sousa** – cursando Engenharia de Energias na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB.

**Brunna Angelica Silva Evarista** – Mestre em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira. Pós-Graduada em Ensino de Química e Biologia pela Faculdade Kurios (Lato Sensu). Graduação em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará. Atuou como bolsista de Iniciação à Docência PIBID/CAPES, durante os períodos de 2012 a 2016, Atuou como Professora de Ciências e Química na Escola Reino encantado durante o período de 01/2014 a 12/2015. É membro do Grupo de Pesquisa intitulado Grupo Interdisciplinar em Química (GIQ) e seus trabalhos atuais são voltados para a Química de Produtos Naturais, química verde, biocatálise, ensino de química e sustentabilidade. É membro do Projeto de pesquisa intitulado Fortalecimento do Ensino, Pesquisa e Extensão para a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional na Comunidade dos Países de

Língua Portuguesa (CPLP) e na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

**Camila Caldas Oliveira Passos** – Graduada em Química Licenciatura Plena pela Universidade Estadual do Ceará – UECE. Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB. Atualmente, mestranda em Ciências Naturais na linha de pesquisa de Aproveitamento de Recursos Naturais, pela Universidade Estadual do Ceará – UECE, com foco no desenvolvimento de novos fármacos de origem natural e uso da bioinformática.

**Ciro de Miranda Pinto** – Engenheiro Agrônomo formado em 2004 pela Universidade Federal do Ceará (UFC), obteve os títulos de Mestre (2006) e Doutor (2011) em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará. Pós-Doutorado em Zootecnia na área de Forragicultura e Pastagens (2011-2012) pela Universidade Federal do Ceará. Apresenta conhecimento nas seguintes áreas de pesquisas: estatística e experimentação agrícola, fisiologia da produção vegetal, manejo em grandes culturas e forragicultura e pastagens. Atualmente é professor Adjunto IV da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) / Instituto de Desenvolvimento Rural.

**Cláudio Wagner Santos Lima** – Possui graduação em Mecatrônica industrial pelo Instituto Federal do Ceará – Reitoria (2015), graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará (2016) e especialização em Gestão Pública pela Faculdade Internacional Signorelli (2016). Atualmente é Assistente Administrativo da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Tem experiência na área de Engenharia de Energia, com ênfase em Fontes Renováveis de Energia.

**Davi Santos Bandeira** – Graduando em Geografia na Universidade Estadual do Ceará (UECE)

**Elcimar Simão Martins** – Pós-Doutor em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, sob a supervisão da Profa. Dra. Selma Garrido Pimenta. Doutor e Mestre em Educação

pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Ceará. Especialista em Ensino de Literatura Brasileira pela Universidade Estadual do Ceará e em Gestão Escolar pela Universidade Federal do Ceará. Graduado em Letras com Habilitação nas Línguas Portuguesa e Espanhola e suas respectivas Literaturas pela Universidade Federal do Ceará. Pedagogo pela Universidade Metodista de São Paulo. Professor Adjunto A da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), com lotação no Instituto de Ciências Exatas e da Natureza (ICEN). Professor Permanente do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS/UNILAB), do Mestrado Profissional em Ensino e Formação Docente (PPGEF UNILAB-IFCE) e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará (PPGE/UECE).

**Evanir Brasil Germano** – Possui graduação em Agronomia pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (2016). Especialização em Gestão dos Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos. Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis – MASTS.

**Fred Denilson Barbosa da Silva** – Engenheiro agrônomo com Doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa e Mestrado pela Universidade Federal do Ceará. No Doutorado, desenvolveu pesquisas na área de Agroenergia e Nutrição de Plantas com a cultura do girassol. No Mestrado, trabalhou com a cultura da Carnaúba com ênfase no processo germinativo e produção de mudas com uso dos recursos locais. Na Graduação, realizou pesquisas com espécies nativas com potencial medicinal para agricultura familiar do semiárido. Atuou, após o Doutorado, na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais na área de nutrição de hortaliças e plantas medicinais em sistemas orgânicos de produção agrícola. Atualmente, é professor adjunto do Instituto de Desenvolvimento Rural da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Atualmente, desenvolve estratégias de produção no consórcio entre as culturas agrícolas, adaptação do cultivo das grandes culturas no sistema agroflorestal, na mitigação dos efeitos do déficit hídrico na produção vegetal e na tecnologia de sementes florestais e agrícolas.

**Francisco Glauber Peixoto Ferreira** – Possui graduação em Enfermagem pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB (2019). Foi bolsista pela Fundação Cearense de Apoio Científico e Tecnológico – FUNCAP com ênfase em depressão geriátrica (2015). Executou tutoria no Programa PULSAR de Enfermagem da UNILAB (2016). Bolsista pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq com linha de pesquisa relacionada a toxicologia animal (2017). Bolsista pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq com ênfase em Reprodução Animal (2018). Bolsista pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/UNILAB relacionado a temática de Microbiologia Clínica (2019). Atualmente é membro do Grupo de Pesquisa de Biotecnologia Aplicada (BIOTA-UNILAB).

**Francisca Aline da Silva Andrade** – Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias sustentáveis – MASTS. Graduação em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Biologia e pós-graduada em Gestão em Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-UNILAB. Pós-graduada em Gestão Escolar pela Faculdade Maciço de Baturité. Atuou como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID-CAPES. Atuou como bolsista do projeto de pesquisa Ecologia das interações envolvendo vespas parasitoides (Ichneumonidae) e aranhas (Nephilidae, Araneidae e Tetragnathidae) no Maciço de Baturité – PIBIC-UNILAB. Atuou como bolsista do projeto de pesquisa Produção de materiais didáticos para o ensino interdisciplinar de Biologia com as ciências da natureza e a matemática -PIBIC-UNILAB.

**Hudson Pimentel Costa** – Possui graduação em Biomedicina pelo Centro Universitário Católica de Quixadá (UNICATÓLICA-2018), é pós-graduando em Biologia Molecular e Celular pela Universidade Cândido Mendes (UCAM, 2017-), bolsista no programa de mestrado acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB, 2018). Presidiu a Liga Acadêmica de Genética (LAGE) do curso de biomedicina da UNICATÓLICA (2016-2017). Tem experiência nas áreas de fisiologia, anatomia,

controle de qualidade da água, microbiologia de alimentos, plantas medicinais, bacteriologia, parasitologia, micologia e farmacologia. Atualmente, desenvolve pesquisas na área da nanotecnologia com ênfase no sistema de análises por infravermelho próximo (NIR).

**Inti Campos Salles Rodrigues** – Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Mestrado em Ciências Veterinárias pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, na área de Reprodução e Sanidade Animal pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), com ênfase em Bioclimatologia Animal e Reprodução Animal.

**Jonarc Paula de Oliveira** – Possui graduação em Física pela Universidade Federal do Ceará (2016). Atualmente é professor – Secretaria da Educação Básica do Ceará. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física.

**José Cleiton Sousa dos Santos** – Bolsista de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e à Inovação Tecnológica – BPI da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP. Professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PGEQ) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente (PGEA) da UNILAB. Professor colaborador no Programa de Pós-Graduação em Química (PGQUIM) da UFC. Coordenou o curso de Especialização Lato Sensu em Gestão em Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos (GRHAE) na modalidade a distância na UNILAB (2017-2019). Coordena o Curso de Graduação em Engenharia de Energias da UNILAB. Coordena o Programa de Cooperação Franco-Brasileira para a Formação de Engenheiros – Programa CAPES/BRAFITEC-UFC/IFCE/ UNILAB (EDITAL nº 13/2017) na UNILAB. Coordenador do Grupo de Pesquisa em Engenharia Enzimática (GENEZ) na UNILAB. Atualmente é Professor Adjunto na UNILAB. Graduado em Química pela Universidade Estadual do Ceará (2008). Possui Mestrado (2011) e Doutorado (2015) em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará. Possui Doutorado em Biociências Moleculares &quot;PhD in Biochemistry, Molecular Biology, Biomedicine and Biotechnology (Molecular Biosciences)&quot; pela Universidad Autónoma de Madrid, UAM, Espanha (2015). Possui

Pós-Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (2015). Tem experiência na área de Química, Ensino de Química e Processos Biotecnológicos/ Engenharia Enzimática.

**José Jonathas Albuquerque de almeida** – Membro Suplente do Comitê de Ética e Pesquisa da Escola de Saúde Pública do Estado do Ceará. Bolsista da Escola de Saúde Pública do Estado do Ceará, membro da coordenação Pedagógica da Residência Integrada em Saúde. Tendo como objetivo promover a formação e educação permanente, pesquisa e extensão na área da saúde, na busca de inovação e produção tecnológica, a partir das necessidades sociais e do SUS, integrando ensino a serviço da comunidade, formando redes colaborativas e fortalecendo o sistema saúde escola. Possui especialização em Auditoria de Saúde – Faculdade Integrada de Patos (FIP). Graduado em Enfermagem – Faculdade Santa Maria (FSM).

**Juan Carlos Alvarado Alcócer** – Possui graduação em Física com o grau de Bacharel pela Universidad de Costa Rica (1988), Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (1994) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (1999). Foi professor Titular da Universidade de Fortaleza. Na UNIFOR foi coordenador das turmas 1 e 2 do curso de especialização em Automação Industrial. Tem experiência em projetos de pesquisa e desenvolvimento para o setor elétrico, e também na área de Ciência da Computação, com ênfase em Software Básico. Tem orientado trabalhos de graduação na área de engenharia elétrica, engenharia de controle e automação e engenharia biomédica. Tem atuado principalmente nos seguintes temas: setor elétrico, simulação computacional, filmes de diamante, ensino em engenharia, software e engenharia biomédica. Nos últimos anos tem estudado a energia da biomassa. Tem experiência na construção de gaseificadores e biodigestores. Atualmente é professor da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB no curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharia de Desenvolvimento Sustentável. É também professor efetivo do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis – MASTS.

**Lívia Paulia Dias Ribeiro** – Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Estadual do Ceará (2002), mestra-

do em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2004) e doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2012). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Instrumentação analítica, Espectroscopia nas regiões espectrais do Visível e Infravermelho Próximo, Quimiometria e Polarimetria.

**Luana Mateus de Sousa** – Doutoranda em Ecologia e Recursos Naturais na Universidade Federal do Ceará. Mestre em Sociobiodiversidade e tecnologias sustentáveis – MASTS pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-UNILAB. Especialista em Gestão Escolar pela Faculdade Maciço de Baturité-FMB e em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela UNILAB. Graduada em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Biologia, pela UNILAB. Experiência na área de educação e ensino de ciências e matemática e diretora de turma e como formadora de Matemática na CREDE08 – SEDUC. Colaboradora do projeto Mediação de conflitos escolares como estratégia de prevenção de violência em duas escolas públicas municipais de ensino fundamental do Maciço de Baturité-CE e do curso ciências da natureza e matemática em diálogo com a diversidade etnico-racial – UNILAB/SEDUC.

**Maria Cristiane Martins de Souza** – Professora Adjunto II da Classe C da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) no Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS). Vice-Diretora do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS) UNILAB, participa dos grupos de pesquisa: Grupo Interdisciplinar em Química (GIQ) – UNILAB, Grupo de Inovações Tecnológicas e Especialidades Químicas (GRINTEQUI) – UFC. Pós-Doutorado Júnior do CNPq/UFC (2014). Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará-UFC (2013). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas – SP- UNICAMP (2009). Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará – UFC (2007). Tem experiência na área de Engenharia Química, Processos Bioquímicos, Biomassa, Processos de Separação de Bioprodutos e Educação a distância.

**Maria Daniele Pereira Bessa da Silva** – Graduada em GEOGRAFIA pela Universidade Estadual do Ceará (2012.1), cursando

mestrado em sociobiodiversidade e tecnologias sustentáveis pela Unilab e Especialização em Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental dos Recursos Hídricos pela Uece. É professora de Geografia da Escola Estadual de Educação Profissional Edson Queiroz da rede Estadual do Ceará desde 2014 até os dias atuais. Monitora de educação ambiental da Coordenação de Meio Ambiente de Cascavel-Ce no ano de 2013. Tem experiência com projetos municipais e federais na área social e de educação ambiental.

**Maria Imaculada Lourenço Meirú** – Mestranda no Programa de Pós-graduação do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Enfermeira Dermatologista pela Faculdade Estácio de Sá (2019). Pós-graduada em Gestão em Saúde na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (2018). Enfermeira pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (2016). Trabalhou como enfermeira na Estratégia de Saúde da Família em Uma Unidade Básica de Saúde do Município de Redenção-Ceará, durante o primeiro semestre de 2018. Atualmente trabalha como enfermeira na emergência do Hospital Municipal Santa Isabel, em Aracoiaba-Ceará, desde de 2017.

**Maria Gorete Flores Salles** – Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Mestrado em Ciências Veterinárias na Área de Reprodução Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, na Área de Reprodução Animal, pela Universidade Estadual do Ceará – UECE. Atuou como Médica Veterinária durante 16,6 anos no Lar Antonio de Pádua, onde implantou e executou um projeto de cabras leiteiras confinadas, melhorou geneticamente o rebanho bovino leiteiro com o uso da inseminação artificial e colaborou na suinocultura da propriedade. Atualmente é Professora Adjunta IV no curso de Agronomia do Instituto de Desenvolvimento Rural, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), na cidade de Redenção (CE).

**Maria Ivanilda de Aguiar** – Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (2006), mestrado em Solos e

Nutrição de Plantas, pela Universidade Federal de Viçosa (2008) e Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, pela Universidade Federal do Ceará (2012). Foi professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (Campus Corrente), de 2010 a 2014. Atualmente é professora da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Tem experiência nas áreas de Agronomia, Ecologia e Recursos Naturais, com ênfase em Manejo e Conservação do Solo e Ecologia de Agroecossistemas, atuando principalmente nos seguintes temas: semiárido, agroecologia e sistemas agroflorestais.

**Maria Vanderly do Nascimento Cavalcante** – cursando Engenharia de Energias na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB.

**Matias Neto Alves Ferreira** – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis – MASTS / Unilab. Graduado no Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática com Habilitação em Biologia pela Unilab. Atuou como bolsista no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – Pibid (2013-2015 / 2017-2018) e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica-Pibic/CNPq. Integrante do Grupo de Gestão e Políticas Sociais (GPS) e do Grupo de Pesquisa ELOSS (Educação e Cooperação Sul-Sul/Unilab). Atuou como bolsista do Programa PULSAR, vinculado a Pró-Reitoria de Graduação da Unilab (2016-2017). Atuou como Coordenador de Eventos do Centro Acadêmico do Curso de Ciências da Natureza e Matemática (Cacim). Atualmente integrante do quadro Professores de Matemática e Ciências Naturais das Escolas de Ensino Municipais: Padre Antônio Crisóstomo do Vale (Acarape – CE) e Maria Augusta Russo dos Santos (Redenção – CE). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação, Prática Docente, Ensino de Ciências; Interdisciplinaridade, Educação Ambiental e Sustentabilidade, Direitos Humanos e Educação para as Diversidades.

**Mona Lisa Moura de Oliveira** – Doutora em Engenharia Mecânica pelo Instituto Superior Técnico – Lisboa (2009) em cooperação com a Universidade de Málaga – Espanha. É professora Adjunta do Curso de Física e membro do conselho LAIS – Laboratórios Associados de Inovação e Sustentabilidade da Universidade Estadual

do Ceará (UECE). Coordenou o Mestrado Acadêmico em Ciências Físicas Aplicadas da UECE no período de 03/2016-03/2019. É docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais da UECE (Área CAPES – Interdisciplinar) e do Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental do IFCE- Fortaleza (Área CAPES – Engenharias I). Atualmente é membro do comitê científico da Rede Nacional de Combustão (RNC) e presidente da Câmara de Ciência, Tecnologia e Inovação da FUNECE. Possui experiência nas áreas de energias, veículos automotores, sistemas térmicos, biomassa, combustão, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de produtos e processos, monitoramento e controle de emissões, catálise ambiental e adsorção.

**Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto** – Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Ceará (2006), mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (2008) e doutora em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (2016). Atualmente desempenha estágio de pós-doutorado como bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD)/CAPES vinculado ao Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) desenvolvendo atividades de pesquisa e ensino. Possui experiência nas seguintes áreas: Fitotecnia (doenças de fruteiras tropicais e manejo de culturas agrícolas), Engenharia Agrícola (fertilização) e Tecnologias Sustentáveis (energia da biomassa por meio de biodigestores; sistema de hibridação: energia solar com biomassa, dessalinização de água utilizando energia solar térmica e sistema de dessalinização).

**Pedro Lucas Saraiva Freitas**- Técnico em Informática com ênfase em programação orientada a objetos na Escola Profissional Capelão Frei Orlando, 2011. cursando Engenharia de Energias na Universidade Federal da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), tendo parte do curso realizado na Universidade do Kansas, Estados Unidos, 2014.

**Plínio Nogueira Maciel Filho** – Mestre em Tecnologias Sustentáveis do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e tecnologias Sustentáveis – MASTS (2017). Pós-Graduado em Engenharia

de Segurança do Trabalho (2007). Graduado em Engenharia Civil (2004). Engenheiro Civil, Servidor Público Federal da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB (2010). Foi Coordenador de Infraestrutura (2011 – 2013), Pró-Reitor de Planejamento (2013 – 2018) e Presidente da Comissão Interna para Ações e Medidas de Eficiência Energética e Boas Práticas Ambientais. Coordenou a proposta vencedora para Projeto de Eficiência Energética UNILAB da Chamada Pública ENEL – Ceará 2017.

**Regilany Paulo Colares** – Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará (2002), graduação em Licenciado Pleno pela Universidade Estadual do Ceará (2006), mestrado em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Ceará (2004) e doutorado em Química pela Universidade Federal do Ceará (2009). Atualmente sou professora adjunta I do curso de Licenciatura em Química e do curso de Ciências Exatas e da Natureza, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Atuo também como professora no curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, ambientes e energéticos.

**Renata de Araújo Silva** – Graduada em Agronomia (2017) pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é mestranda do programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA-UFC.

**Rita Karolinny Chaves de Lima** – Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (2001), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (2004) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos com período sanduíche na University of Nottingham (UK) – School of Chemistry. Atualmente é professora adjunta do curso de Engenharia de Energias da Unilab. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Engenharia do Petróleo, Desenvolvimento de Processos e Materiais, Catálise e Reações Químicas.

**Rosaliny de Castro Lourenco** – Mestranda em Energia e Ambiente na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-

-Brasileira (UNILAB), com linha de pesquisa em Desenvolvimento Rural. Engenheira Agrônoma formada pela UNILAB (2018). Atuou como pesquisadora de extensão tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CPNq (2018) e como bolsista da Incubadora Tecnológica de Economia Solidária – INTESOL (2018). Tem experiência na área de desenvolvimento territorial e rural sustentável, agricultura familiar e convivência com o semiárido. Possui interesse na pesquisa e no desenvolvimento de tecnologias sociais, e energia renovável, que apresentem potencial presente ou futuro para geração de renda, melhorando a condição de vida no meio rural e urbano. Atualmente é pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Biofertilização da UNILAB.

**Rubson Mateus Matos Carvalho** – Formado em Técnico em Agroindústria pela EEEP Maria Dolores Alcântara e Silva (2009 – 2011), graduado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Ceará – UFC (2013-2017), Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB (2018-).

**Suely Mary da Silva Lima** – Engenheira Agrônoma, formada no ano de 2017 pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira (UNILAB). Foi estagiária na Secretaria de Agricultura da Prefeitura Municipal de Barreira, CE (2017). Foi bolsista do projeto de extensão Eco leitura: abordando a educação ambiental por meio de livros infanto-juvenis (2016). Foi bolsista do Programa Semear alimentos e ideias: colher saúde e desenvolvimento (2014). Foi voluntária do Programa Semear alimentos e ideias: colher saúde e desenvolvimento (2015). Envolvida em um grupo de pesquisa na área de solos. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agronomia.

**Túlio Pinheiro Moura** – Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará (2005) e Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho pela Faculdade Leão Sampaio (2009). Em 2006, trabalhou como Eng. Eletricista na Eletrocentral, empresa terceirizada da Companhia Energética do Ceará (COELCE). Em 2007, foi Responsável Técnico da empresa Gelar Refrigeração. Atuou como Eng. de Segurança na Grendene/Sobral (2009). Foi Supervisor de Manutenção na Fresenius Kabi (2010) e

Resp. Técnico na LSX Engenharia (2012). Atualmente é Servidor Público Federal da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), atuando como Eng. Eletricista. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Circuitos Elétricos, Magnéticos e Eletrônicos.

# SUMÁRIO

## **APRESENTAÇÃO | 23**

Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Aluísio Marques da Fonseca  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

## **PREFÁCIO | 27**

Prof. Joaquim Torres

## **TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS NA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO | 31**

Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto  
Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Aluísio Marques da Fonseca  
Ciro de Miranda Pinto  
Maria Gorete Flores Salles  
Plínio Nogueira Maciel Filho

## **O USO DA *MYRACRODRUON URUNDEUVA* (AROEIRA) NA MEDICINA TRADICIONAL DA REGIÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO | 51**

Maria Imaculada Lourenço Meirú  
Hudson Pimentel Costa  
Matias Neto Alves Ferreira  
Francisco Glauber Peixoto Ferreira  
Aluísio Marques da Fonseca  
Regilany Paulo Colares

## **TECNOLOGIAS SOCIAIS COMO ALTERNATIVA NA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO | 64**

Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto  
Aluísio Marques da Fonseca  
Cláudio Wagner Santos Lima  
Ari Clecius Alvez de Lima  
Maria Ivanilda de Aguiar

## **ASPECTO ETNOBOTÂNICO DE PLANTAS MEDICINAIS COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE | 90**

Luana Mateus de Sousa  
Aluísio Marques da Fonseca  
Regilany Paulo Colares  
Elcimar Simão Martins  
Brunna Angelica Silva Evarista

**BIOGÁS: UMA ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO | 112**

Rita Karolinny Chaves de Lima  
Pedro Lucas Saraiva Freitas  
Artemis Pessoa Guimarães  
Mona Lisa Moura de Oliveira

**REVEGETAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM SUBSTRATOS ORGÂNICOS EM MUDAS DE LEGUMINOSAS | 129**

Maria Gorete Flores Salles  
Ciro de Miranda Pinto  
Aderson Martins Viana Neto  
Inti Campos Salles Rodrigues

**SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE COM RASTREAMENTO DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA E CONTROLE POR CORRENTE MÉDIA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO | 155**

Túlio Pinheiro Moura  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto  
Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Lívia Paulia Dias Ribeiro

**ANÁLISE E REFLEXÕES ACADÊMICAS NO ENSINO DE CÁLCULO I: UM ESTUDO DE CASO NO CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS | 168**

Brunna Lima Porfirio de Sousa  
Maria Vanderly do Nascimento Cavalcante  
Maria Cristiane Martins de Souza  
José Cleiton Sousa dos Santos  
Ada Amélia Sanders Lopes

**ANÁLISES DOS IMPACTOS DA SECA NA PRODUÇÃO DE CASTANHA DE CAJU NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ | 180**

Renata de Araújo Silva  
Aluísio Marques da Fonseca  
Regilany Paulo Colares  
Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

**MANEJO AGROECOLÓGICO NO SEMIÁRIDO PROMOVE A MANUTENÇÃO DA DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA | 204**

Suelyly Mary da Silva Lima  
Rosaliny de Castro Lourencio  
Maria Ivanilda de Aguiar  
Fred Denilson Barbosa da Silva  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS,  
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ | 224**

Camila Caldas Oliveira Passos  
Aluísio Marques da Fonseca  
Regilany Paulo Colares  
Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE ARATUBA, CEARÁ | 249**

Evanir Brasil Germano  
Aluísio Marques da Fonseca  
Regilany Paulo Colares  
Rubson Mateus Matos Carvalho

**A UTILIZAÇÃO DE PLANTAS NA MEDICINA POPULAR TRADICIONAL PELA  
POPULAÇÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ | 270**

Francisca Aline da Silva Andrade  
Aluísio Marques da Fonseca  
Regilany Paulo Colares  
Elcimar Simão Martins  
José Jonathas Albuquerque de almeida

**O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO E OS IMPACTOS NO NORDESTE  
BRASILEIRO | 296**

Maria Daniele Pereira Bessa da Silva  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto  
Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Davi Santos Bandeira  
Jonarc Paula de Oliveira



## APRESENTAÇÃO

Caro leitor, o livro “**Convivência com Semiárido**”, organizado pelos professores Dr. Juan Carlos Alvarado Alcócer e Dr. Aluísio Marques da Fonseca e pela Dra. Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto, que fazem parte do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira (UNILAB), foi produzido a partir de articulação interinstitucional de diferentes grupos de pesquisa da Unilab, sendo a maioria dos artigos resultados de pesquisas financiadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) desenvolvidas na região do Maciço de Baturité, Ceará, na convivência com o Semiárido Nordeste.

O livro busca atender à perspectiva interdisciplinar entre Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis, abordando temáticas diversas relacionadas à realidade a Convivência com o Semiárido. É racional ressaltar especificamente que a obra leva em conta a inovação tecnológica em uma época na qual existem diversas crises interligadas e que se estendem pelo nosso planeta, por exemplo: a crise ambiental, a crise econômica, a crise na produção alimentar, a crise ética, bem como a chamada crise energética. No cotidiano do cidadão comum, tais crises se combinam de modos distintos, dependendo das regiões em que as pessoas vivem.

A convivência com o Semiárido é uma forma de vida e produção que valoriza os saberes e a cultura local, utilizando tecnologias e meios apropriados ao contexto ambiental

e climático, constrói processos de vivência na diversidade e harmonia entre as comunidades, seus membros e o ambiente, possibilitando assim, uma boa qualidade de vida e continuidade na terra, apesar das variações climáticas.

Tendo em vista a organização textual, o livro é dividido em capítulos que abordam: “Tecnologias sustentáveis na convivência com o Semiárido (Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto, Juan Carlos Alvarado Alcócer, Aluísio Marques da Fonseca, Ciro de Miranda Pinto, Maria Gorete Flores Salles e Plínio Nogueira Maciel Filho)”;

“O uso da *Myracrodruon Urundeuwa* (aroeira) na medicina tradicional da região do Semiárido brasileiro (Maria Imaculada Lourenço Meirú,, Hudson Pimentel Costa, Matias Neto Alves Ferreira, Francisco Glauber Peixoto Ferreira, Aluísio Marques da Fonseca e Regilany Paulo Colares)”;

Tecnologias sociais como alternativa na convivência com o Semiárido (Juan Carlos Alvarado Alcócer, Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto, Aluísio Marques da Fonseca e Maria Ivanilda de Aguiar)”;

Aspecto etnobotânico de plantas medicinais com potencial antioxidante (Luana Mateus de Sousa, Aluísio Marques da Fonseca, Regilany Paulo Colares, Elcimar Simão Martins e Brunna Angelica Silva Evarista)”;

Biogás: Uma alternativa energética para convivência com o Semiárido (Rita Karoliny Chaves de Lima, Pedro Lucas Saraiva Freitas, Artemis Pessoa Guimarães e Mona Lisa Moura de Oliveira)”;

Revegetação de áreas degradadas com substratos orgânicos em mudas de leguminosas (Maria Gorete Flores Salles, Ciro de Miranda Pinto, Aderson Martins Viana Neto e Inti Campos Salles Rodrigues)”;

“Sistema fotovoltaico conectado à rede com rastreamento do ponto de máxima potência e controle por corrente média no Semiárido nordestino (Túlio Pinheiro Moura| Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto| Juan Carlos Alvarado Alcócer e Livia Paulia Dias Ribe-

ro)”; Análise e reflexões acadêmicas no ensino de cálculo I: um estudo de caso no curso de engenharia de energias (Brunna Lima Porfirio de Sousa, Maria Vanderly do Nascimento Cavalcante, Maria Cristiane Martins de Souza, José Cleiton Sousa dos Santos e Ada Amélia Sanders Lopes )”; Análises dos impactos da seca na produção de castanha de caju nos municípios do estado do Ceará (Renata de Araújo Silva, Aluísio Marques da Fonseca, Regilany Paulo Colares, Juan Carlos Alvarado Alcócer e Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto)”; Manejo agroecológico no semiárido promove a manutenção da diversidade da fauna edáfica (Suelly Mary da Silva Lima, Rosaliny de Castro Lourencio, Maria Ivanilda de Aguiar, Fred Denilson Barbosa da Silva e Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto)”; Avaliação da gestão integrada dos recursos hídricos e ambientais, uso e ocupação do solo de São Gonçalo do Amarante, Ceará (Camila Caldas Oliveira Passos, Aluísio Marques da Fonseca, Regilany Paulo Colares, Juan Carlos Alvarado Alcócer e Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto)”; Gestão dos resíduos sólidos no município de Aratuba, Ceará (Evanir Brasil Germano, Aluísio Marques da Fonseca Regilany Paulo Colares e Rubson Mateus Matos Carvalho)”; “A utilização de plantas na medicina popular tradicional pela população do maciço de Baturité Ceará (Francisca Aline da Silva Andrade, Aluísio Marques da Fonseca, Regilany Paulo Colares, Elcimar Simão Martins e José Jonathas Albuquerque de Almeida)” e “O processo de desertificação e os impactos no Nordeste brasileiro (Maria Daniele Pereira Bessa da Silva, Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto, Juan Carlos Alvarado Alcócer, Davi Santos Bandeira e Jonarc Paula de Oliveira)”.

Aproveito para saudar todos os autores e leitores dizendo que este livro é um grande passo para a divulgação das ações de sustentabilidade no estado do Ceará, o qual carece

e necessita de mais discussões como as que constam nesta obra, que tais temas sejam inspiração para que lhes seja possível o desenvolvimento de práticas educativas sustentáveis em uma perspectiva interdisciplinar. Desejamos uma boa leitura a todos.

*Os organizadores.*

## PREFÁCIO

O Estado do Ceará possui mais de 90% de seu território no Semiárido, fato este que por si só, torna um desafio para aqueles que habitam nessa região, sobreviverem as intempéries climáticas, as quais constituem um obstáculo para o desenvolvimento agropecuário e dos habitantes dessa região.

A Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB – se encontra situada nessa região, muito embora já perto da zona litorânea, onde os efeitos climáticos e adversos são bem menores do que as outras. O livro **Convivência com o Semiárido**, organizado por Juan Carlos Alvarado Alcócer, Aluísio Marques da Fonseca e Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto, vem se somar a tantos outros que abordam a temática do Semiárido, mas com um olhar de quem vivencia as adversidades e os problemas, com a experiência da academia, percorrendo os caminhos do ensino, pesquisa e extensão.

***Tecnologias sustentáveis para a convivência com semiárido***, é o tema que abre uma série de abordagens de como enfrentar as adversidades com boas ideias e criando soluções de que é plenamente possível conviver numa região que, em que pese tantos pontos negativos em termos climatológicos, possui alternativas viáveis e conservacionistas para desenvolver o seu crescimento de modo sustentável e ambientalmente correto.

É quase regra geral que o desenvolvimento nessa região é muitas vezes relegado a segundo plano em termos de políticas públicas. ***Tecnologias sociais como alternativa na convivência com o Semiárido*** é uma demonstração clara que existem medidas simples, eficazes e de baixo custo ao alcance de todos e que apresentam bons resultados em

transformar o ambiente em que se vive onde a aridez é a regra, a chuva a escassez, mas que apresenta bom potencial de convivência, desde que práticas conservacionistas e inovadoras sejam implantadas, permitindo uma melhor qualidade de vida para as pessoas.

Numa abordagem por excelência do potencial botânico, o tema ***Aspecto etnobotânico de plantas medicinais com potencial antioxidante***, faz menção a toda riqueza existente nas terras dos mandacarus, pequis, algaroba, cajueiro entre outras espécies, descrevendo o potencial daquelas com poder medicinal e que são utilizadas por muitos que vivem nessa região, que diga-se de passagem não é de toda homogênea, de tal sorte que as medidas propostas para a convivência sustentável, devem respeitar as diversas particularidades.

Períodos de longas estiagens com irregularidades climáticas no tempo e no espaço, vegetação predominantemente de caatinga, áreas degradadas ao longo dos anos, somados a casos específicos de início de desertificação, são desafios a serem enfrentados e exigem soluções. ***Revegetação de áreas degradadas com substratos orgânicos em mudas de leguminosas*** se constitui uma alternativa, aqui muito bem lembrada e abordada, principalmente quando se empregam os princípios agroecológicos em sistemas agroflorestais ou até mesmo em cultivos orgânicos.

O estudo do potencial de produção de energia limpa como a energia solar, se constitui em alternativa de grande impacto para uma região que necessita se desenvolver e manter a população nas macros e microrregiões, diminuindo a busca por moradias na capital cearense.

Pensar no desenvolvimento dessa região utilizando manejo agroecológico em uma produção integrada, respeitando e conservando o ambiente é sem dúvida uma estratégia que deve ser utilizada principalmente na cultura do cajueiro, dada

a importância econômica que ela possui e está temática é muito bem abordada em dois capítulos: ***Análises dos impactos da seca na produção de castanha de caju nos municípios do estado do Ceará*** e ***Manejo agroecológico no semiárido promove a manutenção da diversidade da fauna edáfica***.

A região semiárida tem particularidades que necessitam ser contempladas na formulação das políticas públicas e a contribuição de professores e pesquisadores das Universidades e em particular da Unilab, constituem alternativas que são disponibilizadas para uma convivência harmoniosa do homem com essa região. Alternativas para adoção de práticas e cuidados ambientais específicos, estratégias de desenvolvimento econômico com sustentabilidade e políticas públicas acessíveis aos habitantes das áreas menos desenvolvidas, necessitam de uma produção científica que seja viável de difusão e transferência de tecnologia, que contribuam para uma convivência harmoniosa com o semiárido, proporcionando uma qualidade de vida para aqueles que residem nessa região.

*Finalizo, desejando aos leitores e apreciadores da causa do semiárido que usufruam de novos conhecimentos, pois como diz a letra da música Pai Nosso, de Janduhy Finizola.....*

O pão nosso  
De cada dia nos guia  
Nos consola e transforma em coisas do dia  
Sertanejo planta a semente  
Que a terra não pode fazer brotar  
Foi o amor que fez o homem  
Plantar nessa terra, o perdão  
Na poeira dos caminheiras  
A marca de uma vida de arribação

*Prof. Joaquim Torres*  
Associado II IDR/UNILAB



## TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS NA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

Juan Carlos Alvarado Alcócer

Aluísio Marques da Fonseca

Ciro de Miranda Pinto

Maria Gorete Flores Salles

Plínio Nogueira Maciel Filho

### Introdução

**N**a convivência com o Semiárido, populações e organizações vêm integrando-se, para sugerir um novo modelo de desenvolvimento para a região Nordeste (SOUSA et al., 2017). Esta nova percepção possibilita enxergar o Semiárido com suas características próprias, seus limites e potencialidades (CONTI; SCHROEDER, 2013).

A proposta de convivência com o Semiárido configura uma ação positiva para o enfrentamento das questões econômicas e socioambientais da região (SOUSA et al., 2017). Dessa forma, o aproveitamento de fontes renováveis disponíveis na região Semiárida pode serem utilizadas para a produção de energia beneficiando os habitantes dessa região.

De acordo com dados do Balanço Energético Nacional de 2018, a matriz energética brasileira utilizou 83,2% de sua energia proveniente de fontes renováveis (BRASIL, 2019). As condições Semiáridas proporcionam à região Nordeste grande potencialidade no desenvolvimento de energias renováveis, como a eólica, solar e biomassa (IPCE, 2018).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi estudar sobre a utilização de tecnologias sustentáveis na convivência com o

Semiárido como alternativa de desenvolvimento e sustentabilidade para a região Nordeste.

## **Convivência com o Semiárido e as tecnologias sustentáveis**

O Semiárido brasileiro compreende uma extensão de 982.566 km<sup>2</sup>, possui cerca de 22 milhões de habitantes e concentra-se a maior da população rural do Brasil (SOUSA et al., 2017). Essa região é formada por dez estados, todos do Nordeste e do Vale do Jequitinhonha e norte de Minas Gerais (BARBOSA, 2010).

O surgimento de projetos de energias renováveis em áreas rurais, especialmente em áreas que carecem de desenvolvimento econômico como o Semiárido Nordestino, pode trazer diversos benefícios para a comunidade. Características socioeconômicas de muitas regiões, como alto desemprego, falta de alternativas de desenvolvimento econômico e altas taxas de migração da população economicamente ativa, fazem que seja vantajoso o investimento nessas tecnologias (SIMAS; PACCA, 2013).

A região Nordeste está numa situação de privilégio em termos de potencial para mitigar emissões de GEE e produzir energia renovável, porque detém os maiores potenciais de energia solar e eólica do País, e também um considerável potencial de aproveitamento de biomassa, tanto de fontes cultivadas (como cana-de-açúcar, eucalipto, soja) como de fontes nativas (recursos florestais do bioma Caatinga e Cerrado) (BRASIL, 2018).

No Brasil, a expansão de energia elétrica através de fontes renováveis surgiu a partir da promulgação da Lei nº 10.438 em 2001 que instituiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) para aumentar a participação da energia elétrica gerada a par-

tir de unidades de produção baseadas em biomassa, eólica, solar e pequena central hidrelétrica no Sistema Interligado Nacional (BRASIL, 2002). As energias renováveis exercem uma grande importância, não apenas no cenário Nordeste, e sim no cenário mundial pelo fato de as outras fontes de energia além de poluírem o meio ambiente faz com que os recursos se esgotem (SANTOS, 2015).

A produção energética do Ceará apresenta uma maior participação do tipo termelétrica (52,32%) acompanhada da eólica (47,53%), sendo estas as principais matrizes a compor a capacidade instalada do Estado. Em seguida, tem-se a energia solar fotovoltaica (0,12%) e a hídrica gerada por meio das Centrais Geradoras Hidrelétricas (0,03%) (ANEL, 2018).

## **Biomassa para produção de energia**

O aproveitamento da biomassa como fonte de energia acompanha a história da humanidade a milhares de anos, na forma de lenha ou carvão, mas foi na metade século XX que novas fontes de biomassa começaram a ganhar destaque (FREITAS, 2016).

A biomassa surge como fonte alternativa e potencial insumo para a geração de energia elétrica e de biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel (SANTOS et al., 2017). Atualmente são conhecidas diversas fontes de biomassa que se enquadram em duas categorias de biomassa, são elas: a tradicional, da qual fazem parte à lenha, resíduo vegetais e animais; e a biomassa moderna, na qual estão inseridos os biocombustíveis líquidos produzidos a partir de palha e madeira, biogás produzido através de anaerobiose, digestão de resíduos, entre outras tecnologias (IRENA, 2019).

A utilização de biomassa evita a emissão de gases de efeito estufa, em torno de 282 mil toneladas de CO<sub>2</sub> por ano,

isso só no setor industrial. Desse modo, não deve ser considerada substituir a biomassa por fontes energéticas fósseis, pois tal fato não é capaz de proporcionar vantagens em termos ambientais, econômicos ou sociais (BRASIL, 2018).

O Nordeste possui quatro recursos de biomassa que podem ser utilizados na produção de eletricidade: bagaço da cana, florestais, resíduos de produtos agrícolas e excrementos dos animais (SANTOS, 2015). Embora o potencial físico de biomassa seja enorme, não é muito utilizado na região Nordeste, porém, esse cenário vem mudando, com investimentos, pelo o fato da região ser rica em cana-de-açúcar (AZAR; LARSON, 2000).

Alguns tipos de tecnologias para produção de energia através da biomassa, tais como: a digestão anaeróbia, conversão mecânica, fermentação e a termoconversão são apresentados na Tabela 1. Os processos de gaseificação, combustão e pirólise fazem parte da termoconversão (MOTA, et al., 2015).

**Tabela 1** – Algumas tecnologias para produção de energia por meio da biomassa.

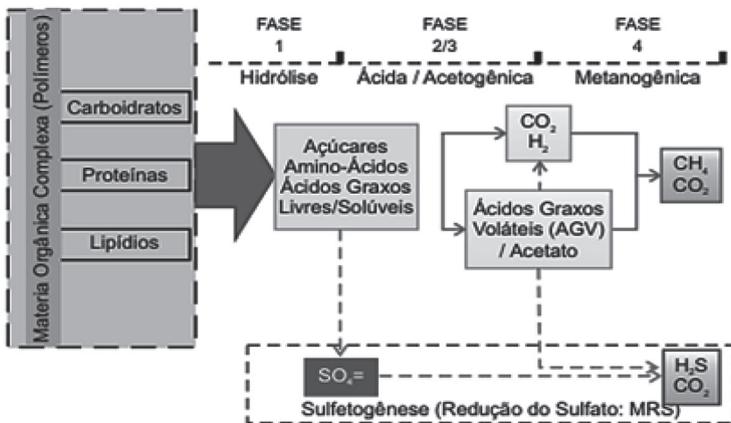
Processo	Descrição
Combustão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É a transformação da energia química dos combustíveis em calor, através das reações dos elementos constituintes com O<sub>2</sub> fornecido.</li> </ul>
Gaseificação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É um processo de conversão de combustíveis sólidos em gasosos, por meio de reações termoquímicas, envolvendo vapor quente e ar, ou O<sub>2</sub>, em quantidades inferiores à estequiométrica.</li> </ul>
Pirólise	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O processo consiste em aquecer o material original (entre 300°C e 500°C), na “quase ausência” de ar, até que o material volátil seja retirado.</li> </ul>
Digestão anaeróbia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consiste na decomposição da biomassa pela ação de bactérias anaeróbias. Trata-se de um processo simples, que ocorre naturalmente com quase todos os compostos orgânicos.</li> </ul>

- É um processo biológico anaeróbio em que os açúcares de plantas como a batata, o milho, a beterraba e, principalmente, a cana de açúcar são convertidos em álcool, por meio da ação de microrganismos (usualmente leveduras).

Fonte: adaptado de ANEEL (2005).

A degradação anaeróbica é dividida em algumas etapas, conforme Figura 1. A hidrólise é a primeira fase, que ocorre a quebra de moléculas orgânicas complexas, os polímeros, deixando em moléculas menores; a segunda fase é a acidogênese, os produtos da fase anterior são absorvidos por microbiota fermentativa e depois do seu processamento, tem-se os ácidos orgânicos; a terceira fase é a acetogênese, que consiste na oxidação de produtos gerados na fase anterior, resultando em um substrato adequado para microrganismos metanogênicos. A quarta fase, metanogênese, é a última fase do processo de degradação anaeróbia dos compostos orgânicos para dióxido de carbono e metano (CASSINI et al., 2014).

**Figura 1** – Processo de digestão anaeróbica e as principais etapas.



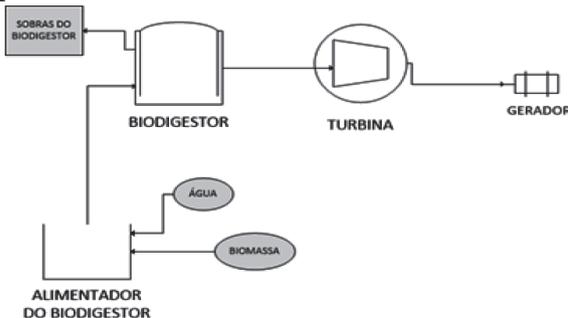
Fonte: Cassini et al. (2014).

No processo de digestão anaeróbia a geração de energia ocorre quando é misturado o material orgânico com água no alimentador e a mistura é colocada em um biodigestor e por ação de bactérias anaeróbia resulta em biogás. O gás movimenta a turbina que é conectada ao gerador elétrico e assim, acontece o convertimento da energia mecânica para elétrica. O que resta no biodigestor serve como biofertilizante. O processo descrito está representado na Figura 2 (REZENDE, 2017).

O biodigestor é um sistema fechado onde ocorre a degradação da matéria orgânica (animal ou vegetal) por ação de bactérias anaeróbia, possui uma entrada para a matéria orgânica (um tanque onde ocorre a digestão), uma saída para o biogás e outro para o biofertilizante (TOLLER, 2016).

O biogás é composto de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). A energia produzida através biogás pode ser utilizada na geração de energia elétrica e térmica, e na substituição do gás de cozinha (Gás Liquefeito de Petróleo – GLP) (MOURA et al., 2017).

**Figura 2** – Produção de energia através do processo de biomassa líquida.



Fonte: Rezende (2017).

O biofertilizante pode ser utilizado na forma líquida ou desidratada, possui pH entre 7 a 8, composição média de 1,5 a 4,0% de nitrogênio, 1,0 a 5,0% de fósforo e 0,5 a 3,0% de potássio, e também apresenta outros nutrientes como: cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre ferro, manganês, molibdênio e zinco, que promove o crescimento e desenvolvimento das plantas (MARQUES et al., 2014).

A gaseificação é um processo termoquímico onde ocorre o rompimento de moléculas (biomassa) resultando em gás combustível, voláteis, carvão e cinzas. Esse processo pode ser colocado em zonas, tais como secagem, pirólise, combustão e redução (QUITETE; SOUZA, 2014).

O processo de gaseificação surge como uma alternativa, em meio às demais maneiras de utilização de energia através da biomassa. Diferentes tipos de biomassa podem ser utilizados, como: o carvão vegetal, eucalipto, resíduos de origem vegetal e animal, florestas e resíduos descartados. O gás resultante da gaseificação da biomassa é de grande uso (RESENDE et al., 2017).

A pirólise ocorre pela degradação termoquímica quando se aplica calor a uma substância ou material, em ausência total de oxidante, permitindo a transformação da biomassa em três frações: sólida, gasosa e líquida (LORA et al., 2012; MOTA et al., 2015).

Atualmente, no Nordeste, já se utiliza a biomassa como fonte de energia primária no processamento de minerais metálicos e não metálicos, alimentos e bebidas, açúcar e álcool, e em outras atividades do setor industrial. Uma parcela significativa da energia consumida no setor domiciliar é oriunda dela. Sua produção para energia é uma importante fonte de trabalho e renda na zona rural, que carece de outras alternativas (BRASIL, 2018).

As usinas de biomassa estão concentradas no Sudeste e no litoral Nordeste, sobretudo, em áreas de concentração de produção de cana-de-açúcar (IPCE, 2018). Santos (2015) relata a construção de uma usina de biomassa em Petrolina, Pernambuco, para a fabricação de briquetes, que são blocos em formato de lenha produzidos com materiais orgânicos. Através dos briquetes, a comunidade poderá contar como uma energia alternativa.

Utilizando a tecnologia da biomassa na região Nordeste, Oliveira (2018) realizou um estudo sobre biodigestores no Maciço de Baturité, Ceará, como resultado, identificou 15 biodigestores em funcionamento em propriedade rurais, dos quais, 2 são do modelo canadense e 13 são do modelo indiano. Todas as unidades são alimentadas com biomassa de origem animal, com predominância dos esterco suínos e bovinos, representando 31% dos municípios do Maciço (Aracoiaba, Barreira, Ocara e Redenção). Esses equipamentos beneficiam seus usuários com biogás e o biofertilizante, promovendo melhoria na qualidade de vida e na renda familiar.

## Energia eólica

A energia eólica é uma fonte de energia limpa e renovável que resulta do aproveitamento das movimentações das massas de ar. Este tipo de energia é utilizado mundialmente para o fornecimento de energia em larga escala (ANEEL, 2008).

As turbinas eólicas captam a energia cinética contida no vento que é convertida em energia mecânica pelo giro das pás do motor e transformada em energia elétrica pelo gerador e utilizam a força do vento em uma ampla faixa de alturas (SAUER et al., 2006).

O processo de produção da energia eólica atingiu uma maturidade tecnológica de escala industrial (JANNUZZI, 2003). Diante da preocupação ambiental e sustentabilidade, a energia eólica ganha relevância, porque não há necessidade de transferência da população local, pois as terras a serem ocupadas pelos parques eólicos continuarão sendo utilizadas para outros fins (SAUER et al., 2006).

Observa-se uma baixa produção de energia eólica no país, mesmo com condições de expansão extremamente favoráveis. Em todo o país, apenas 14 Estados possuem algum tipo de geração desta fonte, somando 13.733.643 KW de capacidade instalada até novembro de 2018. A geração elétrica desta fonte corresponde a 8,15% de toda a capacidade instalada no país. Ao todo, o Brasil conta com 557 usinas eólicas, localizadas, principalmente, nas regiões Nordeste e Sul (IPCE, 2018).

No Nordeste os regimes de ventos são considerados bons para a difusão da energia eólica (GALDINO et al., 2000). O Ceará já tem instalado mais de 15MW de geração de energia eólica, sendo a maioria de iniciativa privada (SAUER et al., 2006).

O Ceará firmou-se como um dos principais Estados geradores de energia eólica do país, sendo esta a segunda matriz na produção do Estado, correspondendo a 47,53% da potência instalada do Ceará. Entre os Estados brasileiros, o Ceará é o terceiro na produção desta fonte, atrás somente do Rio Grande do Norte e da Bahia (IPCE, 2018).

As condições anemométricas proporcionam ao estado do Ceará um ambiente favorável ao aproveitamento eólico, devido está imerso na contínua circulação atmosférica subequatorial dos ventos alísios, intensificados pelas brisas marinhas ao longo da costa. No estado, os ventos alísios são provenientes de uma extensa área oceânica livre de obstá-

culos, que proporciona notável intensidade, constância e baixa turbulência, sendo mais intensos durante o dia e concentram-se entre os meses mais secos, de julho a dezembro, apresentando intensidade e constância notáveis (CEARÁ, 2001).

## **A aplicação de estratégias e utilização de energia solar na Unilab**

A posição geográfica do Nordeste brasileiro possibilita, em média, 2.500 horas de insolação por ano, possibilitando uma extensa área disponível para exploração da energia solar (IPCE, 2018).

A energia solar chega a Terra nas formas térmica e luminosa e, dependendo da tecnologia utilizada pode ser transformada em energia térmica ou elétrica. No Brasil, o principal tipo de aproveitamento solar é por meio de painéis fotovoltaicos, pois, tem a vantagem de não precisar do brilho do sol direto para operar, podendo gerar eletricidade também em dias nublados (ANEEL, 2008).

A crise hídrica, apresentada no ano de 2014, foi uma circunstância que deixou latente a necessidade de novas proposições no tocante a política de segurança energética do país (ALCÓCER et al., 2018). Dentre as questões ambientais envolvidas nesse período, os fatores climáticos contribuíram significativamente no custo da produção de energia, da forma que a geração por termoelétricas é mais poluidora e onerosa que as habituais hidroelétricas (DIEESE, 2015).

Na atual situação, as instituições públicas voltadas para o ensino e a pesquisa, como fomentadoras e disseminadoras de conhecimento e tecnologia, possuem papel acadêmico relevante perante a sociedade. Entretanto, também necessitam de ações práticas incorporadas às suas políticas

de gestão e de seus recursos, dotando-se de estratégias sustentáveis na administração de seus orçamentos. Estratégias estas que detêm relevância quanto ao enfrentamento à crise político-econômica instalada no país.

Notadamente, a redução de gastos com despesas corrente oriundas dos recursos destinados ao funcionamento básico da instituição devem ser otimizados de tal maneira que a instituição não comprometa a sua finalidade (de ensino, pesquisa e extensão) e garanta recursos para futuros investimentos na perspectiva de melhoramento da qualidade e crescimento de suas universidades (ALCÓCER et al., 2018).

A alternativa delineada por Alcócer et al. (2018), aponta que a redução dos gastos com o custo energéticos focado na geração própria de grandes consumidores do setor público, especificamente das Instituições Públicas de Ensino Superior (IES) é um caminho viável a ser considerado por seus ordenadores de despesa.

A Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) não difere das demais instituições públicas de ensino superior e conseqüentemente padece dos mesmos desafios impostos pela situação financeira atual. Dada a circunstância apresentada, propôs-se aplicar para a UNILAB as seguintes estratégias com o intuito a redução desses passivos (ALCÓCER et al., 2018).

- I. A adoção de uma nova cultura de eficiência sustentável dos gastos públicos;
- II. Criação de um órgão ou comissão que estude e coordene as ações voltadas para esse fim e que compile todos os elementos e informações. Sugerindo soluções para os diversos desafios apresentados e para o subsídio de um modelo sustentável e eficiente;
- III. A busca de apoios, parcerias, convênios institucionais no setor público e privado, fomen-

tando redes de pesquisadores e empresas da área de tecnologia que compartilhem tecnologia e conhecimento para novas propostas e soluções;

- IV. Fomentar o desenvolvimento de pesquisa inovadora objetivando o avanço tecnológico e a produção científica, bem como ações de extensão acadêmica, maximizando o poder de penetração junto à comunidade regional, articulado aos seus entes públicos e privados;
- V. Divulgação, treinamento e capacitação com vistas ao estímulo e consolidação de práticas de eficiência energética nas instalações da instituição que além de difundir os seus conceitos, garante a permanência, fixação de conhecimento e ampliação de ações de eficiência energética a nível regional.

Conforme aponta nas estratégias, as gestões da UNILAB continuamente voltaram-se para o viés sustentável de suas ações. Desde projetos de reuso de água e iluminação pública com lâmpadas em led, à implantação de estações de tratamento de efluentes nas dependências da instituição.

Em 2016, ocorreu um posicionamento mais destacado e bastante profícuo quanto à questão da política de eficiência energética da UNILAB com uma maior efetividade da gestão quanto a ações congruentes à causa, conforme apontado no relatório anual de gestão 2016. O relatório teve como objetivo uma política de redução de custos da universidade mediante a ampliação de ações para redução de gastos operacionais e de energia elétrica (UNILAB, 2016c).

Para ampliar tais esforços, a universidade constituiu, por meio da Portaria n° 221, de 03 de março de 2016, uma comissão interna para questões relativas a eficiência energética e boas práticas ambientais no âmbito das políticas estratégicas desta IES. Esta comissão coordenou e instituiu ações

que impactasse positivamente no consumo e uso da energia elétrica demandada, realizando levantamentos e cálculos a respeito do volume de energia elétrica consumida em todos os campi da instituição, além de estudo quanto a autoprodução energética (UNILAB, 2016b; 2016c).

Conforme exposto, a instituição no decorrer do ano de 2016 tomou ações em prol da produção e utilização de energia renovável em seus Campis. O relatório de gestão apontou como proposição, a possibilidade de implantação de um sistema solar fotovoltaico para geração de energia elétrica própria, tornando a instituição autossuficiente no abastecimento de energia ou que pelo menos atenda em grande parte a necessidade da mesma (UNILAB, 2016a; 2016b; 2016c). Diante disso, a UNILAB por meio de concorrência aos editais lançados regularmente pelas concessionárias e distribuidoras de energia com vistas na ação de efficientização energética conseguiu aprovação de um projeto para implementação de sistema solar fotovoltaico (ANEEL, 2017a; 2017b).

A universidade fica situada no município de Redenção, Ceará, que possui alta incidência de radiação solar e possui um ambiente propício para a aplicação da proposta de geração própria de energia interligada à rede de distribuição, evidenciando possuir as características necessárias e ambiente favorável para a aplicação da proposta. Diante destas constatações, foi implantado na UNILAB um projeto utilizando energia fotovoltaica, especificamente no Bloco Didático no Campus das Auroras (MACIEL FILHO, 2017).

Segundo Maciel Filho (2017) a potência instalada no referido bloco, gera economicidade de 279,78 kWp com produção anual estimada em 464.246 kWh. Essa mini-geração distribuída ocupa área de cobertura de painéis de 1.732,88 m<sup>2</sup> dispostos na estrutura de coberta da unidade didática em Auroras com um sobrepeso suportado pela estrutura

existente de 19,9 toneladas, distribuídos em 903 módulos uma vez injetados na rede de distribuição, origina créditos nas faturas de energia da universidade

## Considerações finais

A preocupação com as mudanças climáticas e os esforços para a redução das emissões de gases de efeito estufa, busca-se por alternativas que possa suprir as necessidades econômicas e, ao mesmo tempo, gerar menos impactos ambientais. A energia renovável é considerada uma das melhores invenções com relação à mitigação da poluição do meio ambiente.

O Nordeste possui potencial para produção de energia de fontes renováveis, por possuir rios, potencial solar, grande produção de cana e fortes ventos no litoral. Então, alguns meios de se obter energia são partir de: hidrelétrica, painéis solares, biomassa e eólica. Portanto, a utilização de fontes renováveis na região Nordeste é importante para o meio ambiente e na convivência com o Semiárido.

Portanto, uma das principais motivações observadas hoje no discurso em apoio às energias renováveis em nível mundial é a busca pelo desenvolvimento sustentável. Nesse tipo desenvolvimento, é fundamental atender as necessidades das gerações presentes sem, no entanto, comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades estando relacionado não só com a economia, mas também com o meio ambiente e a sociedade.

## Referências

ALCOCER, J. C. A.; MACIEL FILHO, P. N.; OLIVEIRA FILHO, H. M. *Implantação e uso de energias renováveis como estraté-*

*gia sustentável: Implantação de energia solar na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab)*. Novas Edições Acadêmicas, 2018, 244p.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). *Banco de Informação de Geração. BIG*. 2018. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/15.htm](http://www.aneel.gov.br/15.htm)>. Acesso em: 01 de outubro de 2018.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). *Atlas de energia elétrica do Brasil* / Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. – Brasília: Aneel, 2008.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. 2º edição, 2005. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/download.htm>>.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Chamada de Projeto de P&D Visa Atrair Ações de Eficiência Energética nas Instituições Públicas de Ensino Superior*. 2017a. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/chamada-de-projeto-de-p-d-visa-atrair-acoes-de-eficiencia-energetica-nas-instituicoes-publicas-de-ensino-superior/656877?iNheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/chamada-de-projeto-de-p-d-visa-atrair-acoes-de-eficiencia-energetica-nas-instituicoes-publicas-de-ensino-superior/656877?iNheritRedirect=false)>.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *ANEEL Avalia 27 Projetos de Eficiência Energética e Mini geração em Instituições de Ensino Superior*. 2017b. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset\\_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/aneel-avalia-27-projetos-de-eficiencia-energetica-e-minigeracao-em-instituicoes-de-ensino-superior/656877/pop\\_up?\\_101\\_INSTANCE\\_zXQREz8EVIZ6\\_viewMode=print&\\_101\\_INSTANCE\\_zXQREz8EVIZ6\\_languageId=pt\\_BR](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/aneel-avalia-27-projetos-de-eficiencia-energetica-e-minigeracao-em-instituicoes-de-ensino-superior/656877/pop_up?_101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6_viewMode=print&_101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6_languageId=pt_BR)>.

BARBOSA, A. G. *A inovação tecnológica a serviço da democratização do acesso à água – A experiência da ASA no Semiárido*

*brasileiro*. In: Rede de Tecnologia Social – RTS (Brasil) (Org.). *Tecnologia Social e Desenvolvimento Sustentável: Contribuições da RTS para a formulação de uma Política de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação* – Brasília/DF: Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social (RTS), 2010. 98 p.

BRASIL. Lei Nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2002/L10438.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10438.htm)>, acesso em: 06 de outubro de 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Importância atual e potencial de uso da biomassa para energia em Sergipe*. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Biomassa para energia no Nordeste: atualidades e perspectivas. Brasília, DF, 2018, 164p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Balanço energético nacional 2019: ano base 2018*. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-470/Relat%C3%B3rio%20S%C3%ADntese%20BEN%202019%20Ano%20Base%202018.pdf>>.

CEARÁ. Secretaria da Infraestrutura. *Estado do Ceará: atlas do potencial eólico*. 2001.

CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. (Org.). *Convivência com o Semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social*. Brasília, DF: IABS, 2013. Disponível em: <<http://www.asabrazil.org.br/images/UserFiles/File/convivenciacomosemiarido-brasileiro.pdf>>.

CASSINI, S. T.; COELHO, S. T.; PECORA, V. Biogás – Biocombustíveis ANP. In: PERLINGEIRO, C. A. G. (Org.). *Biocombus-*

*tíveis no Brasil – Fundamentos, Aplicações e Perspectivas*. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2014, v. 1, p. 136 -167.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. *Nota Técnica Número 147 – Comportamento das tarifas de energia elétrica no Brasil*. São Paulo, SP. Agosto 2015

FREITAS, G. M. *Biomassa, uma fonte de energia*. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

IRENA. International Renewable Energy Agency. REMAP 2030. The importance of modern bioenergy. The importance of bioenergy for meeting global renewable energy targets. Disponível em: <[https://wasaproject.info/docs/IRENA\\_REmap2030/REmap-FactSheet-3-Modern+Bioenergy.pdf](https://wasaproject.info/docs/IRENA_REmap2030/REmap-FactSheet-3-Modern+Bioenergy.pdf)>.

GALDINO, M. A.; LIMA, J.H.G.; RIBEIRO, C.M.; SERRA, E.T. O Contexto das Energias Renováveis no Brasil. *Revista da Diretoria de Engenharia da Aeronáutica*, p. 17-25, 2000.

IPCE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Panorama da produção de energia elétrica no Estado do Ceará: Um enfoque para a matriz eólica*. Fortaleza, Ceará: IPECE, 2018, 33p. Disponível em: <[https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/12/ipece\\_informe\\_141\\_12\\_Dez2018.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/12/ipece_informe_141_12_Dez2018.pdf)>.

JANNUZZI, G. D. M. *Uma Avaliação das Atividades Recentes de P&D em Energia Renovável no Brasil e Reflexões para o Futuro*. Campinas, SP: Energy Discussion Paper N° 2.64-01/03, 2003.

LORA, E.E.S.; ANDRADE, R.V.; ÁNGEL, J.D.M.; LEITE, M.A.H.; ROCHA, M.H.; SALES, C.A.V.B.; MENDOZA, M.A.G.; CORAL, D.S.O. Gaseificação e pirólise para conversão da biomassa em eletricidade e biocombustíveis. In: LORA, E.E.S.;

VENTURINI, O.J. (Coords.). *Biocombustíveis*. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. v.1, cap.6, p. 411-493.

MACIEL FILHO, P. N. *UNILAB: implantação e uso de energias renováveis como estratégia sustentável*. 176f. 2017. (Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis) - Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, 2017.

MACIEL FILHO, P. N.; ALCÓCER, J. C. A.; PINTO, O.R.O, DO-LIBAINA, L. I L. Sustainable energy public policies planning: encouraging the production and use of renewable energies. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 22, p. 10, 2018.

MOTA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; ALENCAR, V. C; CURI, W. F. IMPACTOS E BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DOS BIOCMBUSTÍVEIS: UMA VISÃO GLOBAL. *Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 220-242, 2009.

MOURA, R. S.; CARPIO, R. C.; MACEDO, C. F. C.; PINHEIRO, D. S.; FIGUEREDO, L. S. FREIRE, L. C. J. A utilização da energia produzida pelo biogás pode ser aproveitada para geração de energia elétrica e térmica, iluminação, combustível para veículos, aquecimento, entre outras utilidades. *ForScience*, v. 5, n. 3, p.1-16, 2017.

OLIVEIRA, J. *Produção de biogás a partir de substratos orgânicos em biodigestores: estudo na macrorregião do Maciço de Baturité-CE*. 2018. 92 f. Dissertação (Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, Redenção, 2018.

QUITETE, C. P.B.; SOUZA, M. V. M. Remoção do alcatrão de correntes de gaseificação de biomassa: processos e Catalisadores. *Quim. Nova*, v. 37, n. 4, p.689-698, 2014.

REZENDE, B. X. *Estudo da Viabilidade da Utilização de Biomassa para Geração de Energia Elétrica*. Monografia (graduação) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2017.

SANTOS, W. S. Nordeste e sua disponibilidade para o consumo sustentável através de energias renováveis. In: *Anais do VII Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe*, p. 405-4013 2015. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7825/2/NordesteDisponibilidadeEnergiasRenovaveis.pdf>>.

SANTOS, G. H. F.; NASCIMENTO, R. S.; ALVES, G. M. Biomassa como Energia Renovável no Brasil. *Revista UNINGÁ Review*, v. 22, n. 2, p. 309-321, 2017.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Estudos avançados*, v.27, n.77, 2013.

SOUSA, A. B.; COSTA, C. T. F.; FIRMINO, P. R. A.; BATISTA, V. S. Tecnologias sociais de convivência com o Semiárido na região do Cariri cearense. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 34, n. 2, p. 197-220, maio/ago. 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173912/1/Tecnologias-sociais-de-convivencia-com-o-semiarido.pdf>>.

SAUER, I.L.; QUEIROZ, M.S.; MIRAGAYA. J.C.G.; MASCARENHAS, R.C.; JUNIOR, A.R.Q. Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobras. *Bahia análise e Dados*, v.16, n.1, p. 9-22, 2006.

UNILAB. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. *Plano de Desenvolvimento Institucional 2016-2021 – UNILAB*. Redenção, 2016a. Disponível em: <<http://www.proplan.unilab.edu.br/sobre/coordenacao-de-planejamento/plano-de-desenvolvimento-institucional/>>.

\_\_\_\_\_. Portaria Gabinete da Reitoria GR 785/2016 – *Altera a comissão Interna para Coordenar e executar ações e medidas de Eficiência Energética e implantação de Boas Práticas Ambientais*. Redenção, 05 de agosto de 2016b. Disponível em: <[http://www.UNILAB.edu.br/wp-content/uploads/2016/08/Portaria-GR-785\\_2016-Disp%C3%B5e-sobre-a-altera%C3%A7%C3%A3o-na-Comiss%C3%A3o-Interna-para-Coordenar-e-Executar-A%C3%A7%C3%B5es-e-Medidas-de-Efici%C3%A4ncias.pdf](http://www.UNILAB.edu.br/wp-content/uploads/2016/08/Portaria-GR-785_2016-Disp%C3%B5e-sobre-a-altera%C3%A7%C3%A3o-na-Comiss%C3%A3o-Interna-para-Coordenar-e-Executar-A%C3%A7%C3%B5es-e-Medidas-de-Efici%C3%A4ncias.pdf)>.

\_\_\_\_\_. *Relatório de Gestão 2016*. Pró-reitoria de Planejamento. Redenção, 2016c. Disponível em: <<http://www.UNILAB.edu.br/UNILAB-em-numeros/>>.

## O USO DA *MYRACRODRUON URUNDEUVA* (AROEIRA) NA MEDICINA TRADICIONAL DA REGIÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Maria Imaculada Lourenço Meirú

Hudson Pimentel Costa

Matias Neto Alves Ferreira

Francisco Glauber Peixoto Ferreira

Aluísio Marques da Fonseca

Regilany Paulo Colares

### Introdução

É um fato que o *Homo sapiens* é um indivíduo que desde que começou a possuir racionalidade vem usufruindo de forma positiva ou negativa tudo que a natureza propicia, como por exemplo: vestimentas, moradia, comida. O interesse do homem pela natureza sempre foi algo comunal, desde comunidades antigas essa analogia despertava um interesse investigativo no homem, fazendo – o a começar a trabalhar de forma mais detalhada tudo que lhe despertava interesse e curiosidade.

Essa incessante investigação e essa ânsia de sempre buscar coisas novas, fizeram com que as pessoas comessem a analisar os vegetais não apenas como fonte de alimento, mas também como uma alternativa para a cura e o tratamento de determinadas enfermidades, desenvolvendo a ciência que hoje chamamos de etnobotânica.

Corroborando com Paz et al. (2015) confirma que plantas são utilizadas de forma medicinal desde dos primórdios da civilização, sendo amplamente difundida por pessoas que maioria das vezes são chamadas de curandeiros, os quais diagnosticavam que algumas plantas possuíam compostos

que poderiam amenizar ou curar alguma doença, iniciando então a ciência que atualmente é conhecida de Fitoterapia.

Em todas as regiões as plantas nativas são usadas como alternativa medicamentosa, pela a população local. O uso de plantas nativas para fins medicinais é motivo de investigação tendo em vista a diversidade na flora de cada região. No Brasil esse tema é recorrente devido a imensa extensão territorial e a vasta biodiversidade local.

Em países com de recursos limitados onde o acesso à produtos é tecnologias para o tratamento de doenças é escasso, os produtos naturais são frequentemente utilizados. O uso de produtos botânicos naturais para o cuidado tem uma longa história. As práticas tradicionais fornecem opções de baixo custo, simples e realistas para gerenciar o cuidado em ambientes geográficos onde muitas vezes há pouco alternativa. Apesar do uso comum de muitos produtos botânicos para tratamento das mais variadas patologias em países de baixa renda, a pesquisa formal e sua eficácia na promoção da saúde está no seu início (HAESLER , WATTS, RICE; CARVILLE , 2016).

A profunda dinâmica do perfil epidemiológico das doenças, o avanço tecnológico e a própria sociedade contemporânea, tem se tornado cada dia mais exigente para que ocorram constantes atualizações de normas e procedimentos. Em implicação a este fato, buscam-se novas formas para que esse desenvolvimento a cada dia progrida, e seja capaz de atender aos desafios que vem sendo colocados.

Desta forma, a prática de saúde referente a diversos tratamentos é algum a ser explorado com frequência. Apesar da existência de um arsenal terapêutico diverso, o uso da fitoterapia ainda é deficiente, seja pela falta de recurso das instituições, falta de conhecimento do profissional ou uso incorreto dos produtos naturais

A utilização da natureza para fins terapêuticos é tão remota quanto à civilização humana, e por muito tempo produtos minerais de plantas e animais foram fundamentais para o universo da saúde. Historicamente, as plantas medicinais são importantes como fitoterápicos e na descoberta de novos fármacos, estando no reino vegetal a maior contribuição de medicamentos (BRASIL, 2012). As plantas são utilizadas pelo homem desde o início de sua história para o tratamento de diversas doenças (BRASIL, 2006).

Como o uso dessas plantas fitoterápicas está entrelaçado com a cultura dos povos ou dos saberes populares, e no Brasil isso não é diferente, pois a cultura miscigenada presente nesse país propiciou um conhecimento popular a cerca destas plantas que sofreram grandes influências como a africana, indígena, europeia e a asiática, sendo que as duas primeiras possuem aspectos mais acentuados referente a esse aspecto.

O termo biodiversidade atualmente possui um destaque cepto nas pesquisas acadêmicas, se consagrando devido a terminologia “para designar a variedade de formas de vida em todos os níveis, desde micro-organismos até flora e fauna silvestres, além da espécie humana” (ALHO, 2012; p. 151). Dito isto, não deve-se analisar essa diversidade de indivíduos orgânicos, de forma campatimentalizada e individualizada, necessita ser percebido como um conjunto estrutural e funcional, que segundo Santos (2010), essa conglomeração na visão ecológica resulta no conceito que chamamos de ecossistema.

O Brasil visto como um país dito como continental possui variados e diversificados ecossistemas, resultando em uma rica biodiversidade, detento uma certa importância interessantes destinados a etnobotânica. Esse território colossal, se caracteriza como um país que possui variados

formas de clima e tipos de solos, lhe proporcionando uma variedade inimaginável entre os seus biosistemas que espalham-se ao longo de seis biomas e cada um possuindo o seu domínio fitogeográfico: como exemplo as tropicais Amazônia e Mata Atlântica, o imponente Cerrado, as terras alagadiças do Pantanal, os Campos Sulinos e a exótica e brasileiríssima Caatinga. alguns dos quais são reconhecidos como hotspots globais de biodiversidade (BRASIL, 2018).

Estima-se que existem milhões de produtos naturais conhecidos, porém apenas 15% das 350.000 espécies de plantas foram investigadas por seus constituintes químicos (WURTZEL; KUTCHAN, 2016). O Brasil tem uma das floras mais interessantes, importantes e diversificadas no mundo, em meio a essa diversidade existe, segundo Silva et al (2012), no semiárido brasileiro (Caatinga e no Cerrado) uma planta chamada *Myracrodruon urundeuva* ou popularmente conhecida entre as comunidades tradicionais como aroeira, possuindo determinada importância econômica e cultural.

É uma árvore que cresce em boa parte do território nacional, usada pela população, em diversas patologias, entre elas uma das mais conhecidas é o seu uso em banhos de acentos para doenças ginecológicas. No Brasil assim como em outras partes do mundo fitoterapia é uma estratégia medicinal alternativa para o alívio dos sintomas e a cura de doenças. Dentro dessa prática o semiárido nordestino traz essa espécie na sua medicina tradicional, sendo conhecida como uma planta curativa de diversas desordens fisiológicas entre elas pode-se citar sua ação anti-úlcera e anti-inflamatória (GALVÃO et al., 2018).

A fitoterapia é uma alternativa de tratamento que demanda baixo custo, sendo sua matéria prima encontrada na região. Um fitoterápico pode possuir diversas finalidades de uso assim, como a cultura popular pode dar diversos nomes

para a mesma planta, por esse motivo devemos sempre aprimorar o conhecimento científico sobre o uso de recursos naturais, e quando optar por seu uso ter o conhecimento de seus compostos químicos e efeitos sobre o organismo.

No Brasil a fitoterapia é uma prática antiga, porém poucas políticas públicas foram criadas para tratar desta temática. Além disso, o ensino na saúde pouco discorre sobre esta prática, apesar de na atualidade ter uma variedade de estudos sobre o poder medicinal das plantas o seu ainda é bem restrito ao saber popular, isso se dá por diversas problemáticas de que devem ser abordadas e estudadas para que possa ter uma resolução que seja significativa para a população e para a gestão em saúde.

A *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira-do-Sertão), é uma árvore da família das Anacardiaceae, uma planta das mais utilizadas na medicina popular no Nordeste do Brasil como anti-inflamatória, cicatrizante e anti-ulcerosa. Uma espécie ameaçada de extinção devido à exploração antropogênica. (AMORIN et al., 2019). O uso da aroeira deve ser estudado não somente para a descoberta de seus benefícios, mas com a intenção de conscientizar a população a preservação da mesma. A conservação da espécie deve ser estimulada para o consumo racional e sustentável de uma árvore que é um símbolo para o semiárido brasileiro.

A aroeira-do-sertão é alvo de estudos em diversas áreas, desde estudos etnobotânicos a estudos laboratoriais para o desenvolvimento de produtos. Pesquisas foram desenvolvidas para a investigação da planta e seus compostos. O uso tradicional da mesma já é amplamente disseminado no semiárido do nordeste brasileiro, porém mais investigações devem ser feitas para o desenvolvimento de produtos com seus princípios ativos.

## As plantas no contexto da medicina tradicional no território brasileiro

A humanidade dentro de amplo conhecimento da natureza utiliza as plantas medicinais desde os primórdios da sua existência, uma vez que o surgimento de doenças implicou na necessidade da busca por alternativas terapêuticas. Pasa (2011, p.179) cita o quanto essa prática é milenar, e para cada patologia existe uma espécie em questão que esteja relacionada ao tratamento ou cuidado de tais transtornos.

A singularidade com que a cultura popular emerge tem como base de sustentação as histórias locais, transmitidas a partir da oralidade de seus ancestrais para as gerações subsequentes (KASTER et al., 2017, p.02). Nessa ótica, a medicina popular chinesa leva em sua identidade *yin-yang* na relação da busca de equilíbrio entre o ser e o ambiente, em outras palavras, da espécie humana e o reino vegetal dentro de um potencial.

Nessa perspectiva, apesar da prática possuir origens orientais segundo alguns historiadores, no Brasil a cultura surgiu a partir da miscigenação de três raízes principais; a indígena, europeia e africana (SANTANA E NETO, 2017). Nesse contexto, as junções de saberes possibilitaram a ampliação do arsenal de espécies, não só com relação aos seus extratos, mas o manejo e as técnicas de cultivos empregadas dentro de cada particularidade.

Apesar das miscigenações é válido ressaltar que, cada cultura tem sua própria fitoterapia, para cada ambiente podemos destacar uma imensidão de plantas medicinais passadas de geração em geração como medicamentosas. Nesse contexto podemos observar a complexidade que o assunto acarreta, já que em uma planta pode levar diversos nomes e ter funcionalidades diferentes dependendo da região que

será usada. Isso não é diferente no semiárido brasileiro que possui uma diversidade de plantas bem característico, além disso devido ao extenso território uma planta pode ter diversas nomenclaturas dificultando o seu uso. Assim devemos respeitar e compreender cada cultura, absorvendo seu conhecimento e complementando o nosso.

Muitos estudos tiveram como berço a região da Amazônia, pois o estado se torna um campo propício a realização de investigações tanto no aspecto clínico e terapêutico, como na relação do homem com a natureza na sua mais íntima parceria (GUARIM NETO, 1996, p.72). Para tanto, a etnobotânica exerce um papel fundamental nesse tipo de pesquisa, pois abrange uma margem maior de variável, assegurando também os pontos subjetivos em que cada etnia se propõe a vivenciar.

Ressaltasse que apesar da prática de medicina tradicional relacionada as plantas medicinais já seja bastante marcante no cenário contemporâneo, existe um arsenal da flora brasileira não explorada, principalmente com relação as distintas vegetações presentes em seus diversos biomas (ALMEIDA, 2011, p.01). A união prática na academia com a comunidade tende a abrir caminhos para a realização de um levantamento ainda maior em comparação aos já realizados, de modo que algumas elucidações venham a surgir, como é o caso de efeitos topológicos e concentrações adequadas de uso.

Em suma, o território brasileiro, na sua vasta variedade de plantas e culturas proporcionam um rico campo de conhecimentos quando o assunto é medicina tradicional, pois possui características únicas nas populações residentes e na forma como as plantas medicinais são usadas. Além disso, pode se dizer que as práticas nativas em sua breve explanação ainda ocultam boa parte dos saberes, já que as regiões mais remotas ainda são intocáveis pelo homem moderno.

## A Aroeira no semiárido brasileiro

A região do Semiárido Brasileiro possui características distintas que evidenciam um estudo grandioso e diversificado tanto nas espécies vegetais como animais. Mas quando nos centramos a geolocalização do semiárido nordestino, representado pela Caatinga, que segundo Lucena et al. (2011), é uma região promissora para novas pesquisas tendo em vista a vasta vegetação e que possui uma certa excentricidade por ser um bioma tipicamente brasileiro.

Como elucidado no artigo de Lucena et al. (2011) o semiárido nordestino é um local que necessita de mais atenção dos pesquisadores para atender todas as necessidades investigativas pois é uma região que possui uma vegetação heterogênea, os contrastes físicos e climáticos permitem o aparecimento de espécies resistentes que crescem em meio das dificuldades desse bioma.

Além de compreender uma fascinante variabilidade ecológica a região se destaca pela diversidade cultural e a busca e resguardar os saberes tradicionais e ancestrais (BRAGA, 2015). A região possui majoritariamente comunidades que possuem um certo desfavorecimento social e econômico (IBGE, 2019) esse fator atrelado às necessidades de sobrevivência e aos saberes ancestrais, a região se destaca pelo uso de espécies vegetais destinadas para meios fitoterápicos.

Entre estas espécies está *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) ou simplesmente aroeira, uma árvore popular, amplamente encontrada na caatinga e também em outras vegetações do clima semiárido e seco do Brasil, principalmente no Ceará e estados do Paraná, no oeste da Bahia, Minas Gerais e São Paulo, também pode ser encontrada no sul de Mato Grosso do Sul e Goiás (GALVÃO et al., 2018).

Aroeira é um tipo de árvore decídua, heliófila e seletiva xerófila (LORENZI, 1992). Que se concentra na maioria das vezes em regiões de clima seco, se destacando principalmente na região nordestina do Brasil, sendo mais encontrada na caatinga arbórea (SANTOS et al. 2007) do semiárido podendo atingir uma altura de cerca de 30 metros de altura.

Segundo Lucena (2009) seu uso popular é conhecido devido sua ação anti-inflamatória principalmente em doenças ginecológicas. Porém podemos citar outros usos da aroeira que são tipicamente conhecidos por comunidades do semiárido entre esses o uso dela para o banho de crianças com dermatites tópicas e infecções de pele. O uso da aroeira em desordens do sistema tegumentar apesar de sua popularidade ainda não se tem confirmação científica para essa finalidade.

Pelas características citadas acima, essa árvore é muito conhecida e utilizada possuindo um determinado valor econômico e cultural para determinadas comunidades. Com seu tronco de cor avermelhado marcante e com larga circunferência, sendo bastante usada pelas famílias da região como também no comércio madeireiro.

## **Considerações finais**

A partir do que foi analisado, é percebido a necessidade de existir mais estudos investigativos destinados a região do semiárido brasileiro, principalmente na região da Caatinga, que maioria das vezes caracteriza pela sociedade, por ter um vegetal pouco embelezadora aos olhos e possuir um clima do tipo seco. Muitos acham que esse bioma é escasso em biodiversidade, mas quando é debruçado estudo voltados a essa região os resultados sempre são surpreendentes, mostrando um sistema ecológico rico em espécies, que a maioria são encontradas apenas nesse ecossistema.

A importância de estudos destinados na investigação destes biomas se torna necessárias, pois quando é diagnosticado que determinada espécie são raras ou possuem certa importância ecológica, quando levados para a perspectiva ecológica, resulta em um processo que aglomeram recursos destinados para conservação da biodiversidade. A exemplo disto, existe a Instrução Normativa N° 06 de setembro de 2008 que inclui a *Myracrodruon urundeuva* Allemão (aroeira), na lista oficial do MMA de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2008), que fui instruída a partir de estudos que possuíam os seus lócus principais na caatinga brasileira.

Nesse mesmo vislumbre investigatório é percebido a necessidade de recursos para estudos e a conservação dos Biomas do semiárido, destacado os estudos etnobotânicos, sendo necessários, pois estes resgatam o conhecimento tradicional das comunidades locais, visualizando de forma intrínseco um viés sustentável, pois, quando ocorre um resgate cultural o indivíduo sempre se torna um ser que sabe respeitar a natureza.

## Referências

ALHO, Cleber J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. *Estudos Avançados*, S/n, v. 24, n. 76, p.151-165, 2012.

ALMEIDA, M. Z. Plantas medicinais. 3. ed. – Salvador: EDUFBA, (p. 01 -224), 2011.

AMORIM, E. M; SANTANA, S. L; SILVA, A.S; AQUINO, N. C; SILVEIRA, E.R; XIMENES, R. M; ROHDE, C. *Genotoxic Assessment of the Dry Decoction of Myracrodruon urundeuva Allemão (Anacardiaceae) Leaves in Somatic Cells of Drosophila melanogaster by the Comet and SMART Assays. Environmental and*

*Molecular Mutagenesis*. 6 de setembro de 2019. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31489703>>, acesso em 14 de outubro de 2019.

BRAGA, A. P. Percepção sobre o tratamento fitoterápico e a promoção da saúde dos integrantes no candomblé. 2015. 98 f. *Dissertação* (Mestrado) – Curso de Mestrado em Saúde Coletiva, Universidade de Fortaleza – Unifor, Fortaleza, 2015.

Brasil. Decreto nº 5813, de 22 de junho de 2006. Aprova a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 2006; 23 junho de 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Práticas interativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica*/ Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica – Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política nacional de práticas integrativas e complementares no SUS: atitude de ampliação de acesso / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Biomass brasileiros*. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomass>>, acesso em: 15 de junho de 2018.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/todos-os-produtos-geociencias.html?c=4>>. Acesso em: 15 out. 2019.

GALVÃO, A. W.R; BRAZ FILHO, R; CANUTO, K. M; RIBEIRO, P.R.V; CAMPOS; MOREIRA, A.C.O.M; SILVA, S.O; MESQUITA FILHO, F.A; SANTOS, S.A.A.R; MELO JUNIOR, J.M.A; GOLÇALVES, N.G.G; FONSECA, S.G,C; BANDEIRA , M.A.M. *Gastroprotective and anti-inflammatory activities integrated to chemical composition of Myracrodruon urundeuva Allemão – A conservationist proposal for the species*. *Jornal de Etnofarmacologia*. volume 222. p. 177-189. 10 de agosto de 2018. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874118301739?via%3Dihub>. > Acesso em 14 de outubro de 2019.

GUARIM NETO, G. *Plantas medicinais do estado de Mato Grosso*. Brasília: ABEAS. 72p, 1996.

HAESLER, Emil; WATTS, Robin; RICE, Jan, CARVILLE, Keryln. *Local resource botanicals used in wound care*. *Wound Practice and Research*. Australian. Volume 24 Number 2 – June 2016.

KASTER, P. M., LÍA, B. R., LIMA, H. R. M., ALVES, A. R., LOPES, C. V. Reinterpretando as plantas medicinais a partir do referencial yinyang da Medicina Tradicional Chinesa. *J Nurs Health*. 2017;7(3):

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. São Paulo: Plantarum, 1992. v.1. 368p.

LUCENA, R. F. P. et al. Uso e conhecimento da aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) por comunidades tradicionais no Semiárido brasileiro. *Sitientibus*, Feira de Santana, v. 2, n. 11, p.255-264, 2011.

Lucena, R.F.P. 2009. Avaliando a Diferença de Diferentes Técnicas de Coleta e Análise de Dados para a Conservação da Biodiversidade a partir do Conhecimento Local. *Tese de doutorado*. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) 2008. Instrução Normativa Nº 06, de 23 de setembro de 2008. Ministério de Meio Ambiente. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/recursosflorestais/documentos/lista-oficial-de-especies-brasileirasameacadas-de-extincao/>; acesso em 15 out. 2019.

PASA, M. C. Saber local e medicina popular: a etnobotânica em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 6, n. 1, p. 179-196, 2011.

PAZ, C. E. et al. Plantas medicinais no candomblé como elemento de resistência cultural e cuidado à saúde. Revista Cubana de Plantas Medicinales, [s.i], v. 1, n. 20, p.25-37, 2015. Disponível em: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962015000100003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962015000100003)>. Acesso em: 15 out. 2019.

SANTANA, S. R., NETO, G. G. Plantas medicinais usadas na medicina tradicional em dom aquino, Mato Grosso, Brasil. FLOVET, v.1, n.9, 2017.

SANTOS, F. S. dos. A importância da Biodiversidade. Revista Científica de Educação a Distância. Edição Especial, dez. 2010. 17p.

SANTOS, R. M. et al. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no Norte de Minas Gerais, Brasil. Revista Árvore, v.31, n.1, p.135-144, 2007.

SILVA, C. M. et al. *Guia de Plantas: visitadas por abelhas na Caatinga*. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012. 99 p.

WURTZEL, E.T., KUTCHAN, T.M. *Plant metabolism, the diverse chemistry set of the future*. Science 353 (6305), 1232–1236, 2018. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/353/6305/1232>> . acesso em 15 de junho de 2019.

## TECNOLOGIAS SOCIAIS COMO ALTERNATIVA NA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Juan Carlos Alvarado Alcócer

Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

Aluísio Marques da Fonseca

Cláudio Wagner Santos Lima

Ari Clecius Alvez de Lima

Maria Ivanilda de Aguiar

### Introdução

A convivência com o Semiárido possibilita resgatar e construir relações de convivência entre os seres humanos e a natureza, tendo em vista a melhoria da qualidade de vida das famílias rurais, além de possibilita enxergar o Semiárido com suas características próprias, seus limites e potencialidades (CONTI; SCHROEDER, 2013). Portanto, a utilização de tecnologias sociais como o biodigestor, cisternas e dessalinizador são potenciais coerentes a amenizar os problemas sociais básicos e possibilitam a convivência sustentável com o Semiárido principalmente para as populações rurais.

Nesse contexto, é importante à inclusão de tecnologias que possam amenizar a situação social de diversas comunidades que vivem em regiões com estiagem prolongada, em locais em que o uso da água é limitado pela sua alta concentração de sais e onde há resíduos (animal e vegetal) produzido em propriedades rurais, com o propósito de favorecer a geração de renda, melhorar a qualidade de vida dos agricultores, bem-estar social e possam promover a convivência com o semiárido (SILVA et al., 2018). Assim, o objetivo do trabalho foi estudar a utilização de biodigestores, cisterna de

captação de água e dessalinizadores como alternativa sustentável de convivência com o Semiárido.

### **Biodigestor como tecnologia alternativa de convivência com o semiárido**

O biodigestor é uma tecnologia antiga, constituída de uma câmara fechada que pode ser construída de alvenaria, concreto ou outros materiais. O modelo de um biodigestor varia, mas de uma forma geral, esse equipamento possui uma câmara fechada que é o local onde ocorrem as reações químicas de degradação da biomassa que deve ser alimentada por uma entrada e uma saída para retirar o biogás e outra para o biofertilizante (BARREIRA, 1993). Dentre as aplicações, minimiza os impactos ambientais causados pela destinação incorreta dos resíduos orgânicos de origem animal e também vegetal gerados em muitas propriedades rurais (ALCÓCER et al., 2014; SECHINEL, 2011).

Os resultados do processo da biodigestão que ocorre dentro do biodigestor por bactérias anaeróbias, têm sido significativos, pois contribuem para destinação adequada de resíduos, além de contribuírem para a geração de energia e calor, diminuindo custos em propriedades rurais (SILVA; FRANCISCO, 2010).

No processo de biodigestão, dentro do biodigestor favorece a melhoria das condições de higiene para os animais e tratadores em função da limpeza diária das instalações para recolher o esterco. O tratamento apropriado dos dejetos reduz a contaminação e também a proliferação de moscas e a mortalidade dos animais, aumentando, conseqüentemente, a produção, bem como a qualidade dos produtos (ALVES et al., 2010).

Os tipos de biodigestores construídos devem ser conhecidos e analisados antes da escolha, visando atender as

necessidades de cada propriedade rural. Cada biodigestor é adequado aos diferentes tipos de resíduos obtidos no meio rural, podendo ser operados com cargas contínuas, quando se alimenta o biodigestor diariamente, ou em batelada, quando os dejetos são colocados no biodigestor e deixados por um determinado período (FRIGO et al., 2015). Os modelos de biodigestores comumente encontrados na literatura são: indiano, chinês, canadense e por batelada.

Biodigestores em batelada (Figura 1-A); possui uma característica que consiste na adição de todo o resíduo orgânico de uma só vez na câmara de digestão anaeróbia. O gás produzido é armazenado na câmara digestora. Após ter completado todo o processo de biodigestão, retira-se o biofertilizante gerado e adiciona-se uma nova carga de resíduos. É um modelo indicado quando se tem resíduos em grandes quantidades em um curto espaço de tempo, como acontece com camas de frango (ALVES et al., 2010).

Biodigestores de escoamento contínuos que são comumente são: indiano, chinês e canadense. Nesses tipos de biodigestores há uma carga contínua de resíduos e também uma produção constante de biofertilizante e biogás. Este modelo possui uma caixa de entrada de resíduos e uma caixa de saída do biofertilizante. É indicado quando se possui uma quantidade de resíduos produzida de forma mais constante na propriedade rural (FRIGO et al., 2015).

O biodigestor modelo indiano (Figura 1-B) caracteriza-se por possuir uma campânula (gasômetro), a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação, e sua estrutura compõem-se também de uma parede central que divide o tanque de fermentação em duas câmaras, permitindo que a biomassa circule pelo interior da câmara de fermentação (DEGANUTTI et al., 2002). Nesse tipo de biodigestor, o processo de fermentação acontece mais rápido,

pois aproveita a temperatura do solo que é pouco variável, favorecendo a ação das bactérias anaeróbia (BARICHELLO, 2010).

Silva (2018) construiu um biodigestor indiano no município de Barreira, Maciço de Baturité, Ceará, que utilizou os dejetos de suínos. O biodigestor foi construído com os materiais de baixo custo, sendo uma parte adquirida na propriedade rural e a outra no comércio local do município.

O biodigestor resolveu o problema de descarte dos dejetos e os danos ambientais. Diariamente a baia dos animais é higienizada, sendo os dejetos encaminhados para o biodigestor através de uma tubulação. O agricultor relatou, que o biogás produzido substitui o gás GPL (Gás Liquefeito de Petróleo) e o biofertilizante é usado nas plantas, incrementando sua renda e melhorando a qualidade de vida da sua família.

Ainda segundo Silva et al. (2018), experiências como essa, evidenciam que o Brasil, especialmente a região Semi-árida, apresenta condições favoráveis para a instalação de biodigestores, faltando apenas incentivos governamentais e organização da sociedade para disseminar a sua utilização e exploração.

Outro biodigestor indiano foi construído no município de Ocara, Ceará. Após a instalação, observaram-se vários benefícios para as pessoas que utilizam essa tecnologia (Figura 1-C). Nessa localidade têm-se conhecimento de três biodigestores indianos instalados no Assentamento Denir. Os sete assentamentos existentes no município se reuniram com o propósito de escolher uma tecnologia de convivência com o Semiárido na perspectiva agroecológica e teve como resultado a seleção do biodigestor (PINTO et al., 2018).

O biodigestor possui uma capacidade de 40 kg de biomassa (esterco fresco de bovino). O biogás é produzido dia-

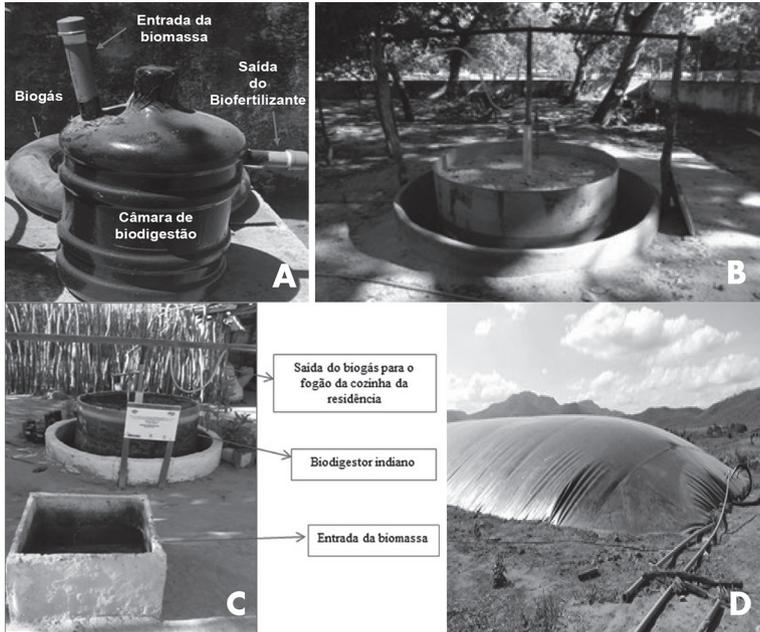
riamente sendo suficientes duas famílias. O biofertilizante é utilizado na horta para a produção de hortaliças e algumas fruteiras. Conforme os agricultores a utilização dessa tecnologia estão sendo bastante útil principalmente por não necessitarem comprar gás de cozinha GPL favorecendo a economia doméstica da família (PINTO et al., 2018).

Outro modelo de biodigestor é chinês que constitui-se de uma peça única, construída em alvenaria e enterrado no solo. Este modelo possui uma cúpula que é feita em alvenaria. É mais rústico e funciona, normalmente, com alta pressão, a qual varia em função da produção e consumo do biogás (BARICHELLO, 2010). Nesse tipo de biodigestor é dispensado o uso de gasômetro, por possuir uma estrutura de alvenaria, que pode causar problemas com vazamento de biogás, pois não possui divisória na câmara de biodigestão (FRIGO et al, 2015).

O biodigestor canadense (Figura 1-D) é formado de uma câmara de fermentação subterrânea revestida com lona plástica. Possui uma manta superior para reter o biogás produzido, de modo a formar uma campânula de armazenamento e uma caixa de saída onde o biofertilizante, um registro para a saída do biogás e um queimador, que fica conectado ao registro de saída do biogás (PEREIRA et al., 2009; CASTANHO; HARRUDA, 2008).

O uso de biodigestor Canadense foi verificado em fazenda de produção média de suínos no município de Redenção, Ceará, (Figura 1-D). O biodigestor possui capacidade de 200 m<sup>3</sup>, duas saídas, sendo uma para o biogás e outra para biofertilizante que é armazenado em duas lagoas de estabilização (PINTO et al., 2018).

**Figura 1** – Biodigestor em batelada (garrafrão PET de 20 L) na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção. Santos (2019) – (A); biodigestor indiano, comunidade de Uruá, Barreira. Silva et al. (2018) – (B); biodigestor indiano, Ocara. Adaptado de Pinto et al. (2018) – (C); e biodigestor canadense, Redenção. Pinto et al. (2018) – (D), Maciço de Baturité, Ceará.



A estrutura base do biodigestor é algo simples e pode ser facilmente desenvolvido utilizando material reciclável explicado na Figura 1, sendo um método acessível e flexível de descartar resíduos orgânicos. Na Tabela 1 ilustram-se as principais características de cada um dos biodigestores.

**Tabela 1** – Modelos de biodigestores e seus elementos.

Modelo	Fluxo de carregamento	Principais elementos
Indiano	Contínuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reservatório de biomassa.</li> <li>▪ Reservatório de biofertilizante.</li> <li>▪ Cúpula de gás.</li> <li>▪ Tanque de fermentação.</li> </ul>
Cana-dense	Contínuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lagoa de biomassa.</li> <li>▪ Lona de armazenamento de gás.</li> <li>▪ Reservatório de biofertilizante.</li> </ul>
Batela-da	Descontínuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fermentador.</li> <li>▪ Reservatório de biofertilizante.</li> </ul>
Chinês	Descontínuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reservatório de biomassa.</li> <li>▪ Reservatório de biofertilizante.</li> <li>▪ Cúpula de gás (alvenaria).</li> <li>▪ Tanque de fermentação (alvenaria).</li> </ul>

**Fonte:** Shubeita et al. (2014).

De várias formas o biodigestor favorece positivamente as pessoas que a utiliza, transformando em realidade a obtenção de energia limpa e adubo orgânico, de baixo custo e sustentável, sendo visível a satisfação dos usuários ao relatarem suas experiências, além de promover benefícios tanto socioeconômicos quanto ambientais (SILVA et al., 2018).

Os modelos mais difundidos em pequenas propriedades rurais no Semiárido nordestino são o indiano e o chinês, por serem de fácil instalação e utilizarem materiais baratos, que muitas vezes se encontram nas propriedades rurais e no comércio local (OLIVEIRA et al., 2016).

## Biogás e biofertilizante

O biogás é resultado da decomposição de matéria orgânica através de um processo fermentativo realizado por bactérias anaeróbias sendo produzido utilizando diferentes

tipos de matéria orgânica, desde esterco animal a resíduos agrícolas, lodo de esgoto e lixo urbano (JUNQUEIRA, 2014). A proporção dos componentes do biogás é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2** – Componentes do biogás.

Componentes	Porcentagem (%)
Metano (CH <sub>4</sub> )	55 – 70
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	25 – 45
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	<3
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	<2
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	0 – 0,1
Sulfeto de Hidrogênio (H <sub>2</sub> S)	<1

**Fonte:** Royá et al. (2011).

O percentual de metano que confere ao biogás permite alto poder calorífico, que varia de 5.000 a 7.000 kcal.m<sup>-3</sup>. O biogás altamente purificado pode alcançar até 12.000 kcal.m<sup>-3</sup>. Torna-se interessante comparar a capacidade calorífica do biogás com outras fontes energéticas encontradas na natureza. Na Tabela 3, mostra-se a capacidade de geração de 1m<sup>3</sup> de biogás de vários tipos de biomassa (BARREIRA, 2011).

Analisando a Tabela 3, percebeu-se que no caso dos dejetos de suínos como matéria-prima, a produção de 1m<sup>3</sup> de biogás requer somente 12kg de dejetos. Assim sendo, se um suíno produz 2,25 kg de dejetos/dia, são necessários cerca de 5 animais para a produção de 12kg.diários<sup>-1</sup> de dejetos com produção de 1m<sup>3</sup> de biogás. Diante disso, verificou-se que é viável a instalação da tecnologia do biodigestor e deve ser divulgada para os agricultores que possuem pequenas criações de animais, por exemplo, suíno no Semiárido nor-

destino para disseminar os benefícios dessa tecnologia social na região.

**Tabela 3** – Capacidade de geração de  $1\text{m}^3$  de biogás.

Resíduos orgânicos	Quantidade
Esterco de Vaca	25kg
Esterco de Suíno	12kg
Esterco Seco de Galinha	5kg
Resíduos Vegetais	25kg
Lixo	20kg

Fonte: Barreira (2011).

O biofertilizante é um dos produtos resultantes do processo de fermentação da matéria orgânica, realizado dentro dos biodigestores (VIEIRA et al., 2016). Apresenta-se de duas formas: líquido e sólido pastoso. Com a aplicação deste biofertilizante no solo, melhoram-se as qualidades biológicas, químicas e físicas e proporciona uma melhor penetração das raízes das plantas (BARICHELLO et al., 2011).

Após o processo de biodigestão, o biofertilizante, quando sai do interior do biodigestor, não possui odor e não é poluente (ALVES et al., 2010). Além disso, faz com que o solo absorva melhor a umidade, resistindo facilmente a longos períodos de estiagem (BARICHELLO et al., 2011).

O biofertilizante pode ser disposto ao solo *in natura* ou processado, seco e peletizado. Dessa forma, proporciona ao máximo a utilização dos dejetos de animais e resto das culturas agrícolas, facilitando o processo de agregação de valor à propriedade rural. Com poder de fertilização, favorece o desempenho das plantas, tornando-as mais vigorosas e produtivas, além de funcionar na sua forma líquida como defensivo natural para algumas espécies predadoras, podendo ser utilizado para substituir produtos químicos (WESTRUP et al., 2015).

## Importância das cisternas para o Semiárido brasileiro

Um dos exemplos de políticas públicas que atua na permanência de famílias rurais é o Programa Cisternas. Criado pela sociedade civil Associação do Semiárido Brasileiro (ASA) e em conjunto com órgãos privados e públicos elaborou a construção de cisternas de 16 mil litros nos ser-tões mais atingidos pelas secas. O objetivo do programa foi possibilitar o armazenamento de águas pluviais em períodos de estiagens de chuvas.

Das principais vantagens obtidas com uso de cisternas está a qualidade da água, baixo custo e fácil acesso. Contudo é imprescindível o cuidado com a água, pois existe a possibilidade de contaminações por manejo inadequado. É importante a precaução quanto ao surgimento de rachaduras na estrutura da tecnologia, caso não seja zelada e construída conforme projetada (NOGUEIRA, 2017).

Criado em 2007, o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) foi implantado para auxiliar no plantio de quintais produtivos e criação de animais para quem já tinha a tecnologia inicial de 16 mil litros. O P1+2 é uma ampliação do Programa Cisternas. Concomitante, mais um projeto adicional deu seguimento às ações, dessa vez responsável por incorporar cisternas de 52 mil litros em escolas rurais, o Programa Cisternas nas Escolas (BRASIL, 2010).

Cisternas domésticas de 16 mil litros: obra de baixo custo do P1MC, fabricada com placas de cimento pré-moldado, postas ao lado das residências e construídas por habitantes das comunidades ou externos, após receberem capacitação do Programa Cisternas. As famílias concedem uma contrapartida de contribuição para auxílio na construção (ASA, 2018). As cisternas possuem bombas manuais acopladas para sucção de água evitando contato direto.

Segundo dados da ASA foram construíram-se 617.711 cisternas até meados de dezembro de 2018 para consumo humano em comunidades Semiáridas do país, além de 102.358 tecnologias destinadas a produção de alimentos e 6.841 cisternas escolares (ASA, 2018). Eis as tecnologias sociais atualmente disponibilizadas pelo P1+2:

**Tanque de pedra:** construção apropriada para locais serranos com lajedos (fendas largas, buracos naturais ou espaços de granitos) que acumulam águas pluviais (FERREIRA et al., 2017). A quantidade de armazenamento depende do local construído.

**Cisterna calçadão:** de acordo com a ASA a cisterna calçadão coleta água das chuvas por um calçadão de cimento de 200 m<sup>2</sup> arquitetado próximo à cisterna que possui capacidade de 52 mil litros armazenados. Os canos escoam a água do calçadão até a tecnologia. A utilidade dessa água serve para plantios de quintais produtivos (plantas frutíferas, hortaliças e medicinais) e dessedentação animal (ASA, 2018).

**Barreiro-trincheira:** são tanques longos e fundos incorporados ao solo. Apropriado para guardar águas de chuvas para qualquer fim de produção familiar. Tem capacidade de até 500 mil/L, aos donatários também são entregues uma bomba submersa, cabos elétricos, mangueira, uma ovelha e um saco de milho (CALIXTO JÚNIOR; SILVA, 2016).

**Barragem subterrânea:** destinada para áreas baixas próximas a riachos e córregos. É escavado uma vala até o encontro da rocha no solo, forrada por lonas plásticas e coberta. Possui sangradouro de alvenaria para saída de excessos de água, criando uma parede que retém água no subsolo, permanecendo encharcado (ASA, 2018).

**Cisterna de enxurrada:** planejada para comportar 52 mil/litros de água. A captação é feita por meio de coleta de águas que escoam no terreno, no processo de captação

a água passa por dois decantadores interligados por canos plásticos que filtram areias e objetos que seguem o fluxo da água até o interior da cisterna (CALIXTO JÚNIOR; SILVA, 2016).

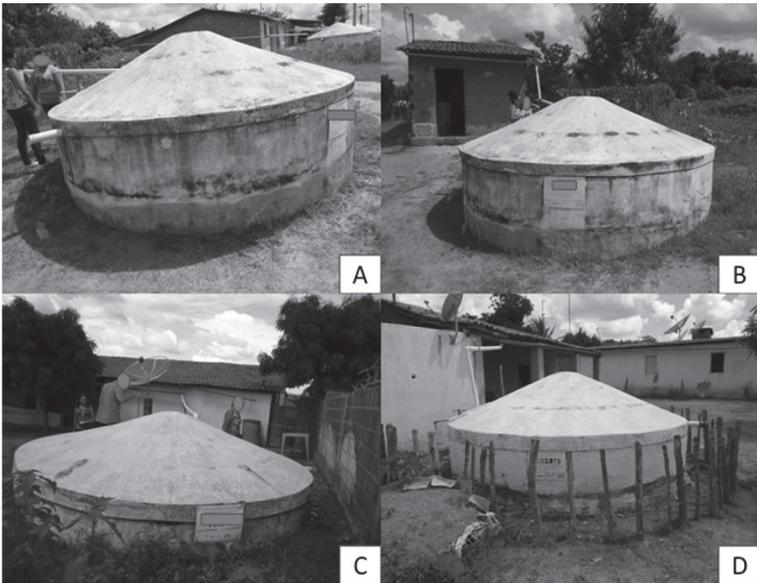
**Barraginha:** Possui entre dois a três metros de profundidade e diâmetro de 12 e 30 metros. Seu formato assemelhasse a uma concha e acumula água da chuva até três meses umedecendo o solo por mais tempo. São construídas uma após outra e na medida que uma sangra a próxima recebe água e assim sucessivamente. Favorece a formação de matéria orgânica no solo e matém um clima ameno ao redor da área (ASA, 2018).

**Bomba d'água popular:** adequada para poços profundos em desuso extraindo água de maneira manual por meio de uma roda volante. Ao movimentá-la aspira grande quantidade de água. Em poços com até 40 metros retira até mil litros no tempo de uma hora (ASA, 2018).

A utilização das cisternas na convivência com o Semi-árido foi realizado por Silva (2018) no qual se avaliou os impactos das cisternas no município de Ibaretama, Ceará, na percepção dos usuários (Figura 2).

No estudo Silva (2018), observou que apesar das falhas na estrutura das cisternas e a capacidade de armazenamento não suportar estiagens prolongadas, às famílias estão satisfeitas com a tecnologia social. Verificou também que O Programa Cisternas não obteve total efetividade na redução de limitações hídricas no município, porém existem outros programas que atuam entre si resultando na garantia de sustentabilidade na região.

**Figura 2** – Cisternas de placas (A, B, C e D) no município de Ibaretramas, Ceará.



**Fonte:** Silva (2018).

A tecnologia das cisternas permite ampliar a visão de famílias de que é possível permanecer nos sertões com maiores perspectivas de desenvolvimento em qualidade de vida e crescimento econômico ao produzir alimentos e criar animais com a captação de água de chuvas através das cisternas.

### **Utilização de dessalinizadores no Semiárido Nordeste**

Na região Nordeste cerca de 50% dos solos é formado por rochas do embasamento cristalino (granitos, gnaisses, xistos, etc.) de reduzida potencialidade hídrica, que corresponde aos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, norte da Bahia e leste do Piauí, sendo conside-

radas áreas com maior aridez (MME, 2009). As rochas cristalinas apresentam baixos valores de porosidade e de permeabilidade primárias, o que acarreta uma circulação lenta dos fluidos e, portanto, maior tempo de permanência das águas percoladas nos aquíferos, com uma maior salinização das mesmas (LUNA, 2016). Diante dessa situação, recorre-se ao uso de dessalinizadores para retirar o sal da água e torná-la potável para o consumo em muitas regiões no Semiárido nordestino.

Nessa região cerca de 50% dos solos é formado por rochas do embasamento cristalino (granitos, gnaisses, xistos, etc.), agrava-se ainda mais, pois o solo da depressão sertaneja é raso, pedregoso e com pouca drenagem, afetando a quantidade e a qualidade da água subterrânea (PINHEIRO et al., 2018).

Logo, vê-se a importância de adotar a tecnologia de extrair o sal da água, devido à considerável disponibilidade hídrica salobra e salina, para garantir o acesso à água com qualidade para fins de abastecimento humano à população do Semiárido. E, portanto, significativo conhecer a classificação das águas quanto à salinidade em conformidade com o art. 2º da Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), que considera água doce aquela com menos de 0,5 g/L de sais, enquanto a água salobra possui entre 0,5 e 30 g/L, ao passo que a água salina concentra mais de 30 g/L.

A dessalinização da água salobra do subsolo além de prover água potável para o consumo humano, também tem o papel de alavancar o desenvolvimento econômico com o aproveitamento integral da água potável e dos rejeitos oriundos do processo da dessalinização. Silveira et al. (2015), destaca os principais processos de dessalinização, como a destilação por múltiplo efeito (DME), destilação por mul-

tiestágio flash (MEF), destilação por compressão de vapor (DCV), eletrodíase e eletrodíase reversa (ED/EDR) e osmose reversa (OR). A autora cita ainda que a primeira planta de dessalinização nos Estados Unidos foi instalada na Flórida, em 1861. Um dos países mais pobres em recursos hídricos, Kuwait, teve em 1914 sua planta de dessalinização encomendada (FWR, 2011).

Equipamentos de dessalinização de água têm sido instalados em épocas distintas e em vários países para fins de abastecimento de água potável e também irrigação. A dessalinização é um processo que vem sendo praticando há mais de 50 anos em diversas regiões áridas e semiáridas do mundo (BURITE; BARBOSA, 2018).

A implantação de equipamentos de dessalinização de água, pelo processo de osmose inversa, principalmente na região Semiárida brasileira, é cada vez mais comum por tratar de um equipamento eletrônico e hidráulico que realiza a retirada de sal da água e outros minerais por meio de um processo físico-químico, produzindo água potável. A separação de sais presentes decorre da utilização de membranas semipermeáveis, produzindo uma solução baixa em salinidade e um concentrado (rejeito) de elevada salinidade. A dessalinização ocorre porque as moléculas de água difundem-se pela membrana mais rapidamente do que os sais e outros compostos com maior peso molecular (SUIÇA, 2007). Desta forma, a água produzida em comunidades que possuem este sistema apresenta reduzidos o teor de sais e os contaminantes microbiológicos prejudiciais à saúde humana (PINHEIRO et al., 2018).

A dessalinização das águas salobras pode constituir-se em uma ferramenta concreta de desenvolvimento regional no Semiárido do Nordeste brasileiro. Sendo assim, torna-se necessário que acelere a implantação destas tecnologias nas

regiões mais afetadas com a falta de água. O emprego desta tecnologia acaba por amenizar as precárias condições do abastecimento hídrico nas localidades nordestinas (CELLI, 2017).

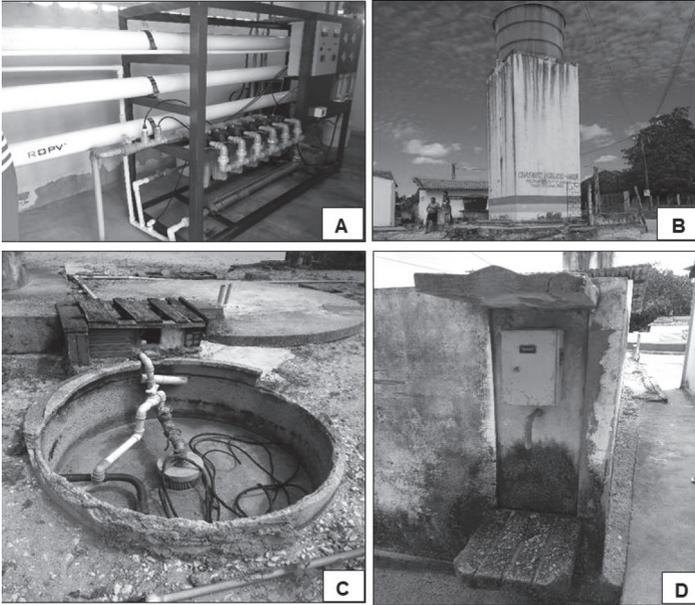
No estado do Ceará, por exemplo, são 313 dessalinizadores em situações diversas, funcionando, desativado, re-manejado, parado e sem informação (SRH, 2017). Um exemplo de situação real foi realizado nas localidades do município de Barreira, Ceará. Esse estudo foi feito tanto em zona urbana como rural com a finalidade de verificar os sistemas de dessalinização que estavam em funcionamento e os inativos. Constatou-se que, do total de 18 equipamentos, 8 encontram-se ativos e 10 estão inativos (COSTA, 2019).

Costa (2019) observou que 44,44% dos 18 equipamentos de dessalinização estão ativos, enquanto os sistemas desativados equivalem a 55,55%, sendo que dois deles estão instalados, porém ainda não foi possível ativá-los devido à falta de energia elétrica que permite o seu funcionamento. Os outros oito sistemas estão desativados por falta de manutenção.

O cenário vivenciado por estas comunidades explica questões que determinam a sua situação na sociedade, isso emerge na definição de medidas estabelecedoras para a promoção do desenvolvimento local sustentável. Dialogando nessa perspectiva, o Programa Água Doce – PAD coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2012), assume o compromisso de garantir o acesso à água potável para as comunidades em situação de desabastecimento hídrico.

Na Figura 3 têm-se a ilustração dos equipamentos referentes às etapas do processo de dessalinização de um dessalinizador instalado na Comunidade Uruá, município de Barreira, Ceará (COSTA, 2019).

**Figura 3** – Equipamentos referentes às etapas do processo de dessalinização na Comunidade Uruá. A) Dessalinizador por osmose reversa; B) Chafariz com reservatório de água bruta; C) Ponto de localização do poço; e D) Ponto de localização da ficha de captação de água doce.



**Fonte:** Costa (2019).

Por ser uma tecnologia substancial à produção de água potável, a dessalinização tem sido aplicada em algumas comunidades do Estado do Ceará. Porém, os resultados esperados em relação ao funcionamento, em especial à etapa de aproveitamento dos rejeitos não foram efetivados, como é o caso do município de Barreira, que não dispõe de alternativas de tratamento e destinação adequada dos resíduos gerados pelas unidades de dessalinizadores instaladas no município.

Nas comunidades estudadas, a água para consumo humano é fornecida por um dessalinizador de osmose reversa,

este recebe água de poços tubulares. No entanto, os rejeitos oriundos dessa atividade geraram poluição do solo, ocasionando problemas para a população e órgãos ambientais.

É oportuno destacar a importância do sistema integrado de dessalinização, com o presente exercício de uma gestão autônoma e participativa para operar o equipamento e ser autossustentável.

### **Considerações finais**

O uso de tecnologias sociais é uma possibilidade de convivência com o Semiárido pautada na mentalidade consciente e sustentável, principalmente para as populações que vivem em zonas rurais que sofrem com os efeitos das estiagens prolongadas em locais de limitação hídrica, seja por altas concentrações de sais e/ou baixo índice pluviométrico, bem como para reduzir o desperdício de resíduos orgânicos produzidos em propriedades rurais podendo ser transformadas em matérias primas energéticas, beneficiando os agricultores.

A aplicação das tecnologias de convivência com o semiárido, em especial o biodigestor, cisternas e dessalinizador, vem se caracterizando como uma perspectiva cultural orientadora de um desenvolvimento, cujas finalidades são a melhoria das condições de vida e a promoção da cidadania, por meio de iniciativas socioeconômicas e tecnológicas ambientalmente apropriadas.

As famílias que usufruem do biodigestor não necessitam cortar lenha e tampouco comprar gás de cozinha, já que o biogás pode ser usado para a cocção dos alimentos e o biofertilizante é usado para adubação de diferentes plantas. Além disso, de impedir que o metano expelido na combustão seja liberado na atmosfera promovendo uma atividade sustentável para o meio ambiente.

Em uma região de deficiência hídrica e no contexto das mudanças climáticas e da iminente escassez de água em nível global, fica evidente a dimensão ambiental da sustentabilidade das políticas de captação e manejo de água de chuva, como é o caso das cisternas.

O processo de dessalinização de águas salobras ou salinas através de dessalinizador é uma opção que contempla comunidades isoladas em condições de desabastecimento hídrico, tendo em evidência o desafio proeminente no aproveitamento sustentável de águas subterrâneas, integrando práticas ambientais e sociais inovadoras na gestão de sistemas de dessalinização.

As tecnologias sociais se apresentam como opções modernas e adaptam-se ao pequeno e médio empreendimento rural com satisfatório custo-benefício que possibilita amenizar problemas estruturais permitindo a participação direta das comunidades rurais no processo de implantação e contribuindo efetivamente no desenvolvendo da consciência individual e coletiva de sustentabilidade na região semi-árida do país.

## Referências

ALCÓCER, J. C. A.; DUARTE, J. B. F.; M. J. CAJAZEIRAS; M. L. M. DE OLIVEIRA; R. G. DUARTE; ROCHA, Y. M. G.; PONTES, B. C. M.; J. DUARTE; I. HOLANDA; QUEIROZ, D. M. B.; RAMOS, K. M.; J. O. DIOGO, G. N. D. Produzindo Biogás a partir de Resíduos de Frutas para Gerar Energia Elétrica. *Revista Sodebras*, v. 9, p. 113-116, 2014.

ALVES, E. E. N.; INOUE, K. R. A.; BORGES, A. C. Biodigestores: construção, operação e usos do biogás e do biofertilizante visando a sustentabilidade das propriedades rurais. II Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa/mg, p.6-6, 25 set. 2010.

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro. *Ações – P1MC*. 2018a. Disponível em: <[http://www.asabrasil.org.br/acoes/plmc#categoria\\_img](http://www.asabrasil.org.br/acoes/plmc#categoria_img)>.

\_\_\_\_\_. *Ações – P1+2*. 2018b. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1-2>>.

\_\_\_\_\_. *Semiárido vivo*. 2018c. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/#>>.

BARICHELLO, R. O Uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso da região noroeste do Rio Grande do Sul. 2010. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Centro de Tecnologia, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

BARICHELLO, R.; HOFFMANN, R.; CASAROTTO F. N.; BRONDANI, J. C.; BERNARDI, F. O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região noroeste do Rio Grande do Sul. *XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial*. Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011.

BAPTISTA, N. D. Q.; CAMPOS, C. H. *A convivência no semiárido e suas potencialidades*. 2014. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/artigos/2014/a-convivencia-com-o-semiarido-e-suas-potencialidade>>.

BARREIRA, P. *Biodigestores*. 3ª edição. Ícone Editora, São Paulo, 2011.

BARRERA, P. *Biodigestores*. São Paulo, SP: Cone, 1993.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território do Sertão Central – MDA/SDT/UNITACE*. Instituto Agropólos do Ceará. Fortaleza/CE, 2010. p. 262. Disponível em: <[http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs\\_qua\\_territorio080.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio080.pdf)>.

BURITI, C. O.; BARBOSA, H. A. *Um século de secas: por que as políticas hídricas não transformam o semiárido brasileiro? 1ª edição*: Chiado Editora, 2018. 427 p.

CALIXTO JÚNIOR, F.; SILVA, A. C. D. Sustentabilidade e políticas públicas de convivência com o Semiárido: um olhar sobre as tecnologias sociais no campo. *Revista Casa da Geografia de Sobral*, Sobral/CE, v. 18, n. 1, p. 44-62, jul. 2016. ISSN 2316-8056. Disponível em: <<http://uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/285/279>>.

CALDEREIRO, G. M. *Caracterização da digestão de resíduos agroindustriais em biodigestor de fluxo contínuo operado em escala real*. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em tecnologias ambientais), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1277>>.

CELLI, R. Modelos de dessalinização e sua eficiência: comparativo entre tecnologias. *Revista Gestão, Tecnologia e Inovação*, v.1, n.1, 2017. Disponível em: <<http://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n1/Artigo3-n1-Robson.pdf>>.

CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. (Org.). *Convivência com o Semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo social*. Brasília, DF: IABS, 2013. Disponível em: <<http://www.asabrazil.org.br/images/UserFiles/File/convivenciacomosemiarido-brasileiro.pdf>>.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 357, de 17 de março de 2005*. Publicada no DOU nº 053, de

18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>.

CASTANHO, D. S.; ARRUDA, H. J. *Biodigestores*. VI Semana de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, Paraná, Brasil, 2008.

COSTA, M. D. G.; ALCÓCER, J. C. A.; PINTO, O. R. O. *Dessalinizadores: sistema de aproveitamento de rejeitos numa perspectiva participativa e sustentável no município de Barreira*. In: XAVIER, A. R.; SILVA, M. S. L.; SILVA, F. A. L. (Org.) Meio ambiente, ensino de ciências, tecnologias Sustentáveis. Fortaleza: Imprece, 2018. p. 109-124.

COSTA, M. D. G. *Dessalinização de águas no município de barreira: o cenário atual e suas projeções numa perspectiva sustentável*. 89f. 2019. (Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, Redenção, 2019.

COSTA, A. B.; RIBEIRO, M. M.; SERAFIM, M. P.; DIAS, R. B.; JESUS, V. M. B; DAGNINO, R. P.; BAGATTOLLI, C.; ABREU, K. D. R. *Tecnologia Social e Políticas Públicas* – São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. 284 p. Disponível em: <<http://www.polis.org.br/uploads/2061/2061.pdf>>.

DEGANUTTI, R. P.; M.C.J.P. PALHACI; M. ROSSI et al. *Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada*. Departamento de Arquitetura, Artes e Representações Gráficas, UNESP: (Universidade Estadual Paulista), Bauru, 2002. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Biodigestores\\_000g76qdzv02wx5ok0wtedt3sp-di71p.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Biodigestores_000g76qdzv02wx5ok0wtedt3sp-di71p.pdf)>.

FERREIRA, K. L. et al. Sustentabilidade e inovação, alternativas de convivência no semiárido mineiro: um estudo na

mesorregião do Vale do Jequitinhonha. *Anais do VI Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade – SINGEP*, São Paulo, 2017, p. 10. Disponível em: <<https://singep.org.br/6singep/resultado/249.pdf>>.

FRIGO, K. D. A.; FEIDEN, A.; GALANT, N. B.; SANTOS, R. F.; MARI, A. G.; FRIGO, E. P. Biodigestores: seus modelos e aplicações. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.4, n.1, p. 57-65, 2015

FWR – FOUNDATION FORMWATER RESEARCH. *A review of current knowledge desalination for water supplies*. 2<sup>nd</sup> ed. 2011. 35 p.

IBGE. *Cadastro de municípios localizados na região Semiárida do Brasil*. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4>>.

JUNQUEIRA, S. L. C. D. *Geração de energias através de biogás proveniente de esterco bovino: Estudo de caso na fazenda Aterrado*. Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Agosto 2014. p. 7-15.

LUNA, F. M. *Desenvolvimento e testes de um dessalinizador solar com pré-aquecimento de água*, 2016. 101f. Dissertação (mestrado em Energias Renováveis) – Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2016.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, SECRETARIA DE GEOLOGIA, *Relatório Técnico 015 “Análise das Informações Sobre Recursos Hídricos Subterrâneos no País” Mineração e Transformação Mineral-SGM*. Consultor ALBERT MENTE, junho de 2009.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Programa Água Doce*: Documento base. 2012. Disponível em: <<http://www>>.

mma.gov.br/publicacoes/agua/category/41-agua-doce>. Acesso em: 26 ago. 2017.

NOGUEIRA, D. Segurança hídrica, adaptação e gênero: o caso das cisternas para captação de água de chuva no semi-árido brasileiro. *Revista Sustentabilidade em Debate*, Brasília, v. 8, n. 3, p. 22-36, dez. 2017. ISSN 2179-9067. DOI: 10.18472/SustDeb.v8n3.2017.26544. Disponível em: <<https://goo.gl/wB3Hvh>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

OLIVEIRA, J.; ALCÓCER, J. C. A.; XAVIER, A. R. *Produção de biogás a partir de biodigestores: estratégias sustentáveis para a macrorregião do Maciço de Baturité – CE*. In: XAVIER, A. R.; ALCÓCER, J. C. A.; OLIVEIRA, J. Educação, ciência, tecnologia e Inovação. Fortaleza: Impreco, 2016. p. 146-162.

PEREIRA, E. R.; DEMARCHI, J. J. A. A.; BUDIÑO, F. E. L. *Biodigestores- Tecnologia para o manejo de efluentes da pecuária, 2009*. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1255981651.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

PINHEIRO, L. G.; FERREIRA, D. M.; SILVA, F. L.; MEDEIROS, J. A.; MEDEIROS, L. C.; PEIXE, P. D.; MOREIRA, S. A. Avaliação da sustentabilidade do processo de dessalinização de água no semiárido potiguar: Estudo da comunidade Caatinga Grande. *Revista Sociedade & Natureza*, v.30, n.1, p.132-157, 2018. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/37175/pdf>. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-6-X>

PINTO, O. R. O.; ALCOCER, J. C. A.; OLIVEIRA, J.; SILVA, M. E. D.; BARBOSA, C. E. Uso do biodigestor: uma proposta sustentável na zona rural do Maciço de Baturité, Ceará. *Educação Ambiental em Ação*, v. 65, p. 1-10, 2018.

ROYA, B.; FREITAS, E.; BARROS, E.; ANDRADE, F.; PRAGANA, M.; SILVA, D. J. A. *Biogás –uma energia limpa*. Revista Eletrônica Novo Enfoque, ano 2011, v. 13, n. 13, p. 142 –149.

RUOTOLO, L. A. M.; TEJEDOR-TEJEDOR, M. I.; ANDERSON, M. A. Deionização capacitiva para dessalinização de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19 a 22, Florianópolis, 2014. *Anais...* Santa Catarina, 2014.

SANTOS, J. *Construção de biodigestor artesanal para produção de biogás na geração de energia em zonas rurais no Brasil e para ser aplicado em Timor- Leste*. 2018. 49 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Energias) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, Redenção, 2018.

SECHINEL, A.; MENDONÇA, B.; PEGORARO, C.; FERNANDES, E.; LIMA, G.; GOMES, L.; SILVA, P.; SALGADO, R.; COMITRE, R.; OLIVEIRA, V. S. *Construção de um biodigestor caseiro para obtenção de biogás e adubo*. IX Simpósio de Base Experimental das Ciências Naturais da Universidade Federal do ABC – 12 e 13 de agosto de 2011

SILVA, M. E. D. *Políticas públicas de acesso à água e produção de alimentos: os impactos das cisternas no Município de Ibare-tama, Sertão Central, Ceará*. 113f. 2018. (Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis) -Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, 2018.

SILVA, M. L.; ALCOCER, J. C. A.; PINTO, O. R. O.; QUEIROZ, D. M. B. Biodigestor como uma tecnologia de aproveitamento dos dejetos de suínos: Alternativa sustentável no município de Barreira, Ceará. *Revista Linkscienceplace*, v. 5, p. 1-15, 2018.

SILVA, R. M. A. *Entre o combate à seca e a convivência com o Semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento*. Reimp. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010, 275 p.

SILVA, S. D.; MEDEIROS, V. P.; SILVA, A. B.. Tecnologias sociais hídricas para convivência com o Semiárido: o caso de

um assentamento rural do município de Cabaceiras – PB. *Revista HOLOS*, v. 1, n. ano 32, p. 295-309, jan. 2016. ISSN 1807-1600. DOI: 10.15628/holos.2016.3312. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/3312/1393>>.

SILVEIRA, A. P. S; DEGASPERI, F. T; ARIOVALDO, N; WLADIMIR, F. *Dessalinização de águas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. P. 38 – 39.

SRH. Secretaria de Recursos Hídricos/ *Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará*. Fortaleza, 2018.

SHUBEITA, M. F; WEBBER, T; FERNANDES, R; MARCON, C; POEHLS, B. L. *Um estudo sobre monitoramento e controle de Biodigestores de pequena escala*. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Informática. PUCRS. Porto Alegre, RS, setembro de 2014.

SUIÇA. World Health Organization. *Desalination for safe water supply, guidance for the health and environmental aspects applicable to desalination*. Genebra, 2007. Disponível em: <[http://www.pacinst.org/reports/desalination/desalination\\_report.pdf](http://www.pacinst.org/reports/desalination/desalination_report.pdf)>.

TOLLER, M. A. Transformação de resíduos agroindustriais através de biodigestores: Uma Gestão Sócio – Ambiental. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.5, p. 42- 50, 2016.

VIEIRA, M. T.; MIRANDA, D. H.; BASQUEROTTO, C. H. C. C. *Utilização do subproduto proveniente da produção de biogás como fertilizante*. *Revista Conexão Eletrônica*, v. 13, n.1, 2016.

WESTRUP, G.; DUARTE, G. W.; ALBERTON, J.; NIEHUES, R. C.; ROCHA, D. A.; VANDRESEN, S. *Estudo da viabilidade econômica de geração de energia elétrica a partir de biogás proveniente de dejetos de suínos de uma propriedade rural em Forquilha/SC*. *Revista Ciência. Cidadania*, v.1, n.1, 2015.

## ASPECTO ETNOBOTÂNICO DE PLANTAS MEDICINAIS COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Luana Mateus de Sousa

Aluísio Marques da Fonseca

Regilany Paulo Colares

Elcimar Simão Martins

Brunna Angelica Silva Evarista

### Introdução

A utilização de plantas medicinais no Brasil sofreu diversas influências de diferentes etnias que esculpíram a população brasileira e consentiram que os conhecimentos pudessem ser transmitidos e aperfeiçoados de geração para geração através da busca pela compreensão do mundo a sua volta (TRINDADE et al., 2008).

A etnobotânica surgiu para estudar a relação homem-natureza. Posey (1987) define etnobiologia para o estudo das conceituações e crenças desenvolvidas por qualquer sociedade a respeito da biologia e par Amorozo (1996) delega-se como o estudo dos saberes e conceituações elaboradas pelo homem sobre o mundo vegetal, englobando o seu uso.

Na literatura, é possível encontrar diversos relatos sobre atividade biológica de extratos vegetais com atividade antioxidante e que esses compostos agem bloqueando ou atenuando os efeitos desencadeados pelos chamados radicais livres (SCHERER, 2009). Araújo (2012) destaca que há duas categorias antioxidantes, os caracterizados como enzimáticos e não-enzimáticos. E que os não-enzimáticos ainda podem ser subdivididos em duas classes: os redutores solúveis em água (glutationa, ascorbato e fenólicos) e os associados a membrana lipossolúvel (-tocoferol e -caroteno).

Pimenta (2012) relata que a presença de radicais livres está associada a diversos fatores como: mutação do DNA, oxidação de proteínas e peroxidação lipídica que contribuem para o desenvolvimento de câncer, diabetes, aterosclerose, processos inflamatórios e envelhecimento. No entanto, mais estudos precisam ser desenvolvidos no intuito de avaliar o mencionado e o potencial da biodiversidade brasileira como fonte de novos medicamentos (FINDEL; HOLBROOK, 2000).

Na Caatinga, por exemplo, alguns estudos etnobotânicos, revelam uma grande diversidade de plantas medicinais. Dentre eles, os estudos de Silva e Albuquerque (2005) que revelaram que 22 espécies de árvores têm indicação terapêutica para diversos fins. Almeida et al. (2006) descobriram 187 plantas com propriedades medicinais, porém, a grande maioria das espécies ainda não possuem estudos científicos que avaliem ou validem as suas propriedades biológicas.

## **Plantas medicinais**

Na atualidade aproximadamente 25% de todos os medicamentos modernos são derivados de alguma forma de plantas medicinais, principalmente por meio da aplicação de tecnologias modernas ao conhecimento tradicional (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). Em comunidades rurais as plantas medicinais são utilizadas como uma das principais matérias primas para a fabricação de remédios caseiros e comunitários, uma vez que os remédios industrializados apresentam um alto custo e nem sempre essas famílias têm condições de adquiri-los.

Vale destacar que a utilização de plantas para fins medicinais é bem antiga há relatos na literatura que grande parte das antigas civilizações se beneficiou de alguma forma dos princípios terapêuticos dessas ervas e que no advento do

Renascimento ocorreu um grande incentivo à experimentação destas plantas propiciando o progresso no conhecimento sobre sua utilização. (REZENDE; COCCO 2002; TEIXEIRA et al., 2012).

Tendo em vista que as plantas medicinais representam uma rica fonte de diversidade química e potencial aplicação terapêutica, houve a necessidade de classificar essas espécies vegetais conforme suas características e seus princípios ativos. Buscando possibilitar correto uso destas plantas, evitando riscos à saúde, pois algumas espécies são tóxicas e por falta de conhecimento muitas comunidades acabam as utilizando sem saber.

## Etnociência

A etnociência se propõe a estudar modelos de conhecimentos desenvolvidos por uma dada cultura, para classificar atividades, objetos, e eventos de seu universo (SNIVELY; CORSIGLIA, 2001). Essa ciência se caracteriza por possuir fortes relações com observações humanas sobre eventos naturais, pelo raciocínio para a classificação e a resolução de problemas, tecidos dentro de cada cultura.

Na compreensão de Arruda e Diegues (2001) Lévi-Strauss foi um dos precursores da etnociência, devido ao desenvolvimento de seu estudo analítico dos sistemas indígenas de classificação de recursos naturais, que proporcionou a compreensão da complexidade existente nestes sistemas classificatórios, de modo que direcionou a algumas reflexões que possibilitaram estudos mais aprofundados sobre essa temática.

Nesse contexto, a etnociência possibilita uma conexão entre o ambiente natural e social através de um enfoque na relação entre conhecimentos tradicionais e conservação dos

recursos naturais, permitindo uma reflexão sobre o conceito de natureza como uma construção cultural de algumas sociedades humanas. Essa interação homem e natureza com o ambiente natural pelo qual se reproduzem culturalmente refletem na necessidade de estudos que priorizem determinadas especialidades, o que, conseqüentemente, ramifica a etnociência de acordo com o objeto de pesquisa, propiciando outros campos de estudo, tais com: o da etnobotânica, etnofarmacologia, etnoecologia, dentre outras (PEREIRA; DIEGUES, 2010).

## **Etnobotânica**

O anseio do homem em compreender o mundo a sua volta permitiu que a etnobotânica surgisse inserida no contexto de etnobiologia para estudar a relação homem-natureza. Na visão de Posey (1987) a etnobiologia é essencialmente o estudo das conceituações e crenças desenvolvidas por qualquer sociedade a respeito da biologia. Em outras palavras é o estudo do papel da natureza no sistema de crenças e de adaptação do homem a determinados ambientes.

O termo “etnobotânica” foi designado em 1895 pelo botânico americano John William Harshberger para caracterizar o estudo das relações estabelecidas entre os humanos e as plantas. Apesar de Harshberger não ter definido, o termo, este assinalou maneiras pelas quais poderia ser útil à investigação científica. Fator que possibilitou a realização de diversos estudos sobre a utilização destas plantas e seus benefícios. No Brasil, por exemplo, a alta diversidade cultural e biológica impulsionou a realização de pesquisas etnobotânicas, oportunizando a compreensão dessas como uma ciência altamente interdisciplinar, uma vez que agrupam aspectos da antropologia, botânica, fitoquímica, farmaco-

logia, história, medicina, dentre outras (REZENDE; COCCO, 2002).

Na compreensão de Amorozo (2002) a etnobotânica é uma ciência que estuda o conhecimento e as conceituações desenvolvidas pelas sociedades a respeito do mundo vegetal, englobando o uso que se dá a elas. Em outras palavras é o estudo do papel da natureza no sistema de crenças e de adaptação do homem a determinados ambientes. Antes associada somente as sociedades indígenas, passou a também fazer parte das demais sociedades existentes (ALBUQUERQUE, 2005).

Atualmente a etnobotânica é citada na literatura como sendo um dos caminhos alternativos que mais evoluiu nos últimos anos para a descoberta de produtos naturais bioativos. Esta área de pesquisa enfoca dois fatores fundamentais: coleta e utilização medicinal da planta. Segundo Amorozo (2002) e Elisabetsky (2001) ao estudar a importância do conhecimento e uso tradicional das plantas medicinais algumas implicações podem ser geradas, tais como, o resgate e perpetuamento do patrimônio cultural tradicional, desenvolvimento de remédios caseiros de baixo custo e organização de conhecimentos tradicionais de maneira a utilizá-los em processos de desenvolvimento tecnológico.

Amorozo (2002) ressalta também que este tipo de abordagem advindo da tradição oral fornece subsídios valiosos na elaboração de estudos fitoquímicos, farmacológicos, dentre outros. Com baixo custo, possibilitando o planejamento de uma pesquisa a partir de um conhecimento empírico que poderá ser testado em bases científicas, tendo em vista que a produção dos princípios ativos por estas plantas depende de uma série de fatores durante o crescimento vegetal e nos procedimentos realizados após a coleta (FONTE, 2004).

## Fitoterapia

De origem grega a palavra fitoterapia se caracteriza por ser produto da fusão entre os termos *phito* que significa plantas e *therapia* que se refere a tratamento, ou seja, a fitoterapia se caracteriza por ser o tratamento de doença através da utilização de plantas. Além disso, se configura ainda como o estudo das plantas medicinais e suas respectivas ações no emprego e aplicação no tratamento de patologias ou morbidades, objetivando a prevenção, alívio ou na cura doenças (BRASIL, 2012).

Na compreensão de Vital e Lemos (2014) o desejo por descobrir compostos em plantas que pudessem apresentar características medicinais teve início por volta do século XVIII, em estudos de Scheele, que inicialmente pesquisou e descobriu diversos ácidos orgânicos. E assim o desejo em descobrir essas propriedades permitiu que diversas partes das plantas, como folhas, frutos, sementes e raízes, de acordo com o vegetal em questão fossem utilizadas, bem como a forma de preparação das plantas também foi se aprimorando de acordo com a necessidade, a exemplo pode-se citar o estudo de Gonçalves et al. (2005) que avaliou a utilização de extratos brutos ou óleos essenciais de plantas medicinais como alternativas interessantes para o controle de microrganismos patogênicos.

Vital e Lemos (2014) esclarecem ainda que nos últimos anos a Organização Mundial de Saúde têm incentivado o resgate do conhecimento popular e a inclusão das plantas medicinais e dos fitoterápicos de uma maneira geral nas Unidades de Saúde, fortalecendo a importância dos mesmos nos benefícios para a vitalidade e qualidade de vida da população (DUTRA, 2009).

## Ensaio antioxidante

Diversos métodos de avaliação da atividade antioxidante total (AAT) são sugeridos na literatura, no entanto a sua utilização depende do que se deseja estudar, como por exemplo: a remoção de um radical peroxil (ORAC – oxygen radical absorbance capacity, TRAP – total reactive antioxidant potential), a capacidade de redução de metal (FRAP – ferric reducing antioxidant power, CUPRAC – cupric ion reducing antioxidant capacity), a capacidade de remoção de radical orgânico (ABTS – 2,20-azino-bis (ácido 3-ethylbenzthiazoline-6-sulfônico), DPPH (peroxidação do 2,2-difenil-1-picrylhydrazil) e a quantificação de produtos formados durante a peroxidação de lipídeos (TBARS, a oxidação do LDL, co-oxidação do -caroteno).

Um dos principais métodos de avaliação da atividade antioxidante é o DPPH conhecido por sequestrar radicais livres. O DPPH se caracteriza por ser um método químico, utilizado para determinar a capacidade antioxidante de um composto, por meio do sequestro de radicais livres presentes na substância em estudo. O método de DPPH é muito utilizado por ser rápido, prático e com boa estabilidade para determinar a atividade antioxidante em extratos e substâncias isoladas como: compostos fenólicos, fenilpropanoides, fenólicos totais, flavonóis, cumarinas, quitosana com diferentes pesos moleculares, antocianinas, antocianidinas, carotenoides, rutina e kaempferol.

## Substâncias biologicamente ativas

A existência de atividade metabólica é uma das características dos seres vivos. No que se refere a plantas medicinais, segundo Peres (2018) o metabolismo costuma ser divi-

dido em primário e secundário. Sendo o primário considerado o grupo que exerce funções essenciais, tais como: a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos e possuem uma distribuição universal nas plantas. Já o metabolismo secundário produz compostos que não são distribuídos universalmente nas plantas.

Apesar do metabolismo secundário não serem tão necessário para que uma planta complete seu ciclo de vida, ele desempenha um papel importante na interação das plantas com o meio ambiente. Pimentel (2013) a partir do final do século XIX e início do século XX o interesse por essas substâncias foi despertado pelos químicos orgânicos, interessados nesses compostos pela sua importância como drogas medicinais, aromatizantes venenos e materiais industriais.

Peres (2018) relata que existem três grandes grupos de metabólitos secundários: compostos fenólicos, alcaloides e terpenos. Sendo os compostos fenólicos derivados do ácido chiquímico ou ácido mevalônico. Os alcalóides de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), os quais são derivados do ácido chiquímico, e de aminoácidos alifáticos (ornitina, lisina). E os terpenos produzidos a partir do ácido mevalônico (no citoplasma) ou do piruvato e 3-fosfoglicerato (no cloroplasto).

Os produtos do metabolismo secundário oferecem uma vasta gama de compostos orgânicos naturais de origem vegetais biologicamente ativos, ou seja, possuem ação: antiviral, inseticida, fungicida, tranquilizante, analgésica, dentre outras (PLETSCH, 1998). Além de proporcionar nas plantas ação protetora em relação a estresses abióticos, associados a mudanças de temperatura, quantidade de água, deficiência de nutrientes minerais, entre outros. Deste modo, a exploração da atividade biológica de compostos secundários presentes em extrato bruto ou óleo essencial em

plantas medicinais pode constituir-se como um importante recurso no controle alternativo destes fatores.

## **Maciço de Baturité**

A região do maciço de Baturité é composta por grandes variações de padrões florísticos, cercada por sertões semiáridos, esta apresenta condições ambientais diferenciadas abrigando vestígios de Floresta Atlântica e vegetação variante de acordo com a altitude e vertente (barlavento/sotavento). A região possui formações vegetais bem diferentes e, conseqüentemente, floras distintas onde são encontrados dois tipos florestais, que representam a condição da vegetação primitiva em equilíbrio, são eles: mata úmida e a mata seca os quais abrigam uma rica biodiversidade (SEMACE, 2016). A biodiversidade da flora desta região ainda é pouco estudada, o que se caracteriza como um problema gravíssimo, uma vez que pode haver a utilização de plantas para fins medicinais ainda não conhecidas e estudadas.

Embora exista uma rica diversidade biológica são poucos os estudos realizados com o intuito de se conhecer a sua flora. Segundo Cavalcante (2005) no que diz respeito à pesquisa sobre a biodiversidade do maciço de Baturité o nível de conhecimento ainda apresenta índices muito baixos e muitas das espécies da flora ainda não foram sequer estudadas. Demonstrando assim que se conhece pouco sobre esta região, principalmente no que diz respeito a plantas medicinais. Esse cenário assume contornos preocupantes, uma vez que o conhecimento acerca dos componentes da biodiversidade de um ecossistema natural pode favorecer, ao mesmo tempo, o melhor aproveitamento destes recursos e seu uso de forma errônea pode causar sérios danos para a saúde se forem manipuladas de forma errada.

## Uso de plantas medicinais no maciço de Baturité

Consideradas essenciais para sobrevivência humana às plantas com características medicinais ganham cada vez mais importância em nossa sociedade, na medicina, na alimentação, vestimentas, nos combustíveis, e em outros bens materiais (MINNIS, 2000). Além dessas utilidades, as plantas medicinais são usadas em outros contextos, tais como: magia, uso empírico/simbólico e rituais de ordem social os quais se encontram presente em comunidades locais de todo o mundo (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2005).

Para identificar os conhecimentos dos participantes sobre plantas medicinais e antioxidantes, iniciaram-se as entrevistas indagando se estes faziam uso de alguma planta para fins medicinais e em caso afirmativo que planta utilizava.

- Sim, utilizamos o chá da folha de cidreira como calmante e da colônia para pressão alta e o boldo para problemas no estomago. (Família A, 2018).
- Sim, como boldo, malva, hortelã, gengibre, alfavaca, cidreira, eucalipto. Sem elas nem sei o que seria de nós, porque dinheiro para comprar remédio caro nós não temos o que nos salva são essas plantas. (Família B, 2018)
- Sim, corama, boldo, arruda e mastruz. (Família C, 2018).
- Sim, utilizamos a hortelã, capim-limão, boldo e a casca de aroeira. (Família D, 2018).
- Sim, erva cidreira, mastruz, eucalipto, alho e alecrim pimenta. (Família E, 2018).
- Sim, minha filha tem alergia a antibióticos e as plantas do meu quintal acabam ajudando bastante é como falo para o meu esposo as plantas medicinais são uma forte aliada aqui em casa. Eu uso o cumuru, boldo, gengibre, erva cidreira e o capim-limão. (Família F, 2018).

- Sim, cidreira, malva e o mastruz. (Família G, 2018).
- Sim, utilizamos o chá da folha de boldo para problemas estomacais. (Família H, 2018).
- Sim, boldo para problemas do estômago e chá de alho para tratar problemas inflamatório e bactericida. (Família I, 2018).
- Sim, como o chá da folha de colônia para a pressão alta e de boldo para o estômago. (Família J, 2018).

Conforme as respostas, percebe-se que as famílias fazem uso de plantas para fins medicinais, tais como problemas de estômagos. Na compreensão de Albuquerque (2005) o isso é uma prática bem antiga utilizada pelo homem para o tratamento de enfermidades. O autor afirma ainda que boa parte do que se tem conhecimento sobre o uso destas plantas provém do conhecimento popular que permitiu o desenvolvimento de tratamentos alternativos para cura de doenças (SOUZA; ALMEIDA, 2016). Essa prática de utilizar plantas na restauração da saúde pela população tem se tornando cada vez mais intensa (LORENZI; MATOS, 2008). Segundo Rosa et al. (2012), foi através do uso da raiz, caule e folha na medicina popular que substâncias ativas foram descobertas e empregadas na atualidade para obtenção de medicamentos.

Os conhecimentos sobre as funções medicinais de plantas são repassados de geração a geração através da tradição oral (ALBUQUERQUE, 2005). Em um estudo etnobotânico realizado por Albuquerque e Cavalcante (2009) na comunidade quilombola Senhor do Bonfim, Areia – Paraíba, o Capim-Santo (*Cymbopogon citratus*) e a Erva Cidreira (*Melissa officinalis* L.) foram às plantas mais citadas pela comunidade. Já neste estudo as plantas mais citadas foram o boldo (*Plectranthus barbatus*) e a erva cidreira (*Melissa officinalis* L.).

Deste modo, percebe-se que pessoas de comunidades diferentes, mesmo não tendo contato entre si possuem conhecimentos parecidos na utilização de plantas para fins fitoterápicos. Souza (1991) ressalva que essa semelhança entre comunidades diferentes só é possível devido a presença de atores sociais nas comunidades, que conhecem a aplicabilidade e manipulação de determinados fitoterápicos e vão transmitindo-os.

Nota-se também que a *Plectranthus barbatus* (Lamiaceae), conhecida popularmente como boldo silvestre, falso-boldo e malva-santa representada nas falas das famílias H, I, A e da família J é utilizada na forma de chá para tratar problemas digestivos, corroboram com o identificado no estudo dos autores Lorenzi e Matos (2002) onde estes demonstraram que os extratos aquosos e hidroalcoólicos de partes aéreas dessas espécies diminuem consideravelmente a acidez da secreção gástrica, protegendo contra úlceras induzidas por estresse e etanol. (OLIVEIRA et al., 2011)

A segunda espécie mais citada no estudo foi a *Lippia alba* (Verbenaceae), conhecida pela comunidade como erva-cidreira. É descrita na literatura por possuir atividade analgésica, espasmolítica e bactericida (LORENZI; MATOS, 2002). Oliveira et al. (2006) descreve que a utilização desta planta na medicina popular pode ser explicada ligeiramente, pelo fato desta apresentar constituintes voláteis bioativos. Já em estudos de Pascual et al. (2001) foi evidenciado o potencial terapêutico desta espécie na prevenção de úlceras gástricas e sua influência no comportamento e sensação de bem-estar (VALE et al., 1999).

Pensando nos antioxidantes e sua grande importância na atualidade questionou-se aos entrevistados se eles já tinham ouvido falar em antioxidantes. Todas as famílias afirmaram que conhecem o que são antioxidantes. Eviden-

ciando que o desenvolvimento de pesquisas e divulgação da ação dos antioxidantes tem tido efeito (BRASIL, 2006).

Os antioxidantes são substâncias capazes de atrasar ou inibir a oxidação de um substrato oxidável e que seu papel é de proteger as células sadias do organismo contra a ação oxidante dos radicais livres e que a região do maciço de Baturité abriga uma rica biodiversidade de valor inestimável. Quando questionados se estes acreditavam que essas plantas utilizadas por eles no dia a dia poderiam apresentar atividades antioxidantes, os entrevistados responderam:

- Sim, a região do maciço assim como na cantiga, já se vem documentando várias espécies de plantas que são utilizadas para fins medicinais explicitando o potencial que esta região tem na produção de novos medicamentos. Alguns estudos sugerem que a presença da ação antioxidante de algumas plantas e frutas na região da cantiga se deve pela condição de seu habitat, sazonalidade climática e geográfica, dentre outros fatores. Tornando essas plantas fortes naturais de antioxidantes dentre os quais estão os caratenoides e compostos fenólicos responsáveis pela prevenção de várias doenças do homem quando consumidor. (Família A, 2018).
- Sim, pois existe plantas com propriedades que podem causar efeitos maléficos a animais e aos seres humanos. (Família B, 2018).
- Não soube responder. (Família C, 2018).
- Sim, acredito que os fatores climáticos e de solo do maciço contribuíram para essas plantas nos proporcionarem ação antioxidante. Mas creio que seja algo a se tornar conhecido ainda, pois muitas pessoas utilizam essas plantas sem sequer saber disso. Por isso a importância do desenvolvimento de pesquisa nesta região. (Família D, 2018).
- Sim acredito, pois já li matérias e artigos falando sobre esse assunto. Os quais explicavam

como esses compostos agiam nas células do organismo e a sua importância para a saúde. (Família E, 2018).

- Creio que sim, inclusive esse dia estava assistindo uma reportagem na televisão que falava sobre as plantas e as funções medicinais que podem apresentar como, por exemplo, atividades antioxidantes. E eu acredito que nossa região é rica nesse quesito. (Família F, 2018).
- Sim, pois essas plantas possuem substâncias de princípios biológicos que ajudam na recuperação do metabolismo. (Família G, 2018).
- Creio que sim, no entanto acredito que várias plantas possuem potenciais farmacêuticos, mas ainda não foram descobertos. (Família H, 2018).
- Bom, não faço uso plantas exclusiva da região do maciço, pois não tenho conhecimento sobre as plantas locais, mas acredito que estas podem sim ter ação antioxidantes. (Família I, 2018).
- Uma vez nos assistimos na televisão que os antioxidantes podem ser de grande benefício para a melhoria da qualidade de vida, falaram também que eles podem prevenir até câncer e o mal de Alzheimer. Eu acredito que essas plantas podem sim ter ação antioxidante e deveriam ser estudadas. (Família J, 2018).

Percebeu-se que os entrevistados possuem conhecimento sobre a temática em questão e que não estão alheios a esses saberes. Considerando as suas falas montou-se uma tabela sobre as plantas medicinais citadas nas entrevistas e buscou-se na literatura fatos que demonstrassem essa propriedade antioxidante.

Na Tabela 1, percebeu-se que as espécies da família Lamiaceae foram as mais citadas pelas 10 famílias entrevistadas. Observou-se ainda que o uso frequente destas plantas pela comunidade é na forma de chá como citado na fala de al-

guns dos entrevistados. Assim, acredita-se que esse número de citações durante as entrevistas pode ser justificado pelo fato destas espécies e suas ações medicinais atenderem as patologias mais frequentes e às necessidades da comunidade, tais como problemas digestivos (OLIVEIRA et al., 2010).

A *Eucalyptus globulus Labill* foi à espécie relatada nas entrevistas que demonstrou baixa ação antioxidante na literatura. Segundo Amakura et al. (2009) o elemento eucaliptol não exibe atividade antioxidante relevante e sua ação antioxidante pode variar de acordo com sua concentração no óleo essencial, sendo esta influenciada pela origem do material, bem como pelos métodos de preparação e solvente utilizado durante a realização do experimento.

Deste modo, no que se refere a antioxidantes naturais Chludil et al. (2008) evidenciaram a utilização de antioxidantes naturais podem reduzir o risco de desenvolver doenças crônicas degenerativas ocasionadas pela falta de agentes oxidantes (PASTENE, 2009). Nesse sentido, torna-se estritamente relevante para a saúde humana o desenvolvimento de pesquisas que buscam propriedades antioxidantes em plantas naturais.

**Tabela 1** – Espécies medicinais repertoriadas durante as entrevistas com a comunidade de Carqueja – Capistrano (CE, Brasil).

Nome popular	Nome científico	Família	Citadas entrevistas	Ação Antioxidante	Autores
Alecrim pimenta	<i>Lippia sidoides</i>	Verbenaceae	1	Média	Almeida, et al., 2010.
Alfavaca	<i>Ocimum gratissimum</i> L.	Lamiaceae	2	Média	Pereira, et al., 2007.
Alho	<i>Allium sativum</i> L.	Liliaceae	1	Média	Tonato, 2007.

Aroeira do sertão	<i>Astronium urundeuva</i> alemão	Anacardiaceae	2	Média	Dantas, 2003
Boldo	<i>Plectranthus barbatus</i>	Lamiaceae	7	Baixa	Silva, et al., 2016.
Capim-limão	<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf	Poaceae	2	Média	Pereira, et al., 2008.
Cidreira	<i>Lippia alba</i>	Lamiaceae	4	Média	Silva, et al., 2016.
Colônia	<i>Alpinia zerumbet</i>	Zingiberaceae	2	Alta	Masuda, et al., 2000.
Cumarú	<i>Amburana cearensis</i>	Leguminosae	1	Média	Leal, et al., 2005.
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	Myrtaaceae	2	Baixa	Amakura, et al., 2009
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i> .	Zingiberaceae	2	Média	Dugasani, et al., 2010.
Malva	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	1	Alta	Sousa, et al., 2007.
Mastruz	<i>Coronopus didymus</i>	Brassicaceae	3	Alta	Mishra, et al., 2003.
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaaceae		Média	Oliveira et al., 2008

## Considerações finais

É notório que nos últimos anos pesquisas sobre plantas medicinais têm crescido no Brasil, no entanto são poucos os estudos desenvolvidos com o objetivo de avaliar o potencial antioxidante de plantas da região da Caantiga.

Na comunidade da Carqueja o amplo conhecimento sobre as plantas utilizadas dar-se através da propagação do conhecimento tradicional compartilhado pelos membros familiares ao longo das gerações. Fato esse que reforça a importância de manter vivo esse elo entre a antiga e as novas gerações, pois a preservação deste conhecimento local, bem

como o desenvolvimento de estudos científicos sobre as indicações terapêuticas das espécies vegetais pode fornecer contribuições significativas para a conservação, preservação e manejo dos recursos naturais, além de especificar a riqueza cultural das práticas utilizadas no trato das plantas medicinais.

Durante a realização do estudo verifica que as 10 famílias entrevistadas fazem uso de plantas nativas e exóticas, pertencentes a algumas famílias botânicas, destacando-se as espécies: *Lippia alba* e *Plectranthus barbatus* entre as mais citadas e que dentro do universo das famílias botânicas a Lamiaceae é a mais representativa em número de indivíduos citadas nas falas dos entrevistados. Estas plantas destacadas nas entrevistas geralmente são cultivadas nos quintas e jardins e sua utilização são mais evidentes na forma de chá, cuja parte das plantas mais utilizadas é as folhas.

Portanto, espera-se que este estudo possa despertar o interesse de outros pesquisadores em conhecer e demonstrar a funcionalidade do potencial fitoquímico e farmacológico das substâncias presentes nestas plantas citadas nas entrevistas.

## Referências

ALBUQUERQUE, U. P. *Introdução à Etnobotânica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 93p.

ALMEIDA, C. F. C. B. R., *et al.* Medicinal plants popularly used in the Xingó region – a semi-arid location in Northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 2, n. 15, p. 1- 7, 2006.

AMOROZO, M. C. M. *Sistemas agrícolas tradicionais e a conservação de agrobiodiversidade. Texto resumido e modificado*

de AMOROZO, M. C. M. *Agricultura Tradicional, Espaços de Resistência e o Prazer de Plantar*. In: ALBUQUERQUE, U.P. et al (orgs.) *Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia*. Recife: Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, 2002. p. 123-131.

AMAKURA, Y. et al. *Marker constituents of the natural antioxidant Eucalyptus leaf extract for the evaluation of food additives*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, v.73, n.5, p.1060-1065, 2009.

ARAÚJO, T. A. S. *Atividade antioxidante de plantas medicinais da caatinga e mata atlântica: aspectos etnobotânicos e ecológicos*. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, 138 f, 2012.

ARRUDA, R. S. V.; DIEGUES, A. C. *Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil*. Brasília/São Paulo: Ministério do Meio Ambiente/USP, 2001

BRASIL. Ministério da Saúde. *Decreto nº 5.813*, de 22 de junho de 2006. Aprova a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Seção 1, p. 2, 2006.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. *Revista Odontol. Univ.* Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

CASE, R. J. et al. Ethnopharmacological evaluation of the informant consensus model on anti-tuberculosis claims among the Manus. *Journal of Ethnopharmacology*, n. 106, p. 82–89, 2006.

CAVAGLIER, M. C. S. *Plantas Medicinais na Educação de Jovens e Adultos: uma proposta interdisciplinar para Biologia e Química*. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. 2011.

CAVALCANTE, A. M. B. *A Serra de Baturité*. Fortaleza: Edições Livro técnico, p. 84, 2005.

DANTAS, J. D. P. *Contribuição Científica a medicina tradicional dos Tapebas do Ceará: Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. (Aroeira do Sertão). Monografia (Graduação em Química) – UECE, Fortaleza, Ceará, 2003.

DUGASANI, S. *et al. Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6] gingerol, [8] – gingerol, [10] – gingerol and [6] – shogaol*. Journal of Ethnopharmacology, 127, 515 – 520, 2010.

ELIZABETSKY, E. Etnofarmacologia como ferramenta na busca de substâncias ativas. In: SIMÕES, C. M. O.; *et al., Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 3ed. Porto Alegre/ Florianópolis: Ed. Universidade UFRGS/ Ed. UFSC. p. 87-99. 2001.

FINKEL, T.; HOLBROOK, N. J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, v.480, p.239-47, 2000.

FONTE, N. N. *A complexidade das plantas medicinais: algumas questões atuais de sua produção e comercialização*. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 183f. 2004.

GONÇALVES, A. L.; FILHO, A. A.; MENEZES, H. *Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas*. Arq Inst Biol n. 3: p.353-358. 2005.

GOMES, P. R. M.; FIRMO, W. C. A.; VILANOVA, C. M. Estudo etnobotânico de plantas medicinais hipoglicemiantes no bairro Maracanã no município de São Luís, Maranhão, Brasil. *Scientia Plena*, 2014.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas*. 2. ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Metodologia Científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MISHRA, B.; *et al.* Effect of o-glycosilation on the antioxidant activity and free radical reactions of a plant flavonoid, chrysoeriol. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. [S.l.], v 11, p 2677-2685, 2003.

OLIVEIRA, A. M.; *et al.* Estudo Fitoquímico e Avaliação das Atividades moluscicida e larvicida dos extratos da casca do caule e folha de *Eugenia malaccensis* L. (Myrtaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 16 (Supl.), p. 618-624, 2006.

PASCUAL, M. E. *et al.*,. *Lippia: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review*. In: CARDOSO, R. S. *Desenvolvimento de técnicas farmacêuticas para obtenção da droga vegetal a partir das folhas de erva-cidreira (lippia alba (mill.) N.e. Brown) quimiotipo ii*. 62 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Fortaleza, 2016.

PEREIRA, C. A. M.; MAIA, J. F. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, n.3, p.624-632, 2007.

PERES, L. E. P. *Metabolismo Secundário das Plantas*. Metabolismo Secundário das Plantas – Óleos Essenciais | O Guia

do Brasil. 2018. Disponível em: file:///C:/Users/Luana/Desktop/Metabolismo%20Secundário%20das%20Plantas%20-%20Óleos%20Essenciais%20\_%20O%20Guia%20do%20Brasil.pdf. Acesso: 29 abr 2018.

PIMENTEL, R. M. R. *Plantas medicinais, riquezas do bioma*. Disponível em: <https://www.dm.com.br/opiniao/2016/07/plantas-medicinais-brasileiras-riqueza-ameacada.html>. Acesso: 20 Abr 2018.

POSEY, D. A. Manejo da floresta secundária; capoeira, campos e cerrados (Kayapo). In: RIBEIRO, B. G. (Org.). *Suma Etnológica Brasileira. Volume I: Etnobiologia*. Petrópolis: Vozes, p. 173-185, 1987

REZENDE, H. A.; COCCO M. I. M. A utilização de fitoterapia no cotidiano de uma população rural. *Revista Escola de Enfermagem, USP*. 2002; V. 36 N.3. São Paulo.

RIBEIRO, E. A. *A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa*. Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais, Araxá/MG, n. 04, p.129-148, maio de 2008.

ROSA, R.L.; BARCELOS, A. L. V.; BAMPI, G. Investigação do uso de plantas medicinais no tratamento de indivíduos com diabetes melito na cidade de Herval D' Oeste – SC. *Rev. bras. plantas medicinais*. 2012, vol.14, n.2, pp. 306-310.

SCHERER, R.; *et al*. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. *Rev. Bras. Pl. Med.*, Botucatu, v.11, n.4, p.442-449, 2009.

SILVA, C. F. G.; *et al*. Parâmetros de qualidade físico-químicos e avaliação da atividade antioxidante de folhas de *Plectranthus barbatus* Andr. (Lamiaceae) submetidas a diferentes processos de secagem. *Rev. Bras. Pl. Med.*, Campinas, v.18, n.1, p.48-56, 2016.

SNIVELY, G.; CORSIGLIA, J. Discovering Indigenous Science: Implications for Science Education, In: MONTEIRO, E. P; ZULIANI, S. Q. R. A; ALMEIDA. A. W. B. *Estudos culturais para o ensino de ciências em uma perspectiva crítica e pós-colonial: o caso da etnociência*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

SOUSA, C. M.; *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

TOMAZZONI, M.I.; NEGRELLE, R.R.B.; CENTA, M.L. Fito-terapia popular: a busca instrumental enquanto terapeuta. *Texto & Contexto Enfermagem*, v.15, n.1, p.115-21, 2006

TONATO, C. *Saúde Alimentar: Alimentos funcionais*. Einstein: Educ Contin Saúde, 5:97-99. (2007).

## BIOGÁS: UMA ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Rita Karolinny Chaves de Lima

Pedro Lucas Saraiva Freitas

Artemis Pessoa Guimarães

Mona Lisa Moura de Oliveira

### Introdução

No Brasil, as políticas públicas adotadas para superar os desafios naturais das zonas semiáridas se concentraram, historicamente, no combate à seca (CONTI; SCHROEDER, 2013). Nessa perspectiva, os modelos implantados não eram adaptados à realidade local/regional e, erroneamente, favoreciam a concentração de água e de terras nas mãos de uma minoria privilegiada (DUQUE, 2008). No entanto, nas últimas décadas, com o estabelecimento de tecnologias sociais específicas, essa realidade vem progressivamente mudando. Diante de um cenário de integração socioambiental, as estratégias atuais se encontram em maior consonância com as particularidades do Semiárido (GUALDANI; FERNANDEZ; GUILLÉN, 2015).

Aprender com os ensinamentos da natureza, valorizando o saber popular e os recursos disponíveis, é o ponto de partida para lidar adequadamente com as limitações do Semiárido. Silva (2012) ressalta que a convivência do sertanejo com o Semiárido deve envolver práticas pautadas na utilização racional das riquezas naturais, obedecendo critérios de conservação e recomposição ambiental. Além de ter uma relação direta com fatores de promoção ao acesso à água, à terra e à educação, a convivência com o Semiárido

inclui, de acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE (2016), a luta contra desertificação, que em parte é provocada pela falta de alternativas energéticas de fácil alcance da população, inclusive para o cozimento de alimentos.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018), no âmbito nacional, a lenha tem aplicação industrial e residencial, destacando-se como o segundo combustível doméstico mais utilizado para cocção. A despeito de existir fogão a gás na maioria dos domicílios (SANCHES-PEREIRA; TUDESCHINI; COELHO, 2016), em regiões com baixos índices de desenvolvimento humano, de acentuada desigualdade social e grande população rural, como é o caso do Semiárido, o fogão a lenha, em função dos baixos custos envolvidos na utilização, tem a preferência da população (RAMOS, 2008). Muitas vezes, o uso da lenha é a única opção economicamente viável para as famílias carentes (COELHO et al., 2014). A elevada demanda por lenha é, porém, preocupante, uma vez que comumente se verifica uma produção inadequada, que é responsável pela devastação parcial da vegetação local e que põe em risco o principal bioma do Semiárido: a Caatinga (MACHADO; GOMES; MELLO, 2010).

Baseada em publicações do Ministério do Meio Ambiente (2018a, 2018b), Gioda (2019) relata que a vegetação da Caatinga originária do Semiárido nordestino já foi significativamente cerciada, alcançando percentuais de redução superiores a 50 %, o que corresponde a uma extração média anual de 500 mil hectares de Caatinga (ARAÚJO, 2011). As causas citadas envolvem a extração ilegal e exploração desordenada da lenha nativa, bem como o desmatamento visando a disponibilização de áreas para agricultura e pecuária. Do ponto de vista de saúde, o uso da lenha para co-

zinhar pode expor os usuários a presença de quantidades consideráveis de gases e materiais particulados nocivos, já que a utilização de fogões a lenha de baixa eficiência energética no interior de casas que não dispõem de uma exaustão pertinente é uma realidade comum no Semiárido (MORAES; MARTINS; TRIGOSO, 2008).

No contexto de tecnologias sustentáveis que promovem a convivência com o Semiárido e resultam em melhoria das condições de vida da população rural, o biogás, gerado pela decomposição de biomassa residual em equipamentos biodigestores de fácil implantação, operação e manutenção, pode substituir o uso de gás liquefeito do petróleo – GLP em fogões a gás convencionais (HAACK, 2008), trazendo autonomia energética para as famílias, reduzindo o uso de combustíveis fósseis e diminuindo a pressão sobre os recursos da Caatinga, cuja utilização irracional atual excede em muito a capacidade natural de renovação das espécies (MATTOS; FARIAS JÚNIOR, 2011). O processo de obtenção de biogás tem ainda o benefício de gerar biofertilizante como co-produto (COSTA, 2014), fato adicionalmente relevante frente a baixa fertilidade natural dos solos do Semiárido. Diante das vantagens promissoras relatadas, o presente capítulo apresentará os principais aspectos que fundamentam a produção sustentável de biogás em biodigestores.

## **Biomassa**

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2008), do ponto de vista energético, a biomassa é toda matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia, sob a forma de biocombustíveis, calor ou eletricidade. Considerando sua origem, a biomassa pode ser natural, residual ou obtida em

plantações energéticas. A biomassa produzida essencialmente pela natureza, sem a intervenção humana, é denominada natural. A biomassa residual é aquela gerada por qualquer tipo de atividade humana. Nesta categoria estão os restos de vegetais inaproveitáveis para consumo ou plantio, como grãos, sementes e palhas, bem como os efluentes sólidos e líquidos da produção pecuária, que possam ser biodegradados, como dejetos e esterco (BLEY JÚNIOR et. al., 2009). Já a biomassa produzida em plantações energéticas se dá por meio do cultivo de plantas especificamente para fins térmicos.

No Brasil, para suprir as demandas de energia do país, são utilizadas biomassas das mais diferentes origens. As mais relevantes são: lenha e carvão vegetal provenientes de origem florestal, cana-de-açúcar e soja provenientes de origem agrícola e resíduos animais provenientes da pecuária (MACEDO, 2001). Considerando a geração de energia elétrica e térmica, uma das formas mais comuns de aplicação da biomassa se dá através do seu processamento em biodigestores, obtendo, como produto, biogás. Nos biodigestores, a biomassa passa por um processo de decomposição anaeróbia, que resulta na produção do biocombustível, o qual pode ser utilizado, pela população local e por pequenos e médios produtores agrícolas, considerando consumo próprio ou venda (SILVA, 2017).

Contabilizando o poder energético de cada biomassa, pode-se estimar a quantidade de biogás a ser produzida. Deve-se destacar que para se ter uma produção otimizada, em termos de volumes produzidos e custos reduzidos, é importante que a produção de biogás seja planejada a partir da oferta local de biomassa. Segundo Pontes (2015), em condições operacionais adequadas de fermentação anaeróbia, para que se consiga produzir  $1 \text{ m}^3$  de biogás é necessário

aproximadamente 25 kg de esterco de vaca, 12 kg de esterco de porco ou 25 kg de plantas ou cascas de cereais.

No Brasil, a geração de energia elétrica descentralizada a partir da biodigestão de resíduos da criação de suínos, dentre outras fontes, tem sido estimulada através do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, estabelecido pela Lei nº 10.438 de 2002. Os incentivos legais para implantação de biodigestores se inserem na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, instituída pela Lei nº 12.305 de 2010. No que se refere aos incentivos para utilização de biodigestores no Semiárido, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2012), a Comissão Nacional de Combate à Desertificação está elaborando o Plano Nacional de Convivência com o Semiárido, cujo intuito é promover ações de segurança energética, hídrica e alimentar em zonas susceptíveis a desertificação.

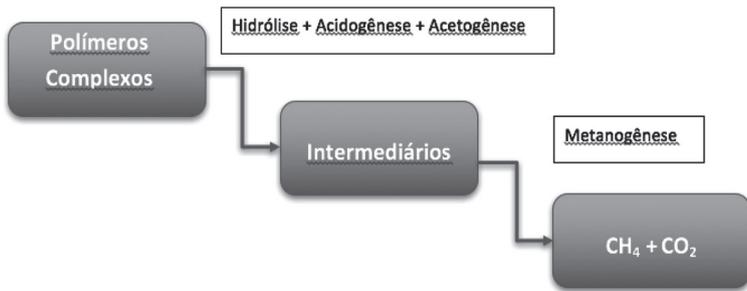
## Biogás

Segundo Zhang et al. (2016), o biogás é uma mistura gasosa, composta predominantemente de metano ( $\text{CH}_4$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), podendo conter impurezas como sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e amônia ( $\text{NH}_3$ ) (KADAM et al., 2017), além de pequenas quantidades de nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e monóxido de carbono (CO) (ABDEEN et al., 2016). Esse biocombustível é advindo de processos de biodigestão anaeróbia, que ocorrem naturalmente, pela ação de bactérias catalisadoras, quando em ambiente propício.

O processo de biodigestão anaeróbia é ambientalmente correto e utiliza quantidades crescentes de resíduos produzidos a partir da produção agrícola, industrial, de alimentos e de esgotos de indústrias e municípios (HORVÁTH et al. 2016). A conversão de material orgânico em gás combustível

se dá em quatro etapas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Cada uma dessas etapas é fundamental para formação do biogás e acontecem em ordem sequencial (SAHOTA et al., 2018). O processo global de biodigestão anaeróbia pode ser resumido conforme esquematizado na Figura 1.

**Figura 1** – Processo global de biodigestão anaeróbia da biomassa.



**Fonte:** FREITAS (2019), adaptado de Horváth (2016).

## Hidrólise

Na etapa inicial de hidrólise, as moléculas maiores e mais complexas presentes na biomassa, tais como proteínas, carboidratos e gorduras, são quebradas em moléculas mais simples como monossacarídeos e aminoácidos (HAANDEL, 2012). Segundo Ficher (2010) as bactérias hidrolíticas e as bactérias anaeróbias são capazes de realizar a hidrólise quando em condições propícias.

## Acidogênese

Através da oxidação dos produtos da hidrólise, as bactérias acidogênicas produzem ácidos orgânicos, dióxido de

carbono e hidrogênio. De acordo com PONTES (2015), quando a concentração de  $H_2$  na acidogênese diminui, ocorre uma predominante formação de ácido acético. Por outro lado, quando essa quantidade de  $H_2$  produzido aumenta, ocorre a formação em menor quantidade de ácido acético e aparecem outros ácidos de cadeia mais longa como burítico e propiônico.

## Acetogênese

Nessa etapa as bactérias acetogênicas catalisadoras transformam as substâncias resultantes da hidrólise em ácido acético, dióxido de carbono e outros diversos componentes não desejados, consideradas impurezas (sobretudo  $H_2S$  e  $NH_3$ ) (KARLSSON et al., 2014). Os ácidos de cadeia orgânicos de cadeia mais longa como o propiônico e o burítico são as fontes nas quais as bactérias acetogênicas utilizam para formação de metano (OLIVEIRA, 2009).

## Metanogênese

A metanogênese é a etapa final do processo de produção do biogás e é quando o metano é propriamente formado. Segundo Karlsson et al. (2014), as bactérias metanogênicas são bem mais sensíveis a perturbações do que as bactérias acidogênicas e acetogênicas, não pertencendo ao mesmo grupo de microrganismos. As bactérias metanogênicas não são resistentes a alterações de pH, substâncias tóxicas e presença de oxigênio. Nesse processo, o ácido acético, juntamente com o dióxido de carbono, é degradado para formação de metano, como produto principal, assim como para formação de subprodutos como  $CO_2$  e  $H_2O$ .

## Tipos de biodigestores

Atualmente, existe uma variedade de tipos estruturais de biodigestores, operados em modo contínuo ou em batelada. Os modelos em batelada são, segundo Xavier e Lucas Júnior (2010), de implantação mais rápida e econômica. De acordo com Deganutti (2002), os biodigestores mais utilizados, especialmente em produções de média e larga escala, são o modelo chinês e indiano, além do canadense. Focado na produção de alimentos para abastecer a numerosa população ou visando suprir a elevada demanda energética, China e Índia estão na vanguarda da tecnologia de produção de biogás, tendo desenvolvido os primeiros sistemas de biodigestão anaeróbia que tiveram seu uso popularizado (ARAÚJO, 2017).

No caso de biodigestores voltados para pequenas propriedades rurais, os modelos são mais simples e de menor porte, atendendo assim as necessidades de facilidade de operação e manutenção por parte dos usuários. Oliver et al. (2008) explicam que para escolher o modelo de biodigestor a ser utilizado em uma determinada aplicação, deve-se ter realizado um estudo de viabilidade técnica-econômica, no qual diversos critérios são cuidadosamente analisados, tais como: tipo de substrato disponível, localização geográfica, clima, custos de materiais de construção, bem como de operação e manutenção do sistema.

### Biodigestor Indiano

O modelo de biodigestor indiano consiste em uma estrutura de alvenaria e metal com uma parede central de separação do tanque de fermentação em duas câmaras. De acordo com Deganutti (2002), a concentração de sólidos

totais utilizados na carga de entrada não deve ser superior a 8% para evitar entupimentos e facilitar a circulação dos resíduos.

O gasômetro (campânula flutuante) fica posicionado imediatamente acima do substrato ou do leito aquoso, característica que faz com que o modelo indiano seja mais eficiente, dada a redução de perdas (NISHIMURA, 2009). Uma grande desvantagem desse modelo é que não se pode utilizá-lo em áreas com muita chuva e neve, uma vez que os resíduos ficam situados abaixo de uma camada de terra exposta as ações climáticas (DEGANUTTI, 2002).

### **Biodigestor Chinês**

O modelo chinês é completamente soterrado, tendo como áreas externas ao solo somente as câmaras de entrada e saída de suprimentos e o suspiro de gás. Nesse modelo, a estrutura é feita de alvenaria com formato cilíndrico e teto abobado. De acordo com Deganutti (2002), o teto em formato de cúpula serve para armazenar o gás produzido. Em sua operação, a biomassa fermenta no cilindro e o gás produzido fica preso na cúpula logo acima. O princípio de funcionamento é semelhante ao de uma prensa hidráulica: o biogás acumulado aumenta a pressão no interior do sistema, provocando o deslocamento do efluente da câmara de fermentação para o coletor de saída (ABASSI; TAUSEEF; ABASSI, 2012). Na descompressão, o movimento é contrário. O biodigestor chinês é bastante empregado no mundo todo, devido sua eficiência e facilidade de construção e operação (SILVA, 2017). No entanto, a eficiência desse modelo é inferior à do indiano, uma vez que a capacidade de produção é menor e as perdas por são maiores (FRIGO et al., 2015).

## **Biodigestor Canadense**

De acordo com Pinto (2008), o biodigestor de modelo canadense possui uma câmara de fermentação enterrada e uma manta para reter o biogás produzido. Sua estrutura é horizontal e feita no próprio solo. A câmara de fermentação é normalmente revestida por uma lona espessa e o biogás é armazenado em uma bolsa de lona plástica. A principal vantagem desse modelo é seu baixo custo de construção, devido ser feito no próprio solo. Por outro lado, a desvantagem é a alta taxa de manutenção devido a vazamentos e perdas por rompimentos constantes na lona causados pelo sol e pelo vento (DEGANUTTI et al., 2002).

## **Biodigestor Sertanejo**

Envolvendo etapas simples de montagem e materiais de baixo/médio custo e fácil aquisição, o biodigestor sertanejo é uma tecnologia social que viabiliza a obtenção de biogás a partir do aproveitamento de dejetos animais, possibilitando o uso de fogões convencionais a gás para o preparo de alimentos das famílias de zonas rurais, especialmente as localizadas no Semiárido nordestino (LUNA et al, 2017).

Difundido e aprimorado pela Diaconia e o Projeto Dom Helder Câmara (do Ministério do Desenvolvimento Agrário), que visa a articulação e diálogo sobre políticas para reduzir a pobreza e desigualdade no Semiárido, o biodigestor sertanejo é construído com placas cilíndricas, constituídas à base de cimento e areia, as quais recebem o esterco animal que passará pelo processo de biodigestão anaeróbia.

Uma caixa de fibra de vidro de 3.000 L, invertida sobre o esterco, funciona como câmara de armazenamento do biogás, ao redor da qual é colocado um anel de zinco, com 30

cm de largura, preenchido com terra ou brita. O intuito do peso adicional é manter a pressão uniforme necessária para o biogás ser conduzido ao fogão. Um garrafão de água de 20 L é utilizado como filtro para reter impurezas e reduzir os maus odores do biogás gerado. Considerando um abastecimento diário do biodigestor com 10 kg de esterco, misturados com 10 L de água, a capacidade de produção é estimada em 26 kg de biogás por mês, quantidade que daria para atender o consumo de uma família de 5 pessoas, que usa todos os dias o fogão por um período total de 4h (MATTOS; FARIAS JÚNIOR, 2011).

Com a efetividade do modelo, o biodigestor sertanejo venceu o Prêmio Caixa Melhores Práticas (2011/2012), sendo, posteriormente, incluído no banco de dados internacional do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, ONU/Habitat, para Melhores Práticas (CAVALCANTI, 2013).

## Considerações finais

O biogás consiste em uma importante alternativa energética para promover a convivência com o Semiárido. Sua produção a partir de biomassa residual de origem animal (esterco bovino, suíno, caprino, ovino, etc.) traz muitos e claros benefícios para população rural, que, em geral, tem uma restrita renda *per capita*.

A lista de vantagens atribuídas ao uso da tecnologia social dos biodigestores para obtenção de biogás inclui: (i) proteção do bioma Caatinga, que vem sendo progressivamente devastado para atender a demanda por lenha de domicílios e indústrias; (ii) combate à desertificação; (iii) autonomia energética para cozinhar; (iv) economia de recursos naturais e financeiros; (v) aproveitamento sustentável de resídu-

os sólidos animais; (vi) manutenção da limpeza de currais, evitando a presença de moscas e vetores de transmissão de doenças; (vii) produção de adubo orgânico para biofertilização do solo; (viii) prevenção da poluição; (ix) prevenção de doenças causadas pela inalação de gases e materiais particulados provenientes da queima ineficiente da lenha em fogões rudimentares; (x) geração de energia elétrica.

## Referências

ABASSI, T.; TAUSEEF, S. M.; ABASSI, S. A. *Biogas energy*. New York: Spring, 2012.

ABDEEN, F. R. H.; Mel, M.; Jami, M.S.; Ihsan, S.I.; Ismail, A.F. A review of chemical absorption of carbon dioxide for biogas upgrading. *Chin. J. Chem. Eng.*, v. 24, p. 693-702, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, 3a ed. Brasília: Aneel, 2008.

ARAÚJO, A. P. C. *Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos utilizando biodigestor anaeróbico*. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Uberlândia: Uberlândia, 2017.

ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. *Revista Científica da FASETE*, Paulo Afonso, v. 5, p. 89-98, 2011.

BLEY JÚNIOR, C.; LIBÂNIO, C. J.; GALINKIN, M.; OLIVEIRA, M. M. *Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais*. Revista Itaipu Binacional/FAO, 2ª. ed. Foz do Iguaçu/Brasília: Technopolitik, 2009.

BRASIL. *Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Brasília: DOU, 2010.

BRASIL. *Lei nº 10.438 de 26 de abril de 2002*. Cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica e dá outras providências. Brasília: DOU, 2002.

CAVALCANTI, C. *Biodigestor sertanejo é incluído no Banco de Dados da ONU/Habitat*. ASA/PE, 2013. Disponível em: <http://asapernambuco.blogspot.com/2013/01/biodigestor-sertanejo-entra-para-o.html>>. Acesso em: 21 outubro 2019.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. *Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil*. Brasília: CGEE, 2016.

COELHO, S. T. et al. *Fuel wood consumption in Brazilian residential sector, energy consumption in households and carbon footprint of development in selected Brazilian regions, comparing Brazil and France*. In: European Biomass Conference and Exhibition, Florence, IT, p.1475-9, 2014.

CONTI, I. L.; SCHROEDER, E. O. (orgs.) *Convivência com o Semiárido brasileiro – Autonomia e protagonismo social*. Brasília: IABS, 2013.

COSTA, A. M. T. *Codigestão anaeróbia de resíduos bovinos e suínos: caracterização química e produção de biofertilizante para uso em cultura de milho*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Pato Branco, 2014.

DUQUE, G. *Conviver com a seca: contribuição da Articulação do Semi-Árido/ASA para o desenvolvimento sustentável*. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, n. 17, p. 133-140, 2008.

FISCHER, M. E.; Biogas purification: H<sub>2</sub>S removal using bio-filtration. Thesis. Master of Applied Science in Chemical Engineering. *University of Waterloo*: Waterloo, 2010.

FREITAS, P. L. S. *Biogás: uma alternativa tecnológica para o desenvolvimento sustentável do Maciço de Baturité – CE*. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Energias. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia-Afrobrasileira: Redenção, 2019.

FRIGO, K. D. A.; FEIDEN, A.; GALANT, N. B.; SANTOS, R. F.; MARI, A. G.; FRIGO, E. P. Biodigestores: seus modelos e aplicações. *Acta Iguazu*, v. 4, n. 1, p. 57-65, 2015. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/12528>>. Acesso em: 16 outubro 2019.

GIODA, A. Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil. *Estudos Avançados*, v. 33, n. 95, 2019.

GUALDANI, C.; FERNANDEZ, L.; GUILLÉN, M. L. *Convivência com o semiárido brasileiro – Reaplicando saberes através de tecnologias sociais*. Brasília: IABS, 2015.

HAACK, S. C. *Análise técnica e econômica para aproveitamento dos dejetos de caprinos em biodigestores no semiárido brasileiro*. Dissertação. Mestrado em Economia. Universidade Federal da Bahia: Salvador, 2009.

HAANDEL, V. A.; LUBE, V. D. J. *Handbook biological wastewater treatment. Design and optimisation of activated sludge systems*, 2<sup>nd</sup> ed. IWA Publishing, 2012.

HORVÁTH, I.; TABATAEI, M.; KARIMI, K.; KUMAR, R. Recent updates on biogas production – a review. *Biofuel Research Journal*, v. 10, p. 394-402, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD* continua 2016-2017. Características gerais dos domicílios. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?edicao=20915&t=resultados>>. Acesso em: 12 outubro 2019.

KADAM, R.; PANWAR, N.L. Recent advancement in biogas enrichment and its applications. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, v. 73, p. 892-903, 2017.

KARLSSON, T.; KONRAD, O.; LUME, M.; SCHMEIER, N. P.; MARDER, M.; CASARIL, E. C.; KOCH, F. F.; PEDROSO, A. G. *Manual Básico de Biogás*. Lajeado: Ed. da Univates, 2014.

LUNA, F. M.; BORGES, F. F.; ALBUQUERQUE, G. N. P.; LUNA, A. A. C. *Biodigestor sertanejo selado: uma tecnologia social inovadora que evita emissão de gás metano para o meio ambiente*. In: Anais do II Congresso Internacional da Diversidade no Semiárido (CONIDIS). Campina Grande, 2017.

MACEDO, I. C. *Geração de energia elétrica a partir de biomassa no Brasil: situação atual, oportunidades e desenvolvimento*. Brasília: CGEE, 2001.

MACHADO, M. F.; GOMES, L. J.; MELLO, A. A. Caracterização do consumo de lenha pela atividade de cerâmica no estado de Sergipe. *Floresta*, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 507-14, 2010.

MATTOS, L. C.; FARIAS JÚNIOR, M. *Manual do biodigestor sertanejo*. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. *Convivência com o semiárido*. 2012. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/8656-conviv%C3%Aancia-com-o-semi%C3%Arido>>. Acesso em: 22 outubro 2019

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. *Caatinga*. 2018a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 14 outubro 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. *Manejo da caatinga e alternativa para produzir lenha e carvão*. 2018b. Disponível em: <<http://www.ministeriodomeioambiente.gov.br/informma/item/6706-manejo-da-caatinga-e-alternativa-para-produzir-lenha-e-carvao>>. Acesso em: 14 outubro 2019.

MORAES, A. M.; MARTINS, G.; TRIGOSO, F. M. *O uso do fogo à lenha no semiárido Piauiense: um estudo de caso*. In: Anais do 7º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, Fortaleza, p.1-2, 2008.

NISHIMURA, R. *Análise de balanço energético de sistema de produção de biogás em granja de suínos: implementação de aplicativo computacional*. Dissertação. Mestrado em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul: Campo Grande, 2009.

OLIVEIRA, R. D. *Geração de energia elétrica a partir do Biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono*. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade de São Paulo: São Carlos, 2009.

OLIVER, A. P. M.; SOUZA NETO, A. A.; QUADROS, D. G.; VALLADARES, R. E. *Manual de treinamento em biodigestão*. Salvador: Instituto Winrock, 2008

PINTO, O. R. O.; ALCÓCER, J. C. A.; OLIVEIRA, J.; SILVA, M. E. D.; BARBOSA, C. E. Uso do biodigestor: uma proposta sustentável na zona rural do Maciço de Baturité, Ceará. *Educação Ambiental em Ação*, n. 65, ano XVII, 2018. Disponível em: <<http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=3347>>. Acesso em: 20 outubro 2019.

PONTES, A. H. B. *Biogás – aspectos químicos e tecnológicos*. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Química. Universidade Estadual do Ceará: Fortaleza, 2015.

RAMOS, M. A. et al. *Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation?* *Biomass and Bioenergy*, v. 32, p. 503-9, 2008.

SAHOTA, S.; SHAH, G.; GHOSH, P.; KAPOOR, R.; SENGUPTA, S.; SINGH, P.; VIJAY, V.; SAHAY, A.; VIJAY, V. K., THAKUR, I. S. Review of trends in biogas upgradation technologies and future perspectives. *Bioresource Technol. Rep.*, v. 1, p. 79-88, 2018.

SANCHES-PEREIRA, A.; TUDESCHINI, L.; COELHO, S. Evolution of the Brazilian residential carbon footprint based on direct energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 54, p.184-201, 2016.

SILVA, E. M. C. A. *Avaliação da contribuição ambiental e sócioeconômica de uma unidade rural de produção de biogás no município de Monteiro – PB*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade Estadual da Paraíba: Campina Grande, 2017.

SILVA, L. P. Desenvolvimento e Sustentabilidade no Semiárido Brasileiro: uma análise do trabalho desenvolvido pela Articulação no Semiárido Brasileiro na região sudoeste da Bahia. Pensamento Econômico: *Desenvolvimento e Sustentabilidade*, n. 16, p. 44-59, 2012.

XAVIER, C. A. N; LUCAS JÚNIOR, J. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. *Engenharia Agrícola*, v.30, n.2, p.212-223, mar./abr. 2010.

ZHANG, Q.; HU, J.; LEE, D.-J. Biogas from anaerobic digestion processes: Research updates. *Renew. Energ.*, v. 98, p. 108-119, 2016.

## REVEGETAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM SUBSTRATOS ORGÂNICOS EM MUDAS DE LEGUMINOSAS

Maria Gorete Flores Salles

Ciro de Miranda Pinto

Aderson Martins Viana Neto

Inti Campos Salles Rodrigues

### Introdução

Há tempos a natureza vem sendo modificada por ação antrópica, gerando problemas ambientais. O homem muitas vezes, seja por hábitos tradicionais, ou pela busca de poder econômico, colabora ativamente com a destruição do ambiente, através de desmatamentos e queimadas, gerando consequências graves como erosão, inundações, desabamentos e outros desastres tidos como naturais, afetando negativamente ao próprio ser humano.

A produção de mudas para posterior plantio nessas áreas se apresenta como uma alternativa na busca por recuperá-las e, as leguminosas são importantes para essa finalidade, por ter como uma de suas características, a fixação biológica de nitrogênio, nutriente essencial ao desenvolvimento das plantas em geral, o qual é incorporado ao solo através de simbiose com microrganismos benéficos que se fixam nas raízes de plantas dessa família. Por isso, são utilizadas como adubação verde, além de contribuírem no aporte de matéria orgânica e sequestro de carbono no solo, colaborando com a sua conservação (HERRADA et al., 2017).

A produção de mudas começou com uso do solo (resultado da interação entre processos físicos, químicos e bio-

lógicos na rocha atriz) como o principal substrato (SANTOS et al., 2014), mas a necessidade de melhorar a qualidade das mudas fez com que pesquisas sobre os substratos fossem desenvolvidas. Substrato para propagar mudas é todo material poroso, usado puro ou misturado, que, colocado em um recipiente, proporciona suficientes níveis de água e oxigênio para um ótimo desenvolvimento das plantas (ZORZETO et al., 2014).

O substrato ideal deve proporcionar condições adequadas à germinação e ao desenvolvimento inicial das mudas, apresentando densidade, capacidade de retenção de água, aeração e drenagem adequadas, para evitar acúmulo de umidade, estar isento de patógenos do solo, de sementes de plantas daninhas e de substâncias tóxicas. Por conseguinte, Klein (2015) considera fundamental um bom preparo do substrato para obter mudas de qualidade já que este exerce influência na produção de mudas, pois é onde as raízes se desenvolvem, pelo suporte de água, oxigênio e nutrientes para as plantas.

Os compostos orgânicos podem ser utilizados como importante fonte de matéria orgânica e nutrientes para a formulação de um substrato adequado, pois estimulam o desenvolvimento de microrganismos benéficos, proporcionam aumento da capacidade de retenção de água e de nutrientes, melhoram o arejamento e a agregação do substrato às raízes das plantas e aumentam a disponibilidade de nutrientes para a muda (TRAZZI et al., 2013).

O uso de substratos orgânicos de origem animal e vegetal auxilia na melhoria da fertilidade do solo e na nutrição das plantas, além de, diminuir os custos da produção agrícola com a redução do uso de fertilizantes químicos, resultando em um produto de maior valor comercial. A adubação orgânica também proporciona um destino aos resí-

duos vegetais, urbanos, industriais e ao grande volume de excrementos de animais produzido em várias propriedades, transformando-os em adubos (CASSOLI NETO et al., 2016).

Assim, a utilização de substratos orgânicos, promove a sustentabilidade econômica e contribui para a diminuição dos impactos ambientais, tornando o sistema de produção sustentável. Objetivou-se com esta revisão de literatura, relatar os substratos de origem animal e vegetal usados no sistema de propagação de mudas de espécies leguminosas destinadas à recuperação de áreas degradadas.

## Substratos

Os substratos podem ser obtidos de várias fontes: animal, vegetal, mineral e sintético (KRATZ et al., 2013). Alguns exemplos de substrato são: esterco de várias espécies de animais domésticos e vermicompostagem ou húmus (de origem animal); baganas, tortas, bagaços, pó e casca de coco, compostagem (processo biológico com boa relação carbono/nitrogênio (C/N) resultante da decomposição aeróbica por ação de microrganismos presentes na mistura empilhada de restos vegetais e animais), serragem e casca de arroz *in natura* ou carbonizada (de origem vegetal); vermiculita, perlita ou areia (de origem mineral) e sintéticos com espuma fenólica e isopor (TRAZZI et al., 2013). Dentre as características desejáveis dos substratos, destacam-se: baixo custo, disponibilidade de aquisição na região, facilidade no transporte, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes e uniformidade (KLEIN, 2015).

Na literatura, vários autores concordam que o substrato deve apresentar boas características físicas, químicas e biológicas, tais como: densidade, curva de retenção de água,

durabilidade, espaço de aeração, porosidade; condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico (pH), salinidade, teor de matéria orgânica (capacidade de fornecer nutrientes às plantas) e capacidade de troca catiônica (propriedades químicas); ausência de pragas, patógenos, sementes de plantas invasoras e a presença de microrganismos benéficos como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Isso possibilitará um rápido crescimento da muda, um bom teor de matéria seca nas partes aérea e radicular (YAMANISHI et al., 2004).

A função do substrato no processo de formação das raízes é essencial, sendo um dos fatores externos mais importantes na sobrevivência das plantas no início do seu desenvolvimento (ARAÚJO et al., 2013). Portanto, o substrato é o ambiente de enraizamento e crescimento inicial das mudas; considerado como todo o material sólido, natural, sintético ou residual, mineral ou orgânico, puro ou misturado, para desenvolver o sistema radicular (DELARMELINA et al., 2014). O desenvolvimento de um sistema radicular saudável depende das características genéticas das plantas, mas também, das propriedades físicas e químicas do substrato utilizado (OLIVEIRA et al., 2012).

Assim, a principal função do substrato é sustentar a muda e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular, bem como os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta. Para fixar as raízes e regular a disponibilidade de nutrientes e água, o substrato deve ser composto por uma fase sólida, constituída de partículas minerais e orgânicas, uma fase líquida, constituída pela água, na qual se encontram os nutrientes, e uma fase gasosa, constituída pelo ar (HARTMANN et al., 2011).

Os insumos biológicos e resíduos orgânicos que beneficiam o crescimento vegetal, quando utilizados na pro-

dução de mudas, podem reduzir os custos com adubações e tornarem-se uma opção com tendência à promoção da sustentabilidade ambiental (OLIVEIRA et al., 2013). Inúmeros substratos em sua constituição original ou combinados são usados atualmente para propagação de espécies, via sementes ou vegetativamente. Assim, os substratos para a produção de mudas são o meio adequado para sua sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível para o bom desenvolvimento das plantas, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

A matéria orgânica favorece o desenvolvimento de microrganismos benéficos, aumentando a disponibilidade de nutrientes ao longo da produção de mudas, aumentando o pH e a capacidade de troca catiônica, essas alterações dependem da quantidade e da qualidade do produto utilizado (TRAZZI et al., 2012). Tosta et al. (2010) destacaram que a matéria orgânica além de favorecer o aumento na capacidade de retenção de água e nutrientes do substrato, possibilita ainda diminuição na densidade aparente e aumento da porosidade do meio.

A matéria orgânica, presente em maior proporção no esterco bovino e no composto orgânico, modifica positivamente as características físicas do solo, promovendo agregação de partículas elementares, aumentando a estabilidade estrutural, a permeabilidade hídrica e reduzindo a evaporação. Assim, a aplicação de resíduos de origem animal ou vegetal promove no solo a integração de compostos orgânicos que, na medida em que decompostos, tornam-se disponíveis às plantas (MOREIRA et al., 2011).

## Substratos de origem animal

A adubação orgânica com esterco bovino é uma prática milenar (TRAZZI et al., 2013). Os adubos orgânicos são as fontes de nutrientes de uso mais frequente na composição de substratos, têm atuação relevante na melhoria dos seus atributos físicos e estimulam os processos microbianos. Entre os adubos orgânicos, o esterco bovino é o mais usado e tem levado a bons resultados na produção de mudas de espécies florestais (ARTUR et al., 2007). Para Silva et al. (2018) o esterco é um produto fundamental para o desenvolvimento de sistemas de produção agrícolas, devido ao seu melhor desempenho técnico, econômico e ecológico.

O adubo orgânico de origem animal mais conhecido é o esterco que é formado por excrementos sólidos e líquidos dos animais e pode estar misturado com restos vegetais. Sua composição é muito variada. São bons fornecedores de nutrientes, tendo o fósforo e o potássio rapidamente disponível e o nitrogênio fica na dependência da facilidade de degradação dos compostos (TRAZZI et al., 2012). O processo de decomposição e mineralização prévia do material orgânico estabiliza ou elimina substâncias fitotóxicas, com liberação gradual de nutrientes ao longo do crescimento da muda (OLIVEIRA et al., 2013).

Variações grandes na eficiência de uso do esterco bovino são esperadas porque ele pode ter composições muito diferentes, dependendo da alimentação dos animais e da forma como ele é recolhido, tratado e armazenado (PRESSES, 2007). Além disso, os teores de nutrientes de um esterco variam, entre outros fatores, com a fase de decomposição do material e com a alimentação e manejo fornecidos ao animal. A decomposição e liberação de nutrientes variam também, com o local de deposição dos resíduos. Resíduos

incorporados geralmente são decompostos mais rapidamente, devido ao aumento da superfície de ataque microbiano e, no interior do solo, geralmente, ocorrem temperaturas mais amenas e uma maior umidade que propicia o rápido crescimento da população de microrganismos, acelerando os processos de decomposição (THÖNNISSEN et al., 2000).

No Brasil, o esterco animal misturado ao solo tem sido muito usado como substrato para a produção de mudas (COSTA et al., 2005). Os benefícios no uso de esterco de bovinos, caprinos, suínos, aves e coelhos podem ser elencados pelas melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e na composição do substrato, bem como, no fornecimento de nutrientes N, P, K e outros minerais; o aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água como também, aumentando a capacidade de troca de cátions (QUEIROZ et al., 2014).

No esterco bovino, o nutriente considerado mais importante é o nitrogênio (N). O N estimula a brotação das folhas. Além disso, possui na sua composição química outros elementos, como o fósforo e o potássio. O fósforo (P) é o elemento-chave na fase inicial de crescimento devido ao maior acúmulo de biomassa nesta fase, e consequente gasto de energia. Um dos macronutrientes mais encontrados no solo pelo uso contínuo de esterco é o potássio (K), elemento essencial para o crescimento, desenvolvimento e maturação dos grãos e frutos dos vegetais (TRANNIN et al., 2001).

O esterco caprino apresenta fermentação mais rápida que outros esterco, podendo ser utilizado com sucesso na agricultura (LEITE et al., 2015). A faixa entre 30 a 40% de esterco de ruminantes na formação de substrato atende às necessidades da maioria das espécies vegetais, produzindo mudas de alto padrão de qualidade (CALDEIRA et al., 2008). Vale salientar que experimentos realizados em vaso são di-

ferentes das condições de campo, possibilitando maior controle dos fatores do meio físico e assim, podem oferecer informações em curto prazo de respostas à adubação de plantio (COSTA et al., 2011).

Neste contexto, Durigon et al. (2002) consideram que a quantidade de esterco e outros resíduos orgânicos a ser adicionada em determinada área depende, entre outros fatores, da composição e do teor de matéria orgânica dos resíduos, classe textural e nível de fertilidade do solo, exigências nutricionais da cultura e condições climáticas regionais.

O esterco de aves é aplicado normalmente junto com a cama, que é colocada para acomodar frangos em aviários (ARAÚJO et al., 2017). Este material quando bem curtido, apresenta-se bem farelado, escuro e frio, muito rico em nitrogênio e sem excesso de amônia (TRAZZI et al., 2013). Vários autores concordam que a matéria orgânica de cama de aviário no substrato regula a temperatura, ativa processos microbianos, melhora a estrutura, a aeração e a capacidade de retenção da água solo (ARAÚJO et al., 2013). Ademais, os estercos de origem animal usados como substratos podem contribuir para a redução dos custos na produção de mudas, desde que sejam formulados com produtos de boa qualidade (TRAZZI et al., 2012).

## **Substratos de origem vegetal**

A demanda por substratos está crescendo cada vez mais, devido a sua utilização em diversas áreas agrícolas. Entre as características desejáveis dos substratos, destacam-se: custo, disponibilidade, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, aeração e boa retenção de umidade e são considerados substratos vegetais: tortas, bagaços, xaxim, serragem, pó e fibra de coco, fo-

lhas, ramos verdes, cascas de árvores, cascas de pinus e café, casca de arroz, palhas de cereais, leguminosas, baganas de carnaúba ou de coqueiro, entre outros (KRATZ et al., 2013),

Por ser grande a quantidade de resíduos vegetais após as safras, estes normalmente são destinados para adubação. Qualquer material orgânico no solo pode eventualmente ser diminuído em partículas menores por pequenos animais e ser decomposto por organismos já nele presentes, ou que venham do solo. Sua função de fornecedor de nutrientes, como de quase todos os outros resíduos, depende basicamente do material empregado em seu preparo. Deve-se destacar que o efeito do composto orgânico como agente acondicionado do solo melhora suas características físicas, como retenção de água, plasticidade e porosidade (CALDEIRA et al., 2008).

Um dos adubos orgânicos muito utilizados é a torta, que é um resíduo industrial, considerado coproduto da produção do biodiesel, a partir de oleaginosas como a mamona, girassol, dendê, pinhão-manso e soja (SILVA et al. 2012). A torta é muito utilizada como fertilizante orgânico e condicionador de solo (LEITE et al. 2015).

As técnicas para a produção de mudas proporcionaram a substituição gradativa da terra de subsolo por outros materiais para a formulação de substratos, que são abundantes nas diferentes paisagens (DUARTE et al., 2010). Portanto, uma das fases importantes para o sucesso da produção a campo, é a formação das mudas e seu crescimento inicial. Nesta etapa o ambiente de cultivo, o recipiente, o volume, o tipo de substrato e suas características de fertilidade, assim como a irrigação e o manejo são importantes para produção de mudas de qualidade elevando também o pegamento nas condições adversas no campo (OLIVEIRA et al., 2014).

## Produção de mudas

Um dos principais insumos para a produção de mudas é o substrato, que é uma mistura de materiais usados no desenvolvimento de mudas, sustentando e fornecendo nutrientes à planta. Para tanto, é importante definir protocolos que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em condições acessíveis aos pequenos agricultores, por ser o público mais interessado neste tipo de insumo (SCHMITZ et. al., 2002).

A produção de mudas com o intuito de recuperar áreas impactadas possui extrema importância, em razão da intensa devastação das florestas nativas. Sendo que, no processo de produção de mudas, o substrato interfere diretamente na qualidade das plantas, devido à variação das propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo (DELARMELINA et al., 2014).

Para se obter mudas de qualidade os substratos devem conter em quantidade e qualidade, os nutrientes para suprir as necessidades de cada espécie vegetal. Assim, na produção de mudas, o substrato é um importante insumo a ser adicionado ao solo, especialmente, para o crescimento das raízes, dando suporte a planta e disponibilizando a água e nutrientes (FURLANI, 2002), proporcionando equilíbrio entre a umidade, nutrição e aeração. A qualidade das mudas varia conforme a escolha dos substratos, que dará condições à germinação e ao desenvolvimento do sistema radicular da muda em formação, para tanto, devem ser livres de patógenos (SILVA et al., 2011).

Na produção de mudas é bem comum utilizar resíduos orgânicos, tanto de origem animal quanto vegetal, que são adicionados ao solo, pelo fato de ser uma técnica favorável às propriedades físico-químicas do mesmo e, também, favo-

recer a macro e microfauna do solo. Isso porque, os adubos orgânicos adicionados ao solo, ajudam no potencial de fertilidade deste e o tornam mais agregado, com maiores fluxos de infiltração e drenagem de água e um aumento na diversidade de microrganismos capazes de transformar a matéria orgânica em substâncias mais simples, assimiláveis pelos vegetais (LUCENA et al., 2006).

Para Klein (2015) não existe um material ou uma mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para a produção de mudas de todas as espécies. Para cada espécie vegetal em variadas situações há estudos com indicações de diferentes substratos, tendo em vista que fatores como luz, água, temperatura e condições edafoclimáticas são alguns dos elementos do ambiente que interferem no desenvolvimento das plantas. Salientando que, a energia luminosa é fundamental para o desenvolvimento da planta, sendo que variações na qualidade e quantidade, presença ou ausência de luz influenciará o tipo de desenvolvimento que a mesma irá apresentar.

Os compostos orgânicos são fontes de matéria orgânica na formulação de substratos adequados (70 a 80 % deste material) para a produção de mudas via semente e estaca (KRATZ et al., 2013).

## **Produção de mudas por estaquia**

A propagação por estaca é um método simples, que permite obter plantas com as características da original (igual à planta mãe). Onde se utiliza o caule (ramos) para a propagação, sendo a técnica da estaquia, utilizada na maior parte das produções de mudas. A principal vantagem é a facilidade para produzir a muda e a possibilidade de propagar as melhores plantas, conservando as características

das mesmas, além da economia, rapidez e simplicidade (HARTMANN et al., 2011). Assim, a estaquia é uma técnica de propagação vegetativa, por segmentos caulinares ou radiculares providos de gemas meristemáticas, utilizada nas espécies que apresentam maior facilidade para a formação de raízes adventícias. Ademais, esta técnica garante a seleção de genótipos superiores e a maior produção de mudas em menor espaço de tempo (GOMES et al., 2015).

Por outro lado, a técnica da estaquia pode ser uma alternativa viável para a produção de mudas de espécies tropicais que apresentem sementes de baixo poder germinativo, difícil armazenamento ou de difícil quebra da dormência, além de possibilitar a reprodução, em maior quantidade, de mudas de espécies que produzam sementes insuficientes, como também, para manter um programa de produção de mudas das espécies que se encontram sob ameaça de extinção (INOUE; PUTTON, 2006).

Para a propagação de mudas por estaquia, o substrato utilizado deve ser firme para segurar as estacas durante o enraizamento. Manter um volume constante se molhado ou seco, não inchar nem contrair, e não compactar durante o processo de secagem e, nem criar crosta quando exposto ao sol. Estar curtido para impedir a imobilização do nitrogênio ou a presença de substâncias fitotóxicas. Ter capacidade para disponibilizar água e nutrientes conforme as necessidades de crescimento e desenvolvimento das plantas. Ser isento de sementes ou propágulos de infestantes, insetos e fitopatógenos. Bem como, ser leve, de fácil transporte, de fácil aquisição e preço justo (FURLANI et al., 2002).

A utilização de esterco como fonte de matéria orgânica em substrato para produção de mudas por estaquia, proporciona aumento no número de folhas (MESQUITA et al., 2012). Por outro lado, Diniz Neto et al. (2013) observaram a

diminuição no número de folhas de jureminha (*Desmanthus virgatus* (L) Willd) quando cultivada em substratos com menores teores de matéria orgânica e água disponível.

Quando o objetivo for o de produzir mudas de forma assexuada, para a restauração ecológica em áreas degradadas, é importante que a escolha das matrizes que irão fornecer o material a ser propagado seja muito criteriosa. Os índices de pegamento são crescentes com o aumento do comprimento das estacas utilizadas no plantio, provavelmente, esse fator se deve a maior reserva de nutrientes e maior número de gemas auxiliares presentes nas estacas, favorecendo assim a brotação das mesmas (PEREIRA JÚNIOR et al., 2008).

### **Produção de mudas por sementes**

No sistema de produção de mudas, o substrato deve ser um dos primeiros fatores a se pensar, pois interfere diretamente na qualidade das plantas, já que é responsável pela retenção de água, pela disponibilidade de nutrientes e tem influência direta na germinação e na formação inicial da muda. Assim, o material utilizado na composição do substrato pode afetar a germinação e o estabelecimento da plântula, o que demonstra a importância da escolha da composição ideal do substrato (SILVA et al., 2011).

Os substratos utilizados para produzir mudas devem proporcionar condições adequadas à germinação e a um bom desenvolvimento do sistema radicular da planta para que possa se expandir e a muda vir a expor o seu potencial (SAMPAIO et al., 2015). Além de, possibilitar suprimento adequado de água e ar ao sistema radicular, estar isento de fitopatógenos ser de baixo custo e, preferencialmente, estar disponível na propriedade (ARAÚJO et al., 2013). Como o substrato está presente no estágio inicial do desenvolvimen-

to, momento em que as plantas são muito sensíveis ao déficit hídrico e susceptíveis ao ataque de microrganismos. Conquanto, a qualidade física do substrato é importante e, garante mudas de qualidade com baixo custo em um curto período (FURLAN et. al., 2007). Ressaltando que, na composição do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade e pelo fornecimento de parte dos nutrientes (ARAÚJO; SOBRINHO, 2011).

A semente é a parte do fruto que contém o embrião em estado de vida latente, que em condições favoráveis dará origem à outra planta e, por isso é necessário conhecer o seu desenvolvimento. Além disso, é de grande importância conhecer as condições que proporcionam uma boa germinação, para tanto, os substratos têm a principal função de fornecer sustentação das sementes, além de condições adequadas a seu desenvolvimento, como água e nutrientes (SAMPAIO et al., 2015).

A propagação por sementes é o principal método pelo qual as plantas se reproduzem na natureza, e também um dos mais eficientes, sendo amplamente utilizado na propagação de plantas cultivadas (HARTMANN et al., 2011). Neste método de produção de mudas, há que se considerar a existência de diversos fatores que afetam a germinação de sementes. Entre os principais estão a dormência e a qualidade das sementes, o conteúdo de água, bem como, o ambiente a que as sementes estão submetidas, principalmente com relação a temperatura, presença de gases e a condição de luz.

Para maioria das espécies, o substrato deve manter proporção adequada entre a disponibilidade de água e a aeração, não devendo ser umedecido em excesso para evitar que a película de água envolva completamente a semente, restringindo a entrada e absorção de oxigênio (SILVA; CESARINO, 2016). Por outro lado, a profundidade de semeadura

é um fator determinante para o sucesso da emergência e sobrevivência da plântula e, deve proporcionar uma germinação homogênea, uma rápida emergência de plântulas e mudas vigorosas.

Além da escolha correta do substrato a ser utilizado, é muito importante ter atenção em todos os fatores envolvidos no processo de germinação, como profundidade da semeadura, uso de sementes de qualidade e manejo de irrigação. Na escolha do substrato devem-se considerar aspectos como o tamanho da semente, exigência hídrica da espécie e características nutritivas para o desenvolvimento inicial da planta (DUTRA et al., 2016).

### **Importâncias das leguminosas na recuperação de áreas degradadas**

As leguminosas são utilizadas para a adubação verde e a rotação das culturas, possuindo habilidade para recuperar os solos, por serem mais eficientes quando comparadas com as gramíneas ou qualquer outro grupo de plantas. Essas plantas têm grande diversidade de espécies e são usadas na dinâmica dos ecossistemas. Outro fator positivo e relevante na escolha de leguminosas está associado à simbiose com microrganismos benéficos como bactérias do gênero *Rhizobium* e fungos micorrízicos. Spagnoletti et al. (2013), relataram que a interação entre microrganismos simbiotes como as bactérias do gênero *Rhizobium* e os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), são importantes para absorção de nutrientes pelas plantas, além de contribuir respectivamente no ciclo do nitrogênio e fósforo.

No Brasil, a utilização de leguminosas para recuperar áreas degradadas apresenta vários benefícios, devido à existência de um grande número de espécies que ocorrem

em várias regiões do país, como também, pela relativa facilidade na aquisição de sementes dessas espécies. Porém, a principal preferência pelo uso das espécies leguminosas, se deve à característica especial que elas possuem em relação às outras plantas, que é a capacidade de se associarem com microrganismos do solo, como as bactérias fixadoras de nitrogênio, que transformam o nitrogênio do ar em compostos nitrogenados assimiláveis pelos vegetais, podendo tornar a planta, parcial ou totalmente, independente do aporte externo desse nutriente (AZEVEDO et al., 2007).

A fixação biológica de nitrogênio realizada pelo rizóbio em simbiose com leguminosas é importante para os programas de recuperação de solos degradados, que geralmente são deficientes em nitrogênio, em virtude da intensa perda de matéria orgânica. Por outro lado, as leguminosas também são importantes no processo de estabilização da matéria orgânica do solo, pois para cada dez (10) unidades de carbono (C) sequestrado há a necessidade de mobilizar, em média, uma unidade de nitrogênio (NOGUEIRA et al., 2012).

Wojciechowski et al. (2004) consideram que o grupo das leguminosas possuem importância econômica como plantas alimentícias, medicinais, madeireiras, ornamentais, produtoras de fibras e óleos, além da contribuição na agricultura quanto ao solo.

Quando se trata da recuperação de áreas degradadas (RAD) o sucesso desse processo requer o uso das espécies leguminosas de rápido crescimento, que sejam capazes de melhorar o solo, depositando matéria orgânica e reciclando nutrientes, para o reestabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído pela ação antrópica ou por desastres naturais

Araújo Filho (2007) realizou uma pesquisa visando selecionar espécies leguminosas arbóreas simbiontes para

a recuperação de áreas degradadas do município de Quixeramobim (CE) e concluiu que, para as condições estudadas as leguminosas *Albizia lebeck*, *Gliricídia sepium*, *Caesalpinia ferrea*, *Mimosa hostilis*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Parkinsonia aculeata* podem ser utilizadas com sucesso, em programas de recuperação florestal. Essas espécies foram capazes de restaurar as áreas destruídas, regenerando a paisagem, protegendo o solo e o curso de água, além de causar impacto positivo ao meio ambiente.

Após adicionadas ao solo, as leguminosas tendem a mobilizar nutrientes, especialmente o nitrogênio (N) e, essa mobilização varia com a espécie e sua incorporação de N no solo. O conteúdo de celulose e de polifenóis na raiz foram os fatores que mais influenciaram a mineralização do solo pelo nitrogênio, em curto prazo. Entretanto, em estudo de longo prazo, foi avaliada a queda da serapilheira produzida por plantios homogêneos de algumas leguminosas utilizadas na recuperação de solos degradados, houve o retorno de N, P, K e Mg ao solo, via essa queda da serapilheira, que são os restos vegetais caídos ao chão.

As plantas fixam carbono (C) pelo processo de fotossíntese, formando a biomassa vegetal. Durante o crescimento das plantas, parte da biomassa produzida retorna ao solo, formada por folhas, galhos e estruturas reprodutivas, constituindo a camada de serapilheira. A ação do processo de decomposição sobre a serapilheira proporciona a ciclagem de nutrientes, que exerce importante papel na reabilitação de áreas degradadas (NOGUEIRA, 2012).

A grande diversidade de espécies de leguminosas, aliadas ao importante papel que estas plantas exercem na incorporação de material vegetal ao solo, na cobertura do solo e no suprimento de nitrogênio para os ecossistemas, faz com que as plantas desta família botânica sejam eficientes na re-

cuperação de áreas degradadas. Portanto, o uso de leguminosas herbáceas perenes como cobertura viva permanente vem sendo, frequentemente, avaliado como alternativa para ser utilizada na proteção do solo. Esta prática tem caráter multifuncional, associando aspectos de conservação do solo e de manutenção da fertilidade e, como consequência, da adubação verde. Pois, além de fixar carbono (C) e nitrogênio (N) atmosféricos e maximizar a ciclagem de nutrientes, favorece a atividade biológica do solo (PERIN et al., 2002).

Assim, a importância das espécies leguminosas arbóreas ou arbustivas pode ser evidenciada por apresentarem funções produtivas e protetoras do solo como, controle da erosão, estabilidade de terrenos inclinados, quebra-ventos, aumento no estoque e qualidade da água (HERRADA et al., 2017). Ademais, a arborização proporcionada pelas leguminosas pode contribuir também, para a utilização sustentável de pastagens, principalmente daquelas formadas em solos de baixa fertilidade natural (NOGUEIRA, 2012)

Segundo Costa Filho et al. (2007) solos em regiões tropicais e subtropicais estão associados com baixo conteúdo de minerais tais como N, P, S, K, Ca, Mg, Cu, Mo e B e alta saturação de alumínio, que são restritivas ao crescimento radicular. Na avaliação de leguminosas é essencial considerar as características agrônômicas da planta em relação aos objetivos desejáveis e fatores de clima e solo, como exemplo, a *Leucaena leucocephala* cresce melhor em solos argilosos, alcalinos e calcários, com crescimento fraco em solos ácidos, saturados em alumínio e manganês.

Neste contexto, a etapa da produção de mudas é fase fundamental para obtenção da uniformidade das leguminosas. Nessa fase, o tipo de substrato, tipo de ambiente, o recipiente, a irrigação, a adubação e o manejo correto das operações de produção propiciam condições para obtenção de

plantas com elevada qualidade, para garantir o sucesso para o plantio ou replantio em reflorestamento (COSTA et al., 2015).

## Considerações finais

Ao utilizar substratos orgânicos, originários de resíduos de animais e restos vegetais na produção de mudas para reflorestar e recuperar áreas degradadas há a preocupação de buscar alternativas viáveis que não agridam ao meio ambiente, pois grandes volumes destes produtos representam um problema ambiental se não for apresentado um destino final adequado.

## Referências

ARAÚJO, A.C.; ARAÚJO, A.C.; DANTAS, M.K.L. et al. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 210-216, abril, 2013.

ARAÚJO, A.P.; SOBRINHO, S.P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 35, n. 3, Edição Especial, p. 581-588, 2011.

ARAUJO, V.F.; SILVA, E.S.B.; MORESCO, C. et al. Utilização do resíduo de cama de frango em diferentes dosagens na produção de cebolinha. *Revista Campo Digit@l*, Campo Mourão, v. 12, n. 1, p. 36-44, jan./jul.,2017.

ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B.; SILVA, N.L. et al. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e repovoamento em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.1592-1595, setembro, 2007.

ARTUR, A.G.; CRUZ M.C.P.; FERREIRA, M.E. et al. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 6, p. 843-850, junho, 2007.

AZEVEDO, R.L.; RIBEIRO, G.T.; AZEVEDO, C.L.L. Feijão Guandu: uma planta multiuso. *Revista da Fapese*, Aracaju, v. 3, n. 2, p. 81-86, jul./dez., 2007.

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.; FENILLI, T.A.B. et al. Composto Orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CASSOLI NETO, P.; MOREIRA, W.M.Q.; CAMELO, A.D. et al. Uso de compostos orgânicos como substratos na germinação e produção de mudas de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii*). *Revista Fafibe On-Line*, Bebedouro SP, v. 9, n. 1, p. 103-110, 2016.

CAVALCANTE, A.C.P.; SILVA, A. G.; SILVA, M.J.R.S. et al. Produção de mudas de Gliricídia com diferentes substratos orgânicos. *Revista Agrarian*, Dourados, v. 9, n. 33, p. 233-240, jul./set., 2016.

COSTA, M.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ALBRECT, J.M.F. et al. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 19-24, jan./abr., 2005.

COSTA, F.G.; VALERI, S.V.; CRUZ, M.C.P. et al. Esterco bovino para o desenvolvimento inicial de plantas provenientes de quatro matrizes de *Corymbia citriodora*. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 161-169, junho, 2011.

COSTA, E.D.; DIAS, J.G.; LOPES, K.G. et al. Telas de sombreamento e substratos na produção de mudas de *Dipteryx alata* Vog. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 416-425, jul./set., 2015.

COSTA FILHO, L.C.C.; MELOTTO, A.M.; BOCCHESI, R.A. et al. Germinação de quatro leguminosas forrageiras lenhosas em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 366-368, julho, 2007.

DELARMELINA, W.M.; CALDEIRA, M.V.W.; FARIA, J.C.T. et al. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 224-233, abr./jun., 2014.

DINIZ NETO, M.A.; VASCONCELOS, R.C.M.; CAVALCANTE, L.F. et al. Disponibilidade hídrica de dois solos e diferentes idades de corte no comportamento agrônomico da jureminha. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 24-33, jan./mar., 2013.

DUARTE, R.F; SAMPAIO, R.A; JÚNIOR, D.S.B. et al. Crescimento inicial de Acácia em condicionador formado de fibra de coco e resíduo agregante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 11, p. 1176-1185, novembro, 2010.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J. et al. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 983-992, out./dez., 2002.

DUTRA, A.F.; ARAÚJO, M.M.; RORATO, D.G. et al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. et. Zucc. em diferentes substratos. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 411-418, abr./jun., 2016.

FURLAN, F.; COSTA, M.S.S.M.; COSTA, L.A.M. et al. Substratos alternativos para produção de mudas de couve folha em sistema orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 1686-1689, setembro, 2007.

FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, M.F. et al. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. *Instituto Agronômico*, Campinas, v. 1, p. 29-37, 2002.

GOMES, J.A.O.; TEIXEIRA, D.A.; MARQUES, A.P.S. et al. Diferentes substratos na propagação por estaquia de assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 17, n. 4, supl. III, p. 1177-1181, 2015.

GUERRINI, A.I.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, nov./dez., 2004.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T. et al. *Plant propagation: principles and practices*. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HERRADA, M.R.; LEANDRO, W.M. FERREIRA, E.P.B. Leguminosas isoladas e consorciadas com milho em diferentes sistemas de manejo do solo no feijão orgânico. *Terra Latinoamericana*, Chapingo, México, v. 35, n. 4, p. 293-299, september, 2017.

INOUE, M.T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. *Floresta*, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 55-61, jan./abr., 2006.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 2-3, jul./set., 2015.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A.C. et al. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 607-621, out./dez., 2013.

LEITE, Y.S.A.; VÉRAS, M.L.M.; MELO FILHO, J.S. et al. Influência de quantidades e fontes de adubos orgânicos em plantas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). *Revista Agropecuária Técnica* – AGROTEC, Areia, v. 36, n. 1, p. 167-175, jan./dez., 2015.

LUCENA, A. M. A.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. Desenvolvimento de mudas de leucena e flamboyant em diferentes composições de substratos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 16-23, jul./dez., 2006.

MESQUITA, E.F.; CHAVES, L.H.G.; FREITAS, B.V. et al. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 7, n. 1, p. 58-65, jan./mar., 2012.

MOREIRA, R.A.; RAMOS, J.D.; ARAÚJO, A. et al. Produção e qualidade de frutos de pitaiá-vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. Especial, p. 762-766, out., 2011.

MENEZES, A.S.; MOREIRA, F.J.C.; SOUZA, M.C.M.R. et al. Efeito do substrato no processo de germinação em duas variedades de mamão. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre, v. 5, n. 3, p. 1-8, dez., 2013.

NOGUEIRA, N.O.; OLIVEIRA, O.M.; MARTINS, C.A.S. et al. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, Goiânia. v. 8, n. 14, p. 2121-2131, jan./dez., 2012.

OLIVEIRA, P.R.; CENTURION, J.F.; CENTURION, M.A.P.C. et al. Qualidade física de um latossolo vermelho cultivado com soja submetido a níveis de compactação e de irrigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 587-597, mar./abr., 2012.

OLIVEIRA, J.J.F.; SOUSA, R.F.; CARNEIRO, R.F.V. et al. Crescimento inicial de plantas de leucena frente à inoculação micorrízica e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 212-220, dezembro, 2013.

OLIVEIRA, L.C.; COSTA, E.; SOBRINHO, M.F.O. et al. Esterco bovino e fibra de coco na formação de mudas de baruzeiro. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, v. 1, n. 2, p. 42-51, out./dez., 2014.

PEREIRA JÚNIOR, L.R.; GAMA, J.S.N.; RESENDE, I.R.A. Propagação vegetativa de *Gliricidia sepium* no Curimataú paraibano. *Revista Verde*, Mossoró, v. 3, n. 3, p. 17 -20, jul/set., 2008.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. et al. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um Argissolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 713-720, jul./set., 2002.

PRESTES, M.T. *Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas do anigo (Anadenanthera macrocarpa)*. 2007. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2007.

QUEIROZ, C.R.A.A.; ANDRADE, R.R.; LACERDA, Z.C. Esterco de coelho: fonte de nutrientes para complementação da adubação. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre MG, v.6, n.3, p. 11-17, dezembro, 2014.

SAMPAIO, M.F.; COUTO, S.R.; SILVA, C.A. et al. Influência de diferentes substratos associados a métodos de superação de dormência na germinação e emergência de sementes de jatobá (*hymenaea courbaril L.*). *Revista Farociência*, Porto Velho, v. 2, n. 1, p. 11-27, jan./jun., 2015.

SANTOS, F.E.V.; KUNZ, S.H.; CALDEIRA, M.V.W. et al. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 971-979, setembro, 2014.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D.; KÄMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, dezembro, 2002.

SILVA, E.A.; OLIVEIRA, A.C.; MENDONÇA, V. et al. Substratos na produção de mudas de mangabeira em tubetes. – *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 279-285, abr./jun., 2011.

SILVA, S.D.; PRESOTTO, R.A.; MAROTA, H.B. et al. Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n.1, p.19-27, jan./mar., 2012.

SILVA, B.M.S.; CESARINO, F. Germinação de sementes e emergência de plântulas de jutaí (*Hymenaea parvifolia* Huber.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 18, n. 1, supl. I, p. 256-263, 2016.

SILVA, E.D.; MARIN, A.M.P.; FRAGA, V.S. Inovações tecnológicas de adubação orgânica em sistemas agrícolas familiares. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 17-29, março, 2018.

SPAGNOLETTI, F. N.; DI PARDOB, A. F; GÓMEZC, N.E.T.; VIVIANA M. CHIOCCHIO, V. M. Las micorrizas arbusculares y Rhizobium: una simbiosis dual de interés. *Revista Argentina de Microbiología*, v.45, n.2,p.131-132, 2013.

THÖNNISSEN, C.; MIDMORE, D.J.; LADHA, J.K. et al. Legume decomposition and nitrogen release when applied as

green manures to tropical vegetable production systems. *Agronomy Journal*, Madison, Wisconsin, v. 92, p. 253-260, march/april, 2000.

TOSTA, M.S.; LEITE, G.A.; GÓES, G.B. et al. Doses e fontes de matéria orgânica no desenvolvimento inicial de mudas de melancia "Mickylee". *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 5, n. 2, p.117-122, abril/junho, 2010.

TRANNIN, I.C.B.; MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. et al. Tolerância de estirpes e isolados de Bradyrhizobium e de Azorhizobium a zinco, cádmio e cobre "in vitro". *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 305-316, abr./jun., 2001.

TRAZZI, P.A.; CALDEIRA, M.V.W.; COLOMBI, R. et al. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 455-462, dez., 2012.

TRAZZI, P.A.; CALDEIRA, M.V.W.; PASSOS, R.R. et al. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 401-409, jul./set., 2013.

WOJCIECHOWSKI, M.; LAVIN, M.; SANDERSON, M. A phylogeny of legumes (*Leguminosae*) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family. *American Journal of Botany*, St. Louis, Missouri, v. 91, n. 11, p. 1846-1862, 2004.

YAMANISHI, O.K.; FAGUNDES, G.R.; MACHADO FILHO, J.A. et al. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 276-279, agosto, 2004.

ZORZETO, T.Q.; DECHEN, S.C.F.; ABREU, M.F. et al. Caracterização física de substratos para plantas. *Bragantia*, Campinas, v. 73, n. 3, p. 300-311, aug 08, 2014.

# SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE COM RASTREAMENTO DO PONTO DE MÁXIMA POTÊNCIA E CONTROLE POR CORRENTE MÉDIA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Túlio Pinheiro Moura

Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

Juan Carlos Alvarado Alcócer

Lívia Paulia Dias Ribeiro

## Introdução

A necessidade de diversificar a matriz de produção de energia elétrica no Semiárido nordestino tem-se intensificado o uso das fontes de energias renováveis como complemento às fontes convencionais. Dentre estas, a energia solar fotovoltaica vem ganhando cada vez mais espaço, visto que o sistema é de fácil implantação; possui um baixo custo de manutenção; é uma tecnologia ideal para locais onde há maiores índices de radiação solar e, com o avanço tecnológico, o custo dos sistemas fotovoltaicos está em declínio, e assim tornando este tipo de energia mais competitivo (COUTINHO, 2015).

O Brasil possui um grande potencial para gerar eletricidade a partir da conversão da fotovoltaica, todavia não é amplamente aproveitado. A Alemanha, por exemplo, é um dos líderes no uso de energia solar fotovoltaica tem uma insolação 40% menor do que na região menos ensolarada do Brasil. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, diariamente incide entre 4.500 Wh/m<sup>2</sup> a 6.300 Wh/m<sup>2</sup> no país. Tais dados demonstram que as condições brasileiras são favoráveis ao aproveitamento dessa fonte de energia, o que justifica sua inserção como fonte complementar na matriz elétrica brasileira (CARVALHO, 2013).

Nesta perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo contribuir para o estudo e desenvolvimento de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica. A técnica Pertube&Observe foi utilizada para extrair a máxima potência dos módulos. A conexão do sistema com a rede foi realizada através de um inversor com técnica de controle da corrente de saída por valor médio. Este controle tem característica de monitorar a tensão do barramento CA e a corrente do inversor para injeção da corrente de saída em sincronismo com a tensão da rede.

### **Circuito proposto**

A Figura 1 ilustra o sistema fotovoltaico com potência nominal de 5,2kWp conectado à rede de distribuição. O sistema proposto é formado por um arranjo com 16 módulos FV, um barramento CC, um conversor CC/CC do tipo Boost, um conversor CC/CA monofásico, um filtro passivo LC série e a rede da concessionária.

O Conversor Boost é controlado pela técnica Perturbe&Obeserve para busca do MPPT. Este algo ritmo atua periodicamente no incremento ou decremento da razão cíclica, alterando a tensão de saída do módulo e, consequentemente, a potência extraída. A cada mudança da razão cíclica, a potência obtida no ciclo atual é comparada com a potência do ciclo anterior. Dependendo do resultado obtido, o controlador decide pelo incremento ou decremento na próxima interação (LABOTO, 2015).

De acordo com Lobato (2015) A saída do conversor Boost é conectada a entrada do conversor CC/CA ou inversor. O inversor tem por objetivo converter energia de uma fonte CC em CA, com modulo e frequência desejados. A técnica de controle utilizada na estratégia de modulação foi a

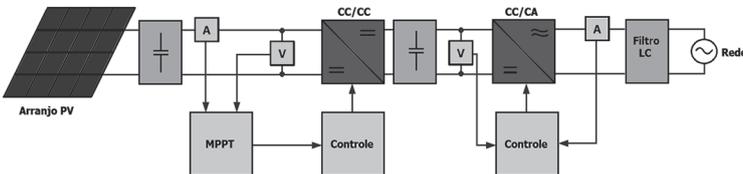
Average Current Mode Control, conhecida como controle por corrente média.

A técnica de controle por corrente média é muito utilizada em aplicações de eletrônica de potência nas quais a corrente média do indutor, no caso a corrente a ser injetada na rede, precisa ser controlada, apresentando uma inerente proteção de sobre-corrente. É também muito utilizada para o controle de topologias que se utilizam de paralelismo de conversores, como por exemplo, os conversores intercalados (interleaved converters), possibilitando que o controle atue na correção de um eventual desbalanço de corrente.

O Controle Por Corrente Média também pode ser utilizado para controlar tensão de maneira indireta, ou seja, o compensador de corrente comparando a amostra de corrente média no indutor, colhida pelo sensor, com um sinal de referência proveniente da saída de uma malha de tensão efetua ação de controle. Trata-se de um controle cascata no qual a malha de corrente é a malha mais interna e possui como referência a saída da malha de tensão (malha externa).

Um filtro LC série é conectado na saída do inversor com a finalidade de reduzir as distorções harmônicas, injetando uma corrente senoidal em sincronismo com a rede (BEZERRA, 2010).

**Figura 1** – Circuito proposto.



## I. Arranjo FV

Para o arranjo fotovoltaico utilizou-se os painéis da marca Bringing Green Power to Life GCL-P6/72 cuja potência nominal de cada módulo é 325Wp. O sistema é composto por dezesseis módulos rearranjados em quatro strings conectados em série-paralelo. A Tabela 1 dispõe das especificações técnicas do módulo FV utilizado neste projeto.

**Tabela 1** – Especificações técnicas do módulo FV.

Parâmetros	Valor
Máxima Potência (Pm)	325 W
Tolerância:	0 / 5 W
Tensão de Máxima Potência (Vm):	37,6 V
Corrente de Máxima Potência (Im):	8,64 A
Tensão de Circuito Aberto (Voc):	46,0 V
Corrente de Curto-Circuito (Isc):	9,24 A

Segundo Junior (2003) a capacitância do capacitor de entrada pode ser calculada a partir da equação 1.

$$C_i = \frac{L_b \cdot I_o \cdot \Delta I_{Li}}{V_i \cdot \Delta v_o} \quad (1)$$

Onde:

$C_i$  – Capacitância do capacitor do barramento CC;

$L_b$  – Indutância do conversor *Boost*;

$I_o$  – Corrente nominal da entrada do *Boost*;

$\Delta I_{Li}$  – Ondulação de corrente na entrada *Boost*;

$v_i$  – Tensão nominal de entrada do *Boost*;

$\Delta v_o$  – Ondulação na tensão de entrada do *Boost*.

A Tabela 2 dispõe das especificações adotadas para o conversor Boost.

**Tabela 2** – Especificações de projeto do Boost

Parâmetros	Valor
Tensão de entrada	$V_i = 150 \text{ V}$
Tensão de saída	$V_o = 400 \text{ V}$
Potência de saída	$P_o = 5,2 \text{ kWp}$
Frequência de chaveamento	$F_s = 20 \text{ kHz}$
Ondulação da tensão do capacitor de saída	$\Delta V_{Co} = 20\%$
Ondulação de corrente de saída	$\Delta I_{Lo} = 20\%$

Segundo Hart (2012), a indutância e capacitância do conversor Boost pode ser determinada a partir das equações (2) e (3), respectivamente.

$$L_b = \frac{V_i \cdot D}{F_s \cdot \Delta I_L} \quad (2)$$

$$C_b = \frac{V_o \cdot D}{F_s \cdot R_o \cdot \Delta V_o} \quad (3)$$

Onde:

$L_b$  – Indutância do Boost;

$C_b$  – Capacitância do Boost.

Junior (2003) determinou a capacitância do capacitor de barramento a partir da equação 4. A tensão de saída ou a tensão de entrada no inversor deve ser pelo menos, 30% maior que a tensão de pico na carga.

$$C_{barra} = \frac{2 \cdot P_i \cdot \frac{1}{F_r}}{(V_{m\acute{a}x})^2 - (V_{m\acute{i}n})^2} \quad (4)$$

Onde:

$C_{barra}$  – Capacitância do capacitor de entrada no inversor;

$P_i$  – Potência de entrada;

$F_r$  – Frequência da rede;

$V_{máx}$  – Tensão máxima de entrada;

$\Delta v_o$  – Tensão mínima de entrada.

A Tabela 3 dispõe das especificações adotadas para o inversor monofásico.

**Tabela 3** – Especificações de projeto do inversor

Parâmetros	Valor
Tensão de entrada	= 400 V
Tensão de saída	$V_{o(rms)} = 220$ V
Potência de saída	$P_o = 5,2$ kWp
Frequência da rede	$f_r = 60$ Hz
Ondulação da tensão do capacitor de saída	$\Delta V_{Co\_inv} = 30\%$

Segundo Sousa (2000), a indutância e a capacitância do filtro de saída são definidas em (5) e (6), respectivamente.

$$L_{inv} = \frac{(V_i - \sqrt{2} \cdot V_o) \cdot D}{2 \cdot \Delta_i \cdot f_s} \quad (5)$$

$$C_{inv} = \frac{1}{L_{inv} \cdot \left(\frac{2\pi f_s}{10}\right)^2} \quad (6)$$

Onde:

$L_{inv}$  – Indutância do indutor de filtro;

$C_{inv}$  – Capacitância do capacitor de filtro.

## Circuito de Controle

A seguir é apresentado o algoritmo utilizado para o rastreamento da máxima potência a ser extraída. Este algoritmo atua periodicamente no incremento ou decremento da razão cíclica, alterando a tensão de saída do módulo e, conseqüentemente, a potência extraída.

```

//Definição das Variáveis//
static double Potencia_lida, D=0.625, D1dt, Vi, Ii;
static double dt, Pn1=0, Vn1=0;
//Cálculos de Referência//
Vi=x1;
Ii=x2;
dt=0.015;
//Controlador//
Potencia_lida = (Vi * Ii); // cálculo da potência lida
if(Potencia_lida > Pn1 )
{D1dt=D+dt;}
    else
    {D1dt=D-dt;}
    if(D1dt >=0.95)
    {D1dt =D-dt;}
if(D1dt < 0.625)
{D1dt =0.625;}
Pn1=Potencia_lida;
    D=D1dt;
        y1=D1dt;
            y2=Pn1;

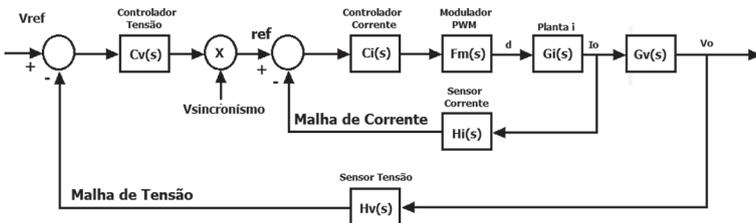
```

A cada incremento ou decremento da razão cíclica, a potência obtida no ciclo atual é comparada com a potência do ciclo anterior com finalidade de obter a máxima potência.

O controle do inversor tem como objetivo manter a tensão do barramento no valor de referência, e sincronizar a corrente injetada com a tensão da rede.

A Figura 2 ilustra o diagrama de bloco do controle utilizado.

**Figura 2** – Diagrama de blocos do circuito de controle.



Onde:

$C_v(s)$  – Controlador de Tensão;

$X$  – Tensão de Amostragem;

$C_i(s)$  – Controlador de Corrente;

$F_m(s)$  – Modulador PWM;

$G_i(s)$  – Planta da Malha de Corrente;

$H_i(s)$  – Sensor de Corrente;

$G_v(s)$  – Planta de Tensão;

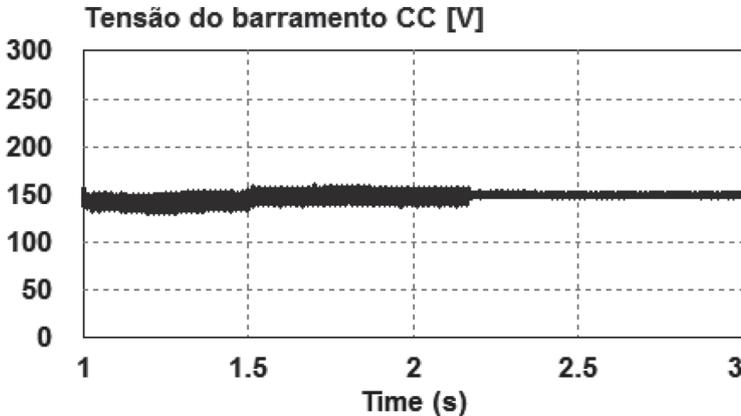
$H_v(s)$  – Sensor de Tensão.

O compensador necessita de uma amostra de corrente e um sinal obtido da malha externa de tensão, para efetuar a ação do controle. O compensador selecionado para o projeto foi o PI (Proporcional integrador) com filtro. Os elementos do circuito podem ser determinados de acordo com Lei (2004).

## Resultados de simulação

A Figura 3 ilustra a tensão do barramento CC, saída do arranjo FV e entrada do conversor Boost.

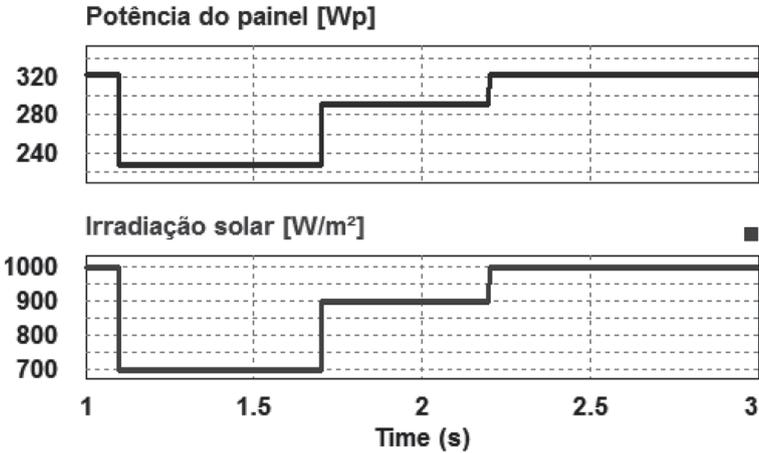
**Figura 3** – Tensão de saída do painel (barramento CC).



A tensão média do barramento CC permaneceu dentro do valor especificado de 150 V, com índice de radiação variando entre 700 e 1000 W/m<sup>2</sup>. Com o tempo de até 2,2 segundos tem-se a pior condição de radiação o que explica a oscilação no valor da tensão do barramento CC. Contudo o valor médio permaneceu em 150V. Após esse tempo, a condição de 100 W.m<sup>-2</sup> é adotada, o sistema passa tem um comportamento mais estável, permitindo a extração da máxima potência dos painéis.

A Figura 4 ilustra a máxima potência extraída do painel GCL-P6/72 para cada nível de radiação.

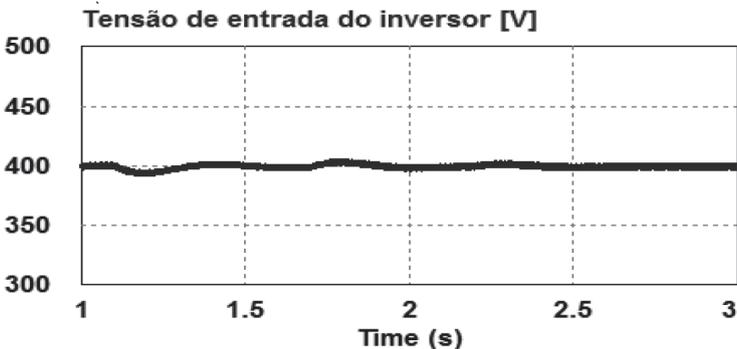
**Figura 4** – Máxima potência extraída para cada nível de radiação



A técnica do Pertube&Observe atuou procurando localizar o ponto de máxima potência de acordo com a nível de irradiação disponível no momento.

A Figura 5 ilustra a tensão de saída do Boost, essa tensão é entrada do inversor e deve ser pelo menos 30% maior em relação a tensão de saída. Para tensão de saída de 220 V é definiu-se 400 V na entrada.

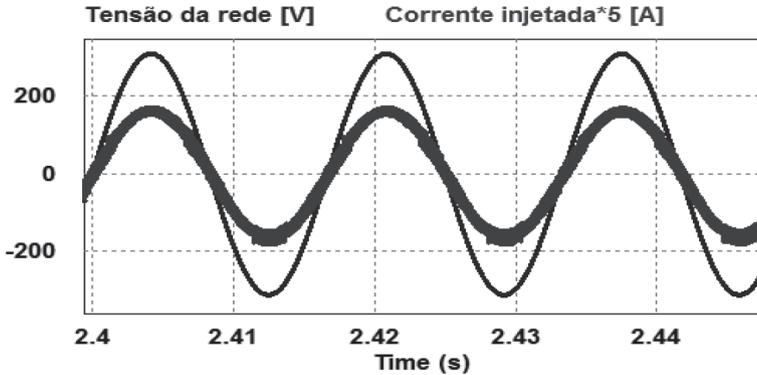
**Figura 5** – Tensão de saída do conversor Boost (entrada do



É através da tensão de entrada do inversor que ocorre o monitoramento da malha de tensão do controlador.

A Figura 6 ilustra a tensão da rede e a forma de onda da corrente a ser injetada

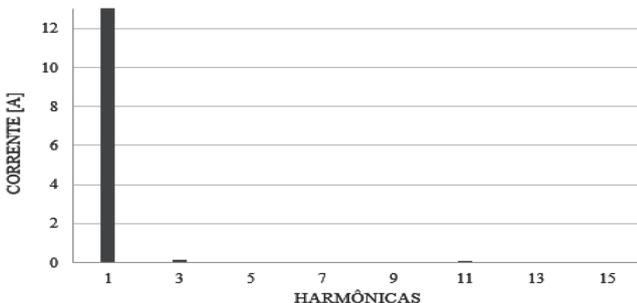
**Figura 6** – Tensão da rede e corrente injetada



A corrente segue a forma de onda senoidal da tensão da rede e em sincronismo. A fator de potência determinado foi de 0,98 com taxa de distorção harmônica de 10%. Valores considerados aceitáveis para aplicações industriais.

A Figura 7 apresenta a análise harmônica da corrente injetada na rede.

**Figura 7** – Conteúdo harmônico da corrente injetada na rede.



Observa-se que a corrente injetada possui uma característica senoidal com a eliminação ou atenuação de todas as harmônicas ímpares. Isso explica o elevado fator de potência de 0,98 e o baixo valor de THD de 10%.

## Conclusão

A energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma boa alternativa para diversificação da matriz energética, principalmente em países com altos índices de radiação solar durante todo o ano, como é o caso do Brasil.

O sistema fotovoltaico analisado de 5,2kWp de potência instalada, com variação da radiação solar, entre 700 W/m<sup>2</sup> e 1000 W/m<sup>2</sup>, e conectado à rede apresentou um alto fator de potência 0,98 e uma baixa taxa de distorção harmônica de 10%. A técnica do Perturbe&Observe buscou a máxima potência com o incremento ou decremento da razão inversor permitiu a injeção da corrente em sincronismo com a tensão da rede. O filtro LC série permitiu que a corrente injetada tivesse a forma de onda senoidal, eliminando o conteúdo harmônico.

## Referências

COUTINHO, G. D. *Células solares*. Rio de Janeiro: Departamento de Engenharia Elétrica, 2015. 15 p.

CARVALHO, C. R. F. *Sistema fotovoltaico isolado: uma aplicação prática no projeto xacupi*. 2013. 46 f. Monografia (Especialização) – Curso de Formas Alternativas de Energia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SOUZA, F. P. *Correção do fator de potência para instalações de baixa potência empregando filtros ativos*. 2000. 226 f. Tese de

Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

HART, D. W. *Eletrônica de Potência: Análise e Projetos de Circuitos*. São Paulo: Amgh Editora Ltda, 2012. 475 p.

LEI, W. H., MAN, T. K.: *A General Approach for Optimizing Dynamic Response for Buck Converter*. ON Semiconductor Application Note AND8143/D. 2004. pp. 1 to 9.

JUNIOR, E. M. et al. Suprimento de Energia para Iluminação Pública em Horário de Ponta Utilizando Energia Solar. *Energias Renováveis*, Fortaleza, v. 1, n. 1, p.246-251, 19 jan. 2003.

## ANÁLISE E REFLEXÕES ACADÊMICAS NO ENSINO DE CÁLCULO I: UM ESTUDO DE CASO NO CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS

Brunna Lima Porfirio de Sousa

Maria Vanderly do Nascimento Cavalcante

Maria Cristiane Martins de Souza

José Cleiton Sousa dos Santos

Ada Amélia Sanders Lopes

### Introdução

Há tempos, se tem observado que a maioria dos discentes do terceiro ano do ensino médio não se identificam com a matemática, seja por causa da didática estabelecida pelo professor, como também a interiorização dos conhecimentos do senso comum, que apresentam essa disciplina como complicada, onde uma grande parte dos discentes se apropriaram da ideia de que esta componente da grade curricular é de difícil compreensão, fazendo com que estes insiram em seu psicológico a veracidade dessa informação, onde começam a apresentar dificuldade e a render menos nessa disciplina de grande importância na área do saber.

É no âmbito de reducionismos psicológicos e pedagógicos que se elaboram noções da relação professor-aluno e da formação de docentes que contribuem para a decadência generalizada do ensino público brasileiro fundamental e médio (CARVALHO,2013, p.19). Uma vez que esses reducionismos trazem consigo uma deficiência na formação para esses docentes que funcionando como um ciclo, também não irão transmitir um conteúdo de boa qualidade para os seus alunos, fazendo com que estes também venham a se prejudicar. Segundo Carvalho (2013, p.105):

É evidente que, em toda capacidade, em todo saber fazer, partimos de certas proposições, de certas informações sem as quais a resolução de um novo problema é impossível ou pouco provável. No caso, por exemplo, da questão em que se pede para um aluno relacionar índice pluviométrico, ventos e temperatura, é preciso que tais dados estejam disponíveis para o aluno no próprio exercício da memória. Relacioná-los pressupõe conhecê-los, assim como saber ler as horas pressupõe conhecer os números com que são representadas.

Os docentes de matemática do ensino médio têm o hábito de referenciar a lacuna da aprendizagem no ensino fundamental, argumentando que não repassaram uma boa base para estes nessa disciplina que é tão importante na área do saber. Mostrando assim, que essa disciplina não é acessível para todos, e que nem todos os docentes sabem ministrar a didática que deve ser repassada para os discentes.

O desenvolvimento na assimilação por parte dos discentes em relação a matemática pode ser observado através da motivação, segundo Bzuneck (2010, p.36):

As recentes avaliações oficiais de conhecimentos dos alunos de nossas escolas têm revelado um nível médio relativamente baixo de aprendizagem nas principais disciplinas dos currículos. Na busca por explicação desse fato, é razoável a suposição de que problemas motivacionais dos alunos figurem como o fator crítico. Quem estuda pouco aprende pouco e, para uma aplicação perseverante nos estudos, requer-se motivação. Por conseguinte, qualquer tentativa de se promover uma melhora nos níveis de aprendizagem dos alunos deve contemplar esforços para tornar os alunos positivamente motivados.

Mesmo com importância, a matemática tem às vezes uma conotação negativa que influencia os alunos, alterando mesmo o seu percurso escolar. Não conseguem efetivamente terem acesso a esse saber de fundamental importância. A dificuldade na aprendizagem da matemática provoca fortes sentimentos de aprovação ou de rejeição nos discentes. Alguns discentes, devido a um passado de insucessos nesta, acreditam que não são capazes, o que gera um baixo autoestima (SANTOS, 2007). Deve-se mostrar a real importância desta na área do saber, pois com isto, o discente tende a ser um sujeito crítico e participativo para que o processo de ensino e aprendizagem possa fluir naturalmente.

Há docentes que através de didáticas mostram que a referida disciplina é fácil de ser compreendida. Pois existem discentes que não conseguem sequer comparar números racionais, mostrando por meio de relatos que não houve uma memorização do conteúdo. Podemos perceber isso através da fala de Soistak e Pinheiro (2009):

Enquanto os profissionais de educação não se conscientizarem que a responsabilidade pelo aluno é deles durante toda a caminhada escolar, torna-se difícil trabalhar em qualquer série ou idade, pois um acaba “jogando” a responsabilidade ao outro ao pensar: “Na quinta série, ou no Ensino Médio, ele não será meu aluno mesmo” “Por que devo pensar tão longe, onde o aluno não vai acompanhar a matemática por ausência de domínio básico, da memorização tão criticada?” “A sociedade faz com que nos tornemos simplesmente reprodutores de nossos pensamentos, como esperar que nossos alunos sejam diferentes?”. Essas questões afligem a todos que buscam uma aprendizagem significativa e não atingem os resultados esperados, pois é um ciclo, não se pode querer consertar em um ano os déficits de vários.

A memorização é a capacidade do discente armazenar conteúdos essenciais, já que não existe valor em apenas decorar, pois imagine um discente que está no terceiro ano do ensino médio e irá fazer um vestibular, mas que não conseguiu fixar nada ou quase nada de toda a sua trajetória de estudo. Já a memorização se for bem desenvolvida e fundamentada só trará benefícios ao discente, iniciando pela sua confiança própria que aumenta ao conseguir realizar suas próprias atividades a partir de seu conhecimento adquirido em sua caminhada escolar.

Sabe-se que a matemática significa para muitos, dificuldade na aprendizagem, principalmente, para os alunos do terceiro ano do ensino médio, onde o baixo rendimento é facilmente observado ao final do ano letivo, nos relatórios finais da escola. Isso se dá devido essa disciplina ser sequencial. Se uma etapa não foi bem compreendida acarretará muitas dificuldades nas etapas vindouras. Com a matemática tem de entender o sistema decimal para saber que, depois do 19, vem o 20 (FONSECA, 2013).

Com isso, a necessidade de buscar soluções para os ingressantes através do auxílio de conceitos básicos de matemática, como por exemplo o estudo de funções. Portanto, será feita uma visita na Escola de Ensino Médio Dr. Brunilo Jacó, para realização de perguntas por meio de um questionário com os discentes do 3º ano do ensino médio a respeito da disciplina de matemática. A partir desse questionário também será possível avaliar as dificuldades que uma parcela considerável dos ingressantes no curso de Engenharia de Energias enfrenta, para que possa se ter um auxílio mais eficaz para esses discentes.

Esse estudo é de extrema relevância para que se desfrute de um melhor rendimento nesta disciplina considerada como complicada. Salientando que é fundamental para

o aprendizado desta atenção e que haja uma difusão de que esta não é dificultosa para o entendimento, pois quando se adentra ao psicológico que algo é difícil, há uma dificuldade maior na absorção do repasse de conteúdo. Então, não deve se prender aos conhecimentos relacionados ao senso comum, que informam que a matemática é incompreensível e complicada.

Esse estudo tem como finalidade identificar as causas das dificuldades dos discentes com esta disciplina. Uma vez, que essas causas são compreendidas por algumas pessoas, que possui uma noção básica de que a forma do repasse do conteúdo pelo docente, a relação docente-discente, e os conhecimentos assimilados através do senso comum interferem bastante na visão do estudante e também na relação com a matemática. Quando se consegue haver uma convivência prazerosa, harmônica e de respeito entre docente e discente, com certeza haverá um rendimento melhor, pois quando se cria um laço com o transmissor de conteúdo desta disciplina, assim como qualquer outra área do saber, se torna notório o desenvolvimento e a melhoria do discente relacionado a disciplina.

## **Metodologia**

Para a coleta de dados faremos uma visita a Escola de Ensino Médio Dr. Brunilo Jacó, localizada na cidade de Redenção, no estado do Ceará, e será realizada uma entrevista com os discentes do terceiro ano do ensino médio, já que esta pesquisa é de natureza explicativa, onde será efetuado um questionário de procedimento documental, com uma abordagem qualitativa.

Será abordado no questionário a respeito da vivência desses discentes com a matemática, a relevância desta, o

quanto a didática do docente impacta no aprendizado, o que poderia ser feito na visão do discente para amenizar a dificuldade no repasse desta tem a primeira impressão com a disciplina de cálculo I se sentem na Universidade. Por meio disso, as aulas de apoio a disciplina de cálculo I, pode ser ministrada por monitor da disciplina que venha ajudar esses ingressantes semanalmente, e a partir dessas aulas durante o semestre e fazendo o acompanhamento do avanço desses alunos na disciplina.

<b>ETAPA 1</b>	<b>ETAPA 2</b>	<b>ETAPA 3</b>	<b>ETAPA 4</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita a Escola de Ensino Médio Dr. Brunilo Jacó.</li> <li>• Aplicação do questionário para os alunos do 3° ano do ensino médio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise do questionário realizado com os estudantes.</li> <li>• Verificar se as causas advêm de uma lacuna no aprendizado destes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escolha dos monitores que atuaram no auxílio da disciplina de Cálculo I.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar o desenvolvimento do auxílio e se este foi efetivo para a melhoria do rendimento dos estudantes em Cálculo I.</li> </ul>

A partir dos resultados obtidos, pode-se fazer uma análise de como esses discentes estão observando a matemática, assim como também ter uma noção de como esses discentes

## **Identificação dos ingressantes**

Desde 2014, a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) realiza o Seminário de Ambientação Acadêmica (SAMBA), que tem como objetivo dar as boas-vindas aos estudantes, fazendo com que estes venham se sentir acolhidos, para começarem a ter uma noção do caminho que irão iniciar na universidade. Através de palestras sobre políticas estudantis e afirmativas

e estudentis da UNILAB, experiências dos discentes com a vivência na universidade. Posterior a esse seminário, seria fundamental a inicialização das aulas de reforço para os ingressantes como um meio de apoiar essa fase de transição tão delicada na vida do estudante de engenharia.

## **Identificação dos monitores**

A escolha dos monitores seria por meio de uma seleção, através da divulgação de um edital, onde o monitor escolhido receberia certificado, sem fins lucrativos, e a seleção seria por meio da melhor nota do Índice de Desenvolvimento do Estudante, outro critério seria a nota que este recebeu aprovação na disciplina de cálculo I, com duração de 6 meses, que escolherá dois discentes. A partir do período de 6 meses haveria outra seleção, e assim sucessivamente.

Há aqueles que fazem da matemática um produto pronto, acabado, um corpo estático de conhecimento a ser transmitido e adquirido, porém relaciona essa disciplina a fracasso, medo, sentimentos negativos. E essa relação advém da análise de discursos que preparam estudantes para exames variados, assim como relatos de discentes e da mídia. Porém nos relatos daqueles que anseiam pelo conhecimento matemático, para ascender nas redes de saber, a matemática é vista como um conhecimento valioso, para alguns de difícil acesso, assumindo dificuldades e crise, assim como fracasso (CARNEIRO, 2000). Por meio dessas afirmações se pode observar toda a dificuldade que é imposta a essa disciplina de tanta importância na área do conhecimento como no curso de Engenharia, logo a necessidade de se desmistificar esse conceito assombroso acerca desta disciplina.

## Resultados e discussões

Esta proposta visa promover justificativas para o problema citado. Sendo este de grande relevância, pois através de uma entrevista será possível identificar as possíveis causas que levam a não identificação do estudante com a disciplina. Nele o estudante poderá fornecer sugestões para um desenvolvimento positivo da disciplina abordada.

O discente irá mostrar suas percepções acerca do assunto, o que mostrará um argumento mais convincente, já que é através de sua vivência e experiência no ambiente escolar que acarretará seu embasamento para a apresentação de suas respostas.

É esperado por meio dessa proposta um maior desempenho na disciplina por parte dos discentes, dado que o auxílio nessa etapa inicial do curso é de suma importância na vida dos discentes, em virtude que a disciplina de cálculo I, é uma base bastante relevante para o sucesso nas demais disciplinas que virão no decorrer do curso. Com essa metodologia é possível se analisar a base que esses discentes trazem consigo no decorrer da vivência escolar por meio do questionamento que será levantado para uma coleta de dados com um público alvo, que é o terceiro ano do ensino médio, e desta maneira procurar melhorias para o acolhimento desses discentes que terão como futuro a universidade, principalmente os que optarem pelo curso de Engenharia de Energias.

É notório que esse trabalho, promoverá um auxílio aos ingressantes e com isso, acarretará melhorias para o nivelamento desses discentes na disciplina, assim como um maior índice de aprovação, melhor aproveitamento, fazendo com esses discentes obtenham sucesso no decorrer do curso, em consequência de um bom rendimento nas disciplinas bási-

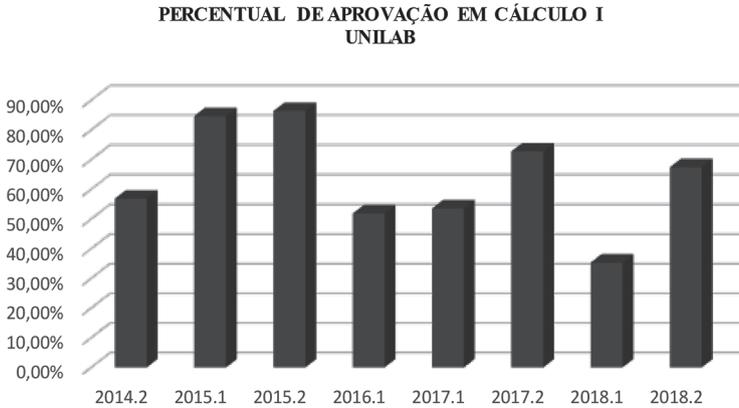
cas facilita a compreensão nos demais componentes curriculares. Foi elaborada uma coleta de dados dos semestres de 2014 a 2018, obtendo-se os seguintes dados mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Monitoramento dos alunos aprovados em Cálculo I.

Semestre	Total de alunos em cálculo I	Percentual de aprovação (%)
2014.2	44	56,82
2015.1	39	84,62
2015.2	44	86,36
2016.1	27	51,85
2017.1	28	53,57
2017.2	55	72,73
2018.1	34	35,29
2018.2	43	67,44

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Por meio da Tabela 1, foi possível a construção a Figura 1, para uma visualização mais ilustrativa a respeito do percentual de aprovação na disciplina de cálculo I nos semestres em que foi realizada a coleta de dados. Percebe-se que se obtém uma média de 60% de aprovação nos oito semestres analisados, mas a intenção dessa proposta se dá em elevar o máximo o índice de aprovação. A expectativa por meio da realização dessa proposta é que o percentual de aprovação se eleve para uma média entre 80% a 90%. Essa metodologia possibilitará um melhor desempenho na disciplina o que tem impacto direto na aprovação deste componente curricular, percebendo assim, o quão importante é o desenvolvimento deste projeto.

**Figura 1** – Percentual de aprovação em cálculo I na UNILAB.

**Fonte:** Elaborado pelos autores

## Conclusão

É importante ressaltar que esta proposta se torna importante pelas contribuições que esta pode trazer a sociedade, no que diz respeito a educação brasileira voltada para o ensino de matemática. Uma vez que proporciona revelar fatores que levam os discentes a não se identificarem com esta disciplina.

Com isso, é importante o desenvolvimento e a elaboração dessa metodologia, pois irá melhorar a compreensão dos docentes acerca das dificuldades de seus discentes relacionada a este componente da grade curricular, que é visto com tanta discriminação. Mostrando que houve uma difusão dessa informação contraditória e que teve como consequência a inserção dessa informação, fazendo com que estes aprendessem a não gostarem e nem se identificarem com esta disciplina (exceto os que apresentam realmente dificuldade na absorção dos conteúdos relacionados a matemática, não por conta do senso comum, mas porque não conseguem

aprender o conteúdo, já que toda ou quase toda regra apresenta uma exceção).

Portanto, o auxílio na disciplina promoveria desenvolvimento profissional e pessoal dos monitores envolvidos, por meio da obtenção de habilidades práticas, como olhar crítico e comando, como a produção de habilidades humanas, como saber trabalhar em conjunto, empatia, entre outros. Como será desenvolvido pelos próprios alunos da Universidade, agregará habilidade para as atividades futuras que serão desempenhadas. Percebendo a melhoria ao longo dos semestres pelos próprios monitores e os docentes da disciplina de cálculo I.

Conclui-se que, para tantos benefícios é perceptível a necessidade e a importância da realização dessa proposta que contribuirá diretamente para o ensino no curso de Engenharia de Energias. Afetará positivamente tanto aos discentes beneficiados quanto a Universidade, pela iniciativa da colaboração do desenvolvimento da educação, tanto da própria sociedade acadêmica, como contribuir com os discentes do ensino médio, que de início será feita a coleta de informações em uma única escola, mas que isso pode se alastrar para as demais escolas de ensino médio no entorno da Universidade.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação*. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. *NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração*. Rio de Janeiro, 2002.

BZUNEK, José Aloyseo. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BORUCHOVITCH, Evely; BZUNECK, José Aloyseo; GUIMARÃES, Sueli Édi Rufini (orgs.). *Motivação para aprender*. Petrópolis: Vozes, 2010.

CARNEIRO, Vera Clotilde Garcia. Educação Matemática no Brasil: uma meta-investigação. In: *Quadrante-Revista Teórica e de Investigação*, Lisboa, v. 9, n. 1, p. 117-140, 2000. Disponível em: <<http://euler.mat.ufrgs.br/~vclotilde/publicacoes/QUADRANT.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2019>. Acesso em: 20 set. 2019.

CARVALHO, José Sérgio Fonseca de. *Reflexões sobre educação, formação e esfera pública*. Porto Alegre: Penso, 2013.

FONSECA, Aucenei de. *O projeto terceirão como instrumento facilitador ao acesso dos alunos da EEEFM Professor João Bento da Costa ao ensino superior: análise e avaliação*. 2013. Disponível em: <[https://sca.proformat-sbm.org.br/sca\\_v2/get\\_tcc3.php?id=29991](https://sca.proformat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?id=29991)>. Acesso em: 30 set. 2019.

SANTOS, Josiel Almeida; FRANÇA, Kleber Vieira; SANTOS, Lúcia S. B. dos. Dificuldades na aprendizagem de matemática. 2007. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/MATEMATICA/Monografia\\_Santos.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Monografia_Santos.pdf)>. Acesso em: 1 abr. 2019>. Acesso em: 30 set. 2019.

SOISTAK, Maria Marilei; PINHEIRO, Nilcéia A. M. Memorização: Atual ou ultrapassada no ensino-aprendizagem da matemática? In: Anais do I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, p. 971-983, 2009. Disponível em: <[http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/10%20Ensino-dematemtica/Ensinodematemtica\\_artigo10.pdf](http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/10%20Ensino-dematemtica/Ensinodematemtica_artigo10.pdf)>. Acesso em: 4 mar. 2019>. Acesso em: 30 set. 2019.

## Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) (BP3-0139-000005.01.00/18) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) projetos 422942/2016-2 e 409058/2016-5.

## ANÁLISES DOS IMPACTOS DA SECA NA PRODUÇÃO DE CASTANHA DE CAJU NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ

Renata de Araújo Silva

Aluísio Marques da Fonseca

Regilany Paulo Colares

Juan Carlos Alvarado Alcócer

Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

### Introdução

O estado do Ceará enfrentou uma seca de cinco anos que vem afetando drasticamente a agropecuária, desde o ano de 2012, onde os reflexos podem ser sentidos nos dias atuais. O estado está situado na região do Semiárido Brasileiro, que apresenta grande vulnerabilidade principalmente nas questões climáticas. Possui área territorial de 148.887,632 km<sup>2</sup>, com uma população estimada em 2018 de 9.075.649 habitantes que é formado por 184 municípios e 33 microrregiões (IBGE, 2018).

O Semiárido é caracterizado por meio de critérios climáticos, no qual deve apresentar precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; índice de aridez de até 0,5 calculado, pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990, risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (LIMA et al., 2016).

A variabilidade anual da precipitação vem causando grandes problemas de seca de diferentes intensidades no estado. A seca, por tanto, é um fenômeno climático que ocorre em uma região quando a precipitação, para determinado período de tempo, apresenta valores muito abaixo do normal

climatológico. Embora não exista uma definição universal para esse fenômeno, que está sempre associado à deficiência hídrica, podendo ser avaliada em termos de sua duração, intensidade e variação espacial (BARRA et al., 2002).

A seca é um fenômeno que agrava os problemas dos produtores agropecuários do Nordeste, pois a instabilidade pluviométrica gera incertezas aos produtores, especialmente aqueles que praticam a agricultura de sequeiro, em que se cultiva sem a irrigação e a precipitação da região são pequenos. Dadas às condições climáticas prevalecem na região as culturas mais tolerantes à seca, como o cajueiro que se adapta bem as adversidades climáticas da região, sendo resistente ao estresse hídrico, e por tanto se adequa aos produtores na convivência com o semiárido (ARRUDA et al., 2011).

Antwi-Agyei et al. (2012) relatam que o impacto direto das secas que pode ser determinado pela quantidade produzida das lavouras, uma forma de medir tal impacto em uma região, é verificando a diferença entre a produção média da lavoura em ano não seco (precipitação anual igual ou acima da média esperada para a região) e a produção média em ano seco (precipitação anual abaixo da média esperada para a região), uma vez que a precipitação é a variável crítica em termos de fatores climáticos que impactam a produção agrícola.

Nesse contexto, este trabalho analisou como as secas impactam a produção de castanha de caju nos municípios do estado do Ceará no período de 1990 a 2017, identificar os municípios que foram mais afetados pela seca e verificar os anos de seca que mais afetaram a produção de castanha de caju no estado.

## **Cajucultura e a vulnerabilidade as secas**

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) pertence à família *Anacardiaceae*, gênero *Anacardium*, constituído por

aproximadamente 22 espécies, sendo explorados comercialmente os cajueiros comum e o anão (CARVALHO; GAIAD, 2018). É uma planta perene, de ramificação baixa e porte médio. O cajueiro comum atinge uma altura média de 5 a 8 m e diâmetro médio entre 12 e 14 m (BARROS, 1995). No cajueiro anão a altura média não ultrapassa 4 m e a envergadura varia entre 6 e 8 m (BARROS et al., 2002; ANDRADE, 2007).

O cajueiro produz satisfatoriamente nas seguintes condições: temperatura média anual entre 22 °C a 32 °C, a precipitação média anual considerada ótima para a cultura varia entre 800 mm a 1.500 mm e com deficiência hídrica anual de 350 mm, a altitude ideal varia de 0 m a 300m, todos esses parâmetros são considerados ótimos e possuem baixo risco a cultura. Além do mais, o cajueiro é uma planta que necessita de alta luminosidade. Em condições de sombra ou pouca luminosidade, não produz satisfatoriamente (SERRANO; PESSOA, 2013).

O principal produto da cultura do cajueiro é a amêndoa da castanha-de-caju (ACC), que fica localizada no interior da castanha, de onde também se extrai a película que reveste a amêndoa, na qual é rica em tanino e aproveitada na indústria química de tintas e vernizes. Da casca da castanha, extrai-se o líquido da casca de castanha de caju (LCC), usado na indústria química e de lubrificantes, entre outros, e o resíduo da casca é utilizado como fonte de energia nas indústrias (VIDAL, 2016; SERRANO; PESSOA, 2013).

Segundo Vidal (2017) a exportação de castanha de caju do Brasil sofreu uma retração no mercado mundial no ano de 2011 em que perdeu a posição de terceiro maior exportador mundial de amêndoa da castanha-de-caju. Entre os motivos para esse cenário estão os fatores climáticos e fatores estruturais na cadeia. Em 2016, as exportações de castanha

de caju do Nordeste voltaram a crescer, e foram exportadas 15,8 mil toneladas de castanha de caju, que correspondeu a um incremento de 20% em relação a 2015. Já em 2017, houve retração das exportações que representou uma queda de 27,0% em relação ao exportado em 2016. O Ceará é o estado que exporta o maior volume de castanha de caju do Nordeste, em 2017 chegou a representar 79,7% do volume exportado pela Região. No qual o Rio Grande do Norte respondeu por 20,0% e o Piauí praticamente não exportou em 2017.

Segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do IBGE (2018), o Brasil em 2017 apresentou uma produção de 134.580 toneladas, das quais 133.028 toneladas estavam no Nordeste. A safra de castanha de caju no Ceará em 2017 foi de 83.996 toneladas, um aumento de 171,23% maior que a safra 2016 que foi de 30.968 toneladas. A cadeia produtiva de castanha de caju no Brasil no ano de 2016 chegou a faturar cerca de R\$ 239,9 milhões de reais (VIDAL, 2016).

O IBGE (2018) prevê uma estimativa para a produção de castanha de caju no Brasil para o ano de 2018 em que terá uma produção de 210,8 mil toneladas, um aumento de 56,7%, na produção em relação ao ano de 2017, isso ocorrerá devido a recuperação da produção do Ceará, que terá uma produção estimada em 129,7 mil toneladas. Até o mês de julho de 2018 o IBGE relatou uma produção de 130.278 toneladas de castanha no Brasil, para o Ceará a produção até julho era de 68.050 toneladas. O período da safra castanha iniciou se no mês de julho, é muito provável que a produção de castanha de caju atinja as estimativas apontadas pelo IBGE.

De acordo com o IBGE (2017), no Ceará os municípios que apresentaram maiores produções na safra de 2016 foram Bela Cruz (4.269 toneladas), Ocara (2.475 toneladas), Beberibe (1.976 toneladas) e Cruz (1.932 toneladas). E segun-

do os resultados preliminares do Censo Agropecuário de 2017, Bela Cruz apresentou-se como o município que obteve a maior produção do estado, com 3.850,105 toneladas para o ano de 2017, seguido dos municípios de Beberibe (3.076,019 toneladas), Fortim (2.960,275 toneladas) e Pacajus (2.295,504 toneladas).

Um fator que vem acarretando dificuldades na cajucultura é o fator climático. Segundo a CONAB (2017), intervéem negativamente na cultura, como ocorreu no período de 2012 a 2016, com baixas precipitações pluviométricas, acarretando uma maior incidência de pragas e doenças, além de ocorrer a mortalidade dos cajueiros afetando a produção final. Apesar do cajueiro ser resistente ao estresse hídrico, os cinco anos seguidos de seca prejudicaram os cajueirais fazendo que ficaram desgastados e com maiores dificuldades para se recuperarem.

## Metodologia

O estudo foi formado pelos 184 municípios do Ceará. Os dados utilizados foram de fontes secundária, sendo que, as quantidades produzidas de castanha de caju e área colhida de castanha de caju foram coletadas pelo IBGE a partir da Produção Agrícola Municipal da tabela SIDRA 1613 IBGE (2018). E a precipitação anual média dos municípios do Ceará foi da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Os dados coletados correspondem ao período de 1990 a 2017, equivalente a um recorte temporal de 28 anos.

Inicialmente, avaliaram-se os percentuais de perdas médias da produção (PPMP) de castanha de caju, em que foi calculada a quantidade produzida de castanha de caju no período analisado, a partir dos dados do IBGE para produ-

ção agrícola municipal. A pesquisa adotou a classificação de Marengo et al. (2011) e FUNCEME, na qual considerou-se o período 1990 a 2017, os anos 1991, 1992, 1997, 1998, 2001, 2002, 2012 a 2016 como anos secos e os demais como anos não secos, a ocorrência de seca geralmente ocasiona queda na produção agrícola, e isso evidência que os produtores, de um modo geral, encontram-se vulneráveis à ocorrência do fenômeno. O PPMP foi complementado com análise estatística descritiva. Os percentuais de perdas médias da produção de castanha de caju foram calculados pela equação 1, conforme Lima et al. (2016):

$$PPMP = \frac{DM * 100}{QNS} \quad (1)$$

Onde:

PPMP= Percentual de Perdas Médias da Produção;

DM= Diferença entre a média da quantidade produzida em anos não secos (referente aos anos 1990, 1993 a 1996, 1999, 2000, 2003 a 2011) e a média da quantidade produzida em anos secos (referente aos anos 1991, 1992, 1997, 1998, 2001, 2002, 2012 a 2014);

QNS= Média da quantidade produzida em anos não secos.

Para a avaliação da distribuição do PPMP de castanha de caju nos municípios do Ceará, utilizou-se a classificação adotada por Lima et al (2016) conforme Tabela 1.

**Tabela 1** – Classificação dos percentuais de perda média da produção.

<b>Classificação</b>	<b>Intervalo</b>
Municípios com perda percentual média de produção – muito baixo	0,01 a 25,0
Municípios com perda percentual média de produção – baixo	25,1 a 50,0
Municípios com perda percentual média de produção – média	50,1 a 75,0
Municípios com perda percentual média de produção – alta	75,1 a 100,0

**Fonte:** Adaptação de Lima et al. (2016).

Após o cálculo do percentual de perda média da produção de castanha de caju, foi construído o índice de vulnerabilidade as secas para produção de castanha de caju, a partir da construção de índice agregado de indicadores.

Em seguida, avaliou-se o Índice de Vulnerabilidade as Secas para produção de castanha de caju (IVSCC) que se construiu a partir de indicadores atendendo os seguintes critérios: consistência teórica, disponibilidade de dados para todos os municípios, confiabilidade das fontes (MATTALLO JR., 2001; BOOYSEN, 2002; JACOBS; GODDARD, 2007; BRAGA, 2012). Na Tabela 2, têm-se os indicadores selecionados para compor o índice.

**Tabela 2** – Sistema de indicadores do Índice de Vulnerabilidade as Seca para produção de Castanha de Caju.

<b>Indicador IVSCC</b>	<b>Fonte</b>
Área Colhida por município do Ceará Quantidade Produzida por município do Ceará	SIDRA – IBGE (1990-2017)
Precipitação média anual por município do Ceará	FUNCEME – (1990-2017)

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

Para se obter o IVSCC, primeiramente foi realizada a padronização dos indicadores tendo como objetivo de fazer a agregação e de torná-los adimensionais. Sendo por tanto adotado o método Min-Max (NARDO et al., 2005) conforme equação 2:

$$I_{pij} = \frac{I_{ji} - I_{jr}}{I_{jm} - I_{jr}} \quad (2)$$

Sendo:

$I_{pij}$  = Valor padronizado do indicador j na i-ésimo município.

$I_{ji}$  = Valor do indicador j na i-ésimo município.

$I_{jr}$  = Valor do indicador j no município em pior situação.

$I_{jm}$  = Valor do indicador j no município em melhor situação.

Após a padronização, o cálculo do índice foi feito a partir da equação 3:

$$IVSCC_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n I_{pij} \quad (3)$$

Sendo:

$IVSCC_i$  = Índice de Vulnerabilidade as Secas para produção de Castanha de Cajú referente a i-ésimo unidade federativa.

$I_{pij}$  = Valor padronizado do indicador j na i-ésimo município.

i = municípios do Ceará (i = 1, ..., 184).

j = indicadores componentes do IVSCC.

n= número de indicadores adotados na composição do IVSCC.

Quanto mais próximo de 1 o valor de IVSCC, significa que o município apresenta uma menor vulnerabilidade a seca, ou seja, o município apresenta boas condições de produção de castanha de caju mesmo em anos considerado de seca.

Com o propósito de observar a distribuição espacial do IVSCC pelos municípios do Ceará, o índice foi submetido a análise de agrupamento por meio do método não hierárquico k-médias, que permite que os municípios que apresentem características semelhantes sejam agrupados. A análise de agrupamento foi submetida ao software Statistics Packet for Social Sciences (SPSS), versão 13, para que fosse definido os grupos de municípios semelhantes (*clusters*), desta forma, foi possível definir classes de nível de vulnerabilidade, na qual os municípios cearenses foram agrupados pelos intervalos definidos (Tabela 3).

**Tabela 3** – Definição das classes dos municípios segundo o nível de vulnerabilidade (1990-2017).

<b>Classes do Índice de Vulnerabilidade as Secas</b>		
Classe 1	Alto Nível de Vulnerabilidade as Secas	0 a 0,17
Classe 2	Moderado Nível de Vulnerabilidade as Secas	0,18 a 0,40
Classe 3	Baixo Nível de Vulnerabilidade as Secas	0,41 a 1,0

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2019).

Para uma melhor compreensão da distribuição espacial do índice de vulnerabilidades as secas para a produção de castanha de caju, foi elaborado um mapa temático com o auxílio computacional do software ArcGis. Como também foi elaborado um mapa para o percentual de perda média da produção.

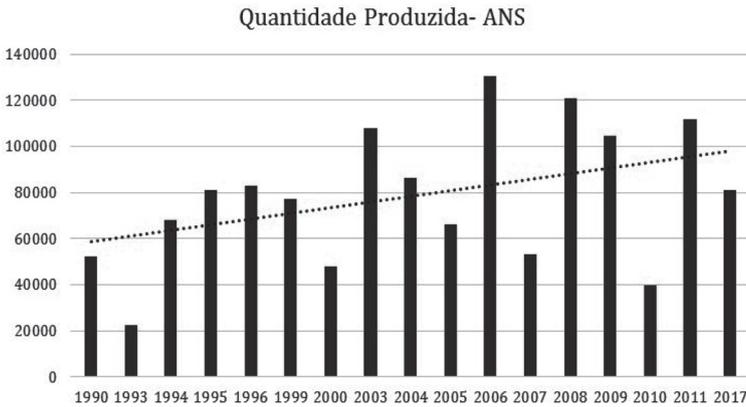
## Resultados e discussões

A cajucultura é uma atividade produtiva de extrema importância para o estado do Ceará, pois é responsável por mais de 50% das áreas plantadas e colhidas no país, além de ser responsável por produzir quase metade da produção de castanha de caju no Brasil (CARVALHO, 2012).

A partir dos dados do IBGE foi possível determinar que apenas 178 municípios são produtores de castanha de caju no Ceará, onde os municípios de Baixio, Catarina, Independência, Ipaumirim, Orós e Umari não possuem dados registrados para a produção de castanha de caju. E verificou-se que a produção de castanha de caju no Ceará no período de 1990-2017 obteve aumento de 16,55% na área colhida da produção enquanto que a quantidade produzida de castanha de caju teve um acréscimo de 55,29% no mesmo período. Esse aumento na produção pode ser justificado pelo fato de que a cultura se tornou atrativa aos produtores devido ao preço da castanha de caju, e também devido a incentivos do governo e de empresas que se instalaram no estado para o processamento da amêndoa de castanha de caju, além de ser uma cultura alternativa na convivência com o semiárido.

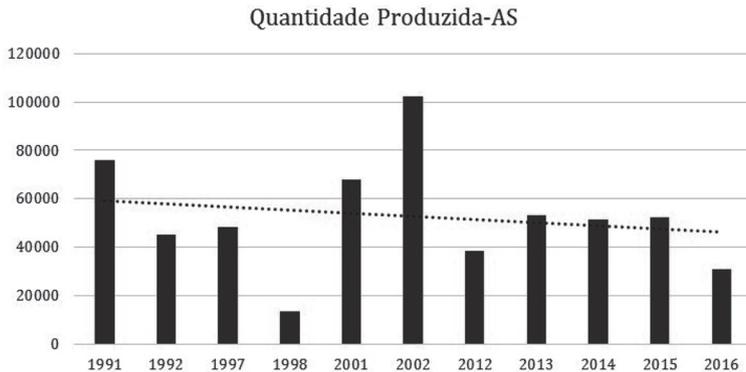
A partir da classificação de Marengo et al. (2011) e da FUNCEME, a qual considera os anos 1991, 1992, 1997, 1998, 2001, 2002, 2012 a 2016 como anos secos (AS) e os demais como anos não secos (ANS), de acordo com as Figuras 1 e 2 notou-se que a ocorrência de seca geralmente acarreta queda na produção de castanha de caju, isso evidencia que os produtores, encontram-se vulneráveis à ocorrência de tal fenômeno. A seca é um fenômeno que causa impactos negativos na agricultura e pecuária, a maior seca dos últimos 25 anos ocorreu no período de 2012-2016 como pode ser observado na Figura 2 em que se registrou as menores produções de castanha de caju no Ceará.

**Figura 1** – Quantidade produzida de castanha de caju no Ceará nos anos não secos.



**Fonte:** Elaborado dos dados da Produção Agrícola Municipal, IBGE (2018).

**Figura 2** – Quantidade produzida de castanha de caju no Ceará nos anos secos.



**Fonte:** Elaborado dos dados da Produção Agrícola Municipal, IBGE (2018).

De acordo com Tonmoy e Elzein (2013), existem estudos que mostram que áreas vulneráveis as secas possuem grupos que são mais e menos susceptível ao fenômeno. As

condições climáticas afetam a produção de castanha de caju em todos os municípios produtores, porém de maneira diferenciada no tempo e no espaço. Um fator importante nos dias atuais que contornam o problema da variação climática são os programas de melhoramento genético, como o desenvolvido pela Embrapa Agroindústria Tropical que vem desenvolvendo cultivares resistentes de clones comerciais de cajueiro ao estresse hídrico, como os clones de cajueiro BRS 226 e Embrapa 51, que manteve uma boa produção com a seca dos últimos anos, sendo por tanto uma alternativa para os produtores enfrentarem tal problema.

Os fatores socioeconômicos e ambientais interferem diretamente na forma como os produtores reagem a períodos de estiagem. Nessa perspectiva se faz necessário avaliar os municípios cearenses que mais são vulneráveis às secas. Isso poderá auxiliar aos tomadores de decisão de políticas agrícolas, em nível municipal, estadual ou federal, a definir estratégias para que a produção de castanha de caju consiga ser produtiva nos períodos de secas.

O impacto direto das secas pode ser verificado a partir da quantidade produzida de castanha de caju, uma forma de medir tal impacto é por meio da diferença entre a produção média de castanha de caju em ano não seco, que corresponde a precipitação anual igual ou superior à média esperada para a região e a produção média de castanha de caju em ano seco, para uma precipitação anual abaixo da esperada para a região, visto que a precipitação é uma variável que impacta a produção agrícola (ANTWI-AGYEI et al., 2012).

Por meio da classificação de Marengo et al. (2011) e da FUNCEME para anos secos e não secos e os dados anuais referentes à variável “Quantidade Produzida” no período 1990 – 2017, estimou-se o percentual de perdas médias da produção (PPMP) para castanha de caju, nos 184 municípios do

Ceará. E por tanto, admite-se que quanto maior o PPMP, menor a capacidade dos produtores para lidar com a exposição às secas e, conseqüentemente maior será a vulnerabilidade da produção de castanha de caju e do município.

Na Tabela 4 consta a produção de castanha de caju nos municípios do Ceará, em que 6 municípios não são produtores, além de evidenciar que os anos que apresentaram seca não implica na perda de produção. Além que não existe nenhum município cearense com perdas superiores a 75%. A maior perda percentual da produção de castanha de caju varia entre 25 a 50%.

Dos municípios que apresentaram ganho médio na produção em sua maioria ocorre pelo fato de não apresentarem dados registrados da quantidade produzida para todos os anos analisados como os seguintes municípios: Altaneira (1990-2005, 2016, 2017), Boa Viagem (1990-1995, 1998), Cariús (2012, 2013, 2015), Catuanda (1990-1995, 1998), Canindé (1998), Ererê (2012, 2016), Fortim (1990-1992), Guaramiranga (1993,1998, 2010, 2015), Hidrolândia (1998), Iracema (2015), Jati (2015-2017), Jucás (2000, 2003, 2015-2017), Mombaça (1990-1993, 2012, 2015, 2016), Nova Olinda (1990-2005, 2016, 2017), Paramoti (1990-1995,1998), Piquet Carneiro (1996-1998, 2012-2017), Potengi (2015, 2016), Saboeiro (1990, 1991, 1996, 1997, 2007, 2011-2017), Tejuçuoca (2012).

**Tabela 4** – Número de municípios do Ceará, por classe de perdas percentuais médias na produção de castanha de caju no período 1990 – 2017.

Condição observada quanto as perdas médias na produção	Castanha de caju
Municípios sem produção	6
Municípios com ganho médio de produção em período de seca	22

Municípios com perda percentual média de produção de 0	1
Municípios com perda percentual média de produção entre 0,1 e 25,0	55
Municípios com perda percentual média de produção entre 25,1 e 50,0	83
Municípios com perda percentual média de produção entre 50,1 e 75,0	17
Municípios com perda percentual média de produção entre 75,1 e 100,0	0
<b>Total de municípios do Ceará</b>	<b>184</b>

**Fonte:** Elaborado dos dados da Produção Agrícola Municipal, IBGE (2018).

Apenas os municípios de Araripe, Crato, Pacoti apresentaram ganho médio na produção de castanha de caju nos anos secos, ou seja, apresentou em anos de seca um aumento na produção de 0,74; 9,62 e 0,14 toneladas respectivamente, que no caso dos municípios de Araripe e Crato pode ser justificado pelo aumento na área colhida. E somente o município de Altaneira não apresentou ganho e nem perda na produção de castanha caju, se mantendo a mesma produção nos anos secos e nos anos não secos.

Considerando-se apenas os dados dos municípios que apresentaram perdas de produção, pode-se concluir a partir dos dados contidos na Tabela 5, que a produção de castanha de caju encontra-se com uma queda na produção de 32,34%, ou seja, a produção de castanha de caju nos municípios cearense está vulnerável devido às secas.

Em relação à mediana constata-se que a metade dos municípios sofrem perdas de produção em anos de secas, essas perdas são superiores a 33,55% na produção de castanha de caju. A elevada perda no percentual médio da produção de castanha de caju, demonstra que os produtores não estão preparados para enfrentar períodos de estiagens além

do mais essa perda causa prejuízos nas indústrias de beneficiamento da amêndoa de castanha de caju, tendo as mesmas que importar castanha de caju para atender suas demandas. Causa prejuízos aos produtores diminuindo a renda e a geração de emprego. Além de afetar diretamente a produção com o aumento da incidência de pragas e doenças e morte dos cajueiros.

**Tabela 5** – Estatísticas descritivas do Percentual de Perdas Médias da Produção de castanha de caju no período 1990 – 2017.

Produção	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Percentual de municípios com perdas	Coefficiente de variação
Castanha de caju	32,34	33,55	1,12 Pindoretama	65,45 Aiuaba	84,24	46,54

**Fonte:** Elaborado dos dados da Produção Agrícola Municipal, IBGE (2018).

A análise das perdas médias quanto a sua ocorrência entre os municípios do Ceará mostra que o total de municípios que produzem castanha de caju, 84,32% sofrem perdas de produção nos anos secos.

De acordo com a Tabela 5, existem uma heterogeneidade entre os municípios cearense que produzem castanha de caju, que é medido pelo coeficiente de variação de Pearson, que segundo Fávero et al. (2009), é uma medida descritiva que mede o grau de variabilidade dos dados, em que valores acima de 30% indicam heterogeneidade dos dados, ou seja, alta variabilidade dos dados.

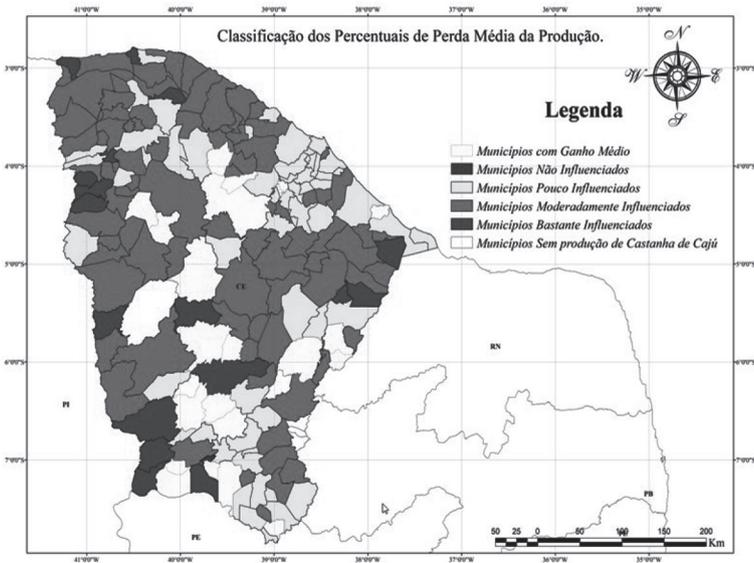
Apesar das perdas estimadas estarem associadas a uma característica climática da região, a heterogeneidade entre os municípios reflete as desigualdades do meio rural

no Ceará. No caso da castanha de caju, o cultivo se dá de formas variadas, tanto por agricultores, que empregam sistemas de produção, com menores níveis tecnológicos e que têm como objetivo a comercialização em mercados locais, quanto por agricultores que possuem um maior nível tecnológico e financeiro para enfrentarem os impactos da seca.

De acordo com Challinor et al. (2009), a construção de mapas temáticos se torna pertinente devido à alta heterogeneidade que tem como objetivo identificar a vulnerabilidade da produção agrícola quanto às secas. Por tanto, o mapeamento de áreas com maior e menor grau de vulnerabilidade permite que se defina alternativas para a gestão sendo importante para identificar as áreas mais impactadas sendo necessária para os estudos de mudanças climáticas (ASSAD et al., 2013).

A Figura 3 ilustra a distribuição espacial das perdas percentuais médias na produção de castanha de caju nos municípios do Ceará. Os municípios que apresentaram maior vulnerabilidade são Aiuaba, Tabuleiro do Norte, Guaraciaba do Norte, São João do Jaguaribe e Salitre, com perdas percentuais média de produção de castanha de caju em 65,45; 62,69; 59,75; 59,07 e 57,88. Já os municípios que se apresentaram serem menos vulneráveis as secas são Pindoretama, Madalena, Maracanaú, Jaguaribara e Santa Quitéria com respectiva perda de produção em 1,12; 2,50; 3,08; 3,87 e 3,88.

**Figura 3** – Mapeamento das perdas percentuais médias na produção de castanha de caju.



**Fonte:** Elaborado dos dados da Produção Agrícola Municipal, IBGE (2018).

Pela análise de agrupamento foi possível definir o nível de vulnerabilidades as secas nos municípios do estado do Ceará. Na Tabela 6, foram avaliados apenas os 178 municípios produtores de castanha de caju, em que 113 municípios apresentam alto índice de vulnerabilidade as secas.

**Tabela 6** – Estatísticas descritivas do Índice de Vulnerabilidade as Secas para produção de Castanha de Caju (IVSCC) nos grupos identificados, segundo os municípios (1990-2017).

	Classes do Nível de Vulnerabilidade as Secas		
<b>Estatísticas Descritivas do IVSCC</b>	<b>Alta vulnerabilidade</b>	<b>Moderada vulnerabilidade</b>	<b>Baixa vulnerabilidade</b>
	$0,000 \leq \text{IVSCC} \leq 0,17$	$0,18 \leq \text{IVSCC} \leq 0,40$	$0,41 \leq \text{IVSCC} \leq 1,000$

Número de unidades federativas	113	53	12
Proporção dos municípios	63,48	29,77	6,74
Média	0,099	0,249	0,538
Mediana	0,093	0,244	0,506
Coefficiente de Variação (%)	43,53	20,33	20,09

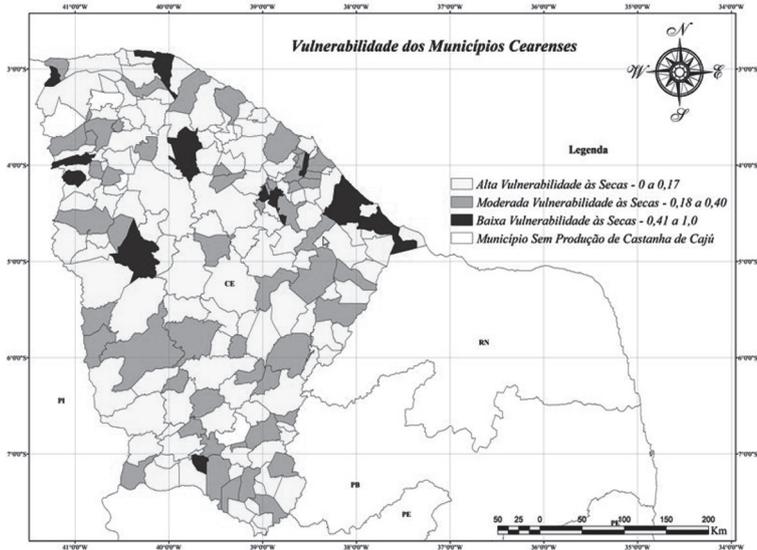
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2018).

O cajueiro apesar de ser resistente ao estresse hídrico apresenta baixa produtividade quando se tem baixas precipitações em anos seguidos. Apenas 12 municípios apresentam baixo índice de vulnerabilidade as secas, que correspondem aos municípios que apresentam a maior produção de castanha de caju no estado, além desses municípios serem privilegiados com precipitações elevadas.

O mapa temático do índice de vulnerabilidade as secas para a produção de castanha de caju no estado do Ceará, evidência na Figura 4, que os municípios de Irauçuba, Tauá, Aiuaba, Madalena, Campos Sales apresentam alta vulnerabilidade as secas para produção de castanha de caju pois apresentam respectivamente os seguintes índices de vulnerabilidade as secas, 0,0; 0,01; 0,02; 0,03 e 0,03.

Enquanto que os municípios de Beberibe, Bela Cruz, Cascavel, Chorozinho, Itapipoca, Aracati, Ocara, Pacajus, Trairi, Icapuí, Itarema e Acaraú apresentam baixa vulnerabilidade as secas pois apresentam os seguintes índices de vulnerabilidade as secas 0,82; 0,63; 0,60; 0,57; 0,54; 0,52; 0,50; 0,48; 0,48; 0,46; 0,46 e 0,41. Esses municípios são os maiores produtores de castanha de caju no estado, no qual produziram juntos em média no período de 1990 a 2017 36.664,29 toneladas o que representou 53,39% de toda a produção média produzida no estado do Ceará.

**Figura 4** – Mapeamento do índice de vulnerabilidade as secas para produção de castanha de caju nos municípios cearenses.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

## Conclusões

A produção de castanha de caju aumentou em 55,29%, o que mostra que apesar da seca enfrentada houve incentivo na produção da cajucultura no Ceará, havendo um aumento de 16,55% na área plantada de castanha de caju. Nos anos secos foram observadas quedas na produção de castanha de caju devido as baixas precipitações.

A análise das perdas médias na produção de castanha de caju permitiu avaliar três aspectos importantes para a vulnerabilidade às secas. O primeiro refere-se que apesar de existir municípios que apresentaram ganhos de produção em anos secos, a produção de castanha de caju não pode

assumir com significância essa ocorrência, pois 84,24% dos municípios apresentam perdas na produção em anos secos.

O segundo é a vulnerabilidade da produção de castanha de caju, em que os municípios que apresentam a menor produção de castanha também apresentam a menor precipitação sendo extremamente vulneráveis como os municípios de Aiuaba, Tabuleiro do Norte, Guaraciaba do Norte, São João do Jaguaribe e Salitre.

No terceiro aspecto se refere a alta variabilidade encontrada entre os municípios, o que demonstra a existência de alta heterogeneidade dentro do estado do Ceará, e mostra que os municípios apresentam especificidades.

Essa especificidade dos municípios é importante para que as políticas públicas sejam direcionadas para as necessidades específicas de cada município e também para que seja definido as áreas que necessitam de maiores prioridades. Apesar da produção de castanha de caju apresentar vulnerabilidade, isso não implica em que a cultura não seja expandida pelo estado.

O índice de vulnerabilidade as secas para produção de castanha de caju se torna pertinente para que os municípios que apresentam semelhanças possam ter políticas agrícolas voltadas para que diminua a vulnerabilidade e que os municípios possam ser produtivos mesmo em períodos de estiagem, além que a cultura do cajueiro é uma alternativa na convivência com o semiárido por ser mais resistente ao estresse hídrico que a maioria das outras culturas cultivadas na região estudada.

## Referências

ANDRADE, A. P. S. de. *Estudo comparativo entre os sistemas de produção integrada e convencional para cajueiro-anão*

*precoce*. 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

ANDRADE, A. J. P.; SOUZA, C. R.; SILVA, N. M. A vulnerabilidade e a resiliência da agricultura familiar em regiões semi-áridas: o caso do Seridó Potiguar. *Campo-Território: Revista de Geografia Agrária*, v. 8, n.15, p.1-30. 2013.

ANTWI-AGYEI, P. et al. Mapping the vulnerability of crop production to drought in Ghana using rainfall, yield and socioeconomic data. *Applied Geography*, v. 32, p. 324-334. 2012.

ARRUDA, J. B. F.; BOTELHO, B. D.; CARVALHO, T. C. *Diagnóstico da cadeia produtiva da cajucultura: um estudo de caso*. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, 04 a 07 out. 2011.

ASSAD, Eduardo et al. *Impacts of Climate Change*. On Brazilian Agriculture. International Bank for Reconstruction and Development /International Development Association – The World Bank. 2013.

BARROS, L. M. Botânica, origem e distribuição geográfica. In.: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Org.). *Cajucultura: modernas técnicas de produção*. Fortaleza: EMBRAPA-CNPCa, 1995. p. 55-71.

BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTE, J. J. V. *Botânica, origem e distribuição geográfica*. In: BARROS, L.M. (Ed) *Caju*. Produção: Aspectos técnicos. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v. 1, p. 18-20. (Frutas do Brasil, 30).

BOOYSEN, F. And evaluation of composite an overview indices. *Social Indicators Research*, v. 59, n. 2, p. 115–151, 2002.

BRAGA, P. B. *Análise do programa selo município verde como uma ferramenta operacional na gestão ambiental no estado do Ceará*. Dissertação. Fortaleza. Mestrado Acadêmico em Economia Rural. Universidade Federal do Ceará, 2012.

CARVALHO, P. E. R.; GAIAD, S. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília, DF: Agência de Informação EMBRAPA. Disponível em: < [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies\\_arboreas\\_brasileiras/arvore/CONT000fulaqjv402wyiv807nyi6sjly92tp.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fulaqjv402wyiv807nyi6sjly92tp.html) >. Acesso em: 10jan. 2019.

CARVALHO, T. C. *Diagnóstico da cadeia produtiva do caju com foco na análise do desempenho dos produtores*. 2012. 139 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <[http://www.geslog.ufc.br/images/arquivos/dissertacoes/2012/thiago\\_costa\\_carvalho\\_2012.pdf](http://www.geslog.ufc.br/images/arquivos/dissertacoes/2012/thiago_costa_carvalho_2012.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2018

CHALLINOR, Andrew et al. Crops and climate change: progress, trends, and challenges in simulating impacts and informing adaptation. *Journal of Experimental Botany*, v. 60, (10) p. 2775–2789, 2009.

CONAB. *Panorama da cajucultura no Ceará*. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_02\\_09\\_14\\_35\\_39\\_cajucultura\\_no\\_ceara\\_-\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_09_14_35_39_cajucultura_no_ceara_-_2017.pdf)>. Acesso: 08 set. 2018.

FÁVERO, L. P. et al. *Análise dos dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Primeira Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agro 2017- Resultados Preliminares*. Disponível em: < [https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=23&tema=76260](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=23&tema=76260) >. Acesso em: 09 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. *Cidades – Panorama Ceará*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>>. Acesso em: 14 set. 2018.

\_\_\_\_\_. *Levantamento sistemático da Produção Agrícola*. Julho 2018. Fortaleza: IBGE/GCEA-CE, 2018.

JACOBS, R.; GODDARD, M. How Do Performance Indicators Add Up? An Examination of Composite Indicators in Public Services. *Public Money & Management's*, n. April, p. 103–110, 2007.

LIMA, P. V. P. S.; MENDES, C. M.; ROCHA, L. A.; OLIVEIRA, M. R. R. No rastro da vulnerabilidade as secas: uma análise da produção de grãos no semiárido brasileiro. *REDM*, v. 19, n. 1, 2016.

MATALLO JÚNIOR, H. *Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas*. 2001.

NARDO, M. et al. *Handbook on Constructing Composite Indicators Methodology And User Guide*. 2005.

SERRANO, L. A. L.; PAULA PESSOA, P. F. A. P. *Sistema de produção de caju: aspectos econômicos da cultura do cajueiro*. EMBRAPA, jul de 2016. Disponível em: < [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducao1f6\\_lgalceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_76293187\\_sistemaProducaoId=7705&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=10308](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_lgalceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoId=10308)>. Acesso em: 11 dez. 2018.

TONMOY, F. N.; EL-ZEIN, A. *Assessment of vulnerability to climate change using indicators: methodological challenges*. In: Causes, Impacts, and Solutions to Global Warming. New York: Springer, 2013. p. 143–156.

VIDAL, M. F. *Cajucultura Nordestina contínua em declínio. Caderno Setorial ETENE – Banco do Nordeste*, v. 2, n. 22, p. 1-11, dezembro/2017. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/2809571/22\\_cajucultura\\_122017\\_V3.pdf/cdde0738-0df4-ce6c-ed86-89c53ef7758e](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/2809571/22_cajucultura_122017_V3.pdf/cdde0738-0df4-ce6c-ed86-89c53ef7758e)>. Acesso em: 11 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. *Situação da cajucultura nordestina após a seca. Caderno Setorial ETENE – Banco do Nordeste*, ano 1, nº 4, p. 17-25, dezembro/2016. Disponível em: < <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1362740/cajucultura.pdf/ab38a224-57d8-3bf7-242b-6666846b0d12>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

## MANEJO AGROECOLÓGICO NO SEMIÁRIDO PROMOVE A MANUTENÇÃO DA DIVERSIDADE DA FAUNA EDÁFICA

Suelyly Mary da Silva Lima

Rosaliny de Castro Lourencio

Maria Ivanilda de Aguiar

Fred Denilson Barbosa da Silva

Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

### Introdução

No solo coexistem uma sociedade intimamente inter-relacionada, incluindo animais, plantas e microrganismos (PRIMAVESI, 2002). A numerosa e diversificada gama de organismos edáficos é responsável pelas alterações dos compostos orgânicos depositados no solo, e assim contribuem para a ciclagem de nutrientes, além de provocarem outras alterações que influenciam os aspectos físicos e químicos do solo, bem como sua pedogênese (RESENDE et al., 2007).

Dentre os componentes da biota do solo, a fauna edáfica é considerada um indicador biológico que possibilita avaliar a qualidade do solo, podendo também ser usada para indicar a degradação de ecossistemas (WINK et al., 2005) e também é empregado quando se deseja falar e/ou referir-se ao grupo de invertebrados que vivem permanentemente ou que passam um ou mais ciclos de vida no solo. Uma das características desse grupo é que eles variam de tamanho e diâmetro, assim apresentam habilidades que possibilitam ter diferentes estratégias segundo os habitats e na busca por alimentos (AQUINO, 2005). Este grupo de invertebrados é responsável pela decomposição da matéria orgânica existente no solo, bem como pela produção de parte desta matéria orgânica.

A matéria orgânica do solo (MOS), formada por qualquer substância orgânica existente no solo tem grande importância para o solo e para as plantas (PRIMAVESI, 2002), uma vez que a mesma tem a capacidade de influenciar de forma positiva as características físicas, químicas e biológicas do solo. Desta forma, contribui para o melhor desenvolvimento das plantas por aumentar a disponibilidade de nutrientes e melhorar as condições de crescimento das raízes. No entanto, a atividade agrícola, de forma geral, degrada a qualidade do solo, reduzindo os teores de matéria orgânica e, conseqüentemente, diminuindo a diversidade de organismos do solo, que são fundamentais para a decomposição e liberação de nutrientes para as plantas.

Neste sentido, Araújo et al. (2018a) observaram alterações na abundância e diversidade dos artrópodes do solo em cultivos de fruteiras em relação a vegetação nativa de caatinga. Outros autores também destacam a influência de sistemas de manejo e de atributos do solo sobre a pedofauna, a exemplo de Araújo et al. (2008b) que observaram maior quantidade e diversidade de indivíduos em área agroflorestal e Santos et al. (2018) que relatam uma macrofauna do solo mais numerosa e diversificada em café com cultivo orgânico comparado a um sistema de cultivo convencional.

Os autores também destacam a interferência das propriedades do solo (temperatura, umidade, matéria orgânica, variáveis químicas e microbiológicas) na comunidade de fauna edáfica (ARAÚJO et al., 2018a; SANTOS et al., 2018). No entanto, há necessidade de mais estudos para determinar com mais precisão os efeitos dos sistemas de manejo, bem como das propriedades do solo sobre a pedofauna, tendo em vista a necessidade de monitoramentos constante dos sistemas de manejo e de geração de informações que possam ajudar a promover uma produção agrícola sustentável.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a composição, abundância e diversidade da macro e mesofauna do solo sob diferentes sistemas de manejo, bem como verificar os efeitos da matéria orgânica e de alguns atributos físicos do solo sobre esta fauna, na região do Maciço de Baturité, Ceará.

## **Manejos agroecológicos avaliados**

Duas áreas sob manejo agroecológico e uma sob vegetação nativa de Caatinga foram estudadas quanto a sua diversidade de fauna do solo. Neste estudo a fauna edáfica foi utilizada como bioindicadora da qualidade do solo, visando avaliar se os manejos propostos estão sendo eficientes em manter a diversidade da fauna edáfica. Os manejos analisados foram: área de cultivo de hortas (diversas culturas – CH), área desmatada e cultivada com girassol (primeiro ciclo) (CG) e áreas sob vegetação nativa de caatinga (VN), conforme descrição abaixo.

CH – Possui aproximadamente 340 m<sup>2</sup> com diversos plantios experimentais mantidos em consórcios, incluindo além das espécies de hortaliças (alface, cebola, coentro), feijão guandu, várias espécies de capim, cana, palma e uma espécie ornamental (bastão porcelana). Esta área é irrigada por microaspersão. Na mesma é realizado adubação orgânica a base de húmus e utiliza-se cobertura morta.

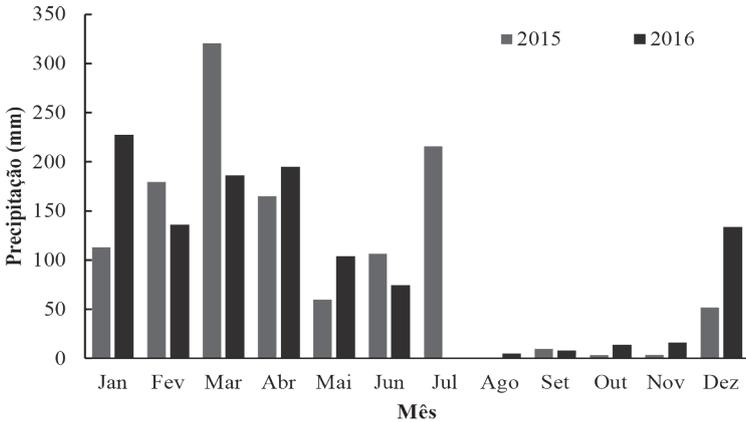
CG – Área de 889 m<sup>2</sup> que teve sua vegetação nativa (secundária), composta de diversas espécies de caatinga desmatada no final do período seco de 2015. O cultivo de girassol foi realizado no período de janeiro a abril de 2016, sendo a coleta realizada no final do cultivo de girassol. Para o cultivo de girassol utilizou-se adubação a base de cama-de-frango e casca de arroz carbonizada. Nesta área foi utilizada irrigação por microaspersão.

VN – Área de vegetação nativa de caatinga, com formação secundária (aproximadamente sete anos de pouso), com 8100 m<sup>2</sup>, na qual se observa presença das espécies arbóreas/arbustivas *Albizia polycephala* (Benth.) Killip, *Triplaris americana*, *Solanum paniculatum*, *Simarouba amara* Aubl, *Rhamnidium elaeocarpum* Reissek, *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, *Mimosa casalpiniifolia* Benth, *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir, *Licania rigida* Benth, *Jatropha* sp, *Guazuma ulmifolia* Lam, *Delonix regia*, *Alchornea sidifolia* Mull. Arg, *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud, *Capparis cynophallophora* L, *Croton sonderianus* Mull. Arg e *Cyperus rotundus* L.

As áreas descritas acima estão localizadas na Fazenda Experimental Piroás (FEP), pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNI-LAB), localizada no distrito de Barra Nova, em Redenção – CE (04°14'53" S de Latitude, 38°45'10" W de Longitude). A FEP possui 33 hectares e é manejada por meio da utilização de práticas agroecológicas. Na mesma são realizadas atividades didáticas, de pesquisa e de extensão. A FEP possui área de preservação permanente, reserva legal e contém aproximadamente 15 espécies arbóreas frutíferas, 30 espécies de flores tropicais, 15 de folhagens e elevada diversidade de espécies nativas. O clima da região é predominantemente tropical, com vegetação do tipo caatinga arbustiva densa e floresta subcaducifólia tropical pluvial (IPECE, 2015), com solos do tipo Planossolo Solódico e Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico (CARDOSO; SILVA, 2013). A temperatura média anual da região varia de 26°C a 28°C e a pluviosidade média anual é de 1062,0 mm (IPECE, 2015), com predomínio do período chuvoso de janeiro a julho (Figura 1).

Foram selecionadas três áreas sob diferentes manejos, para serem analisadas quanto a pedofauna e atributos edáficos.

**Figura 1** – Precipitação pluviométrica mensal em 2015 e 2016, na Fazenda Experimental Piroás – Redenção Ceará.



## A fauna edáfica nos sistemas de manejo agroecológicos e na vegetação de Caatinga

A amostragem da fauna edáfica foi realizada em maio de 2016 com a utilização de armadilhas de queda (pitfall), que foram alocadas na parte central das áreas estudadas, em número de quatro por área. Estas armadilhas consistem em recipientes plásticos, instalados no solo, com abertura rente à superfície. Nas armadilhas foi utilizada uma solução de álcool 50% e duas gotas de detergente neutro para quebrar a tensão e impedir que os organismos que caem nas armadilhas fujam. Para proteção das armadilhas utilizou-se o recipiente tipo marmitex e palitos de churrasco para fazer uma cobertura. As armadilhas permaneceram no campo por sete dias. Na coleta, os recipientes foram recolhidos, tampados e vedados com filme de policloreto de vinila (PVC), para que não ocorresse a perda de amostras e após esse processo foram levadas para o laboratório de Zoologia da UNILAB, onde ocorreu a limpeza, seguida da separação, identifica-

ção e classificação dos indivíduos por grupos taxonômicos. Posteriormente foram calculados abundância total e de grupos (equações 1 e 2), índices de diversidade (SHANNON; WEAVER, 1949) (equação 3) e uniformidade (PIELOU, 1977) (equação 4).

$$A_t = \sum \left( \frac{nt}{na} \right) / T \quad (1)$$

em que:  $A_t$ : abundância total,  $nt$ : número total de indivíduos;  $na$ : número de armadilhas;  $T$ : número de dias que as armadilhas permaneceram no campo.

$$A_i = \sum \left( \frac{ni}{na} \right) / T \quad (2)$$

em que:  $A_i$ : abundância do grupo  $i$ ,  $ni$ : número total de indivíduos de cada grupo;  $na$ : número de armadilhas;  $T$ : número de dias que as armadilhas permaneceram no campo.

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i \quad (3)$$

Sendo:  $H'$ : índice de Shannon;  $p_i$ : número de indivíduos por grupo/número total de indivíduos;  $\ln$ : logaritmo natural.

$$e' = \frac{H'}{\ln S} \quad (4)$$

Sendo:  $e'$ : índice de uniformidade de Pielou;  $H'$ : índice de diversidade de Shannon;  $S$ : riqueza de grupos

Foram coletadas quatro amostras deformadas de solo em cada área estudada para determinação do carbono orgânico total do solo (COT) e densidade de partículas do solo. Foram coletadas também, quatro amostras indeformadas de solo em cada área estudada para determinação de densidade e umidade do solo. As amostras foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e levados para o laboratório. As determinações da densidade do solo, porosidade total e umidade foram realizadas

no laboratório de Biologia da UNILAB, de acordo com metodologias descritas por Embrapa (1997).

A porosidade total foi obtida pela relação entre densidade de partículas e densidade do solo, conforme EMBRAPA (1997). A análise de COT foi realizada no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) no campus de Limoeiro do Norte. O método usado nas determinações de carbono no solo foi o volumétrico utilizando dicromato de potássio (EMBRAPA, 2009).

Os dados oriundos dos manejos foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade. Para comparar as médias dos manejos aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Tais análises foram realizadas no programa ASSISTAT v. 7.7.

Os dados de abundância, riqueza e diversidade da fauna foram correlacionados, por meio de regressão linear, com os teores de COT e umidade do solo para verificar se existe influência dos teores de COT e da umidade do solo sobre os parâmetros da fauna edáfica. Por fim, procedeu-se uma análise multivariada dos dados, utilizando a ferramenta de Análise de Componentes Principais (ACP).

Foram contabilizados 1.365 indivíduos distribuídos em 25 grupos, sendo Acari, Araneae, Coleóptera, Dermaptera, Díptera, Entomobryomorpha, Formicidae, Orthoptera, Larva de Coleóptera e Larva de Díptera os mais abundantes (Tabela 1). Os grupos Diplopoda, Hymenoptera, Archaeognata, Escorpião, Thysanoptera, Isopoda, Isoptera, Oligochaeta, Poduromorpha, Thysanura, Auchenorrhyncha, Blattodea, Larva de Tricoptera e Symphypleona foram observados nas áreas estudadas, porém com menor abundância. Na determinação da abundância total estes grupos foram inclusos em Outros (Tabela 1). O maior número de indivíduos (Abun-

dância total) foi observado na horta (CH), segunda do cultivo de girassol (CG) e da vegetação nativa (VN) conforme Tabela 1.

Em relação a abundância média não houve variação dos grupos coleóptera, Díptera, Dermaptera, Entomobryomorpha, Larva de Coleoptera, Larva de Díptera e Orthoptera nos três sistemas apresentados. Já nos grupos Formicidae, Acari e Araneae não houve variação nos sistemas de CG e VN, entretanto no sistema de CH obteve-se uma maior abundância.

**Tabela 1** – Abundância média (indivíduos armadilha-1 dia-1) dos grupos mais representativos da fauna edáfica, coletados no mês de maio (período chuvoso) em três sistemas (Horta, Girassol e Mata) em Barra Nova – Redenção – CE.

Grupo	Horta (CH)	Girassol (CG)	Mata (VN)	F	Signfi.
Acari	7,11a	0,43b	2,18b	8,4067	0,0080
Araneae	1,32a	0,61ab	0,18b	6,3906	0,0187
Coleóptera	2,64a	1,15a	2,29a	2,5720	0,1308
Dermaptera	0,50a	0,00a	0,75a	1,9436	0,1988
Díptera	1,22a	0,61a	0,68a	0,5059	0,6191
Entomobryomorpha	0,07a	4,36a	0,79a	2,1075	0,1775
Formicidae	12,25a	3,57b	2,18b	8,8337	0,0075
Larva de Coleoptera	0,32a	0,07a	0,11a	0,8365	0,4643
Larva de Díptera	0,25a	0,50a	0,00a	1,0614	0,3856
Orthoptera	0,57a	0,57a	0,18a	0,8783	0,4483
Outros	0,61a	0,25a	0,57a	0,6104	0,5642

**Legenda:** Médias que seguem com a mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O grupo de coleóptera pertence os indivíduos conhecidos como besouros, pirilampos e vaga-lumes. As famílias de coleópteras executam diversos serviços ambientais, atuando, por exemplo na escavação do solo e na acumulação da MO (AUDINO et al., 2007).

As espécies de ácaros, classificados como mesofauna, na maior parte são conhecidos como parasitas, entretanto uma parte possui um papel importantíssimo no controle de ervas daninhas e corroboraram ainda na formação dos solos, decomposição da MO e na ciclagem de nutrientes (BARETTA et al., 2011).

As aranhas servem como indicadoras em relação aos fatores físicos do ambiente onde habitam, como em modificações no microclima, por esta razão são sensíveis em ambientes que passaram por interferência humana, havendo assim uma diminuição na sua população pelo manejo intensivo do solo (BARETTA et al., 2007a).

O grupo das formigas possuem uma grande diversidade no que diz respeito a alimentação, são predadoras ou consumidoras primárias, colaborando na ciclagem de nutrientes. Esse grupo possui um enorme potencial biótico, formando assim muitas populações, porém algumas espécies desse grupo podem causar possíveis danos econômicos por alguns motivos, como por exemplo, cortando as folhas das plantações (KORASAKI; MORAIS; BRAGA, 2013).

A maior parte da mesofauna edáfica é composta por ácaros e colêmbolos, os mesmos são uma fonte alimentar dos grupos de coleópteros e aranhas. Com o aumento de incêndios acidentais e a interferência do homem no meio ambiente está havendo uma redução deste grupo por esta razão (BARETTA et al., 2011; BARETTA et al., 2008).

Observa-se que, como encontrado nos trabalhos de Vargas et al. (2013) e Silva et al. (2007) o grupo Formicidae foi o mais abundante nos três sistemas estudados, as formigas são capazes de desempenhar importantes papéis em relação aos processos ecológicos, pois além da sua interação com vários outros organismos ainda ajudam na dispersão de sementes, na estrutura química e física do solo e na ciclagem de nutrientes (DOLES; ZIMMERMAN; MOORE, 2001).

Analisando os grupos de espécimes coletados, os grupos Coleóptera, Acari, Araneae, Entomobryomorpha (ordem colembolla), Díptera, Larva de Coleóptera e Orthoptera (Tabela 2) estão representados em todos os sistemas, no entanto no CH houve uma maior representatividade de alguns grupos, isto pode estar relacionado a uma maior disponibilidade de alimento e os restos culturais depositados na área (BERTOL; SCHICK; BATISTELA, 2002). Os coleópteras mostram-se mais presente na área de CH diferente dos resultados mostrados por Lourente et al. (2007) que observou uma maior densidade desse grupo na VN.

A ocorrência de acari predominantemente nas áreas de CH e VN confirma a incidência desse grupo em ambientes equilibrados, com maior teor de MO e umidade (DUCATTI, 2002). Os grupos Larva de coleóptera, larva de díptera (não presente na área de CG) e Dermaptera (não presente na VN) mostraram-se com menor ocorrência. A presença de larvas de Coleóptera em maior densidade no CH pode ter relação com teor de MOS, levando em consideração que esse grupo de organismos são saprófitas e utilizam a MO como fonte de energia (LOURENTE et al., 2007).

Os Dermapteras habitam em resíduos, cascas de árvores, em MO e galerias no solo. (DUCATTI, 2002), Frouz (1999) relata que em VN as larvas de díptera apresentam uma boa parcela da fauna edáfica em função de fatores como, por exemplo, maior quantidade de material orgânico e de umidade, porém essa observação difere do presente estudo uma vez que não houve representatividade desse grupo sob VN.

Em relação a abundância média não houve variação dos grupos coleóptera, Díptera, Dermaptera, Entomobryomorpha, Larva de Coleoptera, Larva de Díptera e Orthoptera nos três sistemas apresentados. Já nos grupos Formicidae, Acari e Araneae não houve variação nos sistemas de CG e

VN, entretanto no sistema de CH obteve-se uma maior abundância. O grupo Araneae deve ter sua ocorrência destacada, levando em consideração sua atuação como predadores na cadeia trófica, como também na atuação do controle biológico de pragas (BRITO et al., 2016). Outro grupo com importância destacada foi o Coleóptera. Na Caatinga estudos mostram que assim como os grupos de formicidae e os coleópteras apresentaram-se mais resistentes às condições adversas de manejo do solo nesse ambiente (NUNES et al., 2008).

Perturbações realizadas nos ecossistemas modificam a distribuição da fauna edáfica, do mesmo modo que tornam a disponibilidade de alimentos comprometida, assim transformando as interações ecológicas (BARETTA et al., 2011). Por esta razão manter o ecossistema em equilíbrio é essencial para a permanência da fauna edáfica contribuindo ainda na conservação do solo, na sua infiltração e fertilidade.

Os valores de abundância total não diferiram nas áreas de CG e VN, porém sua maior representatividade foi no CH, diferindo-se das demais áreas. Riqueza total, índice de diversidade de Shannon e equabilidade de Pielou não diferiram em nenhum dos sistemas (Tabela 2).

**Tabela 2** – Índices ecológicos da fauna edáfica coletada no mês de maio de 2016 na localidade de Barra Nova – Redenção – CE

Áreas	Abundância total (Ind arm <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Riqueza Total	Índice de Shannon (H')	Índice de Pielou (P)
CH	26,85	9,75	1,42	0,63
CG	12,07	8,00	1,67	0,82
VN	9,90	8,50	1,72	0,81

**Legenda:** CH; cultivo de horta; CG: cultivo de girassol; VN: vegetação nativa de caatinga.

Diferente dos resultados observados por Silva et al. (2006) e Lourente et al. (2007) onde a riqueza de grupos mostrou maiores valores no sistema sob VN, no presente trabalho a riqueza observada em VN foi semelhante a observada nas áreas manejadas (Tabela 2), indicando que tanto o manejo da horta (CH), quanto o cultivo de girassol (CG) não alteraram o número total de grupos da fauna edáfica observados. Este fato pode estar relacionado ao ter de MOS semelhante em ambos os sistemas (Tabela 2).

Assim como relatado no estudo de Fialho (2013) houve uma alta abundância e baixa uniformidade e diversidade de indivíduos que indicam uma dominância de grupos, como observado para Formicidae (Tabela 2). A baixa uniformidade sob VN também se mostrou presente no trabalho de Lima (2010).

**Tabela 3** – Médias dos atributos físicos e carbono orgânico (COT) do solo nas áreas cultivadas com horta (CH), girassol (CG) e sob vegetação nativa (VN) em Barra Nova- Redenção, CE.

Área	Densidade	Umidade	Porosidade	COT
CH	1,24a	19,26a	50,89a	1,70a
CG	1,47a	15,65a	43,18a	1,31a
VN	1,21a	13,87a	52,17a	1,81a
F	2,78	1,93	2,01	1,36
Signif.	0,12	0,20	0,19	0,36

**Legenda:** Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Observa-se que não houve variação dos atributos do solo em relação aos sistemas estudados (Tabela 3). Para alguns grupos como collembolos a falta de umidade no solo pode causar a secagem fisiológica dos mesmos, causando assim a redução de diversidade de determinados organismos (ROVEDDER et al., 2005). O COT esteve presente com

valores maiores sob CH e VN, o que pode ser justificado pela presença de grupos decompositores como por exemplo Coleóptera (Tabela 1). O CG teve uma maior densidade e menor porosidade que a VN (Tabela 3), porém, mesmo com esses valores, que indicam que seria mais lógico a ocorrência de uma maior abundância de indivíduos na vegetação nativa do que no cultivo de girassol, os resultados nos mostraram que a abundância foi maior no CG do que na VN, possivelmente devido elevada abundância das populações de poucos grupos, como Formicidae e Acari.

Assim como no trabalho de Figueiredo et al. (2008) a porosidade apresentou-se com maior valor sob VN em relação aos demais sistemas (Tabela 3). Já a densidade obteve maior valor sob CG pode ser causado por sofrer ação antrópica como relatado por Souza et al. (2005). Em sistemas onde há uma interferência antrópica pode alterar seus atributos físicos, causando perda da qualidade do solo e o acréscimo excessivo da densidade do solo onde ocasiona redução do volume total de poros, reduzindo a infiltração como também aumentando a resistência à penetração (SOUZA et al., 2005). Além de dificultar a permanência de alguns organismos da fauna do solo.

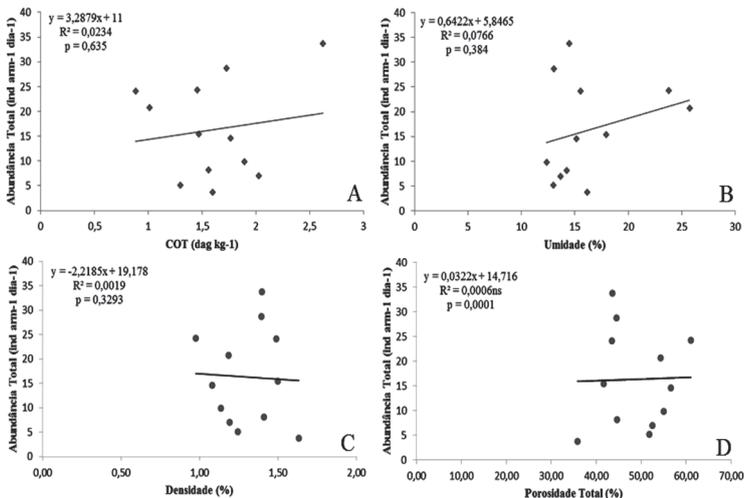
Percebe-se que os valores de COT (A), Umidade (B), Densidade (C) e Porosidade Total (D) não influenciaram na Abundância Total dos grupos (Figuras 2A-2D). Como pode ser visto, os pontos das amostras não se aproximam da linha de tendência linear, portanto não houve o ajuste linear desses pontos. Também pode-se perceber que os valores de  $R^2$  nos gráficos acima são não significativos, pois não apresentam valores próximos a 1, comprovando a falta de influência que essas variáveis tiveram na abundância.

Apesar de não ter sido observado relação linear entre índice ecológico da fauna edáfica, COT, umidade, Densidade

e Porosidade do solo, alguns autores como Manhães (2011) destacam que os organismos da fauna edáfica são afetados por fatores como temperatura, umidade, porosidade, textura, entre outros diversos fatores. Ressalta ainda que o solo deve ser mantido com uma alta umidade e baixa temperatura para que não haja um ressecamento no mesmo assim prejudicando a fauna edáfica.

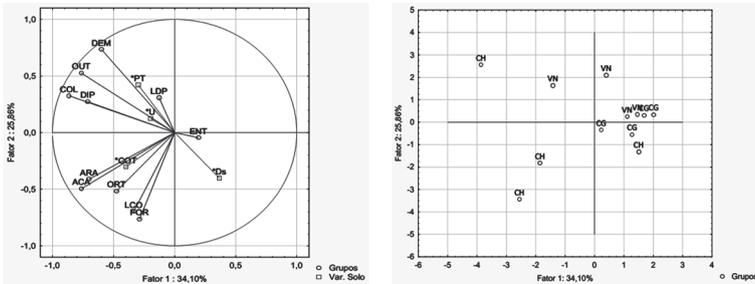
Por outro lado, a maioria dos grupos da fauna edáfica não heterotróficos e depende de uma fonte de carbono (proveniente da degradação da MO) para obtenção de energia, assim, a abundância dos organismos do solo é influenciada pela qualidade e disponibilidade de alimentos, ou seja, quanto maior for a quantidade de alimentos, maior será a sua abundância. Essa quantidade de alimento pode ser afetada por diversos fatores um deles é o físico que são umidade e temperatura (BRADY E WEIL, 2013).

**Figura 2** –Relação entre abundância Total de indivíduos da fauna edáfica e COT ( $\text{dag kg}^{-1}$ ), Umidade (%), Densidade do solo (%) e Porosidade Total do solo (%).



Quanto a análise multivariada, nota-se que os grupos Dermaptera, Coleoptera, Diptera e Larva de Diptera (Figura 3) sofrem uma maior influência das variáveis Porosidade Total e Umidade, pois se encontram no mesmo quadrante do gráfico. Nesse tipo de gráfico, quanto mais próximo da extremidade do círculo, mais uma variável é significativa para a análise. Nesse sentido, a Porosidade Total tem uma maior significância que a Umidade e os grupos Dermaptera, Coleoptera e Outros são os mais representativos. O COT teve uma maior influência sobre grupos como Araneae, Acari, Orthoptera, Formicidae e Larva de Coleoptera. Já a Densidade do Solo não afetou a maioria dos grupos, apenas os Entomobryomorpha. Percebe-se também que a área de cultivo de girassol (CG) foi mais semelhante à área de vegetação nativa (VN), quando comparada com a área de cultivo de hortas (CH).

**Figura 3** – Análise dos componentes principais (ACP) da fauna edáfica em diferentes sistemas (CH, CG e VN) em Barra nova – Redenção – Ceará.



A análise de componentes principais (ACP), realizada com os dados coletados, revelou que os dois primeiros eixos explicam 59,96% da variabilidade total dos dados, sendo 34,1% pelo primeiro eixo e 25,86% pelo segundo eixo (Figura 3). Pode-se perceber também que o primeiro eixo é influen-

ciado principalmente pelos grupos Araneae, Acari, Orthoptera, Formicidae, Larva de Coleoptera e Entomobryomorpha e o segundo eixo influenciado majoritariamente pelos grupos Coleoptera, Diptera, Dermaptera, Larva de Diptera e Outros.

Quanto a presença dos grupos principais utilizados nessa análise em cada área, pode-se perceber que na área do cultivo de girassol (CG) houve uma predominância do grupo Entomobryomorpha, na área do cultivo de horta (CH) houve uma predominância maior dos grupos Formicidae e Acari, dados esses que comprovam as informações apresentadas na Tabela 2 que fala da abundância média dos indivíduos. Já na área de vegetação nativa (VN) houve uma predominância dos grupos Larva de Diptera e Entomobryomorpha. Em análises semelhantes a essa, Alves (2012) encontrou uma afinidade maior para essa área do grupo Isoptera e para Nunes et al. (2009), os grupos Larva de Diptera, Scorpionidae, Collembola, Blatodea e Larva de Coleoptera foram mais presentes em área de mata nativa.

## **Considerações finais**

O manejo agroecológico adotado nos cultivos de hortaliças (CH) e de girassol (CG) não interfere na comunidade da fauna edáfica em relação a área sob vegetação nativa (VN). O grupo Formicidae é o mais abundante nos três sistemas estudados e no CH houve uma maior representatividade de alguns grupos, podendo estar relacionado a uma maior disponibilidade de alimento e os restos culturais depositados na área. Os valores de abundância total não diferiram nas áreas de CG e VN, porém sua maior representatividade é no CH. Riqueza, diversidade e uniformidade não diferiram em nenhuma das áreas avaliadas. Não houve variação de poro-

side, umidade, porosidade e COT em relação aos sistemas estudados.

Destaca-se que práticas de manejo agroecológico na agricultura são benéficas por diversos fatores, tais como presença de MO, solos descompactados e a possibilidade de um ambiente equilibrado. Deste modo, esse tipo de manejo também interfere positivamente na comunidade da fauna edáfica. É importante ressaltar também que a abundância da fauna edáfica é definida não somente pelo tipo de manejo utilizado, mas também pelos fatores químicos e físicos presentes em cada área e as especificidades de cada grupo. A combinação de uma boa umidade e boa quantidade de nutrientes na área, por exemplo, junto com o manejo agroecológico desse local traz condições muito favoráveis para a presença da fauna edáfica.

## Referências

ALVES, T. S. *Macrofauna do solo como bioindicadora dos efeitos das práticas agrícolas tradicionais do Semiárido Nordeste*. 2012. 35 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Ceará, Quixadá, 2012.

AQUINO, A. M. de. *Fauna do Solo e sua Inserção na Regulação Funcional do Agroecossistema*. In: AQUINO, Adriana Maria de; ASSIS, Renato Linhares de (Ed.). *Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta: Ferramentas para uma Agricultura Sustentável*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 47-76.

AUDINO, L.D.; NOGUEIRA, J.M.; SILVA, P.G.; NESKE, M.Z.; RAMOS, A.H.B.; MORAES, L.P.; BORBA, M.F.S. *Identificação dos coleópteros (Insecta: Coleoptera) das regiões de Palmas (município de Bagé) e Santa Barbinha (município de Caçapava do Sul), RS*. Bagé, 2007. 92p. (Informação Técnica – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 70)

BARETTA, D. et al. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:2693-2699, 2008.

BARETTA, D. et al. Earthworm populations sampled using collection methods in Atlantic Forests with *Araucaria angustifolia*. *Sci. Agric.*, 64:384-392, 2007a.

BARETTA, D. et al. *Fauna edáfica e qualidade do solo. In: sociedade brasileira de ciência do solo. Tópicos em Ciência do Solo*. 7. ed. Viçosa: Sbc, 2011. p. 119-170.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para milho e aveia em rotação com outras culturas em três tipos de preparo de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 1, p.545-552, ago. 2002.

BRADY, Nyle C.; WEIL, Ray R. Elementos da natureza e propriedades do solo. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRITO, Maria Fabiana de et al. Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. *Pesq. Agropec. Bras.*, [s.l.], v. 51, n. 3, p.253-260, mar. 2016.

DOLES, J.L; ZIMMERMAN, R.J; MOORE, J.C. *Soilmicroarthorod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchads in western colorad, USA*. *Applied Soil Ecology*, v. 18, p.83-96, 2001.

DUCATTI, F. *Fauna Edáfica em Fragmentos Florestais e em Áreas Reflorestadas com Espécies da Mata Atlântica*. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

EMBRAPA. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ)*. Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p.: il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1)

EMBRAPA. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes* / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. – 2. ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

FIALHO, J. S. *Qualidade do solo e pedofauna em sistemas tradicionais e agroflorestais*. 2013. 82 f. Tese (Doutorado) – Curso de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

FROUZ, J. Use of soil dwelling Díptera (Insecta Díptera) as bioindicators: a reiew of ecological requeriments and response to disturbance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, p. 167-186, 1999.

PECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Perfil Básico Municipal, Redenção*. Fortaleza; Seplag – Secretaria do Planejamento e Gestão, Governo do Estado do Ceará, 2015,18p.

LOURENTE, Elaine Reis Pinheiro et al. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 29, n. 1, p.17-22, jun. 2007.

MANHÃES, C. M. C. *Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil*. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; MENEZES, R. Í de Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a

diferentes sistemas de manejo no Semi-Árido Nordeste. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 10, n. 1, p.43-49, fev. 2009.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; MENEZES, R. I de Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 21, n. 3, p.214-220, set. 2008.

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 2002.

RESENDE, Mauro et al. *Pedologia: Base para distinção de ambientes*. 5. ed. Lavras: Editora Ufla, 2007.

ROVEDDER, Ana Paula et al. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 3, n. 2, p.87-96, maio 2005.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Universidad Illinois Press, 1949, 117p.

SOUZA, Edicarlos Damacena; CARNEIRO, Marco Aurélio Carbone; PAULINO, Helder Barbosa. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 11, p.1135-1139, nov. 2005.

VARGAS, A. B. et al. Diversidade de artrópodes da macrofauna edáfica em diferentes usos da terra em Pinheiral, RJ. *Acta Scientiae Et Technicae*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p.21-27, dez. 2013.

WINK, Charlotte et al. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 4, n. 1, p.60-71, out. 2005.

## **AVALIAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTAIS, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ**

Camila Caldas Oliveira Passos

Aluísio Marques da Fonseca

Regilany Paulo Colares

Juan Carlos Alvarado Alcocer

Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

### **Introdução**

**N**o Brasil, as leis constitucionais atribuem a dominância dos corpos hídricos à união, aos estados e aos municípios na promoção do adequado ordenamento territoriais, por meio de planejamento e o controle do uso e da ocupação do solo. Os municípios participam apenas indiretamente na gestão dos recursos hídricos, aspecto que reforça a falta de integração entre as políticas urbana e hídrica (RIBEIRO, 2015).

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257) possibilita que as atenções fiquem direcionadas para os municípios, objetivando um planejamento urbano em consonância com o meio ambiente. Tal regulamentação descreveu o Plano Diretor Municipal, instrumento essencial à política do município, cujo propósito é a organização urbana (PERES; SILVA, 2013). No entanto, é possível perceber que a relação entre políticas e instrumentos nacionais ainda está distante, em alguns aspectos, das legislações estaduais e, principalmente municipais (Neto; Souza, 2017).

Para que ações de proteção ambiental e de sustentabilidade sejam colocadas em prática, devem ser elaborados modelos de gestão e estratégias baseadas nas dimensões que

envolvem o meio ambiente como o todo, desde micro até macrorregiões (MMA, 2018).

O Nordeste é uma região em constante ascensão, porém, ainda existem grandes problemas relacionados à seca, no qual engloba a maioria das cidades e municípios em situação alarmante. Porém, existem outros municípios que, apesar de não estarem na mesma situação, se enquadra em estado crítica, como São Gonçalo do Amarante, localizado no litoral oeste, na região do Vale do Curu do estado do Ceará, a 55 quilômetros de Fortaleza, fazendo parte da região metropolitana (IPECE, 2017).

O município de São Gonçalo do Amarante possui 123 hectares de área de dunas e 20 hectares de área costeira classificadas como áreas de conservação/preservação ambiental de dunas (IPECE, 2017), receberam e ainda vem recebendo muitos investimentos, principalmente, o distrito de Pecém, que é o principal do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). Trata-se de um território em constante desenvolvimento, principalmente do setor industrial, portanto, vem ocorrendo, cada vez mais uma crescente utilização e ocupação do solo. Tal situação vem gerando disputas com relação ao uso dos recursos hídricos e pode vir a acarretar impactos ambientais relevantes na região (IPECE, 2015a).

Devido à avançada expansão urbana do município de São Gonçalo do Amarante, faz-se necessária a realização de ações voltadas à preservação ambiental e desenvolvimento sustentável. É essencial que se busque informações sobre tais ações e sobre a existência e/ou desenvolvimento de uma gestão integrada de recursos hídricos e ambientais, de um plano de urbanização ou ambiental. Para tal, inicialmente, é preciso analisar leis, resoluções, decretos e portarias vigentes do município.

Portanto, este trabalho pretende avaliar a situação do município de São Gonçalo do Amarante, Ceará, relacionando à gestão integrada de recursos hídricos e ambientais, ao

uso e ocupação do solo, à educação ambiental e ao enfrentamento à seca, com base na legislação vigente.

## Município de São Gonçalo do Amarante

O município de São Gonçalo do Amarante possui uma área de 834,4 km<sup>2</sup> que é formado por sete distritos: Pecém, Siupé, Taiba, Croatá, Umarituba, Serrote e Cágado. Grandes investimentos foram realizados nessa região, principalmente, no distrito de Pecém, como a ampliação e desenvolvimento do Porto do Pecém, a instalação de uma termelétrica, que utiliza carvão mineral como combustível, e de uma siderúrgica, a implantação recente de parques eólicos, dentre outras indústrias que vem ganhando o território local. Além disso, trata-se de uma região com grande movimentação turística (IPECE, 2017).

No quadro 1 têm-se o crescimento populacional de 1991 a 2010 e a estimativa de crescimento dos anos, de 2011 a 2016 do município de São Gonçalo do Amarante, Ceará. Observou-se que ocorreu um crescimento no decorrer dos anos no município, tanto para o crescimento populacional que em 2010 aumentou para 43.890 habitantes como para a estimativa da população que em 2016 equivaliu a 48.000 habitantes (IBGE, 2018).

**Quadro 1** – Crescimento da população do município de São Gonçalo do Amarante, Ceará e Brasil, entre os anos de 1991 a 2010.

POPULAÇÃO POR REGIÃO			
Ano	São Gonçalo do Amarante	Ceará	Brasil
1991	29.286	6.366.647	146.825.475
1996	32.600	6.781.621	156.032.944
2000	35.608	7.430.661	169.799.170
2007	40.312	8.185.286	183.987.291
2010	43.890	8.452.381	190.755.799

**Fonte:** IBGE (2018).

No desenvolvimento econômico do município, é importante destacar o *ranking* do Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) dos municípios cearenses entre os anos de 2010 e 2014, mostrado no quadro 2. Em todos os indicadores citados ocorreu a ascensão da colocação de São Gonçalo do Amarante, indicando, portanto, seu crescente desenvolvimento. Apesar de ter caído no *ranking* do indicador de Infraestrutura de 2010 para 2012, percebeu-se que volta a subir no ano de 2014 (IPECE, 2015b).

**Quadro 2** – Comparação do ranking do Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) de São Gonçalo do Amarante, Ceará entre 2008 a 2012.

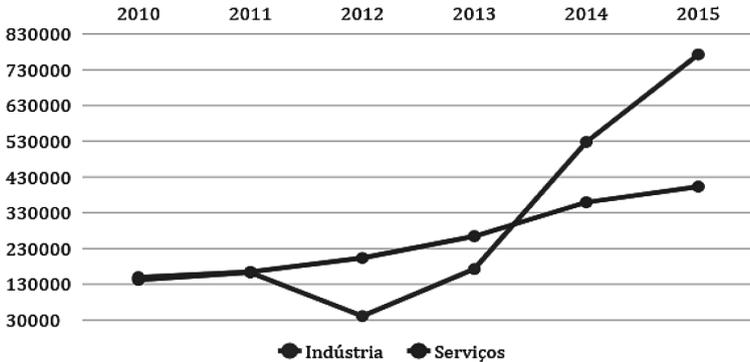
**ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL – IDM**

Ano	Global	Grupo de indicadores		
		Demográficos e econômicos	Infraestrutura	Sociais
2010	7º	5º	11º	42º
2012	3º	4º	21º	23º
2014	3º	2º	17º	20º

**Fonte:** IPECE (2015b).

Em 2015, segundo o IBGE (2018), o Produto Interno Bruto (Valor Adicionado) por setores foi de: 772.717,62 (Indústria), 403.037,33 (Serviços) e 56.411,79 (Agropecuária). Na Figura 1 observa-se o crescimento do PIB das duas principais maiores atividades econômicas do município (Indústria e Serviços) entre os anos de 2010 e 2015. Nesse contexto, é notado que o setor industrial estava em segundo lugar em relação ao setor de serviços até início de 2013, ultrapassando-o a partir de tal ano.

**Figura 1** – Atividades industriais e de serviços do município de São Gonçalo do Amarante, Ceará.



**Fonte:** (IBGE, 2018).

Mesmo em plena desenrolar da crise econômica no país, São Gonçalo do Amarante ainda está em constante crescimento econômico, isso é perceptível através dos investimentos, principalmente de empresas estrangeiras (DIÁRIO DO NORDESTE, 2018). Obviamente serão necessários estudos profundos e estratégias firmes para continuar levando desenvolvimento para a localidade, porém sem ônus socioambientais graves.

Com relação ao esgotamento sanitário e abastecimento de água, apesar do desenvolvimento da região está sendo acelerado, segundo o IBGE (2018), o município possui, em 2010, somente 26,3% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado e, na região urbana, somente 1,1% deles localizam-se em vias estruturalmente adequadas.

As consequências de um crescimento urbano sem controle e planejamento são muitas, diante dos mais diferentes contextos. No cenário ambiental, uma das consequências que poderia ser citada, é o desgaste dos recursos hídricos, principalmente dos mananciais da região. Segundo o MMA

(2018) o aumento da demanda por água é consequência direta do crescimento populacional e da ampliação dos níveis de consumo per capita, e tais fatores aumentam a pressão sobre os mananciais de abastecimento, dentre as situações que causam degradação das áreas de mananciais, destacam-se: ocupação desordenada do solo, uso inadequado do solo e da água; falta de infraestrutura de saneamento, grande exploração dos recursos hídricos, remoção da cobertura vegetal, erosão e assoreamento de rios e córregos, e atividades industriais que descumprem a legislação ambiental.

A água não é somente um recurso natural utilizável, trata-se de um meio de desenvolvimento social e econômico. Além disso, não é um fator isolado, necessitando de todo um equilíbrio ambiental para que seu ciclo seja completo. De tal forma, toda agressão externa realizada ao meio ambiente poderá prejudicar direta ou indiretamente a manutenção de recursos hídricos disponíveis. Para alcançar com sucesso, por exempl, a conservação, preservação e qualidade das águas, o planejamento, desde o cenário nacional ao municipal, deve ser acertado (Vargas, 1999).

Outros fatores associados podem colaborar para a degradação ambiental. Um exemplo seria um fator climático extremo, como a seca, que no estado do Ceará provocou escassez de água em muitas localidades nos últimos anos, gerando grandes impactos sociais. O cenário, desde janeiro de 2018, vem apresentando melhoras, alcançando o melhor resultado em abril (FUNCEME, 2018), porém, atualmente voltou a aumentar o número de municípios em situação emergencial de seca, dentre eles está São Gonçalo do Amarante (TRIBUNA DO CEARÁ, 2018). Além do canal comum (Ramal Litoral do Cinturão das Águas) compõe o abastecimento de água da região do Complexo Industrial do Porto do Pecém, o trecho V do Eixão das Águas, que interliga 5 principais re-

servatórios, são eles: Açudes Gavião, Ceará, Cauhipe, Anil e Sítios Novos (SRH, 2008).

Conforme a Tabela 1, a taxa de abastecimento de água e a taxa de esgotamento sanitário na região urbana de São Gonçalo do Amarante se mantiveram do ano de 2014 para o ano de 2015, porém, no ano de 2016 a taxa apresentou uma leve queda (IPECE, 2017).

**Tabela 1** – Taxa de cobertura de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de São Gonçalo do Amarante, Ceará.

Município/UF	Abastecimento de água (%)						Esgotamento sanitário (%)					
	Área urbana			Área Rural			Área Urbana			Área Rural		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
São Gonçalo do Amarante/CE	99,7	99,7	98,5	-	-	46,5	53,5	53,5	46,5	-	-	-

**Fonte:** IPECE (2017).

Ao relacionarmos os dados do crescimento populacional e o desenvolvimento econômico do município, apresentado anteriormente, é possível chegar a seguinte indagação: a cobertura destes dois serviços básicos está acompanhando o crescimento da região. Tais problemáticas podem provocar disputas pelo uso dos recursos disponíveis, como as que vêm ocorrendo na região do Pecém.

A poluição no município de São Gonçalo do Amarante, além do uso e da ocupação do solo de maneira acelerada e das disputas pelo abastecimento de água na região em tempos de crise hídrica, outros problemas graves são relatados pela população que vive no entorno da Companhia Siderúrgica do Pecém (CSP), principalmente da comunidade do Assentamento Nova Vida Parada, como a poluição do ar,

que vem provocando problemas de saúde em muitos moradores e impactos socioeconômicos locais, com a saída dos mesmos, sem mesmo nenhum suporte legal, até então. Segundo o IBAMA, foram considerados incompletos os meios necessários para garantir a proteção ambiental. O Ministério Público, juntamente com outros órgãos ambientais intermedeiam diálogos com a população local a fim de solucionar tais problemas, rebatidos pelas empresas envolvidas (OPOVO, 2018).

Em 2017, a empresa Ceará Portos foi multada após um acidente que provocou o lançamento de carvão mineral na praia do Pecém. Ao todo, foram totalizados três autos de infração, pelo vazamento de sólidos na faixa de areia e dor mar, por não ter comunicado ao órgão e, por não ter apresentado um relatório ambiental após a notificação de outra ocorrência (IBAMA, 2017).

O índice de Qualidade do Ar Desejado (IQA) do município de São Gonçalo do Amarante esteve alterado em quatro pontos na primeira campanha de coletas com resultados moderados e um ponto com qualidade ruim. Já após a coleta de dados da segunda campanha, os índices pioraram. Levou-se em consideração somente a pesquisa dos seguintes poluentes:  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $MP_{10}$  e  $O_3$ ; escolheu cinco pontos de amostragem dentro do município (Rabelo, 2017). O acompanhamento da emissão e saturação do ar com poluentes na localidade deveria estar sendo realizado pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), no entanto, a rede responsável por prover tais serviços ainda está em processo de testes.

Na gestão e preservação ambiental de São Gonçalo do Amarante, de acordo com o MMA (2018), é imprescindível que seja visto o território e sua utilização de forma estratégica, com o intuito de reduzir as diferenças sociais e a degrada-

ção ambiental, buscando a qualidade e o equilíbrio do meio ambiente aliado ao desenvolvimento sustentável. Com relação à preservação dos recursos hídricos, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997), propôs a implementação de alguns programas. Um deles trata-se do Programa II: Desenvolvimento Institucional da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) no Brasil, que possui quatro subgrupos, que relatam objetivos e estratégias para o alcance de suas metas (MMA, 2008). Portanto, ferramentas de gestão são indispensáveis para a administração, principalmente em um modelo de gestão integrada, que visa assimilar diversas dimensões para a realização de planejamento e organização de um contexto, buscando obter qualidade e bons resultados.

A gestão integrada de recursos hídricos, atualmente, tem como parâmetros principais o uso de forma sustentável dos recursos naturais, uma visão multissetorial e a utilização de abordagens não estruturais para solução de problemáticas. Esse conceito e sua aplicação prática aproximam os resultados ao desenvolvimento sustentável. Para a proteção dos recursos hídricos são necessárias ações e políticas voltadas, também, ao uso e ocupação do solo, que é obrigação dos municípios. Contudo, as estratégias e os planejamentos urbanos devem estar diretamente ligados às ações e às políticas de gestão ambiental e de recursos hídricos, além disso, depois de implantadas, devem ser realizadas avaliações continuadas de seus parâmetros, estratégias e processos, sendo esses participativos (Fernandes et al., 2012; Silva; Porto, 2003).

Com relação à seca, no litoral que abrange São Gonçalo do Amarante, por exemplo, encontrava-se em situação sem seca relativa no mês de agosto de 2018. No entanto, no mês de setembro de 2018, encontrava-se em situação de seca fraca. Percebeu-se que, houve agravamento da situação de um mês para o outro, ou seja, ainda é bastante preocupante a situação da seca no Nordeste como um todo.

De acordo com o Portal Hidrológico do Ceará (FUNCEME, 2018), o principal reservatório da bacia da região metropolitana, o Açude do Cauhipe, em Caucaia, localidade proximal, apresenta o volume de água de  $6,26 \text{ hm}^3$ , ou seja, 52,20% de sua capacidade. Já o reservatório de Sítios Novos, que em 28 de fevereiro de 2017, chegou a 0,06% de sua capacidade, 5,25% de sua capacidade.

## **Aspectos metodológicos**

Inicialmente, foram levantados os dados relacionados ao município estudado, através de ferramentas oferecidas, como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Em seguida, foi realizado um levantamento de informações sobre a existência de um modelo de gestão integrada, notícias, ações, projetos, leis, projetos de leis, decretos e regulamentações relacionadas aos recursos hídricos e ambientais; ao planejamento urbano e ao uso e ocupação do solo; e, ao combate à seca.

As pesquisas foram realizadas tanto através de contato com a Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB do município de São Gonçalo do Amarante, através de ofício, como também através das plataformas digitais da própria prefeitura do município, e de órgãos do governo do Estado do Ceará, como Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME); Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH); e de plataformas de órgãos nacionais, como Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), dentre outros.

Ademais, foram realizadas buscas de notícias ligadas ao foco desta pesquisa, através de fontes fidedignas, apre-

sentando, inclusive, a ótica da comunidade. Tais esforços tiveram como finalidade, avaliar a atual situação da cidade, relacionando o seu desenvolvimento sócio econômico e a necessidade de um planejamento urbano e ambiental mais sustentáveis e eficazes.

## Resultados e Discussões

Na Tabela 2 verificam-se as principais leis vigentes no município de São Gonçalo do Amarante, Ceará, relacionadas à preservação ambiental (através de códigos, políticas e sistemas municipais), uso e ocupação do solo, licenciamento ambiental, saneamento básico, além de reestruturações organizacionais e políticas entre outras.

A lei Orgânica do município de São Gonçalo do Amarante traz um capítulo (VI, art. 64 a 66) dedicado ao meio ambiente, em que explicita, de forma geral, o papel do cidadão e do Poder Público, com relação a danos ambientais, a criação de um fundo especial para controle, fiscalização de crimes ambientais através de um órgão próprio; três critérios para a instalação e funcionamento de indústrias no município e, três objetivos a serem cumpridos. Destacam-se os objetivos citados na lei: criação de um Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, promoção da educação ambiental aos habitantes; definição de plano diretor de zoneamento ambiental e de uso e ocupação do solo (AMC, 2005).

Alguns pontos gerais das leis em vigor desde 2010 estão em discordância com a legislação nacional, relacionado ao plano de desenvolvimento ambiental, principalmente hídrico, o que pode gerar uma fragmentação nos processos de aplicação e acompanhamento da legislação.

Observou-se que, a maioria das leis que regulam a política ambiental do município foi aprovada em 2013, ou seja,

são leis recentes. Verificou-se também que, por terem sido criadas num contexto mais atual, conseguem cobrir as principais questões ambientais e conflitos. Porém, são passíveis de desencontros de informações, conforme a legislação municipal ilustrada na Tabela 2, até, de defasagem, caso continue havendo um crescimento acelerado do município.

No ano de 2014, somente duas leis foram implementadas acerca do contexto pesquisado (Lei nº 1.260 e Lei nº 1.296). Entretanto, são mudanças e regulamentações na estrutura organizacional do governo que impactam de forma direta na gestão ambiental municipal e na concessão de incentivos às empresas, entre elas, indústrias e agroindústrias.

**Tabela 2** – Principais leis vigentes no município de São Gonçalo do Amarante, Ceará, relacionadas direta e indiretamente ao uso e ocupação do solo e à preservação ambiental.

Lei (nº)	Ano	Disposição principal	Localizações principais	Observações
Lei Orgânica do Município	2005 (atualizada)	Ordenamento jurídico do município	Capítulo VI Art. 64º ao 66º	Criada em 1989, porém está em sua versão mais atualizada (2005).
1.052	2010	Código Municipal de Meio Ambiente Política Municipal do Meio Ambiente	Título I Capítulo I/ Seção I Art. 2º ao 4º	Visa o desenvolvimento sustentável do município, estabelecendo o Código, a Política e o Sistema Municipal do Meio Ambiente.
1.161	2013	Sistema Municipal do Meio Ambiente – SIMMA Organização territorial de zona urbana	Título II/ Capítulo I Art.1º/ Parágrafo 1º ao 19º	Altera a zona urbana do município e revoga a Lei nº 1.059/2011 de 21 de fevereiro de 2011.
1.194	2013	Altera a Lei nº 950/2008	Art. 1º/ Parágrafo Único	Modifica a lei que cria a Zona Urbana Industrial do Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

1.218	2013	Plano Diretor Participativo – PDP	Título I, Capítulo IV/Título III/Título IV	Organização territorial e Urbana.
1.220	2013	Licenciamento de obras no município	Capítulo III e IV/Seção I e VI	Aprovação de projetos e licenciamento de obras.
1.221	2013	Parcelamento	Capítulo II/seção I, II/Título IV	Delimitação cinco áreas diferente, separadas de acordo com suas características físicas, culturais, ambientais, de desenvolvimento e institucionais, além da descrição de zonas.
1.222	2013	Plano de saneamento municipal	Capítulo III/ Seção V/ Capítulo VII	Utilização, preservação e proteção do solo. Principais referências utilizadas: Constituição Federal; Lei Nacional de Saneamento Básico; Estatuto das Cidades e Lei Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 11.996), além de consultar as normas gerais do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.
1.260	2014	Altera a Lei nº 990/2009	Art. 1º ao 10º	Altera a lei que rege a estrutura organizacional da Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo de São Gonçalo do Amarante – CE.
1.296	2014	Criação do Conselho de Desenvolvimento Econômico do município de São Gonçalo do Amarante – CE	Art. 1º/ Capítulo II	Regula principalmente a Política de Concessão de Incentivos para a Implantação, Expansão e/ou Ampliação de Empresas Industriais, Agroindustriais, Comerciais, de Serviços e de Tecnologia.

**Fonte:** São Gonçalo do Amarante (2018).

Ano de 2009 não havia qualquer iniciativa de um Plano Diretor para o setor de saneamento, até a realização do Plano Diretor Participativo, realizado por uma empresa privada, visando a implantação do Complexo Industrial do Pecém, e dois projetos executivos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) que visava a implantação de um sistema de abastecimento de água e de esgoto, em somente duas áreas do município, Taíba e Nova Taíba.

A Lei nº 1.222/2013 que implementou o Plano de Saneamento do município de São Gonçalo do Amarante, Ceará, tem como uma de suas bases principais, a Política Estadual de Recursos Hídricos, que é constituída por alguns elementos como: Plano Estadual de Recursos Hídricos; Sistema Integrado dos Recursos Hídricos e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos.

O documento que constitui o Plano de Saneamento Municipal traz diversas características da localidade, como a descrição do solo (por zonas); do clima; do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário; da rede fluvial; as concessionárias e seus sistemas de tarifação; dentre outros. Trata-se de um documento amplo e completo, sendo capaz de descrever necessidades de melhorias como, no caso, da falta de dados do manejo de águas pluviais e drenagem urbana por falta de estudos ou projetos na área; a necessidade de reestruturação do atual aterro controlado para atender a demanda da região e o seu crescimento. Além disso, foram feitas estimativas quinzenalmente, até os vinte anos seguintes, para: taxas de urbanização e de crescimento; população total do município e por distritos; valores de vazão e captação, tratamento, reserva e distribuição; valores de produção de resíduos sólidos total e por distritos; etc.

A gestão integrada está presente na gestão municipal no que se refere à gestão de recursos hídricos e ambientais,

mesmo que de forma indireta. Portanto, não basta haver formas de obtenção e interligação de dados, nem métodos avaliativos, deve-se chegar a posicionamentos e decisões diante do que se tem e das previsões.

Segundo a pesquisa do Perfil dos Municípios Brasileiros de 2015, o município de São Gonçalo do Amarante possui e utiliza outras ferramentas principais: Base cartográfica digitalizada; Sistema de Informação Geográfica e realiza licenciamento ambiental, desde licenças prévias (LP), de instalação (LI) e de operação (LO). Porém, até a finalização deste trabalho, não iniciou nenhum processo de elaboração da Agenda 21 Local e não possui nenhum Cadastro Ambiental Rural (IBGE, 2015).

Ademais, diferentes possibilidades de instrumentos de gestão integrada poderiam ser discutidas entre iniciativa pública, privada, comunidade comum e científica. Além de novas alternativas, de ferramentas de gestão, como o zoneamento ecológico econômico, Geoparques, etc; desenvolvimento de uma relação melhor com os conselhos de bacias, inclusive, para intermediar soluções de conflitos relacionadas ao uso de recursos hídricos.

Ao ser alterado os espaços relacionados à zona urbana de São Gonçalo do Amarante, através da Lei nº 1.161/2013, delimitou-se, também, a zonas urbanas referentes aos distritos de Siupé, Taíba, Pecém, Umarituba, Croatá, Serrote; e às vilas de Cágado, Barra do Mar, Tabuba, Guaribas, Paradas, Caraúbas, Paul, Acende Candeia, Salgado dos Moreiras, Várzea Redonda e Bolso. Além disso, ainda em 2013, foi modificada a Zona Urbana Industrial do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), através a Lei nº 1.194.

Na lei 1.221/2013 são delineados os parcelamentos das zonas do município, separando, por exemplo, zonas cuja preservação ambiental deve ser integral (zona natural e de

preservação permanente) relacionando com corpos d'água, inclusive; de crescimento urbano; de uso industrial, na qual o CIPP está enquadrado de forma especial; rural; de uso coletivo; dentre outras. No geral, busca o ordenamento do território; racionalização da infraestrutura de moradia, mobilidade e do funcionamento das atividades básicas da cidade; preservação ambiental, bem como do patrimônio histórico construído. O dispositivo se torna mais interessante aos olhos dos cidadãos comuns quando define termos relacionados ao contexto da lei. Estratifica, também, o município em cinco áreas conforme os tipos de uso, além de delimitá-las. A fim de controlar uma possível expansão da cidade, foram descritas as Zonas de Expansão Prioritária e Futura.

Igualmente, no Plano Diretor discute-se, de forma mais política, o desenvolvimento territorial, trazendo seus objetivos fundamentais e estratégicos, instrumentos de operacionalização e institucionais. O mesmo, no Título IV, converge o assunto principal da lei descrita no parágrafo anterior, o que torna confuso o direcionamento da legislação. Apesar de terem sido aprovadas no mesmo ano, falta a incorporação da conjuntura industrial, no plano, principalmente do CIPP.

Além disso, existe uma falta de delimitação e foco na gestão urbana e ambiental do Complexo Industrial do Porto do Pecém, indo além dos projetos privados dos envolvidos e dos seus licenciamentos, cujo caráter é tipicamente mitigatório. O mesmo ocorre com o uso da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) e Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Deve-se promover um planejamento ambiental como um plano de uma política pública ou um pacto mais amplo e efetivo a longo prazo, como prometia a iniciativa da Agenda Estratégica para o CIPP, não levada adiante (AL-CE, 2014).

Com relação às ações de educação ambiental no município, foi realizado, recentemente, um curso de Apoio à Implementação do Programa de Educação Ambiental e Agricultura Familiar nos Territórios, com o intuito de capacitar técnicos da educação, promovendo maior conscientização e multiplicação do pensamento sustentável dentro do próprio município (SÃO GONÇALO DO AMARANTE, 2018).

A educação ambiental está descrita como objetivo na Lei Orgânica Municipal e como um dos princípios na Política Municipal do Meio Ambiente. Inclusive, existe na forma de instrumento: Programas de Educação Ambiental. Ou seja, entende-se que deveria ser uma importante ação estratégica da gestão ambiental municipal.

No entanto, as informações sobre a ocorrência de tais ações que visam o entendimento e a disseminação da educação ambiental em São Gonçalo do Amarante não estão transparentes à sua população.

Em 2016, o Governo do Estado do Ceará criou, de forma emergencial, o Plano de Segurança Hídrica da Região Metropolitana de Fortaleza, objetivando, principalmente, o enfrentamento a crise hídrica, causada por uma forte estiagem, que teve início em 2012. O plano propôs metas e estratégias a serem cumpridas no período de agosto de 2016 a março de 2017, dentre elas estavam: a perfuração de poços no Pecém e o aproveitamento do sistema hídrico do açude do Cauhipe (CEARÁ, 2016).

De acordo com dados atualizados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), em São Gonçalo do Amarante existem registros de 240 poços, no qual o último poço registrado data do ano de 2016 (CPRM, 2016).

Segundo o governo estadual, o sistema a ser implantado iria proporcionar o bombeamento de 200 litros de água por segundo para o abastecimento do CIPP e da população

da região. Porém, muitos questionamentos foram levantados pelas comunidades, que estariam temerosas com um possível rebaixamento do nível dos lençóis freáticos e, conseqüente, esvaziamento de poços domésticos e até de reservatórios e rios. A partir daí, ocorreram alguns conflitos entre os populares, que dizem que haverá maiores vantagens à indústria do que à população, e o governo. Ainda, alguns especialistas e estudiosos da área divergem quanto ao cerne da discussão (G1, 2018; OPOVO, 2017).

O governo estadual busca dar continuidade ao plano, afirmando, junto aos órgãos envolvidos, que já foram realizados estudos na área. Contudo, parte das obras de perfuração dos poços no município chegou a ser embargada pelo IBAMA, em junho de 2018, por falta de licenças ambientais (DIÁRIO DO NORDESTE, 2018). Além disso, não foram identificadas ações locais e específicas, nem resoluções promulgadas, de iniciativa exclusiva do município, capazes de propor um plano, programa ou quaisquer instrumentos de gestão de combate à seca.

As ações contra a seca vêm sendo realizadas de forma mais direta pelos governos federal e estadual, já previsto no âmbito legal. Porém, também cabe aos municípios, implementarem medidas de combate ao consumo excessivo de água, realizando orientações e campanhas junto à comunidade no geral, inclusive, empresas que utilizam um grande volume de água.

## **Conclusões**

O município de São Gonçalo do Amarante avançou bastante na última década na construção dos atuais textos legislativos. No entanto, entre a Lei nº 1.221/2013 e o Plano diretor há um direcionamento confuso da legislação quanto ao parcelamento do solo de São Gonçalo.

Na gestão urbana e ambiental do CIPP, há ausência de foco e delimitação, pois os projetos privados realizados possuem uma visão tipicamente mitigatória, planejamentos pontuais, sem levar em consideração todo o ambiente externo, pactos globais e longo prazo.

A gestão integrada de recursos hídricos e ambientais ocorre de forma indireta, a partir do Plano de Saneamento Ambiental. Poderia ser incorporada juntamente à gestão urbana de São Gonçalo do Amarante e ocorrer diretamente, sob a forma de sistema.

A transparência de dados nas ações de políticas públicas ambientais, principalmente, relacionados à educação ambiental e ações de combate à seca, ainda é incipiente ao público. Tais dados são importantes para a realização de estudos e pesquisas mais profundas, auxiliando na solução de problemas e possibilitando uma relação mais participativa com a comunidade.

Com novos investimentos no município, é relevante a necessidade de um projeto mais amplo, para que fosse compreendido o cenário factual do entorno dos empreendimentos e, por que não, estender à expansão do uso e da ocupação do solo gerenciado pelo governo local. Pois, infelizmente, não há um método indispensável de investigação que consiga mensurar eficiente e cumulativamente a degradação ambiental, somando-se todos os ônus ambientais decorrentes das ações humanas do local.

## Referências

AL – CE. *Agenda Estratégica para o Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CIPP*. Pacto Pecém. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos da Assembléia Legislativa do Estado do Ceará – CAECE. Ceará. 2014. Disponível em:

<<https://www.al.ce.gov.br/phocadownload/agendaportodopecem.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2018.

AMC- Assembleia Municipal constituinte de São Gonçalo Do Amarante. *Lei Orgânica do Município de São Gonçalo do Amarante – CE*. Ceará. Brasil. 2005 (versão atualizada). Disponível em: <[http://saogoncalodoamarante.ce.gov.br/portal/images/leis\\_municipais/1989\\_LEI\\_ORGANICA\\_DE\\_SAO\\_GONCALO.pdf](http://saogoncalodoamarante.ce.gov.br/portal/images/leis_municipais/1989_LEI_ORGANICA_DE_SAO_GONCALO.pdf)>. Acesso em: 31 dez. 2018.

CPRM. *Pesquisa Geral*. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do País. Brasil. 2016. Disponível em: <[http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php)>. Acesso: 24 jul. 2018.

Brasil. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos)*. Presidência da República. Casa Civil. Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm)>. Acesso em: 09 jul. 2018.

DIÁRIO DO NORDESTE. *Obra de perfuração de poços em São Gonçalo do Amarante é embargada pelo Ibama*. Cidade. Diário do Nordeste. Última atualização: 30/06/2018. Ceará. Brasil. 2018. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/online/obra-de-perfuracao-de-pocos-em-sao-goncalo-do-amarante-e-embargada-pe-lo-ibama-1.1963210>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. *Empresa prevê R\$200 mi para produzir combustível no Ceará. Negócios. Diário do Nordeste*. Negócio. Última atualização: 30/06/2018. Última atualização: 19/09/2018. Ceará. Brasil. 2018. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/empresa-preve-r-200-mi-para-produzir-combustivel-no-ceara-1.2001784>>. Acesso em: 24 set. 2018.

Fernandes, V., Malheiros, T. F.; Philippi JR., A.; Sampaio, C. A. C. *Metodologia de avaliação estratégica de processo de gestão ambiental municipal*. Revista Saúde Soc. Vol.21, supl.3, p. 128 a 143. São Paulo, SP, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-12902012000700011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902012000700011)>. Acesso em: 22 jul. 2017.

FUNCEME. *Histórico de dados tabulares da seca*. Monitor de Secas do Nordeste do Brasil. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Agência Nacional das Águas (ANA). Brasil. 2018. Disponível em: <<http://msne.funceme.br/map/mapa-monitor/area>>. Acesso em: 22 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. *Monitor de Secas Junho/2018*. Monitor de Secas do Nordeste do Brasil. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Agência Nacional das Águas (ANA). Brasil. 2018. Disponível em: <<http://msne.funceme.br/map/mapa-monitor/analise>>. Acesso em: 22 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. *Volume Armazenado – Reservatórios*. Portal Hidrológico do Ceará. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). Brasil. 2018. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/acude/nivel-diario>>. Acesso em: 24 set. 2018.

CEARÁ. Governo do estado do Ceará. *Plano de Segurança Hídrica da Região Metropolitana de Fortaleza*. Ceará. Brasil. 2016. Disponível em: <<http://www.arce.ce.gov.br/index.php/downloads/category/360-plano-de-seguranca-hidrica=-da-regiao-metrpolitana-de-fortaleza?download=8230%3Aplano-de-seguranca-hidrica-da-regiao-metropolitana-de-fortaleza>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

G1. *Governo do CE inaugura obra com 38 poços, adutoras e estação de água*. Globo Comunicação e Participações S.A. Ceará. Última atualização: 25/01/2017. Brasil. 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ceara/noticia/2017/01/gover>>

no-do-ce-inaugura-obra-com-38-pocos-adultoras-e-estacao-de-agua.html>. Acesso em: 24 jul. 2018.

IBAMA. *IBAMA multa Ceará Portos em R\$ 13,8 milhões por lançamento de carvão mineral na Praia do Pecém*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Ministério do Meio Ambiente. Brasil. 2017. Data da publicação: 19/04/2017. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/noticias/422-2017/1066-ibama-multa-ceara-portos-em-13-8-milhoes-por-lancamento-de-carvao-mineral-na-praia-do-pecem>>. Acesso em: 24 set. 2018.

IBGE. *São Gonçalo do Amarante – CE. Histórico*. Ferramenta Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/sao-goncalo-do-amarante/panorama>>. Acesso: 18 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. *Perfil dos Municípios Brasileiros 2015*. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Governo do Estado do Ceará. 2015. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2015/default.shtm>>. Acesso: 24 set. 2018.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Anuário Estatístico do Ceará 2017. Infraestrutura. Saneamento*. 2017, 18p. Disponível em: <[https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Sao\\_Goncalo\\_do\\_Amarante\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Sao_Goncalo_do_Amarante_2017.pdf)>. Acesso: 22 jan. 2019.

\_\_\_\_\_. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Caracterização Territorial* 33p., 2015a. Disponível em: <[http://ww2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara\\_em\\_numeros/2015/territorial/01\\_Caracteristicas\\_Geograficas.pdf](http://ww2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2015/territorial/01_Caracteristicas_Geograficas.pdf)>. Acesso: 9 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Desenvolvimento Humano e Social*. 12p., 2015b. Disponí-

vel em: <[http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara\\_em\\_numeros/2015/social/02\\_Indice\\_de\\_Desenvolvimento.pdf](http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2015/social/02_Indice_de_Desenvolvimento.pdf)>. Acesso: 28. Jul. 2018.

MMA. *Mananciais*. Ministério do Meio Ambiente. Brasil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/aguas-urbanas/mananciais>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. *Gestão Territorial*. Ministério do Meio Ambiente. Brasil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial>>. Acesso em 21 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. *Plano Nacional de Recursos Hídricos: Programa de desenvolvimento da gestão integrada de recursos hídricos no Brasil*. 2ª ed., vol.1, 152 p. Ministério do Meio Ambiente. Brasil. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao13032009033141.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao13032009033141.pdf)>. Acesso: 20 jul. 2018.

Neto, F. F.; Souza, M. P. *Leitura Integrada da Gestão dos recursos hídricos com o uso do solo em Caraguatatuba (SP)*. Engenharia Ambiental e Sanitária, vol.22, no.5. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141341522017000500853&lang=pt#B27](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522017000500853&lang=pt#B27)>. Acesso em: 18 out. 2018.

OPOVO. *Comunidades se posicionam contra poços*. OPOVO online. Última atualização: 15/08/2017. Ceará. Brasil. 2017. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/jornal/radar/2017/08/comunidades-se-posicionam-contrapocos.html>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. *Poluição no Pecém causa retirada de famílias do entorno*. OPOVO online. Última atualização: 27/07/2018. Ceará. Brasil. 2018. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/jornal/economia/2018/07/poluicao-no-pecem-causa-retirada-de-familias-do-entorno.html>>. Acesso em: 24 set. 2018.

Peres, R. B.; Silva, R. S. Interfaces da gestão ambiental urbana e gestão regional: análise da relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacia Hidrográfica. *Urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v.5, n.2, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S217533692013000200003&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S217533692013000200003&lang=pt)>. Acesso em: 18 out. 2018.

Rabelo, L. C. de S. *Avaliação da Qualidade do Ar em Uma Área Industrial, Complexo do Pecém (CE), através do Índice de Qualidade do Ar*. Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. Curso de Ciências Ambientais. Fortaleza, Ceará. 2017. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/31296/1/2017\\_tcc\\_lcdesrabelo.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/31296/1/2017_tcc_lcdesrabelo.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2018.

Ribeiro, C. R. O município e a gestão integrada do espaço urbano e dos recursos hídricos: O caso de Juiz de Fora (MG). In: *XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 8p, 2015. Disponível em: <[www.evolvedoc.com.br/sbrh/download-2015-UEFQMDIwMDQyLnBkZg==](http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/download-2015-UEFQMDIwMDQyLnBkZg==)>. Acesso em: 10 fev. 2019.

SÃO GONÇALO DO AMARANTE. *Leis e Decretos*. Prefeitura de São Gonçalo do Amarante. Ceará. Brasil. 2018. Disponível em: <<http://saogoncalodoamarante.ce.gov.br/portal/index.php/leis-e-decretos>>. Acesso em: 24 set. 2018.

\_\_\_\_\_. *Lei nº 1052/2010, 09 de agosto de 2010*. Prefeitura de São Gonçalo do Amarante. Ceará. Brasil. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/jjvxyx>>. Acesso em: 15 out. 2018.

\_\_\_\_\_. *Sustentabilidade – Curso capacita profissionais em educação ambiental*. Notícias. Prefeitura de São Gonçalo do Amarante. Ceará. Brasil. Publicado em: 17/09/2018. Disponível em: <<http://saogoncalodoamarante.ce.gov.br/portal/index.php/novasnoticias/1188-sustentabilidade-curso-capac>>.

cita-profissionais-da-educacao-em-educacao-ambiental>. Acesso em: 8 out. 2018.

Silva, R. T.; Porto, M. F. do A. *Gestão urbana e gestão das águas: caminho da integração*. Revista Estudos Avançados. Vol.17, no.47. São Paulo, SP, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142003000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000100007)>. Acesso em: 22 jul. 2018.

SRH. *Atlas eletrônico dos recursos hídricos do Ceará. Eixos de integração. Eixão Trecho V*. Secretaria dos Recursos Hídricos. Ceará. Brasil. 2008. Disponível em: <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. *Projeto Cinturão de Águas do Ceará – CAC*. Secretaria dos Recursos Hídricos. Ceará. Brasil. 2008. Disponível em: <[http://atlas.srh.ce.gov.br/arquivos/documentos/Aprenset\\_Cinturao\\_das\\_Aguas.pdf](http://atlas.srh.ce.gov.br/arquivos/documentos/Aprenset_Cinturao_das_Aguas.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2018.

TRIBUNA DO CEARÁ. *Sobe para 66 o número de cidades cearenses em situação de emergência por seca*. Tribuna Bandnews FM. Última atualização: 24/07/2018. Ceará. Brasil. 2018. Disponível em: <<http://tribunadoceara.uol.com.br/noticias/ceara/sobe-para-66-o-numero-de-cidades-cearenses-em-situacao-de-emergencia-por-seca/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

Vargas, M. C. *O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental*. Ambiente & Sociedade. Nº 5. Campinas. 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414753X1999000200009&lang=pt#rod01](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414753X1999000200009&lang=pt#rod01)>. Acesso em: 18 out. 2018.

## GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE ARATUBA, CEARÁ

Evanir Brasil Germano

Aluísio Marques da Fonseca

Regilany Paulo Colares

Rubson Mateus Matos Carvalho

### Introdução

As questões ambientais vêm ganhando grande notoriedade mundial, possibilitando a conservação dos ecossistemas, além de proporcionar uma qualidade de vida melhor aos seres vivos. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Rio-92, proporcionou desde então maior visibilidade aos debates ambientais, permitindo discussões de estratégias que possibilitem a minimização dos problemas ambientais (GOUVEIA, 2012).

O aumento da população vem acarretando o surgimento de problemas de diversas causas possíveis. Segundo Pinheiro et al. (2012), os resíduos sólidos são problemas sanitários e ambientais, presentes tanto em cidades urbanas, como em cidades menos desenvolvidas. A situação é ainda mais agravante em regiões de zona rural, onde muitas vezes há déficit de políticas públicas na infraestrutura, expondo os moradores à conviverem próximo a regiões de depósitos de lixo.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são resultantes de atividades tanto domésticas como comerciais da comunidade em geral (ABNT, 2004). O desenvolvimento tecnológico das últimas décadas vem acarretado o aumento do consumo de bens e conseqüentemente o aumento da produção de lixo.

A destinação adequada dos resíduos, que garante menores impactos ao meio ambiente, tem se tornado um dos principais desafios, principalmente para as pequenas cidades, onde há mais escassez de recursos tecnológicos e financeiros, além da descontinuidade administrativa do órgão responsável pelos RSU.

Um exemplo da falta de recursos e aporte tecnológico no manejo adequado do lixo gerado se observa no município de Aratuba, que está situado na região do Maciço de Baturité, no estado do Ceará. A cidade possui uma população estimada pelo IBGE (2010) de 11.244 habitantes, sendo considerada uma pequena cidade que apresenta alguns problemas de infraestrutura, desde o saneamento básico, como o acúmulo de lixo. Com isso, podem ocorrer sérios problemas à comunidade, como desvalorização das áreas próximas ao lixão, doenças, contaminação do solo, do ar e das águas subterrâneas e superficiais pela geração de chorume, além da emissão de gases e tóxicos resultantes da decomposição, conforme descrito por Magalhães (2008).

Magalhães (2008) cita que existe algumas técnicas que são relevantes na solução de problemas com o lixo. Problemas como esses, podem ser resolvidos através de políticas públicas implantadas pela prefeitura, assim como as comunidades também podem minimizar esses problemas através da diminuição do consumo, reutilização de materiais e conscientização no descarte. A reciclagem e a compostagem dos resíduos são também alternativas para solucionar os problemas com o beneficiamento do lixo.

Aratuba está entre os municípios de pequeno porte que dispõe seus rejeitos a céu aberto, sem nenhum tratamento prévio. A gestão do RSU no município limita-se à coleta diária do lixo. Segundo Magalhães (2008) essa situação reflete a gestão de RSU em pequenos municípios brasileiros.

Diante do exposto, a presente pesquisa teve por objetivo diagnosticar a gestão do lixo municipal do município de Aratuba, buscando com isso analisar os procedimentos adotados durante todo o processo de coleta dos resíduos sólidos, bem como a sua destinação final, por meio de entrevistas realizadas com a população da cidade e com a gestão municipal.

## **Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)**

A Lei 12.305 (2010) em seu artigo 13, item I, subitem i, define Resíduos Sólidos Urbanos como todo material originário de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros, vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana).

Os Resíduos Sólidos Urbanos (ABNT, 2004) vulgarmente denominados por lixo urbano, são resultantes da atividade doméstica e comercial da população. Sua composição varia de população para população, dependendo da situação socioeconômica e das condições e hábitos de vida de cada um. Eles são divididos e classificados conforme seus riscos potenciais e à saúde pública. A classificação dos resíduos depende basicamente da atividade de onde é gerado e de suas características físicas e químicas.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (IPT/CEMPRE, 1995) os resíduos sólidos urbanos são classificados quanto à sua origem, sendo eles: lixo domiciliar, lixo comercial e lixo público. O lixo domiciliar é resultante das residências, constituídos por restos de alimentos, produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis, etc. Tem como características principais o alto percentual de umidade, médio a alto poder calorífico, alto teor de cinzas (quando submetido à queima) abundância de matéria

orgânica e gorduras (GONÇALVES et al., 1992; COSTA, 1995), oferecendo condições propícias para a proliferação de bactérias e outros micro-organismos.

Enquanto o lixo comercial é aquele originado nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, como supermercados, lojas, escolas, açougues, etc. Tem em sua composição restos de comida, plásticos e vidro, além de um forte de papel, embalagens diversas e resíduos do asseio de funcionários, tais como papel toalha, papel higiênico etc. Oferece condições favoráveis para a proliferação de bactérias patogênicas, significando riscos de contaminação do lençol freático. Já o lixo público, é todo material originado da limpeza pública urbana, incluindo-se todos os resíduos de varrição das vias públicas, limpeza de praias, de galerias, de córregos e de terrenos, de limpeza de áreas de feiras livres, podas de árvores, além de restos de construção civil e de recapeamento de asfalto, areia, madeira e metais (IPT/CEMPRE, 2000). Em geral, apresenta baixo risco de contaminação do lençol freático.

De acordo com Nascimento (2015), os resíduos sólidos urbanos devem ser tratados e dispostos em aterro sanitário de forma adequada e eficiente na gestão pública municipal. A Lei Federal 11.445 (2007) estabelece em seu artigo 1º, as diretrizes nacionais para o saneamento básico e também para a política federal de saneamento básico. O artigo 2º desta mesma lei, inciso III, determina que os serviços públicos de saneamento básico sejam executados, tais como o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos feitos de maneira adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

A Lei 12.305 (2010) tem ferramentas que estabelecem a criação de um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, declaração anual de resíduos, coleta seletiva, incentivo às cooperativas de catadores, fiscalização dos im-

pactos ambientais, parcerias com os setores privados para novas tecnologias de administração dos resíduos e a educação ambiental.

Uma solução para a melhor destinação desse lixo é a coleta seletiva, pois através dela pode-se reutilizar os materiais reciclados, transformando-os em outros produtos, assim como destinando de forma adequada a matéria orgânica. De acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios (PNAD), realizada no Brasil em 2012, 88,8% dos domicílios particulares permanentes tinham o lixo coletado (IBGE, 2013). Entretanto, o acesso de coleta no Brasil apresenta características de desigualdades, conforme a região. Em 2012, o Nordeste apresentava a menor taxa de lixo coletada (76,6%) e a região Sudeste a maior (96%) (IBGE, 2013).

## **O Lixão**

Os lixões são locais de disposição final de resíduos a céu aberto sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001) o lixão é uma forma inadequada de se dispor os resíduos sólidos urbanos porque provoca uma série de impactos ambientais negativos. Os municípios do Maciço de Baturité ainda recorrem ao lixão como forma de disposição de resíduos sólidos. E desta forma traz inúmeros problemas sociais e ambientais. Exposto ao ar, o lixo atrai animais, bactérias e fungos, e sua decomposição libera odor que é transportado pelo vento, atraindo baratas, ratos, urubus e vários insetos que, ao se nutrirem da matéria orgânica presente no lixo, encontram nele também condições propícias para viver, se abrigar e se proliferar. Estes animais são vetores de doenças como a cólera, disenteria, diarreia, dentre outras.

Os lixões normalmente estão localizados fora da zona urbana, em locais mais afastados da população. Esses locais são verdadeiros focos de contaminação e proliferação de doenças, e desequilibram o ecossistema do local, pois são áreas condenadas à morte, por não poderem ser reutilizadas (BORGES, 2002). De acordo com Dionysio e Dionysio (2010), o lixão contribui para a proliferação de diversos vetores como moscas, mosquitos e ratos, por seus resíduos ficarem expostos a céu aberto, permitindo condições adequadas para a disseminação de doenças (Figura 1).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública – ABRELPE (2016) o Brasil revelou um total anual de quase 78,3 milhões de toneladas no país de RSU, resultante de uma queda de 2% no montante gerado em relação à 2015. Os 1.794 municípios da região Nordeste geraram, em 2016, a quantidade de 55.056 toneladas/dia de RSU, das quais 79% foram coletadas. Do montante coletado na região, 64,4% ou 27.906 toneladas diárias ainda são destinadas para lixões e aterros controlados.

**Figura 1** - Local onde o lixo é depositado, Aratuba, Ceará.



**Fonte:** Autores (2018).

## Coleta Seletiva do Lixo

A coleta seletiva pode ser considerada também como um processo de educação ambiental, pois sensibiliza a comunidade no que diz respeito ao desperdício e a fabricação excessiva de lixo. A coleta seletiva começa dentro das residências, onde há a separação do lixo, com a posterior coleta no município. São de extrema importância a preocupação e a ação dos municípios no emprego da coleta seletiva, pois é o poder público que é responsável pela coleta dos materiais, que podem ser levados para centros de reciclagem ou cooperativas de coleta de lixo (LOGA, 2013).

A coleta de resíduos urbanos baseia-se em critérios sanitários que impedem o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças que encontram alimentos e abrigo nas lixeiras. É uma alternativa para o problema do lixo, possibilitando melhor reaproveitamento do papel, vidro, metal, plástico e matéria orgânica. Ela diminui o volume de lixo que vai para os aterros sanitários, através da reciclagem do lixo, e consequentemente evitando que as prefeituras tenham que gastar dinheiro com a construção de novos aterros.

A coleta seletiva, além de influenciar positivamente no que diz respeito ao meio ambiente, é fonte geradora de emprego nos municípios. Em muitos deles, são criadas cooperativas que coletam e separam estes materiais que são vendidos às empresas recicladoras. A coleta seletiva, além de contribuir significativamente para a sustentabilidade urbana, vem incorporando gradativamente um perfil de inclusão social e geração de renda para os setores mais carentes e excluídos do acesso aos mercados formais de trabalho (SINGER, 2002).

A pesquisa direta realizada pela ABRELPE (2016) permitiu projetar que 3.878 municípios do país apresentam al-

guma iniciativa de coleta seletiva, onde o Nordeste aparece com 49,6%.

Percebe-se que a coleta seletiva é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável do planeta, pois possibilita o reaproveitamento dos materiais, destinando-os a outros fins (BORGES, 2002). Para o sucesso da coleta seletiva do lixo, é necessária a conscientização da população em relação ao lixo gerado. O cidadão deve reduzir a quantidade de lixo produzido e separá-lo antes da coleta. Para uma produção sustentável do lixo, é necessário reduzir, reutilizar e reciclar (BRASIL, 2011).

### **Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos**

No desenvolvimento do trabalho foi possível observar que a maneira em que são tratados os resíduos sólidos no município de Aratuba, é similar aos demais municípios da região do Maciço de Baturité. Sabe-se que é importante o aproveitamento do lixo, através de coleta seletiva para reciclagem e fabricação de composto orgânico. Visto a viabilização econômica e social, mas para isso ser realizado é necessário o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos deve ser integrado e deve englobar etapas articuladas entre si, desde a não geração até a destinação final, com atividades compatíveis com as dos demais sistemas do saneamento ambiental, sendo essencial a participação ativa e cooperativa do primeiro, segundo e terceiro setor, respectivamente, governo, iniciativa privada e sociedade civil organizada (ZANTA; BALDOCHI; FERREIRA, 2003).

Os autores expressam que o gerenciamento dos resíduos sólidos deve ser priorizado, integrando as atividades compatíveis com o sistema de saneamento ambiental, dan-

do importância a participação de toda a sociedade. Então, é importante realizar estudos que proporcionem com eficácia a reutilização desses materiais, que deixem de ser um problema para a saúde pública e meio ambiente.

A Lei nº 12.305 (2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), conta com instrumentos importantes para trabalhar os principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos que através do seu art.13, são classificados quanto a sua origem em resíduos domiciliares, de limpeza urbana, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços e saneamento básico, resíduos industriais, de serviços de saúde, de construção civil, agrossilvopastoris, de transportes e de mineração. Já quanto á periculosidade os resíduos são classificados em perigosos e não perigosos (BRASIL, 2010).

A destinação do resíduo é um dos maiores problemas das cidades, principalmente se depositados em lixões a céu aberto, que causam poluição no solo, nas águas subterrâneas e no ar, pois não possuem o tratamento adequado para a redução da poluição ambiental (LOGA, 2013). A destinação inadequada destes resíduos traz vários danos ao meio ambiente, sem contar na quantidade de materiais recicláveis que poderiam ser reaproveitados, poupando assim, matéria prima para a fabricação de novos materiais (CARVALHO, 2005).

## **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Ceará**

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólido, que orienta a implementação da Política de Resíduos Sólidos do Estado do Ceará, afim melhorar a situação atual da estrutura pública nessa área, onde atualmente se mostra ineficaz (SEMA, 2015).

A Secretaria do Meio Ambiente do Ceará (SEMA) é responsável pelo PERS, através da realização de análises prospectivas da situação futura da gestão de resíduos sólidos no território cearense por meio da construção de cenários, metodologia mais apropriada para o desenho de ambientes futuros e alternativos, quando as consequências de decisões de hoje acontecerão (SEMA, 2015).

A Região do Maciço do Baturité obteve como resultado 64% de resíduos orgânicos e 26% de resíduos recicláveis secos. Os municípios da Região transportam os resíduos para lixões a céu aberto, realizando, em muitos casos, uma coleta conjunta com outros tipos de resíduos: da construção civil, volumosos e resíduos verdes (SEMA, 2017).

Do ponto de vista do atendimento da população com coleta de resíduos domiciliares, o Maciço de Baturité apresenta uma cobertura de serviço bastante ampla, com índices superiores a 70%. A exceção fica por conta do Município de Aratuba, que possui cobertura para apenas 45% da população. Não há nenhuma ação de coleta seletiva dos resíduos domiciliares secos na Região. A recuperação destes resíduos ocorre por meio de catadores, que operam nos lixões municipais, de forma desorganizada, como será explicitada mais adiante (SEMA, 2017).

Com a necessidade de atender aos horizontes do plano, que abrange ao período de 2013 a 2034, buscou-se primeiramente dados oriundos de órgão oficiais que dispusessem essas informações e, na falta destas, foram utilizadas técnicas de estimativa populacional, e de geração de RSU difundidas na literatura a fim de viabilizar a tendências estatísticas que atendam o lapso temporal citado acima (SEMA, 2015).

O Consórcio Público é uma alternativa que tenta unificar e organizar os municípios afim de solucionar os problemas de saneamento básico. Os Municípios de Acarape,

Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiúna, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção, deliberam constituir o Consórcio Público dos municípios do Maciço de Baturité para o saneamento ambiental (AMSA) que se regerá pelo disposto na Lei nº. 11.107, de 6 de abril de 2005, pela Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, pela Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010, e respectivos regulamentos, pelo Contrato de Consórcio Público, por seus estatutos e pelos demais atos ou normas que venha a adotar.

A proposta técnica para gerenciamento dos resíduos sólidos na Região compões uma discussão junto aos municípios, com uma Minuta de Protocolo de Intenções para a constituição de Consórcio Público no Maciço de Baturité, onde necessita da assinatura de um Termo de Adesão pelos prefeitos, manifestando sua concordância com a perspectiva da gestão associada (SEMA, 2017).

Segundo Silva e Komatsu (2014), com aumento desenfreado do consumo, as indústrias cada vez mais estão extraíndo com muita rapidez os recursos naturais do meio ambiente para produzirem mais produtos. Segundo Brito (2008, p.1) “para amenizar este problema foi criado o conceito dos 3 R (três erres): reduzir, reutilizar e reciclar. Não sendo possível o primeiro, tenta-se o segundo. Se o segundo também não for possível, deve-se adotar o terceiro”.

A redução é a primeira etapa, e consiste em ações que visem à diminuição da geração de resíduos, seja por meio da minimização na fonte ou por meio da redução do desperdício. É a etapa principal, pois sua contribuição promove a minimização de gastos com o gerenciamento e tratamento, e é válido para aplicação a qualquer grupo de resíduos (SILVA; KOMATSU, 2014).

A segunda alternativa é a reutilização. Ela busca novas utilizações para aquilo que aparentemente não serve mais,

além de um estímulo à criatividade, uma excelente forma de ajudar o mundo (ECOD, 2008).

De acordo com Bullara (2008), a reciclagem permite a redução ao máximo dos lixos que chegaram aos depósitos, mas a terceira alternativa só deve ser aplicada quando se foi reduzido todo consumo ao máximo e reutilizado posteriormente. A reciclagem transforma o que já foi produzido, consumido e reutilizado, para que se possa fazer dele um novo uso.

## Metodologia

O estudo foi realizado no município de Aratuba, que fica localizado na região do Maciço de Baturité, no estado do Ceará, latitude 04° 25' 06" S e longitude 39° 02' 42" W, e altitude de 960 m. Possui área estimada de 142,538 km<sup>2</sup>, de acordo com o último censo demográfico do IBGE (2010).

A pesquisa foi dividida em duas etapas: bibliográfica e campo. A primeira etapa foi a pesquisa bibliográfica, onde utilizou-se plataformas, livros e todo material didático disponível para contribuir com o embasamento teórico e científico da pesquisa. A segunda etapa consistiu em pesquisa de campo, realizada tanto com os setores responsáveis, quanto na área onde o lixão está instalado, desta forma, foi realizado anotações material digital.

A partir da pesquisa, procura-se conhecer a realidade do município através de uma abordagem direta com gestores, em busca de descrever aspectos relevantes tais como, frequência em que o lixo é recolhido na rua e o destino final do lixo coletado. A Secretaria de Obras e Urbanismos do município foi de grande valia na pesquisa, pois através de seus funcionários e colaboradores foram disponibilizados todos os materiais necessários à pesquisa.

## Resultados e discussão

A Prefeitura municipal de Aratuba, por meio da Secretaria de Obras e Urbanismo é responsável não só pela coleta, como pela disponibilização do veículo e de equipamentos necessários dos resíduos sólidos urbanos. Embora existam diversas dificuldades enfrentadas pelos gestores municipais, o lixo urbano é encaminhado para o lixão pela própria administração.

De acordo com a entrevista realizada na secretaria, o lixo é recolhido e transportado em um caminhão basculante, adquirido pela prefeitura do Programa PAC II, até o lixão da cidade que fica localizado há 4,75 km da sede do município, no Sítio Belo Monte – Aratuba, CE. Sua área é de 52,50m x 79,50m, perfazendo uma área total de 4.173,35m<sup>2</sup>.

O terreno onde está localizado o lixão do município é um terreno privado, em que a prefeitura por meio da Secretaria de Obras e Urbanismo faz a locação contratual. Uma vez por mês ou quando se faz necessário o lixo é reunido com a ajuda de uma retroescavadeira e posteriormente todos os resíduos são queimados.

Aproximadamente são investidos anualmente R\$350.000,00 (trezentos e cinquenta mil reais) com funcionários e combustível. Um (1) caminhão basculante, um (1) motorista, quatro (4) coletores e dezessete (17) varredores de rua compõem o quadro de funcionário responsável pela limpeza da cidade.

A população expõe o lixo (plástico papel, metal, orgânicos, carcaças e vísceras de animais mortos), tudo junto, em sacolas plásticas e/ou em caixas de papelão colocados nas vias públicas. Todos esses resíduos são depositados no lixão a céu aberto, sem obediência de nenhuma técnica operacional de engenharia e sem os cuidados sanitários e ambientais

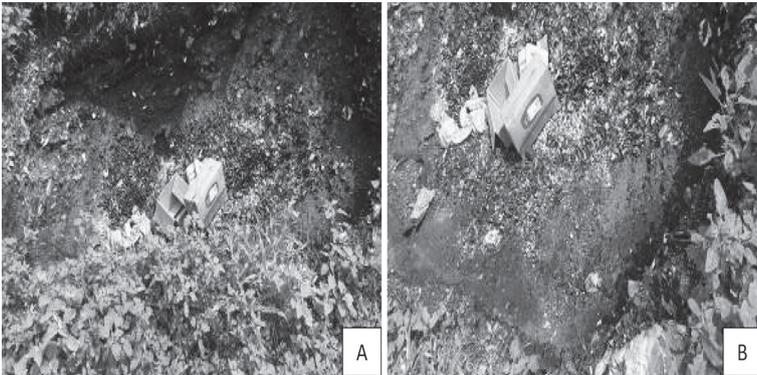
pertinentes, fazendo com que essa área esteja submetida a impacto causado no meio ambiente por atividades humanas.

Não houve informação que determine a quantidade de lixo coletados, cuja coleta se faz seis dias por semana na zona urbana. E uma vez na semana na zona rural, de forma que atenda às comunidades rurais semanalmente.

Pilha, baterias e materiais eletrônicos não são separados adequadamente dos demais materiais, ocasionando com isso sérios problemas ambientais. Pois o descarte inadequado desse material no meio ambiente é uma fonte constante de contaminação do solo, água e ar.

O lixo do Hospital municipal e dos postos de saúde das localidades rurais é coletado uma vez por mês separadamente dos lixos domésticos, e depositado no mesmo lixão, porém em uma vala no qual são incinerados e enterrados separadamente (Figura 2). A Lei 12.305 (2010) regulamenta a PNRS, o descarte de resíduos hospitalar requer cuidado redobrado, esses resíduos precisam ser corretamente encaminhados para uma destinação correta (incineradores).

**Figura 2** – local onde os lixos hospitalares do município de Aratuba, Ceará, são incinerados.



**Fonte:** Autores (2018).

De acordo com os documentos da ANVISA 306 (2004) e do CONAMA 358 (2005) deve-se buscar alternativas mediante todos os riscos envolvidos nos resíduos hospitalares e destinar adequadamente, através de um gerenciamento, desde sua geração até sua destinação final, com a finalidade de evitar ou pelo menos minimizar as possíveis alterações ambientais que possam vir a ser provocadas por esses resíduos, assim como evitar a agressão à saúde humana.

De acordo com a PNRS, os municípios brasileiros deveriam erradicar seus lixões até agosto de 2014. Para isso faz-se necessário a elaboração de planos onde conste a coleta seletiva, instalação de usinas de reciclagem e construção de aterros sanitários. Então, é notória a demora por parte dos gestores das diferentes instâncias para que essa legislação seja cumprida, visto que o prazo já está vencido.

De forma geral, pode-se dizer que o município em estudo precisa se organizar no que se refere a gestão dos seus resíduos em consenso com o que é estabelecido pela Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Percebe-se que o município analisado pode ser parecido com a realidade dos demais municípios de pequeno porte do Estado do Ceará, assim como da região do Maciço de Baturité, no que diz respeito à gestão de seus resíduos sólidos urbanos.

Atualmente a prefeitura não possui nenhum projeto de gerenciamento dos resíduos sólidos (GRS), contudo, apostam em projetos de conscientização entre os moradores, destacando a importância de não jogar o lixo em vias públicas, assim como obedecer aos dias de coleta. Para a conscientização da população a gestão pública do município através da Secretaria de Obras e Urbanismo, distribui panfletos com o cronograma da coleta do lixo no município. (Anexo 4).

A Região do Maciço de Baturité encontra-se com um Consórcio Público sobre o saneamento ambiental em andamento, onde os municípios manifestam sua concordância

com a perspectiva da gestão associada. Esta proposta técnica para gerenciamento dos resíduos sólidos será mais uma alternativa para solucionar o problema do acúmulo de RSU. O município de Aratuba recentemente assinou o termo de adesão do consórcio para gestão integrada de resíduos sólidos.

É de suma importância destacar a importância que a implantação de projetos de aproveitamento e gerenciamento do lixo recolhido, viria a contribuir de forma positiva na vida dos moradores, em especial nos que vivem sob condições de vulnerabilidade econômica. Marques Júnior e Pasqualetto (2015) ao caracterizarem fisicamente os resíduos sólidos domésticos da cidade de Bela Vista, GO, identificaram que entre todo o lixo recolhido na cidade, 45% tinham um potencial reciclável, e com a implantação de centros de triagem, seria possível contribuir na renda da família dos catadores. A coleta seletiva de lixo também entra como uma estratégia para contribuir com melhores condições de trabalhos aos coletores de lixo, diminuindo a exposição com objetos cortantes, ou que causem perigos, muitas vezes não identificados, e misturados em meio ao lixo.

Desta forma, a prefeitura também poderia disponibilizar lixeiras específicas para os reciclados, estimulando a atitude para o descarte seletivo dos resíduos. Além do incentivo à organização, em associação não governamental, de catadores de materiais recicláveis, pois além proporcionar aumento de renda e melhoria na qualidade de vida de uma parcela da população de baixa renda, garante mais uma forma de administrar o lixo do município.

## **Considerações finais**

A educação ambiental começa dentro de casa, não só na rua, nas escolas. É necessário que toda população reflita sobre as questões do cotidiano, que, embora sejam simples

como a questão do lixo, mostram a maneira de entender o papel de todos na sociedade, e as relações de respeito com o meio ambiente, pois do mesmo jeito como podem ser causados danos ao meio ambiente, pela destinação incorreta dos materiais, as pessoas podem ser responsáveis pela preservação da natureza.

No município de estudo, foi observado alguns hábitos da população e o comportamento das pessoas em relação a destinação do lixo e como se preocupam com ele. Na maioria dos casos, foi possível observar que há conhecimento sobre o assunto abordado, e que as pessoas sabem que a destinação inadequada do lixo causa danos, mas falta ainda a conscientização de que deverá partir de cada um a iniciativa de mudança, pois depende do esforço conjunto e contínuo de toda a população do município para que se tenha uma gestão adequada dos resíduos sólidos.

Durante a pesquisa constatou-se que o município de Aratuba faz o recolhimento do lixo que ficam depositados em via pública pela própria prefeitura, para serem descartados no lixão a céu aberto localizado no próprio município. Percebe-se que o município não possui nenhum Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos. A fim de se criar modelos de ações para minimizar os danos causados pelo descarte inadequado dos seus resíduos, é evidente a necessidade de se abrir caminhos para a coleta seletiva do lixo urbano pela própria população, visto que o mesmo pode tornar-se matéria prima para fabricação de novos produtos e evitar o aumento do acúmulo do lixo.

Por fim, o município necessita de ações educativas eficientes capazes de conscientizar e alertar a sociedade sobre a importância de adotarem práticas ambientalmente corretas no cotidiano. Mas é de responsabilidade do município a adoção de políticas públicas de coleta seletiva e descarte adequado do lixo produzido na respectiva cidade. Contudo,

é notório que o município está em busca de constantes mudanças, a fim de proporcionar uma vida com mais qualidade aos moradores.

## Referências

ABELP. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*. 2016. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em 15 de mai. 2018.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004, 63p. Disponível em: <http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes/./classificacao-de-residuss>. Acesso em 07 de mar. 2018.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução nº 306, de 7 de dezembro de 2004*. 2004.

BORGES, A. M. P. Estudo e Acompanhamento do Projeto de Implementação do Sistema de Recolha Seletiva em Presidente Prudente São Paulo. Relatório do Projeto Final de Licenciatura Curso de Engenharia do Ambiente e do Território Instituto Politécnico de Bragança Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal/ Bragança, 2002.

BRASIL. *Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei). Acesso em 08 de mar. 2018.

\_\_\_\_\_. *Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010*. Política de Resíduos Sólidos altera a Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato207-2010/2010/lei/l12305](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato207-2010/2010/lei/l12305). Acesso em 07 de mar. 2018.

\_\_\_\_\_. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*, versão preliminar para consulta pública. 2011. Disponível em: [http://ead.utfpr.edu.br/moodle/file.php/302/moddata/project/9/4268/Plano\\_Nacional\\_de\\_Residuos\\_Solidos\\_versao\\_preliminar\\_.pdf](http://ead.utfpr.edu.br/moodle/file.php/302/moddata/project/9/4268/Plano_Nacional_de_Residuos_Solidos_versao_preliminar_.pdf). Acesso em 12 de mar. 2018.

\_\_\_\_\_. *Programa de Aceleração do Crescimento*. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac>. Acesso em: 17 de mar. 2018.

BRITO, L. *O Princípio dos 3R*. 2008. Disponível em: <<http://meioambientege o.blogspot.com.br/2009/04/o-principio-dos-3r.html>>. Acessado em: 15 mai. 2018.

BULLARA, L. S. *O Conceito dos 3 Rs*. 2008. Disponível em: <[http://www.blog\\_consultoria.natura.net/o-conceito-dos-3rs/](http://www.blog_consultoria.natura.net/o-conceito-dos-3rs/)>. Acesso em: 15 mai. 2018.

CARVALHO, J. M. G. *O Mercado da Sombra E Das Sobras: Uma Análise Cerca do Processo da Reciclagem na cidade de Marília – SP*. 2008. 102 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Sociais, Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2008.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *RESOLUÇÃO CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005*. Publicada no DOU nº 84, de 4 de maio de 2005, Seção 1, páginas 63-65. 2005, 8p.

COSTA, E. G. *Proposta de Reciclagem de Parte do Lixo Urbano da Grande Fortaleza*. R. Econ. Nord., Fortaleza, v. 26, n.1, p. 41-58, jan./mar. 1995.

DIONYSIO, L. G. M.; DIONYSIO, R. B. *Lixo Urbano: descarte e reciclagem de materiais*. Sala de Leitura: PUC, Rio de Janeiro – RJ, 2010, 23p. Disponível em: <http://www.web.ccead.pucRio.br/condigital/mvsl/SaladeLeitura/conteúdos/SL-Lixo-Urbano>. Acesso em 12 de mar. 2018.

ECOD. *Dê um novo rumo ao seu lixo*. 2008. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/reduzir-reutilizar-e-reciclar-de-um-novo-rumo-ao>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

GONÇALVES, C. W. P. et al. *O lixo pode ser um tesouro*. Rio de Janeiro: Centro Cultural RioCine, 1992. 4v.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6):1503-1510, 2012.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. *Informações Corporativas & Experiências Recentes no Setor Resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro, 2011, 11p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios 2012*. 2013. Disponível em: [http://www.desenvolvimento.ifal.edu.br/observatorio/informacoes-socioeconomicas1/copy7/at\\_download/file](http://www.desenvolvimento.ifal.edu.br/observatorio/informacoes-socioeconomicas1/copy7/at_download/file). Acesso em 12 de mai. 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010*. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/aratuba/panorama>. Acesso em 13 de mar. 2018.

IPT/CEMPRE. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: IPT, 1995. 23 p.

IPT/CEMPRE. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos*, 2000. 40p.

LOGA. Logística Ambiental de São Paulo. *Princípio dos 3R's*. 2013. Disponível em: <http://www.loga.com.br/conteudo.CP=LOGA&PG.107>. Acesso em 12 de mar. 2018.

MAGALHÃES, D. N. Elementos para o Diagnóstico e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Dores de Campos MG. 2008. 60 f. Monografias (Especialização) – Curso de Análise Ambiental, Faculdade de Engenharia, Ufff, Juiz de Fora, 2008.

MARQUES JÚNIOR, W.; PASQUALETTO, A. *Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Domésticos da Cidade De Bela Vista – GO*. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia. Goiânia, 2005.

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R.; OMETTO, J. P.H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Ambiente e Agua – An Interdisciplinary Journal Of Applied Science*, [s.l.], v. 10, n. 4, p.889-902, 28 out. 2015.

PINHEIRO, A. A.; SILVEIRA, T. A.; PEREIRA, F. C. Quantificação dos resíduos sólidos gerados no município de Picuí/PB. *RBBA: Pomba*, v.6, n.1, p. 16 – 20, janeiro/dezembro de 2012. SINGER, P. A. *Introdução à Economia Solidária*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2002.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. *Projeto de implementação das coletas seletivas de resíduos sólidos*. 2017, 130 p. \_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. *Estudos de Prospecção e Escolha de Cenários de Referência*. 2015, 68 p.

SILVA, A.; KOMATSU, R. Conceito dos 3R: um breve referencial para uma empresa sustentável. *Revista Interatividade*, Andradina, v. 2, n. 1, p.120-125, 2014.

ZANTA, V. M.; BALDOCHI, V. M. Z.; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos urbanos. In: BORGES, A.C., et al. (org.). *Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte*. 1 ed. São Carlos SP, 2003, v. 1, p.1-18.

## A UTILIZAÇÃO DE PLANTAS NA MEDICINA POPULAR TRADICIONAL PELA POPULAÇÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

Francisca Aline da Silva Andrade

Aluísio Marques da Fonseca

Regilany Paulo Colares

Elcimar Simão Martins

José Jonathas Albuquerque de Almeida

### Introdução

A região do Maciço de Baturité é uma formação geológica localizada no sertão central cearense, composta pelos municípios de Pacoti, Palmácia, Guaramiranga, Mulungu, Aratuba, Capistrano, Itapiúna, Baturité, Aracoiaba, Acarape, Redenção, Barreira e Ocara (SILVA, 2015). Não diferentemente de outras regiões do Brasil e do mundo, o conhecimento tradicional e popular ainda é bastante utilizado no Maciço de Baturité, principalmente no que se diz respeito à utilização de plantas medicinais.

A importância de se estudar o conhecimento e uso tradicional das plantas medicinais podem ter três implicações distintas e essencialmente importantes: resgatar o patrimônio cultural tradicional, assegurando a sobrevivência e perpetuação do mesmo; aperfeiçoar os usos populares correntes, desenvolvendo preparados terapêuticos (remédios caseiros) de baixo custo; organizar os conhecimentos tradicionais de maneira a utilizá-los em processos de desenvolvimento tecnológico (AMAROZO, 1996; ELISABETSKY, 1999).

Pesquisas nesse sentido são importantes para regiões que possuem uma rica biodiversidade, pois nem todas as plantas medicinais utilizadas por determinadas populações

têm registro na literatura, o que pode vir a ser um grave problema para a saúde de quem as utiliza, como a região do Maciço de Baturité. Além disso, a falta de conhecimento pode prejudicar o melhor aproveitamento de recursos naturais que poderiam ser de grande importância para a ciência.

Deste modo, torna-se necessário se resgatar o saber popular sobre plantas medicinais, que cada vez mais se perde, dando espaço ao uso incorreto destas plantas. É importante enfatizar também que estudos voltados a esta temática despertam o interesse da população em querer valorizar suas raízes culturais e em preservar o ambiente em que vivem, promovendo assim o uso sustentável de seus recursos. Portanto, o objetivo do trabalho foi realizar um estudo etnobotânico sobre o uso das plantas para o tratamento e cura de doenças pelas comunidades que compõem a região do Maciço de Baturité destacando o conhecimento tradicional das pessoas que utilizam esse tipo de plantas.

## **Maciço de Baturité**

O Maciço de Baturité é geograficamente isolado, cercado por sertões, apresentando condições ambientais diferenciadas. As diferentes relações que se estabelecem entre os fatores naturais favorecem a existência de uma grande diversidade paisagística e uma biodiversidade bastante significativa, com casos de endemismos, espécies ameaçadas de extinção e raras (SILVA, 2015).

Essa região é composta por uma área de Floresta Atlântica considerada de grande importância para a conservação. Sua vegetação varia de acordo com a altitude e vertente (barlavento/sotavento) e abriga formações vegetacionais bem diferentes e, conseqüentemente, floras distintas (BEZERRA, 2010).

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (2002) é possível visualizar nesta região uma vasta cobertura vegetal e esta se apresenta bastante complexa e com uma grande variação de padrões florísticos. Nela, podem ser encontradas formações florestais, arbustivas, semi-caducifólias e caatingas. No entanto, quase não se tem conhecimento devido à falta de estudos sobre a Biodiversidade desta região.

A exuberância florística da Serra de Baturité justifica-se pelo comportamento de um ambiente diferenciado, onde a altitude do relevo condiciona a existência de condições climáticas que potencializam favoravelmente a ocorrência de um enclave de mata úmida no domínio semiárido das caatingas. As potencialidades dos recursos naturais favorecem, historicamente, a criação de condições propícias ao desempenho das atividades agrícolas e da fixação de populações (FREIRE, 2006).

Para Costa (2008) o Maciço de Baturité possui um valor incalculável do ponto de vista socioambiental, pois se constitui de uma ilha úmida cercada por ambientes secos, onde se abriga uma rica biodiversidade, que é associada também a uma grande diversidade sociocultural, representada por povos indígenas, quilombolas e por inúmeras comunidades tradicionais que são detentoras de grandes conhecimentos.

Composta por treze municípios, Cavalcante (2005) afirma que, provavelmente, a serra de Baturité seja o lugar de maior concentração de vida selvagem do Estado do Ceará. Porém, o conhecimento a cerca da extensão, estrutura e dinâmica da sua biodiversidade ainda é muito parco e disperso em vários trabalhos.

## Definição e histórico da etnobotânica

O homem, ao longo da história, relacionou-se com o seu meio e seus recursos (como as plantas) fundamentalmente em função de sua sobrevivência. Com a chegada de processos industriais e tecnológicos, a humanidade passou a extrair uma variedade de substâncias das mais diversas partes das plantas, em prol de benefícios para saúde, alimentação, energia, etc. A essa relação direta entre os seres humanos e as plantas em sistemas dinâmicos, Ford (1978) chamou de Etnobotânica. Tal estudo abrange a compreensão das inter-relações das sociedades humanas com a natureza, tendo um caráter interdisciplinar e integrador, o qual é demonstrado na diversidade fatores cultural, social e ambiental.

Segundo Schultes e Reis (1995), especula-se que a origem da Etnobotânica é coincidente com o surgimento da própria espécie humana, ou melhor, com o início dos primeiros contatos entre a humanidade e o Reino Vegetal. Esta é uma noção de Etnobotânica que a toma como algo próprio de uma cultura ou sociedade.

A Etnobotânica é uma área de estudo relativamente nova que não tem sido sistematizada e formalizada como outras ciências já estabelecidas. Entretanto, tem sido praticada por muitos cientistas que a valorizam e a reconhecem como tendo um papel relevante no desenvolvimento dos povos. Na realidade, pode-se dizer que a Etnobotânica é antiga em sua prática, mas jovem em sua teoria, já que ela não é tão recente quanto se pensa, pois diferentes estudos demonstram que sua história remonta às relações entre os seres humanos e as plantas, e aos domínios da botânica aplicada e da etnografia botânica (BALICK; COX, 1996; HAMILTON et al., 2003).

No seu início, a Etnobotânica tinha um caráter mais restrito, estudando as inter-relações entre os vegetais com

as sociedades ditas “primitivas”. Com o passar do tempo, esta limitação foi sendo superada e sua investigação expandiu-se, fazendo parte agora do seu campo de estudo, não somente as sociedades indígenas, mas também as sociedades industriais e suas relações estabelecidas com a flora (ALBUQUERQUE, 2005).

Para Oliveira et al. (2009) é essencial olhar para a trajetória da Etnobotânica a fim de entender o desenvolvimento da disciplina no Brasil e refletir sobre os rumos tomados pelos estudos na área, com uma maior ênfase no ponto de vista das ciências biológicas.

No caso do Brasil, e de outros países em desenvolvimento, a construção e a transformação da Etnobotânica acontece em um cenário de diversidade cultural (envolvendo os conhecimentos e práticas de seus habitantes) e de diversidade biológica, que constituem um patrimônio de imenso valor potencial, incluindo plantas de interesse e potencial de mercado que podem ser possíveis fontes de geração de renda com sustentabilidade ambiental.

## **Uso de plantas medicinais pelas comunidades**

De acordo com Albuquerque e Andrade (2005), no Brasil a medicina popular e o conhecimento específico sobre o uso de plantas são resultados de uma série de influências culturais, como a dos colonizadores europeus, dos indígenas e dos africanos.

O Brasil, por possuir uma grande biodiversidade vegetal, utiliza a etnobotânica como ferramenta importante na compreensão de vários fatores referentes ao desenvolvimento e conservação de espécies utilizadas por populações que habitaram ou habitam diferentes biomas brasileiros. Na história do Brasil, o primeiro registro etnográfico referente

a plantas brasileiras foi realizado por Caminha, no ano de 1500. Espécies como o urucum (*Bixa orellana* L.) e o inhame (*Manihot spp*) foram citadas, aclarando que a primeira era utilizada pelos indígenas na pintura do corpo para rituais e proteção e, a segunda espécie, utilizada na alimentação (MING, 2009).

Não diferentemente de outras regiões do Brasil e do mundo o conhecimento tradicional e popular na região do Maciço de Baturité ainda é bastante utilizado, principalmente no que se diz respeito à utilização de plantas medicinais e sua comercialização em feiras livres, mercados populares e quintais residenciais.

Segundo Maciel et al. (2002), a utilização de plantas no tratamento e na cura de doenças é tão antiga quanto a espécie humana. Observações populares sobre o uso e a eficácia de plantas medicinais contribuem de forma relevante para a divulgação das propriedades terapêuticas dos vegetais, prescritos com frequência, pelos efeitos medicinais que produzem, apesar de não terem seus constituintes químicos conhecidos. Dessa forma, usuários de plantas medicinais de todo o mundo, mantêm em voga a prática do consumo de fitoterápicos, tornando válidas as informações terapêuticas que foram sendo acumuladas durante séculos. (MACIEL, 2002).

Na concepção de Cavaglier (2014), o uso de plantas medicinais para fins terapêuticos é um conhecimento popular que vem sendo passadas de geração a geração ao longo dos séculos e mesmo diante do progresso da medicina em várias partes do mundo, no Brasil, as plantas medicinais costumam ser uma das opções para parte da população, especialmente, a de baixa renda, devido a múltiplos fatores, dentre os quais podem ser citados o custo alto dos medicamentos industrializados e o acesso restrito a um sistema de saúde de qualidade. Em contrapartida, o uso deste tipo de terapia

tem crescido também entre as pessoas de maior poder aquisitivo, na busca por opções terapêuticas mais saudáveis.

Embasado nisso, o Ministério da Saúde instituiu a Política Nacional de Plantas Medicinal e Fototerápico – PNPMF (BRASIL, 2006) que objetiva expandir as alternativas terapêuticas aos usuários do Sistema Único de Saúde (SUS), com garantia de acesso a plantas medicinais, fitoterápicos e serviços relacionados à fitoterapia, com segurança, eficácia e qualidade, considerando o conhecimento tradicional sobre plantas medicinais. A partir da instituição dessa política, que foi a criação do PNPMF, a temática plantas medicinais têm sido cada vez mais evidenciadas e ganhado destaque, o que tem despertado grande interesse por parte da população.

De acordo com Who (2002) com relação à otimização dos usos populares correntes, segundo estimativa da Organização Mundial de Saúde (OMS), um terço da população mundial não tem acesso periódico a medicamentos essenciais. Então, torna-se extremamente necessário que se invista na medicina tradicional como forma de ajudar a melhorar o *status* sanitário. Estas diretrizes apontam para a necessidade de se identificar práticas seguras e eficazes, a fim de proporcionar uma base sólida que fomenta a medicina tradicional e conseqüentemente reduza a utilização incorreta por meio do conhecimento dos princípios ativos que as plantas mais utilizadas possuem.

Portanto, assim como afirma Alves e Caes (2015), a história da utilização das plantas medicinais está diretamente associada à história da humanidade, visto que o homem sempre procurou na natureza as soluções para os seus males. A relação entre o estilo de vida das pessoas e seu meio ambiente ocorria de forma rudimentar, se constituía na sabedoria do senso comum. Atualmente, apesar de o conhecimento e a tecnologia desenvolvidos pela Medicina científica se mostrarem capazes de solucionar grande parte dos pro-

blemas de saúde, um número expressivo de pessoas continua adepto da medicina natural, acreditando que por meio dela podem recuperar satisfatoriamente a saúde, além de manter o equilíbrio orgânico.

## Potencial terapêutico das plantas medicinais

O valor terapêutico das plantas medicinais geralmente está relacionado à presença de óleos essenciais em seus diversos órgãos (folhas, raiz, sementes, caules e até flores). Segundo Costa (2008), óleos essenciais são misturas complexas de compostos naturais extremamente voláteis, com carácter hidrofóbico, caracterizadas por odores fortes e por possuírem ações terapêuticas.

Além da utilização terapêutica, esses óleos possuem grande importância industrial, sendo empregados nas indústrias de perfumaria, cosmética, alimentícia e farmacêutica. Algumas substâncias presentes nos óleos essenciais possuem alto valor comercial, neste caso, essas substâncias podem ser isoladas do óleo ou mesmo sintetizadas em laboratório, o mentol das espécies do gênero *Mentha* é um exemplo disso (TRANCOSO, 2013).

De acordo com Cunha et al. (2012) geralmente, ao serem extraídos, os óleos apresentam-se incolores ou ligeiramente amarelados. No entanto, alguns fogem a essa regra, como por exemplo, o óleo essencial de camomila-romana e camomila-alemã que apresentam uma tonalidade azul. Estes óleos são metabólitos secundários produzidos e armazenados nos órgãos secretores das plantas aromáticas. Estas estruturas secretoras podem ser externas, tricomas secretores e osmóforos, ou internas, canais e bolsas, podendo ser encontradas em várias partes destas plantas, nomeadamente, folhas, frutos, flores, gomos, sementes, ramos, cascas, raízes

e caules, podendo a sua composição variar consoante a sua localização (CHRISTAKI et al., 2012, CUNHA et al., 2012).

A técnica mais comum de extração é a destilação por arraste a vapor, técnica essa utilizada por Fonseca et al. (2012). Inicialmente o material vegetal das plantas selecionadas é colocado numa cuba com água e levadas ao destilador. Quando a água é aquecida inicia-se a produção de vapor que arrasta o óleo contido nas glândulas das partes aéreas dos referidos vegetais. O vapor que sobe pelo equipamento, condensando-se é logo em seguida recuperado num separador/decantador. Como o óleo é mais leve, este se posiciona na parte superior.

A quantidade e composição destes óleos essenciais podem variar tanto a nível genético e fisiológico, como também devido a fatores externos, entre os quais, condições de cultivo, colheita, condições pós-colheita, fatores ambientais, entre outros (LUBBE; VERPOORTE, 2007, COSTA, 2008).

Na natureza, estes metabólitos têm como função proteger as plantas de potenciais pragas ou infeções através da sua ação inseticida, antibacteriana e antifúngica. Devido aos seus odores/sabores fortes conseguem afastar os animais herbívoros, reduzindo-lhes o apetite por tal planta. Por outro lado, podem ter também a função de atrair determinados insetos para que estes retirem da planta o seu pólen facilitando a polinização (BAKKALI et al., 2008; CUNHA et al., 2012).

## Metodologia

O estudo foi desenvolvido em três municípios selecionados na região do Maciço de Baturité, Ceará, a saber, Guaramiranga, Mulungu e Redenção. A pesquisa é de caráter descritivo-exploratório de abordagem qualitativa.

Guaramiranga é uma das cidades de maior altitude do Estado do Ceará com 865,24m. A temperatura varia entre a mínima de 17°C e a máxima de 28° C. A paisagem serrana se

destaca pelo verde abundante, em contraste com as áreas semiáridas do seu entorno (LIMA, 2010). O município é um dos principais pontos turísticos do estado do Ceará e é conhecido pelos seus atrativos naturais.

Mulungu está situado, segundo Freire (2007) a 790m de altitude e é o Município com maior área territorial inserida na Área de Proteção Ambiental do Maciço de Baturité. Apresenta, como principais atividades econômicas, a prestação de serviços e o comércio local, além de um desenvolvimento rural, baseado no aprimoramento de culturas tradicionais.

Redenção, por sua vez, localiza-se a uma altitude de 88m, é a cidade sede da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-Unilab e recebe este nome por ter sido a primeira cidade brasileira a libertar seus escravos.

Tendo como fundamentos os estudos e referenciais teóricos, mas também a contextualização da importância dos estudos etnobotânicos para a região do Maciço de Baturité, a metodologia do atual estudo foi desenvolvida da seguinte maneira: foi aplicado um questionário estruturado com perguntas abertas e fechadas a 21 pessoas abordadas de modo aleatório na rua, sendo que foram aplicados sete questionários em cada município selecionado.

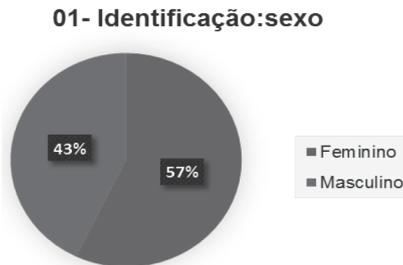
A pesquisa ocorreu na zona urbana de cada município e o questionário foi constituído por uma série de perguntas ordenadas, contendo até três alternativas para serem marcadas. Os questionamentos referiam-se ao modo de obtenção das plantas medicinais, orientação para utilização adequada e as principais espécies utilizadas. As respostas foram assinaladas pelas próprias pessoas que participaram da pesquisa e os questionários foram entregues ao pesquisador logo após o término. Após a aplicação dos mesmos, os resultados foram discutidos e analisados através de gráficos.

## Resultados e discussões

A partir dos questionários respondidos pelas pessoas participantes da pesquisa ocorrida nos municípios de Guarimiranga, Mulungu e Redenção foram feitas as análises e plotagem dos gráficos de acordo com os dados coletados.

As Figuras 1 e 2 representam a identificação dos participantes quanto sexo e idade, onde se obteve um percentual, na Figura 1, que dos 100% das pessoas que responderam o questionário, 43% foram do sexo masculino e a maioria, 57%, do sexo feminino. Já na Figura 2 foi demonstrado que a maioria dos participantes que responderam o questionário, 73%, tinha idade a partir de 50 anos, 15% entre 36 e 50 anos e a minoria, 12%, tinha idade entre 15 e 35 anos.

**Figura 1** – Identificação dos participantes da pesquisa quanto ao sexo.



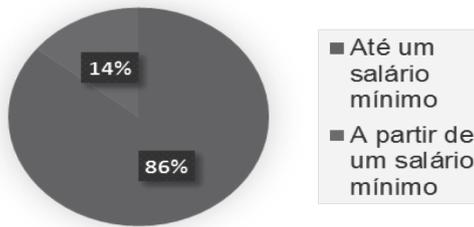
**Figura 2** – Identificação dos participantes da pesquisa quanto à idade.



A Figura 3 representa a renda familiar dos participantes, na qual se constatou que 86% deles tinham renda de até um salário mínimo e o restante, 14% tinham renda a partir de um salário mínimo.

**Figura 3** – Dados representativos para a pergunta 3.

**03- Renda familiar**



Visualiza-se que a maioria das pessoas que responderam o questionário possui renda de até um salário mínimo.

De acordo com Maciel et al. (2002) para algumas populações, principalmente de baixa renda, as plantas medicinais constituem os únicos recursos terapêuticos que dispõem. Então acreditamos ser necessário nesta pesquisa se investigar a renda familiar das pessoas que fizeram parte deste estudo, até mesmo para saber se é por esse motivo que a utilização de plantas medicinais é culturalmente difundida no mundo inteiro. E chegamos à conclusão que, conforme dados da Figura 3, grande parte dos entrevistados pode ser considerada de baixa renda, já que nesta pesquisa não investigamos o número de membros que compunham a família de cada entrevistado. Então levantamos a hipótese que um único salário mínimo poderia estar sendo dividido entre várias pessoas de uma mesma família, os colocando assim, como pessoas que têm uma baixa renda.

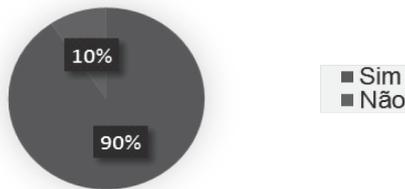
As Figuras de 4 a 11 dispostos a seguir, representam o quantitativo das respostas a respeito do conhecimento po-

pular e utilização das plantas medicinais pelas comunidades selecionadas na região do Maciço de Baturité.

A Figura 4, a seguir, apresenta as respostas para a pergunta: “Você já utilizou plantas medicinais”? A esta pergunta, 90% dos participantes afirmaram que sim, enquanto que apenas 10% afirmaram não terem utilizado. Aos que afirmaram que não encerramos a pesquisa com esta pergunta. Destacamos que duas pessoas pararam de responder o questionário por aqui, então os restantes das perguntas foram feitos com amostras de 19 pessoas.

**Figura 4** – Dados representativos para a pergunta 4.

**04- Você já utilizou plantas medicinais?**



Nota-se de acordo com os dados acima, que uma parte significativa da população utiliza plantas medicinais seja para a prevenção, cura ou tratamento de determinadas enfermidades.

Na concepção de Brasileiro et al. (2008) o consumo de plantas medicinais tem base na tradição familiar e tornou-se prática generalizada na medicina popular.

Atualmente, muitos fatores têm contribuído para o aumento da utilização deste recurso, entre eles, o alto custo dos medicamentos industrializados, o difícil acesso da população à assistência médica, bem como a tendência, nos dias atuais, ao uso de produtos de origem natural (SIMÕES et al., 1998).

Na pergunta 5 do questionário foi indagado aos participantes: “Quais espécies você costuma utilizar?”. A esta pergunta os participantes citaram as seguintes espécies: boldo (*Peumus boldus* Molina), malvarisco (*Malva sylvestris* L.), hortelã (*Menta villosa* H.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), camomila (*Matricaria chamomilla* L.), babosa (*Aloe arborescens*), gengibre (*Zingiber officinale*), macela (*Achyrocline satureioides*), erva cidreira (*Cymbopogon citratus*), capim-santo (*Cymbopogon citratus*), quebra-pedra (*Phyllanthus niruri* L.), canela (*Cinnamomum verum*), cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb) e eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill).

A abundância de espécies vegetais, como ocorre na região do Maciço de Baturité, e a facilidade de acesso que os usuários podem ter a elas levam as pessoas a adotarem a medicina alternativa. A Tabela 1 têm-se os números de citações de cada espécie citada.

**Tabela 1** – Dados representativos para a pergunta 5.

Nome popular	Nome científico	Quantidade de vezes citada
Boldo	<i>Peumus boldus</i> Molina	16
Malvarisco	<i>Malva sylvestris</i> L.	14
Hortelã	<i>Mentha spicata</i> L.	11
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	3
Camomila	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	3
Babosa	<i>Aloe arborescens</i>	6
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>	5
Macela	<i>Achyrocline satureioides</i>	2
Erva-cidreira	<i>Melissa officinalis</i>	5
Capim-santo	<i>Cymbopogon citratus</i>	7
Laranjeira	<i>Citrus aurantium</i> L.	4
Quebra-pedra	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	8
Canela	<i>Cinnamomum verum</i>	4
Cravo-da-índia	<i>Eugenia caryophyllata</i> Thunb	2
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	9

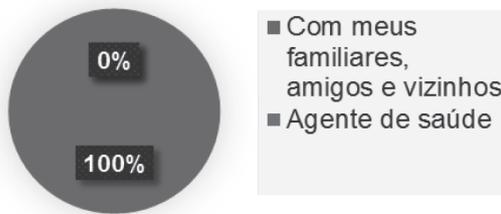
Nota-se que as três espécies de plantas mais citadas pelos entrevistados foram o boldo (*Peumus boldus* Molina, Figura 1), com 16 citações, malvarisco (*Malva sylvestris* L., citado 14 vezes e o Hortelã (*Mentha spicata* L.), citado 11 vezes.

Ao todo foram citadas 15 espécies de plantas, mas acredita-se que se amostra de entrevistados fosse maior teríamos diversas outras espécies de plantas citadas, no entanto devido ao pouco tempo para a realização desta pesquisa, não foi possível aumentar amostra. No entanto, este estudo abre portas para que novas pesquisas sejam desenvolvidas na região do Maciço de Baturité.

A Figura 5, apresentado mais adiante, corresponde às respostas para a pergunta “Com quem você aprendeu a utilizar plantas medicinais”? em que 100% dos participantes afirmaram que obtiveram tal conhecimento com familiares amigos e vizinhos.

**Figura 5** – Dados representativos para a pergunta 6.

**6- Com quem você aprendeu a utilizar plantas medicinais?**



Conforme se verificou, o conhecimento popular adquirido pelos entrevistados em relação as plantas medicinais foi adquirido através de seus familiares, amigos e vizinhos, decorrido de gerações passadas ou atuais, mas provavelmente este conhecimento foi transmitido através da tradição oral que se perpetua ao longa dos anos.

Brasileiro et al. (2008) em sociedades tradicionais, como é o caso da região do Maciço de Baturité, a comunicação oral é o principal meio pelo qual o conhecimento é transmitido, e, para que essa transmissão ocorra, é necessário o contato intenso e prolongado dos membros mais velhos com os mais novos. Então acreditamos que é dessa forma que ocorre no Maciço de Baturité, porém acreditamos também que com o decorrer dos anos e à medida que as gerações vão sendo substituídas muitas informações importantes vão se perdendo, se fazendo necessário, portanto, realizar estudos como este para que se resgate o conhecimento popular e tradicional das comunidades.

A Figura 6, que segue adiante, apresenta as respostas para a pergunta: “Com que frequência você utiliza plantas medicinais”? Em que 53% afirmaram utilizar somente quando doente 33% afirmaram que uma vez por semana e 14% afirmaram utilizar uma vez por mês.

**Figura 6** – Dados representativos para a pergunta 7.



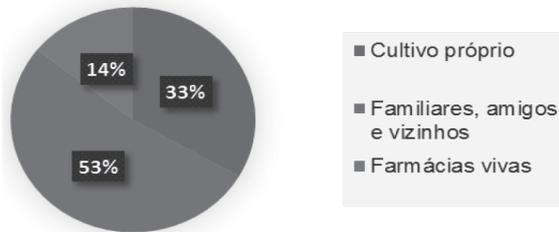
Segundo Moreira et al (2002), estima-se que 80% da população mundial dependa das plantas medicinais no que se refere à atenção primária em saúde e grande parte destes tem nas plantas a única fonte de medicamentos.

Podemos notar de acordo com dados do gráfico 6 que as plantas medicinais são frequentemente utilizadas, na maioria das vezes quando se é acometido por alguma doença, e que esse conhecimento popular vem se mantendo firme mesmo com os grandes avanços da medicina no Brasil e no mundo.

A Figura 7 em seguida, apresenta as respostas para a questão: “Como você consegue as plantas medicinais que utiliza”? Em que 53% afirmaram ser com familiares, amigos e vizinhos, 33% afirmaram cultivar suas próprias plantas e 14% conseguem em farmácias vivas.

**Figura 7** – Dados representativos para a pergunta 8.

**08- Como você consegue as plantas medicinais que utiliza?**



Notamos conforme dados acima que a maioria da população consegue as plantas medicinais através de seus familiares, amigos e vizinhos, o que significa que tais plantas são provenientes do próprio cultivo das pessoas.

Segundo Luz (2001), é comum, em diversos países, o costume de se cultivar plantas nos quintais de casas, em hortas, jardins ou, até mesmo, em pequenos recipientes, o que evidencia que o uso e o acesso a essas plantas permanecem na cultura desde tempos remotos até a atualidade.

Para Viganó (2007), o fato de as plantas medicinais poderem ser cultivadas no quintal da própria casa, ou na casa

de familiares e de amigos, é um ponto bastante positivo, pois são facilmente acessíveis.

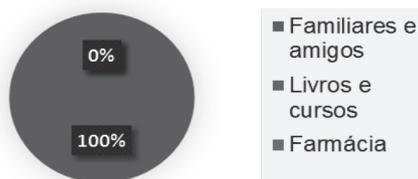
A Figura 8, abaixo, corresponde às respostas para a pergunta: “De que maneira você obtém as orientações sobre a forma correta de utilização das plantas medicinais?”. 100% das pessoas que responderam à pesquisa escolheram a opção: familiares e amigos.

Observou-se, portanto, que as pessoas que utilizam as plantas medicinais buscaram as informações necessárias para utilização correta apenas com seus familiares e amigos. Tais pessoas afirmaram não buscar informações com profissionais especializados ou em livros, ficando claro que o conhecimento adquirido sobre a utilização adequada ou forma de preparo das plantas é repassado de geração a geração.

É importante destacar que a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera fundamental que se realizem investigações experimentais acerca das plantas utilizadas para fins medicinais e de seus princípios ativos, para garantir sua eficácia e segurança terapêutica, pois algumas comunidades tradicionais podem utilizar plantas que não constam seu registro na literatura e quando utilizadas de forma errada podem causar danos irreversíveis à saúde de quem as utiliza (SANTOS et al., 2008).

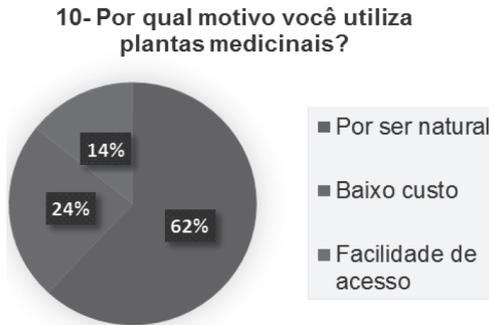
**Figura 8** – Dados representativos para a pergunta 9.

**09- De que maneira você obtém as orientações sobre a forma correta de utilização das plantas medicinais?**



A Figura 9, encontrado a seguir, representa as respostas para a pergunta: “Por qual motivo você utiliza plantas medicinais?” em que 62% afirmaram que é por ser natural, 24% afirmaram ser devido ao baixo custo e 14% afirmaram ser por conta da facilidade de acesso.

**Figura 9** – Dados representativos para a pergunta 10.



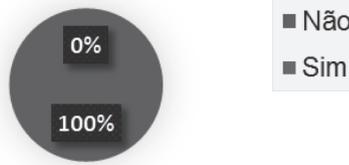
Visualiza-se que 62% da população utilizam plantas medicinais por ser um produto natural. Outro fator significativo apontado pela população foi o baixo custo de tais produtos.

Parente e Rosa (2001) consideram a utilização da fitoterapia como forma alternativa na cura de enfermidades destacando a escassez de recursos governamentais destinados à saúde e o aumento exagerado dos preços dos medicamentos industrializados. Para elas, outro fator de destaque na crescente procura da fitoterapia é a vigente carência de recursos dos órgãos públicos de saúde, resultando nos aumentos de preços dos medicamentos industrializados, fato que não costuma ocorrer nesse tipo de medicina.

A Figura 10 em seguida apresenta as respostas para a questão: “Você já desenvolveu alguma reação adversa quando utilizou plantas medicinais (ex. alergia, coceira, falta de ar, dor de cabeça, dor de estômago, mal-estar e etc)?” Em que 100% dos participantes da pesquisa afirmaram que não.

**Figura10** – Dados representativos para a pergunta 11.

**11- Você já desenvolveu alguma reação adversa quando utilizou plantas medicinais (ex. alergia, coceira, falta de ar, dor de cabeça, dor de estômago, mal-estar e etc)?**



De acordo com os dados acima, todos os entrevistados ao serem indagados se já desenvolveram alguma reação adversa ocasionada por plantas medicinais afirmaram que não.

Acredita-se que tais pessoas, por nunca terem desenvolvido nenhuma reação contrária acreditam que as plantas medicinais ou preparados terapêuticos feitos a base de plantas não causam nenhum mal à saúde, quando na verdade certas plantas quando utilizadas de forma errada podem ser maléficas sim. Então se torna cada vez mais necessário se faça levantamentos etnobotânicos de plantas utilizadas por comunidades tradicionais para que se compartilhe o conhecimento científico com essas pessoas.

### **Considerações finais**

De acordo com os dados obtidos neste estudo, constatamos que a utilização de plantas medicinais é um conhecimento popular e cultural amplamente difundido nesta região, e que apesar dos grandes avanços da medicina no Brasil e no mundo, o uso de plantas para fins medicinais tem se mantido firme tanto entre a população de baixa renda, como

entre aqueles que as utilizam apenas por se tratar de um recurso natural.

Verifica que nessa região, 90% das pessoas participantes da pesquisa já utilizam plantas medicinais e apenas 10% afirmam nunca ter utilizado.

As espécies de plantas citadas neste estudo reafirmam a importância de se realizar estudos etnobotânicos a fim de se resgatar o conhecimento tradicional, que com a substituição das gerações vai se perdendo.

A população do Maciço de Baturité utiliza plantas medicinais para o tratamento e cura de doenças, e esta relacionada principalmente por as plantas serem facilmente acessíveis, por serem recursos naturais, por terem baixo custo e sobre tudo, pelo fato de sua utilização ser um conhecimento que vem perpetuando ao longo dos séculos.

O estudo traz contribuições importantes ao identificar o grande percentual de pessoas adeptas à medicina popular na região do Maciço de Baturité.

Portanto, essa pesquisa contribui para que novos pesquisadores venham a desenvolver estudos e dar continuidade nesta região, que é rica em biodiversidade, especialmente em plantas medicinais.

## Referências

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

AMOROZO, M.C.M. A abordagem etnobotânica na pesquisa de plantas medicinais. In: DI STASI, L.C. *Plantas medicinais: arte e ciência*. São Paulo: UNESP. p. 47-68, 1996.

ALBUQUERQUE, U. P. *Introdução a Botânica*. Interciência. 2ª ed. 2005.

BALICK, M.J; COX, P. A. *Plants, people and culture: the science of ethnobotany*. New York, Scientific American Library, 1996.

BAKKALI, F; AVERBECK, S; IDAOMAR, M. *Biological effects of essential oils – a review*. Disponível em: <<http://www.bashaar.org.il/files/%D7%91%D7%99%-D7%95%D7%97%D7%A7%D7%A8%20-%20%D7%94%-D7%A0%D7%9E%D7%9C%D7%94%202.pdf>>.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Planejamento Bioregional do Maciço de Baturité (CE)*. IBAMA, Universidade Estadual do Ceará. Banco do Nordeste. P.179, Fortaleza, 2002.

BRASILEIRO, B.G. et. al. Plantas medicinais utilizadas pela população atendida no “Programa de Saúde da Família”, Governador Valadares, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 44, n. 4, p. 629-636, 2008.

BEZERRA, A. C. *Análises da estrutura da comunidade de abelhas (**hymenoptera:apoidea**) em uma área de caatinga do maciço de baturité, ceará, brasil*. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/17124/1/2010\\_dis\\_acbezerra.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/17124/1/2010_dis_acbezerra.pdf)>.

CAVAGLIER, M. C. S. Plantas medicinais na educação de jovens e adultos: uma proposta interdisciplinar para biologia e química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* v. 14, n. 1, 2014.

CAVALCANTE, A.M.B. *A Serra de Baturité*. Fortaleza: Edições Livro técnico, p. 84, 2005.

CHRISTAKI, E; BONOS, E; GIANNENAS, I; FLOROU-PANERI, P. *Aromatic plants as a source of bioactive compounds*. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2077-0472/2/3/228>>.

COSTA, F. G. R. *Geotecnologias aplicadas ao monitoramento da cobertura vegetal do Maciço de Baturité-CE*. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7832/1/2008\\_dis\\_fgrcosta.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7832/1/2008_dis_fgrcosta.pdf)>.

COSTA, A. G. (2008). *Desenvolvimento vegetativo, rendimento e composição do óleo essencial de Patchouli após adubação nitrogenada*. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17977/13753>>.

CUNHA, A. P; ROQUE, R.O; NOGUEIRA, M.T. *Plantas Aromáticas e Óleos Essenciais Composição e Aplicações*. Fundação Caloust Gulbenkian, Lisboa, 2012.

DINIZ, Célia Regina; SILVA, Iolanda Barbosa da. *Tipos de métodos e sua aplicação*. Campina Grande; Natal: UEPB/UFRN – EDUEP, 2008. Disponível em: < [http://www.ead.uepb.edu.br/ava/arquivos/cursos/geografia/metodologia\\_cientifica/Met\\_Cie\\_A04\\_M\\_WEB\\_310708.pdf](http://www.ead.uepb.edu.br/ava/arquivos/cursos/geografia/metodologia_cientifica/Met_Cie_A04_M_WEB_310708.pdf)>.

ELIZABETSKY, E. Etnofarmacologia como ferramenta na busca de substâncias ativas. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 3 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade UFRGS/ Ed. UFSC. 2001. p. 87-99.

FREIRE, M.F. *Paisagens de exceção: problemas Ambientais no município de Mulungu, Serra de Baturité – Ceará*. Disponível em: < [http://www.uece.br/mag/dmdocuments/luciana\\_freire\\_dissertacao.pdf](http://www.uece.br/mag/dmdocuments/luciana_freire_dissertacao.pdf)>.

FONSECA, M.A; SILVA, G.J; SANTOS, L. G; RIBEIRO, L.C; PINHEIRO, T.A. COLARES, R.P. *Introdução a estudos etnobotânicos: um breve ensaio interdisciplinar em Amargosa – BA*. Disponível em: < <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=r>

ja&uact=8&ved=0ahUKEwj\_d\_M7N0ZbNAhWDEpAKH-ZTzBzoQFggdMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.ufrb.edu.br%2Fmagistra%2F2000-atual%2Fvolume-24-ano-2012%2F1211-06-artigo-028-11%2Fdownload&usg=AFQjCNE3N-jPF7v\_FdsteQg2h-JYrP4gTTw&sig2=CuzxIpI4jTZeZKPS-gukh7A>.

FORD, R.I. Ethnobotany: historical diversity and synthesis. In: R.I. Ford; M. Hodge & W.L. Merrill (eds.). *The nature and status of ethnobotany*. Annals of Arnold Arboretum. Michigan: Museum of Anthropology, University of Michigan. *Anthropological Papers* 67: 33-49, 1978.

HAMILTON, A.C.; SHENGJI, P.; KESSY, J.; KHAN, A.A.; LAGOS-WITTE, S. E SHINWARI, Z.K. *The purposes and teaching of Applied Ethnobotany*. Godalming, People and Plants working paper. 11. WWF, 2003.

LIMA, D. C. *A bananicultura na área de proteção ambiental da serra de Maranguape-ce e suas implicações no ambiente físico, humano e na biodiversidade*. Disponível em: < [http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16481/1/2005\\_dis\\_dclima.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16481/1/2005_dis_dclima.pdf)>. Acesso em 04 de abril de 2018.

LUBBE, A.; VERPOORTE, R. (2007). *Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials*. Industrial Crops and Products, 34, pp.785-801. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669011000380>.

LUZ, L. A. Producción de plantas medicinales a pequeña escala: una necesidad de la comunidad. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, La Habana, v. 2, p. 63-66, 2001.

MACIEL, M. A. M; PINTO, C.A; VEIGA JR, V. F. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. *Quim. Nova*, v. 25, n. 3, 429-438, 2002.

MING, L. C. *A Etnobotânica na recuperação do conhecimento popular*. Departamento de Produção Vegetal. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, 2009. Disponível em: <[http://www.fazendadocerrado.com.br/Lin\\_Chau\\_Ming.pdf](http://www.fazendadocerrado.com.br/Lin_Chau_Ming.pdf)>.

MOREIRA, R.C.T. et al. Abordagem Etnobotânica acerca do Uso de Plantas Medicinais na Vila Cachoeira, Ilhéus, Bahia, Brasil. *Acta Farmacêutica Bonaerense*, v. 21, n. 3, p. 205-2011, 2002.

OLIVEIRA, C. F.; ALBUQUERQUE, U.P.; FONSECA-KRUEL, V. S.; HANAZAKI, N. *Avanços etnobotânicos no Brasil*. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n2/v23n2a31.pdf>>. Acesso em: 05 de Jun de 2016.

PARENTE, C.E.T.; ROSA, M.M.T. Plantas comercializadas como medicinais no município de Barra do Piraí, Rio de Janeiro. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 52, n. 80, p. 47-59, 2001.

SANTOS, M.R.A.; LIMA, M.R.; FERREIRA, M.G. Uso de plantas medicinais pela população de Ariquemes, em Rondônia. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2, p. 244–250, 2008.

SCHULTES, R.E.; REIS, S.V. *Ethnobotny: evolution of a discipline*. Cambridge, Timber Press, 1995.

SILVA, F. E. S. *A conservação da biodiversidade da serra de Baturité na perspectiva das unidades de conservação*. Disponível em:< [http://www.uece.br/mag/dmdocuments/francisco\\_edmarde\\_sousa\\_silva.pdf](http://www.uece.br/mag/dmdocuments/francisco_edmarde_sousa_silva.pdf)>.

SILVA, P.B.; AGUIAR, L.H.; MEDEIROS, C.F. O Papel do Professor na Produção de Medicamentos Fitoterápicos. *Revista Química Nova na Escola*, n.11, p.19-23, 2000.

SIMÕES, C. M. O; MENTZ, L. A; SCHENKEL, E. P; NICOLAU, M; BETTEGA, JR. *Plantas da Medicina Popular do Rio Grande do Sul*. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, v.1. p. 150, 1998.

TRANCOSO, M. D. *Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano*. Disponível em:< <http://web.unifoa.edu.br/praxis/numeros/09/89-96.pdf>>.

VIGANÓ, J.; VIGANÓ, J. A; SILVA, C. T. A. C. Utilização de plantas medicinais pela população da região urbana de Três Barras do Paraná. *Acta Scientiarum Health Science*, v. 29, n. 1, p. 51-58, Marigá, 2007.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *WHO Policy perspectives on medicines: medicina tradicional – necessidades crecientes y potencial*. P.6 Geneva, 2002.

## O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO E OS IMPACTOS NO NORDESTE BRASILEIRO

Maria Daniele Pereira Bessa da Silva

Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

Juan Carlos Alvarado Alcócer

Davi Santos Bandeira

Jonarc Paula de Oliveira

### Introdução

A região semiárida do Nordeste do Brasil (NEB) situa-se entre 2,5° S e 16,1° S e 34,8° W e 46° W, com uma área de, aproximadamente, 1.542.000 km<sup>2</sup>; ou cerca de 20% da área do Brasil. Entre as regiões secas do globo, é considerada a mais populosa; possuindo mais de 53 milhões de habitantes, aproximadamente 34 habitantes por km<sup>2</sup>. É uma das regiões do Brasil com grande influência das variações climática e histórica de déficit de chuva com aumento da aridez.

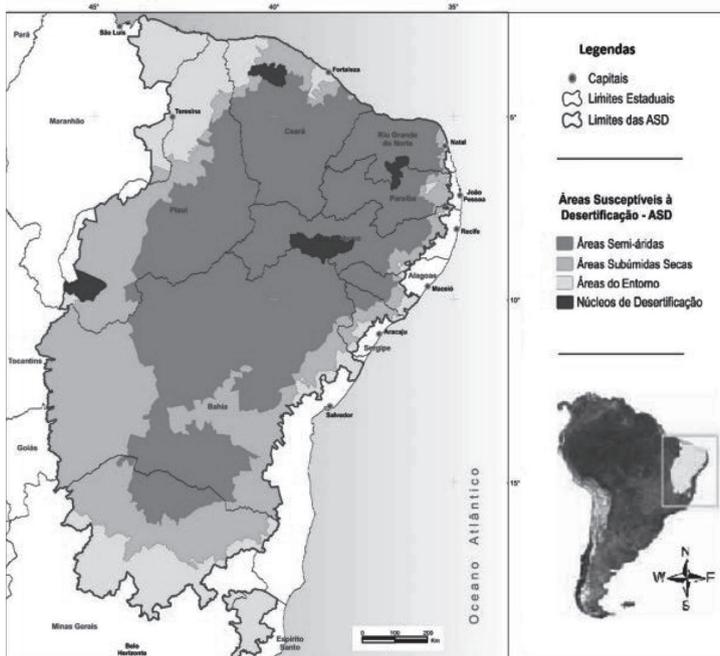
A desertificação é um dos problemas enfrentados por essa região que afeta a segurança ambiental global, demonstra-se na superfície terrestre de forma diferenciada e de diversas escalas, desde a global, a regional e local. Entretanto, são as zonas tropicais que se destacam, neste cenário, como uma das áreas mais problemáticas como, por exemplo, o semiárido nordestino (NASCIMENTO, 2007). Portanto, o objetivo deste trabalho é compreender o processo de desertificação associando as condições climáticas e as intervenções antrópicas no semiárido nordestino.

## O Semiárido do Nordeste e o processo de desertificação

De acordo com o documento da Agenda 21 e da Convenção de Combate à Desertificação e aos Efeitos da Seca pelas Nações Unidas, a desertificação é a degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, tendo como resultado diversos fatores, entre eles as de ordem climática e as atividades antrópicas (BRASIL, 1996). As áreas suscetíveis às desertificações no Brasil compreendem 1.340.863 km<sup>2</sup>, abraçando 1.488 municípios de nove estados da região Nordeste. Outro problema frequente na região semiárida são as secas; estas ocorreram no passado, estão ocorrendo no presente e as previsões dão conta da possibilidade de que as mesmas ocorram no futuro, fazendo parte da variabilidade natural da região.

No cenário de ocorrências da desertificação do Brasil, a região Nordeste, parte de Minas Gerais e Espírito Santo, tem destaque em relação a esse problema ambiental, baseado em fatores estabelecidos no enquadramento dos critérios reestabelecidos pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PAN-Brasil) a partir dos quais a desertificação é entendida como a degradação das terras que se encontram inseridas entre os índices de aridez correspondente à 0,05 a 0,65. (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2010).

**Figura 1** – Os núcleos de desertificação do Nordeste brasileiro.



**Fonte:** Caetano et al. (2017).

## Características climáticas da região Nordeste

O clima predominante na região Nordeste é o Semiárido, que se caracteriza pelas irregularidades das chuvas e por suas altas temperaturas; onde a evaporação supera os níveis de pluviosidade (MARENGO, 2008).

Sabe-se que as chuvas do Semiárido da região Nordeste apresentam enorme variabilidade espacial e temporal. Anos de secas e chuvas abundantes se alternam de formas erráticas, e grandes são as secas de 1710-11, 1723- 27, 1736-57, 1744-45, 1777-78, 1808-09, 1824-25, 1835-37, 1844-45, 1877- 79, 1982-83, 1997-98, assim como secas menores em 2003 e 2005 (MARENGO, 2008, p.27).

De acordo com a citação acima, pode-se perceber que há susceptibilidade aos períodos de secas, caracterizando assim a baixa pluviosidade e suas instabilidades. O período chuvoso se resume entre 3 a 5 meses do ano e durante 7 a 9 meses, prevalece à seca. Desse modo, prevalecendo apenas duas estações, o semiárido nordestino, seria uma das regiões mais afetadas pelas mudanças climáticas (ANGELOTTI; SÁ; MELO, 2009).

## **A desertificação e os impactos socioambientais**

A degradação que pode ter como resultado a desertificação do solo, descende, de início, de atividades humanas inapropriadas sobre as diversas paisagens; com práticas de baixa sustentabilidade e ambientes suscetíveis a esse processo. Portanto, as condições sociais e econômicas, podem interferir e fomentar uma relação de conflito entre o homem e a natureza, principiando no cenário nordestino; pois tal região foi esquecida por muito tempo de políticas governamentais de combate à seca e a desertificação (NASCIMENTO, 2007).

Quando se propõe uma conceituação do ponto de vista biológico (ou ecológico), o destaque é dado ao menor ou maior vigor da biosfera, ou seja, os limites são estabelecidos pelo maior ou menor vigor da biomassa presente no meio. A escassez de organismos vivos, principalmente vegetais, indicaria a incidência de ambiente desértico e o agravamento dessa deficiência, ou seja, o declínio da atividade biológica corresponderia ao avanço do processo de desertificação. Instalar-se-ia uma reação em cadeia, com a mineralização do solo, agravamento do trabalho erosivo, invasão maciça de areias e degradação generalizada do ambiente (CONTI, 2008, p.45).

“A ação antrópica estaria na origem dessa modalidade de desertificação, com a retirada predatória e, em grande escala, dos recursos. O processo pode ser agravado se coincidir com a ocorrência de estiagens severas e frequentes [...]” (CONTI, 2008, p.45). As condições sociais influenciam na intensificação da desertificação, pois impulsionam o desmatamento com práticas de extrativismo que degradam o meio ambiente, assim como a desertificação influencia na intensificação da pobreza do povo da região. Portanto, esta combinação, de ações antrópicas e naturais, afeta diretamente na disponibilidade de recursos naturais, diminuindo as áreas de produção agrícola e consequentemente na disponibilidade de alimentos, como demonstra a Figura 2.

**Figura 2** – A relação da desertificação e a pobreza



Fonte: PAE-CE (2010)

A relação do homem com o meio ambiente continua na pauta de grandes debates gerando mudanças de atitudes, tanto em setores da vida econômica e industrial contempo-

rânea, como em alguns campos do saber. Os questionamentos sobre os problemas ambientais causados pelos homens ultrapassam as fronteiras tornando-se objetivo de diferentes ciências (CONTI, 2005).

Ainda de acordo com Conti (2005), pode-se aferir que a desertificação biológica tende a acontecer quando os ambientes perdem a sua capacidade de regeneração, gerando a escassez da fauna e restringência da cobertura vegetal, tendo como consequência o empobrecimento do solo, a salinização e, conseqüentemente, a diminuição de áreas agrícolas. Em virtude do desmatamento, o balanço térmico entra em desequilíbrio; gerado pelo aumento da refletividade da radiação solar. Tais modificações no albedo contribuem para a redução na precipitação da região.

### **Considerações finais**

De acordo com o que foi discutido nos parágrafos acima, com o claro objetivo de propiciar a reflexão sobre o conceito de desertificação associado às características nordestinas que influenciam neste processo, assim como as ações antrópicas que atenuam tais problemas ambientais, reforçamos a importância de discutir e promover ações que procurem estabelecer melhores relações de equilíbrio entre as ações humanas e o meio.

A sociedade humana sempre estabeleceu relações de trocas com o meio e essas tais relações foram intensificadas com o aumento demográfico nas últimas décadas e também com o desenvolvimento de novas tecnologias produtivas. Entretanto, os fatores naturais também são de grande relevância para o surgimento de problemas climáticos, como é o caso da desertificação. Deve-se também ocorrer a promoção de políticas públicas tanto em nível municipal, como Esta-

dual e Federal que visem estratégias eficazes na atenuação dos problemas socioambientais no semiárido nordestino.

## Referências

ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). *Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Campinas: *Embrapa Informática Agropecuária*, 2009.

BRASIL, Senado Federal. *Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio 92. Agenda 21*. Brasília: Senado Federal; Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. *Desertificação: caracterização e impactos. Brasília, 1993*. (Projeto BRA 931036 – Elaboração de uma Estratégia e do Plano Nacional de Combate à Desertificação).

CAETANO, F. A. de O.; GONÇALVES, D. de S. L.; FEITOSA, M. M. *Desertificação no Nordeste brasileiro: uma análise das vulnerabilidades socioeconômicas do município de Irauçuba/CE*. *Espacios, Caracas*, v. 38, n. 39, p.14-26, 10 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n39/a17v38n39p14.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2019.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. *Revista do Departamento de Geografia*, v.16, p.70-75, 2005. \_\_\_\_\_. *O conceito de desertificação*. In: *Climatologia e estudos da paisagem*. Rio Claro, V. 3, n.2, junho/dezembro, 2008. p.39.

DOMINGUES, Edson Paulo; MAGALHAES, A. S.; RUIZ, R. M.. Cenários de Mudanças Climáticas e Agricultura no Brasil: impactos econômicos na Região Nordeste. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 42, p. 229-246, 2011.

GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N.; LUSTOSA, J. P. G. Desertificação em áreas semiáridas do Nordeste brasileiro: o caso do Município de Jaguaribe, Ceará. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 2, p. 67-80, 2010.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. 2008. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/329/323](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/329/323)>. Acesso em: 19 out. 2019.

NASCIMENTO, F. R. Desertificação em Bacias Hidrográficas Semi-Áridas no Nordeste Brasileiro – Estado do Ceará. In: BEZERRA, A. C. A.; et al. (Org.) *Itinerários Geográficos*. Niterói, EdUFF, 2007 pp. 281-310.

Impressão e Acabamento



E-mail: [imprece@hotmail.com](mailto:imprece@hotmail.com)

Tel.: 3055.0102

Este livro, com o formato final de 14cm x 21cm, contém 303 páginas.

O miolo foi impresso em papel Off-Set 75g/m<sup>2</sup> LD 64cm x 88cm.

A capa foi impressa no papel Cartão Triplex 245g/m<sup>2</sup> LD 64cm x 88cm.

Tiragem de 500 exemplares.

Impresso no mês de janeiro de 2020.

Fortaleza-Ceará.