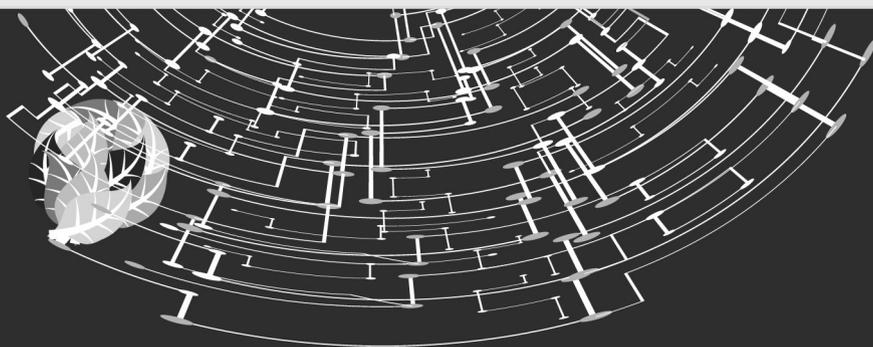


Educação, Ciência,
Tecnologia e Inovação:
Estratégias Sustentáveis





Antônio Roberto Xavier
Juan Carlos Alvarado Alcócer
Jangirglédia de Oliveira
Organizadores

Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação: Estratégias Sustentáveis



Fortaleza | Ceará
2016

Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação: Estratégias Sustentáveis
© 2016 *Copyright by* Antônio Roberto Xavier, Juan Carlos Alvarado
Alcócer e Jangirglédia de Oliveira (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 ARRAIS 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 FAPCED
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 E NORMALIZAÇÃO | *Felipe Aragão*

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
BIBLIOTECÁRIA: *Regina Célia Paiva da Silva* – CRB – 1051

E 21 Educação, ciência, tecnologia e inovação: estratégias sustentáveis. / Xavier, Antônio Roberto; Alcócer, Juan Carlos Alvarado; Oliveira, Jangirglédia de (Org.). – Fortaleza: Imprece, 2016.
222 p.: il. 14 x 21 cm.
ISBN: 978-85-8126-129-4.
Inclui fotos e tabelas.
1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Educação Ambiental. 4. Xavier, Antônio Roberto. 5. Alcócer, Juan Carlos Alvarado. 6. Oliveira, Jangirglédia de I. Título.
CDD. 363.7

Sobre os Autores

Aiala Vieira Amorim – Doutora e mestra em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Concluiu em 2011 um MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pela Universidade Paulista (UNIP). Atualmente é professora do Instituto de Desenvolvimento Rural da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fisiologia de plantas cultivadas e conservação de água e solo, atuando principalmente nos seguintes temas: revegetação de áreas degradadas, salinidade, produção, crescimento e desenvolvimento de plantas.

E-mail: <aialaamorim@unilab.edu.br>.

Aluísio Marques da Fonseca – Doutor e mestre em Química Orgânica e licenciado em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). No doutorado e no mestrado, realizou testes antioxidantes utilizando técnicas conhecidas e adaptando algumas da literatura e atuou como operador de ressonância magnética nuclear (RNM H1 e C13, uni e bidimensionais), aparelho de infra-vermelho, UV visível, cromatografia líquida de alta eficiência e análise espectroscópica para identificação e caracterização de compostos orgânicos. Lecionou em escolas particulares e públicas. Atualmente é professor adjunto IV do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (Masts) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). Possui experiência na área de Química Orgânica, com ênfase em Química de Produtos Naturais e Biocatálise, além do conhecimento na área de modelagem molecular e *softwares* educacionais de química. Trabalha com oficinas científicas para o ensino básico, módulos interativos de química e construção de *kits* moleculares no ensino de Química Orgânica. Foi coordenador e fundador do curso de Química na Universidade Federal do

Recôncavo da Bahia (UFRB). Ganhou prêmio de professor pesquisador em 2010, promovido pela Sociedade Brasileira de Progresso da Ciência (SBPC) – Regional em Cruz das Almas. Na graduação, lecionou as disciplinas de Química Geral I e II, Química Orgânica I, II e III, Oficinas Científicas para o Ensino Básico e Química de Produtos Naturais para o Ensino Básico; já na pós-graduação, foi professor da disciplina de Etnociências e Introdução à Biocatálise. Atuando nos cursos de licenciatura em Química, Pedagogia, e Física, na Pós-Graduação em Educação e Interdisciplinaridades e na Pós-Graduação em Educação do Campo e Semiárido. É líder do grupo de pesquisa intitulado Grupo Interdisciplinar em Química (GIQ). Seus trabalhos atuais são voltados para o estudo fitoquímico e prospecção de plantas do Nordeste brasileiro, espectroscopia e identificação de compostos orgânicos, estudos etnobotânicos e etnofarmacológicos da região, atividade antioxidante, cromatografia, separação de constituintes fixos e voláteis de vegetais, síntese orgânica, química verde, biocatálise, imobilização enzimática, ensino de Química e sustentabilidade. É vice-secretário da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) – Regional Ceará. E-mail: <aluisiomf@unilab.edu.br>.

Ana Caroline Rocha de Melo Leite – Pós-doutora, realizando parte de suas atividades de pós-doutorado na Universidade de São Paulo (USP), doutora em Ciências Médicas, mestra em Farmacologia e graduada em Odontologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente participa do corpo docente da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). Faz parte do Grupo de Pesquisa “Doenças Articulares”, cujo pesquisador responsável é o Professor Doutor Francisco Airton Castro da Rocha. Colabora no desenvolvimento de projetos em artrite e osteoartrite experimentais e atua como pesquisadora na área da Interdisciplinaridade no Cuidado em Saúde Bucal. Participa como membro do Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde/Vigilância em Saúde (PET Saúde – VS) do curso de Enfermagem da Unilab. Compõe a Comissão de Estudos Preliminares para Implantação do Curso de Farmácia da Unilab.

Participa como membro do Comitê Local de Acompanhamento dos Grupos do Programa de Educação Tutorial (PET) da Unilab. Orienta na Pós-Graduação a Distância da Unilab – Curso de Especialização de Gestão em Saúde.

E-mail: <acarolmelo@unilab.edu.br>.

Ana Célia Lopes Cavalcante – Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista em Atendimento Educacional Especializado (AEE) pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e em Gestão e Avaliação da Educação Pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e graduada em Ciências pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Atualmente é professora formadora da Prefeitura Municipal de Ocara, Ceará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em ensino-aprendizagem, educação inclusiva e educação ambiental. Integrante do Grupo de Pesquisa em Gestão de Políticas Sociais (GPS/Unilab/CNPq).

E-mail: <anaclcavalcante@gmail.com>.

Ana Isabel Pinheiro – Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) e licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Têm experiência na área de Química, com ênfase em Química Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: métodos para estimativa de contaminação ambiental por agrotóxicos e métodos cromatográficos para a análise de resíduos da agroindústria.

E-mail: <isabelmoreira1@hotmail.com>.

Ana Lucia Nobre da Silveira – Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista em Ensino de Biologia e Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) e em Gestão e Avaliação da Educação Pública pela

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e graduada em Ciências da Natureza, com habilitação em Biologia e Química, pela UECE. Professora da Rede Municipal de Aracoiaba, Ceará, lotada na Secretaria Municipal de Educação. Atualmente é coordenadora pedagógica na instituição Centro de Educação de Jovens e Adultos (Ceja) Donaninha Arruda, em Baturité, Ceará. Membro do Grupo de Pesquisa e Extensão Educação e Cooperação Sul-Sul (Eloss/Unilab).

E-mail: <alns_prof@yahoo.com.br>.

Ana Paula Sthel Caiado – Doutora em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano pela Universidade de São Paulo (USP), mestra em Psicologia do Desenvolvimento e graduada em Psicologia, ambas pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Atualmente é professora adjunta da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) e coordenadora institucional do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Capes). Atua em Processos Educacionais, Práticas Educativas, Psicologia da Educação e da Aprendizagem e Psicologia do Desenvolvimento.

E-mail: <apcaiado@unilab.edu.br>.

Antônio Gelson da Silva Lima – Técnico em Tecnologia da Informação pela Escola Técnica de Maracanaú (ETM) e graduando em Administração Pública pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). Atualmente é técnico de Tecnologia da Informação na Divisão de Tecnologia da Informação da referida universidade. Tem experiência com tecnologias da informação, políticas públicas, aplicação de tecnologias no serviço público e sustentabilidade no serviço público.

E-mail: <gelson@unilab.edu.br>.

Antônio Roberto Xavier – Pós-doutorando em Educação pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), doutor em Educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Políticas Públicas e Sociedade e em Planejamento em Políticas Públicas

pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), especialista em História e Sociologia pela Universidade Regional do Cariri (URCA) e graduado em História pela UECE e em Pedagogia pela Faculdade Kurios (FAK). Membro titular do Conselho Superior Universitário (Consuni). Professor adjunto da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), lotado no Instituto de Ciências Sociais Aplicadas (ICSA). Professor permanente do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (Masts) da Unilab. Atua nas seguintes Linhas de Pesquisa: 1) Políticas Públicas, Governo e Sociedade; 2) Políticas Sociais; 3) História e Memória da Educação; 4) Etnociências, Saberes Populares e Interdisciplinaridade. Desenvolve também pesquisas em Bio(auto)grafia de professores quilombolas e professores leigos, além de Gênero, Museologia, Patrimônio; Oralidade, Memória e Narrativas Biográficas. É líder do Grupo de Pesquisa Gestão de Políticas Sociais (GPS), vice-líder do Grupo de Pesquisa História, Cultura, Memória e Educação (Hicume), ambos da Unilab, vinculados ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e integrante do Núcleo de História e Memória da Educação (Nhime) da UFC, também vinculado ao CNPq.
E-mail: <historiadoroberto@hotmail.com>.

Carlos Eduardo Barbosa – Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista em Administração e Segurança de Sistemas Computacionais pelo Centro Universitário Estácio do Ceará (FIC) e graduado em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Tem experiência na área de Educação a Distância, Inteligência Artificial, Banco de Dados, Gestão da Informação em Sistemas Computacionais, Tecnologias Sustentáveis, Métodos de Contornos Ativos, Reconhecimento de Padrões, Processamento Digital de Sinais e Imagens Biomédicas e Desenvolvimento de Sistemas para Auxílio ao Diagnóstico Médico.
E-mail: <carlos@unilab.edu.br>.

Carlos Mendes Tavares – Pós-doutor e doutor em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (Ence) e estatístico pela Universidade Nova de Lisboa (UNL). Atualmente é professor adjunto A lotado no Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, para o Setor de Estudo: Métodos Quantitativos, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), e integra o corpo docente da graduação em Administração Pública e do Mestrado Acadêmico Interdisciplinar em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (Masts) da Unilab. Tem experiência na área de Estatística, com ênfase em bioestatística, estatísticas aplicadas à epidemiologia e métodos quantitativos, e vem realizando pesquisas nas áreas de Sexualidade, Saúde Reprodutiva, Violência Física/Sexual, Epidemia de HIV e Aids.

E-mail: <carlostavares@unilab.edu.br>.

Charliton José dos Santos Machado – Pós-doutor pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), doutor em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), mestre em Sociologia Rural e licenciado em Ciências Sociais pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Atualmente é professor associado IV e professor permanente dos seguintes programas de pós-graduação: Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) e Programa de Pós-Graduação em Sociologia, ambos da UFPB, atuando como orientador (mestrado e doutorado), principalmente nos seguintes temas: Educação, História, Cultura e Gênero. Publica com frequência artigos em periódicos, livros e capítulos de livros acerca das citadas temáticas. É bolsista de produtividade em pesquisa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – PQ1-D). É membro da Sociedade Brasileira de História da Educação (SBHE) e docente pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisas História da Educação da Paraíba.

E-mail: <charliltonlara@yahoo.com.br>.

Elcimar Simão Martins – Doutor e mestre em Educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC), especialista em Ensino de Literatura Brasileira pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) e em Gestão Escolar pela UFC e graduado em Letras, com habilitação nas Línguas Portuguesa e Espanhola e suas respectivas Literaturas, pela UFC e em Pedagogia pela Universidade Metodista de São Paulo (Umesp). Professor adjunto A do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza (Icen) e do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (Masts) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). Membro dos Grupos de Pesquisas sobre Formação do Educador (Gepefe/USP), Educação e Cooperação Sul-Sul (Eloss/Unilab) e Formação Docente, História e Política Educacional (GPFOHPE/UFC).

E-mail: <elcimar@unilab.edu.br>.

Francisco Edmar de Sousa Silva – Doutor, mestre e graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Trabalha principalmente nos seguintes temas: Impactos Ambientais nas Zonas Costeiras e Áreas de Mata Atlântica, Sustentabilidade Ambiental, Gestão Ambiental, Educação Ambiental e Ensino de Geografia. Experiência docente na educação básica e em cursos de graduação (em Pedagogia e Administração) e de pós-graduação (em Gestão Escolar e Psicopedagogia).

E-mail: <edmar@faculdadefmb.edu.br>.

Glautemberg de Almeida Viana – Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) e graduado em Ciências Biológicas, modalidade licenciatura plena, pela Universidade Estadual do Ceará (UECE).

E-mail: <glautemberg@ufc.br>.

Jangirglédia de Oliveira – Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista

em Gestão Pública pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) e em Gestão Escolar pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), licenciada em Ciências, com habilitação em Biologia e Química, pela UECE e bacharela em Administração pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Integrante do Grupo de Pesquisa Gestão de Políticas Sociais (GPS). Professora da educação básica da rede pública municipal e estadual.
E-mail: <jgjangir@gmail.com>.

John Hebert da Silva Felix – Doutor e mestre em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e graduado em Automação Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Atualmente é professor adjunto do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab). Tem experiência na área de Engenharia de Teleinformática e Biomédica, atuando nos seguintes temas: métodos de contornos ativos, reconhecimento de padrões, processamento digital de sinais e imagens biomédicas, desenvolvimento de sistemas para auxílio ao diagnóstico médico, desenvolvimento de produtos, tecnologias educacionais e propriedade intelectual.
E-mail: <johnfelix@unilab.edu.br>.

Joilna Alves da Silva – Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista em Gestão Pública também pela Unilab e graduada em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Desde 2012, dedica-se ao ensino na rede pública estadual, desenvolvendo suas atividades na área de Química.
E-mail: <joilnaalves2011@yahoo.com.br>.

José Jonathas Albuquerque de Almeida – Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista em Auditoria de Saúde pela Faculdade Integrada

de Patos (FIP) e bacharel em Enfermagem pela Faculdade Santa Maria (FSM). 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 e membro da coordenação Pedagógica da Residência Integrada em Saúde. Tem 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 Sistema Único de Saúde (SUS), integrando ensino a serviço da comunidade, formando redes colaborativas e fortalecendo o Sistema Saúde Escola.

E-mail: <pazpelavida@yahoo.com.br>.

José Wesley Gonçalves de Oliveira

Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) e graduado em Odontologia pela Universidade de Fortaleza (Unifor). Tem experiência na área de Odontologia, com ênfase em saúde bucal coletiva, cirurgia, periodontia e prótese dentária.

E-mail: <zewesley@hotmail.com>.

Juan Carlos Alvarado Alcócer – Doutor e mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e graduado em Física, com o grau de bacharel, pela Universidade de Costa Rica (UCR). Foi professor titular da Universidade de Fortaleza (Unifor). 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 Engenharias e Desenvolvimento Sustentável. É também professor efetivo do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (Masts).

E-mail: <jcalcocer@unilab.edu.br>.

Juliana Jales de Hollanda Celestino – Doutora e mestra em Ciências Veterinárias e graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Recebeu Menção Honrosa do Prêmio Capes de Tese, edição 2011, na área de Medicina Veterinária. Atualmente é professora efetiva da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), no Instituto de Ciências da Saúde, Curso de Enfermagem, em Acarape, Ceará, e professora permanente do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis da Unilab. É líder de um grupo de pesquisa da Unilab intitulado Biotecnologia Aplicada (Biota). É consultora de periódicos internacionais (*Animal Reproduction Science / Reproduction Fertility and Development / Journal of Ovarian Research, Chronic Diseases and Translational Medicine, Microscopy Research and Technique e Domestic Animal Endocrinology*) e nacionais (*Animal Reproduction*). Tem experiência nas áreas de Biotecnologia e Fisiologia da Reprodução, Histologia, atuando principalmente nos seguintes temas: foliculogênese (folículos ovarianos pré-antrais), criopreservação (preservação de material genético), cultivo celular *in vitro*, testando, por exemplo, produtos naturais e plantas medicinais, e biologia celular.

E-mail: <juliana.celestino@unilab.edu.br>.

Lívia Paulia Dias Ribeiro – Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), mestra em Química Analítica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e licenciada em Química pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Atualmente é professora adjunta da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab).

Atua nas áreas de Pesquisa em Instrumentação Analítica, Métodos Espectroscópicos na Região do Infravermelho Próximo e Ensino de Química.

E-mail: <liviapaulia@unilab.edu.br>.

Luma Nogueira de Andrade – Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN), especialista em Gestão e Avaliação da Educação Pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e em Educação Ciências e Ética na Humanização do Meio Ambiente pela Universidade Estadual do Ceará (UECE) e graduada em Ciências também pela UECE. Professora adjunta DE da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), atuando no mestrado e na graduação.

E-mail: <luma.andrade@unilab.edu.br>.

Maria do Socorro Moura Rufino – Pós-doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PNPD/Capes/UFC), doutora em Fitotecnia (Bioquímica, Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), incluindo estágio no exterior (Espanha) em Bioquímica da Nutrição, no Departamento de Metabolismo e Nutrição, mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente (utilização sustentável dos recursos naturais) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e graduada em Agronomia também pela UFPI. Em 2010, foi reconhecida com o Prêmio Capes de Tese/2009, na área de Ciências Agrárias. Atua desde a graduação na área de Alimentos, participando do desenvolvimento de estudos com ênfase à caracterização de frutas tradicionais e não tradicionais (nativas e exóticas) de interesse para a agroindústria, compreendendo os aspectos de qualidade e potencial de utilização para consumo *in natura* e agroindustrial, bem como avaliando as propriedades funcionais das mesmas, tais como: compostos bioativos, atividade antioxidante, fibra dietética antioxidante, perfil de ácidos graxos e análise de compostos polifenólicos. Desde 2002, dedica-se ao ensino do magistério superior,

iniciando suas atividades como professora da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), atuando nas áreas de Bioquímica, Química, Vigilância Sanitária e Toxicologia. Participa(ou) como membro e/ou coordenadora de vários projetos e redes em âmbitos nacional e internacional, com ênfase em agregação de valor a matérias-primas alimentares, financiados por CNPq, CSIC, Cyted, Embrapa Macroprograma, Finep, Funcap, Fundeci/BNB, Inco-DC e Mapa. Desde janeiro de 2012, é professora efetiva da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), lotada no Instituto de Desenvolvimento Rural/Curso de Agronomia, na área de Bioquímica e Tecnologia do Processamento de Produtos Agropecuários. Participou de 2012 a 2014 na gestão da universidade, assumindo cargos de direção, dentre eles a coordenação de pesquisa e pós-graduação, pró-reitoria de pesquisa, pós-graduação e extensão e pró-reitoria de relações institucionais. Atualmente participa como professora do quadro permanente do mestrado acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (Unilab).

E-mail: <marisrufino@unilab.edu.br>.

Maria Elanny Damasceno Silva – Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista em Gestão Financeira, Controladoria e Auditoria pela Faculdade Católica Rainha do Sertão (FCRS) e tecnóloga em Agronegócio pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Integrante do Grupo de Pesquisa em Gestão de Políticas Sociais (GPS/Unilab/CNPq). Tem experiência nas áreas de Administração, Economia e Alimentos, com ênfase em Empreendedorismo, Socioeconomia, Desenvolvimento Regional, Políticas Públicas, Desenvolvimento Rural e Seguridade Social.

E-mail: <elanny13@gmail.com>.

Panicalli Silva Andrade – Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), MBA em Geren-

ciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), especialista em Gestão do Potencial Humano nas Organizações pela Universidade de Fortaleza (Unifor), em Gestão Industrial e Psicologia da Educação pela Universidade Cândido Mendes (Ucam) e graduado em Administração pela Faculdade Católica Nossa Senhora das Vitórias (FCNSV) e em Engenharia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Coordenador do curso de graduação em Administração, coordenador da Comissão Própria de Avaliação (CPA) e da Empresa Júnior da Faculdade do Maciço do Baturité (FMB) e delegado do Conselho Regional de Administração do Ceará no Maciço de Baturité. Experiência docente em cursos de graduação de Administração e Pedagogia e na pós-graduação em Gestão de Pessoas e Planejamento Estratégico.

E-mail: <panicalli@hotmail.com>.

Priscila da Silva Freitas

Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis e especialista em Gestão em Saúde pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab) e graduada em Odontologia pela Faculdade Católica Rainha do Sertão (FCRS). Desenvolve pesquisa sobre plantas medicinais e saúde bucal na Unilab. Trabalha como cirurgiã-dentista na Secretaria Municipal de Saúde de Capistrano e em consultório particular.

E-mail: <pry.freittas@gmail.com>.

Renato Farias de Paiva – Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis e especialista em Gestão em Saúde pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista em Biologia e Química pela Faculdade Kurios (FAK) e graduado em Pedagogia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) e em Psicopedagogia Institucional pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada (Inta).

E-mail: <renatopaiva@unilab.edu.br>.

Said Gonçalves da Cruz Fonseca – Doutor em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos pela Universidade Fe-

deral do Rio Grande do Norte (UFRN), mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e graduado em Farmácia e em Farmácia Industrial pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é professor assistente da UFC. Tem experiência na área de Farmácia, com ênfase em Desenvolvimento Galênico, atuando principalmente nos seguintes temas: controle de qualidade, farmacotécnica, fitoterápicos.
E-mail: <said@ufc.edu.br>.

Theresa Christine Filgueiras Russo Aragão – Doutora e mestra em Bioquímica e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora adjunta da Universidade Estadual do Ceará (UECE), onde desenvolve temas como: envelhecimento celular, fisiologia e bioquímica de sementes, ecologia regional, estatística e química de proteínas.
E-mail: <russoaragao@gmail.com>.

Victor Emanuel Pessoa Martins – Doutor em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia (Renorbio) e graduado em Ciências Biológicas, modalidades licenciatura plena e bacharelado, pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professor adjunto da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab).
E-mail: <victormartins@unilab.edu.br>.

Virginia Neta Lima Pereira – Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis e especialista em Gestão em Saúde pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), especialista em Docência do Ensino Superior pela Faculdade Kurios (FAK), em Metodologia do Ensino Fundamental e Médio pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) e em Educação para as Relações Étnico-Raciais pela Unilab e licenciada em Pedagogia, com habilitação em Matemática, também pela UVA. Atualmente é professora da rede de ensino do município de Acarape, Ceará.
E-mail: <virginia.neta.lima@gmail.com>.

Sumário

Apresentação — 21

José Rogério Santana

Implementação de espaços educacionais sustentáveis: proposta para uma escola pública em Ocara-CE — 29

Ana Célia Lopes Cavalcante | Antônio Roberto Xavier

Juan Carlos Alvarado Alcócer

Educação e sustentabilidade nos cárceres: reflexão com privados de liberdade no Maciço de Baturité-CE — 45

Ana Lucia Nobre da Silveira | Elcimar Simão Martins

Charliton José dos Santos Machado

Protótipos didático-pedagógicos e o ensino de genética: proposta metodológica para a Educação de Jovens e Adultos (EJA) — 62

Glautemberg de Almeida Viana | Victor Emanuel Pessoa Martins

Theresa Christine Figueiras Russo Aragão

Educação ambiental, ciência e sustentabilidade: abordagem conceitual no ensino fundamental — 73

Virginia Neta Lima Pereira | Lívia Paulia Dias Ribeiro

Ana Paula Sthel Caiado

Aplicação de colágeno no tratamento de lesões cutâneas: abordagem teórico-metodológica — 86

José Jonathas Albuquerque de Almeida | Aluísio Marques da Fonseca

O uso de tecnologias semiautomáticas no atendimento de suporte técnico: a busca pela sustentabilidade no serviço público — 102

Carlos Eduardo Barbosa | Antônio Gelson da Silva Lima

John Hebert da Silva Felix

Produção e utilização da palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido cearense: uma alternativa sustentável? — 119

Maria Elanny Damasceno Silva | Antônio Roberto Xavier
Carlos Mendes Tavares

A utilização do quociente de impacto ambiental: ferramenta para avaliação de impactos ambientais associados ao uso de agrotóxicos — 133

Ana Isabel Pinheiro | Aiala Vieira Amorim | Renato Farias de Paiva

Produção de biogás a partir de biodigestores: estratégia sustentável para a Macrorregião do Maciço de Baturité-CE — 146

Jangirglédia de Oliveira | Juan Carlos Alvarado Alcócer
Antônio Roberto Xavier

Compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas — 163

Joilna Alves da Silva | Maria do Socorro Moura Rufino

Desenvolvimento sustentável: o caso da Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité-CE — 179

Panicalli Silva Andrade | Luma Nogueira de Andrade
Francisco Edmar de Sousa Silva

Plantas medicinais e saúde bucal: perspectiva de tratamento da gengivite por meio da aroeira-do-sertão e do alecrim-pimenta — 194

Priscila da Silva Freitas | Said Gonçalves da Cruz Fonseca
Ana Caroline Rocha de Melo Leite

O efeito de um gel dental de alfavaca-cravo contra a gengivite e o biofilme dental: delineamento teórico-metodológico — 211

José Wesley Gonçalves de Oliveira | Juliana Jales de Hollanda Celestino
Ana Caroline Rocha de Melo Leite

Apresentação

Caro leitor, o livro *Educação, ciência, tecnologia e inovação: estratégias sustentáveis*, organizado pelos professores: Antônio Roberto Xavier (Unilab-CE), Juan Carlos Alvarado Alcócer (Unilab-CE) e Jangirglédia de Oliveira (SME/Seduc-CE), foi produzido a partir de articulação interinstitucional de diferentes universidades e grupos de pesquisa, sendo a maioria dos artigos resultados de pesquisas financiadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap/Unilab-CE).

O livro busca atender à perspectiva interdisciplinar entre Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis, abordando temáticas diversas relacionadas à realidade do século XXI. 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.

Na realidade do Brasil do século XXI, a crise de energia elétrica se associa à crise ambiental hídrica, que também se relaciona à crise econômica devido às decisões tomadas ao longo do século XX pelo Governo do Bra-

sil em termos de escolha pela matriz energética hídrica, principalmente entre os anos 1950 e 1980. Entretanto, em outros países, com características geográficas distintas, existem associações entre a produção de etanol do milho e a crise alimentar, como está ocorrendo no México da atualidade.

Além das questões acima expostas, podem-se levar em conta o acesso e o uso de informação e as tecnologias midiáticas diversas. Em uma época em que as pessoas são bombardeadas por informações distintas através das redes sociais digitais pela internet, em que a velocidade das informações (e das contrainformações) circulam em minutos (ou até segundos) em redes sociais, em muitos casos levando à “sociedade mundial” do século XXI à manifestação de ideias e opiniões que podem viabilizar novas conjunturas socioculturais.

Nesses novos contextos, torna-se uma necessidade discutir sobre os limites e possibilidades pertinentes a “estratégias sustentáveis” através de um *novo olhar* relacionado a experiências do passado e do presente, para uma nova relação que possa favorecer o futuro da humanidade, pois as “crises diversas”, mesmo que sejam similares, variam de região para região no planeta Terra. Nesse sentido, este livro resulta do trabalho de pesquisadores de diversas áreas, de modo interdisciplinar e/ou transdisciplinar, que abordam as questões que envolvem aspectos práticos e reflexivos sobre sustentabilidade em suas práticas inovadoras. Sendo assim, os textos adiante envolvem a apresentação de soluções e reflexões para alguns dos desafios diversos do século XXI.

Tendo em vista a organização textual, pode-se considerar neste livro que há uma orientação temática na apresentação dessas experiências em termos de áreas

de investigação, pois, ao observar os quatro primeiros textos: “Implementação de espaços educacionais sustentáveis: proposta para uma escola pública em Ocara-CE” (autores: Ana Célia Lopes Cavalcante, Antônio Roberto Xavier e Juan Carlos Alvarado Alcócer), “Educação e sustentabilidade nos cárceres: reflexão com privados de liberdade no Maciço de Baturité-CE” (autores: Ana Lucia Nobre da Silveira, Elcimar Simão Martins e Charliton José dos Santos Machado), “Protótipos didático-pedagógicos e o ensino de genética: proposta metodológica para a Educação de Jovens e Adultos (EJA)” (autores: Glautemberg de Almeida Viana, Victor Emanuel Pessoa Martins e Theresa Christine Filgueiras Russo Aragão), “Educação Ambiental, ciência e sustentabilidade: abordagem conceitual no ensino fundamental” (autoras: Virginia Neta Lima Pereira, Livia Paulia Dias Ribeiro e Ana Paula Sthel Caiado), é possível ver os diversos “fenômenos educativos” associados às práticas culturais de sustentabilidade associadas à preservação do meio ambiente e o uso inteligente de tecnologias sustentáveis em perspectivas científicas interdisciplinares e multidisciplinares.

Tendo em mente os grupos socioculturais diversos, como o público que envolve a comunidade de uma “escola pública em Ocara-CE”, em contraposição aos “encarcerados de Baturité-CE”, percebem-se ideias novas na perspectiva da preservação ambiental, bem como da consciência coletiva visando a novas práticas de sustentabilidade.

Ou seja, mesmo com atores tão diferentes, é possível perceber a necessidade de uma didática unificadora e coletiva quando o assunto é sustentabilidade no cotidiano do século XXI. Na atual conjuntura, é necessário

destacar a relevância da discussão sobre sustentabilidade para pessoas que estão no cárcere, como no artigo que contempla o pessoal do Maciço de Baturité-CE envolvendo a Educação de Jovens e Adultos (EJA), em que se discute a reutilização de materiais no cotidiano do encarcerado. Nesse artigo, discute-se o papel de uma educação formativa contra aspectos da ociosidade prisional, que é um dos elementos que tornam o sistema prisional um espaço em que as práticas culturais violentas se impõem sobre a vida dos encarcerados através do ócio. O artigo, por meio da ideia de usar elementos de sustentabilidade como meio para substituição das práticas culturais violentas por uma cultura de paz, cativa nossa atenção em uma leitura objetiva e simples, porém não simplória, que apresenta novas possibilidades para o sistema prisional do Maciço do Baturité-CE.

Um outro agrupamento de textos que se pode observar neste livro consiste naqueles em que há uma discussão tecnológica com respeito à sustentabilidade e às questões que envolvem a saúde humana e as biotecnologias. Nesse contexto, levou-se em consideração os seguintes artigos: “Aplicação de colágeno no tratamento de lesões cutâneas: abordagem teórico-metodológica” (autores: José Jonathas Albuquerque de Almeida e Aluisio Marques da Fonseca), “O uso de tecnologias semiautomáticas no atendimento de suporte técnico: a busca pela sustentabilidade no serviço público” (autores: Carlos Eduardo Barbosa, Antônio Gelson da Silva Lima e John Hebert da Silva Felix), “Produção e utilização da palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido cearense: uma alternativa sustentável?” (autores: Maria Elanny Damasceno Silva, Antônio Roberto Xavier e Carlos Mendes Tavares), “A utilização do quo-

ciente de impacto ambiental: ferramenta para avaliação de impactos ambientais associados ao uso de agrotóxicos” (autores: Ana Isabel Pinheiro, Aiala Vieira Amorim e Renato Farias de Paiva), “Produção de biogás a partir de biodigestores: estratégia sustentável para a Macrorregião do Maciço de Baturité-CE” (autores: Jangirglédia de Oliveira, Juan Carlos Alvarado Alcócer e Antônio Roberto Xavier), “Compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas” (autoras: Joilna Alves da Silva e Maria do Socorro Moura Rufino), “Desenvolvimento sustentável: o caso da Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité-CE” (autores: Panicalli Silva Andrade, Luma Nogueira de Andrade e Francisco Edmar de Sousa Silva), “Plantas medicinais e saúde bucal: perspectiva de tratamento da gengivite por meio da aroeira-do-sertão e do alecrim-pimenta” (autores: Priscila da Silva Freitas, Said Gonçalves da Cruz Fonseca e Ana Caroline Rocha de Melo Leite), “O efeito de um gel dental de alfavaca-cravo contra a gengivite e o biofilme dental: delineamento teórico-metodológico” (autores: José Wesley Gonçalves de Oliveira, Juliana Jales de Hollanda Celestino e Ana Caroline Rocha de Melo Leite).

Os textos mencionados nesse bloco envolvem ações de saúde e/ou biotecnologias aplicadas a outras questões ambientais. Dentre tais textos, vale ressaltar as discussões sobre a produção de biogás a partir de biodigestores na Macrorregião do Maciço do Baturité-CE, em que as questões sobre sustentabilidade e produção energética se destacam por se tratar da apresentação dos conceitos e ideias básicas sobre os biodigestores. O artigo apresenta de modo reflexivo as questões que estão em jogo nessa nova arena. No entanto, busca refletir tal questão levando em conta a realidade regional.

Outros dois textos que chamam a atenção estão associados à saúde bucal. Um deles aborda a questão da utilização de plantas medicinais para tratamento de gengivite usando aroeira-do-sertão e alecrim-pimenta. O outro texto discute a saúde bucal em uma perspectiva de sustentabilidade, abordando os efeitos do tratamento através de gel dental produzido a partir da alfavaca-cravo, que serve para combate da gengivite e do biofilme dental, doenças que afetam boa parte da população brasileira. Nesses dois artigos, pode-se observar o uso de plantas da região, realçando o potencial das plantas medicinais regionais vinculado ao combate das doenças odontológicas com base em ações e práticas culturais sustentáveis.

Tendo em mente a coletânea organizada pelos professores Antônio Roberto Xavier, Juan Carlos Alvarado Alcócer e Jangirglédia de Oliveira, todos representantes do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab-CE), vale ressaltar que os textos desta coletânea envolvem diversos professores da Unilab-CE, havendo também professores pesquisadores da Universidade Federal do Ceará (UFC), da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) envolvidos neste trabalho, cujo objetivo consiste no fortalecimento de estratégias que pensem e atuem na perspectiva de “Estratégias para o desenvolvimento sustentável no século XXI”.

É com este espírito de inovação que 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 e transdisciplinar.

Desejo uma boa leitura a todos.

Prof. Dr. José Rogério Santana
Coordenador no Grupo de Pesquisa do CNPq
Laboratório de Pesquisas Digitais e Imagéticas (Lapedi)
da UFC

Implementação de espaços educacionais sustentáveis: proposta para uma escola pública em Ocara-CE

Ana Célia Lopes Cavalcante
Antônio Roberto Xavier
Juan Carlos Alvarado Alcócer

Introdução

A proposta para Escola Sustentável traz como eixos articuladores o currículo, a gestão e o espaço físico, porém foi verificado que, sem a presença de pessoas engajadas e disponíveis, esses eixos não se articularão. O processo formativo foi identificado como essencial para o fortalecimento da política, entretanto ele precisa estar presente em todos os estados do Brasil. A proposta de política para Escolas Sustentáveis pode se efetivar se, seguindo os apontamentos da pesquisa, for sistêmica e fortalecida pelos processos formativos, legislação, conferências, comissões, pessoas engajadas e disponíveis, sendo, com isso, provocadora de mudanças locais e, conseqüentemente, globais. Nessa perspectiva, a implementação de Espaços Educacionais Sustentáveis pode promover a educação ambiental para a sustentabilidade, com formação integral dos discentes e capacitação docente adequadas.

Como objetivo principal, pode-se dizer que a organização dos espaços físicos no ambiente escolar busca implementar Espaços Educacionais Sustentáveis, mostrar aos discentes, docentes, gestores, comunidade escolar e sociedade em geral a necessidade de reconstruir os programas educacionais para uma sustentabilidade com sugestões de vivências e novas metodologias, enfatizando a Educação Ambiental e Sustentabilidade em sintonia com a comunidade escolar, com avaliação contínua das mudanças de gestão e curriculares.

Para tanto, os processos metodológicos estão pautados em uma pesquisa-ação em uma escola pública do município de Ocara, situado na Macrorregião do Maciço de Baturité, estado do Ceará. A abordagem é a qualitativa, a partir do método teórico indutivo e experimental prático. As técnicas a serem empregadas serão: observação direta, análise empírica de conteúdo, grupos focais e entrevistas com discentes, docentes, gestores, funcionários e comunidade em geral. A pesquisa-ação é uma investigação que requer a pesquisa em si como parte científica sobre o objeto investigado e a ação como parte prática (TRIPP, 2005).

Assim, a pesquisa-ação integra a teoria e prática através de ações pertinentes concretas. No caso da pesquisa-ação na área da educação ambiental com a proposta de implementação de Espaços Educacionais Sustentáveis como esta, em primeiro lugar o espaço escolar necessita ser visitado e diagnosticado sobre suas práticas docentes no âmbito da educação ambiental, se estão sendo efetivadas, se as condições materiais do espaço escolar são adequadas ou se precisam de modificações visando atender às demandas pertinentes.

Nesse caso, a pesquisa-ação, após analisar detalhadamente o objeto, fazendo o devido diagnóstico, ouvir os

sujeitos envolvidos e compreender as circunstâncias reais nas quais o objeto está inserido, realiza intervenções “[...] na situação, com vistas a modificá-la [...], ao mesmo tempo que realiza um diagnóstico [...], a pesquisa-ação propõe ao conjunto de sujeitos envolvidos mudanças que levem ao aprimoramento das práticas analisadas” (SEVERINO, 2007, p. 120).

A pesquisa-ação proposta neste projeto é intencional e visa modificar e/ou adequar o ambiente físico e também as práticas docentes-discentes e comunitárias na Escola Vereador José Pires de Freitas, no município de Ocara-CE. Na referida escola, como já anteriormente mencionado, algumas práticas voltadas à educação ambiental estão sendo desenvolvidas, porém acreditamos que poderemos aprimorá-las a partir de ações metodológicas ampliadas e sistematizadas.

Desse modo, seguiremos o esquema da pesquisa-ação emancipadora proposto por Tripp (2005), com a finalidade de melhorar as práticas educativas ambientais visando à sustentabilidade através de ações concretas em Espaços Educacionais Sustentáveis. Para tanto, essas ações requerem: *planejar* (uma melhora da prática), *agir* (para implantar a melhora planejada), *monitorar* e *descrever* (os efeitos da ação) (TRIPP, 2005).

Com efeito, cabe esclarecer que a pesquisa-ação proposta nesta escrita, além de emancipadora, caracteriza-se por ser: inovadora, contínua, proativa, estratégica, participativa, intervencionista, problematizada, deliberada, documentada, compreendida e disseminada. Quanto aos aspectos científicos, esta pesquisa aspira à originalidade, metodologia de execução própria a ser cumprida; é colaborativa; comporta teorização peculiar, sendo revisada, explicada e publicada (TRIPP, 2005).

Prendemos, com esta proposta, fazer a diferença no cotidiano da escola em alusão e também da comunidade em geral, pautando ações pontuais e mais do que pontuais através do aprendizado com fundamentos sólidos no respeito à vida, no cuidado diário com o planeta e com toda a comunidade. Por isso, acreditamos que a escola precisa: implementar os Espaços Educacionais Sustentáveis que proporcionem aos alunos vivências que impregnam mais do que discursos, a exemplo do conhecimento das necessidades de plantas e animais, dos seus habitats; aprender como conduzir, reutilizar e reciclar os materiais utilizados; compreender como manter os ecossistemas ligados às florestas e águas (em especial o semiárido); discutir sobre a biodiversidade, a conservação ambiental e as alternativas energéticas diante do aquecimento global, enfim, fazer dos espaços educativos da escola ambientes de reflexão, com base em: coerência, informação, cultura, realismo, democracia, compromisso ambiental, criatividade, transversalidade e metas.

O paradoxo do desenvolvimento e da educação ambiental

O progresso em geral e o desenvolvimento tecnológico em particular continuam em ascensão. Os seres humanos continuam desbravando, descobrindo, modificando e adequando as estruturas naturais em prol da ciência e da tecnologia, em prol de benefícios e do acúmulo de riquezas desenfreadamente. A escalada industrial é real e irreversível. As nações ricas e poderosas, inclusive, embarcam contêineres carregados de resíduos com destino a outros países considerados de economia periférica, como os da América Latina, por exemplo, transformando esses países em locais de risco, se não agora, em um

futuro bem próximo. Mas o progresso parece paradoxal em si mesmo. Se, por um lado, a tríade economia-tecnologia-telecomunicação desenvolve cada vez mais técnicas sofisticadas e a reprodução toma ímpeto exacerbado; por outro, traz também a ameaça global da espécie biótica na Terra. Fato é que se o industrialismo trouxe consigo a modernização tecnológica e a produção cada vez maior e mais requintada, também trouxe a poluição da biosfera e da atmosfera de maneira comprometedora.

As consequências do industrialismo sem controle e sem ajustes ao natural têm sido sentidas nas mais variadas formas. As fontes residuais industriais têm contribuído para uma poluição perigosa pelo solo, água e ar. Esses três vetores precisam ser conservados, pois são indispensáveis para a perpetuação da vida na Terra. A poluição ambiental vem sendo sentida através de variados fenômenos visíveis e invisíveis. A poluição dos mananciais aquáticos, a destruição sem controle da fauna e da flora e a dispersão de gases poluentes, como o monóxido de carbono, o dióxido de enxofre e o dióxido de nitrogênio, têm causado malefícios intensos aos seres vivos em todo o planeta. Os resultados dessa poluição têm sido as chuvas ácidas, a inversão atmosférica, o aumento do efeito estufa, a destruição da camada de ozônio, a eutroficação, as marés vermelhas, dentre outros.

Essa é uma realidade inquestionável. O aumento dos resíduos continua numa escalada ascendente, ao mesmo tempo que o desenvolvimento e o aperfeiçoamento tecnológico industrial é reivindicado para uma produção cada vez maior e mais veloz por reivindicação do capitalismo, do aumento da densidade demográfica, da urbanização e da globalização, comprometendo a sustentabilidade da vida na Terra agora e, sobretudo, futuramente.

A prática de jogar resíduos em locais inapropriados no Brasil vem de longe. É preferível os lixões aos aterros sanitários; jogar lixo a céu aberto do que a compostagem, a reciclagem ou outra medida segura. O motivo dessa preferência, por exemplo, é o fato de a reciclagem ser 15 vezes mais cara do que jogar o lixo em aterros. Desse modo, além da poluição ao meio ambiente, o Brasil sofre um enorme prejuízo social e econômico pela falta de reaproveitamento do lixo reciclável. Essa prática, além de inviabilizar a perspectiva da sustentabilidade, viola frontalmente a previsão estatuída em arcabouço jurídico tanto nacional como internacional.

No Brasil, em âmbito constitucional, subsiste a matriz jurídica segundo a qual o crescimento econômico e o bem-estar social devem estar atrelados à manutenção de padrões ecológicos minimamente aceitáveis, denominados constitucionalmente de meio ambiente em equilíbrio ecológico. Nossa Carta Federal é um exemplo bem-acabado do estabelecimento de diretrizes éticas, jurídicas, políticas e econômicas que, de forma articulada e sistemática ao longo de seu texto, apontam vivamente para a construção de uma sociedade voltada para a erradicação das mazelas sociais e a preservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado (artigos 3.º, III, 170, VI, e 225 da CF/88). Em verdade, a sustentabilidade também se tornou um paradigma jurídico de caráter globalizante, eis que está presente em vários sistemas jurídicos (de que são exemplos a Espanha, Portugal e a Argentina), dentro ou fora do catálogo constitucional de distintas nações. Está assentada, também, em pactos internacionais (como a Convenção da

Biodiversidade-CDB e a Convenção-Quadro sobre as Mudanças Climáticas). (SANTANA, 2012, p. 140).

É racional reconhecer que as leis, normas, regulamentos e diretrizes existem e até ajudam a diminuir os impactos ambientais em certas áreas, mas o braço do capital financeiro é longo demais e, muitas vezes, torna-se inalcançável para ser punido, sobretudo quando se trata de responsabilizar trustes empresariais em nome de pessoas físicas e/ou jurídicas, no caso de investidores de grande porte na industrialização. O fato é que essas normas, diretrizes, regulamentos e leis, até o momento, parecem não ter surtido os efeitos necessários e satisfatórios. Mais uma vez, a prática contumaz no Brasil de tentar resolver questões que atingem à sociedade e seu bem-estar através de criação de leis e normas (HOLLANDA, 1995; XAVIER; NOGUEIRA, 2016) demonstra não ser a melhor solução. No caso dos problemas ambientais:

[...] suas origens e formas de intervenção em sua solução e prevenção se encontram articuladas com conteúdos e práticas escolares cotidianas; no reconhecimento desses problemas, haja participação dos alunos, a partir de seus pontos de vista e valorações; nas decisões das medidas a adotar para participar, os alunos assim como os pais tenham oportunidades de expressar suas próprias prioridades e elas sejam levadas em conta; na avaliação dos avanços e os alcances das ações se outorgue valor aos de um processo de grandes esforços realizados, mas no sentido de entendê-los como parte de um processo de grande visão do que em função de conseguir metas de curto prazo. (ALBA; GAUDIANO, 1997, p. 25-26).

É oportuno lembrar que a expressão “educação ambiental” soa e ressoa pelo mundo com o advento da Carta de Belgrado, de 1975, produzida como documento de referência para a educação ambiental. Após citar a Recomendação 96 da Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano, de 1972, a Carta de Belgrado (1975, p. 2) sugere que:

A reforma dos processos e sistemas educativos é essencial para a elaboração desta nova ética do desenvolvimento e da ordem econômica mundial. Os governos e formuladores de políticas podem ordenar mudanças e novos enfoques para o desenvolvimento, podem começar a melhorar as condições de convívio no mundo, mas tudo isso não deixa de ser solução de curto prazo, a menos que a juventude mundial receba um novo tipo de educação. Isso vai requerer a instauração de novas e produtivas relações entre estudantes e professores, entre escolas e comunidades, e ainda entre o sistema educativo e a sociedade em geral.

Nessa carta foram propostos os fundamentos didático-pedagógicos e também metodológicos para o desenvolvimento da educação ambiental como uma necessidade urgente e global baseada na conscientização e participação dos docentes-discentes (REIGOTA, 1994).

A educação ambiental deve se constituir em uma ação educativa permanente por intermédio da qual a comunidade tem a tomada de consciência de sua realidade global, do tipo de relações que os homens estabelecem entre si e com a natureza, dos problemas derivados e de ditas relações e suas causas profundas. Este processo deve ser desenvolvido

por meio de práticas que possibilitem comportamentos direcionados à transformação superadora da realidade atual, nas searas sociais e naturais, através do desenvolvimento do educando das habilidades e atitudes necessárias para dita transformação. (SILVA JÚNIOR, 2008, p. 104).

No caso nacional, o Ministério da Educação (MEC) estabeleceu, através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a temática do Meio Ambiente como Tema Transversal. Com o advento da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, e sua regulamentação no MEC (2001), a educação ambiental conquistou seu espaço definitivo e de forma reflexiva, visando à sustentabilidade. A partir desses dispositivos legais, passou-se a perceber que:

Educar para a sustentabilidade é educar para viver no cosmos – educação planetária, cósmica e cosmológica –, ampliando nossa compreensão da Terra e do universo. É educar para ter uma perspectiva cósmica. Só assim poderemos entender mais amplamente os problemas da desertificação, do desflorestamento, do aquecimento da Terra e dos problemas que atingem humanos e não-humanos. (GADOTTI, 2008, p. 77).

Nesse sentido, a educação ambiental tem como propósito formar agentes ativos para ensino, divulgação e demonstração de sua necessidade para se alcançar a tão almejada sustentabilidade como:

[...] princípio constitucional que determina, com eficácia direta e imediata, a responsabilidade do Estado e da sociedade pela concretização solidária do desenvolvimento material

e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, no intuito de assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e no futuro, o direito ao bem-estar. (FREITAS, 2012, p. 41).

É racional ressaltar que o princípio multidimensional de sustentabilidade, após um considerado período de inúmeros debates e embates, é estabelecido como condição *sine qua non* para o desenvolvimento social, ambiental, econômico, jurídico-político e ético, como forma de garantir as condições necessárias e favoráveis para o bem-estar das gerações presentes e futuras.

Espaços Educacionais Sustentáveis: laboratórios de múltiplas aprendizagens

Os Espaços Educacionais Sustentáveis podem significar alternativas viáveis e solucionáveis cultural, social e economicamente para o ensino-aprendizagem, visando à defesa da sustentabilidade (TRAJBER; SATO, 2010).

Contudo, o reconhecimento necessário para a defesa e proteção do ambiente natural necessita de nova racionalidade, como cultura, valor e princípio, com vistas à sustentabilidade.

O princípio de sustentabilidade surge como uma resposta à fratura da razão modernizadora e como uma condição para construir uma nova racionalidade produtiva, fundada no potencial ecológico e em novos sentidos de civilização a partir da diversidade cultural do gênero humano. Trata-se da reapropriação da natureza e da invenção do mundo; não só de um mundo no qual caibam muitos mundos,

mas de um mundo conformado por uma diversidade de mundos, abrindo o cerco da ordem econômico-ecológica globalizada. (LEFF, 2001, p. 31).

A educação ambiental orientada e reorientada com vistas à sustentabilidade não se restringe ou se limita a uma única forma de ensinar e aprender em ambientes isolados de propagação do conhecimento. A educação ambiental deve transcender os muros das instituições e se tornar uma prática e perspectiva difundidas por toda a comunidade escolar e a sociedade em geral, de forma inter e transdisciplinar, a partir do local para o global, com novas formas metodológicas de abordagens e em diferentes espaços, como teatros, *shows*, eventos, enfim, nos mais diversos locais que reúnam pessoas.

A educação para o desenvolvimento sustentável exige assim novas orientações e conteúdos; novas práticas pedagógicas onde plasmem as relações de produção de conhecimento e os processos de circulação, transmissão e disseminação do saber ambiental. Isto coloca a necessidade de incorporar os valores ambientais e novos paradigmas do conhecimento na formação dos novos atores da educação ambiental e do desenvolvimento sustentável. (LEFF, 2001, p. 246).

Pelo visto, cabe desenvolver em cada pessoa da sociedade práticas e atitudes visando à sustentabilidade local para alcançar a geral através da educação ambiental. Nesse sentido, apresentam-se como alternativas possíveis e plausíveis a implementação de espaços educacionais sustentáveis desde os primeiros anos escolares, nos quais a educação ambiental passe a ser um cultivo, uma

cultura na e pela qual se ensine e se aprenda que o presente e o futuro de outras gerações dependem de ações e estratégias sustentáveis a serem praticadas conscientemente por cada habitante da Terra.

Nesse sentido, sugere-se a implantação e implementação de Espaços Educacionais Sustentáveis, como o Programa Permanente de Educação Ambiental e Sustentabilidade no município de Ocara, situado na Macrorregião do Maciço de Baturité, estado do Ceará, como forma de enfrentamento dos dilemas e paradoxos causados pelo homem ao ambiente natural, pois:

Enfrenta-se cotidianamente problemas ambientais de origem antrópica buscando minimizar impactos, soluções alternativas, mudanças de paradigmas. Cada indivíduo, enquanto parte de uma sociedade, tem a responsabilidade de promover atitudes e ações voltadas para a sustentabilidade. Esta emergência faz surgir novas propostas no campo educacional, voltadas à qualidade de vida socioambiental. Espaços Educadores Sustentáveis (EES) são ferramentas fundamentais para escolas incubadoras de mudanças. Considera-se que a transição para a sustentabilidade nas escolas acontece a partir de três dimensões inter-relacionadas, sendo o espaço físico, gestão e currículo. (SILVA, 2014, p. 7).

Essas perspectivas serão realidades na medida em que a educação ambiental, através dos Espaços Educacionais Sustentáveis, for capaz de conscientizar crianças, jovens e adultos no sentido da proteção e preservação do meio ambiente, na proporção em que a educação ambiental estiver posta como uma prática cultural em cada habitante, quando a sociedade, em geral, e o poder público,

em específico, cumprirem com suas responsabilidades, competências e atribuições. Acreditamos ser nos Espaços Educacionais Sustentáveis que a cultura do respeito e preservação da vida agora e no futuro se consolida como uma prática e uma realidade necessárias impostergáveis.

Como referência/modelo, temos a primeira escola sustentável da América Latina, com 270 metros quadrados, a qual foi construída com 60% de material reciclado, boa parte doado pelos vizinhos, que também cooperaram na execução do projeto. A instituição está situada na região do Balneário de Jaureguiberry, em Canelones, Uruguai, e foi inaugurada no mês de abril do ano de 2016, atendendo, inicialmente, a 45 crianças.

Figura 1 – Primeira escola sustentável da América Latina, no Uruguai



Fonte: Governo uruguaio (2016).

A construção da referida escola também se deu de forma sustentável, pois o projeto foi concretizado através

do esforço de 200 pessoas, oriundas de mais de 30 países, utilizando 2.000 pneus, 5.000 garrafas de vidro, 2.000 metros de papelão e 8.000 latas de alumínio. A escola capta energia por meio de placas de energia solar e moinhos de vento e possibilita gerar energia solar, calefação, água corrente e alimentos orgânicos (THAÍS, 2016).

Conclusão

A capacidade de inovar na educação é essencial e necessária e os Espaços Educacionais Sustentáveis abrem espaços para um novo currículo, fundamentado na ideia de cidadania e de sustentabilidade, abrindo possibilidades do uso de novas metodologias de ensino-aprendizagem.

Vale destacar que somente através da educação ambiental será possível compreender a inter-relação entre a diversidade biológica e a diversidade de sistemas socioculturais; por sua vez, a escola representa o espaço referencial para que os alunos vivenciem atividades pautadas em múltiplas aprendizagens, inter e transdisciplinarmente, em diversos espaços implementados no ambiente escolar de maneira intencional, aliando ensino-aprendizagem e sustentabilidade.

Referências

ALBA, A.; GAUDIANO, E. G. *Evaluación de programas de educación ambiental*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

CARTA de Belgrado: uma estrutura global para a educação ambiental. República Federativa do Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/sdi/ea/deds/pdfs/crt_belgrado.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2016.

FREITAS, J. *Sustentabilidade: direito ao futuro*. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2012.

GADOTTI, M. Educar para a sustentabilidade. *Inclusão Social*, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 75-78, 2008.

HOLANDA, S. B. *Raízes do Brasil*. 26. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Petrópolis: Vozes, 2001.

OLIVEIRA, L. D. A ideologia do desenvolvimento sustentável: notas para reflexão. *Revista Tamoios*, São Gonçalo, v. 2, n. 2, p. 2, 2005.

PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – PNMC. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=publicacao.publicacoesorsecretaria&i-destrutura=137>>. Acesso em: 3 jun. 2016.

REIGOTA, M. *O que é educação ambiental*. São Paulo: Brasiliense, 1994.

SANTANA, R. Direito à sociobiodiversidade: o desenvolvimento sustentável e a diversidade sociocultural. *Amazônia em Foco*, Castanhal, v. 1, p. 140-153, 2012.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, L. F. G. *Implantação de espaços educadores sustentáveis: estudo de caso em escola pública do município de Poços de Caldas, MG*. 2014. 216 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia Ambiental) – Programa

de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2014.

SILVA JÚNIOR, I. S. A educação ambiental como meio para a concretização do desenvolvimento sustentável. *Revista de Direito Ambiental*, São Paulo, v. 13, n. 50, p. 102-113, 2008.

THAÍÍS, B. A. S. Uruguai constrói a primeira escola sustentável da América Latina. *Blastingnews*, 14 maio 2016. Disponível em: <<http://br.blastingnews.com/ambiente/2016/05/uruguai-constroio-a-primeira-escola-sustentavel-da-america-latina-00920183.html>> Acesso em: 8 jun. 2016.

TRAJBER, R.; SATO, M. Escolas sustentáveis: incubadoras de transformações nas comunidades. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande, v. esp., p. 70-78, 2010.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

XAVIER, A. R.; NOGUEIRA, J. A. S. Meio ambiente, industrialismo e a legislação. *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, v. 19, n. 148, 2016.

Educação e sustentabilidade nos cárceres: reflexão com privados de liberdade no Maciço de Baturité-CE

Ana Lucia Nobre da Silveira
Elcimar Simão Martins
Charliton José dos Santos Machado

Introdução

A educação é considerada socialmente como o bem mais precioso que se pode deixar para cada ser humano. A aprendizagem está presente em todas as fases cronológicas de nossas vidas, revelando-se em diferentes momentos: de modo informal, através da convivência familiar, da troca de experiências e, naturalmente, da própria vivência como seres sociais, contribuindo e transformando o meio em que vivemos; ou ainda de modo formal, através de processos formativos empregados por instituições escolares, contemplando o contexto sociocultural.

O presente texto buscou refletir sobre a Educação de Jovens e Adultos (EJA) e a sustentabilidade nos cárceres, tendo como objetivo compreender se ações de reutilização de materiais recicláveis por Pessoas Privadas de Liberdade (PPL) podem contribuir na ressocialização dos apenados.

Desse modo, a educação é percebida como instrumento de formação cidadã, capaz de transformar o homem como ser social e, indiretamente, o desenvolvimento

do meio em que vive. O processo de ensino e aprendizagem torna-se uma ferramenta essencial, a qual contribui diretamente para a realização de ações que envolvem os educandos no contexto de sustentabilidade, despertando o senso crítico e a necessidade da prática do consumo consciente.

Somos conhecedores do consumo exorbitante que muitas vezes acontece desnecessariamente, portanto não importam as nossas origens e a classe social a que pertencemos, temos a certeza de que deixaremos uma herança para o nosso planeta e, conseqüentemente, para as gerações futuras. Partindo da compreensão da educação como uma prática social e trazendo para a realidade das PPL, essas também contribuem para o acúmulo de lixo no meio em que vivem.

Nessa perspectiva, a educação e a sustentabilidade, mediante uma proposta voltada para o uso de materiais reutilizáveis pelas PPL, mostram-se como uma possibilidade plausível para que ocorra uma transformação nas atitudes e inserção de novos hábitos, que visem à preservação dos recursos naturais, mantendo o equilíbrio ecológico em nosso planeta, tendo como ponto de partida a mudança do ambiente em que vivemos, ou seja, a importância da implantação de práticas sustentáveis para diminuição da poluição, incentivo à reciclagem e eliminação do desperdício.

A partir de uma investigação qualitativa, com entrevistas a sujeitos privados de liberdade, foi possível compreender a importância de práticas artesanais e educativas desenvolvidas nos cárceres. De acordo com Oliveira (2007, p. 80): “[...] é através do conhecimento que podemos explicitar os sentidos que devem intencionalizar nossas práticas, fazendo-as práxis emancipadoras, humanizando-nos, tornando-nos cidadãos”.

É através do ato de educar que podemos proporcionar novas experiências existenciais aos homens, através da disseminação de novas práticas educacionais, podendo despertar a criticidade e a reflexão sobre a importância do seu papel como cidadão.

A Educação de Jovens e Adultos para Privados de Liberdade no Maciço de Baturité

“A educação, direito de todos e dever do estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa e seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.”

(BRASIL, 1988, art. 205)

A educação, instituída como um direito de todos, apresenta-se como subsídio capaz de elevar toda uma sociedade, através de seu desenvolvimento e da concretização de acesso, permanência e garantias, que se apresentam de forma integrada nas chamadas políticas públicas, por intermédio da relação entre o Estado e a sociedade.

A assistência à educação das Pessoas Privadas de Liberdade (PPL) encontra-se estabelecida pela Lei de Execução Penal (LEP), Lei nº 7.210/1984, destacando a Declaração Universal dos Direitos Humanos e abrindo caminhos para a reeducação institucional. Embora com todo o aparato legal, a educação em prisão, não raro, apresenta-se com um aspecto invisível. Ainda assim, torna o ambiente fundamental para a definição e a elaboração de ações enriquecedoras que venham a fomentar expectativas sociais, num percurso de ressocialização e manifestação de práticas educacionais.

A busca pela superação das deficiências de aprendizagem só é possível quando passa a existir uma vontade de transformar essas dificuldades em novas experiências de vida, recriando e transformando a si mesmo, bem como o meio em que vive. Assim, as percepções do homem são frutos do meio. Logo, compreendemos que “[...] a educação do detento é por parte (dever) do poder público, ao mesmo tempo, uma precaução indispensável no interesse da sociedade e uma obrigação para o detento” (FOUCAULT, 1987, p. 224).

A EJA, prescrita e instituída no contexto prisional, é a educação escolar para PPL, que está ligada diretamente ao convívio e às relações estabelecidas entre os que vivem nos cárceres, visto que o ambiente escolar é um espaço íntegro, em que há a valorização de todo e de cada ser envolvido, sempre refletindo sobre seu papel na sociedade.

De acordo com as ideias de Freire (1996, p. 19), é preciso “[...] assumir-se como ser social e histórico, como ser pensante, comunicante, transformador, criador, realizador de sonhos, capaz de ter raiva porque capaz de amar”. Eis o desafio posto aos educadores: questionar o ser e estar no mundo, buscando, portanto, intervir de forma produtiva para mudar a realidade encontrada.

Segundo Foucault (1987, p. 197), a prisão também se fundamenta pelo papel de “aparelho para transformar os indivíduos”, servindo desde os primórdios como uma:

[...] ‘detenção legal’ encarregada de um suplemento corretivo, ou ainda uma empresa de modificação dos indivíduos que a privação de liberdade permite fazer funcionar no sistema legal. Em suma, o encarceramento penal, desde o início do século XIX, recobriu ao mesmo

tempo a privação de liberdade e a transformação técnica dos indivíduos.

A transformação dos indivíduos na prisão pode se dar através da educação escolar, pois: “[...] por mais que a prisão seja incapaz de ressocializar, um grande número de detentos deixa o sistema penitenciário e abandona a marginalidade porque teve a oportunidade de estudar” (SALLA, 1999, p. 67).

No contexto prisional, vários privados de liberdade buscam a educação como forma de amenizar a realidade vivenciada nos cárceres, numa busca de suprir a ociosidade e também como oportunidade de acesso e permanência escolar, visto que muitos não possuem escolaridade. Assim, a educação torna-se a mediadora para a concretização da ressocialização dos privados de liberdade.

A Lei nº 12.433/2011 modifica a Lei nº 7.210/1984, dispondo sobre a remição de parte do tempo de execução da pena por estudo ou por trabalho. Assim, traz uma mudança na forma de contar o tempo de diminuição da pena. O artigo 126 da Lei nº 12.433/2011 estabelece que o apenado remirá:

I – 1 (um) dia de pena a cada 12 (doze) horas de frequência escolar – atividade de ensino fundamental, médio, inclusive profissionalizante, ou superior, ou ainda de requalificação profissional – divididas, no mínimo, em 3 (três) dias; II – 1 (um) dia de pena a cada 3 (três) dias de trabalho.

Como podemos ver, o direito assegurado pela citada lei traz para muitos privados de liberdade a oportunidade de diminuir o tempo de cumprimento da pena, podendo antecipar a saída da prisão. Assim, tal direito pode ser

considerado um estímulo para que esses indivíduos queiram estudar.

Nesse contexto, é necessário destacar a importância do Centro de Educação de Jovens e Adultos Donaninha Arruda, localizado em Baturité, Ceará (CE), como escola detentora da matrícula da educação em prisão e também através do trabalho realizado no acompanhamento pedagógico educacional aos professores e educandos no processo de ensino e aprendizagem ofertado nas cadeias públicas da Macrorregião do Maciço de Baturité/CE.

A citada região é composta por 13 municípios, destacando-se o município de Baturité, criado em janeiro de 1939. Com base no Censo de 2013, Baturité tem área territorial de 308.581 km² e 34.949 habitantes. Nessa cidade, encontra-se o Centro de Educação de Jovens e Adultos (Ceja) Donaninha Arruda, funcionando ininterruptamente nos três turnos. A instituição apresenta extensão educacional que atende a educandos residentes em todos os municípios que compõem o Maciço de Baturité que nunca tiveram acesso à educação escolar, ou que, por circunstâncias da vida, desistiram durante a caminhada escolar.

Independentemente do motivo, seja por difícil acesso, falta de interesse ou necessidade de trabalhar para ajudar no sustento da família, o referido Ceja acolhe estudantes que decidem voltar e avançar nos estudos, objetivando recuperar o tempo perdido em função de um propósito maior. O atendimento escolar de ensino e aprendizagem acontece desde o diagnóstico, seguido pelas duas modalidades de ensino, presencial e semipresencial, nos níveis de EJA/Fundamental e EJA/Médio, de acordo com o grau de escolaridade de cada educando.

A busca pela superação das deficiências de aprendizagem, dentre outras possibilidades, acontece quando

a pessoa busca transformar as dificuldades em novas experiências de vida, recriando-se e transformando-se em interação com o meio em que vive.

A experiência na coordenação escolar do referido Ceja, desenvolvendo o acompanhamento pedagógico focado na educação em prisão (conforme preceitua a Lei nº 7.210, Lei de Execução Penal), favorece-nos a atuação em oito cadeias públicas na Região do Maciço de Baturité, nos municípios de Aracoiaba, Aratuba, Baturité, Capistrano, Itapiúna, Palmácia, Pacoti e Ocara, com a implantação do sistema de ensino. Atualmente, funcionam 15 turmas de EJA/Fundamental, sendo oito turmas dos anos iniciais e sete turmas dos anos finais, distribuídas nos turnos manhã, tarde e noite.

O processo de formação de turmas inicia-se pelas visitas pedagógicas às cadeias públicas em que há a oferta da educação em prisão, juntamente com o professor lotado, com o propósito de identificar, através de conversa informal, os privados de liberdade que demonstrem interesse de iniciar ou dar continuidade aos estudos. Tal ação ocorre com aquiescência do diretor administrativo responsável pela cadeia de cada cidade.

De acordo com as orientações da Secretaria da Educação do Estado do Ceará (Seduc) e da Secretaria da Justiça (Sejus), é necessário ter no mínimo oito alunos por segmento ofertado para que seja disponibilizada uma turma. Assim, dada a permissão, é feita a ficha de identificação dos pretensos educandos privados de liberdade. Após uma análise criteriosa desse instrumental, são aplicadas atividades diagnósticas para verificação do nível de escolaridade e conhecimento dos mesmos.

Conforme o comprovante de escolaridade ou êxito nos diagnósticos, os privados de liberdade são matricula-

dos na EJA/Fundamental – 1º ou 2º segmento –, sendo inseridos no Sistema Integrado de Gestão Escolar (Sige). Vale ressaltar que o quantitativo e fluxo dos alunos são rotativos, podendo ser uma permanência escolar breve ou até mesmo longa, conforme a situação contextual individual do discente.

No ano de 2016, o Ceja Donaninha Arruda contabiliza 137 privados de liberdade matriculados na EJA, sendo 78 no 1º segmento e 59 no 2º segmento. O município de Baturité é o que mais tem estudantes matriculados, com um total de 30.

O ensino da EJA no contexto carcerário nos faz refletir sobre as trajetórias de vida dos educandos privados de liberdade e evidencia a importância dessa modalidade para a educação carcerária, que, mesmo com suas limitações, representa para esses sujeitos a oportunidade de descobrirem-se como seres em constante processo de transformação, afinal:

[...] o homem pode refletir sobre si mesmo e colocar-se num determinado momento, numa certa realidade: é um ser na busca constante de ser mais e, como pode fazer esta auto-reflexão, pode descobrir-se como um ser inacabado, que está em constante busca. Eis aqui a raiz da educação. (FREIRE, 1979, p. 27).

A educação possibilita a compreensão de que o ser humano é inconcluso, ou seja, está constantemente em movimento, em transformação. É preciso, portanto, considerar que cada indivíduo traz concepções, histórias de vida e expectativas distintas. Por outro lado, percebemos que o currículo escolar apresenta-se de forma linear, monocultural, sem levar em conta a heterogeneidade e a diversidade cultural.

O currículo é escolha, identidade, conhecimento, construído socialmente, estando para além da noção de estrutura curricular (SILVA, 2015). Confere, portanto, saber-poder e, na sociedade plural em que vivemos, deve contemplar não apenas a heterogeneidade, mas a diversidade cultural presente nas salas de aula, sobretudo das PPL.

A educação penitenciária deve abordar junto aos discentes encarcerados conceitos fundamentais, como valores pertinentes à família, trabalho, cidadania, além de lidar com a prática de reflexão do seu papel como ser que vive em sociedade. Como é possível perceber, faz-se necessária uma política efetiva que valorize a modalidade EJA em todas as instâncias. Assim, os educadores contemplam práticas pedagógicas diferenciadas, buscando atender ao público de jovens e adultos, com suas características e necessidades específicas.

A sustentabilidade e sua prática na vivência dos privados de liberdade

A preocupação com a dignidade da pessoa humana, através de um olhar diferenciado, em qualquer estágio de sua vida, sem qualquer preconceito, pode transformar e dar um novo rumo ao futuro dos apenados.

No cotidiano das unidades prisionais, não constam atividades ocupacionais direcionadas para as pessoas que se encontram privadas de liberdade, exceto o acesso à escola, realizado em parceria entre Seduc e Sejus. Segundo Shecaira e Corrêa Junior (1995), ressocializar é favorecer condições apropriadas, sem sequelas, visando à reintegração social, para que os privados de liberdade voltem a ter uma vida normal.

A vivência na coordenação pedagógica do Ceja e o trabalho direto de acompanhamento das PPL nos proporcionam conhecer a existência de trabalhos desenvolvidos com o processo de reutilização de materiais recicláveis e o desenvolvimento de hortas socioeducativas por algumas PPL. Assim, questionamos: de que maneira tais ações podem contribuir na ressocialização dos apenados? Quais benefícios estão inseridos na prática e na produção de trabalhos artesanais por meio da reutilização de materiais recicláveis? Qual o destino dado para os produtos? Numa concepção de produção orgânica e em pequena escala, primando o espaço e o interesse da comunidade local, de que forma o cultivo de algumas hortaliças, nas dependências das unidades prisionais, contribui para o melhoramento nutritivo das refeições da comunidade carcerária?

Segundo Braga et al. (2005), do equilíbrio entre população, recursos naturais e poluição resultará o nível de qualidade de vida na Terra. Apesar de estarem à margem da sociedade, os privados de liberdade também contribuem para o consumo e, conseqüentemente, para a poluição do meio ambiente.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), desde o ano de 1987, assume a compreensão de desenvolvimento sustentável como uma harmonia entre a exploração dos recursos, os investimentos e o desenvolvimento tecnológico, de modo que atenda às necessidades dos humanos no presente, mas sem comprometer o atendimento das demais gerações futuras (IPIRANGA; GODOY; BRUNSTEIN, 2011).

De acordo com tal definição, é imprescindível a realização de ações no presente, despertando a conscientização sobre a preservação e a conservação do meio ambien-

te, objetivando mudanças na postura e, por conseguinte, a inserção de novos hábitos sustentáveis, garantindo o acesso aos recursos naturais tanto no presente quanto no futuro. Dessa maneira, a responsabilidade coletiva é essencial para estabelecer ações humanas, dignas e favoráveis na perspectiva de um bem comum e ambiental.

A partir das décadas de 1960 e 1970, os sinais de uma crise socioambiental passaram a se apresentar em reflexo aos atos irracionais dos padrões dominantes de produção e consumo, com justificativas em razão do crescimento econômico (LEFF, 2001).

A ampliação da conscientização social sobre aspectos problemáticos ambientais e políticos, a criação de órgãos governamentais direcionados e o surgimento de organizações não governamentais ambientalistas influenciam sobre a elaboração e o direcionamento das políticas públicas e também perante a legislação ambiental, representando um avanço significativo na perspectiva da promoção da razão ambiental.

A educação ambiental é essencial para a existência de uma sociedade sustentável, sendo indispensável na formação de cidadãos sensíveis para as situações-problema vinculadas ao meio ambiente.

A voz dos privados de liberdade em suas vivências sustentáveis

No contexto das cadeias públicas do Maciço de Baturité, alguns privados de liberdade são feitores de trabalhos artesanais, com a reutilização e reciclagem de recursos sólidos. As peças produzidas são expostas nos dias de visitas, com o objetivo de divulgação e comercialização dos produtos.

Como caminho das reflexões entre ressocialização e trabalhos artesanais no contexto sustentável, realizou-se uma investigação com três privados de liberdade, buscando uma ressignificação das práticas artesanais no processo de ressocialização carcerária no Maciço de Baturité. O quadro adiante sintetiza o perfil dos sujeitos entrevistados.

Quadro 1 – Perfil dos Indivíduos Privadas de Liberdade (IPL) de Baturité-CE

	IPL1¹	IPL2	IPL3
Sexo	Masculino	Masculino	Masculino
Idade	28 anos	31 anos	35 anos
Escolaridade do pai	Analfabeto	Analfabeto	Ensino fundamental completo
Escolaridade da mãe	Analfabeta	Ensino fundamental incompleto	Não sabe
Idade em que começou a estudar	Criança	8 anos	8 anos
Escolaridade antes de estar privado de liberdade	Ensino fundamental incompleto	Ensino fundamental incompleto	Ensino fundamental incompleto
Tempo que ficou sem estudar	Muito tempo	10 anos	-
Motivo por que parou de estudar	-	Trabalho, dificuldades	Trabalhar para sustentar a família

Fonte: Elaboração própria (2016).

Os três entrevistados são do sexo masculino e estão com idade entre 28 e 35 anos. Todos relataram que começaram a estudar ainda crianças, por volta dos oito anos. Contaram ainda que ficaram sem estudar por muito tempo. Constatamos que não apenas os privados de liberdade têm baixa escolaridade, mas também os seus pais; em sua maioria, analfabetos.

¹ Optamos por garantir o anonimato dos entrevistados.

Os sujeitos pararam de estudar ainda no ensino fundamental e um deles afirmou que ficou durante dez anos sem estudar (IPL2). Quando indagados sobre por qual motivo deixaram de estudar, o IPL1 não respondeu; o IPL2 relatou que “[...] *por questão de trabalho e outras dificuldades*”; e o IPL3 disse que precisava “[...] *trabalhar para sustentar a família*”. Com baixa escolaridade e sem muitas perspectivas para o futuro, muitos privados de liberdade encontram nos cárceres a oportunidade de voltar a estudar.

A educação no contexto da prisão se apresenta como uma fonte:

[...] transformadora de valores e atitudes através da construção de novos hábitos e conhecimentos, conscientizadora para as relações integradas ao ser humano, sociedade, natureza, objetivando o equilíbrio local e global, melhorando a qualidade de todos os níveis de vida. (GUIMARÃES, 2005, p. 17).

Os sujeitos relataram sobre os motivos que os levaram a voltar a estudar no contexto privado de liberdade. O IPL1 afirmou que seu objetivo era aprender a ler; os outros dois afirmaram que voltaram a estudar pela remissão da pena e para ocupação do tempo. O IPL3 afirmou ainda que desejava “[...] *dar continuidade nos estudos*”.

Os indivíduos falaram sobre os avanços na aprendizagem com as aulas da EJA. O IPL1 disse: “*Aprendi a ler e a assinar o meu nome*”. O IPL2 afirmou que melhorou “[...] *a fala, leitura e escrita*”. Já o IPL3 ressaltou que atingiu “[...] *a pontuação para certificação*”. Os três afirmaram que a EJA teve a função de lhes proporcionar a oportunidade de dar continuidade aos estudos e que trouxe benefícios, tais como: “*A educação vai possibilitar*

um trabalho” (IPL1); “*Aprendizagem e recuperação do tempo perdido*” (IPL2); “*Passar no Enem*” (IPL3). Comprendemos que:

Neste caso, a escola na prisão adquire também o significado de um espaço de resistência. Além de não enlouquecer, prestar vestibular, conseguir emprego, aprender a escrever cartas, existe a possibilidade de estudar para conquistar autonomia e resistir – resistir na condição humana. (GRACIANO; SCHILLING, 2008, p. 127).

Os sujeitos afirmaram ainda que, através da educação na prisão, foi possível aprender com os companheiros de cela a arte de construir artesanatos, como redes de saco e porta-joias, reaproveitando os materiais sólidos e recicláveis, ajudando na administração do tempo no ambiente e também nos gastos financeiros familiares.

Todos eles afirmaram que produzem alguma atividade artesanal na unidade prisional, realizam leituras e/ou participam de debates sobre educação ambiental. A aplicabilidade de práticas sustentáveis, mesmo que em pequena escala, apresenta-se como ações criativas e valoriza a reeducação ambiental, representando um impacto significativo na sociedade.

Assim, o processo de ensino e aprendizagem na EJA e a educação sustentável podem caminhar juntos, possibilitando o exercício de novos hábitos cotidianos, pois, “[...] através da reciclagem, o lixo passa a ser visto de outra maneira, não como um final, mas como o início de um ciclo em que podemos preservar o meio ambiente, a participação consciente e a transformação de hábitos” (MARODIN; MORAIS, 2004, p. 3).

A ociosidade e o estigma de ser presidiário, jun-

tamente com suas necessidades básicas, revelam a necessidade de implantação de atividades trabalhistas, nas quais as PPL possam, com o trabalho, conscientizar-se de sua serventia e valor, de que sua atividade não é uma mera forma de passar o tempo (ZACKSESKI, 1991), apresentando-se, portanto, como oportunidade de ressocialização em que as pessoas em situação de privação de liberdade tenham uma definição profissional, bem como possam contribuir para o sustento familiar.

Na busca pela ressocialização mediante a concretização de ações voltadas para a implantação de práticas educacionais sustentáveis, o cuidado e o zelo pelo ambiente em que vivemos passa a ser responsabilidade e dever de todos. Desse modo, as histórias de vida dos privados de liberdade se misturam com suas vivências nos cárceres.

Conclusão

Diante do exposto, podemos concluir que a educação é um direito de todos, assegurado pelos dispositivos legais. Assim, ressaltamos a importância da inserção das pessoas privadas de liberdade no processo de ensino e aprendizagem, visto que tal experiência se apresenta para muitos como a única oportunidade de transformar sua vida e, conseqüentemente, seu contexto social e econômico, elaborando planos para o futuro, longe do cárcere.

A sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material, sem agredir o meio ambiente, reutilizando os recursos naturais de forma inteligente para que os mesmos se mantenham no futuro. Seguindo esses parâmetros, o ser humano pode garantir o desenvolvimento sustentável.

Constatamos que, independentemente do ambiente, a socialização do conhecimento flui naturalmente, poden-

do ocorrer através da troca de experiências dos sujeitos, como no caso dos privados de liberdade. Desse modo, educação e sustentabilidade podem caminhar juntas, contribuindo para o processo de ressocialização através da concretização de ações voltadas para a implantação de práticas sustentáveis.

Referências

BRAGA, B. et al. *Introdução à engenharia ambiental*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Constituição de 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 5 out. 1988.

BRASIL. Lei nº 7.210, de 11 de julho de 1984. Institui a Lei de Execução Penal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 jul. 1984.

BRASIL. Lei nº 12.433, de 29 de junho de 2011. Altera a Lei nº 7.210, de 11 de julho de 1984 (Lei de Execução Penal), para dispor sobre a remição de parte do tempo de execução da pena por estudo ou por trabalho. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 jun. 2011.

FOUCAULT, M. *Vigiar e punir: nascimento da prisão*. Petrópolis: Vozes, 1987.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

FREIRE, P. *Educação e mudança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GRACIANO, M.; SCHILLING, F. A educação na prisão:

hesitações, limites e possibilidades. *Estudos de Sociologia*, Araraquara, v. 13, n. 25, p. 111-132, 2008.

GUIMARÃES, M. *A dimensão ambiental na educação*. Campinas: Papirus, 2005.

IPIRANGA, A. S. R.; GODOY, A. S.; BRUNSTEIN, J. Introdução. *RAM*, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 13-20, 2011.

LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Petrópolis: Vozes, 2001.

MARODIN, V. S.; MORAIS, G. A. Educação ambiental com os temas geradores lixo e água e a confecção de papel reciclável artesanal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2., 2004, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UEMS, 2004.

OLIVEIRA, W. S. *Educação filosófica: uma proposta para a construção da cidadania*. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

SALLA, F. A. Educação como processo de reabilitação. In: MAIDA, M. J. D. (Org.). *Presídios e educação*. São Paulo: Funap, 1999.

SANTOS, M. S. O sistema penitenciário brasileiro não consegue atingir o seu principal objetivo que é a ressocialização dos seus internos. *DireitoNet*, 2005.

SHECAIRA, S. S.; CORRÊA JUNIOR, A. *Pena e constituição*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1995.

SILVA, T. T. *Documentos de identidade: uma introdução às teorias de currículo*. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

ZACKSESKI, C. Relações de trabalho nos presídios. *Revista do Ministério Público do Trabalho*, Brasília, DF, v. 1, n. 1, p. 31-53, 1991.

Protótipos didático-pedagógicos e o ensino de genética: proposta metodológica para a Educação de Jovens e Adultos (EJA)

Glautemberg de Almeida Viana
Victor Emanuel Pessoa Martins
Theresa Christine Filgueiras Russo Aragão

Introdução

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é um programa criado pelo Governo Federal com a finalidade de promover a inclusão de jovens e adultos que, pelos mais variados motivos, não puderam concluir seus estudos no período normal, permitindo-lhes retomar seu potencial, desenvolver suas habilidades, confirmar competências adquiridas na educação extraescolar e na própria vida.

É comum os alunos da EJA apresentarem dificuldades na aprendizagem de alguns conteúdos abordados em disciplinas da educação básica, em especial aqueles que fazem uso do poder de abstração, como o são, por exemplo, os tópicos relacionados à descrição de estruturas moleculares e celulares, amplamente presentes na disciplina de Biologia. Muitos encaram esses conteúdos como de difícil entendimento por estarem centrados em termos e conceitos extremamente técnicos, mas muitas

modificações vêm ocorrendo ao longo do tempo, com o intuito de buscar melhorias no ensino e aprendizagem de Biologia.

A modelização nos últimos anos vem crescendo e sendo apontada como uma das alternativas promissoras para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem de Biologia. Com este trabalho, objetiva-se ampliar a reflexão, o debate e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem de genética, que ainda permanece com a ideia de que seus conteúdos são úteis apenas para a obtenção de aprovação nas atividades avaliativas, como se o conhecimento fosse algo descartável.

Este trabalho foi realizado com alunos da EJA da Escola de Ensino Fundamental e Médio (EEFM) Félix de Azevedo, em Fortaleza. A finalidade deste estudo foi desenvolver e apresentar os protótipos didático-pedagógicos de genética, a fim de proporcionar uma melhor compreensão do conteúdo abordado.

O estudo foi desenvolvido em três momentos: abordagem teórica, desenvolvimento e apresentação dos protótipos didáticos. Na abordagem teórica, foi solicitado aos educandos, antes do início da disciplina, que dividissem a turma em dois grupos (A e B), de modo que cada grupo ficasse com oito discentes. Assim, foi sugerido que o grupo A trabalhasse na construção da molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA); e o grupo B, com a divisão mitótica da célula. Nessa proposta, sugeriu-se a utilização de materiais que fossem de baixo custo e fácil acesso, como bolas de isopor, arame, tintas látex ou PVA, palitos de dente, cola de isopor, gel incolor, massa de modelar, pincel, dentre outros. O último momento constituiu-se da apresentação e da avaliação dos estudantes quanto ao domínio da criatividade na construção dos protótipos.

Educação de Jovens e Adultos como processo de inclusão no Brasil

No Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996) organizou a educação em níveis, etapas e modalidades educativas. Com base em seu artigo 38, a EJA foi definida como uma modalidade criada com o objetivo de dar oportunidade às pessoas de buscarem e recuperarem o tempo educacional, não concluído no período normal pelos mais variados motivos.

Hoje esses sujeitos que buscam a escola tardiamente para alfabetizar-se apresentam inúmeras características que os diferenciam das pessoas que tiveram oportunidades de concluir seus estudos no tempo normal, tais como: ultrapassam a idade de escolarização formal estabelecida pelas legislações educacionais; boa parte está inserida no sistema produtivo (ou temporariamente encontram-se fora dele); muitos são verdadeiramente grandes responsáveis pela produção dos próprios materiais escolares, mas, por falta de tempo e/ou oportunidade, não conseguem utilizá-los.

Para inserir essas pessoas no processo de alfabetização, precisou o mercado de trabalho, em seu pleno desenvolvimento, exigir delas uma maior qualificação. Como muitos indivíduos que trabalhavam na indústria não sabiam ler e escrever, surgiu a necessidade de ampliar o programa de EJA no país, para que esses sujeitos pudessem estudar, permitindo, dessa forma, a busca de uma maior qualificação exigida pelo mercado de trabalho. Com isso, o indivíduo garantia sua permanência no trabalho, passando a ser um sujeito mais atuante na sociedade brasileira.

O conhecimento adquirido pelo homem por meio da educação o ajuda a desenvolver melhor o senso crítico, modificando sua forma de visualizar o mundo, passando a questionar as problemáticas que surgem em seu cotidiano e buscando soluções para resolver os problemas do dia a dia. Por isso, torna-se evidente a importância de se trabalhar com a modalidade EJA nas escolas públicas, apesar das mais distintas dificuldades enfrentadas pelos alunos, atendo-se às suas experiências de vida, o que contribuirá de forma significativa para o seu desenvolvimento como ser humano.

Ensino de genética na Educação de Jovens e Adultos do Brasil

Um dos ramos da Biologia que mais têm avançado e se popularizado é a genética, por estar ligada a temas cada vez mais discutidos no nosso cotidiano, tais como genoma humano, clonagem, alimentos transgênicos e teste de paternidade. Para isso, é importante a compreensão de seus conceitos, visando a um melhor entendimento dos princípios elementares da herança de caracteres biológicos ao longo das gerações.

Porém, muitos estudantes das escolas públicas, em especial os da modalidade EJA, apresentam dificuldades em entender os conceitos ligados ao conteúdo de genética. Acredita-se que isso se deve, em parte, à ausência de experiências sensoriais dos discentes, por estarem inseridos em um processo de ensino abstrato. Como expressa Giacóia (2006, p. 14), “[...] essa dificuldade de aprender e ensinar se torna um problema quando o conteúdo que envolve as bases da genética é ministrado de forma compartimentalizada”.

Nessa mesma perspectiva crítica levada ao ensino de Biologia, Krasilchik (2004, p. 1) argumenta que o ensino de Biologia nas escolas brasileiras ainda é bastante teórico, prendendo-se à descrição e à segmentação dos conteúdos, visando apenas à memorização dos mesmos.

As críticas ao processo de ensino e aprendizagem de genética fortaleceram a busca por alternativas educacionais a fim de transformar a EJA. Com isso, as inserções de modelos tecnológicos educacionais de Biologia vêm se tornando as principais ferramentas nesse processo de transformação intelectual do aluno da EJA. Como destaca Nogueira (1993, p. 23), “[...] a utilização dessas novas tecnologias não representa somente um avanço nos recursos educacionais, mas um caminho para a mudança desse paradigma educacional”.

Protótipos didático-pedagógicos como ferramenta tecnológica para o ensino de genética

É sabido que uma das formas que mais contribuem para a consolidação e a motivação do aprendizado é o uso de jogos e modelos didático-pedagógicos (ALMEIDA, 1981), como instrumentos dos quais se articulam certos conhecimentos, dentro de uma determinada vertente pedagógica. Além de estimular a criatividade e o aumento da capacidade de decisão, a leitura, a escrita e a pesquisa, por serem um meio em que se consegue abarcar, na íntegra, a interdisciplinaridade (AROUCA, 1996).

Na EJA, quando o aluno está inserido no processo de construção de seu conhecimento, tende a melhorar substancialmente o interesse na aprendizagem. Silva (2009, p. 3 apud AGAMME, 2010, p. 13) acredita “[...] que é através de seu próprio interesse que o aluno se apro-

pria de um objeto e lhe dá significado, sendo a motivação fundamental para que esse processo ocorra”. Nesse contexto, os modelos didático-pedagógicos se tornam verdadeiramente objetos descritivos, evidenciando as proporções das dimensões ensináveis (SILVA, 2009).

Pensar que é fácil tornar prático um conhecimento abstrato na EJA é tarefa muito difícil para os professores de Biologia. Engajado nessa problemática e firmando compromisso com a educação, o governo brasileiro iniciou vários programas de formação de professores, no intuito de melhorar o ensino de Biologia na EJA. Através dessas iniciativas por parte do Governo Federal, a utilização de modelos didático-pedagógicos de genética pelos docentes na EJA passará a ser uma atividade prazerosa para os alunos, fazendo com que os mesmos sintam-se motivados a aprender e desenvolver sua criatividade, despertando seu interesse pelas ciências e sempre valorizando seus conhecimentos prévios (VIEIRA et al., 2005).

Resultados e discussão

A utilização dos protótipos didático-pedagógicos de genética teve uma grande repercussão por parte dos alunos da EJA da EEFM Félix de Azevedo. Por se tratar de uma metodologia nova para o ensino de Biologia na escola, os educandos mostraram-se bastante motivados em participar da atividade.

A partir das aulas teóricas, foram desenvolvidos seis protótipos didáticos. Cada grupo desenvolveu seus modelos conforme os tópicos preestabelecidos – molécula de DNA (Foto 1), apresentando suas bases nitrogenadas, pareamentos, pontes de hidrogênio, grupo fosfato e pentoses; e divisão mitótica da célula (Foto 2), tratando as

diversas fases, prófase (A), prometáfase (B), metáfase (C), anáfase (D) e telófase (E).

Após o desenvolvimento desses protótipos, cada grupo apresentou, de forma sucinta, seus respectivos modelos tridimensionais. Dessa forma, a nova metodologia aplicada favoreceu entre os alunos uma ampla discussão sobre o assunto, gerando entre eles vários questionamentos a respeito de temas ligados a doenças genéticas. Com toda essa interação, percebeu-se que os protótipos didático-pedagógicos de genética tornaram-se uma excelente ferramenta para as aulas de Biologia.

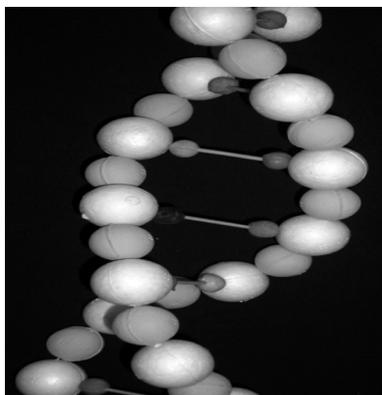


Foto 1 – Molécula de DNA representada com suas bases nitrogenadas pareadas, citosina com guanina e timina com adenina e as fitas intercalando entre uma pentose e o grupo fosfato.

Fonte: Elaboração própria (2015).

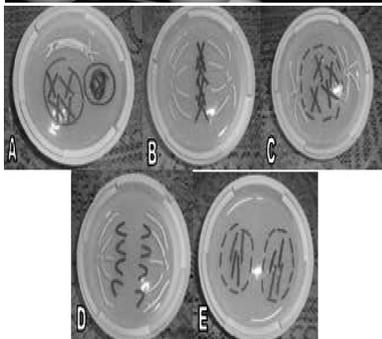


Foto 2 – Divisão mitótica da célula representada pelas seguintes fases: prófase (A), prometáfase (B), metáfase (C), anáfase (D) e telófase (E).

Fonte: Elaboração própria (2015).

Nesse espaço de discussão, transcende o proporcionar prazer ao envolvimento dos estudantes da EJA

com atividades que envolvem modelos tridimensionais. Importância essa dada por Orlando (2009, p. 1) quando fala que os modelos tridimensionais proporcionam aos alunos melhor visualização e entendimento do conteúdo abordado.

Assim como esse trabalho, muitos outros estudos foram realizados nessa mesma temática. Orlando et al. (2009, p. 13-14) deixam claro ao exemplificar a importância da modelização no processo de futura construção dos conhecimentos:

Os modelos tridimensionais mostraram-se bastante didáticos, pois os próprios estudantes obtêm melhor resultado em suas aulas devido à maneira diferente pela qual é ensinada a matéria [...]. Os modelos tridimensionais auxiliam uma melhor visualização e compreensão dos conteúdos, sendo fácil de relacionar o todo com as partes e as partes com o todo.

Após terem adquirido conhecimentos práticos e desenvolvido a capacidade cognitiva, até mesmo melhorado o senso crítico, o aluno poderá debater e confrontar ideias abstratas.

Conclusão

Este estudo trouxe grandes indícios na utilização de protótipos didático-pedagógicos como ferramenta de ensino inovador. Neste trabalho, relatamos estratégias de construção e apresentação de modelos tridimensionais de Biologia, na perspectiva de levar aos alunos da Educação de Jovens e Adultos da EEFM Félix de Azevedo um material pedagógico que conduzisse a uma maior relação dos conhecimentos teóricos com a prática, assim facili-

tando o entendimento da disciplina. Com isso, acreditamos que a utilização desses materiais adequadamente nas aulas de Biologia pudesse contribuir de forma significativa, tornando a aula mais dinâmica, atrativa e muito mais interessante.

Mesmo com todas essas contribuições, os protótipos didático-pedagógicos não foram considerados como o único objeto deste estudo, já que o processo é de aprendizagem. Tais protótipos representam apenas um instrumento facilitador para que o aprendizado possa ocorrer de forma significativa, que pode e deve ser explorado.

O incentivo pelo trabalho fez com que muitos alunos viessem a problematizar questões do seu dia a dia e estabelecessem novas ideias de construções de modelagens vividas por eles. Com essa incitação, estimulou, de forma visível, a iniciativa dos mesmos para uma reflexão e pesquisa de análise das realidades significativas do grupo, em que alguns discentes disseram que essa atividade foi bastante proveitosa, tanto que iriam incentivar o corpo docente a inserir práticas nas aulas de Biologia, Química e Física.

Com isso, podemos concluir que os protótipos didático-pedagógicos de genética são um excelente recurso facilitador para o ensino e aprendizagem de Biologia, que proporciona fundamentação necessária para a compreensão da disciplina.

Referências

AGAMME, A. L. D. A. *O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose*. 2010. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

ALMEIDA, P. N. *Dinâmica lúdica e jogos pedagógicos para escolares de 1º e 2º grau*. São Paulo: Loyola, 1981.

AROUCA, M. C. *O papel dos jogos e simuladores como instrumento educacional*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1996.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 dez. 1996.

GIACÓIA, D. R. L. A. *Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas*. 2006. (Dissertação em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: USP, 2004.

NOGUEIRA, A. C. Multimídia na construção do conhecimento. *Tecnologia Educacional*, Rio de Janeiro, v. 22, p. 39-41, 1993.

OLIVEIRA, S. S. Concepções alternativas e ensino de Biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. *Educar*, Curitiba, n. 26, p. 233-250, 2005.

ORLANDO, T. C. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de Ciências Biológicas. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, Minas Gerais, v. 1, n. 1, p. 1-17, 2009.

SILVA, A. M. T. B. O lúdico na relação ensino-aprendizagem das Ciências: ressignificando a motivação. In: ANPED, 27., 1998, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Anped, 1998.

SILVA, C. M. R. *O modelo didático do gênero comentário jornalístico radiofônico: uma necessária etapa para a in-*

tervenção didática. 2009. 187 f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L. D. M. Espaços não-formais de ensino e o currículo de ciências. *Ciências e Cultura*, Campinas, v. 57, n. 4, p. 21-23, 2005.

Educação Ambiental, ciência e sustentabilidade: abordagem conceitual no ensino fundamental

Virginia Neta Lima Pereira

Lívia Paulia Dias Ribeiro

Ana Paula Sthel Caiado

Educação Ambiental contextualizada

Desde a Pré-História, o homem se relaciona com o meio ambiente para exploração dos recursos naturais a fim de satisfazer suas necessidades com o objetivo de sobrevivência da espécie. A descoberta do fogo e o desenvolvimento da agricultura representam o marco do impacto das atividades do homem sobre o meio ambiente. Na Idade Moderna, com a Revolução Industrial, iniciada no século XVIII, houve uma intensificação da exploração de matéria-prima para desenvolvimento de novos produtos. Desde então até o presente momento, a exploração do meio ambiente, a poluição e desvios de rios, a devastação de áreas verdes, as grandes retiradas de minérios, as toneladas de dejetos despejados em rios e mares, entre outras, são ações do homem moderno para produção de mercadorias com o propósito de satisfazer as necessidades cada vez menos essenciais e mais cômodas ao seu estilo de vida.

A Organização das Nações Unidas (ONU), juntamente com os Estados e a comunidade científica, rea-

lizou a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, visando amenizar a problemática: homem *versus* natureza. Esse evento ocorreu nos dias 5 a 16 de junho do ano de 1972, na capital sueca, Estocolmo (MACHADO, 2006), e foi o marco da preocupação do homem com o meio ambiente. Na ocasião, gerou-se um documento, mais conhecido como Declaração de Estocolmo, no qual estão declarados 26 princípios comuns de conduta da humanidade. No princípio 19, por exemplo, declara-se que:

É indispensável um esforço para a educação em questões ambientais, dirigida tanto às gerações jovens como aos adultos e que preste a devida atenção ao setor da população menos privilegiado, para fundamentar as bases de uma opinião pública bem informada, e de uma conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades inspirada no sentido de sua responsabilidade sobre a proteção e melhoramento do meio ambiente em toda sua dimensão humana. É igualmente essencial que os meios de comunicação de massas evitem contribuir para a deterioração do meio ambiente humano e, ao contrário, difundam informação de caráter educativo sobre a necessidade de protegê-lo e melhorá-lo, a fim de que o homem possa desenvolver-se em todos os aspectos. (ONU, 1972).

Esse princípio declara a importância da educação de jovens e adultos nas questões ambientais, principalmente uma atenção especial à educação da população menos favorecida, sendo esta justificada por ser a maior camada populacional do planeta com ações mais impacantes ao meio ambiente, tanto quanto o impacto das in-

dústrias. Leff (2001) relata sobre a importância de uma mudança radical dos sistemas educacionais, dos valores e dos comportamentos do ser humano no processo de resolver os crescentes e complexos problemas ambientais e reverter suas causas.

Educação Ambiental é um processo permanente, no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornam aptos a agir – individual e coletivamente – e a resolver problemas ambientais presentes e futuros (REVISTA EDUCAÇÃO, 2007). Esse termo traz reflexões, sugestões e práticas em várias instituições de ensino, isso porque se sabe que, para obter um meio ambiente saudável, utilizando práticas menos impactantes, faz-se necessário unir forças de todos, cidadãos, empresas particulares e públicas. Chama-se a atenção às instituições de ensino para o seu papel fundamental na formação ética dos cidadãos, os quais devem ter consciência e senso crítico quanto ao desenvolvimento sustentável, empregando práticas ambientalmente amigáveis.

A Educação Ambiental no Brasil é aplicada através de três modalidades principais: projetos, disciplinas especiais e inserção da temática ambiental nas disciplinas (BRASIL, 2007). No entanto, “A Lei de Educação Ambiental, Lei nº 9.795, foi promulgada em 27 de abril de 1999 e, apesar de sua extrema importância para a educação, é de raro conhecimento do corpo docente” (PEREIRA; TERZI, 2016, s.p.). A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA, 1999), em seu artigo 8º, determina que a Educação Ambiental deve ser desenvolvida tanto em termo geral como escolar, ou seja, a lei estabelece que todos têm direito à Educação Ambiental, que deve

ser seguida em todo o país. Esse componente curricular é indispensável e permanente no âmbito da educação nacional, necessitando fazer parte em todos os níveis e modalidades de ensino-aprendizagem, seja no campo da educação formal e/ou da não formal (BRASIL, 1999).

Ensino de Ciências e sustentabilidade

A sustentabilidade é conceituada como o uso dos recursos naturais para suprir as necessidades atuais dos homens sem comprometer a abundância desses recursos pelas gerações futuras. A abordagem da sustentabilidade no ensino de Ciências é uma perspectiva de se desenvolver um ensino com temas relacionados ao meio ambiente e às possibilidades do desenvolvimento econômico do mundo, de maneira a não prejudicar as próximas gerações com a falta dos recursos naturais.

Ao falarmos em Ciências, estamos nos referindo ao conhecimento e a seu relacionamento com a natureza ou com as questões vividas diariamente. Rodrigues (2009) destaca que o ensino de Ciências é, sim, uma das formas de ajudar na construção do conhecimento, utilizando recursos e materiais didáticos que permitem aos alunos exercitarem a capacidade de pensar, refletir e tomar decisões, iniciando, assim, um processo de amadurecimento. Nesses termos, entende-se que, a partir desses conhecimentos, pode-se falar e pensar em sustentabilidade em Educação Ambiental, em meio ambiente e, por que não dizer, homem/natureza, consciência e recursos naturais.

Para Lima (2003), em pouco tempo, sustentabilidade tornou-se palavra mágica, pronunciada indistintamente por diferentes sujeitos, nos mais diversos contextos sociais, assumindo múltiplos sentidos. Medeiro e

Sato (2009) evidenciam que a Educação Ambiental vem sendo construída com diversos conceitos e abordagens, mas que coincidem na intenção de construir um outro ser humano, que possa estar mais integrado à natureza e a si mesmo, diferindo-se no caminho e na forma de se construir o processo educacional.

Para Cavalcanti Neto e Amaral (2011), é fundamental a participação da escola no processo de mudança de concepções. O processo educativo torna-se fator essencial, constituindo-se, predominantemente, a partir de experiências educativas que facilitem a percepção integrada do ambiente, percepção de que ser humano é natureza, e não apenas parte dela. Sabe-se que a lei por si própria não produz tanta eficácia se não for conduzida de forma consciente, pois somente quando se compreende a importância do que ela regulamenta é que se pode entendê-la como sendo transformadora de valores e atitudes das relações sociais.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) definem “Ciência” como uma elaboração humana para a compreensão do mundo. Seus procedimentos devem estimular uma postura reflexiva e investigativa sobre os fenômenos da natureza e de como a sociedade nela intervém, utilizando seus recursos e criando uma nova realidade social e tecnológica. Adicionalmente, relata que a escola, ao oferecer tais condições, deve propiciar comportamentos “ambientalmente corretos” que serão aprendidos na prática do dia a dia da escola, como: gestos de solidariedade e hábitos de higiene pessoal e pertinentes aos diversos ambientes (BRASIL, 1998).

O ensino de Ciências vem crescendo em importância em todos os níveis, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino para a susten-

tabilidade. Em decorrência disso, pode-se mencionar o reconhecimento que a Ciência e a Tecnologia vêm assumindo, ganhando lugar no decorrer de sua trajetória, pois elas têm papel primordial nos aspectos econômico, cultural e social, sem falar das questões ambientais, como o aquecimento global e a degradação ambiental: a interligação entre o ensino de Ciências e a Educação Ambiental tem surtido efeito essencial. A educação para a sustentabilidade deve ser algo de interesse de todos, sobretudo do poder público e dos que fazem a educação, visando à garantia de transformações positivas sociopolíticas, culturais e econômicas, mesmo sabendo que:

Historicamente, o compromisso da ciência para com a qualidade de vida tem sido como a parábola bíblica do pobre que se alimenta com as sobras da mesa do rico. A ciência e a produção tecnológica têm se comprometido, na verdade, com as perspectivas de lucro e, por isso, têm estado a serviço do capital. Tal prática, contudo, esconde-se na ideologia de que o produto da ciência atende interesses sociais, isto é, contribui para a melhoria da qualidade de vida dos mais necessitados. (TREVIZAN, 2000, p. 180).

A ciência tem evoluído ao longo dos séculos consideravelmente, e o ensino de Ciências com introduções à sustentabilidade tem sofrido críticas no meio educativo quando se refere às práticas educativas desenvolvidas pelos docentes. Para alguns autores, a grande dificuldade está talvez relacionada aos materiais didáticos, os quais muitas vezes não trazem a realidade do aluno, ou seja, sem abstração do dia a dia. A falta de tempo para o planejamento e atualização pedagógica e a deficiência

dos materiais tecnológicos são exemplos das maiores dificuldades dos professores para garantir o sucesso da formação dos alunos.

Para Cavalcanti Neto e Amaral (2011), um dos fatores que dificultam o desenvolvimento de aspectos ambientais numa perspectiva crítica está relacionado à concepção que os professores apresentam do processo educativo na formação dos sujeitos. Tal concepção é percebida pela identificação de aspectos discursivos que evidenciam uma prática docente específica, na qual se predominam as abordagens de conteúdos conceituais e de uma abordagem comunicativa de autoridade, que, apesar de importante no processo de construção de significados, quando predominante em relação à abordagem dialógica, dificulta o diálogo entre os saberes, fator que se configura como limitante na formação de sujeitos críticos diante das problemáticas ambientais.

Entendemos que o professor precisa apoderar-se, ter sensibilidade e contar com um suporte eficiente para escolher os recursos a serem adotados em sala de aula, pois sabemos que o educando de hoje não é mais um simples depositário de informações, mas um indivíduo instigador, experiente quanto ao mundo que está se formando. Diante dessa situação, os Parâmetros Curriculares Nacionais apontam que:

O professor tem o importante papel de se posicionar como guia no processo de ensino-aprendizagem. Sabendo que é responsabilidade da escola e do professor promover o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na

memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno. (BRASIL, 1998, p. 62).

A proposta do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de Ciências para 2017 determina que, para além das novas descobertas, os livros didáticos de Ciências estejam atualizados com temáticas emergenciais relativas aos novos problemas. Ainda vem retratar a preocupação com o ambiente, com a urbanização, com as novas maneiras de se habitar e se conectar ao mundo virtual, em que a ciência está em constante ebulição, provocando no ensino e na docência do ensino de Ciências uma movimentação contínua, um despertar para novos modos de ensinar e aprender. A cada dia, novas tecnologias de informação e de entretenimento estão disponíveis no universo virtual. O(a) professor(a) se vê em uma situação em que não é possível mais ensinar sem considerar a imersão do(a) estudante no mundo virtual (BRASIL, 2016).

Ainda se reportando ao texto citado no PNLD, fica um parêntese em aberto sobre os questionamentos relativos à seguinte confirmação: se o professor é a chave principal nessa nova ordem educacional, então não podemos deixar de refletir que, se os docentes não trabalharem com os recursos inovadores, não chegaremos à mudança.

O ensino fundamental como ferramenta da Educação Ambiental

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, define que o ensino básico é composto por educação infantil,

ensino fundamental e ensino médio. O ensino fundamental é obrigatório pelo período de 9 anos, iniciado por crianças de 6 anos, com o objetivo de formação básica do cidadão, mediante alguns conceitos, como: a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade; o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores. Já o ensino médio tem como um dos objetivos a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental.

Nesse contexto, é no ensino fundamental que a formação do cidadão é iniciada, o que representa um desafio no processo de ensino e formação, por abranger diferentes fases do desenvolvimento: a infância, de 6 a 12 anos, e a adolescência, de 13 a 15 anos, nas quais ocorrem mudanças psicossociais intensas, requerendo métodos pedagógicos diversificados para o sucesso do ensino/formação da criança/adolescente.

A criança de 7 a 12 anos está cognitivamente, em termos piagetianos, vivenciando o Estágio Operatório Concreto, no qual se torna capaz de operações mentais e ações vinculadas ao sistema lógico. Nessa fase, a criança adquire o pensamento operatório de combinação, separação, ordenação, transformação de objetos (BEE, 2003). A apresentação do meio ambiente em que a criança está inserida é fundamental para o entendimento da relação entre o homem e o meio em que vive. A criança inicia a percepção dos seus atos quando faz manipulação dos objetos e verifica o resultado, no entanto ainda não possui o senso avaliativo das suas ações em plenitude. Podemos identificar também nessa etapa os primórdios da auto-

nomia moral, em que noções como a de igualdade e a de reciprocidade passam a fazer parte do repertório analítico da criança, aquisições essas fundamentais aos propósitos da Educação Ambiental, uma vez que permitem o entendimento do meio ambiente como usufruto coletivo e a necessidade de consenso social para sua preservação.

O trabalho com o adolescente, por sua vez, deverá pautar-se nas mudanças típicas vividas pelos adolescentes a partir dos 12/13 anos. Em termos cognitivos, dá-se início ao que Piaget denominou de Estágio Operatório Formal, cuja principal característica é o pensamento hipotético-dedutivo. Com isso, vem a possibilidade de avaliação crítica do resultado gerado pela manipulação dos objetos, além da elaboração de conceitos mais abstratos, como de amor, justiça, democracia e outros, vinculados a noções de ética (BEE, 2003). Nesse sentido, a sensibilidade para questões ambientais pode se dar como princípio ético universal, exigindo dos sujeitos um posicionamento mais consciente e autônomo.

Em ambos os casos, o papel dos educadores (pais e professores) é de grande relevância, pois qualquer trabalho de conscientização parte do estabelecimento de referências e direcionamentos, numa perspectiva cooperativa. Para Piaget (1975), o meio externo regula e corrige o desenvolvimento do conhecimento adaptativo, em que a função do conhecimento é produzir estruturas lógicas que permitam ao sujeito atuar no mundo de formas cada vez mais complexas e flexíveis.

A abordagem da sustentabilidade no ensino fundamental é, portanto, estratégica na formação de cidadãos com valores éticos e morais elevados, sob o aspecto da relação entre o homem e o meio ambiente. A ideia de preservação do meio ambiente e seus recursos naturais

para as próximas gerações fixa-se em valores morais estruturais que se propagam nas fases de desenvolvimento da adolescência e fase adulta. As atividades como reuso de água, coleta seletiva dos resíduos sólidos, reciclagem de materiais e descarte consciente do lixo eletrônico serão ações naturais e permanentes dos cidadãos que tiveram durante a sua formação básica a avaliação crítica dos resultados das suas ações no meio ambiente, além da consciência do impacto para as gerações futuras.

Conclusões

A relação entre o homem e o meio ambiente e suas consequências para as próximas gerações é um assunto contemporâneo e de grande relevância. O crescimento socioeconômico dos países empregando os princípios da sustentabilidade está sendo amplamente discutido em todos os níveis, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento, visando à preservação da espécie humana em condições ambientalmente favoráveis.

A formação moral e ética das crianças faz parte das estratégias para a disponibilidade dos recursos naturais em abundância para as gerações futuras. A Educação Ambiental inserida em todos os níveis educacionais tem contribuído para o esclarecimento do impacto das ações dos seres humanos no planeta Terra, no entanto ainda é preciso avançar muito na perspectiva da moral dos cidadãos no desenvolvimento das atividades baseadas no princípio da sustentabilidade.

A abordagem da sustentabilidade na educação fundamental é de grande importância para a formação de cidadãos conscientes e críticos em relação às influências das suas ações no meio ambiente, como também capazes

de atenuar o impacto ambiental resultante das atividades de exploração dos recursos naturais.

Referências

BEE, H. *A criança em desenvolvimento*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BRASIL. *Caderno Secad: Educação Ambiental e Aprendizagens de Sustentabilidade*. Brasília, DF: MEC, 2007.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 dez. 1996.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CEB nº 7, de 14 de dezembro de 2010. Fixa Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 15 dez. 2010.

BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental*. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. PNLD 2017. *Guia de livros didáticos no ensino fundamental: anos finais de Ciências*. Brasília, DF: MEC, 2016.

CAVALCANTI NETO, A. L. G.; AMARAL, E. M. R. Ensino de Ciências e Educação Ambiental no nível fundamental: análise de algumas estratégias didáticas. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 1, p. 129-144, 2011.

LEFF, E. *Epistemologia ambiental*. São Paulo: Cortez, 2001.

LIMA, G. C. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 6, n. 2, p. 99-119, 2003.

MACHADO, A. A. O local e o global na estrutura da política ambiental internacional: a construção social do acidente químico ampliado de Bhopal e da convenção 174 da OIT. *Contexto Internacional*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 7-51, 2006.

MEDEIROS, H.; SATO, M. Educação Ambiental na temporalidade do Acre: um olhar sobre a heterotopia de Chico Mendes. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, Cuiabá, v. 4, p. 72-80, 2009.

ONU. *Declaração de Estocolmo de 1972*. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc>. Acesso em: 26 out. 2016.

PEREIRA, P. H. S.; TERZI, A. M. Aspectos gerais da Lei de Educação Ambiental e a problemática da transversalidade em sua aplicação nas escolas. *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, v. 13, n. 75, s.p., 2010.

PIAGET, J. *A formação do símbolo na criança*. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

REVISTA Educação. Disponível em: <http://www.revistaeducacao.com.br/apresenta2.php?edicao=254&pag_id=239>. Acesso em: 15 dez. 2007.

RODRIGUES, D. C. G. A. Ensino de Ciências e a Educação Ambiental. *Revista Práxis*, Volta Redonda, v. 1, n. 1, p. 31-35, 2009.

TREVIZAN, S. D. P. Ciência, meio ambiente e qualidade de vida: uma proposta de pesquisa para uma universidade comprometida com sua comunidade. *Ciência & Saúde Coletiva*, Manguinhos, v. 5, n. 1, p. 179-186, 2000.

Aplicação de colágeno no tratamento de lesões cutâneas: abordagem teórico-metodológica

José Jonathas Albuquerque de Almeida
Aluísio Marques da Fonseca

Introdução

Ao iniciarmos uma pesquisa, faz-se necessário realizarmos algumas etapas fundamentais para a efetivação e legitimação da mesma, tendo em vista seu caráter científico, através de embasamento teórico, metodologia, métodos e técnicas de pesquisa.

Para o desenvolvimento de novos conceitos, ideias, experimentos e teorias, o uso do raciocínio lógico para algumas áreas é algo fundamental, como a existência de provas e elementos que possam “convencer” o público daquilo que se pretende comprovar cientificamente. Segundo Chauí (2012, p. 86):

[...] o raciocínio é o conhecimento que exige provas e demonstrações e se realiza igualmente por meio de provas e demonstrações das verdades que estão sendo conhecidas ou investigadas. Não é só um ato intelectual, mas são vários atos intelectuais internamente ligados ou conectados, formando um processo de conhecimento. Porém, um raciocínio se realiza em condições tais que a individualidade psicológica do sujeito e a singularidade do

objeto são substituídas por critérios de generalidade e universalidade, temos a dedução, a indução e abdução.

No caso desta pesquisa, que tem como objetivo desenvolver uma fórmula farmacêutica em gel à base de colágeno para o tratamento de lesões cutâneas, o método indutivo ou indução se configura como sendo o mais adequado para se aplicar, devido à proposta apresentada.

O método dedutivo e/ou hipotético dedutivo parte de uma verdade que já é conhecida, que funciona como um princípio geral, no qual tudo aquilo que se venha a conhecer se dará por meio desse princípio geral. É uma verdade já conhecida que terá aplicabilidade em outros casos que mantenham ligação com o objeto estudado. É dito que a dedução parte de um contexto geral ou universal para o individual.

Ao contrário do método dedutivo, o método indutivo parte de casos similares, iguais ou particulares. Para se ter uma definição geral ou conceituação que possa subordinar todos esses casos, teremos o estabelecimento de técnicas que venham a ser trabalhadas mediante uso da observação. Embora esse método não tenha o estabelecimento de uma verdade em caráter definitivo, pode fornecer embasamento para que exista aceitação de sua colocação, de modo a defendê-la com racionalidade, tornando a sua ideia mais segura. Vale ressaltar que, quanto maior for o número de observações e testes realizados, maior será o nível de confiança.

A indução é importante por encontrar-se presente nas ciências experimentais, as quais utilizam, em sua grande maioria, equipamentos, elementos químicos, técnicas específicas de laboratórios, dentre outros. Dispondo ainda de uma perspectiva probabilística que

mantém um envolvimento com o processo do empirismo (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2002).

Partindo dessa ideia, abordaremos a seguir o empirismo e o positivismo, através de sua conceituação e seus representantes, destacando como essas correntes de conhecimento poderão dar suporte teórico necessário para o desenvolvimento do método a ser utilizado nesta pesquisa.

O empirismo e o positivismo: conceitos e teóricos

No século XVIII, após crise social e moral, legado do fim da Idade Média, o movimento iluminista defendia o processo de libertação do pensar, rompendo com os resquícios dos grilhões da igreja católica. Esse contexto se deu inicialmente na França, Alemanha e Inglaterra, onde se defendia uma racionalidade crítica contra a fé, as superstições e os dogmas religiosos (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2002).

Um século após, apareceria o positivismo, tendo como precursor Augusto Comte, que desenvolveu os conceitos e as classificações da ciência positivista, acreditando que toda ação do homem, mesmo partindo de um determinado princípio especulativo ou ativo, deve, inexoravelmente, alcançar o concreto, o real. Nesse sentido, defendeu que o conhecimento encontrava-se dividido entre “teórico ou especulativo” e “prático ou empírico” (MESQUITA, 2000).

A ciência positivista caracteriza-se pela valorização de um determinado método empirista, objetivista e quantitativo, no qual as explicações dos fatos devem ser feitas por meio de experimentos, tendo uma sustentação

teórica somente quando for comprovada e validada por um método científico.

A partir disso, pode-se pressupor o surgimento de novos modos de pesquisas experimentais, utilizando laboratórios, elementos químicos e outras ferramentas que venham dispor de uma comprovação, detalhando o caminho de determinado resultado ou objetivo pretendido, constituindo uma justificativa plausível por meio de um método ou experimento científico.

O empirismo é uma teoria de conhecimento em que todo e qualquer conhecimento humano deriva, direta ou indiretamente, de experimentação, podendo envolver as sensações e as percepções relativas aos encadeamentos do pensar para o processo de razão (JAPIASSÚ; MARCONDES, 2002).

Segundo Mesquita (2000), o empirismo lógico se configura por meio das bases do conhecimento, apresentando objetividade de uma realidade do sujeito em oposição à realidade objetiva, do entendimento de uma verdade essencial e universal, tendo uma lógica finalista de causalidade, que venha esta envolvida pelo positivismo.

Como já se sabe, o método indutivo mantém ligações com o processo do positivismo, que, por sua vez, estão interligados, direta e indiretamente, com o empirismo, caracterizando-se por trabalhar com técnicas, experiências e teorias que estão embasadas para explicar algo de forma científica/experimental, não utilizando a subjetividade para explicar o seu objetivo. O mesmo compreende três fases, são elas: generalização, observação dos fatos/fenômenos e entendimento da relação de ambos (CHAUÍ, 2012).

Para desenvolver pesquisas que estejam embasadas nessas linhas, é necessário que o pesquisador obser-

ve qual o método utilizar, as técnicas, as ferramentas, os equipamentos e os produtos, quando e como aplicá-los, estando o mesmo em um processo contínuo de pensar e observar cada etapa ou fase da pesquisa para se chegar a um novo conhecimento.

De acordo com Boaventura Santos (2009), perguntas simples, como já fazia Rousseau, são extremamente importantes para entendermos o sentido que existe na relação entre ciência e experiências cotidianas, de modo que, assim, possamos atravessar o período de transição nas rupturas que ocorrem no conhecimento. Conforme o pensamento de Boaventura Santos (2009, p. 18):

[...] Estamos de novo regressados à necessidade de perguntar pelas relações entre a ciência e a virtude, pelo valor do conhecimento dito ordinário ou vulgar que nós, sujeitos individuais ou colectivos, criamos e usamos para dar sentido às nossas práticas e que a ciência teima em considerar irrelevante, ilusório e falso [...].

Dessa forma, é fundamental no processo de construção do conhecimento perguntar-se o tempo todo sobre o que estamos estudando e como estamos trabalhando para atingir nossos objetivos dentro da pesquisa, em que aquilo que pode ser simples ou aparentemente não demonstrar valor significativo poderá ser a essência principal do que estamos buscando defender nesta proposta sobre a aplicação prática do colágeno na busca do alívio e do tratamento de lesões cutâneas. Este é um exemplo de proposta prática do emprego da ciência em prol da sociedade.

Desenvolvimento da pesquisa e alguns fundamentos científicos

Atualmente, pode-se afirmar que está tendo uma crescente valorização dos subprodutos industrializados que envolvem colágeno pela população em decorrência dos benefícios que o mesmo dispõe na estrutura funcional do corpo humano e matriz celular. Com isso, as principais fontes de extração de colágeno são: pele, carnes, couro e ossos bovinos, servindo como matéria-prima para a produção de colágenos para o consumo humano (GÓMEZ-GUILLEN et al., 2011).

Partiremos do pressuposto de que os pés de frangos contêm colágeno, em seguida utilizaremos um método de extração diferente ou similar aos métodos já existentes para extração, com o propósito de desenvolver um estudo comparativo entre os métodos de extração em busca de identificar qual desses dispõe de melhor funcionalidade extrativa, tendo em vista que não identificamos um método de extração exclusivo para extrair esse colágeno do frango.

Esse material será submetido a análises laboratoriais para identificar suas condições estruturais e características físico-químicas e para quantificar e testar o mesmo, por meio de métodos e equipamentos específicos, direcionando-o aos objetivos a que esta pesquisa dedica-se. Utilizaremos os princípios do método indutivo para nosso embasamento, sendo estes: racionalidade, observação e falseabilidade, com vistas a fornecer embasamento científico.

Ao estabelecer uma relação entre conceitos e experiência, podemos perceber, a partir da modernidade, que toda experiência vem a se refletir em um conhecimento, o qual é ilimitado, apesar de termos a consciência de que

o conhecimento é algo que passa por um processo de experiência. Para Japiassú e Marcondes (2002, p. 24):

A ciência é um estudo especulativo, nem uma opinião a ser sustentada, mas um trabalho a ser feito, a serviço da utilidade do homem e de seu poder. Onde para dominar a natureza precisamos antes conhecer suas leis por métodos comprovados. O novo método deve consistir na observação da natureza. Contudo, para se ver claro, é necessário, antes, fazer uma classificação das ciências: as ciências da memória (ou história), as ciências da razão (filosofia) e as ciências da imaginação (poesia). O método experimental de pesquisa das causas naturais dos fatos: em primeiro lugar, devemos acumular os fatores; em segundo, classificá-los; e finalmente, determinar suas causas. Contudo, a formulação deste método experimental indutivo exige, como condição, a eliminação de falsas noções, que Bacon denomina de ‘ídolos’, fantasmas da verdade.

É visto que o direcionamento desta pesquisa encontra-se envolvido nos elementos que Bacon defende em suas obras. Serão propostos no método a experimentação e a classificação do objeto de estudo, assim como a tentativa de observar a estrutura e os princípios de ação quando desenvolvida a fórmula farmacêutica em gel à base de colágeno.

Trabalharemos com Karl Popper no embasamento dos princípios da falseabilidade, em que será uma aceção à hipótese, teoria ou ideia que este trabalho pretende desenvolver. Ou seja, trabalharemos com a hipótese de desenvolver um método de extração para o colágeno a partir de fonte animal.

Para Popper (MILLER, 2010), o seu critério de falsabilidade possibilitaria uma falsa hipótese científica, que permitiria um processo de correção e retorno de determinada teoria científica, a qual estava comprovada anteriormente, ou seja, uma teoria serviria de base para novas teorias, jamais se fundamentando de forma conclusiva, como verdade absoluta.

Notamos que as teorias acima contribuíram significativamente para o avanço no campo científico, por fornecer embasamentos e teorias que originam métodos de pesquisas, sendo esses trabalhados, utilizados e melhorados conforme se tem o avanço científico.

Assim, o conhecimento parte de observação feita, tendo delineamento de hipóteses, a partir da qual irá pensar no método de como comprovar o que hipoteticamente se acredita, por meio de experimentos, ferramentas e técnicas laboratoriais para o entendimento lógico e racional de como se chegou a determinado resultado.

Segundo Boaventura Santos (2011), o progresso científico e das artes contribuirá para purificar ou romper os nossos costumes, em que temos a necessidade de regressar a nossas perguntas e pensamentos em virtude da ciência, tendo que ser mais rousseauianos no processo de perguntar do que no de responder.

É importante que o pesquisador em seu trabalho não deixe o seu desejo pelo estudo influenciar de forma negativa os resultados da pesquisa, ou seja, o mesmo deve sempre estar pensando e analisando todo o seu processo metodológico para conseguir resolver e trilhar o caminho que será seguido. Afinal, foi por meio de perguntas, questionamentos e pensamentos que os grandes teóricos filosóficos chegaram a suas descobertas, que ainda hoje

são trabalhadas e descritas em grandes estudos em favor dos seus conhecimentos.

Aplicação do colágeno no tratamento de lesões cutâneas

Em razão do elevado número de pessoas acometidas por lesões cutâneas, tem-se um problema de saúde pública que acarreta impactos sociais, culturais e espirituais na rotina dos indivíduos acometidos. O alto custo dos produtos utilizados para o tratamento dessas lesões, dentre outros fatores, ocasionou a necessidade de se pensar hipoteticamente no desenvolvimento de novas fórmulas farmacêuticas que venham a ser utilizadas no tratamento das lesões cutâneas, sendo de fácil acesso e refletindo positivamente no processo de cicatrização e recuperação dos tecidos que são acometidos por esse problema. Com isso, visa-se devolver aos pacientes um sorriso, confiança, autoestima e força para retornarem às suas atividades cotidianas.

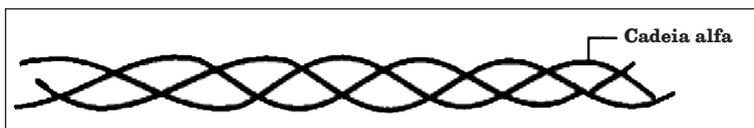
Com base em observações feitas, identificamos que existem altos índices de pessoas portadoras de lesões cutâneas, muitas das quais com caráter crônico, o que desencadeia um custo financeiro elevado por instituições e população para o tratamento.

Sabendo que o colágeno é fundamental para a estrutura corpórea, a partir disso iremos abordar a importância do mesmo e de sua utilização. O colágeno é uma proteína fibrosa de origem animal, podendo ser sintetizado e hidrolisado em laboratórios, tendo em sua estrutura cadeias peptídicas de aminoácidos: glicina, lisina, prolina, hidroxiprolina, hidroxilisina e alanina, que se organizam em eixos, formando as fibras de colágeno,

que são importantes elementos constituintes da matriz extracelular e do tecido conjuntivo, contribuindo com a integridade estrutural dos organismos multicelulares (SILVA; PENNA, 2012). De acordo com Vargas, Audi e Carrascosa (1997, p. 1):

O colágeno é a maior classe de proteína fibrosa insolúvel encontrada na matriz extracelular e nos tecidos conectivos. É uma família de proteínas relacionadas, geneticamente diferentes, cuja principal função é estrutural. Estão classificados pelo menos 18 tipos de colágenos e suas subunidades (cadeias alfa) são codificadas por genes diferentes. Os colágenos tipo I, II e III são os mais abundantes do organismo. O tipo I está presente na pele, tendão e osso; o tipo II, em cartilagem e humor vítreo; e o tipo III, em pele e músculos. Cada molécula de colágeno é um bastão pequeno e rígido formado pelo entrelaçamento em tríplice hélice de três cadeias polipeptídicas chamadas cadeias alfa (fig. 1). Essa estrutura protéica justifica as propriedades físicas e biológicas dos colágenos: rigidez, solidez e estabilidade.

Figura 1 – Molécula de colágeno: molécula em tríplice hélice formada pelo entrelaçamento de três cadeias alfa.



O colágeno compõe aproximadamente 25% a 30% de todo o organismo humano, predominando em maior quantidade na pele, tecido ósseo, cartilaginoso e tendões, entretanto é essencial pelas características e funções que dispõe na estrutura humana (DUARTE, 2011). Existem em média nove tipos de colágenos que são fundamentais

e responsáveis por determinadas funções do organismo humano. Com base nas propriedades do colágeno, alguns estudos realizados sobre ele dispõem informações importantes a respeito de suas funções no corpo humano.

No organismo, é responsável por diminuir e combater a flacidez da pele, retardando o seu envelhecimento, aumentar e fortalecer as unhas e os cabelos, contribuir no aumento da resistência óssea e articular, melhorar a tonicidade muscular e auxiliar o bom funcionamento de todo o organismo, bem como do sistema linfático (ALMEIDA; CALARGE; SANTANA, 2013).

Conforme já evidenciado, os benefícios da reposição do colágeno para o organismo humano são muitos. Diante disso, a população tem apresentado grande demanda e procura por produtos que contenham em sua base essa proteína. Contudo, esses fatores têm despertado interesse de algumas empresas e investidores para o desenvolvimento de novas pesquisas e produtos que venham a ser utilizados e comercializados para suprir uma demanda dos consumidores.

Holme et al. (2013) trabalharam com feridas que apresentavam o seu processo de cicatrização parado, apresentando mau odor, bem como ausência do tecido de granulação (formação de novo tecido), aumento do processo de exsudato e degeneração dos tecidos ao redor da lesão.

Os pesquisadores realizaram um estudo comparativo antes e depois dessas lesões, quando tratadas com curativos com colágeno em sua composição. Em seu estudo, evidenciaram que em poucos dias se teve uma possível ativação da cascata de cicatrização das lesões, resultando no aumento do tecido de granulação e redução do tamanho do leito da ferida de diferentes tipos de lesões, como: feridas diabéticas crônicas e úlceras de forma significativa (HOLME et al., 2013).

A utilização do colágeno em tratamento de feridas é fundamental, por estar presente em grande quantidade no tecido conjuntivo e por todas as características que o mesmo apresenta no processo de cicatrização do corpo humano, sendo reconhecido e descrito como exemplo em livros e artigos de estomaterapia.

Contudo, devem ser realizadas novas pesquisas que visem buscar descobertas sobre o uso do colágeno no tratamento de lesões cutâneas e seus benefícios gerados para o paciente, sendo enfatizado todo o processo fisiológico de ação e recuperação do paciente, como também buscar novas fontes desse elemento com maior economia, satisfação, eficiência e eficácia para o usuário.

Um estudo desenvolvido por Rodrigues (2009) analisou os efeitos proliferativos e de biossíntese do colágeno quando aplicado em fibroblastos humanos de derme normal. Os resultados evidenciaram que o colágeno possivelmente induziu as propriedades adesivas nos fibroblastos, não ocasionando intoxicação.

A utilização do colágeno sobre a superfície da derme demonstrou resultados satisfatórios. Quando utilizado com *aloe vera* no tratamento de feridas isquêmicas, o mesmo não ocasionou nenhum tipo de incômodo, desconforto ou complicação nos pacientes estudados (OLIVEIRA et al., 2010).

Partiremos das teorias dos filósofos mencionados, trabalhando em busca de comprovar determinados objetivos que estão evidenciados em pesquisas similares. Acreditamos na obtenção de um resultado excêntrico, bem como no aprofundamento do campo científico, visando conhecimento e descobertas que possam servir como base para a resolução de alguns problemas já descritos e conhecidos.

Os avanços do conhecimento científico podem se dar por meio do processo de observação descomprometida, livre, sistemática e, tanto quanto possível, rigorosa, feita com os fenômenos naturais. Bacon (2005) reforça que o processo de experiência não descarta a teoria prévia, os pensamentos dedutivos ou mesmo os que se assentam em especulação, mas vai forçar qualquer um desses a não dispensar, como instância de confirmação, a observação dos fatos. De acordo com Boaventura Santos (2011, p. 43; 55; 68), as formas de conhecimento e ciência podem ser:

[...] Dado que, segundo este, só há duas formas de conhecimento científico – as disciplinas formais da lógica e da matemática e as ciências empíricas [...], segundo o modelo mecanicista das ciências naturais –, as ciências sociais nasceram para ser empíricas [...]. Portanto, por maiores que sejam as diferenças entre os fenômenos naturais e os fenômenos sociais, é sempre possível estudar os últimos como se fossem os primeiros. Assim o conhecimento ganha em rigor o que perde em riqueza e a retumbância dos êxitos da intervenção tecnológica esconde o limite de nossa compreensão do mundo e reprime a pergunta pelo valor humano do afã científico assim concebido [...].

A realização deste trabalho demonstra como se deu início ao processo de conhecimento e embasamento para desenvolver determinado tipo de pesquisa, que utiliza em sua metodologia a observação, a experimentação e o princípio da falseabilidade, ensinando o pesquisador uma nova forma de pensar e abrindo caminhos para um novo conhecimento, sem fechar as portas do que já foi

conhecido ou dito. É nesse sentido que esta pesquisa se orienta e trabalha para atingir os objetivos propostos.

Conclusões

Sabemos que as lesões cutâneas são um problema de saúde pública, a partir disso muitas pessoas buscam tratar as lesões com ensinamentos baseados no senso comum, o que pode ser positivo ou negativo, em decorrência do que foi utilizado e como se levou a efeito tal aplicação.

Dessa forma, a utilização do colágeno vem crescendo cada vez mais, sendo o mesmo associado a alguns alimentos ou produtos com fins terapêuticos, tendo em vista que essa proteína é um dos elementos principais da constituição do organismo. Assim, deve-se estimular e incentivar o desenvolvimento de novas fontes de colágeno e produtos advindos deste.

Alguns estudos que utilizaram o colágeno no tratamento de lesões demonstraram resultado positivo, em que o mesmo favoreceu o processo de cicatrização da lesão em menor intervalo de tempo, reduzindo os gastos e os problemas psicológicos e sociais que essas lesões dispõem quando presentes no homem.

É importante enfatizar que o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carne avícola, o que poderá tornar mais acessível e viável o desenvolvimento deste estudo, por ter matéria-prima de fácil acessibilidade e baixo preço. Assim, tentaremos compreender e estudar como será possível dispor de uma fórmula farmacêutica em gel à base de colágeno para o tratamento das lesões cutâneas.

Referências

ALMEIDA, P. F.; CALARGE, F. A.; SANTANA, J. C. C. Production of a product similar to gelatin from chicken feet collagen. *Engenharia Agrícola*, São Paulo, v. 33, n. 6, p. 1289-1300, 2013.

BACON, F. *Novim organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza*. São Paulo: Nova Cultural, 2005.

BOAVENTURA SANTOS, B. S. Direitos humanos: o desafio da interculturalidade. *Revista Direitos Humanos*, v. 2, p. 10-18, 2009.

BOAVENTURA SANTOS, B. S. (Org.). *Um discurso sobre as ciências revisitado*. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHAUÍ, M. *Iniciação à Filosofia*. São Paulo: Ática, 2012.

DUARTE, F. O. S. *Propriedades funcionais do colágeno e sua função no tecido muscular*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2011.

GOMES, L. M. et al. Estudo de prevalência de úlceras por pressão: um distinto percurso metodológico. In: GOMES, L. M. (Coord). *Enfermagem e úlceras por pressão: da reflexão sobre a disciplina às evidências nos cuidados*. Las Palmas: Pelayo, 2011. p. 301-308.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. et al. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: a review. *Food Hydrocoll*, v. 25, n. 8, p. 1813-1827, 2011.

HOLME, I. B. et al. Cisgenic barley with improved phytase activity. *Plant Biotechnology Journal*, Oxford, v. 10, p. 237-247, 2012.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. *Dicionário Básico de Filosofia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

MESQUITA, A. M. O. O psicodrama e as abordagens alternativas ao empirismo lógico como metodologia científica. *Psicologia: Ciência e Profissão*, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 32-37, 2000.

MILLER, D. (Org.). *Karl Popper: textos escolhidos*. Rio de Janeiro: Contraponto: PUC, 2010.

OLIVEIRA, S. H. S. et al. Uso de cobertura com colágeno e aloe vera no tratamento de feridas isquêmicas: estudo de caso. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 346-351, 2010.

RODRIGUES, V. *Análise dos efeitos do colágeno bovino e derivados na proliferação celular e biossíntese de colágeno em fibroblastos humanos*. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.ksodesign.net/sundown/wp-content/uploads/2012/07/estudo15.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2016.

SILVA, C. S. *Fotoproteção: um cuidado para todos os tipos de pele*. 2009. 34 f. Monografia (Especialização em Ciências Farmacêuticas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

SILVA, T. F.; PENNA, A. L. B. Colágeno: características químicas e propriedades funcionais. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 530-539, 2012.

VARGAS, D. M.; AUDI, L.; CARRASCOSA, A. Peptídeos derivados do colágeno: novos marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo. *Revista da Associação Médica Brasileira*, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 367-370, 1997.

O uso de tecnologias semiautomáticas no atendimento de suporte técnico: a busca pela sustentabilidade no serviço público

Carlos Eduardo Barbosa
Antônio Gelson da Silva Lima
John Hebert da Silva Felix

Introdução

Um suporte bem estruturado e separado dos setores operacionais de Tecnologia da Informação (TI), como desenvolvimento de *software*, gerenciamento de redes, governança de TI, entre outros, traz vantagens para os usuários, proporcionando um suporte com maior agilidade e qualidade e, para a equipe de TI, mais eficiência, pois o funcionário dos setores operacionais não é mais interrompido pelas chamadas diretas dos usuários.

Mas e se a instituição não dispõe de pessoas para constituir uma boa área de suporte? Se for o caso de uma instituição não possuir um quantitativo de funcionários que permita pessoal focado apenas nas solicitações e atendimento aos usuários, por exemplo, como fazer para que os outros serviços de TI não sejam prejudicados? E, no caso de uma instituição pública, como fazer para evitar esses possíveis prejuízos, garantindo, assim, a economicidade e a eficiência do serviço público?

Uma possível resolução para esse problema é usar uma tecnologia que permita atender de forma semiautomática aos chamados de suporte, deixando apenas os chamados mais complexos para serem atendidos pelos funcionários do setor de suporte. A ideia é utilizar uma tecnologia em que o usuário indique o seu problema através de linguagem escrita (formal ou informal) e o programa em questão vá “entendendo” o problema através de palavras ou expressões-chave, como: “defeito”, “impressora”, “não está imprimindo”, “programa não abre”, entre outras. O objetivo dessa ferramenta é resolver os incidentes mais simples no momento do atendimento, quando o usuário utiliza a ferramenta, ou seja, quando “fala” com ela. Dessa forma, o usuário volta a trabalhar o mais rápido possível e esses incidentes não precisam ser repassados para o setor de suporte, que otimiza seu tempo para planejar melhor suas atividades e rotinas.

Este texto busca apresentar esta tecnologia, o robô bate-papo, mostrando a ideia por trás dele, o seu funcionamento, a sua aplicação e as implicações de seu uso em uma instituição pública de ensino.

Central de Suporte e Central de Serviços

Uma dúvida muito frequente e muitas vezes não respondida é a diferença entre “Central de Suporte” (ou *Help Desk*) e “Central de Serviços” (ou *Service Desk*) (COHEN, 2008). Existem diferentes definições, algumas até contraditórias, havendo, inclusive, quem diga que são duas nomenclaturas para a mesma coisa, o que não é verdade (QUAL, 2015).

A Central de Suporte é um serviço que pode ser prestado tanto por uma empresa especializada quanto por uma equipe própria da empresa. Consiste em resolver

problemas de TI que ocorrem na rotina dos usuários que utilizam TI para desempenhar seus trabalhos. O analista de *Help Desk* atende às solicitações dos clientes por telefone, *e-mail*, sistemas *web* ou até mesmo através de acesso remoto ao ambiente do cliente.

Empresas que prestam serviço de *Help Desk* possuem uma estrutura similar à de um *Call Center* para o serviço. Esse atendimento resolve problemas menos complexos e é conhecido por “suporte de nível 1”. Já os casos mais complexos, que demandam especialidade dos analistas e mais tempo para chegar à solução, são considerados de nível 2; eles demandam uma equipe da Central de Serviços para atendê-los. A Central de Serviços, além de mais especializada para a resolução de problemas complexos, é também consultiva e comprometida com o funcionamento técnico da operação.

O atendimento da Central de Serviços, além de telefônico e *on-line*, pode ser presencial, e não necessariamente em casos emergenciais. Equipes avançadas de *Service Desk* realizam visitas preventivas ao cliente, o que lhes possibilita antecipar-se a falhas através de um mapeamento de todo o ambiente do cliente e seu funcionamento. Adiante estão elencados alguns problemas solucionados via *Help Desk* e *Service Desk*:

- Exemplos de problemas comumente resolvidos por *Help Desk*: usuários com problemas em sistemas operacionais, aplicativos, impressoras, *e-mail*, abertura de arquivos, etc.;
- Exemplos de problemas comumente resolvidos por *Service Desk*: paradas repentinas em servidores, problemas em gerenciadores de *e-mail*, falhas de segurança, gerenciamento de permissões de acesso, etc.

Logo, a Central de Serviços pode ser considerada como uma evolução do conceito de Central de Suporte. O *Help Desk* é, então, uma forma de atendimento mais simples e imediato aos usuários de TI das empresas, enquanto a Central de Serviços é uma retaguarda mais poderosa, que pode até gerir de forma remota a TI de uma empresa. Ambos os serviços são de extrema importância para as empresas, com vistas a resolver diferentes problemas em diferentes momentos.

Vale salientar que uma Central de Serviços deve possuir uma Central de Suporte para realizar os atendimentos iniciais de suporte. Nossa ideia é utilizar um robô bate-papo para realizar o trabalho inicial de uma Central de Suporte.

Robô bate-papo: aspectos gerais

Um *chat robot* ou robô bate-papo é um personagem de linguagem natural que se comunica com pessoas na *web* através de mensagens instantâneas, *e-mails*, fóruns na *web* ou mesmo através de uma comunicação de voz, a exemplo do telefone (atendente virtual) (WALLACE, 2005).

O robô bate-papo é criado através da linguagem AIML (*Artificial Intelligence Markup Language*), linguagem baseada em XML, desenvolvida para criar diálogos semelhantes à linguagem natural por meio de *softwares*, simulando, assim, a inteligência humana. Ela é projetada para ser de fácil aprendizagem e usabilidade, como o HTML, linguagem usada para criar páginas *web*. Outra vantagem da AIML é que ela foi liberada sob a licença GNU GPL, e a maioria dos intérpretes AIML são oferecidos sob uma licença livre ou de fonte aberta. Isso per-

mite a criação de ferramentas gratuitas e livres para serem disponibilizadas para a comunidade de utilizadores.

Nesse contexto, o robô bate-papo funciona como o *Help Desk* de uma instituição. O robô recebe os chamados dos usuários (via linguagem escrita) e tenta, por intermédio de perguntas e respostas, utilizando-se de uma base de conhecimento gerada por um programador e usando a abordagem de árvore de decisão (POZZER, 2006), decifrar o problema em questão e indicar ao usuário uma possível solução. Na impossibilidade de encontrar essa solução, o robô bate-papo encaminha o chamado para os funcionários do setor de suporte.

Dessa forma, estamos dividindo o suporte técnico em dois níveis: no primeiro nível, funciona o robô bate-papo, que tenta solucionar o problema mediante o texto que o usuário requisitante lhe escreve; no segundo nível, estariam os funcionários do suporte, que resolveriam os problemas não solucionados pelo robô.

Paralelamente, o robô iria “aprendendo” com os problemas que inicialmente não soubesse responder, de modo que futuramente os mesmos incidentes possam ser resolvidos por ele quando ocorrerem novamente. Para isso, o desenvolvedor deverá programar o robô de forma que as perguntas até então sem respostas definidas sejam analisadas e catalogadas (pelo desenvolvedor); então, se as mesmas questões forem suscitadas novamente, já terão respostas adequadas, evitando, assim, que o programador tenha que refazer o trabalho para cada pergunta nova.

Muitos robôs bate-papo têm sido criados baseados na implementação do programa original de Richard S. Wallace e de sua base de conhecimento. Inclusive, temos a implementação de um *chat robot* desenvolvido por bra-

sileiros (GONÇALVES, 2013; WALLACE, 2005). Contudo, a utilização dessa ferramenta para fins de suporte técnico ao usuário ainda não foi amplamente abordada pela comunidade que trabalha com AIML.

A linguagem AIML

O AIML foi desenvolvido por Richard S. Wallace entre os anos de 1995 e 2002. Este serviu de base para o projeto “Alice” (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity*) (WALLACE, 2005).

Como o projeto Alice, a linguagem AIML foi disponibilizada sob a licença GNU GPL; pelo fato de a maioria dos intérpretes AIML serem oferecidos sob uma licença livre ou de fonte aberta, muitos “clones *Alicebot*” têm sido criados baseados na implementação do programa original e na sua base de conhecimento.

Conjuntos AIML em várias línguas foram desenvolvidos e disponibilizados pela comunidade. Existem intérpretes AIML disponíveis em Java, Ruby, Python, C++, C#, Pascal, dentre outras linguagens. A especificação formal e um *Schema* W3C XML para AIML estão disponíveis.

Simplicidade é a chave para o AIML. A ideia por trás do projeto de AIML era torná-lo simples o suficiente para que qualquer um que pudesse desenvolver uma página *web* conseguisse criar um *chat* robô. Se o usuário conhecer três *tags* de HTML (por exemplo, <h1>, <p> e <a>), ele pode criar uma página *web* simples. Se o usuário aprender três *tags* de AIML, ele pode criar um *chat* bate-papo simples. As *tags* mais importantes da AIML são:

- <aiml>: *tag* que começa e termina um documento AIML;

- `<category>`: *tag* que marca uma categoria ou “unidade de conhecimento” na base de conhecimento de um robô bate-papo;
- `<pattern>`: *tag* que é utilizada para conter um padrão simples que corresponde ao que um usuário possa dizer ou digitar a um robô bate-papo;
- `<template>`: *tag* que contém a resposta a uma entrada do usuário.

A seguir, um exemplo de código em AIML:

Quadro 1 – Exemplo de categoria em AIML

```
<aiml>
<category>
<pattern>O QUE É VOCÊ?</pattern>
<template>
<think><set name="topic">Eu</set></think>
Eu sou o último resultado em inteligência artificial, que
pode reproduzir as capacidades do cérebro humano com maior
velocidade e precisão.
</template>
</category>
</aiml>
```

Fonte: Elaboração própria (2016).

Note que as marcas de abertura e fechamento – `<aiml>` – indicam o início e o fim do documento AIML. Tudo entre `<category>` e `</category>` é uma categoria. A categoria pode ter um padrão (*pattern*) e um modelo (*template*).

Em qualquer caso, se a categoria “O QUE É VOCÊ?” é chamada (ou seja, quando o usuário insere dados que correspondem a essa categoria), irá produzir a resposta “Eu sou o último resultado em inteligência artificial [...]”, conforme mostrado no quadro 1. Usando a *tag*

<think>, que faz com que o *chat* robô execute tudo o que ele contém, mas esconde o resultado do usuário, o motor do robô irá definir o “tema” em sua memória como “Eu”. Isso permite que qualquer categoria em outros lugares com um valor explícito de “tema” igual a “Eu” apresente melhor correspondência do que as categorias com os mesmos padrões que não possuem um tema explícito. Isso ilustra um mecanismo por meio do qual o programador do robô bate-papo pode exercer um controle preciso sobre um fluxo de conversação.

O padrão mostrado corresponderá somente à frase exata “O que é você” (maiúsculo é ignorado). Mas é possível que essa categoria possa ser invocada por outra categoria, usando a *tag* de recursão <srail>. O uso mais comum de <srail> é mapear dois, ou mais, padrões para a mesma resposta, como podemos observar no quadro 2:

Quadro 2 – Exemplo de recursão em AIML

```
<category>
<pattern> P </pattern>
<template>
<srail> Q </srail>
</template>
</category>
<category>
<pattern> Q </pattern>
<template> R </template>
</category>
```

Fonte: Elaboração própria (2016).

No exemplo anterior, uma entrada correspondente ao padrão “P” ou “Q” obtém a mesma resposta: “R”. Em outras palavras, se o usuário digitar “Q”, ele irá receber

como resposta “R”. Se o usuário digitar “P”, ele irá receber a mesma resposta que receberia se tivesse digitado “Q”: a resposta “R”.

Há também 20 ou mais *tags* de modos adicionais que podem ser encontradas em arquivos AIML, e é possível criar suas próprias *tags*, sendo essas chamadas de “predicados personalizados”¹.

Aplicação do robô bate-papo como Central de Suporte

Após entender como funciona a linguagem AIML, pode-se agora configurar o robô para que ele trabalhe como uma Central de Suporte de serviços relacionados à TI. Para povoar a base de conhecimento do robô, primeiro tem-se que conhecer o catálogo de serviços de TI da instituição para a qual ele oferecerá suporte. O Catálogo de Serviços de TI é um instrumento que fornece uma fonte única e organizada de todos os serviços prestados pela área de TI.

Difícilmente uma área de TI conseguirá manter a qualidade e a credibilidade tão fundamentais e necessárias para o seu dia a dia sem uma definição bem estruturada de seu Catálogo de Serviços (FREITAS, 2013). Relacionar todos os serviços, entretanto, não é tarefa fácil. Para organizar o Catálogo de Serviços, é preciso:

- Esclarecer as expectativas do usuário: definir os serviços prestados e os serviços não prestados pela TI;
- Organizar os serviços: combinar, classificar ou reorganizar as tarefas definidas no item anterior;

¹ Mais informações sobre *tags* AIML estão disponíveis em: <<http://www.alice-bot.org/documentation/aiml101.html>>.

- Estipular níveis de acordo com o serviço: definir qual importância do serviço, em que horário e por meio de quais mecanismos ele é oferecido.

Além do Catálogo de Serviços, o robô precisará conhecer a base de conhecimento dos problemas resolvidos pela área de TI. Essa base de conhecimento é o repositório de informações sobre os problemas resolvidos pela TI e os procedimentos para solucioná-los. Pode-se afirmar que a base de conhecimento é uma das ferramentas mais importantes em uma Central de Suporte (COHEN, 2008).

Vale salientar que o robô irá tentar resolver problemas simples, solucionáveis a partir do treinamento do usuário. Problemas que necessitem obrigatoriamente de intervenção humana para ser realizado deverão ser passados para a equipe de suporte. Em outras palavras, o robô irá auxiliar o usuário em problemas que o próprio usuário possa resolver, se este possuir o conhecimento para tal.

A imagem adiante mostra um exemplo de código AIML sobre a resolução de um problema de impressora:

Imagem 1 – Código AIML resolvendo problema de impressora

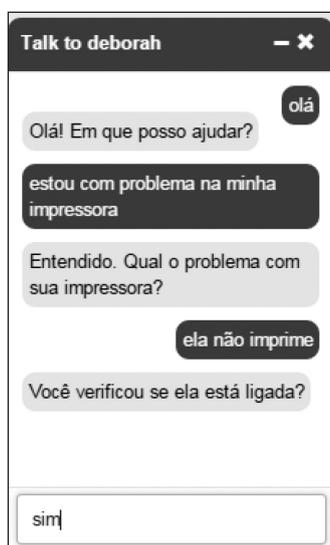
```
30 <category>
31   <pattern>* PROBLEMA * IMPRESSORA *</pattern>
32   <template>
33     Entendido. Qual o problema com sua <set name="topic">impressora</set>?
34   </template>
35 </category>
36
37 <category>
38   <pattern>* IMPRESSORA * PROBLEMA</pattern>
39   <template><srail>* PROBLEMA * IMPRESSORA *</srail>
40 </template>
41 </category>
42
43
44 <topic name="impressora">
45   <category>
46     <pattern>* NÃO IMPRIME</pattern>
47     <that>* PROBLEMA * IMPRESSORA</that>
48     <template>
49       Você verificou se ela está ligada?
50     </template>
51   </category>
52   <category>
53     <pattern>* SIM *</pattern>
54     <that>VOCÊ VERIFICOU SE ELA ESTÁ LIGADA</that>
55     <template>
56       Você verificou se ela está com papel atolado?
57     </template>
58   </category>
59   <category>
60     <pattern>* SIM *</pattern>
61     <that>VOCÊ VERIFICOU SE ELA ESTÁ COM PAPEL ATOLADO</that>
62     <template>
63       OK. Veja o que se pode fazer:
64
```

Fonte: Elaboração própria (2016).

Por exemplo, se o usuário digita “A IMPRESSORA NÃO IMPRIME”, o robô irá perguntar ao usuário se ele “Verificou se ela está ligada”. Se a resposta for “SIM”, o robô perguntará se o usuário “Verificou se ela está com papel atolado”.

É importante frisar que cada *tópico* da área de conhecimento do robô bate-papo diz respeito a um *serviço* do Catálogo de Serviços da TI, enquanto que o desenvolvimento da *conversa* do robô é baseado na *base de conhecimento* da solução de problemas. Nesses termos, cada serviço propiciado pela equipe de TI se transformará em um tópico com várias categorias, em que essas irão ditar quais os possíveis problemas relacionados àquele serviço e apontar as possíveis soluções.

Imagem 2 – Conversando com o robô



Fonte: Elaboração própria (2016).

O que se percebe nos setores de suporte é que a grande maioria dos problemas que param o serviço público é oriunda de chamados básicos que poderiam ser resolvidos com facilidade pelo próprio usuário do equipamento. Logo, o uso do robô bate-papo pode evitar que o servidor de TI precise deslocar-se ao local para solucionar a questão, podendo, assim, resolver problemas mais difíceis e específicos, tornando a fila de espera de atendimento cada vez menor.

Conclusão

O objetivo fundamental da Central de Suporte e, conseqüentemente, da Central de Serviços é evitar que o usuário perca tempo quando encontra uma dificuldade com a tecnologia. Sendo assim, uma intervenção rápida

e eficiente permite reduzir o impacto do negócio por deixar o usuário final “parado”, o que pode ocasionar “desperdício” ao orçamento público, no caso de instituições públicas.

A principal razão para disponibilizar o robô bate-papo para o usuário é permitir que o mesmo tenha acesso rápido, eficiente e direto aos recursos de que necessita para resolver seus problemas de TI. Com isso, é possível ter como benefícios:

- Autonomia do usuário para resolver os problemas por conta própria, sem a necessidade de contato com a equipe de suporte;
- Melhora no nível de satisfação do usuário, pois ele encontra a solução para o problema sem precisar abrir um chamado;
- Aumento no período de cobertura e atendimento de suporte técnico: o usuário obtém sua resposta quando precisa dela, 24 horas, 7 dias por semana, e não apenas durante o horário de expediente da equipe de suporte. Essa maneira de agir minimiza a necessidade de técnicos adicionais em horários extra-expediente;
- Redução de custos internos: uma vez que mais e mais questões de suporte acabam sendo respondidas via autoatendimento, o volume de incidentes diminui ou se mantém constante no tráfego telefônico e contribui para reduzir as necessidades de novos técnicos.

Dessa forma, o robô funciona como um serviço de autoatendimento do usuário; este indica a sua dificuldade com TI e recebe instruções claras (em texto escri-

to) sobre como sanar seus problemas. Contudo, para o sucesso da utilização da tecnologia do robô bate-papo, a instituição e o seu setor de TI devem desenvolver fórmulas de incentivo ao autoatendimento. Dependendo da cultura da instituição, o usuário pode sentir-se mais à vontade falando com um técnico do que pesquisando por conta própria. Algumas sugestões para reverter esse hábito podem ser: divulgação do serviço do robô, premiação pela utilização do robô, colocação do robô na página inicial do sistema *web* de abertura de chamados, entre outras.

Apesar de se tratar de um robô cibernético, a conversa entre ele e o usuário final é uma forma de humanizar o atendimento inicial de suporte, fazendo com que o usuário pense que esteja conversando com uma pessoa e que a mesma possui toda paciência e tempo disponível para atendê-la. Porém, esse pensamento tem um revés: caso o robô não consiga entender o que a pessoa esteja pedindo ou entrar em um *loop* infinito, não conseguindo indicar uma resposta para o cliente, o usuário pode se irritar e criticar o atendimento – podendo até criticar a equipe de suporte.

Vale salientar que a implantação dessa tecnologia não é onerosa financeiramente para a instituição que a implantar, pois a linguagem AIML é liberada sobre a licença GNU GPL. Essa licença permite que os programas sejam distribuídos e reaproveitados, mantendo, porém, os direitos do autor, de forma a não permitir que essa informação seja usada de uma maneira que limite as liberdades originais. A licença não permite, por exemplo, que o código seja apoderado por outra pessoa, ou que sejam impostas sobre ele restrições que impeçam que seja distribuído da mesma maneira que foi adquirido.

Portanto, a ideia de implementação do robô bate-papo no setor público visa trazer melhorias para a equipe de suporte, que poderá atender aos chamados mais rapidamente, tendo maior tempo para organizar, planejar e melhorar as estruturas de serviços dentro do próprio setor, fazendo com que o mesmo alcance cada vez mais um nível maior de satisfação dos usuários, já que estes terão seus problemas resolvidos mais rapidamente e com excelência, gerando, pois, uma maior celeridade nos processos e nas atividades do órgão público.

Além disso, com a redução do tempo de atendimento dos chamados, podemos considerar, de forma subjetiva, uma economia no orçamento da instituição. Como teremos menos ociosidade dentro do setor, o funcionário público poderá cumprir uma maior série de atividades dentro de sua carga horária, evitando processos e/ou procedimentos lentos ou parados.

Referências

ALBANO, C. S. Importância da gestão do conhecimento sob a óptica da área de Tecnologia da Informação: estudo de caso em uma universidade federal. *Revista da Faculdade de Administração e Economia*, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 78-100, 2012.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOUNDATION. *AIML*: artificial intelligence markup language. Disponível em: <<http://www.alicebot.org/aiml.html>>. Acesso em: 1º nov. 2016.

BECKER, M. *Avaliação da aplicabilidade de recursos na área de TI para a continuidade dos sistemas críticos ao negócio*. 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Redes e Telecomunicações) – Programa de Pós-Gradua-

ção em Gestão de Redes e Telecomunicações, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2012.

COHEN, R. *Gestão de Help Desk e Service Desk: ensaios e crônicas ao supervisor de pequenos e médios centros de suporte técnico, Help Desk e Service Desk*. São Paulo: Novatec, 2011.

COHEN, R. *Implantação de Help Desk e Service Desk*. São Paulo: Novatec, 2008.

FREITAS, M. A. S. *Fundamentos do gerenciamento de serviços de TI*. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

FUNDAMENTOS em gerenciamento de serviços de TI. Disponível em: <http://www.tjdft.jus.br/institucional/control-interno/boas-praticas/itil@/at_download/file>. Acesso em: 20 out. 2015.

GONÇALVES, P. *Portuguese AIML bot cybora*. Disponível em: <<http://alicebot.wikidot.com/aiml:pt-br:cybernet:cybora>>. Acesso em: 1º nov. 2016.

GOVERNANÇA de TI. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/governan%c3%a7a_de_ti>. Acesso em: 15 out. 2016.

LEITÃO, M. A. *Governança de TI em instituições federais de ensino superior*. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbsi/2010/0032.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2016.

MAGALHÃES, I. A.; PINHEIRO, W. B. *Gerenciamento de serviços de TI na prática: uma abordagem com base na ITIL®*. São Paulo: Novatec, 2007.

MELO, D. R. A. A importância da tecnologia da informação nas estratégias das organizações contemporâneas: breve revisão de literatura. In: CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 5., 2008, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Conviva, 2008. p. 1-6.

POZZER, C. T. *Aprendizado por árvores de decisão*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

QUAL é a diferença entre *Help Desk* e *Service Desk*? 15 out. 2015. *Blog Penso*. Disponível em: <<http://www.penso.com.br/qual-e-a-diferenca-entre-help-desk-e-service-desk/>>. Acesso em: 1º nov. 2016.

RIBEIRO, A. M.; VIEIRA, A. T. *Implantação de uma central de serviços para processos de negócios baseada nas melhores práticas ITIL1*. 2001. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnologia em Redes de Computadores) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2001.

SCOTT, D. *Operation zero downtime: a Gartner Group Report*, Donna Scott. Disponível em: <<http://www.gartner.com/>>. Acesso em: 24 out. 2016.

WALLACE, R. S. *Be your own botmaster: the step by step guide to creating, hosting and selling your own a.i. chat bot on pandorabots*. 2. ed. [S.n.]: Alice A.I., 2005.

Produção e utilização da palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido cearense: uma alternativa sustentável?

Maria Elanny Damasceno Silva
Antônio Roberto Xavier
Carlos Mendes Tavares

Introdução

A estiagem prolongada de chuvas na região do Nordeste brasileiro, sobretudo na parte do semiárido, exige o uso de técnicas de produção de ração para pequenos ruminantes que possuam custo/benefício compensador para o produtor rural. Nessa ótica, vem a lume o plantio de palma forrageira, que surgiu como alimentação animal de alto valor nutritivo e de baixo custo de produção.

O trabalho ora apresentado visa à reflexão sobre os benefícios da palma forrageira para os ruminantes e o baixo custo/benefício para os criadores, que, mesmo sabendo dessas características, ainda possuem resistência quanto à sua implantação. É interessante ressaltar que existem políticas que promovem o conhecimento e a prática dessa cultura, porém são insuficientes e inacessíveis à grande maioria dos criadores.

Diante do exposto, pergunta-se: quais os objetivos, diretrizes e princípios dessas políticas? Quais os critérios utilizados para o acesso a elas? Quais as instituições promotoras e como trabalham essas políticas na região do semiárido cearense?

De acordo com a revisão de literatura robustamente já produzida e analisada, existem dificuldades de plantio de palma para os produtores que utilizam essa forrageira na alimentação animal no semiárido do Ceará. E, para que haja produção e utilização da palma na alimentação animal, são necessários incentivos para produtores rurais e agricultores, dessa forma políticas públicas de incentivo na região são fundamentais para fortalecer o desenvolvimento local e para elevar a qualidade de vida, econômica e social das populações. Vale a pena resgatar o que foi dito na Ata da Segunda Reunião de Utilização Integral da Palma e outras Cactáceas (2013, p. 38), quando ressalta que, além de seus aspectos multiuso:

[...] a palma poderá ser utilizada como estratégia nas políticas públicas destinadas a mitigar os impactos advindos da escassez de alimentos nas regiões áridas e semiáridas de países da América do Sul e do mundo. É possível que sua importância aumente com as alterações climáticas esperadas.

Há experiências de sucesso comprovadas com a produção de palma forrageira em outras regiões do país, o que fortalece o incentivo da *Opuntia ficus* e *Nopalea* no semiárido cearense. A palma é uma excelente fortalecedora da alimentação de animais em épocas de estiagem, pois suas características biológicas são extremamente favoráveis ao clima da região.

Políticas públicas e desenvolvimento rural no semiárido

De acordo com Silva et al. (2014), desde o início da sociedade humana a agricultura é responsável pela produção de alimentos, mas também por definir a localização e as condições de desenvolvimento social local.

As transformações políticas, sociais e econômicas, cada vez mais rápidas, modificam o ambiente dos negócios em nível global. “Tecnologias que promovem aumento das produtividades agrícola e pecuária foram desenvolvidas e estão disponíveis para serem absorvidas pelos produtores rurais do país”, citam Amaral Filho e Campos (2004, p. 1). No Brasil, especificamente no Nordeste, os níveis de utilização de tecnologias ainda estão abaixo do ideal.

Segundo Holanda Junior e Sousa Neto (2013), a região Nordeste do Brasil possui área de 1.554.388 km². A zona semiárida tem percentual de 57% da região nordestina. Possui características de forte insolação (2.800 horas por ano), temperaturas médias entre 23 e 27 °C e, pela escassez de chuvas (precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 milímetros), concentração e irregularidades das precipitações num curto período de três meses.

O Ceará, o quarto maior estado da região Nordeste em quilômetros quadrados, possui atividades agropecuárias bem diversificadas que diferem da microrregião considerada. Apenas quatro atividades de origem animal merecem destaque (criação de bovinos de leite/carne, caprinos e ovinos), tanto pela área ocupada como pelo significado socioeconômico para o estado. No entanto, a agropecuária se caracteriza pelo baixo nível técnico, o

que explica o atraso, a vulnerabilidade e a baixa produtividade desse setor na economia do Ceará (AMARAL FILHO; CAMPOS, 2013; CAMPOS, 1997).

Holanda Junior e Sousa Neto (2013) citam que o Nordeste detém 91% dos caprinos e 57% dos ovinos do país, sendo que 86% dos caprinos e 50% dos ovinos do Nordeste estão na região semiárida. De uma maneira geral, a caprinovinocultura na região é desenvolvida em um sistema de criação extensivo, no qual os animais são criados soltos na pastagem nativa, em sua maioria a Caatinga (ALMEIDA, 2012; MEDEIROS et al., 1994).

Esses animais alimentam-se da vegetação nativa e possuem baixo índice de produtividade, conforme Oliveira et al. (2010). Nessa região, é preciso valorizar as plantas forrageiras, que são mais adaptáveis às condições climáticas.

A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill), cuja área cultivada no Brasil é de aproximadamente 550.000 hectares (ARAÚJO et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2010), surge como uma alternativa de alimento animal adaptada ao clima semiárido, pois é uma cultura com fisiologia especial no que se refere à absorção, aproveitamento e perda de água. Moraes e Vasconcelos (2010) e Oliveira et al. (2010) destacam essa planta como um volumoso suculento muito importante para os rebanhos, principalmente durante secas prolongadas.

A crescente demanda de consumo por produtos de origem animal requer também a maior produção de forragem. Sendo a palma forrageira uma alternativa, vale ressaltar o estudo e a divulgação dessa planta como ração animal de alto teor nutritivo. De acordo com Oliveira et al. (2010), existe carência de trabalhos de pesquisa relacionados a essa cactácea no semiárido brasileiro. Assim,

faz-se necessária a implementação de políticas públicas que visem ao desenvolvimento sustentável, econômico e ambiental, para que se obtenham resultados positivos na região (MACEDO; MELO; BEZERRA, 2014).

O território que tem passado por constante interferência das políticas públicas é o semiárido brasileiro. Ab'Saber (2003) explica que essa é uma região na qual o poder público realiza projetos e incentivos econômicos desiguais, com programas incompletos e desintegrados de desenvolvimento regional. Em oposição, Holanda Junior e Sousa Neto (2013) citam que são frequentes as políticas de incentivo à evolução tecnológica das atividades animais na região Nordeste.

As políticas públicas voltadas à solução dos principais problemas socioeconômicos, agravados pelas secas frequentes no semiárido, foram implantadas de acordo com a lógica vigente, segundo a qual a seca é um desastre natural, o que serviu para justificar medidas mitigadoras e assistencialistas para com a população atingida (SOUSA, 2013).

Não existe uma única definição de política pública. A expressão política pública está atrelada à ciência política e passou a ser utilizada, sobretudo, a partir da década de 1930 na América Latina. A expressão tem seu nascedouro nos termos originais britânicos *politics* e *policy*, sendo que o primeiro refere-se à política partidária e o segundo remonta a programas ou ações estratégicas do poder público, visando atender a demandas sociais específicas e necessárias de acordo com o contexto (XAVIER, 2009).

Conforme uma visão geral, a política pública é exatamente tudo o que um governo faz e deixa de fazer na sociedade com todos os impactos e omissões. Indo de acordo

com essa lógica, as políticas públicas têm duas características. A primeira é a de busca da uniformidade de opiniões sobre o que se pretende fazer ou não. Logo, quanto maior o consenso, melhores as chances de validação e execução das políticas planejadas. A segunda é a de definição de normas para ação e resolução de conflitos existentes entre os indivíduos e agentes sociais (AZEVEDO, 2011).

Do ponto de vista teórico-conceitual, a política pública em geral e a política social em particular são campos multidisciplinares, e seu foco está nas explicações sobre a natureza da política pública e seus processos. Por isso, uma teoria geral da política pública implica a busca de sintetizar teorias construídas no campo da sociologia, da ciência política e da economia. (SOUZA, 2006, p. 25).

De todo modo, as definições de políticas públicas guiam nosso olhar para o *locus* em que preferências, ideias e planejamento se agregam, ou seja, os governos. Essas políticas assumem a perspectiva de que o todo é mais importante do que a soma das partes e que indivíduos, instituições e interesses contam com a importância desses fatores (SOUZA, 2006).

Surgimento e realidade das políticas públicas rurais

Na década de 1960, o Presidente Juscelino Kubitschek criou o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), que buscava transformar a realidade com a intensificação dos investimentos na indústria e do estímulo à produção de alimentos através de políticas públicas. Após a criação do GTDN, foi cria-

da a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), para desenvolver a região (MACEDO; MELO; BEZERRA, 2014).

A política de fortalecimento dos territórios rurais no Brasil agrega em seus preceitos as ideias e ideais avançados pelo debate sobre o desenvolvimento sustentável (FILIPPI, 2011; XIMENES; SILVA, 2012). Segundo Andrade (1981 apud MACEDO; MELO; BEZERRA, 2014), essa política agrária pouco modificou as condições locais, pois não passou de uma farsa, além disso o projeto baseava-se somente no desenvolvimento industrial e na implantação de obras de infraestrutura, e não em atuação direta no meio rural.

Há problemas graves que não foram solucionados, como os baixos níveis de vida, a concentração de renda e as disparidades intrarregionais. Dessa forma, nota-se que as políticas públicas para o desenvolvimento do semiárido pouco alcançaram seus objetivos, não priorizando a convivência com a região e enfatizando o combate às secas (MACEDO; MELO; BEZERRA, 2014).

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos agricultores é o fornecimento de alimentação para os animais durante a seca. É uma das medidas para driblar essa situação é a produção e a utilização de palma forrageira para o rebanho nas condições climáticas da região. Cabe dizer que tal cultura é de baixo custo para os produtores. Porém, é fato a resistência por parte de alguns criadores, que receiam trocar a alimentação tradicional pela palma, o que dificulta a inserção da cultura na região. Entretanto, é reconhecidamente necessário que as políticas de desenvolvimento para o semiárido tenham afinco nos municípios atingidos pela escassez de água. Veiga (2001 apud MACEDO; MELO; BEZERRA,

2014) relata a importância que os órgãos municipais têm com o desenvolvimento regional, os quais, através de suas ações, podem atrair recursos públicos e privados para os municípios. Apesar da existência de algumas políticas de assistência ao trabalhador rural, estas não são suficientes para atender às necessidades de todos, daí a necessidade de criação de políticas públicas (AMARAL FILHO; CAMPOS, 2004; SANTOS, 2012).

Cultivo e tecnologia para a palma forrageira no semiárido cearense

A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) é uma espécie de múltiplos usos, nativa do México, como relatam Reyes-Aguero et al. (2005 apud OLIVEIRA et al., 2010). Essa planta pode ser utilizada tanto para alimentação humana quanto animal. Ela é uma espécie dotada de mecanismos fisiológicos que a tornam uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semiáridas do mundo, a qual se adaptou com facilidade ao semiárido do Nordeste brasileiro (OLIVEIRA et al., 2010).

É adaptada às condições climáticas da região por ser do grupo das crassuláceas, dotadas de mecanismos específicos, fazendo a abertura dos estômatos à noite, quando reduz a temperatura, conferindo maior retenção de água em sua estrutura. A eficiência no uso de água é até 11 vezes maior do que a observada em outras plantas, o que a torna mais adaptável ao semiárido do que qualquer outra forrageira (ALMEIDA, 2012; FERREIRA; PESSOA; SILVA, 2008).

No Nordeste do país, são produzidas duas espécies: *Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenilifera* Salm

Dyck, mais conhecidas, respectivamente, como palma gigante e palma miúda. Os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* são os mais conhecidos por conta da sua utilidade para o homem (ALMEIDA, 2012).

A cultura é exigente no que se refere aos atributos químicos e físicos do solo, sendo férteis; os argilo-arenosos são os mais recomendados. A adubação pode ser orgânica e/ou mineral e as condições climáticas exercem uma forte influência no crescimento e no desenvolvimento da palma forrageira. O crescimento e o desenvolvimento ideal das plantas dependem da combinação entre o manejo cultural, dos fatores ambientais e do potencial genético da variedade (ALMEIDA, 2012; OLIVEIRA et al., 2010).

O plantio pode ser em raquetes¹ plantadas em sulcos, colocadas uma após a outra, no sentido leste-oeste, com distâncias definidas de acordo com o tratamento e com metade de seu comprimento enterrado ao solo (ALMEIDA, 2012; ARAUJO, 2009). Passado o período de plantio, inicia-se a etapa de colheita com um ano e seis meses a dois anos, podendo estender-se, dependendo da cultura e das condições ambientais; poderá ser feito o corte anual (ALMEIDA, 2012; SILVA; SANTOS, 2006).

Após o período de estiagem de chuvas, não é recomendável o corte de palmas, devido ao grande volume de água. Depois de colhida, pode ser estocada *in natura* à sombra por até 16 dias, sem perda do valor nutritivo, o que pode representar redução dos custos com colheita e transporte (ALMEIDA, 2012). Quando desidratada (farelo de palma), as raquetes se tornam excelentes concentrados energéticos, suprimindo a carência de energia dos

¹ Raquete é a denominação utilizada pelos produtores às mudas de palma.

rebanhos durante a seca, podendo proporcionar ganho de peso razoável, de acordo com uma dieta equilibrada (ALMEIDA, 2012). No caso do farelo de palma, o material, após seco ao sol por 60 horas, pode ser armazenado e utilizado por até oito meses (ALMEIDA, 2012; SILVA et al., 2009).

A alimentação de animais ruminantes não pode ser exclusivamente de palma, pois esta possui limitações quanto ao valor de proteínas e de fibras, não atendendo às necessidades nutricionais do rebanho. Logo, o uso de alimentos volumosos e fontes proteicas se torna necessário na mistura com palma forrageira (ALMEIDA, 2012). Feno, silagem, restolho de sorgo, de milho e de feijão ou mesmo capim seco podem ser misturados à palma com o objetivo de aumentar o consumo de matéria seca e proteína pelo animal.

Conclusão

Para amenizar o impacto das secas, são necessárias alternativas aplicadas antes (preventivamente) e durante (interventivamente) a estiagem. A criação de políticas públicas para a convivência no semiárido é de fundamental importância na agricultura, as quais devem ser pensadas para que os efeitos da escassez de chuvas não sejam prejudiciais ao cidadão e à economia local.

É de grande importância pensar em medidas educativas e sociais, e não só econômicas, pois nem sempre o desenvolvimento econômico traduz-se em melhor qualidade de vida para todos. De acordo com as citações ditas anteriormente, estas verificaram que, com a implantação de políticas para o desenvolvimento da agricultura e para a criação de animais, promoveram-se grandes mo-

dificações sociais em municípios do Nordeste, como diminuição do desemprego e da pobreza e desenvolvimento de melhor infraestrutura básica, contudo a zona rural necessita de serviços básicos para alcançar o mínimo de qualidade de vida.

Referências

AB'SABER, A. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê, 2003.

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido brasileiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 8-14, 2012.

AMARAL FILHO, J.; CAMPOS, K. C. *Arranjo produtivo de ovinos e caprinos em Quixadá e Quixeramobim/CE*. 2004. Disponível em: <http://www.jairdoamaralfilho.ecn.br/wp-content/uploads/2013/07/arranjo-produtivo-de-ovinos-e-caprinos-em-quixad%c3%a1-e-quixeramobim-ce_jair-do-amaral-filhokilmer-coelho-campos.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

ARAÚJO, A. M. *Interação entre adubação fosfatada e espaçamento no cultivo da palma forrageira (Opuntia ficus-indica (L.) Mill) no estado da Paraíba*. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos (PB), 2009.

ARAÚJO, G. G. L. et al. As forrageiras nativas como base de sustentabilidade da pecuária do semi-árido. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande, 2004.

ATA da Segunda Reunião sobre o Aproveitamento Integral de Palma e outras Cactáceas e I Reunião Sul-Americana FAO – ICARDA CACTUSNET. *Cactusnet Newsletter*. 13 jan. 2013. Disponível em: <http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/23803/mod_resource/content/0/proceedingsouthamericawsfinalsmallsize.pdf#page=30>. Acesso em: 6 nov. 2015.

AZEVEDO, S. Políticas públicas: discutindo modelos e alguns problemas de implementação. In: SANTOS JÚNIOR, O. A.; CHRISTOVÃO, A. C.; NOVAES, P. R. (Org.). *Políticas públicas e direito à cidade: programa interdisciplinar de formação de agente sociais e conselheiros municipais*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2011. p. 38-44.

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M. Produção e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Ceará. *Anais...* Ceará, 2008.

FILLIPI, E. E. O desenvolvimento rural no Brasil: do Estado às políticas territoriais. In: BONNAL, P.; LEITE, S. P. (Org.). *Análise comparada de políticas agrícolas: uma agenda em comparação*. Rio de Janeiro: Mauad-X, 2011. p. 343-361.

HOLANDA JUNIOR, E. V.; SOUSA NETO, J. M. Evolução das práticas de manejo dos sistemas de produção de pequenos ruminantes no Semiárido Nordeste. *Revista Científica de Produção Animal*, Paraíba, v. 15, n. 1, p. 77-89, 2013.

MACEDO, H. C.; MELO, J. A. B.; BEZERRA, R. B. Território, políticas públicas e desenvolvimento rural no município de Caturité, PB. *GeoTextos*, Salvador, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2014.

MEDEIROS, L. P. et al. *Caprinos: princípios básicos para sua exploração*. Teresina: Embrapa, 1994.

MORAIS, D. A. E. F.; VASCONCELOS, A. M. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semiárido brasileiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, v. 2, n. 1, p. 1-24, 2007.

OLIVEIRA, F. T. et al. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. *Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010.

SILVA, A. L. et al. *Integração ensino e extensão no desenvolvimento das comunidades rurais do Gorutuba*. In: FORÚM DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E GESTÃO, 8., 2014, Montes Claros. *Anais...* Montes Claros: Unimontes, 2014.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, V. R.; PEREIRA, M. C. B.; SILVA, M. M. Agricultura familiar: diversidade e conservação das riquezas naturais no sertão do Pajeú. In: SEMINÁRIO NEPPAS, 4., 2014, Serra Talhada. *Anais...* Serra Talhada: Neppas, 2014.

SOUSA, J. A. Políticas públicas de convivência com a seca no semiárido cearense em prol dos acentuados contrastes inter-regionais. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 1., 2013, Campina Grande, 2013. *Anais...* Campina Grande: Realize, 2013.

SOUZA, C. Políticas públicas: uma revisão da literatura. *Revista Sociologias*, Porto Alegre, v. 8, n. 16, p. 20-45, 2006.

XAVIER, A. R. *Segurança pública, direitos humanos e cidadania: desafios ao Estado democrático de direito no Brasil*. Fortaleza: Imprece, 2009.

XIMENES, A. C. A.; SILVA, M. E. D. Políticas públicas e impactos sociais sob o ponto de vista dos micro e pequenos produtores de ovinos e caprinos no Ceará. In: SOBER NORDESTE, 7., 2012, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: Sober Nordeste, 2012. 7 CD-ROM.

A utilização do quociente de impacto ambiental: ferramenta para avaliação de impactos ambientais associados ao uso de agrotóxicos

Ana Isabel Pinheiro
Aiala Vieira Amorim
Renato Farias de Paiva

Introdução

O aumento da necessidade da produção de alimentos tem intensificado o uso de fertilizantes e produtos químicos na agricultura. Desde 2008, o Brasil tem se classificado como o maior consumidor mundial de agrotóxicos (LONDRES, 2011). Por apresentarem toxicidade e persistência no ambiente após a aplicação e a atuação na cultura, os níveis de resíduos são controlados por órgãos governamentais (ANVISA, 2015). Conforme dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), existem cerca de 15.000 formulações para 400 agrotóxicos diferentes e aproximadamente 8.000 encontram-se licenciadas no Brasil. Os efeitos tóxicos dessas substâncias foram organizados em classes pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de classe I (extremamente perigosos) até a classe IV (muito pouco perigosos).

A utilização de agrotóxicos tem a finalidade de proteger as lavouras visando combater as pragas e consequentemente fornecer um aumento da produção agrícola, mas, em contrapartida, existe uma série de consequências negativas associadas à utilização do uso dessas substâncias. Essas consequências incluem problemas de saúde agudos e crônicos em humanos, oriundos dos alimentos contaminados com agrotóxicos (DEIHIMFARD et al., 2014). Além dos problemas elencados, a utilização de agrotóxicos também produz impactos significativos nos organismos pertencentes ao ecossistema agrícola. Esses impactos têm provocado mudanças adversas na qualidade ambiental, reduzindo, a médio e longo prazo, o potencial produtivo das culturas, devido ao surgimento de organismos nocivos mais resistentes aos agrotóxicos, e alterando as populações pertencentes ao ecossistema (MELO et al., 2010).

Tendo em vista esses aspectos, existe um crescente interesse entre produtores agrícolas, consumidores e gestores em avaliar os riscos desses produtos químicos para a saúde humana e para o meio ambiente (ESTÉVEZ et al., 2012). Uma alternativa para a consecução desse objetivo seria a implementação de monitoramento ambiental. Entretanto, os custos e as restrições de tempo associados a essa alternativa representam grandes obstáculos. Assim, torna-se necessário o emprego de ferramentas mais eficientes de avaliação dos impactos ambientais dos agrotóxicos.

Dentre as ferramentas de avaliação dos impactos ambientais, destaca-se o índice denominado Quociente de Impacto Ambiental (QIA), desenvolvido por Kovack, Petzold e Tette (1992). Esse índice fornece uma avaliação baseada nos três componentes principais dos sistemas

de produção agrícola: trabalhador agrícola, consumidor e componente ecológico. Esse índice faz uso de propriedades físico-químicas e ecotoxicológicas dos agrotóxicos e utiliza um sistema de pesos para cada variável empregada. Conforme Nillesen, Scatista e Wessler (2006), as principais vantagens do método são a consideração das interações entre a toxicidade e a taxa de exposição e sua facilidade de implementação. Além disso, por possuir natureza teórica, dependendo apenas de informações previamente catalogadas, permite que seja estabelecida uma avaliação preliminar robusta para justificar eventuais investimentos em programas de monitoramento.

Desse modo, considerando a relevância desse índice para a avaliação de impactos ambientais devido ao uso de agrotóxicos, a presente exposição tem como finalidade a apresentação do QIA e dos procedimentos necessários para sua implementação.

Toxicidade dos agrotóxicos

As propriedades toxicológicas são componentes fundamentais para a estimativa do impacto ambiental em ecossistemas agrícolas. Assim, nesta seção serão apresentados os principais conceitos associados à toxicidade dos agrotóxicos, conforme o Tutorial para aplicadores de agrotóxicos desenvolvido pela Universidade de Cornell, como parte do Programa de Educação em Gerenciamento de Agrotóxicos (PMEP) (CORNELL, 2016).

O efeito de um pesticida é dependente de uma série de fatores, dentre os quais se destacam a relação dose-tempo. O conceito de dose corresponde à quantidade de uma substância a que um animal ou planta é submetido ou exposto e o tempo está associado à frequência com

que a exposição ocorre. Dessa forma, a relação dose-tempo indica a quantidade da substância envolvida e a frequência com que a exposição à substância ocorre. Dependendo da relação dose-tempo associada ao agrotóxico em um determinado cenário, pode-se classificar a toxicidade em aguda ou crônica.

A toxicidade crônica refere-se aos efeitos nocivos de um agrotóxico em um organismo vivo depois de uma única exposição de curto período. O conceito de toxicidade aguda é empregado na descrição de efeitos que aparecem imediatamente. Pode ser medido, conforme as rotas de contaminação, como toxicidade aguda oral, dermal ou de inalação.

A toxicidade crônica corresponde ao efeito retardado da exposição a uma determinada substância química e consiste em um conceito relevante tanto para os consumidores quanto para os aplicadores e coletores de produtos agrícolas submetidos à aplicação de pesticidas.

Risco associado à exposição

Apesar de não ser possível alterar a toxicidade inerente aos agrotóxicos, pode-se reduzir a possibilidade de contaminação pela limitação da exposição. Ou seja, pode-se reduzir o risco associado à exposição do agrotóxico, que é definido como o nível de toxicidade multiplicado pela exposição ao agrotóxico:

$$\text{Risco} = \text{Toxicidade} \times \text{Exposição} \quad (1)$$

A exposição é uma grandeza que depende da quantidade de agrotóxico envolvida e do tempo de exposição

a essa substância. Da mesma forma que a toxicidade, a exposição pode ser classificada em aguda e crônica.

Além da classificação em efeitos agudos e crônicos, os efeitos de toxicidade podem ser classificados também como locais ou sistêmicos. Os efeitos locais referem-se àqueles que ficam limitados ao ponto de contato com a substância tóxica. Os efeitos sistêmicos são bem distintos dos efeitos locais, pois possuem a característica de ocorrer longe do ponto original de contato.

Medidas de toxicidade aguda

A efetiva aferição da toxicidade é estabelecida conforme o tipo de toxicidade a ser avaliada. Para a avaliação da toxicidade aguda, os animais são expostos a doses de pesticida por um curto período de tempo. Essas doses experimentais são dadas por vias oral, dermal e por inalação e empregam-se as seguintes formas de medição: Dose Letal Cinquenta (LD50) e Concentração Letal Cinquenta (LC50).

A LD50 é definida como a quantidade de agrotóxico necessária para levar a óbito metade dos animais de uma classe específica em um teste de laboratório. A LD50 pode ser medida em relação a rotas de exposição oral e dermal. O valor do LD50 é inversamente proporcional ao grau de toxicidade do agrotóxico, ou seja, quanto menor a LD50, menor a quantidade de substância para matar metade dos animais do teste e maior a toxicidade do composto.

Os valores da LD50 são medidos em unidades de miligramas por quilograma (mg kg^{-1}). A unidade miligrama refere-se à quantidade de agrotóxico necessária para levar a óbito metade dos animais avaliados, e a unidade quilograma está associada à massa corporal do animal.

Outro parâmetro para avaliar a toxicidade dermal e oral de compostos químicos é a concentração de efeito não observado (Noec), que pode ser definida como a mais alta concentração de uma substância química em um teste que não produz efeitos biológicos observáveis no organismo avaliado.

Para avaliar a toxicidade de inalação aguda de um determinado agrotóxico, foi introduzida uma grandeza denominada Concentração Letal Cinquenta (LC50). Essa grandeza, medida em mg L^{-1} ou ppm, indica a quantidade de agrotóxico inalada que produz a morte de metade dos animais de teste. Quanto menor o valor de LC50, maior o grau de toxicidade do agrotóxico.

Medidas de toxicidade crônica

Para a medição da toxicidade crônica, não existem grandezas tais como a LD50 e a LC50. Frequentemente a medição é feita a partir da definição do horizonte de tempo de exposição ao composto químico e da quantidade de cada dose da substância. Para avaliar a severidade da toxicidade, empregam-se outras medições, como, por exemplo, o nível de colinesterase no sangue para humanos submetidos a exposições periódicas a agrotóxicos.

Quociente de Impacto Ambiental (QIA)

A avaliação do risco de impacto ambiental em organismos vivos pode ser realizada através do método proposto por Kovach, Petzold e Tette (1992), que consiste em um índice para mensuração do impacto ambiental. O índice de Kovach, Petzold e Tette (1992), denominado Quociente de Impacto Ambiental (QIA), foi desenvolvi-

do com base nos três componentes principais dos sistemas de produção agrícola: um componente do trabalhador (RT), um componente do consumidor (RC) e um componente ecológico (REc). Na equação do QIA, cada componente possui pesos iguais na análise final, mas são compostos por fatores individuais com pesos específicos.

O método baseia-se em uma escala de um a cinco, que é empregada tanto para as variáveis empregadas no índice (Tabela 1) quanto para a atribuição de peso para os diversos fatores dos componentes. Na atribuição de peso para os fatores, aqueles com maior peso são multiplicados por cinco, fatores de impacto médio são multiplicados por três e fatores de impacto reduzido são multiplicados por um.

Tabela 1 – Parametrização das informações coletadas para uso no cálculo do QIA

Modo de ação	T 1/2 Solo*	Toxicidade para abelhas*
Não sistêmica – 1	T 1/2 <30 (1)	baixo impacto (1)
Sistêmica – 3	T 1/2= 30 a 100 (3)	médio impacto (3)
	T 1/2> 100 (5)	alto impacto (5)
LD50 Dermal mamíferos (mg Kg⁻¹)	Deslocamento	Toxicidade para organismos benéficos*
>2000 (1)	Koc <300 Kg L ⁻¹ , T1/2 >21 (5)	baixo impacto (1)
200 a 2000 (3)	Koc >500 Kg L ⁻¹ , T1/2 <14 (1)	médio impacto (3)
0 a 200 (5)	fora de enquadramento (3)	alto impacto (5)
Noec	LC50 Aguda 96h peixes (mg L⁻¹)	Potencial de lixiviação (GUS)*
0 a 20 (1)	>10 ppm (1)	< 1,8 (1)
20 a 100 (3)	1 a 10 ppm (3)	1,8 a 2,8 (3)
>100 (5)	<10 ppm (5)	> 2,8 (5)
T 1/2 Planta (semanas)*	LD50 Aguda pássaros (mg Kg⁻¹)*	
1 a 2 semanas (1)	>1000 ppm (1)	
2 a 4 semanas (3)	100 a 1000 (3)	
>4 semanas (5)	1 a 100 ppm (5)	

Fonte: Elaboração própria (2016).

A expressão para a determinação do índice QIA de um determinado agrotóxico é dada como a média aritmética do risco ao trabalhador, risco ao consumidor e risco à ecologia.

$$QIA = \frac{(RT + RC + REc)}{3} \quad (2)$$

Para a formulação dos fatores associados aos componentes ambientais, Kovach, Petzold e Tette (1992) utilizam como regra, para avaliar o impacto potencial de um determinado agrotóxico, em um fator ambiental individual, a multiplicação da toxicidade do composto pelo potencial de exposição. Assim, com base nessa regra, o impacto ambiental é dado pelo produto da toxicidade pela exposição.

Consoante a regra mencionada, o risco à saúde do trabalhador (aplicador/coletor) agrícola é definido como a soma dos riscos de exposição do aplicador ($DT * 5$) e coletor ($DT * P$) vezes possíveis efeitos crônicos (C). A toxicidade crônica de um determinado agrotóxico é determinada como a média de valores de diversos testes de longo período em laboratório, conduzidos em pequenos mamíferos. O risco de exposição do aplicador é representado pela toxicidade cutânea vezes cinco, que simboliza riscos associados à manipulação de agrotóxicos concentrados (alto impacto), enquanto o risco ao coletor ($DT * P$) é representado pela toxicidade cutânea vezes a meia-vida do ativo na superfície da planta, pois o coletor tem contato restrito com as plantas. Esses valores são multiplicados pelos efeitos crônicos potenciais (C), pois os trabalhadores estão sujeitos a efeitos agudos e crônicos. A equação que descreve os efeitos na categoria descrita anteriormente é dada por:

$$RT = C[(DT*5)+(DT*P)] \quad (3)$$

O componente do consumidor é dado como a soma do potencial de exposição do consumidor ($C * ((S + P) / 2) * SY$) mais potencial de contaminação de águas subterrâneas (L). Os efeitos dos agrotóxicos em águas subterrâneas representam um fator de risco ao consumidor, pois as águas subterrâneas são consumidas, em geral, pelo homem, e não pelos outros organismos vivos. A exposição do consumidor é determinada como a toxicidade crônica (C) vezes a média entre a meia-vida do agrotóxico no solo e na superfície das plantas, vezes o potencial de sistemicidade do agrotóxico. A toxicidade crônica considera o fato de não haver uma exposição do consumidor a quantidades concentradas do composto e de, dessa forma, os efeitos serem consolidados a longo prazo. A sistemicidade está relacionada à capacidade de o agrotóxico ser absorvido por toda a planta, atingindo partes que são ingeridas pelos consumidores, e pode ser potencializada se os valores de meia-vida no solo e meia-vida na superfície da folha forem elevados. Em termos matemáticos, o risco ao consumidor é expresso por:

$$RC = C*((S+P)/2)*SY)+(L) \quad (4)$$

A componente ecológica do modelo é composta por efeitos aquáticos e terrestres e é dada como a soma de efeitos químicos nos peixes ($F*R$), pássaros ($D*((S+P)/2)*3$), abelhas ($Z*P*3$) e artrópodes benéficos ($B*P*5$). Os efeitos químicos nos sistemas aquáticos são determinados pela multiplicação da toxicidade química associada aos peixes pelo potencial de escoamento superficial do

agrotóxico. Já o impacto dos agrotóxicos nos sistemas terrestres é dado como o somatório das toxicidades dos compostos em abelhas, pássaros e artrópodes benéficos. Os sistemas terrestres representam a maior parte do componente ecológico, pois os organismos terrestres são mais prováveis de entrar em contato com agrotóxicos do que os organismos aquáticos.

Os efeitos nos pássaros são expressos pelo valor da toxicidade nos pássaros pela média entre a meia-vida na planta e no solo vezes três (impacto médio). O efeito nas abelhas é dado como o produto entre a toxicidade nas abelhas vezes a meia-vida na superfície das plantas, vezes três (médio impacto). Enquanto que os efeitos nos artrópodes são expressos pelo produto entre a toxicidade nos artrópodes benéficos vezes a meia-vida na planta, vezes cinco (alto impacto). Esse peso elevado para os artrópodes benéficos deve-se ao fato de esses organismos permanecerem nos ecossistemas agrícolas, durante praticamente todo o seu ciclo de vida, ao contrário dos pássaros e abelhas, que são, muitas vezes, transitórios no ambiente. A semiequação representante dos riscos ecológicos é dada por:

$$REc = (F^*R)+(D^*((S+P)/2)^*3)+(Z^*P^*3)+(B^*P^*5) \quad (5)$$

A partir das equações 2 e 5, pode-se obter a expressão geral para o cálculo do Quociente de Impacto Ambiental:

$$QIA=\{C[(DT^*5)+(DT^*P)]+[(C^*((S+P)/2)^*SY)+(L)]+(F^*R)+(D^*((S+P)/2)^*3)+(Z^*P^*3)+(B^*P^*5) \quad (6)$$

Aplicação do método QIA para avaliação dos impactos ambientais provocados pelos agrotóxicos

Nesta seção, serão apresentados e ilustrados os procedimentos necessários à implementação do índice ambiental associado ao emprego de agrotóxicos na agricultura de subsistência.

A aplicação do índice de impacto ambiental envolve as seguintes etapas: (1) levantamento de dados dos agrotóxicos; (2) coleta das informações sobre as propriedades físico-químicas e ecotoxicológicas dos agrotóxicos selecionados; (3) cálculo do índice QIA.

A etapa do levantamento de agrotóxicos utilizados na agricultura em uma dada região pode ser realizada de duas formas complementares, obtenção de informações, *in loco*, através do contato com os produtores rurais, ou emprego de dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater).

A coleta das informações sobre as propriedades físico-químicas e ecotoxicológicas dos agrotóxicos selecionados pode ser obtida a partir do banco de dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) ou *Pesticide Properties Database* (PPDB).

A aplicação efetiva do índice QIA correspondente à terceira etapa pode ser realizada mediante o emprego de planilhas de cálculo ou rotinas computacionais em plataformas de programação, a exemplo do SCILAB 5.4.1.

Conclusão

Este trabalho apresentou evidências bastante contundentes de que a utilização de índices, em especial o

emprego do Quociente de Impacto Ambiental (QIA), resulta em benefícios diretos para os consumidores e produtores rurais. Mostrou-se que o método fundamenta-se em bases de dados consolidadas, tal como a PPDB, o que o torna fiável.

Além disso, sua implementação não exige grandes investimentos por parte do analista, pois depende apenas de ferramentas computacionais acessíveis, sendo viável para aplicação em regiões de difícil monitoramento ou com reduzidos recursos para subsidiar monitoramento ambiental.

Referências

ABREU, N. M. A.; NAVAL, L. P. Avaliação do potencial de contaminação de águas e impacto ambiental de agrotóxicos aplicados no estado do Tocantins. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFT, 10., 2014, Palmas. *Anais...* Palmas: UFT, 2014. p. 1-5.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). *Monografia de produtos agrotóxicos*. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/monografias/index.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BUES, R. et al. Assessing the environmental impacts of pesticides used on processing tomato crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 102, p. 155-162, 2004.

CORNELL UNIVERSITY. *Pesticide Applicator Core Tutorial – Toxicity of pesticides*. Disponível em: <<http://psep.cce.cornell.edu/tutorials/core-tutorial/module04/index.aspx>>. Acesso em: 16 out. 2016.

DEIHIMFARD, R. et al. Evaluating risk from insecticide use at the field and regional scales in Iran. *Crop Protection*, v. 65, p. 29-36, 2014.

ESTÉVEZ, E. et al. Screening of emerging contaminants and priority substances (2008/105/EC) in reclaimed water for irrigation and groundwater in a volcanic aquifer (Gran Canaria, Canary Islands, Spain). *Science of the Total Environment*, v. 433, p. 538-546, 2012.

KARAM, D.; SILVA, J. A. A.; FOLONI, L. L. Potencial de contaminação ambiental de herbicidas utilizados na cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 247-262, 2009.

KOVACH, J.; PETZOLDT, C.; TETTE, J. A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*, New York, v. 139, p. 1-8. 1992.

LONDRES, F. *Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida*. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

MELO, R. F. et al. Pesticidas e seus impactos no ambiente. In: BRITO, L. T. L.; MELO, R. F.; GIONGO, V. (Ed.). *Impactos ambientais causados pela agricultura no semiárido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 101-136.

NILLESEN, E.; SCATASTA, S.; WESSELER, J. Do environmental impacts differ for Bt, Ht and conventional corn with respect to pesticide use in Europe? An empirical assessment using the Environmental Impact Quotient. *IOBC/wprs Bull*, v. 29, n. 5, p. 109-118, 2006.

PESTICIDE PROPERTIES DATABASE (PPDB). 2016. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

Produção de biogás a partir de biodigestores: estratégia sustentável para a Macrorregião do Maciço de Baturité-CE

Jangirglédia de Oliveira
Juan Carlos Alvarado Alcócer
Antônio Roberto Xavier

Introdução

A crise energética vivenciada nas últimas décadas, aliada ao esgotamento dos recursos naturais não renováveis, evidencia a necessidade cada vez mais urgente de se buscar fontes alternativas de energia que apresentem viabilidade econômica e, ao mesmo tempo, possam promover a sustentabilidade.

Nesse contexto, Pereira (2011) afirma que o desenvolvimento econômico e o crescimento desordenado das populações, associado ao estilo de vida da sociedade moderna, configuram-se em processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia. Desse modo, da interação complexa da sociedade em que vivemos resulta uma relevante preocupação com o meio ambiente e suas fontes de energias.

Graças ao despertar de uma consciência ecológica, iniciativas sustentáveis podem ser observadas tanto

na zona urbana quanto na zona rural, e a disseminação destas contribui significativamente para a atual e as futuras gerações. Nesse sentido, convém lembrar algumas tecnologias sustentáveis, tais como o biodigestor, o fogão ecológico, a compostagem, a energia solar e a eólica, a fossa séptica, o sanitário seco, dentre outras; apesar de a existência dessas tecnologias não ser recente, o conhecimento acerca delas ainda é bastante tímido.

O biodigestor é uma tecnologia antiga, mas não muito difundida, que apresenta diversas vantagens para seus usuários e para o meio ambiente. Trata-se de um equipamento que, utilizando-se de biomassa de origens diversas e da ação de bactérias metanogênicas, produz biogás e biofertilizante.

O presente trabalho visa reconhecer a produção de biogás a partir de biodigestores como fonte alternativa de produção de energia para o Maciço de Baturité, especificando suas vantagens do ponto de vista econômico e ecológico. Para tanto, pretende-se listar substratos orgânicos disponíveis no Maciço de Baturité, descrever o processo de produção do biogás a partir da degradação anaeróbia e discutir a relevância da instalação do biodigestor para a sustentabilidade.

No aspecto metodológico, quanto à natureza, trata-se de pesquisa aplicada utilizando-se da abordagem qualitativa e do raciocínio indutivo, que se utiliza de realidades particulares para estabelecer princípios gerais para situações similares; quanto aos objetivos, classifica-se como exploratória e descritiva; e, quanto aos procedimentos, classifica-se como bibliográfica e de campo. Para a realização da mesma, além da análise documental, foi utilizada a técnica da observação.

A pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas

específicos, envolvendo interesses locais. Já a abordagem qualitativa considera a existência de uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. A observação, por sua vez, possibilita o conhecimento mais aprofundado do fenômeno em estudo. Para Severino (2007), é etapa imprescindível em qualquer tipo ou modalidade de pesquisa. Silva (2014) afirma que a observação científica não se limita ao sentido da visão, mas envolve todos os sentidos, e, ao contrário do juízo comum, constitui uma das técnicas que mais exige do pesquisador.

O biodigestor e os substratos orgânicos de origem animal no Maciço de Baturité

O biodigestor é uma tecnologia antiga, constituída basicamente de uma câmara fechada na qual uma biomassa (em geral, detritos de animais ou vegetais) é fermentada anaerobicamente, isto é, sem a presença de oxigênio. Como resultado dessa fermentação, ocorre a liberação de biogás e a produção de biofertilizante. A figura adiante apresenta um esquema das principais partes do biodigestor.

Imagem 1 – Esquema das principais partes do biodigestor



Fonte: Wikipedia (2007).

Para Barrera (1993, p. 11 apud GONÇALVES et al., 2009, p. 5):

‘[...] o biodigestor, como toda grande idéia, é genial por sua simplicidade’. Tal aparelho, contudo, não produz o biogás, uma vez que sua função é fornecer as condições propícias para que um grupo especial de bactérias, as metanogênicas, degrade o material orgânico, com a conseqüente liberação do gás metano. Existem vários tipos de biodigestor, mas, em geral, todos são compostos, basicamente, de duas partes: um recipiente (tanque) para abrigar e permitir a digestão da biomassa, e o gasômetro (campânula), para armazenar o biogás. Em relação ao abastecimento de biomassa, o biodigestor pode ser classificado como contínuo abastecimento diário de biomassa, com descarga proporcional à entrada de biomassa, ou intermitente, quando utiliza sua capacidade máxima de armazenamento de biomassa, retendo-a até a complexa biodigestão. Então, retiram-se os restos da digestão e faz-se nova recarga. O modelo de abastecimento intermitente é mais indicado quando da utilização de materiais orgânicos de decomposição lenta e com longo período de produção, como no caso de palha ou forragem misturada a dejetos animais.

Segundo Gaspar (2003), existem vários tipos de biodigestores, porém os mais difundidos são chineses e indianos. Cada um possui sua peculiaridade, porém ambos têm como objetivo criar condição anaeróbia, ou seja, total ausência de oxigênio, para que a biomassa seja completamente degradada. Sendo assim, a finalidade dos biodigestores é criar um ambiente ideal para o desenvolvi-

mento da cultura microbiana, responsável pela digestão anaeróbia da biomassa (COMASTRI FILHO, 1981).

Em relação ao substrato utilizado pelos biodigestores, cabe destacar que são inúmeros os materiais orgânicos existentes na natureza, seja de origem animal ou vegetal. Nesse sentido, Pereira (2011) define biomassa como sendo todos os materiais que, por causas biológicas, são passíveis de decomposição, ou seja, pela ação de diferentes tipos de bactérias. Já Menezes (2007) define como biomassa a matéria orgânica capaz de ser processada para a produção de energia e combustíveis.

A biomassa decomposta sob a ação de bactérias metanogênicas (produtoras de metano) produz biogás em maior ou menor quantidade, em virtude de diversos fatores: temperatura, nível de pH, relação carbono/nitrogênio, presença ou não de oxigênio, nível de umidade, quantidade de bactérias X volume de biomassa, entre outros. Podemos encontrar matéria orgânica passível de ser decomposta nas cidades, no meio rural (agricultura ou pecuária), nas regiões litorâneas, existindo grande concentração de seres vivos, tanto vegetais como animais. Podemos afirmar, então, que estamos cercados de biomassa em todos os ambientes em que vivemos (PEREIRA, 2011).

Cabe ressaltar que a escolha do substrato ou biomassa é de fundamental importância para os resultados da produção do biogás. Nesse sentido, Pereira (2011, p. 4) afirma que:

Devemos analisar cada propriedade com cautela, pois, apenas como exemplo, os dejetos oriundos de aves podem conter certos níveis de resíduos de antibióticos. Tais resíduos, quando acondicionados no interior dos biodigestores, podem diminuir a produção do

biogás ou mesmo reduzir ou destruir completamente a população de bactérias metanogênicas, devido à sua ação bactericida.

De acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010):

O Brasil se encontra em posição privilegiada para assumir liderança no aproveitamento integral das biomassas pelo fato de apresentar grande potencial de cultivo de matérias-primas renováveis, dispondo de: a) culturas agrícolas de grande extensão, com destaque para a indústria canavieira; b) maior biodiversidade do planeta; c) intensa radiação solar; d) água em abundância; e) diversidade de clima; f) pioneirismo na produção do biocombustível etanol; e g) grande recurso renovável, com excepcionais potencialidades: as microalgas para a produção de biodiesel, produtos químicos, fármacos e alimentos.

O Maciço de Baturité é uma macrorregião do Ceará composta por 13 municípios, que ocupa uma área de 3.750,1 km², o que corresponde a 2,6% do território cearense. De acordo com o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a região conta com 230.523 habitantes, dos quais 112.217 residem na zona urbana e 118.306 na zona rural, demonstrando que mais de 50% da população reside na zona rural.

De acordo com o Perfil da Macrorregião de Baturité, quanto ao aspecto socioeconômico da região, um significativo percentual de sua população sobrevive da exploração das atividades rurais, que atualmente não são capazes de prover renda suficiente para sua sobrevivência.

Em relação às atividades pecuaristas da região, consoante levantamento realizado pelo IBGE em 2007, o Maciço de Baturité contava com 8.069 cabeças de caprinos, 20.245 cabeças de ovinos e 26.617 cabeças de suínos. Em 2008, o levantamento identificou um efetivo de bovino de 58.911 cabeças. Em 2011, o setor da agropecuária foi responsável por 16,34% do Produto Interno Bruto (PIB) da região.

Conforme registros do Perfil da Macrorregião de Baturité, a agropecuária do Maciço de Baturité não se utiliza das tecnologias recomendadas, desrespeitando o ecossistema e danificando os recursos naturais, gerando, assim, um quadro de pobreza crescente, bem como sérios impactos ambientais.

O Plano Territorial de Desenvolvimento Rural e Sustentável: Território Cidadania Maciço do Baturité (BRASIL, 2010), através da análise territorial da dimensão ambiental, apresenta uma série de pontos fortes, dentre os quais merece destaque: a biodiversidade existente: a fauna e a flora; o potencial hídrico em alguns municípios; a existência de dois rios perenizados: Rio Choró e Rio Pacoti; a existência de feiras livres com a participação de agricultores familiares em processo de inclusão e organização; o fortalecimento dos quintais produtivos; a presença das cadeias produtivas da bovinocultura, pesca artesanal, ovinocaprinocultura, apicultura, mandiocultura, milho, feijão e fruticultura; a existência de produção agroecológica; o território com várias iniciativas de proteção ambiental e sustentabilidade, produção agroecológica, viveiros, casas de sementes; a melhoria do padrão genético na bovinocultura e caprinocultura (introdução de reprodutores); a ampliação da criação de galinha caipira e aves em geral; as áreas favoráveis para irrigação,

principalmente para fruticultura e horticultura; e a existência de associações comunitárias.

Também foram indicados alguns pontos fracos, tais como: a devastação do ambiente natural, através da exploração mineral indiscriminada; o modelo tecnológico de produção convencional, que compromete o meio ambiente; a utilização de tecnologia inadequada; os desmatamentos desordenados seguidos de queimadas; a prática de atividades poluidoras, capazes de afetar os mananciais de água, o solo e o ar; a derrubada de florestas; a captura ou o extermínio de animais silvestres; a falta de universalização de saneamento básico; o lançamento de esgotos a céu aberto; o assoreamento dos recursos hídricos; o manejo inadequado das águas; o manejo inadequado dos resíduos sólidos; o sistema de saneamento insuficiente para a demanda territorial; a existência de abatedouros públicos fora das normas técnicas, sanitárias e legais; e o uso indiscriminado de agrotóxicos.

Diante da situação supracitada e considerando que a maioria da população do Maciço de Baturité é da zona rural e que os animais suínos, ovinos, caprinos e bovinos produzem matéria orgânica que serve de alimento para o biodigestor, pode-se afirmar que a instalação de biodigestores pode ser considerada uma alternativa viável na região, que poderá trazer benefícios tanto socioeconômicos quanto ambientais, configurando, assim, uma atividade sustentável.

Nesse sentido, as famílias que utilizam o biodigestor não necessitarão mais cortar lenha, tampouco comprar gás de cozinha, já que o biogás substitui o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). Por outro lado, a fermentação da matéria orgânica dentro do biodigestor impede que o

metano seja liberado na atmosfera. Outro impacto positivo é a produção do biofertilizante, que tanto pode ser usado nas plantações da propriedade para melhorar a qualidade dos alimentos produzidos quanto pode ser comercializado, gerando mais renda para o produtor.

Produção do biogás a partir da degradação anaeróbia

O conceito de biogás não é dos mais recentes. Gonçalves et al. (2011, p. 3) lembram que:

[...] embora a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível só tenha surgido na segunda metade do século XIX, o biogás já era conhecido desde há muito tempo, pois a produção de gás combustível a partir de resíduos orgânicos não é um processo novo. Já em 1776, o pesquisador italiano Alessandro Volta descobriu que o gás metano já existia incorporado ao chamado ‘gás dos pântanos’, como resultado da decomposição de restos vegetais em ambientes confinados.

O biogás é um gás resultante da degradação da matéria orgânica através da digestão anaeróbia. Esse processo biológico envolve crescimento de microrganismos que dependem de condições adequadas de umidade, temperatura e acidez, resultando na formação de biofertilizantes e produtos gasosos, como metano e dióxido de carbono (ALCÓCER et al., 2014).

Segundo Angonese (2006 apud Possa et al., 2010, p. 1):

Biogás pode ser definido ainda como um tipo de mistura gasosa composta de metano,

sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono e água, sendo produzido naturalmente em meio anaeróbico pela ação de bactérias em matérias orgânicas, que são fermentadas dentro de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez. Atualmente esta mistura gasosa é classificada como biocombustível por ser oriunda de uma fonte de energia renovável. Esse combustível pode ser produzido artificialmente pelo uso de um biodigestor anaeróbico. Seu principal componente, o CH₄, não tem cheiro, cor ou sabor, mas os outros gases presentes conferem-lhe um odor desagradável. O material de partida para a produção de biogás.

Uma das principais vantagens do biogás é ser uma forma de energia renovável e de queima limpa que substitui o GLP (gás de cozinha). Além disso, se for colocado em motores geradores, funciona como combustível para geração de energia elétrica.

Para Alcócer et al. (2014), a partir dos dados médios da concentração da fração gasosa (biogás), é possível estimar algumas propriedades, dentre elas a densidade do gás e seu poder calorífico. O poder calorífico é utilizado para determinar o potencial teórico de energia contido nos combustíveis. Quanto maior a concentração de metano, mais energia por unidade de massa, ou seja, maior o poder calorífico do biogás. A densidade ou peso específico do biogás depende também da concentração de metano; quanto maior essa concentração, mais leve é o gás (ALCÓCER et al., 2014).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2012 apud ALCÓCER et al., 2014), o biogás possui um poder calorífico médio equivalente, aproximadamente, de 20

MJ.m⁻³ e densidade de 0,734kg.m⁻³. Ilyas (2006) também afirma que o valor médio do biogás produzido pode estimar algumas propriedades, tais como: poder calorífico e densidade.

De acordo com Pinto (2006), no processo de digestão anaeróbia, ocorre a degradação da matéria orgânica através da atuação, principalmente, de microrganismos procarióticos anaeróbios facultativos e obrigatórios, cujas espécies fazem parte do grupo das bactérias fermentativas, acetogênicas produtoras de hidrogênio e metanogênicas.

Para Silva (2009), a digestão anaeróbia de compostos orgânicos é, normalmente, dada em dois estágios: no primeiro estágio, atuam bactérias anaeróbias e facultativas, denominadas formadoras de ácidos. Segundo Fuentes et al. (2008 apud SILVA, 2009), compostos orgânicos complexos do tipo carboidratos, lipídios e proteínas são convertidos em outros compostos mais simples, principalmente ácidos voláteis. No segundo estágio, atuam bactérias estritamente anaeróbias, as quais convertem os ácidos orgânicos em produtos finais gasosos, como metano e gás carbônico.

Leite et al. (2009 apud SILVA, 2009) afirmam que os sistemas de tratamento por processos anaeróbios indicam uma alternativa promissora para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, em virtude das altas taxas de produção de biogás.

O biodigestor e a sustentabilidade

A crença de que a sustentabilidade não tinha cunho econômico, restringindo-se a fins ambientais, perdurou por muito tempo, contudo se observa nos dias atuais a

existência de grande interesse do setor econômico pelo trabalho com desenvolvimento sustentável. A venda de carbono, as redes de comércio justo e as empresas de montagem de geradores de energia limpa residencial são exemplos de atividades que se mostram em crescente expansão e que beneficiam toda a sociedade (ALCÓCER et al., 2015).

A implantação de biodigestores para produção de biogás nas propriedades rurais, aproveitando os dejetos de bovinos e suínos, poderia ser uma forma de minimizar os impactos ambientais e trazer benefícios para as pessoas que vivem no local, tais como: utilizar o biogás em fogão doméstico, lampião, geladeira e também como combustível para funcionamento de motores de combustão interna, chocadeira, secadores de grãos, promovendo ainda “[...] a devolução de produtos vegetais ao solo através de biofertilizante” (AMBIENTE BRASIL, 2008 apud GONÇALVES et al., 2009, p. 6).

Alves (2000 apud POSSA et al., 2010, p. 3) ressalta que:

[...] a utilização de Biodigestores, no Brasil, tem merecido importante destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes. A recuperação do biogás possibilita a geração de energia em substituição a fontes de origem fóssil, portanto, com o uso de biodigestores, além de diminuir as emissões de CO₂ pela substituição de outras fontes energéticas de origem fóssil (lenha, carvão), são reduzidas também a emissão de gases produzidos na fermentação e estabilização dos dejetos que normalmente seriam emitidos para a atmosfera pelas esterqueiras e lagoas de estabilização, usadas para o tratamento dos dejetos de suínos.

Barreira (2011 apud ALCÓCER et al., 2014) afirma que uma das principais vantagens do uso de biodigestores, além da produção de metano, é a destinação de resíduos com redução significativa do potencial poluidor, gerando fertilizantes. Para muitos, isso faz de um biodigestor uma mistura de poço de petróleo, de usina de saneamento básico e de fábrica de fertilizantes.

O biodigestor é uma tecnologia já existente de grande potencial, tanto como proteção ao meio ambiente quanto como fonte alternativa de energia, sendo um equipamento capaz de criar o ambiente propício para a ação das bactérias metanogênicas, que realizam um processo natural de decomposição dos resíduos orgânicos cujos produtos resultantes são biofertilizantes e biogás (FARRET, 1999; NOGUEIRA, 1986).

Dentre diversas vantagens promovidas com o uso do biodigestor nas comunidades rurais, vale destacar a substituição da lenha ou do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) pelo biogás, além da redução do lançamento de metano na atmosfera.

Dado o exposto, é inegável a relevância da implantação de biodigestores para a sustentabilidade, tanto no aspecto de produção de energia limpa (biogás) quanto no sentido de produzir fertilizantes orgânicos. Para Alcócer et al. (2014), o uso de biodigestores anaeróbios constitui uma forma de se produzir energia renovável, gerando riqueza para a indústria e para o próprio Estado.

Conclusão

A instalação de biodigestores, bem como a produção de biogás a partir da degradação anaeróbia de diferentes biomassas, tanto de origem animal quanto vegetal, já foi

objeto de diversas pesquisas científicas, cujos resultados positivos são inegáveis. Em escala regional, no Maciço de Baturité, a partir de levantamento prévio, tem-se conhecimento de biodigestores instalados nos municípios de Barreira, Redenção e Ocara. Através de dados levantados, identificou-se ainda que a região apresenta potencial para a instalação de biodigestores, visto que dispõe de matérias orgânicas diversas em quantidade suficiente para alimentar esses equipamentos. Contudo, ainda se percebe um desconhecimento por muitas pessoas, principalmente daquelas que poderiam estar sendo beneficiadas diretamente com a instalação dos mesmos.

Nesse sentido, a disseminação da possibilidade de produção de biogás a partir do biodigestor, bem como das demais vantagens da instalação do mesmo, inclusive citando os exemplos de instalações bem-sucedidas aqui no Maciço de Baturité, seria uma forma de despertar as pessoas, especialmente o pequeno produtor rural da região, para os benefícios oriundos dessa tecnologia sustentável e incentivá-las a adotá-la.

Dessa forma, teríamos uma ampliação dos usuários dessa energia renovável e, ao mesmo tempo, estaríamos diminuindo a utilização de fontes energéticas provenientes da queima de combustíveis fósseis e/ou de outros recursos naturais, reduzindo, portanto, os impactos ambientais provocados pelos mesmos.

Este trabalho de divulgação e sensibilização pode ser realizado através de palestras junto aos sindicatos de produtores rurais, reuniões com prefeitos e secretários municipais de agricultura e meio ambiente da região do Maciço de Baturité, dentre outros meios.

Vale salientar que a universidade, como instituição pesquisadora e produtora de conhecimento, no exercício de sua função social, mediante a extensão universitária,

pode contribuir de forma significativa com a região na qual está inserida; inclusive, quanto mais próxima ela estiver da comunidade de seu entorno, maior credibilidade ela pode adquirir junto aos membros da mesma.

Nesse sentido, a produção de biogás a partir de biodigestores é uma alternativa viável para a região do Maciço de Baturité, tanto no aspecto econômico quanto ecológico, uma vez que contribui para o desenvolvimento científico, econômico e sustentável da própria região, cujos benefícios da execução não se limitam a uma escala local, podendo servir de inspiração e modelo para pesquisas de mesmo caráter ou até mais ousadas em outras regiões, estados ou qualquer lugar do país.

Referências

ALCÓCER, J. C. A. et al. Matadouro público: uma análise dos impactos ambientais na saúde pública e sociobiodiversidade no município de Redenção – Ceará. *Educação Ambiental em Ação*, Novo Hamburgo, v. 56, p. 20, 2016.

ALCÓCER, J. C. A. et al. Produzindo biogás a partir de resíduos de frutas para gerar energia elétrica. *Revista Sodebras*, s.l., v. 9, p. 113-116, 2014.

ALCÓCER, J. C. A. et al. Tecnologias sustentáveis, sustentabilidade e práticas pedagógicas no ensino médio. *Revista Científica Linkania Master*, Maringá, v. 5, p. 149-169, 2015.

BRASIL. *Boas práticas de ater na agricultura familiar e na reforma agrária*. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/boas_praticas_ater/ce%20-%20%20copasat.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2016.

BRASIL. *Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Cidadania Maciço do Baturité*. Fortaleza: Instituto Agropolos do Ceará, 2010.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. *Química Verde no Brasil 2010-2030*. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

COMASTRI FILHO, J. A. *Biogás, independência energética do Pantanal mato-grossense*. Corumbá: Embrapa, 1981. (Circular Técnica n. 9).

FARRET, F. A. *Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica*. Santa Catarina: UFSM, 1999.

GASPAR, R. M. B. L. *Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais, com ênfase na agregação valor: um estudo de caso na Região de Toledo-PR*. 2003. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GONÇALVES, H. F. E. et al. *O biodigestor como princípio de sustentabilidade de uma propriedade rural*. Disponível em: <http://www.catolicato.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2009-1/1-periodo/O_biodigestor_como_principio_de_sustentabilidade_de_uma_propriedade_rural.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2016

ILYAS, S. Z. A case study to bottle the biogas in cylinders as source of power for rural industries development in Pakistan. *World Applied Sciences Journal*, Pakistan, v. 1, n. 2, p. 127-130, 2006.

MENEZES, E. L. *Fontes de energia alternativa no Brasil*. Juiz de Fora: UFJF, 2007.

NOGUEIRA, L. A. H. *Biodigestão: a alternativa energética*. Nobel: São Paulo, 1986.

OLIVEIRA, A. G. et al. Can sustainable solutions bring profits? *Journal of Education, Psychology and Social Sciences*, v. 3, p. 12-20, 2015.

PEREIRA, G. Viabilidade econômica da instalação de um biodigestor em propriedades rurais. *Revista de Administração e Ciências Contábeis do IDEAU*, Alto Uruguai, v. 6, n. 12, p. 1-13, 2011.

PINTO, R. O. *Avaliação da digestão anaeróbia na bioestabilização de resíduos sólidos orgânicos, lodos de tanques sépticos, dejetos suínos e lixiviado*. 2006. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

POSSA, R. D. et al. Análise do desempenho de um sistema alternativo de purificação do biogás obtido pela digestão de dejetos de suínos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 1., 2010, Marechal Cândido Rondon. *Anais...* Marechal Cândido Rondon: Senama, 2010. p. 1-12.

REIGOTA, M. A. S. Ciência e sustentabilidade: a contribuição da educação ambiental. *Revista de Avaliação da Educação Superior*, Campinas, v. 12, n. 2, p. 219-232, 2007.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, M. L. *Metodologia, simples assim*. Fortaleza: LCR, 2014.

SILVA, W. R. *Estudo cinético do processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos vegetais*. 2009. 159 f. Tese (Doutorado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

Compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas

Joilna Alves da Silva
Maria do Socorro Moura Rufino

Introdução

A busca por produtos naturais com propriedades terapêuticas vem sendo alvo de pesquisas na área da Química de Produtos Naturais. Tem-se verificado um grande avanço científico acerca de estudos químicos e farmacológicos em plantas medicinais que visam conhecer novos compostos com propriedades terapêuticas.

As plantas e seus frutos têm desempenhado um papel fundamental no desenvolvimento de novos fármacos, pois eles têm sido utilizados como fontes de produtos naturais biologicamente ativos (MALLAVARAPU, 2001).

A preocupação com a saúde está cada vez mais presente no comportamento do consumidor e reflete-se na procura de qualidade de vida, estendendo-se aos cuidados com a alimentação. Essa passou a caracterizar-se por uma procura crescente de produtos saudáveis e naturais (sem pesticidas ou outros químicos), frescos ou minimamente processados, acessíveis, com um custo reduzido, seguros e também convenientes (GRUNERT, 2010; KEENAN et al., 2012).

A riqueza de nutrientes é um dos principais fatores que conduzem ao interesse crescente pelo consumo

de frutas e dos seus produtos (RUFINO et al., 2010). Estudos epidemiológicos têm demonstrado uma associação entre o consumo de alimentos e bebidas ricos em compostos fenólicos e a prevenção de doenças, tais como câncer e doenças coronárias (STEINMETZ; POTTER, 1996), embora as propriedades biológicas desses compostos dependam muito da sua biodisponibilidade (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000). Esses estudos mostram que existe uma correlação inversa entre o consumo regular de frutas e hortaliças e a prevalência de algumas doenças degenerativas. O efeito protetor exercido por esses alimentos tem sido atribuído à presença de compostos antioxidantes, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos (MELO et al., 2006).

A relevância nutricional e os conhecidos efeitos biológicos protetores das substâncias antioxidantes tornam-se objeto de estudo neste trabalho, que objetiva avaliar o perfil antioxidante de frutas tropicais brasileiras mediante a observação de ensaios conhecidos na literatura, realizados a partir da utilização de espécies químicas radicalares e seus sistemas geradores.

O conhecimento do conteúdo de compostos bioativos e da capacidade antioxidante de frutas visa agregar valor comercial e industrial às frutas e propor alternativas nutricionais para a ciência dos alimentos, garantindo a segurança alimentar e reduzindo os efeitos deletérios provocados pelos radicais livres (OLIVEIRA et al., 2009).

Vários estudos têm indicado o papel-chave dos radicais livres e outros oxidantes como grandes responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (ATOUI, 2005).

Os antioxidantes naturais presentes na dieta aumentam a resistência aos danos provocados pela oxida-

ção, apresentando, assim, um impacto significativo para a saúde humana (HUDSON, 1990 apud TERMENTZI; KEFALAS; KOKKALOU, 2006).

Considerando a variedade de substâncias antioxidantes presentes em uma matriz alimentar, diversos métodos foram desenvolvidos para avaliar a capacidade antioxidante de frutas. Esses métodos diferem-se em relação ao mecanismo de reação, às espécies-alvo, às condições reacionais e à forma de expressar os resultados. Alguns desses determinam a capacidade dos antioxidantes em sequestrar radicais livres, e outros avaliam a eficiência dos antioxidantes em inibir a peroxidação lipídica (ALVES et al., 2010). Entretanto, não existe um procedimento universal, o que sugere a necessidade de avaliar a capacidade antioxidante por diferentes métodos, com mecanismos de reação distintos (HUANG; OU; PRIOR, 2005; PÉREZ-JIMÉNEZ et al., 2008).

Dessa forma, a pesquisa em produtos naturais constituiu-se como uma importante fonte de informações para o conhecimento da ação antioxidante de frutas e outros produtos naturais em processos oxidativos, no intuito de buscar possíveis efeitos protetores aos sistemas biológicos.

Atividade antioxidante em frutas tropicais

A fruticultura brasileira tem se mostrado como o mais dinâmico setor da economia. Ela cresce ano a ano, supera barreiras fitossanitárias e cambiais e consolida-se como grande vetor de desenvolvimento do país (AGRIANUAL, 2008).

As frutas tropicais são principalmente produzidas nas áreas semiáridas, abrindo uma possibilidade de desenvolvimento para essas economias historicamente fra-

gilizadas. A relevância do estímulo a esse setor produtivo é a possibilidade de absorção de mão de obra e geração de emprego e renda nessas regiões (QUINTINO, 2007).

Frutas provenientes de climas tropicais e subtropicais são conhecidas por estarem associadas às muitas propriedades medicinais. Com isso, o consumo de frutas tropicais tem aumentado continuamente devido ao valor nutritivo e aos seus efeitos terapêuticos, apesar de existir uma grande diversidade de frutas e produtos derivados ainda não (ou pouco) pesquisados em relação às suas propriedades e capacidades benéficas à saúde (KUSKOSKI et al., 2006). Os vegetais que apresentam propriedade antioxidante integram o grupo dessas substâncias, denominadas funcionais, por estarem potencialmente envolvidas na redução do risco de doenças (KROON; WILLIAMSON, 1999).

Conforme a Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais (SBAF, 2007), alimento funcional é aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica, mediante a comprovação da sua eficácia e segurança por meio de estudos científicos.

A literatura referencia alguns critérios estabelecidos para determinação de um alimento funcional, tais como: exercer ação metabólica ou fisiológica que contribua para a saúde física e para a diminuição de morbidades crônicas; integrar a alimentação usual; apresentar efeitos positivos obtidos em quantidades não tóxicas, perdurando mesmo após a suspensão de sua ingestão; e, por fim, não se destinar ao tratamento ou cura de doenças (BORGES, 2000).

No grupo dos alimentos funcionais, encontram-se os que possuem fitoquímicos. A palavra “fitoquímico” foi cunhada a partir do termo “*phyto*”, que significa vegetal, em grego. Dessa forma, fitoquímicos são elementos químicos, não nutrientes, de origem vegetal, encontrados em frutas, verduras, leguminosas, grãos e outros tecidos vegetais, e que apresentam atividade biológica (LIU, 2012).

A necessidade de estudos sobre as propriedades biológicas e sobre a composição química de frutas tropicais se deve à sua crescente comercialização e consumo, tanto no mercado brasileiro quanto no internacional, e também à sua constante indicação como uma boa fonte de antioxidantes naturais (KUSKOSKI et al., 2006).

Para Canuto et al. (2010), o conteúdo de compostos bioativos está fortemente correlacionado com a capacidade antioxidante de frutas, sendo que amostras com maior teor de compostos bioativos apresentam maior capacidade antioxidante. A capacidade antioxidante das frutas varia de acordo com os seus teores de vitamina C, vitamina E, carotenoides, flavonoides e outros compostos fenólicos (SAURA-CALIXTO; GOÑI, 2006).

Estudos demonstraram o papel protetor do ácido ascórbico na peroxidação lipídica (FREI et al., 1991; FREI; ENGLAND; AMES, 1989), na oxidação do DNA (FRAGA et al., 1991) e na prevenção de complicações cardiovasculares (ASHOR et al., 2014; KOTI et al., 2011; SALONEN et al., 2003), possivelmente por ser um efetivo redutor encerrando reações oxidativas em cadeia (GULÇIN, 2011), diminuindo, assim, os danos oxidativos causados por radicais livres.

No estudo da variedade de frutas tropicais brasileiras, destacamos neste artigo que, entre os antioxidantes

presentes nos vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos (DECKER, 1997).

Os compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos de hidroxilas e têm sido muito estudados devido à sua influência na qualidade dos alimentos. Englobam uma gama enorme de substâncias, entre elas os ácidos fenólicos, os quais, por sua composição química, possuem propriedades antioxidantes (SOARES, 2002).

No grupo dos compostos fenólicos amplamente distribuídos na natureza, os mais ativos e frequentemente encontrados são os flavonoides. Essa classe de compostos fenólicos difere entre si pela sua estrutura química e características particulares. Frutas, vegetais, grãos, flores, chá e vinho são exemplos de fontes desses compostos (NIJVELDT et al., 2001).

A disponibilidade de informações sobre a composição de alimentos é essencial para a avaliação da dieta e para as pesquisas epidemiológicas que relacionam dieta, saúde e doença (GRANADO et al., 2001). O conhecimento da composição dos alimentos em compostos antioxidantes facilita a identificação da relação entre a dieta e a prevalência de enfermidades crônicas, além de viabilizar a definição da magnitude das inadequações dietéticas e oferecer subsídios para a educação alimentar e para o estabelecimento de metas e guias alimentares que promovam estilos de vida mais saudáveis (RIBEIRO, 2006).

Métodos de avaliação da atividade antioxidante

Foram desenvolvidos variadíssimos métodos com o objetivo de avaliar a atividade antioxidante de todos os tipos de matrizes alimentares (BÖHM; SCHLESIER,

2004). Esses métodos diferem entre si, relativamente aos mecanismos de reação, oxidantes e espécies alvo/marcadores, condições de reação, assim como na expressão dos resultados. A capacidade antioxidante é um parâmetro que quantifica a capacidade de um composto agir sobre radicais livres e inativá-los (KARADAG; OZCELIK; SANER, 2009).

Dentre os métodos mais utilizados para determinação de compostos antioxidantes em frutas, estão: DPPH, FRAP, Sistema β -caroteno/ácido linoleico e ABTS. Verifica-se que os mais usados atualmente têm sido o ABTS e o DPPH, conforme vários autores (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006; LEONG; SHUI, 2002; LIMA et al., 2006; MELO et al., 2006; NENADIS et al., 2004; RUFINO, 2008; WU et al., 2006).

Ensaio padrão com o radical DPPH

De acordo com Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), o método do DPPH é baseado na captura do radical DPPH \cdot (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) de antioxidantes, o qual produz um decréscimo da absorbância a 515 nm.

O método baseia-se na transferência de elétrons, em que, por ação de um antioxidante ou de uma espécie radicalar, o DPPH que possui cor púrpura é reduzido, formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da absorção, podendo a mesma ser monitorada pelo decréscimo da absorbância. A partir dos resultados obtidos, determina-se a porcentagem de atividade antioxidante ou sequestradora de radicais livres (RUFINO et al., 2007a; SOUSA et al., 2007).

O método DPPH tem sido muito utilizado para avaliar a capacidade antioxidante de frutas. O método apre-

senta vantagens quando os antioxidantes analisados são mais solúveis em solventes orgânicos; por ser um radical livre estável, está disponível comercialmente, o que evita sua geração por distintas formas (como ocorre com o método ABTS), além de facilitar seu uso (LIMA, 2008).

Na presença de um doador de hidrogênio ou elétron, a intensidade de absorção diminui e a solução com o radical perde cor, tornando-se amarela, de acordo com o número de elétrons capturados, ou seja, quando o elétron desemparelhado do átomo de nitrogênio no DPPH recebe um átomo de hidrogênio proveniente de compostos antioxidantes, ocorre a mudança de cor (PRADO, 2009).

A atividade do antirradical expressa pelo parâmetro EC_{50} é definida como a quantidade do antioxidante necessária para diminuir 50% da concentração do DPPH• inicial. Algumas modificações nesse método são necessárias no sentido de adaptá-lo às frutas, devido ao mecanismo da reação entre o antioxidante e o DPPH• depender da conformação estrutural de cada antioxidante avaliado (ALVES; BRITO; RUFINO, 2006).

Ensaio padrão com o radical ABTS

O método ABTS (2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) baseia-se em uma reação SET, em que se avalia a capacidade dos antioxidantes de capturar o cátion radical ABTS⁺. Essa captura produz um decréscimo na absorbância a 734 nm. O decréscimo produzido pelo Trolox (análogo hidrossolúvel da vitamina E) é comparado ao produzido pelo antioxidante que se está analisando (MILLER et al., 1993). A curva gerada pela inibição da absorbância é calculada, sendo que os resultados são interpolados na curva de ca-

libração e expressos em atividade antioxidante equivalente a 1 nm do Trolox (RUFINO et al., 2007b).

O radical ABTS^{•+} deve ser gerado por reações enzimáticas ou químicas, podendo ser solubilizado em meios orgânicos e aquosos nos quais a atividade antioxidante pode ser determinada, dependendo da natureza dos compostos antioxidantes (ARNAO, 2000).

O método do ABTS (2,2-azino-bis(ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) está baseado na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS^{•+}. Essa captura provoca um decréscimo na absorvância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos, sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006). Esse método apresenta vantagem em relação a outros, pois pode ser utilizado tanto para amostras hidrossolúveis quanto lipossolúveis (LIMA, 2008).

O método ABTS^{•+} apresenta excelente estabilidade, sendo um dos testes mais rápidos de atividade antioxidante e que oferece resultados reprodutíveis, além de oferecer vários máximos de absorção e uma boa solubilidade, permitindo análises de compostos tanto de natureza lipofílica como hidrofílica (KUSKOSKI et al., 2005).

Considerações finais

A alimentação, além de seu papel de fornecimento de energia e de nutrientes, cumpre uma importante função, que é a de manutenção da saúde e qualidade de vida. A preocupação com a saúde está cada vez mais presente no comportamento do atual consumidor, o que reflete na procura de boas condições de vida, estendendo-se aos cuidados com a alimentação. Esta, quando adequada e

variada, previne o surgimento de doenças, fornecendo os nutrientes necessários para a defesa do organismo. Contudo, os alimentos fornecem não apenas nutrientes essenciais necessários a uma dieta saudável, mas também fornecem compostos bioativos que promovem benefícios à saúde e reduzem os riscos de desenvolvimento de doenças crônicas.

Dessa forma, as frutas podem ser apontadas como boas fontes de antioxidantes naturais, que podem ser mais efetivas e econômicas do que o uso de suplementos dietéticos na proteção do organismo contra os danos oxidativos, portanto o seu consumo deve ser estimulado.

Referências

ALVES, C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. *Revista Química Nova*, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; RUFINO, M. S. M. Prospecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. *Palestras e resumos*. Cabo Frio: SBF/UENF/UFRRJ, 2006. p. 133-141.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA – AGRIANUAL. *Produção de frutas no Brasil*. São Paulo: FNP, 2008.

ARNAO, M. B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. *Trends in Food Science & Technology*, v. 11, n. 11, p. 419-421, 2000.

ASHOR, A. W. et al. Effect of vitamin C on endothelial function in health and disease: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Atherosclerosis*, v. 235, n. 1, p. 9-20, 2014.

ATOUI, A. K. et al. Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*, London, v. 89, p. 27-36, 2005.

BÖHM, V.; SCHLESIER, K. *Methods to evaluate the antioxidant activity*. Production practices and quality assessment of food crops. Netherlands: Springer, 2004.

BORGES, V. C. Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos. In: WAITZBERG, D. L. *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica*. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 1495-1509.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, Campinas, v. 28, p. 25-30, 1995.

CANUTO, G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

DECKER, E. A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? *Nutrition Reviews*, New York, v. 55, n. 11, p. 396-407, 1997.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

FRAGA, C. G. et al. Ascorbic acid protects against endogenous oxidative DNA damage in human sperm. *Proceedings of the National Academy Sciences of USA*, v. 88, p. 11003-11006, 1991.

FREI, B.; ENGLAND, L.; AMES, B. N. Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. *Proceedings of the National Academy Sciences of USA*, v. 86, p. 6377-6381, 1989.

FREI, B. et al. Gas phase oxidants of cigarette smoke induce lipid peroxidation and changes in lipoprotein properties in human blood plasma. *Biochemical Journal*, London, v. 277, p. 133-138, 1991.

GRANADO, F. et al. A fast, reliable and low-cost saponification protocol for analysis of carotenoids in vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, London, v. 14, n. 5, p. 479-489, 2001.

GRUNERT, K. G. European consumers' acceptance of functional foods. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1190, p. 166-173, 2010.

GULÇIN, I. Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of Toxicology*, v. 86, n. 3, p. 345-391, 2011.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays: reviews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 53, n. 6, p. 1841-1856, 2005.

KARADAG, A.; OZCELIK, B.; SANER, S. Review of methods to determine antioxidant capacities. *Food Analytical Methods*, v. 2, p. 41-60, 2009.

KEENAN, D. F. et al. Effect of sonication on the bioactive, quality and rheological characteristics of fruit smoothies. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 47, p. 827-836, 2012.

KOTI, B. et al. Cardioprotective effect of ascorbic acid on doxorubicin-induced myocardial toxicity in rats. *Indian Journal of Pharmacology*, v. 43, n. 5, p. 507-511, 2011.

KUSKOSKI, E. M. et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

KUSKOSKI, E. M. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

KROON, P. A.; WILLIAMSON, G. Hydroxycinnamates in plant and food: current and future perspectives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 79, n. 3, p. 355-361, 1999.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry*, London, v. 76, p. 69-75, 2002.

LIMA, A. *Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (Caryocar brasiliense, camb.)*. 2008. 182 f. Tese (Doutorado em Bromatologia) – Programa de Pós-Graduação em Bromatologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LIMA, V. L. A. G. et al. Identificação de antocianidinas em acerolas do banco ativo de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 4, p. 927-935, 2006.

LIU, R. H. Health benefits of phytochemicals in whole foods. In: TEMPLE, N. J.; WILSON, T.; JACOBS JR., D. R. (Ed.). *Nutritional Health: strategies for disease prevention*. Nutrition and Health. 3. ed. New York: Humane, 2012. p. 293-310.

MALLAVARAPU, G. O. Contribution of medicinal plants to modern medicine. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, v. 22/4A-23/1A, p. 572-578, 2001.

MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MILLER, N. J. et al. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, London, v. 84, n. 4, p. 407-412, 1993.

NENADIS, N. et al. Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS^{•+} assay. *Journal Agriculture Food Chemistry*, v. 52, p. 4669-4674, 2004.

NIJVELDT, R. J. et al. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, v. 74, p. 418-425, 2001.

OLIVEIRA, A. C. et al. Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. *Food Chemistry*, London, v. 115, p. 469-475, 2009.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J. et al. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant, foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. *Food Research International*, Essex, v. 41, n. 3, p. 274-285, 2008.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. *Food Research International*, v. 39, p. 791-800, 2006.

PRADO, A. Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

QUINTINO, H. M. S. *Benefícios sociais da política de incentivos à cultura do mamão no estado do Ceará*. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

RIBEIRO, S. M. R. *Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de mangas (*Mangifera indica* L.) cultivadas no estado de Minas Gerais*. 2006. 149 f. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2006.

RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, Barking, v. 121, p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M. S. M. Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais. 2008. 237 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2008.

RUFINO, M. S. M. et al. *Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH*. Fortaleza: Embrapa, 2007a. (Comunicado Técnico 127).

RUFINO, M. S. M. et al. *Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS*. Fortaleza: Embrapa, 2007b. (Comunicado Técnico 128).

SALONEN, R. M. et al. Six-year effect of combined vitamin C and E supplementation on atherosclerotic progression: The Antioxidant Supplementation in Atherosclerosis Prevention (ASAP) study. *Circulation*, v. 107, p. 947-953, 2003.

SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chemistry*, London, v. 94, p. 442-447, 2006.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, v. 130, p. 2073-2085, 2000.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS. 2007. Disponível em: <<http://www.sba.org.br>>. Acesso em: 17 out. 2016.

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

STEINMETZ, K. A.; POTTER, J. D. Vegetables, fruit and cancer prevention: a review. *Journal of the American Dietetic Association*, New York, v. 54, p. 1027-1039, 1996.

TERMENTZI, A.; KEFALAS, P.; KOKKALOU, E. Antioxidant activities of various extracts and fractions of *Sourbus domestica* fruits at different maturity stages. *Food Chemistry*, Barking, v. 98, p. 599-608, 2006.

WU, L. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, London, v. 95, n. 2, p. 319-327, 2006.

Desenvolvimento sustentável: o caso da Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité-CE

Panicalli Silva Andrade
Luma Nogueira de Andrade
Francisco Edmar de Sousa Silva

Introdução

As últimas décadas do século XX e a primeira década do século XXI se apresentam como um momento histórico fortemente marcado pelos avanços no campo da ciência e da técnica. Esse grande impulso tem sido o alicerce sobre o qual se ergue toda a macroestrutura da sociedade contemporânea.

Entretanto, com a mesma intensidade, tem aumentado o grau de extração contínua dos recursos naturais do planeta. A devastação que já vinha sendo implementada desde o advento da revolução industrial foi ampliada nas últimas décadas do século XX e primeira década do século XXI. Ecossistemas inteiros foram seriamente afetados pela ação humana. Praticamente nenhum recanto do planeta ficou imune à ação irresponsável de degradação dos seus elementos naturais. De forma direta ou indireta, o ser humano tem contribuído para a diminuição, em termos numéricos e qualitativos, da biodiversidade mundial.

A floresta atlântica brasileira é um exemplo emblemático dos níveis de depleção aos quais as florestas tropi-

cais têm sido submetidas. Do total de área recoberta pela mata atlântica à época da chegada dos primeiros colonizadores, restam apenas 8%, espalhados em todo o país.

A Serra de Baturité, um dos resquícios dessa imponente mata atlântica no estado do Ceará, teve, a exemplo do restante da mata atlântica brasileira, sua dinâmica seriamente afetada pela ação humana. Desde sua ocupação original até o fim do século XX, o grau de degradação ambiental era considerado muito elevado. Os índices de desmatamento e queimadas, acompanhados da introdução de espécies exóticas, desmembramentos de sítios, caça predatória, construção de segundas residências e crescimento dos centros urbanos foram, de maneira intensa e rápida, alterando a biota local.

No que tange particularmente às cidades, é possível observar que, quando do seu crescimento, elas degradam os atributos naturais do local, porque demandam grande quantidade de matéria e energia e geram grande quantidade de resíduos (ODUM, 1983).

Com o objetivo de minimizar os efeitos da ação humana sobre a biodiversidade da Serra de Baturité, foi proposta e criada, no início da última década do século XX, a Área de Proteção Ambiental de Baturité, mais conhecida como APA de Baturité, com o objetivo de proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (SNUC, 2000).

A referida APA, a despeito de todas as dificuldades pelas quais tem passado para a efetivação de suas atribuições legais, tem promovido uma conservação e preservação de seus atributos naturais. Certamente, o caminho a ser percorrido ainda se apresenta longo. Entretanto, os ganhos com a conservação são inegáveis.

Na tentativa de garantir que as Unidades de Conservação promovam uma proteção concreta dos atributos naturais, é extremamente importante que sejam adotadas medidas que atendam ao que preconiza o desenvolvimento sustentável (DS). Apesar de toda a imprecisão conceitual que cerca esse termo, é inegável que suas premissas podem auxiliar na adoção de métodos e estratégias mais eficientes que promovam a proteção e a conservação da rica biodiversidade do nosso país.

No entanto, os princípios do desenvolvimento sustentável não terão sua eficácia garantida se não forem operacionalizados, isso é realizado através dos Indicadores de Sustentabilidade. O objetivo da operacionalização do DS é promover a sua mensuração. Mensurar o DS é imprescindível para o êxito nas ações de conservação e preservação.

Os Indicadores de Sustentabilidade possuem como função primordial realizar essa mensuração. Através da operacionalização do DS, eles buscam dar impulso às tentativas que vislumbram garantir que os atributos naturais do planeta sejam utilizados de forma racional pela geração presente, sem comprometer a sobrevivência das gerações futuras.

A Serra de Baturité: descrição do lócus da pesquisa

O estado do Ceará está quase todo dentro da região semiárida do Nordeste brasileiro. Estudos mostram que cerca de 92% do território cearense, aproximadamente 136.328 km², estão expostos ao regime de semiaridez (SOUZA, 2000).

Em meio a uma vegetação ressequida, chuvas irregulares e insuficientes, solos rasos e temperatura sempre elevada, pode-se presenciar o afloramento de pequenas “ilhas úmidas”, onde as características climatológicas e edáficas mudam de forma brusca (CAVALCANTE; GIRÃO, 2006).

Dentre elas, existe a APA da Serra de Baturité, localizada no Maciço de Baturité, que possui 13 municípios, a saber: Acarape, Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiúna, Mulungu, Ocara, Palmácia, Pacoti e Redenção. Nesses municípios, vive um contingente populacional de cerca de 210.000 habitantes, com tendência de crescimento populacional para os próximos anos, podendo chegar a 300.000 habitantes (CAVALCANTE, 2005).

No entanto, desde a sua ocupação inicial, esse oásis natural vem sofrendo com inúmeras agressões de origem antrópica. Ao longo dos séculos, devido às grandes secas que assolaram o estado, o processo de ocupação humana foi fortemente incrementado. Várias famílias que fugiam das intempéries vividas na área da caatinga buscavam refúgio no clima ameno, vegetação exuberante e solos férteis da serra.

Tendo como objetivo principal tentar estancar a degradação histórica pela qual passa a biodiversidade mundial, as Unidades de Conservação (UCs) vêm ganhando espaço nos discursos planeta afora. Elas, sem sombra de dúvidas, constituem-se num meio eficaz de conservação do patrimônio natural mundial, desde que criadas, implementadas e manejadas de modo adequado.

A primeira APA em território brasileiro foi criada em 1982, um ano depois da aprovação da Política Nacional de Meio Ambiente, no município de Petrópolis,

no estado do Rio de Janeiro (CASTRO JÚNIOR; COUTINHO; FREITAS, 2009).

Uma APA tem como objetivos básicos “[...] proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais” (SNUC, 2000). Foi com o objetivo acima exposto que a APA de Baturité foi criada no início da década de 1990. Devido ao forte processo de depleção dos recursos naturais, oriundo da ação antrópica, o poder público teve que intervir, de modo a preservar o que ainda não tinha sido destruído.

A conservação eficaz dos atributos naturais da Serra de Baturité, um verdadeiro “oásis” em meio a um domínio quase total do clima semiárido, é de extrema importância, ainda mais considerando que:

[...] existe a possibilidade de as serras úmidas existentes no Ceará atuarem como reguladoras do equilíbrio ambiental através da manutenção de espécies predadoras de animais nocivos às atividades econômicas. Desde que devidamente conservadas, essas serras apresentam, do ponto de vista ambiental, condições mais propícias para abrigar uma fauna mais numerosa e diversificada e cadeias alimentares mais complexas. (PBR BATURITÉ, 2001, p. 57).

Com toda exuberância e beleza cênica, bem como importância do ponto de vista geoambiental e socioeconômico, a APA da Serra de Baturité requer, por parte do poder público, da sociedade civil organizada e da população de modo geral, uma deferência ímpar que possa se materializar em preservação e conservação dos seus atributos naturais, tanto para a presente como para as futuras gerações.

Desenvolvimento sustentável: conceito e contexto

O recorte histórico que pode ser visualizado a partir da revolução industrial iniciada na Europa e particularmente durante todo o século XX e início do século XXI tem se apresentado como o período da história em que mais a humanidade avançou em termos de conhecimento científico e, conseqüentemente, de desenvolvimento de tecnologias potencialmente capazes de melhorar a estada humana sobre a Terra.

Infelizmente esses avanços encontram alguns entraves. O primeiro deles é que se mostram extremamente seletivos. Nem todas as pessoas têm acesso aos grandes avanços experimentados no campo da tecnologia, por exemplo. A maior parte da população mundial, sem acesso a orçamentos familiares dignos, vive à margem das grandes revoluções tecnológicas. O segundo, e não menos grave, consiste no fato de que, para sustentar esse desenvolvimento, ou seja, os avanços tecnológicos na sua integridade, estão sendo demandadas quantidades cada vez maiores de matéria e energia.

Esse consumo de matéria e energia tem gerado impactos significativos nos mais diversos ambientes naturais. Nesse sentido, tem aumentado a pressão da sociedade (antroposfera) sobre os elementos naturais do planeta (ecosfera) (VAN BELLEN, 2006).

Ambientes naturais inteiros estão sendo degradados para atender à necessidade de grandes corporações com campo de atuação global que controlam boa parte da economia e do poder político mundial.

O aumento das áreas de deserto, a destruição da biodiversidade de mares e oceanos e o desmatamento e queimadas que afetam a fauna e a flora de diversos am-

bientes terrestres são apenas algumas das consequências nefastas da atividade humana sobre o ambiente físico terrestre. Esse fato se torna particularmente grave na medida em que é sabido que todos os bens essenciais necessários à existência do homem são oriundos da natureza. Essa mesma natureza que vem sendo destruída de maneira contundente.

Embora não na mesma intensidade, tampouco na proporção necessária, vem crescendo a consciência de vários setores da sociedade em relação à urgência de se proteger e conservar a biodiversidade, suporte natural de toda e qualquer forma de vida.

A temática ambiental, gradativamente, tem estado presente nos grandes debates ao redor do planeta. Os desastres ambientais, com suas respectivas consequências nefastas, registrados a partir da década de 1940, também serviram de trampolim para que o debate a respeito das agressões sofridas pela natureza, antes restrito apenas aos meios acadêmicos, fizesse parte do discurso e da prática profissional de várias áreas do conhecimento, dentre elas a da ciência geográfica, e, em escala ainda maior, figurasse como um dos assuntos correntes no meio popular (VAN BELLEN, 2006).

Em 1973, surgiu o conceito de ecodesenvolvimento, por meio do qual se buscava definir uma proposta de desenvolvimento baseado na sustentabilidade ambiental. O referido conceito, algum tempo depois de sua primeira utilização, passou a ser substituído pela expressão desenvolvimento sustentável (CAMARGO, 2003).

Ao longo de todo esse tempo, o conceito de desenvolvimento sustentável vem sendo profundamente debatido no meio acadêmico e nas diversas organizações públicas e civis. É possível notar que “[...] a literatura sobre

o desenvolvimento sustentável cresceu sensivelmente nos últimos anos. Dezenas de definições e de estudos foram realizados na tentativa de encontrar os limites exatos do termo” (CAMARGO, 2003, p. 71).

É dentro desse panorama que o desenvolvimento sustentável (DS) surge como alternativa ao modelo de desenvolvimento vigente. De acordo com a definição mais aceita, desenvolvimento sustentável é “[...] aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades” (WCDE apud VAN BELLEN, 2006, p. 12). Nas palavras de Camargo (2003, p. 53), “[...] o desenvolvimento sustentável revelou-se uma nova maneira de perceber as soluções para os problemas globais, que não se reduzem apenas à degradação ambiental, mas incorporam também dimensões sociais, políticas e culturais”.

A discussão em torno da sustentabilidade, embora envolva uma série de controvérsias, notadamente relacionadas à caracterização clara do seu conceito, precisa ser mensurada, de tal forma que possa oferecer elementos concretos, mesmo que parciais, para uma gestão mais eficiente dos atributos naturais. Trata-se, na verdade, da operacionalização do conceito de sustentabilidade.

Acerca da operacionalização do conceito de sustentabilidade, van Bellen (2006, p. 28) assevera que:

[...] a operacionalização deve auxiliar na verificação sobre a sustentabilidade ou não do sistema, ou, pelo menos, ajudar na identificação das ameaças à sustentabilidade de um sistema. Para isso há a necessidade de se desenvolver indicadores que forneçam essas informações sobre onde se encontra a sociedade e a natureza em relação à sustentabilidade.

Portanto, operacionalizar o conceito de sustentabilidade significa tirá-lo do campo da mera abstração conceitual e transformá-lo em um meio eficiente e eficaz na busca por modelos de desenvolvimento que respeitem a dinâmica natural do planeta. Para Siche et al. (2007, p. 142), “[...] quando se trata de indicadores ou índices de sustentabilidade, o debate está apenas se iniciando, pois não há, até o presente momento, uma fórmula ou receita consensual para avaliar o que é sustentável ou o que é insustentável”.

Apesar das grandes divergências que se criaram em torno da operacionalização dos indicadores de modo geral e dos indicadores de desenvolvimento sustentável em particular, é possível afirmar que “[...] a crescente utilização de indicadores mostra que eles são importantes ferramentas para a tomada de decisão e para melhor compreender tendências” (VAN BELLEN, 2006, p. 31).

De maneira genérica, um indicador é apenas um dos meios que existem de transmitir informações. De modo mais particular, conforme van Bellen (2006), um indicador é uma maneira rápida de simplificar e resumir informações e torná-las mais aparentes para o público e para os tomadores de decisões.

Da Pegada Ecológica: contexto de uma metodologia sustentável?

Para van Bellen (2006, p. 45), “[...] existem poucos sistemas de indicadores que lidam especificamente com o desenvolvimento sustentável, em sua maioria em caráter experimental, e foram desenvolvidos com o propósito de melhor compreender os fenômenos relacionados à sustentabilidade”. Consoante Cervi e Carvalho (2010,

p. 16), “[...] dentre os muitos indicadores de sustentabilidade, a Pegada Ecológica tem se tornado um dos mais utilizados e difundidos mundialmente”. De acordo com van Bellen (2006, p. 102), “[...] a grande quantidade de informações e as várias aplicações da ferramenta para diferentes sistemas explicam o alto grau de reconhecimento obtido pelo método junto aos especialistas”.

O trabalho pioneiro acerca da Pegada Ecológica foi lançado em 1996 com o título *Our Ecological Footprint* (Nossa Pegada Ecológica). A mencionada pesquisa foi desenvolvida pelos pesquisadores Wackernagel e Ress (VAN BELLEN, 2006). O governo da Suíça foi o primeiro a utilizar, em larga escala, a Pegada Ecológica como ferramenta para realizar a mensuração do desenvolvimento sustentável (CERVI; CARVALHO, 2010). A partir de então, essa metodologia tem sido amplamente divulgada internacionalmente. Consoante van Bellen (2006), podem ser encontrados mais de 4.000 *websites* que versam sobre a utilização da metodologia nas suas mais diversas aplicações.

Várias organizações não governamentais estão fazendo uso dessa metodologia para divulgar resultados concernentes à dinâmica da atividade antrópica e o seu respectivo impacto no meio natural. Essas organizações, a cada dois anos, em parceria com outras entidades, lançam o documento intitulado Planeta Vivo. Esse documento traça um perfil da utilização dos recursos disponibilizados pela natureza, revelando se existe um déficit ou superávit no consumo de determinado recurso (PLANETA VIVO, 2010).

A Pegada Ecológica utiliza o conceito de capacidade de carga, mas o operacionaliza de modo invertido. Enquanto originalmente esse conceito preconiza a

quantidade de pessoas suportada em determinado espaço, a Pegada Ecológica aborda o quanto um determinado ambiente pode oferecer sem que a sua capacidade de suporte seja excedida. Em outras palavras, em vez de se perguntar quantas pessoas podem ser colocadas em determinado lugar, pergunta-se quanto a área pode oferecer sem que a sua dinâmica natural seja alterada de forma dilapidadora (ANDRADE, 2006).

A definição original de capacidade de carga é inadequada, uma vez que:

[...] a carga não é apenas decorrente da população humana, mas também da distribuição *per capita* do consumo dessa população. Como resultado dessa distribuição, a pressão relativa sobre o meio ambiente está crescendo proporcionalmente de forma mais rápida do que o crescimento populacional. (VAN BELLEN, 2006, p. 103).

Para se calcular o impacto das atividades antrópicas sobre o meio natural, não se pode somente considerar o quantitativo populacional, mas também “[...] o nível de consumo, o desenvolvimento de tecnologias, a importação e exportação de produtos, a eliminação de espécies concorrentes, a eficiência da produção e a administração dos recursos naturais, precisam ser considerados” (ANDRADE, 2006, p. 37). Por isso, a Pegada Ecológica “[...] representa a quantidade de hectares necessários para sustentar a vida de cada pessoa no mundo, isto é, quantos hectares uma pessoa necessita produzir, o que consome por ano” (CERVI; CARVALHO, 2010, p. 16).

Para Cervi e Carvalho (2010, p. 16), “[...] este método consiste em um índice de sustentabilidade que mede o impacto do homem sobre a Terra, um indicador da pres-

são exercida sobre o ambiente, e permite calcular a área de terreno produtivo necessária para sustentar o nosso estilo de vida”. Dessa forma, pode-se entender que toda e qualquer atividade realizada pelos seres vivos é capaz de deixar uma “marca”, “um rastro”, na superfície do planeta, no que tange aos recursos naturais necessários para a manutenção dos seus respectivos metabolismos. O método Pegada Ecológica tenta contabilizar a extensão dessa “marca”, desse “rastro”.

A metodologia da Pegada Ecológica já foi adotada no estado do Ceará. Leite (2001) estudou o consumo na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). A pesquisa mostrou que o consumo da RMF já estava muito acima da capacidade de suporte dessa área geográfica. Entretanto, mesmo que superficialmente, é possível supor que a situação não tenha melhorado.

Quando da realização do cálculo da Pegada Ecológica, é necessário escolher as categorias de consumo que mais impactam a realidade do local pesquisado. A disponibilidade de dados primários é um condicionante importante para a escolha das categorias que serão avaliadas. Para Carmo (2008, p. 50):

[...] para calcular a pegada, é necessário determinar as categorias de consumo a serem analisadas; por exemplo: alimentação, habitação, energia, bens e serviços etc. Cada categoria, por sua vez, é formada por componentes de análise, por exemplo, a categoria alimentação tem como elementos: frutas, verduras, grãos, carnes etc. Ainda, uma categoria poderá ter sub-categorias, por exemplo: alimentação tem como sub-categorias ‘vegetal’ e ‘animal’. Os componentes, por sua vez, podem ser subdivididos em unidades, tais como o componente

‘frutas’ pode ter as unidades: maçã, laranja, uva etc.

Andrade (2006, p. 45), citando Chambers et al. (2000) e Wackernagel et al. (2005), afirma que:

[...] a superfície do Planeta corresponde a 51 bilhões de hectares, sendo que apenas 11,2 bilhões são áreas bioprodutivas. Deste montante, 8,8 bilhões são áreas de terra e 2,3 bilhões 44 são áreas marítimas. As áreas de terra bioprodutivas correspondem a 1,5 bilhões de hectares de área de cultivo, 3,5 bilhões de hectares de área de pasto, 3,6 bilhões de hectares de área de floresta e 0,2 bilhões de hectares para áreas construídas.

A grande degradação ambiental verificada em todos os ecossistemas planetários tem pressionado as esferas de poder, a sociedade civil organizada e a população de modo geral a encontrarem uma saída viável para a solução da equação que envolve o desenvolvimento socioeconômico e a preservação dos elementos naturais do planeta.

Conclusões

A conclusão de um trabalho de pesquisa é sempre inconclusa quando se refere à pesquisa em seu todo de conteúdo. Porém, as conclusões parciais são referentes ao que se conseguiu captar até o momento que se resolve tecer alguns juízos de valores sobre o que já está escrito. Nesse sentido, diante do que foi exposto até o momento, torna-se clara a necessidade de se mensurar o desenvolvimento sustentável. Não obstante as dificuldades que se apresentam nesse percurso, fato que decorre da própria indefinição conceitual concernente ao termo “desenvol-

vimento sustentável”, é preciso que sejam implementadas metodologias que sirvam de suporte para medir o grau de sustentabilidade de uma determinada área. De maneira peculiar, isso se realiza mediante a aplicação de Indicadores de Sustentabilidade.

Dentre os diversos indicadores, o método *Ecological Footprint*, ou seja, o método Pegada Ecológica, será o mais adequado para a realização de uma pesquisa na APA da Serra de Baturité, em que poderão ser elencadas algumas categorias de análises que, sobretudo, possam representar, de maneira significativa, a realidade socioambiental da região.

Referências

ANDRADE, B. B. *Turismo e sustentabilidade no município de Florianópolis: uma aplicação do método Pegada Ecológica*. 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CAMARGO, A. L. B. *Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios*. Campinas: Papirus, 2003.

CARMO, A. O. *Pegada Ecológica: possibilidades e limitações a partir de sua aplicação para a cidade de Salvador-BA*. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

CASTRO JÚNIOR, E.; COUTINHO, B. H.; FREITAS, L. E. Gestão da biodiversidade e áreas protegidas. In: GUERRA, A. J. T.; COELHO, M. C. N. (Org.). *Unidades de conservação: abordagens e características geográficas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 25-66.

CAVALCANTE, A. M. B.; GIRÃO, J. B. C. História da Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité. In: PINHEIRO, D. R. C. (Org.). *Desenvolvimento sustentável: desafios e discussões*. Fortaleza: ABC, 2006. p. 367-384.

CERVI, J. L.; CARVALHO, P. G. M. A Pegada Ecológica do Município do Rio de Janeiro. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, Michoacán, v. 15, p. 15-29, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. *Planejamento biorregional de Baturité (CE)*. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001.

LEITE, A. M. F. *Estudo de sustentabilidade sócio-ecológico urbano através da Pegada Ecológica: Região Metropolitana de Fortaleza-CE*. 2001. 142 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983.

RELATÓRIO PLANETA VIVO 2010. Disponível em: <www.wwf.org.br>. Acesso em: 8 jul. 2010.

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – SEMACE. *Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité*. Diagnóstico e Diretrizes. Fortaleza: Semace, 1991.

SICHE, R. et al. Índices *versus* indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. *Revista Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. Fortaleza: Funece, 2000.

VAN BELLEN, H. M. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

Plantas medicinais e saúde bucal: perspectiva de tratamento da gingivite por meio da aroeira-do- sertão e do alecrim-pimenta

Priscila da Silva Freitas
Said Gonçalves da Cruz Fonseca
Ana Caroline Rocha de Melo Leite

Introdução

A gingivite, associada à formação de placa dental, é a forma mais comum de doença gengival. Quanto à evolução, a gingivite pode ter início súbito e curta duração, podendo ser dolorosa (nos casos agudos), mas frequentemente tem uma apresentação mais branda. A gingivite recorrente é um tipo de doença que reaparece após ser eliminada pelo tratamento ou desaparece espontaneamente. A gingivite crônica tem início lento e longa duração, é indolor, a menos que complicada por exacerbações agudas ou subagudas, e é o tipo de doença gengival mais frequente (FIORELLINI; KIM; UZEL, 2011b; MARIOTTI, 2014).

O biofilme dental é o principal fator etiológico das gengivites. Dessa forma, o sucesso da prevenção e da terapia dessas doenças está diretamente relacionado ao controle do biofilme supragengival, realizado por meio de sua remoção mecânica durante a escovação dentária

e uso do fio dental. Entretanto, uma grande parcela dos indivíduos falha no controle mecânico do biofilme, visto as variadas prevalências de doenças periodontais no Brasil (CYPRIANO et al., 2003; SANTOS et al., 2007). Dessa forma, o uso complementar de agentes químicos contidos em enxaguatórios bucais pode ser uma forma de amenizar essas deficiências mecânicas.

Atualmente, têm sido motivadas pesquisas científicas no país com a finalidade de se conhecer as propriedades terapêuticas dos mais diferentes tipos de plantas, e estas têm se constituído cada vez mais como importante fonte de novos compostos biologicamente ativos para o tratamento de biofilmes, haja vista que o Brasil é detentor de uma grande biodiversidade, pois possui 25% da flora mundial, o que corresponde a mais de 100 mil espécies, das quais menos de 1% tiveram suas propriedades estudadas.

Desse modo, diante da necessidade de incentivar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico e inovação com base na biodiversidade brasileira, foi aprovada em 2006 a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos no Brasil. Com base nessa política, instituiu-se o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que teve como objetivo inserir, com segurança, eficácia e qualidade, plantas medicinais, fitoterápicos e outros serviços relacionados no Sistema Único de Saúde (SUS). Em complemento a esse programa, o Ministério da Saúde divulgou em 2009 a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (Rennisus), na qual estão listadas 71 espécies de plantas cuja a finalidade é orientar estudos e pesquisas que possam subsidiar a elaboração de fitoterápicos com segurança e eficácia para o tratamento de doenças determinadas (BRASIL, 2006, 2008, 2009).

Devido aos incentivos à pesquisa com plantas medicinais e à necessidade de se desenvolver terapias adjuvantes para o controle do biofilme, alguns estudos *in vitro* e *in vivo* e também uns poucos estudos em seres humanos se propuseram a avaliar os efeitos anti-inflamatório e antimicrobiano da aroeira e do alecrim-pimenta, os quais validaram a presença desses efeitos, levantando, dessa forma, uma perspectiva de aplicabilidade clínica dessas plantas. Assim, as seções que se seguem têm por escopo central reunir evidências e contribuir com essa perspectiva de aplicabilidade clínica da aroeira-do-sertão e do alecrim-pimenta como agentes terapêuticos no controle das doenças gengivais.

Plantas medicinais

Uma importante área de interesse para os dentistas é a utilização de remédios alternativos para controlar problemas odontológicos. Certos agentes naturais que apresentam ações antimicrobianas, imunoestimulantes e anti-inflamatórias podem ser utilizados sistemicamente para várias condições odontológicas. Além disso, há uma grande variedade de produtos naturais e fitoterápicos formulados para uso oral tópico, incluindo os vários agentes para bochecho, os cremes dentais e as soluções irrigantes (COHAN; BLUMENTHAL, 2011).

O uso de produtos naturais na Odontologia constitui alternativa viável e eficaz na prevenção e combate de diversas patologias da cavidade oral. As pesquisas com produtos naturais têm aumentado nos últimos anos devido à busca por novas substâncias com maior atividade farmacológica, menor toxicidade, maior biocompatibilidade, além de apresentarem valor mais

acessível à população (BOTELHO et al., 2007b; LOBO et al., 2015).

O Brasil é um país privilegiado em relação ao emprego da fitoterapia e de extrato de plantas medicinais, pois possui 25% da flora mundial e um patrimônio genético de grande potencial para o desenvolvimento de novos medicamentos, o que corresponde a mais de 100 mil espécies, das quais menos de 1% tiveram suas propriedades avaliadas cientificamente para determinar uma possível ação medicinal (LIMA JÚNIOR; DIMENSTEIN, 2006; LUZ, 2005).

A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos foi aprovada em 2006, por meio do Decreto nº 5.813, a qual se constitui em parte essencial das políticas de saúde, meio ambiente, desenvolvimento econômico e social como um dos elementos fundamentais de transversalidade na implementação de ações capazes de promover melhorias na qualidade de vida da população brasileira.

Ainda com base nessa política, em 2008, foi instituído pela Portaria nº 2.960 o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que tem como objetivo inserir, com segurança, eficácia e qualidade, plantas medicinais, fitoterápicos e outros serviços relacionados no SUS. Em complemento a esse programa, em 2009, o Ministério da Saúde divulgou a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS (Rennisus), na qual estão listadas 71 espécies de plantas que apresentam potencial para gerar produtos de interesse ao SUS. A finalidade dessa lista é orientar estudos e pesquisas que possam subsidiar a elaboração de fitoterápicos disponíveis para uso da população, com segurança e eficácia, para o tratamento de determinada doença (BRASIL, 2006, 2008, 2009).

Dentre as espécies citadas na *Renissus*, estão a *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira, aroeira-do-sertão, aroeira-da-praia) e a *Lippia sidoides* (alecrim, alecrim-pimenta).

Aroeira-do-sertão

As espécies *Myracrodruon urundeuva* FR. All e *Schinus terebinthifolius* Raddi são pertencentes à família *Anacardiaceae* e são popularmente conhecidas por aroeira, aroeira-do-sertão, aroeira-da-praia, aroeira-pimenteira, aroeira-da-serra, dentre outras nomenclaturas.

Myracrodruon urundeuva FR. All apresenta larga distribuição geográfica, podendo ser encontrada no México, Argentina, Bolívia e Paraguai. No Brasil, essa espécie ocorre principalmente na Região Nordeste, desde o Ceará até o estado do Paraná e Mato Grosso do Sul, podendo atingir de 6 a 25 metros de altura (LORENZI, 2002). Já a *Schinus terebinthifolius* Raddi possui distribuição tropical e subtropical; é originária da América do Sul, nativa do Brasil, Paraguai, Uruguai e leste da Argentina. É largamente distribuída por todo o território brasileiro, estendendo-se desde Pernambuco até Rio Grande do Sul, com altura de 5 a 10 metros (LORENZI, 2002).

Extratos de *Myracrodruon urundeuva* FR. All e *Schinus terebinthifolius* Raddi têm sido estudados por vários pesquisadores, tendo demonstrado efeitos anti-inflamatório e antimicrobiano (BOTELHO et al., 2007a, 2008), anti-inflamatório e cicatrizante (MARTORELLI et al., 2011), antifúngico (FREIRES et al., 2011), cicatrizante (RIBAS et al., 2006), antiúlcera (CARLINI et al., 2010), antimicrobiano (PINHO et al., 2011), antimicrobiano, antiaderente e antifúngico (ALVES et al., 2009).

Em um estudo com gel à base de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* FR. All) e de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), observou-se a prevenção da reabsorção do osso alveolar na periodontite experimental em ratos e demonstrou-se também a atividade antibacteriana e anti-inflamatória do gel (BOTELHO et al., 2007b).

Botelho e colaboradores (2008) também estudaram o efeito do gel herbal contendo carvacrol e chalconas presentes na aroeira, realizando o tratamento da reabsorção do osso alveolar em ratos com periodontite induzido. O gel herbal foi aplicado três vezes ao dia durante 11 dias, reduzindo, assim, o tecido lesionado ao exame histopatológico, diminuindo a atividade da mieloperoxidase, enzima abundante nos neutrófilos, no tecido gengival e inibindo o crescimento de microrganismos patogênicos bucais (BOTELHO et al., 2008).

O efeito anti-inflamatório e cicatrizante do extrato hidroalcoólico de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) a 30% em orabase foi avaliado em 60 ratos *Wistar*. Os animais foram submetidos a feridas eletroproduzidas na pele do dorso e divididos em quatro grupos (n=15). Cada grupo foi subdividido em três subgrupos (n=5), de acordo com o ciclo de morte (2, 7 e 14 dias). No grupo I, aplicou-se diariamente uma pomada de orabase (grupo controle); no grupo II, o extrato hidroalcoólico de *Schinus terebinthifolius* Raddi 30% em orabase; no grupo III, o Acetonido de Triancinolona 1% em orabase; e, no grupo IV, Dexapantenol 5% em orabase. Através do exame macroscópico e microscópico, concluiu-se que o extrato hidroalcoólico de *Schinus terebinthifolius* Raddi 30% em orabase aplicado diariamente tem efeito anti-inflamatório e cicatrizante em feridas (MARTORELLI et al., 2011).

A atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos das folhas de quatro plantas, dentre elas *Lippia sidoides* e *Myracrodruon urundeuva* FR. All, foi testada em diferentes diluições (200, 300, 400 e 500mg/mL) por meio de difusão em ágar contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Como resultados, nenhum dos extratos testados mostrou atividade contra *Escherichia coli*, porém o teste com aroeira (200mg/mL) inibiu o crescimento de *Staphylococcus aureus* (PINHO et al., 2012).

Avaliou-se *in vitro* a atividade antimicrobiana, antifúngica e antiaderente da aroeira-do-sertão, malva e goiabeira sobre microrganismos do biofilme dental e candidose oral. Nos resultados obtidos, os três extratos apresentaram atividade antiaderente, ou seja, capacidade dos extratos de inibir a síntese do glucano pela glicosiltransferase. Observou-se também atividade antifúngica do extrato de aroeira-do-sertão sobre cepas de *Candida albicans*. Os extratos, então, mostram-se eficazes, inibindo o crescimento das bactérias do biofilme dental e fungos da candidose oral, sugerindo a utilização dessas plantas como meio alternativo na terapêutica odontológica (ALVES et al., 2009).

A toxicidade aguda e subaguda do extrato hidroalcoólico da casca de *Schinus terebinthifolius* Raddi foi avaliada em ratos *Wistar* de ambos os sexos. Para o teste de toxicidade aguda, foram administradas, via oral, doses de 0,625-5,0 g/kg (n=5/grupo/sexo); e, no ensaio de toxicidade subaguda, foram usadas as seguintes doses: 0,25; 0,625 e 1,5625 g/kg/dia (n=13/grupo/sexo) durante 45 dias consecutivos. No teste de toxicidade aguda, *Schinus terebinthifolius* não produziu quaisquer sinais de toxicidade ou mortes. A administração subaguda com *Schinus terebinthifolius* não alterou o ganho de peso corporal ou o

consumo de alimentos e água. Assim, o estudo concluiu que a administração aguda e subaguda do extrato hidroalcoólico da casca de *Schinus terebinthifolius* não produziu efeitos tóxicos em ratos *Wistar* (LIMA et al., 2009).

Para avaliar a eficácia clínica da tintura da aroeira no tratamento da estomatite protética, foram selecionados 18 pacientes usuários de próteses removíveis com diagnóstico clínico de estomatite protética tipo II e presença de candidose. Os pacientes foram distribuídos em dois grupos: grupo teste – tratamento com a tintura da aroeira; grupo controle – tratamento com nistatina. Todos foram orientados a higienizar a prótese com escova e dentífrício e, em seguida, aplicar o produto na mucosa palatina e na superfície da prótese três vezes ao dia, durante 15 dias consecutivos. No 15º dia de uso, realizou-se um novo exame clínico e micológico para avaliar a eficácia do tratamento. Observou-se eliminação do processo inflamatório e da infecção por *Candida spp.* em 66,7% e 77,8% dos casos, respectivamente, para o grupo teste. Já para o grupo controle, a eliminação do processo inflamatório e da infecção fúngica ocorreu em 77,8% e 88,9% dos casos, respectivamente. Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os dois tratamentos, assim o tratamento com a tintura da aroeira foi eficaz contra a estomatite protética, promovendo remissão do processo inflamatório e da infecção (SOARES et al., 2010).

Em resumo, os extratos de *Schinus terebinthifolius* apresentaram atividade anti-inflamatória, cicatrizante, antioxidante e antimicrobiana. Em relação à toxicidade, os extratos não foram tóxicos em estudos agudos e subcrônicos. Também não apresentaram citotoxicidade nem efeito genotóxico. Os estudos clínicos demonstraram sua

tolerabilidade em contato com a pele e seu efeito no tratamento de infecções fúngicas, de úlceras e de estomatites (BRASIL, 2014).

Alecrim-pimenta

Lippia sidoides é uma planta aromática silvestre da família *Verbenaceae*, encontrada na vegetação do semiárido nordestino, de ocorrência comum na caatinga entre Mossoró, Rio Grande do Norte, e Tabuleiro do Norte, Ceará, onde é chamada popularmente de alecrim-pimenta. Ocorre como um subarbusto densamente ramificado de até dois metros de altura. O extrato hidroalcoólico e o óleo essencial obtidos da planta são dotados, comprovadamente, de forte ação contra fungos e bactérias, justificável pela presença do timol em ambas as preparações (MATOS; OLIVEIRA, 1998).

O efeito antibacteriano do óleo essencial de *Lippia sidoides* (alecrim-pimenta) foi testado contra as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. A concentração inibitória mínima (MIC) determinada no teste de diluição foi de 13 uL/mL para ambas as bactérias. A concentração bactericida mínima (MBC) determinada no ensaio de suspensão, com um minuto de contato, foi de 25 óleo uL/mL para as bactérias testadas. Assim, obteve-se a essa concentração um efeito bactericida de 99,9% nas células bacterianas viáveis a partir de cada amostra. Os resultados demonstraram a atividade bacteriana do óleo essencial de *Lippia sidoides* contra *S. aureus* e *E. coli*, o que sugere a sua utilização como um agente antibacteriano (CASTRO et al., 2011).

Albuquerque e colaboradores (2010) avaliaram o efeito antimicrobiano do extrato da *Lippia sidoides* Cham.

sobre microrganismos do biofilme dental usando a Clorexidina 0,12% como controle. Todas as linhagens ensaiadas apresentaram-se sensíveis ao extrato estudado, e o mesmo mostrou-se efetivo na inibição de aderência de *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis*, *S. sanguinis* e *Streptococcus sobrinus* (ALBUQUERQUE et al., 2010).

Um estudo realizado com proteínas extraídas das flores de *L. sidoides* constatou que, na concentração de 100 µg/mL, as proteínas foram capazes de inibir o crescimento de cepas de *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus sp.*, *Escherichia coli* e *Streptococcus pyogenes* (MOREIRA et al., 2011).

Um ensaio clínico do efeito de um enxaguatório bucal preparado com o óleo essencial de *L. sidoides* foi realizado para verificar seu efeito contra gengivite marginal experimental em cães. Os cães foram distribuídos em dois grupos: grupo I – enxaguatório controle; e grupo II – enxaguatório com óleo essencial. Em ambos os grupos, os enxaguatórios foram aplicados sobre os dentes dos cães a cada dois dias durante duas semanas, nos dias 0 e 15 foram pontuados por meio de escores a placa bacteriana, o cálculo dentário e a gengivite. Os resultados não mostraram qualquer alteração no grupo controle, enquanto que, no grupo óleo essencial, houve significativas reduções nessas pontuações (GIRÃO et al., 2003).

Outros testes *in vivo* foram realizados para avaliar as mais diferentes atividades dos derivados vegetais de *L. sidoides*, sendo relatadas atividades anti-edematogênica (MONTEIRO et al., 2007), anti-inflamatória (BOTELHO et al., 2008, 2009; MONTEIRO et al., 2007), antioxidante (ALMEIDA et al., 2010), antiviral (MENESES et al., 2009), antiúlcera (MONTEIRO et al., 2007) e gastroprotetora (MONTEIRO et al., 2007).

Uma pesquisa *in vivo* avaliou a dose-resposta do óleo essencial de *L. sidoides* Cham. contra *Streptococcus mutans*. Trinta e sete crianças de 6 a 12 anos de idade foram selecionadas para participar do estudo, distribuídas aleatoriamente para receber diferentes concentrações de um gel (0,8%, 1%, 1,2% e 1,4%) ou um enxaguatório bucal (0,6%, 0,8%, 1% e 1,2%). Antes e depois da aplicação do tratamento, a saliva dos pacientes foi coletada para se observar a quantidade de Unidades Formadoras de Colônias (UFC). A maior redução percentual de *S. mutans* foi observada com o enxaguatório a 0,8% e com o gel a 1,4%, ambas as apresentações produziram redução significativa de *S. mutans* (LOBO et al., 2011).

Um enxaguatório bucal com 1% de óleo essencial das folhas de *L. sidoides* foi testado em pacientes de 17 a 63 anos de idade, com índice de placa gengival mínimo de 1,2, possuindo 10 ou mais dentes. Os indivíduos foram alocados nos grupos por sorteio. A avaliação foi realizada por profissional que não participou do processo de randomização. O tratamento consistiu em bochecho com 15mL da solução por 30 segundos, duas vezes ao dia, durante sete dias. O grupo teste recebeu o enxaguatório à base de *L. sidoides*; e o grupo controle positivo recebeu o enxaguatório com Clorexidina a 0,12%. Como resultado, observou-se que o grupo tratado com *L. sidoides* apresentou redução do índice de placa gengival e do sangramento gengival similar ao controle positivo com Clorexidina (BOTELHO et al., 2007a).

Outro estudo também avaliou um colutório bucal contendo 1% de óleo essencial de *L. sidoides* no mesmo protocolo de dose e frequência de administração descritos anteriormente, mas com duração de tratamento de 30 dias. O ensaio foi randomizado, controlado e duplo-

-cego. O uso do enxaguatório diminuiu em mais de 58% a contagem de *S. mutans*, de forma similar ao controle positivo com Clorexidina. Os índices de placa gengival e sangramento gengival foram reduzidos no 7º e 30º dia após o início do tratamento (BOTELHO et al., 2009).

Conclusão

Por ser a gengivite induzida por biofilme uma doença muito prevalente na população brasileira, especialmente associada às dificuldades motoras de controle de placa, o uso de enxaguatórios bucais se torna uma ferramenta aliada na prevenção e tratamento dessa condição. Atualmente, tem sido questionado o uso da Clorexidina como substância ativa dos principais enxaguatórios bucais, devido aos potenciais efeitos adversos associados ao seu uso contínuo, tais como manchamento e perda da sensação gustativa.

Dessa forma, a busca por substâncias alternativas aos compostos atuais se tornou necessária e relevante. No presente capítulo, foram elucidadas as políticas de incentivo à pesquisa com plantas medicinais e a sua necessidade de inserção com segurança nos serviços públicos de saúde. Com base nesses quesitos, vários estudos aqui abordados se propuseram a explorar as propriedades terapêuticas da aroeira-do-sertão e do alecrim-pimenta, evidenciando efeitos anti-inflamatório e antimicrobiano dessas plantas.

Nesse sentido, os últimos estudos com essas plantas apontam para a perspectiva de sua aplicabilidade clínica nas principais doenças inflamatórias/infecciosas da cavidade oral, dentre as quais está a gengivite. Assim, recomenda-se a realização de estudos clínicos para avaliar

a efetividade desses compostos contra os sinais clínicos da gengivite e contra o biofilme oral quando aplicados em condições não laboratoriais.

Referências

ALBUQUERQUE, A. C. L. et al. Efeito antimicrobiano do extrato da *Matricaria recutia* Linn e *Lippia sidoides* Cham. sobre microrganismos do biofilme dental. *Revista de Biologia e Farmácia*, João Pessoa, v. 4, n. 1, p. 11-19, 2010.

ALMEIDA, M. C. et al. Flavonoides e outras substâncias de *Lippia sidoides* e suas atividades antioxidantes. *Química Nova*, São Paulo, v. 33, n. 9, p. 1877-1881, 2010.

ALVES, P. M. et al. Atividade antimicrobiana, antiaderente e antifúngica *in vitro* de plantas medicinais brasileiras sobre microrganismos do biofilme dental e cepas do gênero *Candida*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 42, n. 2, p. 222-224, 2009.

BOTELHO, M. A. et al. Comparative effect of an essential oil mouthrinse on plaque, gingivitis and salivary *Streptococcus mutans* levels: a double blind randomized study. *Phytotherapy Research*, v. 23, p. 1214-1219, 2009.

BOTELHO, M. A. et al. Effects of an herbal gel containing carvacrol and chalcones on alveolar bone resorption in rats on experimental periodontitis. *Phytotherapy Research*, v. 22, p. 442-449, 2008.

BOTELHO, M. A. et al. Effect of a novel essential oil mouthrinse without alcohol on gingivitis: a double-blinded randomized controlled trial. *Journal of Applied Oral Science*, Bauru, v. 15, n. 3, p. 175-180, 2007a.

BOTELHO, M. A. et al. *Lippia sidoides* and *Myracrodruon urundeuva* gel prevents alveolar bone resorption

in experimental periodontitis in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 113, p. 471-478, 2007b.

BRASIL. 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 União*, Brasília, DF, 23 jun. 2006.

BRASIL. *Monografia da espécie Schinus terebinthifolius Raddi*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 2.960, de 9 de dezembro de 2008. Aprova o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e cria o Comitê Nacional de Plantas Medicinais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 10 dez. 2008.

BRASIL. *Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS – RENISUS*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009.

CARLINI, E. A. et al. Antiulcer effect of the pepper trees *Schinus terebinthifolius* Raddi and *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Anacardiaceae*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 140-146, 2010.

CASTRO, C. E. et al. Antimicrobial activity of *Lippia sidoides* Cham. (*Verbenaceae*) essential oil against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 293-297, 2011.

COHAN, R. P.; BLUMENTHAL, M. Utilização de ervas e suplementos dietéticos fitoterápicos em Odontologia. In: YAGIELA, J. A.; DOWD, F. J.; MARIOTTI, A. (Org.). *Farmacologia e terapêutica para dentistas*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 855-864.

CYPRIANO, S. et al. Saúde bucal dos pré-escolares, Piracicaba, Brasil, 1999. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 247-253, 2003.

FIGURELLINI, J. P.; KIM, D. M.; UZEL, N. G. Características clínicas da gengivite. In: NEWMAN, M. G. et al. *Carranza Periodontia Clínica*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 209-226.

FREIRES, I. A. et al. Atividade antifúngica de *Schinus terebinthifolius* (aroeira) sobre cepas do gênero *Candida*. *Revista Odontológica do Brasil Central*, Goiânia, v. 20, n. 52, p. 41-45, 2011.

GIRÃO, V. C. C. et al. A clinical trial of the effect of a mouth-rinse prepared with *Lippia sidoides* Cham. essential oil in dogs with mild gingival disease. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 59, p. 95-102, 2003.

LIMA JÚNIOR, J. F.; DIMENSTEIN, M. A. Fitoterapia na saúde pública em Natal/RN: visão do odontólogo. *Saúde em Revista*, Piracicaba, v. 8, p. 1937-1944, 2006.

LIMA, L. B. et al. Acute and subacute toxicity of *Schinus terebinthifolius* bark extract. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 126, p. 468-473, 2009.

LOBO, P. L. D. et al. Atividade farmacológica do óleo essencial de *Lippia sidoides* em Odontologia: uma revisão de literatura. *Saúde e Pesquisa*, Maringá, v. 8, n. 2, p. 373-378, 2015.

LOBO, P. L. D. et al. Dose-response evaluation of a novel essential oil against *Mutans streptococci* *in vivo*. *Phyto-medicine*, v. 18, p. 551-556, 2011.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

LUZ, M. T. Cultura contemporânea e medicinas alternativas: novos paradigmas em saúde no fim do século XX. *Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 15, p. 145-76, 2005.

MARIOTTI, A. Doenças gengivais induzidas pela placa. In: LINDHE, J.; LANG, N. P.; KARRING, T. *Tratado de periodontia clínica e implantologia*. Rio de Janeiro: GEN, 2014. p. 835-862.

MARTORELLI, S. B. F. et al. Efeito anti-inflamatório e cicatrizante do extrato hidroalcoólico de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) a 20% em orabase – estudo “in vivo”. *International Journal of Dentistry*, v. 10, n. 2, p. 80-90, 2011.

MATOS, F. J. A.; OLIVEIRA, F. *Lippia sidoides* Cham. – farmacognosia, química e farmacologia. *Revista Brasileira de Farmácia*, Rio de Janeiro, v. 79, p. 84-87, 1998.

MENESES, R. et al. Inhibitory effect of essential oils obtained from plants grown in Colombia on yellow fever virus replication in vitro. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, v. 8, 2009.

MONTEIRO, M. V. B. et al. Topical anti-inflammatory, gastroprotective and antioxidante effects of the essential oil of *Lippia sidoides* Cham. leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 111, p. 378-382, 2007.

MOREIRA, J. S. et al. Identification of botryticidal proteins with similarity to NBS-LRR proteins in rosemary pepper (*Lippia sidoides* Cham.) flowers. *The Protein Journal*, v. 30, p. 32-38, 2011.

PINHO, L. et al. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos das folhas de alecrim-pimenta, aroeira, barbatimão, erva baleeira e do farelo da casca do pequi. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 326-331, 2012.

RIBAS, M. O. et al. Efeito da *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre o processo de reparo tecidual das lesões ulceradas induzidas na mucosa bucal do rato. *Revista Odonto Ciência*, Porto Alegre, v. 21, n. 53, p. 245-252, 2006.

SANTOS, N. C. N. et al. A saúde bucal de adolescentes: aspectos de higiene, de cárie dentária e doença periodontal nas cidades de Recife-PE e Feira de Santana-BA. *Ciência & Saúde Coletiva*, Manguinhos, v. 12, n. 5, p. 1155-1166, 2007.

SOARES, D. G. S. et al. Avaliação clínica e microbiológica do tratamento da estomatite protética com tintura de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira). *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, João Pessoa, v. 10, n. 3, p. 365-370, 2010.

O efeito de um gel dental de alfavaca-cravo contra a gengivite e o biofilme dental: delineamento teórico-metodológico

José Wesley Gonçalves de Oliveira
Juliana Jales de Hollanda Celestino
Ana Caroline Rocha de Melo Leite

Introdução

A pesar dos vários trabalhos científicos envolvendo o *Ocimum gratissimum* (alfavaca-cravo), observa-se uma deficiência de estudos clínicos em Odontologia que demonstrem a aplicabilidade farmacológica dessa planta. Nesse sentido, este estudo objetiva, após análise clinicamente comprovada, demonstrar a efetividade de um gel dental de *O. gratissimum* no controle e no tratamento do biofilme dental e da gengivite.

Posto dessa forma, surge como questionamento a existência ou não de um efeito antiplaca e anti-inflamatório de um dentifrício contendo o óleo essencial de alfavaca-cravo. É possível avaliar a efetividade desse agente fitoterápico, nessa forma de apresentação, como terapia contra o acúmulo de biofilme sobre as superfícies dentais e no tratamento da gengivite?

Artifícios complementares à escovação e cremes dentais específicos são usados como coadjuvantes no tra-

tamento e controle da placa bacteriana. Atualmente, a clorexidina é considerada o quimioterápico padrão, apresentando resultados positivos no controle do biofilme supragengival e da gengivite, por meio da inibição ou retardo da proliferação bacteriana. Entretanto, em decorrência de efeitos indesejáveis após seu uso prolongado, como pigmentação e diminuição transitória do paladar, produtos fitoterápicos surgem como fontes alternativas de estudos, com resultados já consagrados na literatura.

Justifica-se a utilização de plantas medicinais no tratamento da doença periodontal como um incentivo ao uso sustentável da biodiversidade local, corroborando a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicas, além de que o baixo custo desses agentes, quando comparados aos químicos utilizados, é fator determinante na escolha. Desse modo, esta pesquisa busca proporcionar a construção de conhecimentos novos à área de estudo através de estratégias sustentáveis e viáveis.

Delineamento metodológico

A metodologia a ser empregada neste estudo já está consagrada na literatura científica, sendo o período de três meses o mínimo recomendado pela *American Dental Association* (ADA) e pela *Food and Drug Administration* (FDA) para comprovar os efeitos de novos produtos no controle do biofilme e da gengivite. Esse tempo não causa danos à saúde bucal dos sujeitos, uma vez que não será interrompido o meio mais efetivo de controle de placa bacteriana, a escovação dental. Esta é uma pesquisa de natureza aplicada, realizada em uma amostra de 210 voluntários adultos, acompanhados e em tratamento no consultório odontológico da empresa Dakota Nordeste Ltda.

A pesquisa possui abordagem quantitativa, sendo caracterizada por ser um estudo individuado, intervencional e longitudinal, randomizado, duplo-cego, controlado e paralelo, podendo ser denominado ensaio clínico.

Para a realização deste trabalho, será utilizada uma amostra de 210 voluntários adultos, de ambos os sexos, obtida aleatoriamente de uma população de sujeitos que possuam problemas gengivais acompanhados no consultório odontológico da empresa calçadista Dakota Nordeste Ltda. Para a seleção dos colaboradores já diagnosticados previamente com alterações gengivais, será apresentada uma explanação verbal e escrita sobre a intenção da pesquisa, fazendo-se em seguida o convite aos interessados para participarem do estudo. Todos os voluntários farão parte de um dos três grupos, nos quais serão testadas uma substância placebo, uma substância teste e uma substância teste positivo.

Sujeitos com idade igual ou superior a 18 anos, que devem possuir no mínimo 20 dentes naturais, que sejam normosistêmicos e que possuam um índice de sangramento gengival $\geq 40\%$. Sujeitos que possuem fatores retentivos de placa, tais como aparelho ortodôntico fixo, prótese fixa, cálculo supragengival. Fumantes, gestantes e lactantes. Pessoas que fazem uso prolongado de antibióticos. Sujeitos que utilizam meios químicos de controle de placa e sujeitos com presença de manchas brancas.

Após os devidos esclarecimentos e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, os participantes serão aleatoriamente designados, por sorteio, para compor o grupo placebo (n=70), grupo teste (n=70) ou grupo teste positivo (n=70).

O grupo placebo utilizará um gel dental contendo água (q.s.p.), essência de menta (q.s.p.), Nipagin 0,1%, sa-

carina 0,2%, glicerina 5%, flúor 1.000 pfm e sorbitol 5%. Os géis teste e teste positivo terão a mesma composição, exceto pela adição de alfavaca-cravo a 5% e digluconato de clorexidina a 0,2%, respectivamente. Esses compostos serão produzidos em uma farmácia de manipulação e posteriormente testados em laboratório de Farmacologia, antes de serem entregues aos participantes.

Os sujeitos serão examinados para o registro do índice de placa e para o índice de sangramento gengival no dia 0 e no período após 3 meses. Somente um examinador, previamente calibrado (BLIEDEN; GILMORE; GLICKMAN, 1992), realizará a inspeção e o registro do índice de placa (IPL) (TURESKY et al., 1970), bem como do índice de sangramento gengival (ISG) (AINAMO; BAY, 1975), nas faces vestibular, mesial, distal e lingual de todos os dentes. Os valores dos quatro sítios de cada dente serão registrados para determinar a média do IPL e ISG. Além desses exames, tecidos moles e duros também serão inspecionados pelo mesmo examinador, para se avaliar a presença de qualquer reação adversa. O erro intraexaminador será avaliado por repetidas medições em 10 sujeitos, com ao menos uma hora de intervalo e aplicado o coeficiente Kappa, aceitando-se índices $> 0,7$ (BLIEDEN; GILMORE; GLICKMAN, 1992).

Após o exame inicial, todos os dentes de cada sujeito serão polidos com pedra-pomes por meio de taça de borracha e fio dental para eliminar remanescentes de placa bacteriana. Um estojo contendo uma escova dental nova (Leader, Facilit Odontológica e Perfumaria Ltda, Rio de Janeiro, Brasil), uma bisnaga contendo um dos géis e um fio dental de 100m será entregue aos pacientes. Os participantes serão instruídos a escovar seus dentes durante dois minutos, três vezes ao dia, utilizando a téc-

nica de Bass, sem fazer uso de meio químico auxiliar. As embalagens contendo os géis dentais serão previamente codificadas para garantir que o examinador e os voluntários não saibam seu conteúdo, que será revelado apenas ao término do estudo. O paciente será orientado a escovar os dentes exclusivamente com um dos géis propostos; mensalmente ocorrerá o recolhimento das bisnagas em uso, as quais serão repostas por uma nova; assim, será possível verificar que os envolvidos no estudo estão realmente usando o dentífrico.

Para a comparação das médias do IPL e do ISG entre os grupos, será aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Para a comparação das médias entre os períodos de avaliação em cada grupo, será aplicado o teste de Friedman ($p < 0,05$).

A Resolução nº 196/1996 incorpora, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, e visa assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado.

De acordo com essa resolução, assegura-se autonomia ao sujeito da pesquisa, que terá liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalidade alguma e sem prejuízo ao seu cuidado. Assegura-se o mínimo de danos e riscos, conforme o princípio de beneficência, uma vez que o modelo experimental utilizado neste trabalho já está consagrado na literatura científica mundial e não causa danos à saúde bucal dos sujeitos.

Garante-se que os danos previsíveis serão evitados, segundo o princípio da não maleficência. Garante-se também que a pesquisa tem relevância social, com mini-

mização do ônus para os sujeitos vulneráveis e vantagens significativas para os sujeitos da mesma, uma vez que, se comprovada a efetividade do gel dental de alfavaca-cravo, este poderá ser utilizado como coadjuvante no controle da placa bacteriana supragengival. Sendo esse produto comercializado, será de melhor acesso a todas as classes sociais, demonstrando a importância da pesquisa de meios alternativos e economicamente viáveis para o controle da placa bacteriana, através da fitoterapia. Após o término da pesquisa, os pacientes serão encaminhados para tratamentos odontológicos complementares, respeitando-se o princípio da beneficência.

Referencial teórico

A gengivite é uma das patologias bucais mais prevalentes e uma das formas mais comuns de doença periodontal, causadora de condições indesejáveis, como halitose e alterações estéticas. Apesar de a escovação dentária ser o recurso mais eficaz no controle desta afecção, ela ainda atinge mais de 90% da população, independentemente de gênero, raça ou idade (CARRANZA; NEWMAN, 1997). O acúmulo bacteriano na forma de biofilme supragengival resulta nos sinais inflamatórios característicos da gengivite: inchaço, rubor e uma facilidade aumentada ao sangramento.

O biofilme supragengival pode ser prontamente visualizado nos dentes após um ou dois dias sem medidas de higiene bucal; após o período de 10 a 21 dias, os sinais clínicos inflamatórios se agravam progressivamente. A localização e o ritmo de sua formação variam entre os indivíduos, e os fatores determinantes incluem higiene bucal e fatores do hospedeiro, tais como dieta ou composi-

ção e quantidade do fluxo salivar (VAN DER WEIJDEN et al., 1994).

A alfavaca (*Ocimum gratissimum L.*) pertence ao gênero *Ocimum* e à família *Labiatae*. Esse gênero contém aproximadamente 30 espécies nativas dos trópicos e subtropicais, com algumas espécies cultivadas em áreas temperadas. A alfavaca foi trazida ao Brasil pelos escravos africanos e se naturalizou rapidamente no país, onde é conhecida popularmente como “alfavacão” e “alfavaca-cravo” (LORENZI; MATOS, 2002). Acredita-se que os escravos tiveram um importante papel na disseminação dessa planta, pois foram responsáveis por introduzir diferentes espécies em muitas regiões do Brasil, com o objetivo de preservar a tradicional medicina africana (PEREIRA; MAIA, 2007).

No Nordeste do Brasil, a planta *Ocimum gratissimum L.* é amplamente utilizada para o preparo de medicamentos e para fins culinários, bem como para assepsia, sendo empregada frente a várias doenças, tais como: leishmanioses, infecções do trato respiratório superior, diarreia/antidiurese, desordem gastrointestinal, febre tifóide, dor de cabeça e doenças de pele e oftalmológicas. O uso de seu chá como carminativo, sudorífico, diurético e para o tratamento da tosse, febre e conjuntivite é muito comum na medicina caseira (MATOS, 1998; LORENZI; MATOS, 2002; OLIVER, 1960; SARTORATTO et al., 2004; UEDA-NAKAMURA et al., 2006). Geralmente as flores e folhas da planta, fonte rica de óleos essenciais, são utilizadas para preparar infusões ou chás para o tratamento de doenças comuns. Apesar de uma multiplicidade de aplicações populares na medicina alternativa, tem sido surpreendente o pouco estudo farmacológico dos efeitos dessa planta (MATOS, 1998).

O extrato dessa planta possui, de acordo com estudos da composição química, os seguintes compostos: 1,8 cineol, eugenol, (Z)-ocimeno, b-cariofileno e timol; em diferentes concentrações, inibiu o crescimento de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Novas análises mostraram que o teor máximo de eugenol ocorre às 12:00 horas do dia e o teor mínimo na coleta das 17:00 horas, enquanto o 1,8-cineol, princípio balsâmico de ação antiséptica pulmonar e expectorante, tem seu maior teor ao fim da tarde e ao início da manhã, quando então a planta deve ser colhida para o preparo dos banhos antigripais em crianças (MATOS, 2004; PEREIRA et al., 2004).

A avaliação da atividade biológica revelou que extratos de *O. gratissimum* exerceram efeitos antidiarreicos em animais experimentais (OFFIAH; CHIKWENDU, 1999), apresentando índices elevados de antiviral contra o HIV-1 e HIV-2 e a atividade hipoglicemiante em ratos (AGUIYI et al., 2000). Atal e colaboradores (1986) investigaram a atividade imunobiológica de certas plantas medicinais e observaram que extratos de *O. gratissimum* contribuíram para a melhoria da função fagocitária, sem afetar o sistema imune humoral.

O óleo essencial (EO) de *Ocimum gratissimum* inibiu *Staphylococcus aureus* na concentração de 0,75 mg/ml. As concentrações inibitórias mínimas (CIMs) para *Flexinaria shigella*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.* e *Proteus mirabilis* estavam em concentrações que variaram de 3 a 12 mg/ml. O desfecho não foi atingido por *Pseudomonas aeruginosa* ($> = 24$ mg/ml) (NAKAMURA et al., 1999).

Procedimentos experimentais revelam ainda que as preparações obtidas a partir de *Ocimum gratissimum* foram capazes de desencadear efeito laxante sobre intes-

tino isolado (MADEIRA et al., 2002) e propriedades anti-nociceptivas (AZIBA et al., 1999), mas não houve estudos incidindo sobre a atividade do sistema nervoso central. Dentre as ações biológicas experimentais, essa planta age como larvicida e repelente de insetos de longa duração (mais que duas horas); seu óleo essencial tem ação bactericida e analgésico de uso em Odontologia, devido ao eugenol (MATOS, 2004).

Nesse contexto, a alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum L.*) é amplamente utilizada para o preparo de medicamentos e para fins culinários. Apesar dos vários trabalhos científicos com *O. gratissimum*, observa-se uma deficiência de estudos clínicos em Odontologia que demonstrem a aplicabilidade farmacológica dessa planta.

Conclusão

Os resultados com soluções bucais demonstraram que houve redução significativa da placa bacteriana entre os grupos teste, concordando com estudos que demonstraram que os bochechos diários com digluconato de clorexidina a 0,12% inibem de forma significativa os acúmulos de placas em humanos (QUIRYNEN et al., 2005).

Os resultados demonstraram também uma redução considerável do índice de sangramento gengival entre os grupos teste. Os enxaguatórios tiveram uma boa aceitação e não desencadearam efeitos adversos, tais como abscessos, ulcerações e reações alérgicas.

Estudos com *O. gratissimum* com a formulação de enxaguatório bucal apresentaram resultados positivos no controle da gengivite e da placa bacteriana, contudo o experimento com um gel pode apresentar resultados

diferentes, uma vez que os testes com colutórios são mais sensíveis, pois apresentam maior concentração e ação química.

Referências

AGUIYI, J. C. et al. Hypoglycaemic activity of *Ocimum gratissimum* in rats. *Fitoterapia*, Jacarepaguá, v. 71, p. 444-446, 2000.

AINAMO, J.; BAY, I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *International Dental Journal*, v. 25, n. 4, p. 229-235, 1975.

ATAL, C. K. et al. Immunomodulating agents of plant origin, I: preliminary screening. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 18, p. 133-141, 1986.

AZIBA, P. I.; BASS, D.; ELEGBE, Y. Pharmacological investigation of *Ocimum gratissimum* in rodents. *Phytotherapy Research*, v. 13, p. 427-429, 1999.

BLIEDEN, T. M. et al. Examiner reliability for an invasive gingival bleeding index. *Journal of Clinical Periodontology*, v. 19, n. 4, p. 262-267, 1992.

CARRANZA, F. A.; NEWMAN, M. G. *Periodontia clínica*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

MADEIRA, S. V. F. et al. Relaxant effects of the essential oil of *Ocimum gratissimum* on isolated ileum of the guinea-pig. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 81, p. 1-4, 2002.

MATOS, F. J. A. *Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades*. Fortaleza: UFC, 1998.

MATOS, F. J. A. et al. *Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras*. Fortaleza: UFC, 2004.

NAKAMURA, C. V. et al. Antibacterial activity of *Ocimum gratissimum* L. essential oil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Mangueiras, v. 94, n. 5, p. 675-678, 1999.

OFFIAH, V. N.; CHIKWENDU, U. A. Antidiarrhoeal effects of *Ocimum gratissimum* leaf extract in experimental animals. *Journal of Ethnopharmacology*, Lausanne, v. 68, n. 1/3, p. 327-330, 1999.

OLIVER, B. Medicinal plants in Nigeria. Nigerian College of Arts. *Science and Technology*, Ibadan, Nigeria, p. 42, 1960.

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*, Campinas, v. 27, p. 624-632, 2007.

PEREIRA, R. S. et al. Atividade antibacteriana de óleos essenciais em cepas isoladas de infecção urinária. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 326-328, 2004.

QUIRYNEN, M. et al. A 0.05% cetylpyridinium chloride/0.05% chlorhexidine mouth rinse during maintenance phase after initial periodontal therapy. *Journal of Clinical Periodontology*, v. 32, p. 390-400, 2005.

SARTORATTO, A. et al. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 35, p. 275-280, 2004.

TURESKY, S.; GILMORE, N. D.; GLICKMAN, I. Reduced plaque formation by the chloromethyl analogue of vitamin C. *Journal of Periodontology*, v. 41, n. 1, p. 41-43, 1970.

UEDA-NAKAMURA, T. et al. Antileishmanial activity of Eugenol-rich essential oil. from *Ocimum gratissimum*. *Parasitology International*, v. 55, n. 2, p. 99-105, 2006.

VAN DER WEIJDEN, G. A. et al. Effect of pre-experimental maintenance care duration on the development of gingivitis in a partial mouth experimental gingivitis model. *Journal of Periodontal Research*, v. 29, p. 168-173, 1994.





imprece@hotmail.com

Fone: (85) 3055.0102

Impressão e Acabamento

Este livro, com o formato final de 14cm x 21cm, contém 222 páginas.

O miolo impresso em papel Off-Set 75g/m² LD 64cm x 88cm.

A capa impressa no papel Cartão Supremo 250g/m² LD 66cm x 96cm.

Tiragem de 500 exemplares.

Impressão no mês de janeiro de 2017.

Fortaleza-Ceará.