



Mais Ciência e Inovação no Maranhão

Coleção: FAPEMA de 2015 à 2018

VOLUME 3

A large, solid white circle is positioned on the right side of the cover, partially overlapping the text below.

ENERGIA, VIDA
E CRIATIVIDADE:
NOVOS OLHARES
PARA A CIÊNCIA
DO MARANHÃO



ENERGIA, VIDA E
CRIATIVIDADE:
NOVOS OLHARES
PARA A CIÊNCIA
NO MARANHÃO



DIRETOR PRESIDENTE Prof. Dr. André Luís Silva dos Santos

DIRETOR CIENTÍFICO Prof. Dr. João Batista Bottentuit Júnior

DIRETOR ADMINISTRATIVO-FINANCEIRO Maurício Oliveira Brandão Ferreira

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E AO
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DO MARANHÃO

Rua Perdizes, 05, qd. 37, Jd. Renascença,

São Luís-MA – Brasil – 65075-380

Fone: +55(98) 2109.1400

www.fapema.br

gabinete@fapema.br

Twitter: @fapema_maranhao

Instagram: fapema_oficial

Facebook: facebook.com/fapema

Youtube: Fapema Oficial

Mais Ciência e Inovação no Maranhão
Coleção: FAPEMA de 2015 a 2018

ENERGIA, VIDA E
CRIATIVIDADE:
NOVOS OLHARES
PARA A CIÊNCIA
NO MARANHÃO

VOLUME 3
1ª Edição



São Luís, MA
2020

© 2020, dos autores

Idealização

Alex Oliveira de Souza

Capa e projeto editorial

Joana Oliveira de Oliveira

Preparação e revisão de texto

Aline Silva Andrade Nunes

Cláudio Antonio Amaral Moraes

João Arthur Reis

Kiany Sirley Brandão Cavalcante

Leidyane Ramos Matos

Maristela Sena

Silvane Magali Vale Nascimento

Taciana Nogueira de Sousa Campelo

Editoração eletrônica

Motta Junior

Ficha catalográfica Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F982

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DO MARANHÃO (FAPEMA).

Coletânea de Pesquisa Científica. Volume 3. ENERGIA, VIDA E CRIATIVIDADE: novos olhares para a ciência do Maranhão. Coleção: FAPEMA de 2015 a 2018. [livro eletrônico] / Organizado pelo Núcleo de Planejamento Fapema. - São Luís: FAPEMA, 2020.

270 p. il.

Vol. 3. Energia, Vida e Criatividade

ISBN 978-65-88387-00-9

1. Pesquisa. 2. Pesquisadores do Maranhão. 3. Ciência. 4. Tecnologia. 5. Energia. 6. Engenharia. 7. Editais-Fapema. I. Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão. II. Título. III. FAPEMA.

CDU [001:061.27](081.1)(812.1)

CDD 001.42

Ficha catalográfica elaborada por Fernanda Kátia Silva de Sousa – CRB-13/641/MA

O conteúdo desta obra é de exclusiva responsabilidade dos autores.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
SEÇÃO 1: INSTITUTO DE ENGENHARIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA	10
Capítulo 1. EM BUSCA DO CÓDIGO NEURAL PARA O CONTROLE DA ATIVIDADE CARDÍACA.....	11
Capítulo 2. MICRO-REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES COM PARTICIPAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS.....	34
Capítulo 3. CADEIA PRODUTIVA DE BIODIESEL DE BABAÇU	68
Capítulo 4. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CARRAPATICIDA, REPELENTE E ANTI HELMÍNTICA DE COMPOSTOS DE PLANTAS SOBRE CARRAPATOS E NEMATODEOS PARASITOS DE RUMINANTES	84
Capítulo 5. O INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS SOCIAIS (IPES) E O GOVERNO ESTADUAL DE JOSÉ SARNEY (1966-1970): ANÁLISE DO ALINHAMENTO POLÍTICO E ECONÔMICO DO MARANHÃO COM DITADURA EMPRESARIAL-MILITAR.....	97
SEÇÃO 2: PATRIMÔNIO CULTURAL E IMATERIAL	116
Capítulo 6. NARRATIVAS ORAIS DE EDUCADORES TENTEHAR-GUAJAJARA: UM DOCUMENTO HISTÓRICO EM CONSTRUÇÃO	117
Capítulo 7. DICIONÁRIO DO PATRIMÔNIO IMATERIAL DO CODÓ: UMA PESQUISA SOBRE A CULTURA LOCAL	130

Capítulo 8. DIÁLOGOS: IMPRESSÕES, COMPREENSÃO E MEMÓRIA DO PATRIMÔNIO CULTURAL MATERIAL E IMATERIAL DAS CIDADES DE AXIXÁ, ICATU E MORROS, NO ESTADO DO MARANHÃO 146

SEÇÃO 3: COOPERAÇÃO INTERNACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO MARANHÃO 157

Capítulo 9. DESENVOLVIMENTO DE UMA REDE DE SENSORES SEM FIO PARA AQUISIÇÃO E MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE SOLOS..... 158

Capítulo 10. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS AMAZÔNICOS POR MÉTODOS COLORIMÉTRICOS CONVENCIONAIS MINIATURIZADOS177

Capítulo 11. A FLORA MARANHENSE NO NEW YORK BOTANICAL GARDEN: Como o programa Cidadão do Mundo ampliou as perspectivas dos estudos botânicos no Maranhão..... 189

Capítulo 12. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE COMPOSTOS DERIVADOS DE PLANTAS CONTRA MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS 203

SEÇÃO 4: JUVENTUDE217

Capítulo 13. PRODUÇÃO E RENDA PARA A JUVENTUDE QUILOMBOLA DO TERRITÓRIO LENÇÓIS MARANHENSES / MUNIN218

Capítulo 14. A CONSTRUÇÃO DO PROJETO DE VIDA DE ADOLESCENTE DE ESCOLAS PÚBLICAS DA LITORAL OCIDENTAL MARANHENSE233

Capítulo 15. EMPRESA JÚNIOR ENGREMAR COM ATUAÇÃO EM PROJETOS E MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA DO CAMPUS SÃO LUIS MONTE CASTELO/IFMA.....252



INTRODUÇÃO

A reorganização da política de fomento à ciência, tecnologia e inovação liderada pela FAPEMA, no governo Flávio Dino segue com o firme propósito de colocar, de maneira preponderante, a produção científica a serviço da transformação social, da proteção da nossa biodiversidade e da inclusão produtiva inovadora e criativa para todos nós.

Esta reorientação organizou os investimentos da Fundação, sempre a partir de um plano que se estrutura em torno de quatro linhas de ação e de programas que são operados por meio de editais, que apresentam objetivos claros e sempre coadunados com os interesses estratégicos do estado do Maranhão.

Seguindo esta orientação, algumas mudanças se tornaram mais evidentes nos dois últimos anos. A primeira delas é marcada por uma nova política de formação de recursos humanos para a pesquisa, por meio em bolsas de estudo. Duas vertentes merecem destaque: o aumento continuado do investimento das bolsas de Mestrado, Doutorado e Pós-Doutorado e uma ampliação consequente das modalidades de iniciação científica nas universidades e no ensino médio e técnico, com destaque para o projeto Geração Ciência.

Também merece destaque o trabalho de fomento à pesquisa do programa Mais Inclusão, que tem propiciado a realização de pesquisas em todas as áreas do conhecimento prioritariamente voltadas para a transformação social. Merecem citação os editais Agricultura Familiar, Igualdade de Gênero e Igualdade Racial, todos fortemente implantados com especial atenção para a interiorização dos investimentos.

Os investimentos em pesquisas para a inclusão estão articulados também com aqueles da Linha Mais Inovação que ganharam força com os editais Startups, Solidários, Empresa Júnior, Aquicultura e Pesca e Tecnologia da Informação (TIAC), colocando a inovação em sintonia com a inclusão social e produtiva.

Neste ano, destacamos a articulação com diversas áreas de atuação do Governo do Maranhão. Hoje, a FAPEMA atua conjuntamente com diversas secretarias, sempre como ferramenta indispensável de fomento das ações de ciência tecnologia e inovação. Fazem parte direta destas iniciativas: SECTI, SEDUC, SECTUR, SEGOV, SEEJUV, SETRES e SEINC.

Este fortalecimento institucional vem sendo construído com novos olhares para a ciência no Maranhão, no Brasil e no mundo, buscando operar a nossa inserção nesses atuais contextos como atores políticos que têm muito a aprender, mas também que têm muito a contribuir numa construção do conhecimento mais transversal e multilateral.

Na questão da internacionalização vamos reforçar as políticas multilaterais em todos os níveis, com especial destaque para o estágio internacional que relaciona os estudantes com outras equipes de pesquisa, mas também os departamentos e seus pesquisadores passam a fazer parte da experiência internacional compartilhada.

No ambiente nacional temos a acrescentar que, além da expansão dos investimentos da FAPEMA na formação de mestres, doutores e pós-doutores para o Maranhão, em renomadas instituições de ensino e pesquisa do Brasil, nós lançamos o edital Ignácio Rangel com objetivo de atrair e fixar doutores para pesquisar o desenvolvimento do Brasil e do Maranhão.

Outro aspecto de âmbito nacional é a conquista do primeiro Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) para o Maranhão dedicado às pesquisas sobre energias oceânicas e, sediado na UFMA. Cabe destacar a atuação da FAPEMA e de outras FAP's na defesa estratégica do Maranhão, que permitiu que o primeiro critério de ranqueamento fosse a inclusão de pelo menos um INCT por estado da federação.

Também articulado ao âmbito nacional temos o financiamento do mestrado Aeroespacial com o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e a criação dos Institutos Estaduais de Ciência e Tecnologia em Biotecnologia e em Gestão Pública e Economia Criativa, que permitem aos pesquisadores do Maranhão com projeção nacional, vislumbrarem a conquista de novos INCT's.

Assim, continuamos nosso projeto transformador, falando de energia que tudo faz, da vida que tudo move e da criatividade que tudo transforma. Que estes movimentos, saberes e fazeres partam de nossos novos olhares para as necessidades do povo, da gente que faz o Maranhão.

1

INSTITUTO DE
ENGENHARIA, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA (IECT)

SEÇÃO 1



CAPÍTULO 1

EM BUSCA DO CÓDIGO NEURAL PARA O CONTROLE DA ATIVIDADE CARDÍACA

Allan Kardec Barros¹, Fausto Lucena^{1,2}

¹Laboratório de Processamento da Informação Biológica, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

²Universidade CEUMA, Imperatriz, MA, Brasil.

Resumo

O coração integra mensagens neuroreguladoras em bandas específicas de frequência, de modo que o espectro de amplitude total do débito cardíaco reflete as variações do sistema nervoso autônomo. Esse mecanismo modulatório parece estar bem ajustado à imprevisibilidade da demanda cardíaca, mantendo uma regulação cardíaca adequada. Uma teoria de longa data sustenta que os organismos biológicos que enfrentam um ambiente em constante mudança tendem a evoluir mecanismos adaptativos para extrair características essenciais a fim de ajustar seu comportamento. A questão-chave, no entanto, tem sido entender como os circuitos neurais se auto-organizam para detectar informações relevantes para o comportamento. Estudos anteriores em percepção computacional sugerem que uma população neural melhora a informação que é importante para a sobrevivência, minimizando a redundância estatística dos estímulos. Aqui investigamos se o sistema cardíaco faz uso de uma estratégia de redução de redundância para regular o ritmo cardíaco. Com base em uma rede de filtros neurais otimizados para codificar intervalos de pulsação, aprendemos um código populacional que maximiza as informações em todo o conjunto neural. O código populacional emergente exibe propriedades de ajuste de filtros cujas características explicam diversos aspectos da regulação cardíaca autônoma, como o comprometimento entre respostas cardíacas rápidas e lentas. Nós mostramos que os filtros produzem respostas que são quantitativamente similares às respostas observadas da frequência cardíaca durante a estimulação nervosa simpática ou parassimpática direta.

Palavras- chave: SNA

1 INTRODUÇÃO

Embora muito se saiba sobre as propriedades fisiológicas do cérebro, um dos maiores problemas tem sido descobrir os códigos utilizados pelo sistema nervoso para converter estímulos do ambiente em percepções, bem como transformar motivações internas em ações. Isto é, se os circuitos neuronais podem ser considerados o hardware cerebral (ou seja, a estrutura física), seria possível ter acesso ao seu software, à programação? Mas como esses códigos são escritos? Quais os tipos de codificação usada? E mais importante por que ela é utilizada? Se existem esses códigos, onde eles acontecem? Podemos então fazer uso dos mesmos para propor novas técnicas que diminuam o sofrimento dos pacientes cardíacos?

Nesse aspecto, a neurociência tem tido um grande destaque na área de processamento neural para responder a essas perguntas. A neurociência computacional, por exemplo, tem sido bastante atuante no processamento de informação dos campos visuais, sistema auditivo e sistema olfatório. Hoje conseguimos explicar com sucesso várias das propriedades estruturais e organizacionais encontradas nos campos receptivos localizados no córtex visual primário. Para isso, foram desenvolvidos modelos computacionais para a derivação de códigos visuais eficientes baseados nas estatísticas de imagens naturais (AKSELROD et al.,1981; ARMOUR, ARDELL, 2004). Mais ainda, foi possível prever como os as células capilares na cóclea respondem a um determinado tipo de estímulo. Em outras palavras, através da neurociência computacional podemos explicitar o tipo de codificação (tais como transformadas de Fourier, Wavelets e transformadas Gabor) usada para sons naturais e animais e como esses nervos adaptados a estímulos externos podem ter evoluído para codificar a voz humana como conhecemos atualmente (BARLOW, 2012). Estudos similares aos sistemas auditivo e visual aplicados ao sistema olfativo têm demonstrado que a estratégia utilizada pelo sistema nervoso para codificar informação pode ser explicada por princípios teóricos, cuja base pode ser encontrada na teoria da informação (BELL, SEJNOWSKI, 1996)



Como podemos perceber, estamos diante de uma série de avanços no estudo da codificação neural. Entretanto, nem todas as perguntas foram respondidas. Na verdade, diversos sistemas biológicos complexos ainda não foram completamente compreendidos. Podemos citar, por exemplo, o sistema motor e o sistema cardíaco. No caso do sistema cardíaco, os princípios e mecanismos subjacentes ao sistema de controle neural responsável por regular o batimento do coração permanecem (em grande parte) desconhecidos.

A forma mais comum para caracterizar a resposta cardíaca baseia-se em descritores matemáticos caracterizados pelo espectro de amplitude conhecidos como filtros (BERGER, SAUL, COHEN, 1989; BISHOP, 2006). Um problema é que sinais biológicos compartilham correlações que não podem ser completamente descritas usando estatísticas de segunda ordem. Assim, sinais cardíacos não podem ser amplamente caracterizados apenas pelo seu espectro de potência. Portanto, não é claro se esses descritores, os quais são derivados de aproximações matemáticas, são apropriados para descrever o código neural do coração (BARLOW, 2012).

Boyett et al. (2000) mostraram que o coração integra mensagens reflexivas realizando um processo análogo a uma análise de componentes independentes (ICA). Na prática, esta descoberta tem grandes implicações para a área de saúde, em especial para a predição de doenças cardiovasculares e o monitoramento de funções autônomas, além do desenvolvimento de novas teorias que possam caracterizar a atividade do sistema cardíaco. Uma maneira comum de resolver o problema de escolher que tipo de estruturas ou características devem ser descartadas ou mantidas durante a análise de sinais derivados do sistema cardiovascular seria excluir as estruturas que não tem significância para o sinal analisado. Isso implica que se deve compreender a natureza do sinal para inferir sobre a relevância das estruturas subjacentes ao seu comportamento dinâmico.

Lucena et al. (2011), por exemplo, investigam se o nó sinoatrial no coração codifica mensagens neurorreguladoras semelhantemente aos sistemas sensoriais, mas claro adaptando-se à natureza dinâmica dos ritmos cardíacos. E para isso utilizaram análise de componentes

independentes (ICA) com novas suposições plausíveis para a fisiologia do coração, maximizando a informação (não Gaussiana) nos intervalos de batimentos cardíacos derivados do ritmo sinusal normal em voluntários saudáveis. As propriedades dos filtros emergentes do código populacional sugerem que a hipótese de codificação eficiente não se limita aos sistemas sensoriais como foi assumido inicialmente por Ivanov et al. (1996). Em vez disso, propõem que a redução de redundância representa uma estratégia subjacente para a auto-organização funcional em sistemas biológicos.

1.1 O SISTEMA AUTÔNOMO E O CONTROLE CARDÍACO

O sistema nervoso autônomo (SNA) é essencial para o controle reflexo de muitas funções críticas à sobrevivência do organismo humano. Em particular, o cérebro, quando estimulado, afeta o coração (através dos nervos vago e simpático) alterando o ritmo cardíaco que em troca envia impulsos nervosos para o cérebro que reage modulando o débito cardíaco, de modo que qualquer excitação ocasionará uma ação e uma reação mútua entre os dois órgãos mais importantes do corpo. Embora muito se saiba da importância do SNA para a regulação cardíaca, uma teoria geral que possa explicar os princípios subjacentes à codificação de mensagens reflexivas no coração permanece em debate (LUCENA et al., 2011).

O controle neural do coração é mais que evidente quando estamos nos exercitando, resolvendo uma tarefa mental, descansando ou até mesmo fazendo digestão, pois nossa frequência cardíaca tende a aumentar ou diminuir de acordo com o nível da atividade exercida. Cientistas têm, por exemplo, tentado por muitos anos entender como o coração integra mensagens reguladoras para descrever o comportamento errático do ritmo cardíaco (IVANOV et al., 1996). A forma mais comum para caracterizar a resposta cardíaca baseia-se em descritores matemáticos caracterizados pelo espectro de amplitude conhecidos como filtros (BERGER, SAUL, COHEN, 1989; SAUL et al., 1991).

Um problema é que sinais biológicos compartilham correlações (no espaço e no tempo) que não podem ser completamente descritas usando



estatísticas de segunda ordem (ou seja, média e variância). Assim, sinais cardíacos não podem ser amplamente caracterizados apenas pelo seu espectro de potência. Portanto, não é claro se esses descritores, os quais são derivados de aproximações matemáticas, são apropriados para descrever o código neural do coração (LEWICKI, 2002).

Em contrapartida, uma análise detalhada do ritmo cardíaco mostra que o coração parece ser bem-ajustado a imprevisibilidade de vários tipos de perturbações naturais, como se ele fosse adaptado à variabilidade dos estímulos de entrada. De fato (no coração dos mamíferos), uma rede especializada composta de alguns milhares de células marcapasso processa informações que chegam das vias autonômicas (ARMOUR, ARDELL, 2004).

Analogamente aos neurônios sensoriais, células marcapasso são muito seletivas às mensagens recebidas. Estas células codificam estímulos reflexivos em frequências específicas, como se adaptados para executar uma análise de frequência. O controle neural do coração envolve uma interação complexa de vários mecanismos de integração e circuitos de feedback periféricos, cujas relações dinâmicas podem ser analisadas em Akselrod et al. (1981): bandas de frequências muito baixas (0.00-0.03 Hz), baixas (0.03-0.15 Hz) e altas (0.15-0.50 Hz).

De fato, cada uma dessas bandas de frequência pode ser associada a um ou mais mecanismos de regulação autônoma. Esse comportamento das células marcapasso sugere que as mesmas evoluíram para reconhecer padrões e comandos neurais a partir dos estímulos aos quais o coração está exposto (LUCENA et al., 2011). Entretanto, essa característica intrínseca da resposta cardíaca não explica como o coração consegue extrair características específicas das mensagens reflexivas, muito menos quais dessas características devem ser usadas ou mesmo quais comandos devem ser seguidos (CACIOPPO, BERNTSON, 1999).

Uma propriedade comum entre células “seletivas” (como as células marcapasso) é que elas são propensas a seguir alguns princípios descritos pela teoria da informação (SHANNON, 1948; BARLOW, 1961) de forma que

ruídos e interrupções entre a fonte e o receptor em um modelo neural podem ser teoricamente ou computacionalmente testadas (RIEKE et al., 1997). Um desses princípios supõe que células seletivas tendem a reduzir redundâncias estatísticas como uma estratégia de codificação neural (BARLOW, 1961).

1.2 CODIFICAÇÃO EFICIENTE COMO UMA ESTRATÉGIA DE CONTROLE DO SISTEMA CARDÍACO

Código eficiente (BARLOW, 1961) pode ser definido como a codificação de mensagens ou transmissão de informações em um sistema que deve se aproximar dos limites teóricos (COVER, THOMAS, 2006). Quando esse conceito foi aplicado pela primeira vez computacionalmente por Attneave (1954) e Barlow (1961), observou-se uma desvantagem à neutralidade do estímulo em relação à codificação eficiente (MACHENS et al., 2005). Assim, um passo importante na estimativa de códigos eficientes é inferir quais estímulos transmitem mais informações ao sistema. Pesquisas de acompanhamento (MACHENS et al., 2005; RIEKE, BODNAR, BIALEK, 1995) demonstraram que neurônios sensoriais do córtex visual ou auditivo têm preferência por sinais naturalistas sobre fontes de ruído branco. Isso implica que a eficiência do código varia de estímulo a estímulo, dependendo da sua relevância comportamental.

Logo, esse princípio, conhecido como codificação eficiente, considera que o principal objetivo do sistema nervoso é transferir o máximo possível de informação sobre um dado estímulo. De forma notável, algoritmos baseados no princípio da codificação eficiente são capazes de fazer predições teóricas de códigos neurais baseando-se na estatística de estímulos naturais (tais como sinais de fala e imagens de paisagem) aos quais os sistemas sensoriais são expostos (OLSHAUSEN, FIELD, 1996; BELL, SEJNOWSKI, 1996; LEWICKI, 2002). Esse princípio consegue descrever com sucesso várias das propriedades observadas nos estágios iniciais dos sistemas visual (Van HATEREN, Van DER SCHAAF, 1998),



auditivo (SMITH, LEWICKI, 2006) e, mais atualmente, o sistema olfativo (KOSTAL, LANSKY, ROSPARS, 2008).

No caso do coração, esse raciocínio implica que os estímulos reflexivos provavelmente geram códigos mais eficientes, o que é uma hipótese que, em princípio, pode ser verificada experimentalmente em laboratório. No entanto, a resposta do sistema cardíaco é muito provavelmente alterada com os procedimentos invasivos atuais necessários para adquirir tais estímulos. Alternativamente, é possível estimar um código populacional baseado na teoria de codificação eficiente usando intervalos de pulsação. Intervalos de batimento cardíaco são sinais derivados de eletrocardiogramas que são responsáveis pelas flutuações neuroautônômicas no coração (MALLIANI, 1999). Eles são obtidos a partir da diferença temporal de ondas de pico R consecutivas. Sua estrutura temporal é composta por respostas repetitivas originadas no nodo SA e moduladas por estímulos simpáticos e parassimpáticos dentro da faixa dinâmica limitada do coração (LUCENA et al., 2011). Logo, usando séries temporais derivadas das entrebatidas do coração, seria possível demonstrar que o coração integra mensagens reflexivas realizando um processo análogo a uma análise de componentes independentes (ICA)? Isto é, no coração, as redundâncias estatísticas dos sinais de entrada (estímulos) são minimizadas de forma que a saída do sistema (neurónios) seja tão independente quanto possível uma da outra, aproximando-se ao princípio da codificação eficiente.

1.3 ANÁLISE DE COMPONENTES INDEPENDENTES

A análise de componentes independentes (ICA) é um método baseado em estatística computacional desenvolvido, inicialmente, para resolver problemas de separação cega de fontes (HYVÄRINEN, KARHUNEN, OJA, 2001). Tem como principal objetivo separar um conjunto de sinais obtidos a partir de sinais misturados, sem, para isso, conhecer alguma informação acerca dos sinais originais, ou fontes, e do processo de mistura (CHOI et al., 2005).

Trata-se de um modelo generativo, pois os sinais misturados são a combinação linear dos sinais originais (componentes independentes) com uma matriz de mistura, possuindo aplicações em diversas áreas: áudio, sinais de SONAR, instrumentação médica, comunicação móvel, engenharia biomédica, dentre outras. Nesse modelo, a análise ou separação das fontes ou sinais originais que são estatisticamente independentes é efetuada a partir de um determinado modelo de mistura das fontes (HYVÄRINEN, KARHUNEN, OJA, 2001). Outra aplicação para ICA é a extração de características. Em processamento de imagem, por exemplo, as componentes podem fornecer uma representação para uma imagem. Tal representação permite executar tarefas como compressão ou reconhecimento de padrões (HYVÄRINEN, KARHUNEN, OJA, 2001). No ICA, este processo gera estruturas similares a filtros, que podem ser usados para analisar e até mesmo representar a resposta conjunta do sistema cardíaco através de um modelo (computacional) generativo. Na prática, esta descoberta tem grandes implicações para a área de saúde, em especial para a predição de doenças cardiovasculares e o monitoramento de funções autônomas, além do desenvolvimento de novas teorias que possam caracterizar a atividade do sistema cardíaco. Considere, por exemplo, o problema de escolher que tipo de estruturas ou características devem ser descartados ou mantidos durante a análise de sinais derivados do sistema cardiovascular. Uma maneira comum de resolver este problema seria excluir as estruturas que não tem significância para o sinal analisado. Isso implica que se deve compreender a natureza do sinal para inferir sobre a relevância das estruturas subjacentes ao seu comportamento dinâmico. Neste caso, a solução trivial emprega transformadas análogas a filtros (baseadas em funções de Fourier, wavelets e Gabor) como abordagem direta para resolver essa tarefa. Embora estas transformações possam ser usadas para extrair informação específica de dados biológicos, não há nenhuma evidência empírica entre a escolha da transformada e os dados analisados.

Portanto, compreender os processos facilitadore a gênese desses sinais pode fornecer evidências quantitativas para compreender por que essas transformações são capazes de extrair informações específicas. Mais interessante, a ausência de certas características pode indicar o



comprometimento do sistema neural e eventualmente ser usada para prevenir doenças cardiovasculares ou descrever as variações do SNA. O objetivo do presente estudo é usar ferramentas aplicadas eficientemente para modelar o sistema neural auditivo e visual como uma ferramenta para também entender a estratégia usada pelo coração para regular o ritmo cardíaco.

2 MÉTODOS

2.1 Conjuntos de dados

Foi utilizado dois conjuntos de dados: intervalos de batimento cardíaco a partir de sinais normais de ritmo sinusal e frequência cardíaca derivada de coelhos japoneses. O banco de dados de intervalos de batimentos cardíacos foi usado para estimar a matriz. Os dados de pulsação estão descritos em (GOLDBERGER et al., 2000) e estão disponíveis gratuitamente em <http://www.physionet.org/physiobank/database/nsr2db/>. Logo, eles consistem em registros de intervalos de batimentos cardíacos derivados de 24 horas de sinais de ECG amostrados em 128 Hz. Tais sinais foram obtidos de um total de 59 voluntários, cada um deles relatando padrão normal de ritmo sinusal. Os voluntários foram compostos por 30 homens (variando de 28,5 a 76 anos) e 24 mulheres (variando de 58 a 73 anos). Estes dados foram, então, organizados em segmentos de 256 amostras e filtrados por um processo adaptativo (WESSEL et al., 2000) para corrigir artefatos indesejados, como batimentos ectópicos. Resultou em um total de 22.685 segmentos não sobrepostos que, no processo de branqueamento, foram reduzidos a 256 segmentos, produzindo o vetor aleatório.

Alternativamente, um banco de dados de frequência cardíaca foi usado para testar a capacidade dos filtros de decodificação para obter as respostas cardíacas. Consiste em respostas cardíacas a um estímulo variável no tempo correspondente ao ruído branco gaussiano de faixa limitada. Eles são compostos de seis sinais cuja entrada é um estímulo e a

saída é a frequência cardíaca amostrada em 200 Hz e 10 minutos de duração. Cada sinal foi reamostrado a 1 Hz e segmentado em intervalos de 270 segundos, resultando em 24 segmentos correspondentes à resposta cardíaca à estimulação simpática e vagal. Os detalhes sobre os procedimentos cirúrgicos e experimentais foram previamente descritos por Kawada et al (1996).

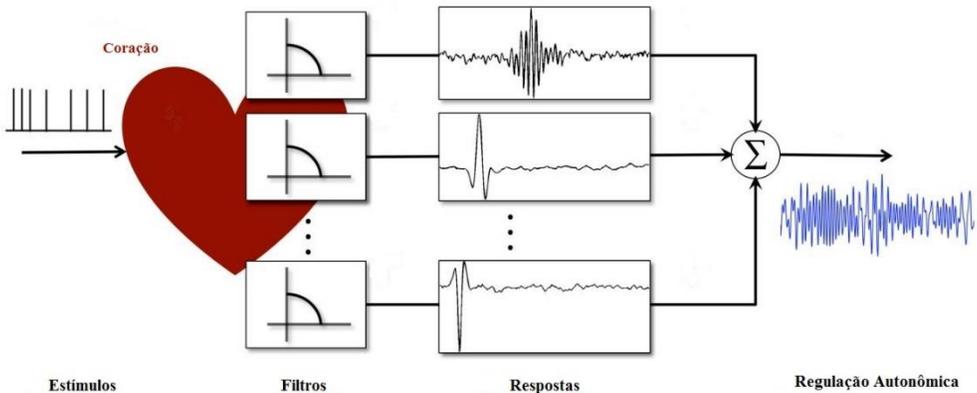
3 RESULTADO

O modelo gerativo da regulação autonômica do coração (Figura 1) proposto assume que o coração transforma eficientemente uma série de mensagens impulsivas neuroreguladoras que ocorrem em tempos desconhecidos em respostas dinâmicas cardíacas usando um conjunto de filtros decodificadores lineares.

Com base nesse modelo, o processamento neural cardíaco pode ser descrito como uma forma de manter uma representação ideal da informação neuroregulatória, mesmo na presença de ruído ou redundância. Note-se, no entanto, que a incerteza causada pelo ruído desempenha um papel fundamental na determinação da informação que deve ser codificada ou removida (LINSKER, 1990; ATICK, REDLINCH, 1999; STEIN; GOSEN, JONES, 2005). O objetivo é maximizar a informação embutida nas respostas cardíacas, reduzindo os sinais redundantes do neurocontrole. Um conjunto de filtros de codificação pode ser estimado através de um processo de otimização denominado de análise de componentes independentes (ICA) (COMON, 1994). Esse método (HYVÄRINEN, KAHRUNEN, OJA, 2001) procura por filtros de características (ou funções bases) que transformam um conjunto de dados observado em um conjunto de elementos, cujos componentes são considerados independentes. Portanto, os componentes neuroregulatórios e os coeficientes do filtro podem ser recuperáveis a partir da saída do sistema.



Figura 1. Modelo teórico de regulação autonômica cardíaco proposto.



Fonte: Lucena et al. (2011)

Para conduzir essa análise, assumimos que as mensagens neurorreguladoras são impulsivas, ou seja, elas existem em uma escala de tempo de milissegundos (potenciais de ação), enquanto as respostas dos filtros existem na escala de tempo de dezenas de segundos. Devido à natureza *on-off* rápida das mensagens neurorreguladoras em comparação com as respostas do filtro, assumimos que elas podem ser modeladas como um processo pontual de funções de delta de Dirac não sobrepostas, tornando-as estatisticamente independentes. Portanto, as respostas do filtro podem ser consideradas respostas de impulso e são independentes porque são a convolução de uma função de impulso com filtros desconhecidos.

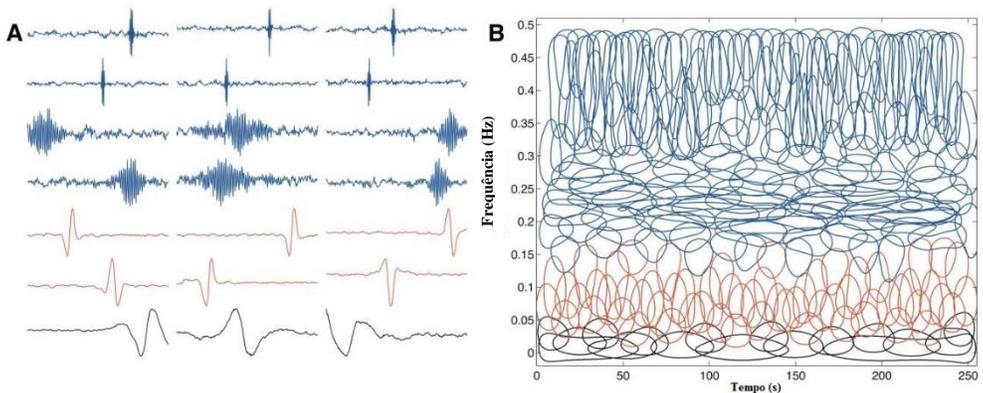
O objetivo da análise é encontrar os coeficientes de filtros desconhecidos observando várias janelas de amostras com comprimento n da resposta autonômica do coração representadas por intervalos do batimento cardíaco. Aqui, selecionamos janelas de intervalo do batimento cardíaco compostas de $n=256$ amostras obtidas de um conjunto de voluntários de ritmo sinusal normal, para estimar com ICA os coeficientes de filtro e a ocorrência da atividade neurorregulatória. Embora seja possível derivar códigos com menor tamanho de janelas, esse número de

amostras foi escolhido por fornecer informações suficientes sobre as interações subjacentes à regulação cardíaca autônoma. Janelas maiores podem invalidar a suposição de independência estatística necessária para a decomposição do ICA, pois cada filtro pode ser excitado por mais de uma mensagem neuroreguladora.

3.1 DECODIFICAÇÃO POPULACIONAL

Os filtros de decodificação que emergem das estruturas estatísticas subjacentes aos intervalos de batimento cardíaco mostram (Figura 2A) uma ampla variedade de formas de resposta ao impulso.

Figura 2. Código de população otimizado por meio de intervalos de pulsação derivados de voluntários com ritmo sinusal normal.

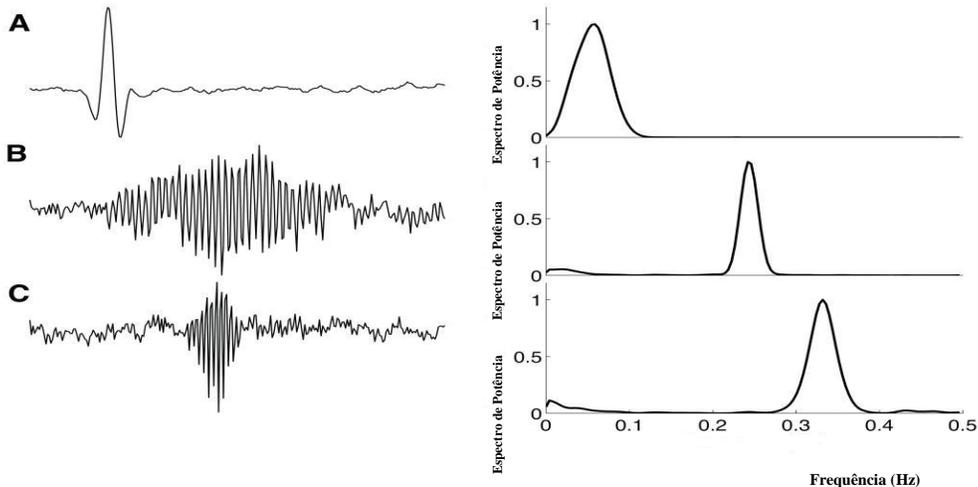


Fonte: Lucena et al. (2011)

A maioria é localizada no tempo, o que significa que a janela de análise foi capaz de capturar a escala de tempo em que ocorreram as regularidades estatísticas dos intervalos de batimento cardíaco. Apesar da diversidade observada de oscilações sinusoidais e envelopes de amplitude dos filtros, o código populacional tem uma organização distinta de frequência de tempo (Figura 3).

Figura 3. Análise espectral dos filtros de decodificação

(*esquerda*) Representação temporal dos filtros seguida pelo espectral de potência normalizado (*à direita*) cujas frequências centrais são (A) 0,05 Hz, (B) 0,24 Hz e (C) 0,33 Hz. Suas formas de onda lembram notavelmente os filtros de banda.



Fonte: Lucena et al. (2011)

Essa organização não ficou clara a partir da análise individual de cada filtro, nem em frequência e nem em tempo, mas tornou-se visível quando toda a população de decodificação foi distribuída no plano conjunto de tempo e frequência (Figura 2B). Além disso, emerge uma notável semelhança com a divisão da banda de frequência dos intervalos de batimentos cardíacos de curto prazo. Esse resultado é esperado, uma vez que os filtros de codificação tendem a corresponder às estruturas estatísticas subjacentes às variações da atividade cardíaca autônoma. No entanto, em nenhum lugar do algoritmo esta estrutura foi programada, isto é, emergiu dos dados e da metodologia do ICA.

Cada forma de onda foi adaptada em uma janela de tempo composta por 256 intervalos de batimento. (A) De um total de 256, o gráfico ilustra um conjunto típico de filtros de decodificação organizados da frequência central mais alta para a mais baixa. Embora a auto-organização da população decodificada não seja homogênea, ela mostra três padrões diferentes. (B) Plano conjunto de frequências temporais

representando a sobreposição de 245 curvas de nível. Nesta representação do padrão tipo contorno de tempo-frequência, cada contorno foi obtido a partir do envelope de amplitude e potência espectral dos filtros otimizados em 95% do pico de energia.

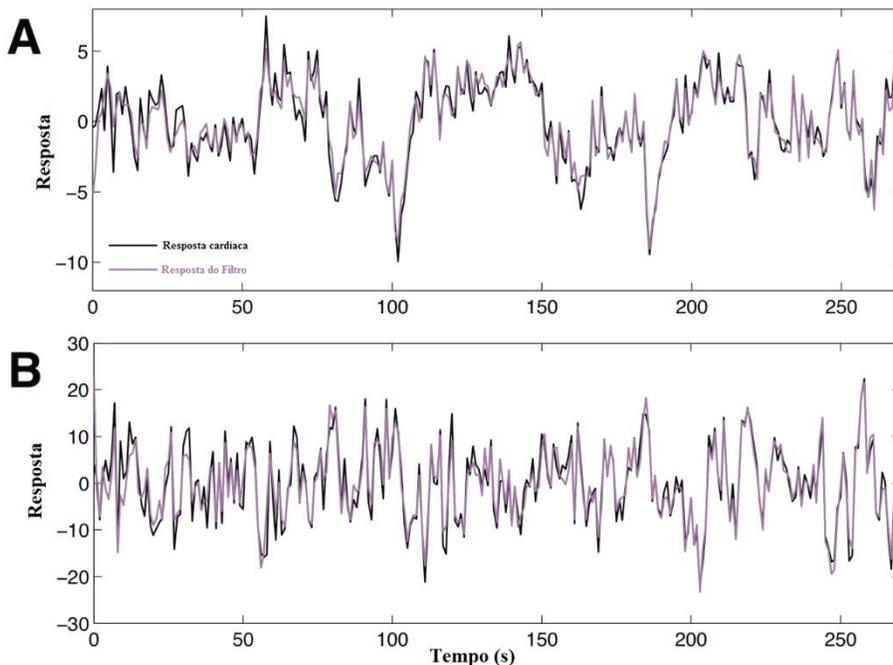
3.2 RESPOSTA DO MODELO EM COMPARAÇÃO ÀS MEDIÇÕES FISIOLÓGICAS

Para estabelecer se os filtros estimados são de fato uma forma representacional do código da população cardíaca, deve-se mostrar que os filtros otimizados decodificam um sinal de entrada similarmente ao nó SA. Assim, foi realizada uma comparação baseada nas respostas do nó SA e dos filtros de decodificação para um estímulo uniforme variando no tempo.

O problema é que, no momento, é muito difícil prever qual filtro de decodificação evoca a resposta mais semelhante ao nó SA. Uma forma de contornar este problema é encontrar um conjunto de filtros que minimize o erro entre as respostas do nó sinoatrial e o filtro de decodificação para qualquer estímulo dado (HAAG, BORST, 1998). Temos que incluir a busca pelo melhor fator de escala, porque a decomposição do ICA é cega para o dimensionamento. Usando um conjunto de dados derivado de coelhos em uma janela de tempo, a resposta geral da população de decodificação é mais suave do que o débito cardíaco observado. As respostas estimadas, tanto para a estimulação simpática (Figura 4A) como para a vagal (Figura 4B), seguem a resposta cardíaca esperada, mas faltam as rápidas oscilações. Também quantificamos a confiabilidade da resposta de decodificação medindo a relação entre a resposta cardíaca e o ruído estimado em usando a relação sinal-ruído (SNR), deslizando um intervalo de tempo de janela de 270 segundos em 24 intervalos de frequência cardíaca. O SNR varia de 8,67 para 14,05 dB, que corresponde a aproximadamente 92,96 e 96,95% em psicofísica (SCHULTZ, 2007).



Figura 4. Comparando a resposta cardíaca (linha preta) com a resposta do filtro (linha magenta).



Fonte: Lucena et al. (2011)

As respostas são mostradas em unidades representando o desvio padrão. (A) A resposta do sistema simpático a uma intensidade de estímulo escolhida de um sinal contínuo que foi desenhado aleatoriamente a partir de uma distribuição de Gauss em contraste com uma resposta de filtro de decodificação (SNR = 14,05 dB). (B) A resposta do nervo vago correspondente (SNP) e sua resposta estimada usando um filtro de decodificação (SNR = 12,62 dB). Além das rápidas oscilações, os filtros de decodificação produziram uma resposta bastante satisfatória das respostas cardíacas (fisiológicas) observadas.

4 DISCUSSÃO

Nossos resultados são relevantes para o estudo de sistemas de processamento de informação neural porque eles apresentam pela primeira vez um princípio de codificação eficiente além dos sistemas sensoriais. A metodologia ICA é aplicada para descrever a otimização funcional na resposta autonômica cardíaca, o que é plausível devido à diferença nas escalas de tempo entre os potenciais de ação neural e a resposta lenta do músculo cardíaco. Isso permite estimar as respostas de impulso dos filtros em uma mistura linear independente de filtros de tempo. A razão pela qual somos capazes de estimar as respostas de impulso dos filtros no modelo generativo é devido à suposição de que as mensagens neuroreguladoras são esparsas, modeladas matematicamente como funções delta, o que tornam as respostas de impulso do filtro estatisticamente independentes (se as funções delta não se sobrepõem no tempo).

Portanto, aventuramos-nos a dizer que o princípio teórico da redundância da informação parece apropriado para explicar a otimização funcional auto-organizada em múltiplos órgãos e que um esforço deve ser feito para criar sinergismos entre esse conhecimento multidisciplinar. Por exemplo, se nós hipotetizarmos que o sistema nervoso é ajustado para explicar as propriedades estatísticas do ambiente no qual ele está exposto, a hipótese de codificação eficiente (ATTNEAVE, 1954; BARLOW, 1961) pode ser estendida ao sistema cardíaco cuja função também é amplamente dependente dos estímulos de entrada. Conseqüentemente, uma célula especializada provavelmente se comportará como um detector de características (por exemplo, um filtro) se responder apenas a estímulos muito distintos (FIELD, 1998).

Contextualmente, as células do marcapasso cardíaco têm sido descritas como uma grande rede de osciladores com diferentes frequências intrínsecas que sincronizam e disparam juntas (CHAKRAVARTHY, GHOSH, 1997). Notavelmente, um número de estudos (BERGER, SAUL, COHEN, 1989; KAWADA et al., 1999) levantaram evidências de que a regulação do nó sinoatrial varia de acordo com estímulos específicos de frequência simpática e vagal. Estudos teóricos,



por outro lado, mostraram que o comportamento dos intervalos de batimento cardíaco poderia ser escalonado usando filtros do tipo *Wavelet* (derivados Gaussianos), mas os autores não conseguiram explicar a base para a estrutura temporal robusta subjacente ao ritmo cardíaco (IVANOV et al., 1996). Sugerimos que a hipótese de codificação eficiente explica essa robustez. Como outro exemplo, sabe-se que as células do marcapasso cardíaco sincronizam sua frequência intrínseca para conduzir o ritmo cardíaco dentro de um número limitado de níveis de resposta cardíaca, mas os mecanismos não são claros. Regras análogas podem ser encontradas em grandes células monopolares no olho composto da mosca, onde se sabe que os campos receptivos são criados pela inibição lateral (SRINIVASAN, LAUGHLIN, DUBS, 1982). Essa analogia sugere que o coração também pode explorar a inibição lateral para reduzir a variabilidade das respostas a certos níveis, o que pode ser obtido minimizando as correlações que provavelmente existem entre estímulos autonômicos que chegam de diferentes vias de maneira semelhante aos estímulos redundantes que chegam aos neurônios sensoriais.

A partir do modelo de ICA, concluímos que o sistema cardíaco parece ter evoluído e se adaptado a um ambiente imprevisível de estímulos (FAISAL, SELEN, WOLPERT, 2008). Além disso, se as formas de filtro de decodificação forem adaptadas à estrutura estatística subjacente aos intervalos de pulsação, pode-se avançar uma hipótese sobre como o código populacional no coração decodifica as mensagens neuroreguladoras e como sua organização pode ser interpretada em termos de tempo e frequência seletiva. Nossos resultados mostram que o fator qualidade varia de acordo com a frequência central dos filtros de decodificação. Isso sugere que o coração tem um mecanismo para alterar a nitidez do filtro para regular o ritmo cardíaco. Essas variações são consistentes com a divisão de banda de frequência padrão proposta para analisar as flutuações cardíacas autonômicas (VARIABILITY et al., 1996). Anatomicamente, o arrastamento das células marcapasso tem algumas semelhanças com o bloqueio por injeção nos lasers (JACKSON et al., 2009; CHORVAT, CHOVARTOVA, 2008). Pode ser interpretado como um mecanismo para reduzir o ruído e ampliar os estímulos

neurorregulatórios, promovendo uma decodificação fiel do sinal regulatório. Nossos resultados também mostram que os filtros de decodificação de VLF e LF provavelmente processam sinais com alta resolução temporal, o que, por sua vez, causa suscetibilidade ao ruído devido ao baixo fator de qualidade. Pelo contrário, os filtros de alta frequência têm seletividade de alta frequência e são mais imunes ao ruído. Essa seletividade de tempo e frequência concorda com a ideia de que as respostas do ritmo cardíaco são aumentadas pelo ruído (HIDAKA, NOZAKI, YAMAMOTO, 2000; HIDAKA et al., 2001). Essa versatilidade de respostas parece ser uma opção confiável para ajustar a regulação cardíaca a condições que ameaçam a vida, mas somente quando respostas cardíacas rápidas são essenciais para a sobrevivência. Em conjunto, esses resultados corroboram a visão de que o sistema cardíaco é otimizado para usar as informações regulatórias de maneira adequada para manter a precisão dos batimentos cardíacos. Ou seja, sem introduzir redundância e preservar energia (LAUGHLIN, Van STEVENINCK, ANDERSON, 1998).

Do ponto de vista anatômico, suspeitamos que os filtros possam estar localizados no nó SA, que é a estrutura do marcapasso do coração. Tem sido relatado que o tamanho das células marcapasso localizadas no nodo SA aumenta gradualmente do centro para a periferia (BOYETT, HONJO, KODAMA, 2000), Onde, a capacitância da célula (que é proporcional ao tamanho de cada célula) teve uma correlação significativa com o comprimento do ciclo do marcapasso, significando que cada célula seria sintonizada para uma determinada frequência, similarmente a um filtro passa-baixa que integra informações específicas. Nossa análise oferece uma hipótese para explicar a estratégia usada pelo coração para regular o ritmo cardíaco. Ou seja, aprendendo um número reduzido de descritores matemáticos (filtros) de acordo com o paradigma de codificação eficiente, podemos descrever as mudanças pontuais operacionais da regulação cardíaca que podem resultar em uma ampla variedade de ritmos cardíacos. Em termos mais gerais, os aspectos fundamentais do nosso estudo podem ser apropriados para analisar outros circuitos neurais, como a regulação das glândulas e dos músculos lisos, onde as interações simpato-vagas visam estabelecer um equilíbrio dinâmico e o sistema de controle respiratório no qual a regulação



adaptativa de autoajuste é essencial para manter a homeostase. Em conclusão, parece que a teoria de codificação eficiente pode representar um princípio muito mais amplo para explicar como os sistemas biológicos processam informações do que sua aplicação inicial aos sistemas sensoriais (BARLOW, 1961).

5. PERSPECTIVAS FUTURAS

O desafio, no entanto, é projetar modelos computacionais que possam usar a resposta combinada do filtro para levantar percepções sobre as interações simpato-vagais. Modelos avançados poderiam até ser usados para simular vários outros aspectos da regulação autonômica, como o controle do ganho cardíaco e os efeitos de mascaramento (inibitório e excitatório). Logo, fica a seguinte questão, ao se conhecer os mecanismos e estratégias facilitadoras utilizadas pelo coração para codificar informação: podemos desenvolver algoritmos e por consequência modelos computacionais capazes de prever doenças degenerativas, estados emocionais e até mesmo acompanhar a resposta dos maiores componentes do sistema nervoso autônomo: (sistema nervoso simpático (SNS) e parassimpático (SNP))?

REFERÊNCIAS

AKSELROD, S. et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuations: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, n. 213, p. 220-222, 1981.

ARMOUR, J. A.; ARDELL, J. L. *Basic and Clinical Neurocardiology*. Oxford University Press, 2004.

ATICK, J. J.; REDLICH, A. N. Towards a theory of early visual processing. *Neural Comput*, v. 2, p. 308-320, 1999.

ATTNEAVE, F. Some informational aspects of visual perception. *Psychol Rev*, v. 61, p. 183-93, 1954.

BARLOW, H. B. Possible principles underlying the transformation of sensory messages. Roseblum MG, editor, *Sensory Communication*, Cambridge, MA: MIT Press. p. 217-234, 1961.

BARLOW, H. B. Possible Principles Underlying the Transformations of Sensory Messages. *Sens. Commun.* [S.I: s.n.], 2012.

BELL, A.; SEJNOWSKI, T. Learning the higher-order structure of a natural sound. *Network: Computation in Neural Systems*, 1996.

BERGER, R. D.; SAUL, J. P.; COHEN, R. J. Transfer function analysis of autonomic regulation. I. Canine atrial rate response. *Am. J. Physiol.* 256 (Heart Circ. Physiol. 25), p. H142-H152., 1989.

BERGER, R. D.; SAUL, J. P.; COHEN, R. J. Transfer function analysis of autonomic regulation. I. Canine atrial rate response. *American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology*, 1989.

BISHOP, C.M. *Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics)*. Springer Science + Business Media LLC, New York, 2006.

BOYETT, M. R.; HONJO, H.; KODAMA, I. The sinoatrial node, a heterogeneous pacemaker structure. *Cardiovasc Res.* v. 47, p. 658-87, 2000.

CACIOPPO, J. T.; BERNTSON, G. G. The affect system: Architecture and operating characteristics. *Current Directions in Psychological Science*, 1999.

CHAKRAVARTHY, S. V.; GHOSH, J. On hebbian-like adaptation in heart muscle: a proposal for 'cardiac memory'. *Biol Cybern*, v. 76, p. 207-15, 1997.

CHOI, S. et al. Blind Source Separation and Independent Component Analysis: A Review. *Neural Information Processing - Letters and Reviews*, 6, n. 1, January 2005.

CHORVAT, D. Jr.; CHORVATOVA, A. Cardiac cell: a biological laser?. *Biosystems*, v. 92, p. 49-60, 2008.

COMON, P. Independent Component Analysis, a new concept?. *Signal Processing, Elsevier*, v. 36, p. 287-314, 1994.

COVER, T. M. e THOMAS, J. A. *Elements of Information Theory*. Wiley-Interscience. 2006.

FAISAL, A. A.; SELEN, L. P. J.; WOLPERT, D. M. Noise in the nervous system. *Nat Rev Neurosci*, v. 9, p. 292–303, 2008.

FIELD, D. J. Visual coding, redundancy, and ‘feature detection’. Arbib MA, editor, *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks* MIT Press, 1998.

GOLDBERGER, A. L.; AMARAL, L. A.; GLASS, L.; HAUSDORFF, J. M.; IVANOV, P. C. et al. Physiobank, physiotoolkit, and physionet: components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation*, v. 101, 2000.

HAAG, J.; BORST, A. Active membrane properties and signal encoding in graded potential neurons. *J Neurosci*, v. 18, p. 7972–7986, 1998.

HIDAKA, I.; ANDO, S.; SHIGEMATSU, H.; SAKAI, K.; SETOGUCHI, S. et al. Noiseenhanced heart rate and sympathetic nerve responses to oscillatory lower body negative pressure in humans. *J Neurophysiol*, v. 86, p. 559–64, 2001.

HIDAKA, I.; NOZAKI, D.; YAMAMOTO, Y. Functional stochastic resonance in the human brain: noise induced sensitization of baroreflex system. *Phys Rev Lett*, v. 85, p. 3740–3, 2000.

HYVÄRINEN, A.; KARHUNEN, J.; OJA, E. Independent component analysis. John Wiley & Sons, 2001.

HYVÄRINEN, A.; KARHUNEN, J.; OJA, E. Independent component analysis. New York: Wiley, 2001.

IVANOV, P. C. et al. Scaling behaviour of heartbeat intervals obtained by wavelet-based time- series analysis. *Nature*, 1996.

IVANOV, P. C.; ROSEMBLUM, M. G.; PENG, C. K.; MIETUS, J.; HAVLIN, S. et al. Scaling behaviour of heartbeat intervals obtained by wavelet-based time-series analysis. *Nature*, v. 383, p. 323–327, 1996.

JACKSON, J. C.; WINDMILL, J. F. C.; POOK, V. G.; ROBERT, D. Synchrony through twice-frequency forcing for sensitive and selective auditory processing. *Proc Natl Acad Sci USA*, v. 106, p. 10177–82, 2009.

KAWADA, T.; IKEDA, Y.; SUGUIMACHI, M.; SHISHIDO, T.; KAWAGUCHI, O. et al. Bidirectional augmentation of the heart rate regulation by autonomic nervous system in rabbits. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, v. 271, p. H288–H295, 1996.

KAWADA, T.; SUGIMACHI, M.; SHISHIDO, T.; MIYANO, H.; SATO, T. et al. Simultaneous identification of the static and dynamic vagosympathetic interactions in the regulating heart rate. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, v. 276, p. R782-R789, 1999.

KOSTAL, L.; LANSKY, P.; ROSPARS, J. P. Efficient olfactory coding in the pheromone receptor neuron of a moth. *PLoS Computational Biology*, 2008.

LAUGHLIN, S. B.; van STEVENINCK, R. R. R.; ANDERSON, J. C. The metabolic cost of neural information. *Nature Neuroscience*, v. 1, p. 36-41, 1998.

LEWICKI, M. S. Efficient coding of natural sounds. *Nature Neuroscience*, v. 5, n. 4, p. 356-363, 2002.

LINSKER, R. Perceptual neural organization: some approaches based on network models and information-theory. *Annual Review of Neuroscience*, v. 13, p. 257-281, 1990.

LUCENA, F. et al. Statistical coding and decoding of heartbeat intervals. *PLoS ONE*, 2011.

MACHENS, C. K., GOLLISCH T., KOLESNIKOVA, O. e HERZ, A. V. M. Testing the efficiency of sensory coding with optimal stimulus ensembles. *Neuron* v. 47, p. 447-56, 2005.

MALLIANI, A. The pattern of sympathovagal balance explored in the frequency domain. *News Physiol Sci*, v. 14, p. 111-117, 1999.

OLSHAUSEN, B. A.; FIELD, D. J. Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images. *Nature*, 1996.

RIEKE, F. et al. *Spikes: Exploring the Neural Code*. The MIT press, 1997.

RIEKE, F.; BODNAR, D. A.; BIALEK, W. Naturalistic stimuli increase the rate and efficiency of information transmission by primary auditory afferents. *Proc Biol Sci*, v. 262, p. 259-65, 1995.

SAUL, J. P. et al. Transfer function analysis of the circulation: unique insights into cardiovascular regulation. *Am J Physiol*, n. 261, p. 1231-45, 1991

SCHULTZ, S. R. Signal-to-noise ratio in neuroscience. *Scholarpedia*, v. 2, p. 2046, 2007.

SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, n. 27, 1948.



SMITH, E. C.; LEWICKI, M. S. Efficient auditory coding. *Nature*, 2006.

SRINIVASAN, M. V.; LAUGHLIN, S. B.; DUBS, A. Predictive coding: a fresh view of inhibition in the retina. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*, v. 216, p. 427-59, 1982.

STEIN, R. B., GOSSEN, E. R.; JONES, K. E. Neuronal variability: noise or part of the signal?. *Nat Rev Neurosci*, v. 6, p. 389-97, 2005.

Van HATEREN, J. H.; RUDERMAN, D. L. Independent component analysis of natural image sequences yields spatio-temporal filters similar to simple cells in primary visual cortex. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 1998.

VARIABILITY, H. R. et al. Task force of the european society of cardiology and the north american society of pacing and electrophysiology. *Circulation*, v. 93, p. 1043-1065, 1996.

WESSEL, N.; VOSS, A.; MALBERG, H.; ZIEHMANN, C.; VOSS, H. U. et al. Nonlinear analysis of complex phenomena in cardiological data. *Herzschr Elektrophys*. v. 11, p. 159-173, 2000.



CAPÍTULO 2

MICRO-REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES COM PARTICIPAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS

Oswaldo Ronald Saavedra

Professor titular da Universidade Federal do Maranhão, Brasil. Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil(1993)

Resumo

A competitividade, a demanda por confiabilidade e robustez das redes de energia elétrica, além da precificação destes serviços de uma forma que representem fielmente sua qualidade, com diversificação de opções e com a participação ativa do consumidor nesse mercado, são elementos que formam um novo cenário para as redes de energia elétrica, formulando novos desafios tecnológicos e estruturais. A necessidade de sistemas de armazenamento e a entrada do carro elétrico em grande escala são aspectos fortemente críticos para as redes elétricas modernas. Este trabalho se encontra inserido neste contexto, conceituando e discutindo a operação flexível, econômica e segura das redes inteligentes, além de investigar as necessidades de novas estruturas de mercados que suportem os novos desafios do setor de energia elétrica.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da eletricidade possui algumas semelhanças com indústrias de outras commodities, como a do minério de ferro e a do petróleo, por exemplo. De forma geral, em todos esses casos os centros produtores estão distantes dos locais de consumo e precisam de uma extensa cadeia logística para levar o produto de sua origem ao seu destino final.

No caso do minério e do petróleo, por exemplo, esse transporte pode envolver vários meios, como navios, trens e caminhões, em ambos os casos, ou ainda dutos, no caso do petróleo. A logística da eletricidade, por

sua vez, é desempenhada pelas redes de transmissão, que interligam os grandes centros geradores aos grandes consumidores ou às distribuidoras. No entanto, há uma diferença básica entre a eletricidade e as commodities utilizadas como exemplo. No caso do minério e do petróleo, a razão da distância está relacionada com a origem desses produtos. O minério é produzido em jazidas localizadas em regiões geográficas bem específicas, assim como o petróleo, encontrado em bacias sedimentares.

Dessa forma, não há como deslocar os centros de produção para próximo dos consumidores finais, fazendo com que a rede de transporte seja indispensável. O mesmo não ocorre com a eletricidade. Em seu livro [2], Kirschen e Strbac afirmam que "se uma tecnologia de geração confiável e ecologicamente correta se tornar rentável para instalações domésticas, o negócio da transmissão irá provavelmente desaparecer". Isso significa que a separação entre produtores e consumidores, no caso da eletricidade, deve-se não a fatores geográficos, mas sim a restrições tecnológicas. Nesta visão, a transmissão tem como propósito claro o transporte da energia elétrica.

As mudanças ocorridas no setor elétrico mundial nas últimas décadas posicionaram a transmissão no centro de um mercado que tem se tornado cada vez mais competitivo. Para que os consumidores exerçam seu direito de escolher seus fornecedores de eletricidade, é necessário que haja conexões suficientes no sistema de forma a suportar todos os fluxos de energia entre esses agentes. De forma contrária, o mercado sofreria distorções, que impactariam o preço e a competitividade dentro desse mercado. É necessário então investir na rede, tornando-a capaz de transportar toda a energia transacionada por esses agentes. A transmissão é um monopólio natural. A extensão territorial requerida e a economia de escala justificam essa afirmativa [2]. Por se tratar de um monopólio que presta um serviço essencial, deve ser fortemente regulado. Na maior parte dos modelos vigentes atualmente, o negócio da transmissão é realizado em forma de concessões. As empresas concessionárias ganham o monopólio de determinada região, em troca de uma remuneração fixa,

paga pelos usuários da rede e que possibilite a recuperação dos custos, além de uma determinada margem de lucro.

1.1. A EVOLUÇÃO PARA AS REDES INTELIGENTES

O conjunto de tecnologias denominado *smart grid* (ou rede inteligente) propõe-se a revolucionar o setor elétrico em diversos de seus aspectos, tais como as técnicas de operação, modelos de tarifação, padrões de consumo e prestação de serviços. Para que essas transformações aconteçam, é necessário discutir várias questões, como o uso racional dos recursos energéticos, a busca pelo serviço adequado, a geração distribuída os novos papéis das distribuidoras e do consumidor.

A implantação de redes inteligentes tem avançado em várias partes do mundo. Muitos países têm se dedicado a estudos sobre essa tecnologia com investimentos volumosos, sendo que alguns já iniciaram a instalação dessas redes, com destaque para Estados Unidos, Japão, Itália e alguns outros países europeus.

O Brasil tem seguido essa tendência mundial, motivado principalmente pelos benefícios que as redes inteligentes podem proporcionar, como melhoria dos serviços, aumento da confiabilidade e da qualidade do fornecimento e redução da perda de energia.

Em julho de 2010, a Agência Nacional de Energia Elétrica anunciou a sua Chamada 011/2010 - Projeto Estratégico “Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente” com o intuito de (a) identificar tecnologias e atividades de suporte necessárias para promover o desenvolvimento de redes inteligentes; (b) fornecer respostas que subsidiem desafios regulatórios e de legislação suscitados pela nova tecnologia; (c) traçar um *roadmap* para migração tecnológica do setor elétrico; (d) subsidiar os estudos do Grupo de Trabalho criado pelo Ministério de Minas e Energia. Os estudos desse Grupo de Trabalho demonstraram o estado da arte do tema no Brasil e no mundo e as exigências para a implantação de redes inteligentes no País.



Os impactos concretos da adoção das redes inteligentes ainda são incertos. Sendo uma tecnologia recente, ainda que promissora, poucos países avançaram na sua implementação. Por essa razão, algumas questões ainda permanecem em aberto e merecem ser mais bem investigadas, em particular para a realidade brasileira.

1.2. AS FONTES ALTERNATIVAS NO ESCOPO DAS REDES INTELIGENTES DE ENERGIA

As fontes renováveis surgem como importante ferramenta para reduzir as emissões, diversificar a matriz energética, reduzir a dependência do petróleo e quanto instaladas próximo aos grandes consumos, reduzir perdas elétricas e adiar investimentos em transmissão de energia elétrica. Embora a maioria das fontes de energia renovável seja intermitente em comparação com a geração de energia convencional, os investimentos nesses recursos cumpre um papel estratégico importante para o futuro, em especial para atender metas cada vez mais rigorosas de emissões de gases de efeito estufa.

A participação relevante da energia eólica na matriz de produção de energia elétrica mundial já é uma realidade e suas perspectivas de crescimento são muito favoráveis nos âmbitos nacional e internacional. Por isso, são crescentes as preocupações com seus efeitos, seja no domínio técnico operacional: despacho, pré-despacho, reservas operacionais; seja no domínio dos mercados de energia elétrica: preço marginal de operação de curto prazo, preço marginal de operação de longo prazo, contratos bilaterais, dentre outros [1].

A energia solar fotovoltaica (FV) tem participação pequena comparada com a eólica de grande escala, em parte devido que as tecnologias solares são ainda emergentes, e substanciais investimentos de P&D estão sendo realizados para aumentar a eficiência da conversão de energia solar assim como reduzir o custo de produção dos painéis fotovoltaicos. O preço de venda da geração FV tem sido fixado de forma a dar bons incentivos para

sistemas fotovoltaicos. No global, a capacidade acumulada instalada de sistemas solares fotovoltaicos aumentou de 1000 MW em 2000 para 18,2 GW até o final de 2010, sendo que a taxa de crescimento anual de instalação FV aumentou em mais de 44% na última década [2]. Com a energia solar em abundância, custos decrescendo, incentivos disponíveis e boa predisposição do mercado, espera-se uma grande proliferação de geradores FV.

A energia oceânica pode ser explorada a partir de diferentes tecnologias que estão sendo desenvolvidas para explorar basicamente seis diferentes fontes energéticas disponíveis nos oceanos: ondas, amplitude de marés, correntes de marés, correntes oceânicas, conversão da energia térmica do oceano (OTEC) e gradiente de salinidade. Dessa forma, o potencial teórico global da energia oceânica é estimado em 7400 EJ/ano (1018 Joules/ano), ou seja, mais do que o necessário para atender à atual demanda energética em uma escala global [1]. Apesar de ser uma estimativa otimista, o potencial técnico, ou seja, aquele potencial que é de fato explorável, ainda apresenta estimativas bem inferiores a esse valor teórico devido ao estágio inicial em que a maiorias das tecnologias utilizadas para a exploração da energia oceânica ainda se encontram.

A geração de energia através da amplitude de marés corresponde à única forma de extração da energia oceânica que já apresenta tecnologias suficientemente maduras para a sua utilização em escala comercial. Esse conceito utiliza tecnologias semelhantes às utilizadas em hidroelétricas convencionais. A usina maremotriz de La Rance (240 MW) e a recém-construída usina maremotriz de Sihwa - Coreia do Sul (254 MW) são exemplos da utilização comercial em grande escala dessa forma de geração de energia.

No Brasil, as maiores amplitudes de marés se encontram na costa norte. Por exemplo, apenas no litoral do estado do Maranhão, estimou-se um potencial energético disponível da ordem de 22 TWh ao ano [2]. Incluído nesse contexto, o estuário do Bacanga, em São Luís, representa um caso bastante particular para a exploração da energia maremotriz.

Um dos principais problemas na utilização de fontes alternativas de



energia está relacionado à sua natureza intermitente. Embora também seja uma fonte intermitente, a energia das marés apresenta uma natureza razoavelmente determinística, em outras palavras, a dinâmica das marés é governada por fenômenos astronômicos amplamente conhecidos e previsíveis. Dessa forma, uma usina maremotriz apresenta uma enorme vantagem que é a possibilidade de se prever com ampla precisão os momentos em que poderá haver geração, bem como o quanto será possível gerar nestes momentos.

Em geral, a sazonalidade das fontes alternativas de energia adiciona grandes desafios tanto econômicos como operacionais para as novas redes de energia elétrica. O modelo de mercado de reservas operativas deve ser revisitado a luz deste novo cenário que se configura, assim como melhorias significativas nos modelos de predição são exigidas. Há questões, tais como: Qual é a penetração eólica em uma rede, que por um lado garanta uma operação econômica, mas que tenha um lastro de reserva operativa que garanta a operação segura? ou Como deve ser remunerada essa reserva? Há muitas mais, que passam pela segurança dinâmica, operação em emergência e os processos de restauração após blackout.

Além da reserva, outros serviços ancilares, que são necessários para que o sistema possa operar de forma confiável, são também impactados pelo aumento da penetração de fontes intermitentes, as quais projetam a incerteza da fonte primária pela rede de energia.

A utilização de sistemas de geração da energia alternativa, em micro-redes e miniredes inteligentes [9-13,15], pequenos sistemas híbridos isolados ou integrados a redes nacionais, tem se tornado cada vez mais viável técnica e economicamente, além do óbvio fato de serem sustentáveis no sentido ambiental. Os grandes projetos de geração eólica e solar já são uma alternativa tecnológica real [1,4-7, 10, 17,20], e alguns projetos de maremotrizes mostram o grande potencial de geração num futuro próximo [2].

1.3. CONFIABILIDADE

Uma rede confiável exige a minimização das interrupções do fornecimento. O armazenamento de energia em larga-escala funciona acumulando esta quando há excedente na produção, para ser utilizada quando a demanda for maior que a produção, minimizando as interrupções. Para armazenamento podem ser considerados diversos tipos de dispositivos, tais como Massas de Inércia, Células de Combustível (Hidrogênio), sistemas distribuídos de baterias, assim como as capacidades disponíveis por carros elétricos e similares. Assim, uma rede inteligente deve ter capacidades para operar em células isoladas em caso de perda de fornecimento e retornar à rede quando este seja restabelecido. Esta qualidade de serviço tem um custo, para o qual deve haver usuário com disposição a pagar por ele.

Tem-se então, por um lado, um portfolio de “produtos” (perfis de qualidade de energia, níveis de segurança) e por outro lado clientes com diferentes disposições a pagar por esse serviço e, eventualmente, dispostos a serem desligados em face de uma compensação financeira (gestão pela demanda).

2. MICRORREDES INTELIGENTES

Em [17], uma microrrede é definida como sendo um sistema elétrico de distribuição que contém cargas e fontes de geração distribuídas de energia que pode ser operado de forma controlada e coordenada, enquanto conectado ou não a uma rede elétrica principal. Diversas fontes tais como solar fotovoltaica, pequenos geradores eólicos e pequenos geradores hidráulicos são geralmente utilizados como fontes de geração em uma microrrede.

Em [18], uma microrrede é caracterizada como sendo uma interconexão de geradores distribuídos integrados a um conjunto de cargas elétricas, bem como acumuladores de energia, que opera como um único sistema de pequeno porte e em baixa tensão.



A microrrede pode operar de modo conectado a uma rede elétrica convencional ou em modo ilhado. Em uma microrrede, fontes renováveis de energia podem ser de diferentes tipos e tamanhos, além de poderem ser conectadas de diferentes formas. Em [19], uma microrrede é definida como sendo um sistema de distribuição em baixa tensão contendo geração distribuída juntamente com dispositivos de armazenamento e cargas flexíveis. Tal sistema pode ser operado de forma não autônoma, caso conectado a uma rede elétrica convencional; ou de forma autônoma, caso opere desconectado de uma rede convencional. A operação de microgeradores pode proporcionar diferentes benefícios à operação global do sistema, desde que gerenciada e coordenada de forma eficiente.

Conforme CIGRÉ, microrredes são sistemas elétricos de distribuição que contêm cargas e fontes de geração distribuída tais como geradores distribuídos, dispositivos de armazenamento e cargas controláveis que podem ser operados de forma controlada e coordenada, enquanto conectada a uma rede principal ou operando de forma isolada [20].

O Departamento de Energia dos Estados Unidos define microrredes como sendo um grupo de cargas e fontes de geração distribuídas interconectadas e com fronteiras elétricas bem definidas e que atuam como uma entidade controlável e individual [21].

Embora haja algumas variações entre diferentes autores quanto à definição de microrredes, algumas características fundamentais estão presentes na maioria delas:

- Um sistema coeso e completo, ou seja, possui geração, demanda e toda a estrutura física e operacional necessárias para a exploração eficiente dos recursos energéticos;
- Um sistema que seja capaz de operar conectado a uma rede principal ou de maneira isolada;
- Um sistema cujas características de tensão e de topologia são típicas de redes de distribuição;
- Um sistema capaz de integrar diferentes tecnologias de geração e de armazenamento de energia.

3. ESTRUTURA BÁSICA DAS MICRORREDES

A estrutura básica de uma microrrede é mostrada na Figura 1. Observa-se na figura que a arquitetura básica possui geração, controle, cargas e elementos armazenadores de energia. Dentre as principais fontes de geração, tem-se as microturbinas, turbinas eólicas, painéis fotovoltaicos, células combustíveis e geradores diesel. Quanto ao armazenamento, as principais tecnologias são as baterias, volantes de inércia (flyweels), SMES, super-capacitores, térmica e bombeamento.

A conexão da microrrede com a rede principal é feita através do PCC, onde cada componente é equipado com uma interface PEI (Power Electronic Interface). O sistema de controle provê a operação coordenada entre os componentes, visando manter estabilidade e segurança da operação. Além disso, quando possuem um sistema de comunicação e medição inteligentes, podem ser vistas como um bloco que compõem uma *smart grid*.

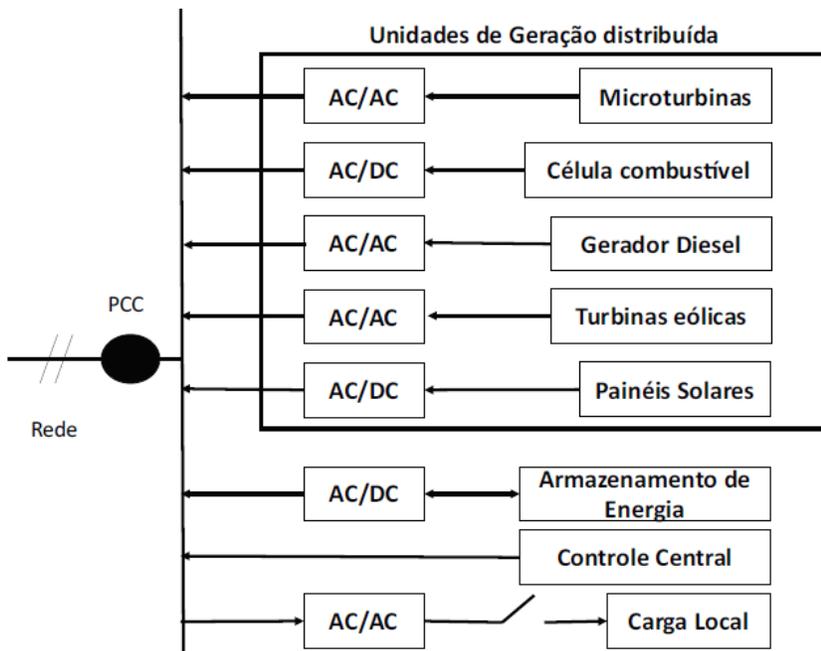
O controle de uma microrrede é responsável pelo funcionamento correto da micro geração em seus pontos de operação pré-definidos (dentro os seus limites operacionais), da importação e exportação de energia, estabilidade, conectar e desconectar da rede de distribuição, participação no mercado e utilização de calor para instalações locais (PALIZBAN et al., 2014). As PEI's contêm circuitos necessários para converter a de uma forma para outra, que incluem retificadores e inversores ou somente inversores.

O controle pode ser dividido em duas partes: controle centralizado e controle descentralizado. No modo centralizado, há um controlador central, controles locais e um controle do sistema de distribuição. Os controles locais são responsáveis pelo controle do perfil de tensão e o fluxo de potência da cada microgeração em resposta a qualquer variação de carga (TSIKALAKIS; HATZIARGYRIOU, 2008). Além disso, estes também participam do despacho econômico, gerenciamento da demanda e controle dos dispositivos de armazenamento. Já o controlador central tem como atribuições o controle geral da operação e proteção. Desse modo, a manutenção de tensão e frequência em seus valores específicos e



otimização da microrrede são realizadas por esse controlador. Todos os pontos de operação.

Figura 1. Estrutura de uma microrrede



Fonte: Mahmoud, 2014

4 MICRORREDES COLABORATIVAS

Tendo em vista as propriedades descritas anteriormente, as microrredes têm atributos de flexibilidade que permitem, por exemplo, a sua organização em clusters de microrredes temporárias, suportadas por acordos que outorguem benefícios mútuos, que poderão se reorganizar novamente em outros arranjos na medida que esses acordos variem ou sejam atualizados no tempo. Esse paradigma de relações dinâmicas é denominado aqui de microrredes colaborativas e é ilustrado na figura 2,

com formação de grupos (cluster) de microrredes com diferentes tamanhos.

As microrredes colaborativas podem operar de maneira coordenada e em cooperação com os demais participantes do sistema para fornecimento de serviços e energia. Por se tratarem de redes colaborativas, os *clusters* são formados para que haja troca de serviços entre os participantes.

Para existir tais grupos é necessário que haja necessidade de venda ou compra de algum serviço, seja energia ou serviço auxiliar. Assim, esse agrupamento pode se dar – entre outras – pelas seguintes motivações:

- Custos – a redução de custos é uma das premissas básicas para colaboração entre microrredes;
- Disponibilidade - a conexão física entre microrredes deve estar disponível;
- Preço – sinais de preços são fatores que podem ser decisivos para formação de um cluster. Como cada microrrede possui seu custo de operação, a curva de preço de venda e compra de energia deve ser usada para transações energéticas;
- Energia - o fornecimento de blocos de energia habilita ou não a união entre redes. Como já dito, as microrredes podem fornecer energia elétrica, calor e gás. Assim sendo, dependendo da necessidade, haverá formação de *clusters* para suprimento de uma determinada demanda;
- Segurança;
- Qualidade serviço e confiabilidade;
- Disponibilidade de capacidade de armazenamento.

Como descrito anteriormente, a formação dos *clusters* e, por sua vez, a cooperação entre microrredes envolve vários aspectos como segurança operativa, confiabilidade, econômicos, energético e controle. Desse modo, observa-se uma gama de oportunidades para gerenciar sistemas com alta penetração de microrredes. Para isso, deve-se pensar em novos modelos de negócios, como por exemplo a criação de um mercado de energia entre microrredes.



A formação dos *clusters* se dá em tempo limite, apenas o suficiente para atendimento do serviço contratado e, além disso, são virtuais, ou seja, sua formação acontece apenas para realizar um determinado contrato firmado, podendo ter outras dimensões em escalas temporais diferente.

Neste trabalho assume-se a existencia de um operador capaz de atender satisfatoriamente os requisitos de de operacionalização e implantação dos acordos de microrredes colaborativas.

5. A FLEXIBILIDADE DAS REDES MODERNAS DE ENERGIA

A flexibilidade de sistemas é um conceito complexo e muito importante, utilizado em diversas áreas da engenharia e em diversos tipos de sistemas. Refere-se à facilidade com que os sistemas se adaptam a possíveis mudanças externas. De forma mais ampla, a flexibilidade de sistemas pode ser definida como uma habilidade em responder a potenciais mudanças externas e internas em um tempo hábil o suficiente e a um custo adequado. As mudanças às quais o conceito se referem, estão diretamente ligadas a eventos incertos, que transformam as incertezas enfrentadas pelos sistemas em um elemento chave para a definição de flexibilidade, criando riscos e oportunidades para o seu projeto e desenvolvimento [6]. É exatamente o nível de incerteza dos eventos que transforma o conceito de flexibilidade em relevante.

No contexto de sistemas de potência, a flexibilidade se refere à habilidade do sistema em lidar com eventos que possam causar desequilíbrio entre o fornecimento de potência e o atendimento da demanda, mantendo a confiabilidade do sistema a um custo adequado. A palavra “evento” é genérica e pode descrever episódios de alterações na parte da geração ou da carga dos sistemas [6].

Com o aumento da penetração eólica nos sistemas de potência, novos eventos são inseridos, aumentando a incerteza da geração e do atendimento à carga, implicando em flexibilidade adicional para manter o equilíbrio nos mesmos parâmetros do sistema.

Esse conceito interpreta a flexibilidade sob dois pontos de vista: um econômico e outro técnico. Do ponto de vista técnico, a flexibilidade é necessária para que o sistema lide com as incertezas e com as variabilidades da demanda e da geração. No caso das eólicas, a flexibilidade do ponto de vista técnico fornece a capacidade do sistema em lidar com a variabilidade e com a incerteza da produção eólica. Do ponto de vista econômico, a flexibilidade fornece o custo adicional para satisfazer às variações e incertezas da produção desse tipo de fonte. Esse custo deve ser limitado dentro de um intervalo razoável [6].

A flexibilidade pode ser melhorada sob o aspecto técnico de duas maneiras: a primeira é feita alocando-se mais reservas para o sistema, o que implica em elevar o número de unidades fornecendo potência de reserva. A outra é melhorar a capacidade/velocidade de resposta a alterações de geração das unidades existentes, ou seja, melhorar a taxa de rampa, MW/min.

Teoricamente não haveria um limite para a penetração eólica se o sistema fosse completamente flexível, mas, na prática, mesmo os sistemas flexíveis têm um limite de acomodação eólica, além do qual a produção poderia ser cortada a fim de se manter o atendimento da demanda de modo satisfatório. Dessa forma, é muito importante conhecer o quanto um sistema é flexível e qual seria o nível de penetração eólica que o sistema adequadamente seria capaz de acomodar.

Muitos estudos relevantes sobre este assunto têm se dedicado a explorar o potencial de flexibilidade para o sistema com produção eólica em larga escala. De acordo com a literatura mais recente, os principais recursos disponíveis para elevar a flexibilidade são:

- Escalonamento das unidades flexíveis;
- Resposta da demanda;
- Estoque de energia;
- Benefícios da interconexão.

O escalonamento de unidades flexíveis consiste, simplesmente, em um conjunto de algoritmos, como programação linear inteira mista, capaz



de otimizar a escolha das unidades do sistema e o nível de participação de cada unidade no sistema, como descrito em [10-11].

A resposta da demanda compreende as ações desempenhadas na parte da demanda para elevar o nível de flexibilidade do sistema, através da implementação de algoritmos capazes de gerenciá-la (Demand side management - DSM) como, por exemplo, mitigação de necessidades de reserva, congestionamentos de rede. Em [12] há um exemplo de uma ferramenta capaz de avaliar a potencial flexibilidade da demanda residencial. Em [13] o custo da operação das eólicas no sistema de potência foi calculado em dois momentos: antes e após a introdução da resposta da demanda e assim determinou-se a redução de custos com a introdução do gerenciamento da resposta da demanda, obtendo-se o valor do benefício adicional.

A introdução de armazenamento de energia em um sistema com alta penetração eólica é feita estocando-se a energia excedente das fontes eólicas para a utilização em momentos de baixa produção eólica. Um exemplo desses é feito em [14], no qual um pequeno sistema isolado armazenou energia sob a forma de bombeamento de água para o reservatório da produção excedente de suas unidades eólicas, otimizando os recursos através de uma programação linear. Em [15] é implementado um algoritmo para a programação diária para um sistema hidráulico com múltiplos reservatórios e coordenado com um sistema de energia eólica de proprietários diferentes, compartilhando a mesma linha de transmissão. A coordenação é feita com o objetivo de minimizar o corte eólico. O algoritmo foi aplicado em um sistema real em que se analisaram os custos com e sem a coordenação dos dois sistemas.

Outra medida para elevar o nível de flexibilidade é a possibilidade de exportar o excedente de produção eólica para outros sistemas, através de redes de interconexão. Os principais problemas enfrentados por esse tipo de prática é avaliar se a rede tem capacidade de transmitir o excedente da produção eólica para outros sistemas nos momentos em que sua produção exceder a demanda. Em [16] é apresentada uma metodologia para avaliar os requisitos da capacidade da rede de

transmissão na transferência da produção eólica excedente de um sistema a outro. Por meio de dados históricos da produção eólica e da demanda, realizou-se uma análise de custo benefício entre o corte eólico e o aumento da capacidade de transmissão.

5.1 GERAÇÃO DO SISTEMA E OS ÍNDICES DE FLEXIBILIDADE

As principais fontes de flexibilidade para o sistema de potência vêm do portfólio da geração, ou seja, a composição de todas as fontes de energia elétrica, mais confiáveis que a geração eólica, responsáveis por atender à carga em um dado intervalo.

Existe uma classificação da flexibilidade intrínseca de cada tipo de tecnologia utilizada para o fornecimento de energia elétrica. Esta taxonomia foi obtida através de simulações e comparações entre as diversas tecnologias disponíveis em diversos cenários de capacidade instalada de produção eólica, cujo objetivo é encontrar como tais unidades de geração de diferentes tecnologias contribuem, individualmente, para os requisitos de flexibilidade do sistema em diferentes níveis de penetração eólica. De forma geral, tal lista classifica as diversas fontes do sistema em três tipos: baixa flexibilidade, média flexibilidade e alta flexibilidade [6].

As unidades com baixa flexibilidade possuem características específicas em função de fatores, como, por exemplo:

- Valor da potência mínima P_{min} , ou seja, o nível mais baixo permissível de potência deste tipo de unidade ser muito elevado.
- Baixas taxas de rampas MW/tempo, isto é, ascendentes, taxa com que a unidade eleva a sua produção e descendentes, taxa com a qual a unidade reduz a sua produção;
- Longos intervalos para partida. Em função dos limites térmicos de cada máquina, há a necessidade de um tempo mínimo para reativar a unidade após uma operação, que, neste caso, é um tempo relevante para o período considerado. Isso pode dificultar a operação, pois esse tipo de unidade possui baixos custos de operação o que a deixa em um ranking elevado na ordem de



mérito do despacho, implicando em aumento na necessidade de ativá-la ao longo do intervalo considerado de operação.

Embora a potência de unidades desse tipo permaneça constante ao longo do tempo, há a oportunidade de contribuírem um pouco com a flexibilidade do sistema, alterando levemente o seu nível de potência ou, simplesmente, desconectando-se do sistema quando essa ação for mais barata que um corte eólico, por exemplo.

Um exemplo de unidades desse tipo em um sistema real são as unidades nucleares do sistema do Reino Unido. Apesar de suas limitações, há a vantagem de não emitirem gases do efeito estufa para o ambiente durante sua operação.

As unidades classificadas com teor de flexibilidade médio têm custos de operação ligeiramente superiores às de baixa flexibilidade, têm tempo de acionamento e tempo mínimo para partida inferior às unidades com baixa flexibilidade, o que pode facilitar a operação dos sistemas. Apesar disso, seus custos com a partida são elevados e reduzem as oportunidades de utilizá-las ao longo do período de operação.

Geralmente, esse tipo de unidade tem baixos valores de potência mínima e altos valores de potência máxima, resultando em um intervalo de operação bem dilatado para ajustar a produção. Possuem custos marginais mais elevados do que as unidades de baixa flexibilidade o que as torna menos acionáveis durante a operação, principalmente em função de ocupar uma posição inferior na ordem de mérito do despacho. Além disso, seu fator de capacidade¹ é ligeiramente inferior às unidades de baixa flexibilidade.

Um exemplo de unidades com média flexibilidades em um sistema real são as unidades de carvão do Reino Unido e do Brasil. A maior desvantagem desse tipo de fonte está em seu alto teor de emissões de CO₂ para a atmosfera. Apesar de existirem modernos filtros de partículas que

¹ O fator de capacidade é definido como a relação entre a produção atual em relação a sua produção total na potência nominal ao longo de um período especificado [24].

retém boa parte destas emissões, as unidades a carvão ainda possuem muitas restrições ambientais.

As maiores contribuições de flexibilidade vêm de unidades classificadas como flexíveis. Esta característica surge do fato de possuírem:

- Baixo nível de potência mínima;
- Alto nível de potência máxima;
- Altas taxas de alteração de potência, isto é, capacidade de rampas (MW/min) de elevação da produção e de redução da produção;
- Tempo mínimo para partida reduzido;
- Baixos custos com partida;

Apesar de todas estas qualidades, tais unidades possuem elevados custos marginais o que as coloca na parte inferior no ranking na ordem de mérito do despacho. Essa situação pode mudar se penalidades para emissão de carbono forem consideradas no custo de operação do sistema.

As unidades de alta flexibilidade fornecem potência para satisfazer ao pico da demanda em função de suas características construtivas e operacionais.

As plantas a Gás de Ciclo Combinado – CCGT (*Closed-cycle gas turbine*) são um exemplo desse tipo de unidade com alto nível de flexibilidade. Este tipo de unidade tem ganhado atenção principalmente por possuírem muitas características positivas em um sistema com elevado nível de eólica.

Outro exemplo de unidades com alta flexibilidade são as hidroelétricas com reservatório. As hidrelétricas têm alta flexibilidade por possuírem um tempo muito curto para entrarem em operação e para tomarem carga, ou seja, possuem altas taxas de rampa ascendentes e descendentes. Possuem uma faixa de operação elevada, ou seja, a diferença entre a potência mínima de operação e a potência máxima é elevada. Teoricamente a potência mínima de uma unidade hidráulica é igual a zero. Sua potência máxima é, em grande parte, limitada pela capacidade de vazão e armazenamento dos reservatórios de água.



As fontes hidráulicas utilizam a energia cinética da água dos rios para a transformação em energia elétrica e são capazes de satisfazer à demanda e, por meio de tecnologia de bombeamento e estocagem de água, também podem satisfazer à demanda de pico e às demandas imprevistas.

Segundo dados do WEC², ao final de 2008, mais de 160 países dispunham de recursos hidráulicos para a geração de eletricidade, com capacidade total de 8,74GW através de quase onze mil usinas espalhadas pelo mundo. Os líderes mundiais, respectivamente, são China, Canadá, Brasil e EUA.

De forma geral, há três tipos básicos de usinas hidrelétricas: as de fio d'água, usinas com reservatórios e aquelas com capacidade de bombeamento de água. As usinas a fio d'água geram energia apenas através do fluxo de água e não têm armazenamento de água, por isso não são despacháveis. Têm a vantagem de utilizarem uma área alagada reduzida, entretanto, com a ausência de reservatórios, perde-se a possibilidade de utilização da água estocada em períodos secos. Já as usinas com reservatórios têm a possibilidade de estocar água para a futura utilização. As usinas com possibilidade de bombeamento de água funcionam através da retroalimentação das turbinas para bombear parte da água de volta aos reservatórios, reciclando a água turbinada [17]. Segundo dados da WEC, a capacidade atual de geração de eletricidade a partir das fontes hidráulicas gira em torno de 1,17 TW.

No Brasil, as hidráulicas são a principal fonte para a produção de eletricidade, principalmente em função de seu grande potencial hídrico que figura entre um dos maiores do mundo. Apesar disso, apenas 45% deste total está sendo explorado atualmente [17].

Embora as fontes hidráulicas sejam consideradas fontes renováveis, limpas do ponto de vista ambiental, existem alguns problemas relacionados à sua expansão, sob a argumentação de que as construções, principalmente na região amazônica, provocariam impactos na vida da

²WEC – *World Energy Council*.

população, na fauna e na flora, pois poderiam interferir no traçado natural e no volume de águas dos rios. Em função das pressões oriundas desses problemas, os empreendimentos têm alocados recursos para a mitigação dos impactos sociais e ambientais.

Outro problema relacionado às fontes hidráulicas é a sua relação com as condições climáticas. Essa relação faz com que o potencial da produção hidráulica seja intensificado nos períodos úmidos e restrito nos períodos secos, fazendo com que outras fontes sejam utilizadas nesse período para compensar o déficit de produção hidráulica. Os reservatórios são utilizados para o acúmulo de água nos períodos úmidos para utilizá-la nos períodos secos. Dessa forma, esses recursos são otimizados para resolver a questão dos benefícios presentes para a utilização da água ou dos benefícios futuros em seu armazenamento para, então, utilizá-la posteriormente com o objetivo principal de minimizar o custo de operação do sistema. Isto compõe uma das principais atividades do planejamento da operação do sistema elétrico brasileiro [18].

6. OTIMIZAÇÃO DE MICRORREDES-ASPECTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS

Como já foi anteriormente, as microrredes são definidas como sendo uma parte do sistema de distribuição contendo recursos de energia distribuídos, dispositivos de armazenamento e cargas. Esses sistemas podem operar conectados à rede principal ou operar de maneira isolada (ilha). São sistemas conectados a rede principal de distribuição ou isolados, que possuem potência variando até uns *megawatts*, que atendem parte ou a totalidade de uma carga local, podendo exportar o excedente para outra ou sistema de distribuição. Definições mais amplas consideram as microrredes como parte ou fração de uma rede elétrica inteligente (*Smart grid*) [1]. Há políticas de incentivo à implementação de microrredes, devido aos benefícios oriundos destas, tais como baixa emissão de CO₂; aumento de confiabilidade; baixo custo de implementação; diversificação das fontes de geração de energia e redução de perdas elétricas. Demais benefícios das microrredes podem ser encontrados em [2]. Assim como no



SEP, o despacho econômico e ambiental em microrredes é um problema essencial e diário ao operador do sistema. O despacho econômico visa determinar o ponto de operação dos geradores ao menor custo possível, atendendo uma variedade de restrições inerentes ao processo. Nas microrredes, o despacho deve considerar variações da carga, fontes intermitentes com grande penetração e sistemas de armazenamento de energia, o que torna o problema dependente do tempo.

A seguir é formulado e resolvido o problema da operação econômica/ambiental de uma microrrede considerando fontes de energia renováveis, geradores diesel, microturbinas e baterias como sistema de armazenamento de energia. Serão considerados ainda dentro da formulação, os custos associados à emissão de poluentes. São considerados, alguns cenários para análise da importância de fatores com armazenamento de energia, preço da rede e a operação isolada.

6.1. DESPACHO ECONÔMICO

A solução do despacho econômico visa minimizar o custo total de produção dos geradores, atendendo todas as restrições técnicas e suprindo sua demanda local. Quando conectado à rede principal, a microrrede tem a possibilidade de vender o excedente, gerando lucro. Desse modo, matematicamente tem-se um problema de programação não linear formulado como segue:

$$\min FC = \sum_{t=1}^T \left[\left(\sum_{i=1}^{N_G} CF_i(P_{i,t}) + OM_i(P_{i,t}) \right) + P_{R,t} \cdot \pi_{R,t} + C_{B,t}(P_{B,t}) \right] \quad (1)$$

onde $CF_i(P_{i,t})$ é o custo de produção do gerador térmico i , que pode ser um gerador diesel ou microturbina. $OM_i(P_{i,t})$ é o custo de operação e manutenção do gerador i ; $P_{i,t}$ é a potência do gerador i na hora t . $P_{R,t}$ e

$\pi_{R,t}$ é a potência da rede e o preço da energia na rede, respectivamente. A potência das baterias na hora t é representada por $P_{B,t}$.

Os valores positivos para a potência da rede indicam compra de energia na hora t , enquanto os valores negativos indicam venda para a rede, resultando em lucro para microrrede. O custo de operação e manutenção será dado em função da potência de saída, como segue:

$$OM(P_i) = \lambda_{OP} \cdot P_i \quad (2)$$

Onde λ_{OP} é uma constante de proporcionalidade em função da potência do gerador i . A potência fornecida ou absorvida da rede é a diferença entre a produção da microrrede com a demanda.

6.2 DESPACHO AMBIENTAL

Outro aspecto importante ao planejamento da operação é a emissão de poluentes tais como CO_2 , SO_2 e NO_x . Esse problema é conhecido como Despacho Ambiental, em que procura-se operar as unidades geradoras com a menor emissão de poluentes possível. Desse modo, tem-se uma segunda função objetivo a ser minimizada, relacionada com a emissão de poluentes, dada por:

$$\min FE = \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^{N_G} \sum_{a=1}^A CE_a(P_{i,t}) + \sum_a ER_a(P_{R,t}) \right] \quad (3)$$

sendo FE a função de custo da emissão, A refere-se ao conjunto de poluentes (CO_2 , NO_x , SO_2). As funções CE e ER podem ser calculadas como segue:

$$CE_a(P_i) = \xi_{a,i} \times H_a \times P_{i,t} \quad (4)$$

$$ER_a(P_i) = \xi_{a,rede} \times H_a \times P_{R,t} \quad (5)$$

onde H_a é um fator de conversão em kg/kWh, $\xi_{a,i}$ e $\xi_{a,rede}$ representam a intensidade de emissão da unidade geradoras e rede, respectivamente.

6.3 FORMULAÇÃO GERAL

As funções FC e FE são objetivos a serem minimizados distintos. Uma solução para esse problema é fazer uma combinação linear dessas funções de custo e emissão, transformando-as em uma só equação com um fator de ponderação v [12]. A formulação geral do problema fica como segue:

$$\min CT = v \cdot FC + (1 - v) \cdot FE \quad (6)$$

Esse fator de ponderação determina o peso que se dará a um dos objetivos. Assim, caso $v = 1$, a função objetivo irá levar em conta apenas o aspecto econômico na otimização. Caso $v = 0$, apenas o aspecto ambiental será abordado.

6.4 RESTRIÇÕES DE BALANÇO DE POTÊNCIA

A demanda deve ser atendida e desse modo à potência fornecida pelas fontes renováveis entram como cargas negativas, dado como segue:

$$\sum_{t=1}^{N_G} P_{i,t} + P_{V,t} + P_{w,t} + P_{B,t} + P_{R,t} = P_{D,t} + P_{P,t} \quad (7)$$

sendo PD a demanda do sistema, PR a potência da Rede principal e PP são as perdas dos sistemas, que nesse trabalho serão consideradas zero. As potências eólica e fotovoltaica de saída são representadas por Pw e PV respectivamente. Para a operação em modo isolado, o valor de PR será igual à zero na Equação 7. Cada componente da microrrede será modelado separadamente, levando em conta suas restrições. Assim, a seguir são modelados os componentes utilizados neste trabalho.

6.5 TURBINAS EÓLICAS

As turbinas eólicas são modeladas em função da velocidade do vento, velocidade nominal, velocidade de corte, dentre outros parâmetros [11]. Desse modo, a potência de saída pode ser calculada como segue:

$$P_w = \begin{cases} 0, & V_w < V_{ci} \\ a_w V_w^3 + b_w V_w^2 + c_w V_w + d_w, & V_{ci} \leq V_w \leq V_N \\ P_{w_{max}}, & V_{max_P} \leq V_w \leq V_{co} \\ 0, & V_w > V_{co} \end{cases} \quad (8)$$

sendo Pw é a potência de saída da turbina, V_{ci} é a velocidade mínima do vento, V_{co} velocidade de corte, V_N velocidade nominal e V_w velocidade do vento. Os coeficientes da curva de potência em função do vento são representados por a_w , b_w , c_w e d_w .

6.6 PAINÉIS SOLARES

Os painéis solares convertem energia fornecida pelo sol em energia elétrica. Cada painel é uma combinação de várias células solares. A potência fornecida por um painel solar é limitada por questões técnicas tais como eficiência, capacidade nominal instalada e temperatura nominal de cada célula. Considerando todos esses fatores, podemos obter a máxima potência de saída através da expressão:

$$P_V = P_{STC} \frac{G_{ING}}{G_{STC}} [1 + k_{PV}(T_c - T_r)] \quad (9)$$

onde G_{ING} é a radiação solar incidente, G_{STC} é a radiação nas condições padronizadas de teste, T_c é a temperatura da célula, T_r é a temperatura de referência e k é o coeficiente de temperatura. Já P_V é a potência de saída e P_{STC} é o módulo máximo da potência de saída em condições padrões de teste.

6.7 GERADOR DIESEL

A curva de custo característica em função da potência de saída de um gerador diesel pode ser representada através de uma função quadrática, como segue:

$$C(P_i) = d \cdot P_i^2 + e \cdot P_i + f \quad (10)$$

sendo d , e e f os coeficientes do gerador i . Cada gerador deve respeitar as restrições operacionais de máximo e mínimo de geração:

$$P_i^{\min} \leq P_i \leq P_i^{\max} \quad (11)$$

O custo de operação e manutenção para esse gerador é de $OMD = \$0,01258$ por kW.

6.8 . MICROTURBINAS

Microturbinas são pequenos geradores, cuja capacidade varia de 25–500 kW e são apropriadas para aplicação em microrredes. Os principais componentes são um compressor, uma câmara de combustão, um gerador e uma turbina. Seu funcionamento é baseado no mesmo princípio das turbinas a gás convencionais, ou seja, no ciclo de Brayton. O custo de geração de uma microturbina a gás está associado ao preço do combustível e eficiência e pode ser calculado de acordo com a expressão que segue:

$$C_{MT} = C_{gas} \frac{P_{MT}}{\eta_{MT}} \quad (12)$$

sendo C_{gas} o preço do combustível, P_{MT} a potência de saída e η_{MT} eficiência da microturbina. A microturbina é restrita em uma faixa de operação dada por:

$$P_{MT}^{\min} \leq P_{MT} \leq P_{MT}^{\max} \quad (13)$$

O custo de operação e manutenção é de $OMMT = 0.018$ por kW.

6.9 BATERIAS

Um importante fator para aumentar a vida útil das baterias é seu estado de carga. Como nas baterias existem restrições de limites de energia, o monitoramento do estado de carga previne a bateria de sobrecargas e descargas profundas ou de até mesmo ficarem muito tempo descarregadas. Desse modo o estado de carga (SOC) em cada intervalo de tempo pode ser calculado como segue:



$$SOC_t = SOC_{t-1} - P_{B,t} \cdot \Delta t \quad (14)$$

onde SOC_t é a energia armazenada na hora t e Δt é o intervalo de tempo. Consideram-se valores positivos para descarga da bateria e negativos para carga. A restrição dos limites máximo e mínimo do estado de carga é a seguinte:

$$SOC_{min} \leq SOC_t \leq SOC_{max} \quad (15)$$

Para o cálculo da potência de saída das baterias, será utilizada metodologia utilizada em [14], o qual considera a eficiência na conversão do sistema de armazenamento. Desse modo, são consideradas duas novas variáveis, P_{in} e P_{out} , sendo as potências de entrada e saída respectivamente, definidas como:

$$P_{out} = \begin{cases} P_B/\eta_o, & \text{if } P_B \geq 0, \\ 0, & \text{if } P_B < 0 \end{cases} \quad (16)$$

$$P_{in} = \begin{cases} 0, & \text{se } P_B \geq 0, \\ -P_B\eta_i, & \text{se } P_B < 0 \end{cases} \quad (17)$$

sendo η_o e η_i as eficiências de conversão de saída e entrada. Com isso, a potência das baterias será dada por:

$$P_B = \eta_o \cdot P_{out} - \frac{P_{in}}{\eta_i} \quad (18)$$

Considera-se como limite para as potências de carga/descarga 10% do valor máximo do estado de carga.

7. RESULTADOS

Para as simulações, são considerados alguns cenários com e sem participação do sistema de armazenamento e verificação da influência do impacto do custo da emissão no despacho. Algumas características devem ser observadas: as fontes renováveis, eólica e solar tem prioridade no despacho, pois além de serem não despacháveis, tem emissão zero, contribuindo no aspecto ambiental. Se tais fontes não forem suficientes para atender a demanda, utilizam-se as baterias, respeitando os limites de energia armazenada. Logo após, utilizam-se os geradores diesel/microturbinas ou Rede principal para atender à demanda. Observando excesso na produção das fontes renováveis e com o sistema de armazenamento carregado, esse montante pode ser vendido à rede.

7.1. DADOS DA MICRORREDE

O perfil da demanda da microrrede varia de 20kW a 250kW é mostrado na Figura 2 e a previsão de potência das turbinas eólica e painéis solares são mostrados na Figura 3. Assumem-se os dados de geração eólica e solar como determinísticos.

Neste trabalho, a discretização do tempo é de 1 h, considerando-se que todas as variáveis do sistema são constantes durante esse intervalo.

Tabela 1. Dados de emissão para os geradores (g/kWh)

Tipo de DG		SO2	NOX	CO2
Rede		2,430	0,88	643,890
DG	Diesel	0,664	4,431	320,00
	Microturbina	0,464	2,331	232,00

Os dados da microturbina, da bateria e gerador diesel para simulação podem ser observados na Tabela 2. A previsão de preços para Rede principal são mostrados na Tabela 3 [11],[17].

Figura 2. Demanda em kW.

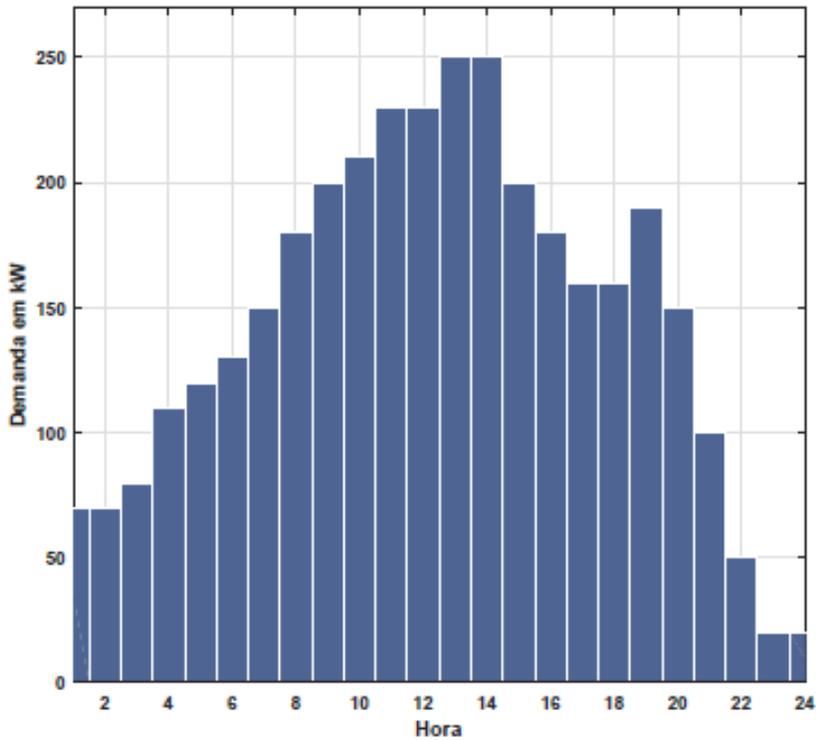


Tabela 2. Parâmetros de Gerador Diesel, MT e Bateria

Gerador Diesel e MT, respectivamente (kW)				
Pmin	Pmax	a	b	c
25	250	0.001	0.37	0.0
10	100	0.000	0.41	0.00
Parâmetros da Bateria (kWh)				
SOC_{min}	SOC_{max}	SOC_{ini}	OM_B	$P_B(kW)$
70	350	300	.008	-70/70

Tabela 3. Preços da energia da Rede Principal

Hora	Preço (R\$)	Hora	Preço (R\$)
1	0.07	13	0.25
2	0.07	14	0.25
3	0.08	15	0.20
4	0.11	16	0.18
5	0.12	17	0.16
6	0.13	18	0.16
7	0.15	19	0.19
8	0.18	20	0.15
9	0.20	21	0.10
10	0.21	22	0.05
11	0.23	23	0.02
12	0.23	24	0.02

7.2 RESULTADOS

Considere-se a microrrede conectada à rede principal, banco de baterias com estado de carga inicial de 300 kWh, com a microrrede podendo vender o excedente. Os resultados obtidos para $v = 0$ estão na tabela 4. O gerador diesel funciona apenas em sua geração mínima. Já rede principal funciona como complemento da demanda. Para este caso tem-se um custo total de R\$ 1057,13 e custo de emissão de R\$79,36.

Na Tabela 4, os valores de custos para casos para $v = 0$, $v = 1.0$ e v entre $[0,1]$ como ponderações na função objetivo, que representam respectivamente as escolhas por puramente ambiental, custo combustível e ambos.

Tabela 4. Resultados para o CASO 1 em R\$

Tipo de Despacho	Custo Emissão	Custo Geradores	Custo Rede	Custo Total
Ambiental	79,36	960,22	14,74	1057,13
Econômico	92,27	344,36	278,75	718,05
Econ. + Amb.	85,80	652,76	116,78	858,04

8. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi discorrido o tema das microrredes como unidades inteligentes básicas no contexto dos sistemas modernos de energia elétrica. Além de levantar os desafios que se apresentam, também foi proposto um paradigma denominado microrredes colaborativas, em que estas células operam em *clusters* cooperativos, objetivando maximizar seus benefícios (custo e confiabilidade). A capacidade resiliência foi destacada pela presença de sistemas de armazenamento distribuídos, que podem contribuir incrementalmente para o aumento da

flexibilidade sistemas de rede como um todo. Finalmente, como estudo de caso, foi proposto e resolvido o problema do despacho econômico e ambiental aplicado as microrredes de energia elétrica, considerando-a conectada à rede principal. O modelo levou em conta a tarifação horária da energia da rede, restrições operacionais dos geradores, restrições do sistema de armazenamento alguns tipos de micro geração dentro da formulação. Os resultados mostraram a importância da geração renovável e uso gerenciado dos recursos energéticos disponíveis, que podem reduzir a emissão de poluentes.

REFERÊNCIAS

- [1] Technical Support Unit Working Group III, "Renewable Energy Sources and Climate Mitigation - Special Report of the International Panel on Climate Change," Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), New York, 978-1-107-02304-6, 2012
- [2] Governo Brasileiro. (2014, May) Portal Brasil. [Online]. www.brasil.gov.br/sobre/economia/energia/matriz-energetica/energia-eolica.
- [3] Camille Hamon and Lennart Söder, "Review paper on wind power impact on operation of reserves," Energy Market (EEM), 2011 8th International Conference on the European, vol. 1, pp. 895- 903, 2011.
- [4] EWEA. (2014, Apr.) EWEA - European Wind Energy Association. [Online]. <http://www.ewea.org/>.
- [5] Papavasiliou Anthony, Shmuel S. Oren, and Richard P. O'Neill, "Reserve Requirements for Wind Power Integration: A Scenario-Based Stochastic Programming Framework," Power Systems, IEEE Transactions on, vol. 26, no. 4, pp. 2197- 2206, 2011.
- [6] Juan Ma, "Evaluating and Planning Flexibility in a Sustainable Power System with Large Wind Penetration," University of Manchester, Manchester, Tese de Doutorado 2012.
- [7] Hannele Holttinen, "The Impact of large scale wind power production on the Nordic electricity systems," Helsinki University of Technology, Espoo, Finland, Tese de Doutorado 2004.

- [8] Zongxiang Lu, and Ying Qiao, and Caixia Wang, "A Consideration of the Wind Power Benefits in Day-Ahead Scheduling of Wind-Coal Intensive Power Systems," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 28, no. 1, pp. 236- 245, 2013.
- [9] Roy Bilinton and Ronald N. Allan, *Reliability evaluation of power systems*, 1st ed. New York, London, USA - England: Pleum Press, 1996.
- [10] Patrick J. Luickx, Erik D. Delarue, and William D. D'haeseleer, "Effect of the generation mix on wind power introduction," *Renewable Power Generation, IET*, vol. 3, no. 3, pp. 267- 278, 2009.
- [11] R. Tanabe, K. Yasuda, R. Yokoyama, and H. Sasaki, "Flexible generation mix under multi objectives and uncertainties," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 8, no. 2, pp. 581- 587, 1993.
- [12] J.A.F. Moreno, A.M. Garcia, A.G. Marin, E.G. Lazaro, and C.A. Bel, "An integrated tool for assessing the demand profile flexibility," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 19, no. 1, pp. 668- 675, 2004.
- [13] V. Hamidi, F. Li, and F. Robinson, "Responsive demand in networks with high penetration of wind power," *Transmission and Distribution Conference and Exposition, 2008. T&D. IEEE/PES*, pp. 1-7, 2008.
- [14] P.D. Brown, J.A. Peas Lopes, and M.A. Matos, "Optimization of Pumped Storage Capacity in an Isolated Power System With Large Renewable Penetration," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 23, no. 2, pp. 523- 531, 2008.
- [15] J. Matevosyan and L. Soder, "Optimal Daily Planning for Hydro Power System Coordinated with Wind Power in Areas with Limited Export Capability," *Probabilistic Methods Applied to Power Systems, 2006. PMAPS 2006. International Conference on*, pp. 1-8, 2006.
- [16] G.W. Ault, K.R.W. Bell, and S.J. Galloway, "Calculation of economic transmission connection capacity for wind power generation," *Renewable Power Generation, IET*, vol. 1, no. 1, pp. 61-69, 2007.
- [17] Renewable Development Initiative, European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). [Online]. Available: <http://www.ebrdrenewables.com/sites/renew/default.aspx>.
- [18] OPERATORS, E. T. S. ETSO Overview of Transmission Tariffs in Europe. [S.I.] Junho 2009.

- [20] KIRSCHEN, D. S.; STRBAC, G. Fundamentals of Power System Economics. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2004.
- [21] LIMA, J. W. M. Allocation of transmission fixed charges: An overview. IEEE Transactions on Power Systems, v. 11, n. 3, p. 1409_1418, Agosto 1996.
- [22] JING, Z. et al. Review of transmission fixed costs allocation methods. In: Power
- [23] Engineering Society General Meeting, 2003, IEEE. [S.l.: s.n.], 2003. v. 4, p. 2585_2592.
- [24] Charlier, R.H.. Tidal Energy. "Van Nostrand Reinhold Company". New York, NY, USA. 1982.
- [25] Dixon, L.H. Average current-mode control of switching power supplies, "Unit rode Power Supply Design Seminar Handbook", 1990.
- [26] Galvin, R., Yeager, K., Perfect Power: How the Microgrid Revolution Will Unleash Cleaner, Greener, and More Abundant Energy, "McGraw-Hill", New York, 2009.
- [27] Lewis, E. E., Introduction to Reliability Engineering, "John Wiley & Sons Inc.", 1987.
- [28] Linden, X., Handbook of Batteries and Fuel Cells, "McGraw Hill, Inc.", 1984.
- [29] Manwell, J. F., J. G. McGowan, and A. L. Rogers, Wind Energy Explained: theory, design, and application, "John Wiley & Sons, Ltd", 2nd Edition, Chichester, England, 2009
- [30] Massoud, Sh., Amer, M., Samir, M. Tidal Power Generation Systems. 2001.
- [31] Ministério de Minas e Energia. "Plano Nacional de Energia 2030". Colaboração Empresa de Pesquisa Energética. _ Brasília: MME: EPE, 2007.
- [32] Mohan, N., Underland, T.M., Robbins, W.P., Power Electronics: Converters, Applications and design, Third Edition, "John Wiley", 2002.
- [33] PAN, J. et al. Review of usage-based transmission cost allocation methods under open access [discussion]. IEEE Transactions on Power Systems, v. 15, n. 4, p. 1218_1224, Novembro 2000.

- [34] SHIRMOHAMMMADI, D. et al. Some fundamental technical concepts about cost based transmission pricing. IEEE Transactions on Power Systems, v. 11, n. 2, p. 1002_1008, 1996.
- [35] GALIANA, F. D.; CONEJO, A. J.; GIL, H. A. Transmission network cost allocation based on equivalent bilateral exchanges. IEEE Transactions on Power Systems, v. 18, n. 4, p. 1425_1431, Novembro 2003.
- [36] BIALEK, J. Topological generation and load distribution factors for supplement charge allocation in transmission open access. IEEE Transactions on Power Systems, v. 12, n. 3, p. 1185_1193, Agosto 1997.
- [37] KIRSCHEN, D.; ALLAN, R.; STRBAC, G. Contributions of individual generators to loads and flows. IEEE Transactions on Power Systems, v. 12, n. 1, p. 52_60, Fevereiro 1997.
- [38] CONEJO, A. J. et al. Zbus transmission network cost allocation. IEEE Transactions on Power Systems, v. 22, n. 1, p. 342_349, Fevereiro 2007.
- [39] ANEEL. Programa Nodal. [S.l.], Maio 2011.
- [40] ILIC, M.; GALIANA, F.; FINK, L. Power Systems Restructuring: Engineering and Economics. Norwell, MA: Kluwer Academic, 1998.
- [41] BILLINTON, R.; ALLAN, R. N. Reliability Evaluation of Power Systems. 2. ed. [S.l.]: Plenum Pub Corp, 1996.
- [42] BILLINTON, R.; LI, W. Reliability Assessment of Electric Power Systems Using Monte Carlo Methods. [S.l.]: Plenum Press, 1994.
- [43] KURLINSKI, R. E.; LAVE, L.; ILIC, M. D. Creating reliability choice: How building less reliability into electric power grids could improve the welfare of all customers. In: IEEE. Power and Energy Society General Meeting - Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century. [S.l.], 2008. p. 1_8.
- [44] TUAN, L. A.; BHATTACHARYA, K. Competitive framework for procurement of interruptible load services. IEEE Transactions on Power Systems, v. 18, n. 2, p. 889_897, Maio 2003.
- [45] HUANG, S.-H. et al. Grid security through load reduction in the ercot market. IEEE Transactions on Industry Applications, v. 45, n. 2, p. 555_559, Março/Abril 2009.



CAPÍTULO 3

CADEIA PRODUTIVA DE BIODIESEL DE BABAÇU

Adeilton Pereira Maciel

Químico Industrial, mestre e doutor em Química. Professor e pesquisador da Universidade Federal do Maranhão.

RESUMO

O estudo da cadeia produtiva de biodieseis obtidos a partir de babaçu busca fortalecer conhecimentos técnicos-científicos que evidenciem o enorme potencial da palmeira de babaçu para geração de biocombustíveis. Estudos como este devem criar rotas de aproveitamento de co-produtos e subprodutos, desenvolver processos de extração de óleos mais eficientes e econômicos, além de novas aplicações tecnológicas, como, por exemplo, catalisadores heterogêneos avançados. Neste capítulo, serão mostrados aspectos relacionados a caracterização e controle de qualidade do óleo de babaçu extraído e dos biodieseis produzidos também, características físico-químicas de derivados de glicerol, oriundos do processo de produção de biodiesel por transesterificação.

Palavras-chaves: Biocombustíveis. Biodiesel. Carvão Ativado. Babaçu.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil produziu mais de quatro bilhões de litros de biodiesel em 2017, os quais foram destinados apenas ao consumo interno (ANP, 2018). Esse montante reforça os dados que põem o Brasil como um dos maiores produtores e consumidor de biodiesel do mundo. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, a contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel evidencia o sucesso do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) e mostra que o Brasil tem condições de continuar entre os líderes na

produção e no uso em larga escala de energia obtida a partir de fontes renováveis.

Em vista às necessidades desse vasto campo de atuação, vários estudos estão sendo desenvolvidos a fim de aperfeiçoar a cadeia produtiva do biodiesel para os mais variados tipos de matérias-primas (BRANDÃO, 2007). Esses estudos buscam aprimorar as propriedades físico-químicas do biodiesel, solucionar problemas na área de controle de qualidade, armazenamentos e outros. Aqui, a finalidade é estudar de forma abrangente a cadeia de produção de biodiesel a partir do babaçu. Para isso, é necessário selecionar a matéria-prima, caracterizando-a tecnológica e economicamente, determinar o melhor processo de extração, estabelecendo uma técnica ou conjunto de técnicas de extração, caracterizar os subprodutos da extração e transformá-los quimicamente a fim de agregar valor, otimizar a produção de biodiesel (CAVALCANTE, 2018) e agregar valor à glicerina (MOTA; *et al.*, 2009). Portanto, este trabalho contempla um leque extenso de atividades e processos que variam desde o aproveitamento de co-produtos e subprodutos até a produção dos biocombustíveis em escala laboratorial.

2 EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LIPÍDIOS

Óleo de babaçu bruto foi doado pela empresa Oleaginosas do Maranhão (OLEAMA) e por produtores locais. As amostras de óleo de babaçu, denominado como bruto, sofreram apenas efeito da pressão durante a extração por prensagem uniaxial a temperatura ambiente.

Para a extração com solventes, foram adquiridas amêndoas no comércio local. Foram selecionadas as amêndoas inteiras, que posteriormente foram lavadas em água corrente, secas em estufa a 80°C por 12 horas, acondicionadas em dessecador para serem triturdadas e levadas a sistema de extração soxhlet.

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das características físico-químicas óleo bruto de babaçu, Empresa Oleaginosa Maranhense S/A (OLEAMA).

Tabela 1. Principais características físico-químicas do óleo bruto de babaçu.

PARÂMETRO	ÓLEO BRUTO DE BABAÇU	ANVISA (2005)
Í. A (mg KOH/g)	3,75	Max. 5%
I.P (meq O ₂ /kg)	0,40	Max. 10
U (%)	0,17	0,5%
I.I. (wijs)	17,03	10-18
I.S. (mg KOH/g)	189,8	245-256
Densidade relativa	0,914	-

I.A: Índice de Acidez; I.P: Índice de Peróxido; U: Umidade; I.I.; Índice de Iodo; I.S.: Índice de Saponificação; D: Densidade Relativa.

3 SÍNTESE DE MATERIAIS SÓLIDOS PARA USO COMO CATALISADORES HETEROGÊNEOS

Os catalisadores sólidos foram obtidos por duas rotas distintas, porém ambas estão relacionadas ao método dos precursores poliméricos aplicado para modificação de superfície. Na primeira rota (Rota I), precursores poliméricos são convertidos em soluções sólidas supersaturadas por intermédio de reações no estado sólido mediado por tratamento térmico (MACIEL, 2003). Na segunda rota (Rota II), os precursores poliméricos são depositados na superfície de um suporte (aqui alumina e nióbia) e em seguida convertidos em camadas superficiais originando catalisadores suportados, também, por intermédio de reações no estado sólido mediado por tratamento térmico (MACIEL, 2014). Para obtenção dos catalisadores, foram sintetizados precursores poliméricos. A seguir são mostrados os procedimentos seguidos para síntese dos precursores.

3.1 Obtenção do precursor polimérico de Nióbio

Para obtenção partiu-se do complexo amoniacal ($\text{NH}_4[\text{NbO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_2].n\text{H}_2\text{O}$) como fonte de nióbio. Inicialmente foi feita a gravimetria do oxalato de nióbio, para determinar a quantidade de óxido presente. Ressaltando que esse composto é solúvel em água, dissolveu-se 10,0 gramas de oxalato de nióbio em 50 mL de água destilada, sob agitação e aquecimento. A etapa seguinte foi provocar a precipitação do oxi-hidróxido de nióbio, que consiste num pó branco e fino, com a adição do hidróxido de amônio até atingir um pH igual a 9. A etapa seguinte foi a filtração com funil de Buckner para a retenção do hidróxido de nióbio.

Após a eliminação do oxalato de amônio, o oxi-hidróxido de nióbio foi misturado a uma solução de ácido cítrico na relação molar 1:3 metal e ácido cítrico. Esse sistema foi mantido sob agitação e aquecimento até uma temperatura de 60°C e por último foi adicionado o etilenoglicol usando uma razão molar 1:1 na relação ácido cítrico e etilenoglicol. O aquecimento e agitação foram mantidos até obtenção de um líquido viscoso, na temperatura de 70°C. Em seguida filtrou-se para eliminação de hidróxido de nióbio não dissolvido.

3.2 Precursor polimérico de Cálcio

Para a obtenção do precursor polimérico de cálcio, partiu-se do citrato de cálcio. Pesou-se 10 g de citrato de cálcio e dissolveu-se em 50 mL de água destilada. Usou-se a razão molar de 1:3 metal/ácido cítrico. Adicionou-se 50 mL de uma solução aquosa de ácido cítrico à solução de citrato de cálcio previamente preparada. A mistura foi mantida sob aquecimento a 60°C e agitação constante. Em seguida foi adicionado etilenoglicol na proporção de 1:1 em relação ao ácido cítrico, em massa.

Na preparação dos precursores poliméricos de bário, cério e níquel foram utilizadas metodologia semelhantes. Todos os precursores poliméricos obtidos foram submetidos a gravimetria, no intuito de se

determinar a quantidade de óxido metálico obtido por grama de precursor. A gravimetria foi realizada pesando-se três cadinhos com aproximadamente 1g de precursor polimérico, logo em seguida acondicionado num forno mufla EDG e aquecido a 900°C durante uma hora. Esses resultados foram usados para se realizar os cálculos para se determinar a quantidade exata de precursor polimérico para obtenção dos catalisadores.

3.3 Catalisadores obtidos pela Rota I

Para obtenção de catalisadores por essa rota, misturou-se o precursor polimérico com o suporte (alumina ou nióbia) em suspensão aquosa, obtida com o auxílio de um dispersor Ultra Turax, numa rotação de 12000 rpm. Após a adição do polímero, houve uma precipitação lenta das partículas em suspensão. A mistura ficou em repouso para completa decantação e, em seguida, evaporou-se a água em banho-maria e conduziram-se os tratamentos térmicos nas temperaturas de 500, 700 e 900°C por duas horas para obtenção dos sólidos catalisadores.

3.4 Catalisadores obtidos pela Rota II

Para a obtenção dos catalisadores misturam-se os precursores poliméricos nas proporções desejadas e em seguida colocou-se em banho-maria para eliminação da água presente. Após a eliminação da maior parte da água, a mistura foi colocada num forno mufla para os devidos tratamentos térmicos. Inicialmente ocorreu a pirólise do polímero realizada em três etapas:

- i. Elevação da temperatura a 200°C com taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ e permanência de 15 minutos em patamar;
- ii. Elevação da temperatura a 300°C com taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ e permanência de 15 minutos em patamar;
- iii. Elevação da temperatura a 400°C com taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ e permanência de 120 minutos em patamar.



A etapa seguinte foi o tratamento térmico: os sólidos obtidos foram tratados em temperaturas que variaram de 500 a 900°C para obtenção dos catalisadores sólidos. Para isso, foi utilizado um forno mufla EDG com taxa de aquecimento controlada. Para etapa de calcinação as amostras, foram tratadas em três temperaturas diferentes: a 500°C com taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ e permanência de 120 minutos; a 700°C com taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ e permanência de 120 minutos; e a 900°C com taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ e permanência de 120 minutos. Esse procedimento para o tratamento térmico foi utilizado para as amostras obtidas pelas duas rotas de síntese.

Os catalisadores foram obtidos pelas misturas dos precursores poliméricos de tal forma que a composição de cobre e níquel permanecesse constante em 0,5%, a composição de cálcio e bário variando de 1 a 5%.

4 APLICAÇÃO DOS SÓLIDOS OBTIDOS COMO CATALISADORES PARA OBTENÇÃO DE BIODIESEL

Os ensaios catalíticos foram feitos usando-se 50g de óleo, 4% de catalisador, razão óleo e álcool metílico de 1:12, por 16 horas a 180°C, com uma agitação de 600 rpm. Todas as reações também foram feitas num reator PARR 4842. Antes de todos os ensaios, as matérias-primas foram secas em estufa por 12 horas e os sólidos foram tratados a 200°C, para eliminação de gases adsorvidos e umidade, ativando a superfície das amostras. Após o período de 16 horas, foram feitas as devidas separações de álcool em excesso e análises de cromatografia de camada delgada para se verificar a formação de biodiesel.

Os sólidos obtidos pela rota I apresentaram melhores resultados de conversão para o óleo de babaçu. Dentre os sólidos obtidos pela rota I se destacaram, quanto a atividade catalítica na reação de transesterificação do óleo de babaçu aqueles obtidos pela modificação da superfície do óxido de nióbio e a alumina modificada com cério, tratadas a 700°C por 2 horas.

Na Tabela 2 estão expostas algumas propriedades dos biodieseis obtidos pela transesterificação do óleo de babaçu na presença dos catalisadores sintetizados pela rota I.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas dos biodieseis de babaçu.

PARÂMETRO	NB5CA	NB5MG7	NB5BA		NB5CE	
Temp. de preparação do catalisador (°C)	700	700	500	700	500	700
Viscosidade Cinemática, 40°C (mm ² /s)	4,4900	5,8650	5,1663	4,9647	4,3169	4,4137
Índice de Acidez (mg de KOH/g de óleo)	3,35	5,99	1,83	1,51	1,88	1,30

NB5CA = catalisador Nióbia-cálcio; NB5MG7 = catalisador Nióbia-magnésio; NB5BA = catalisador Nióbia-bário; NB5CE = catalisador Nióbia-cálcio.

A viscosidade dos óleos transesterificados deve ser inferior ao óleo *in natura* e o óleo de partida para a produção dos biodieseis apresentou uma viscosidade cinética a 40°C de 30,971 mm²/s. Segundo a resolução da ANP nº 7 de 2008 que apresenta as especificações para o biodiesel B100, o limite para a viscosidade cinética a 40°C está estabelecido entre 3,0 – 6,0 mm²/s. Então os biodieseis que foram analisados obedecem a norma da ANP, no que se refere a viscosidade. Entretanto, para o índice de acidez que é estabelecido pela norma, o máximo permitido é 0,50 mg de KOH/g. Os biodieseis analisados apresentaram um índice acima do permitido, fatores que podem ser considerados para este fato são as condições de uso dos mesmos, assim como a forma de armazenamento ou a presença de contaminantes oriundos da matéria-prima ou durante a sua produção. Dessa forma devem ser realizados processos de pré-tratamento para retirada de impurezas, como lavagem, tendo em vista que essas

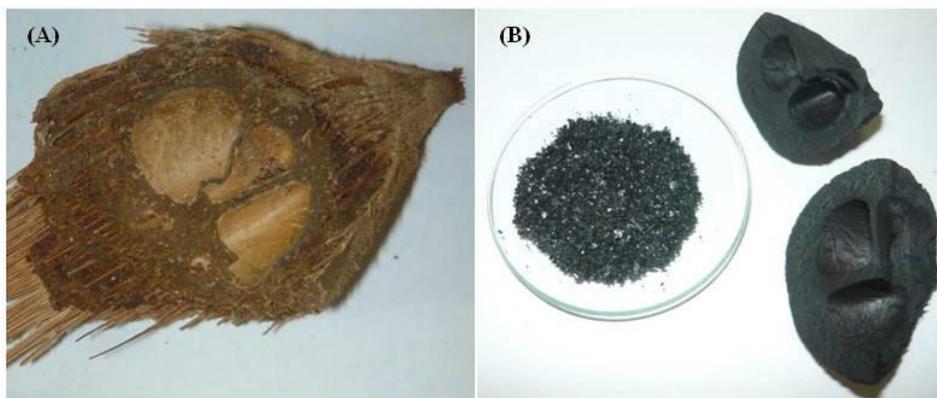
determinações foram realizadas com o biodiesel recém preparado sem purificação prévia.

5 PREPARAÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DO COCO BABAÇU

O endocarpo do babaçu sofreu carbonização a 400°C num forno mufla EDG. Nessa etapa foram removidos compostos voláteis e gases leves, produzindo uma massa de carbono fixo e uma estrutura porosa primária habilitando o material para posterior ativação, (vide Figura 1).

Figura 1. Endocarpo de coco babaçu.

A) antes da carbonização e B) após a carbonização.



Fonte: Autor.

Na pirólise do endocarpo do babaçu a 400°C por uma hora, inicialmente, ocorre a degradação de grupos carboxílicos e hemicelulose seguido da ruptura da estrutura de carboidratos, produzindo uma mistura de gases contendo majoritariamente água e dióxido de carbono, além de quantidade menores de monóxido de carbono, ácido acético e amônia.

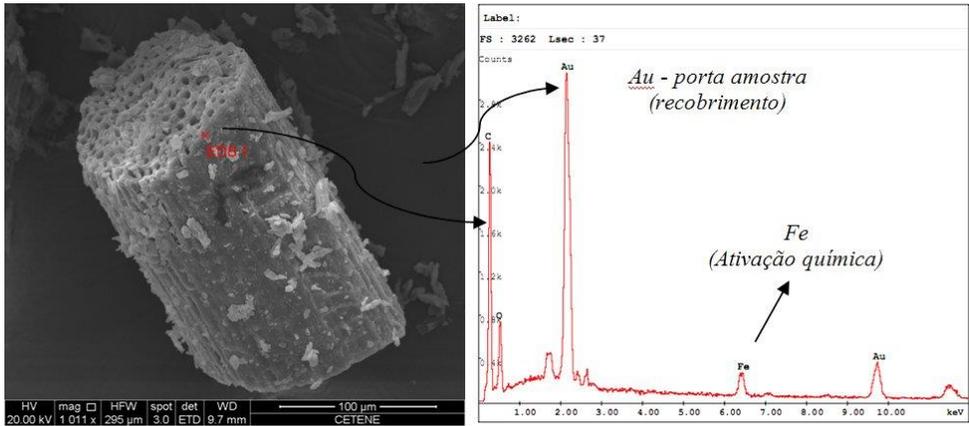
A ativação desse material mostrou-se trabalhosa e ineficiente. Assim, mudamos o procedimento para obtenção de carvões ativados do coco babaçu, fazendo a carbonização e ativação química com cloreto de ferro simultaneamente a 280°C em forno tubo sob atmosfera inerte. Estamos redigindo o pedido de patente para esse processo.

Na pirólise do endocarpo do babaçu a 280 °C por uma hora na presença de cloreto de ferro, ocorreu a degradação de grupos carboxílicos e hemicelulose seguido da ruptura da estrutura de carboidratos, produzindo uma mistura de gases contendo majoritariamente água e dióxido de carbono, além de quantidade menores de monóxido de carbono, ácido acético e amônia.

Dentre os parâmetros mais importantes que determinarão a qualidade e o rendimento do produto carbonizado, podemos destacar as condições de tratamento térmico (rampas de aquecimento e patamares), o fluxo de gás de arraste e a natureza da matéria prima. Os carvões ativados quimicamente com cloreto de ferro exibiram características de superfície, área específica superior a 500m²/g e texturais compatíveis com os produtos comerciais (Figura 2 e 3). Esses podem ser aplicados na cadeia produtiva de biodiesel, tanto na purificação de óleos, biodiesel e glicerina bruta, além de tratamento de remoção de componentes da água de lavagem do biodiesel.

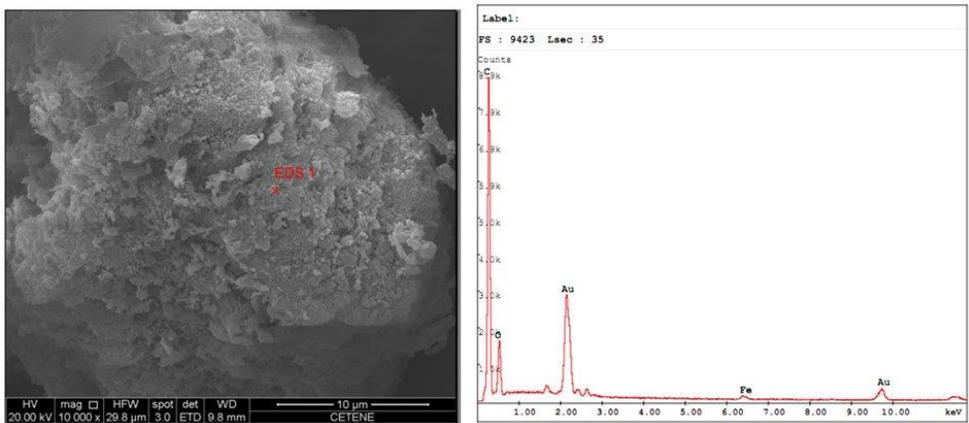


Figura 2. MEV e EDS do carvão ativado obtido do epicarpo do coco babaçu.



Fonte: Autor.

Figura 3. MEV e EDS do carvão ativado obtido do endocarpo do coco babaçu.



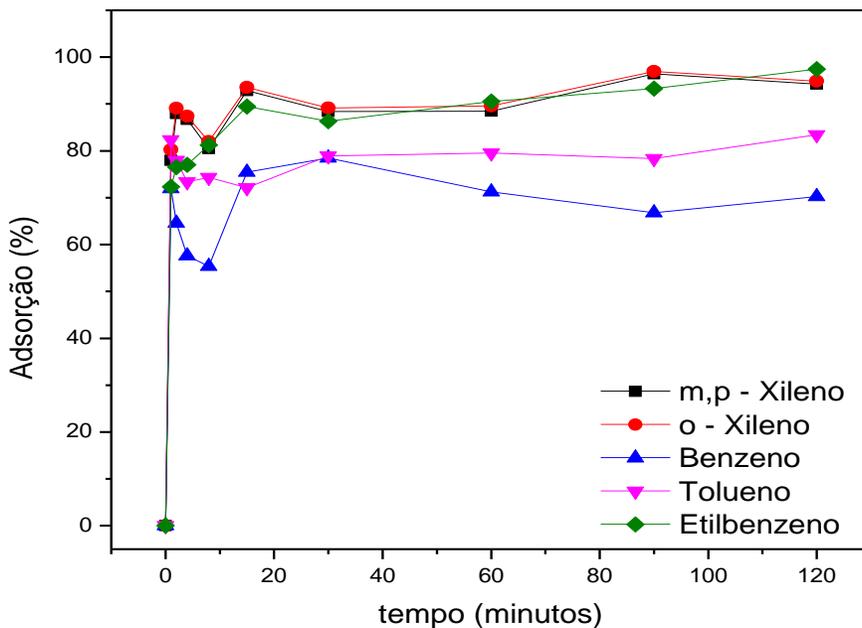
Fonte: Autor.

Os carvões ativados obtidos a partir do endocarpo do coco babaçu apresentaram maiores valores de área específica em comparação com aqueles obtidos do epicarpo. Esse comportamento está ligado ao fato do endocarpo possuir densidade muito maior que o epicarpo.

O carvão ativado de endocarpo de babaçu mostrou-se eficiente para remoção de hidrocarbonetos em meio líquido.

A porcentagem de adsorção dos BTEX em carvão ativado foi de aproximadamente 52% do m, p-Xileno em 30 minutos de adsorção. O melhor resultado foi observado na adsorção do o-Xileno com 60 minutos de adsorção, Figura 4.

Figura 4. Percentagem de adsorção das soluções de 450 ppm do Benzeno e 400 ppm para os demais hidrocarbonetos de 5mL dos BTEX com 100 mg de carvão ativado.



Fonte: Costa (2015)

6 ETERIFICAÇÃO DE GLICERINA

A eterificação da glicerina foi realizada utilizando-se os alcoóis benzílico, terc-butílico e alílico sob catálise heterogênea. Os catalisadores alumina_cério, alumina_lantânio e nióbia_cério apresentaram-se eficientes frente a reação de eterificação de glicerina.

Para os testes catalíticos, partiu-se de 15g de glicerina e calculou-se a quantidade de álcool necessário para se obter uma proporção glicerina:eterificante de 1:4 e adicionou-se 0,75 gramas de catalisador. Misturaram-se os reagentes e os catalisadores previamente ativados a 200°C e colocaram-se as respectivas misturas num reator PARR por 16 horas, a 70°C, com uma velocidade de agitação em torno de 600rpm.

A Tabela 3 fornece os compostos identificados no produto da terc-butilação da glicerina catalisada pela alumina_cério, o tempo de retenção de cada um, bem como seus percentuais (%) medidos pela área do pico no cromatograma, observando maiores picos cromatográficos nos tempos de retenção 17,828 min e 21,062 min, indicando como possíveis substâncias Oxaciclododecan-2-ona, [[(2-etilhexi)oxi]metil]-oxirano e 2-(2-hexiloxietoxi)-etanol.

A seletividade da glicerina em éter com o eterificante álcool terc-butílico na presença do APTS foi mínima: apenas 2,60% do éter 1,2 di-terc-butoxi, comprovando que o APTS apresenta baixa seletividade para produção de éteres terc-butil glicerina. Com relação à segunda tentativa de reação, usando A-15, obteve-se um resultado bem melhor, com uma seletividade de 65,67% do 1-terc-butoxi, 2-metoxi-etano. Já com os catalisadores de nióbio, houve conversão da glicerina em torno de 6,03%, embora pequena devido ao grande percentual de glicerina e álcool terc-butílico não reagido. Na presença dos catalisadores de alumina modificado com cério, obteve-se uma mistura dos possíveis éteres oxirano, [[[2-etilhexil)oxi]metil] e 2-(2-hexiloxietoxi) etanol, com percentual em torno de 59,45%.

Tabela 3. Resultado cromatográfico da reação com álcool terc-butílico catalisada por AL5CE7

Pico	Possível Substância	TR (min)	Total (%)
1	Etanol, 2-(hexiloxi) e/ou Oxaciclododecan-2-ona	16,59	4,87
2	[[2-(2-etilhexil)oxi]metil]-oxirano e/ou 2-(2-hexiloxietoxi)etanol	17,82	33,44
3	Oxirano,[[2-(2-etilhexil)oxi]metil]	18,84	4,89
4	Oxirano,[[2-(2-etilhexil)oxi]metil] e/ou 2-(2-hexiloxietoxy)etanol	19,46	8,90
5	Octadecanoicoacido, 2-(2-hidroxietoxi) etilester	20,08	6,80
6	2-(2-hexiloxietoxi) etanol	19,46	14,84
7	Oxaciclododecan-2-ona, [[2-(2-etilhexil)oxi]metil]-oxirano e/ou 2-(2-hexiloxietoxi)etanol	21,06	26,01

TR: Tempo de retenção

Os catalisadores alumina modificada com cálcio e magnésio foram empregados na reação do glicerol com o álcool benzílico, no intuito de comprovar o seu poder catalítico da conversão do glicerol em éteres.

Com relação aos produtos identificados pela espectrometria de massas, observamos cinco compostos principais: benzaldeído, composto que pode ser formado pela oxidação do álcool benzílico; dibenzil éter, produto da auto-eterificação do álcool benzílico; o acetal 1,3-Dioxan-5-ol, 2-fenil. Não foram identificados outros éteres no cromatograma além do dibenzil éter. Nota-se que quando se variou a razão molar. Houve um aumento na produção dos acetais formados e uma diminuição do benzaldeído na reação.

No emprego da alumina modificada com magnésio na reação de eterificação do glicerol, observamos a presença de benzaldeído; dibenzil

éter e 1,3-Dioxan-5-ol, 2-phenyl. Pode ser observado que a modificação com o magnésio promoveu a formação dos éteres de glicerol mono- e di-substituídos, mesmo estes estando com baixa intensidade no cromatograma em relação aos demais compostos formados.

A cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas mostrou que a reação de eterificação do glicerol com o álcool benzílico, utilizando os catalisadores modificados com cálcio e magnésio, promoveram uma baixa formação dos éteres de glicerol, com a formação inesperada dos acetais de glicerol, que podem estar associadas ao álcool benzílico ser oxidado na reação, formando assim o benzaldeído reage com o glicerol e forma os acetais.

A formação dos acetais na reação pode estar relacionada com a interação do benzaldeído com a alumina, que possui sítios ácidos de Brønsted que promove a reação de condensação do glicerol com o aldeído formado, provavelmente estando associados ao grupo hidroxila (-OH) da superfície dos catalisadores empregado, gerando assim a formação dos acetais observados pela cromatografia (KAUTZ, *et al*, 2015).

A baixa formação dos éteres de glicerol com o álcool benzílico pode estar relacionada com os tipos de sítios ácidos do material: quanto mais ácido for o material empregado como catalisador na reação, maior é a formação dos éteres (MOTA; *et al.*, 2009).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da cadeia produtiva de biodieséis obtidos a partir de babaçu é vasto e multidisciplinar. Neste capítulo está contemplada uma pequena parte deste abrangente tema de estudo. Ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas no que se refere a aplicações tecnológicas de frações da palmeira de babaçu. É certo que outros pesquisadores devem enfrentar parte desse desafio e a soma desses conhecimentos contribuirão para um melhor aproveitamento da palmeira de babaçu, de forma

sustentável e rentável, melhorando, assim, a qualidade de vida das pessoas que estão inseridas na cadeia produtiva do babaçu.

AGRADECIMENTOS

Este capítulo é assinado por um único autor, porém representa o esforço de pesquisadores (IC, pós-graduandos, professores) do Núcleo de Combustíveis, Catálise e Ambiental da Universidade Federal do Maranhão e de outros valiosos colaboradores. Agradecimento especial para a contribuição significativa da FAPEMA (processo BEPP-01588/12) sem a qual teríamos muitas dificuldades para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 24 set. 2018, 20:17:25.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde, 2005. Resolução - RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005.

CAVALCANTE, K. S. B.; PENHA, M. N. C.; MENDONÇA, K. K. M.; LOUZEIRO, H. C.; VASCONCELOS, A. C. S.; MACIEL, A. P.; SOUZA, A. G.; SILVA, F. C. Optimization of transesterification of castor oil with ethanol using a central composite rotatable design (CCRD). Fuel (Guildford), v. 89, p. 1172-1176, may. 2010.

Costa, R. P. Obtenção de carvão ativado em baixa temperatura a partir do endocarpo do coco babaçu para adsorção de hidrocarbonetos/ Rógenes Parga Costa. - São Luís, 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Química, 2015.

KAUTZ, J. et al. Reação de Condensação de Glicerol com Compostos Carbonílicos. Síntese, Caracterização e Aplicação em Cristais Líquidos. Quim. Nova, v. 38, n. 8, p. 1053-1062, set. 2015.

MACIEL, A. P.; SCHREINER, W. H.; MANIETTE, Y.; LONGO, E.; LEITE, N. F. Microstructural and morphological analysis of pure and Ce-doped tin

dioxide nanoparticles. Journal of the European Ceramic Society, v. 23, n. 5, p. 707-713, apr. 2003.

MACIEL, A. P.; TAVARES, M. H. A.; MELO, R. S.; Silva, Fernando C. ; SOLEDADE, L. E. B.; DALMASCHIO, C. J. ; Leite, Edson R.; LONGO, E. Chemical modification of the surface of alumina with alkaline earth metal oxides using the polymeric precursor method for catalysis application. Cerâmica (São Paulo. Impresso), v. 60, p. 154-159, Jan./Mar. 2014.

MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A.; GNÇALVES, V. L. C. Glicerolquímica: Novos Produtos e Processos a Partir da Glicerina de Produção de Biodiesel. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 639-648, mar. 2009.

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CARRAPATICIDA, REPELENTE E ANTI HELMÍNTICA DE COMPOSTOS DE PLANTAS SOBRE CARRAPATOS E NEMATÓDEOS PARASITOS DE RUMINANTES

Aldilene da Silva Lima ¹
Livio Martins Costa Junior ²

¹ Departamento de Química, Universidade Federal do Maranhão

² Departamento de Patologia, Universidade Federal do Maranhão

RESUMO

Rhipicephalus microplus e *Haemonchus contortus* representam o principal problema parasitário de importância econômica ao Brasil nos setores da bovinocultura e ovinocaprino-cultura, respectivamente. O controle desses parasitos tem sido dificultado pela resistência aos carrapaticidas e anti-helmínticos sintéticos. Compostos de plantas podem ser uma alternativa para o controle desses parasitos resistentes. Nossos resultados demonstram o forte efeito carrapaticida, repelente e anti-helmíntico de extratos, óleos essenciais e seus componentes majoritários sobre os diferentes estágios do carrapato *R. microplus* e do nematódeo *H. contortus*. Extratos de *piper tuberculatum*, óleos essenciais de diferentes genótipos de *Lippia gracillis*, *Lippia sioides* e *Lippia alba* apresentaram alta atividade carrapaticida e ou repelente, inclusive sobre populações resistentes. Estudos *in vitro* e *in vivo* com extratos das plantas *Parkia platycephala*, *Acacia raddiana*, *Bauhinia pulchella*, e *Mimosa caesalpiniiifolia* demonstraram atividade para controle dos nematódeos de ruminantes *H. contortus*. Assim, os dados mostram que os compostos de plantas são eficientes em interferir nos mecanismos comportamentais de carrapatos e helmintos, sendo uma fonte de compostos que podem ser inseridos em formulações para o controle de parasitos de ruminantes.

Palavras-chaves: Produtos naturais. Parasitos. Resistência.

1 INTRODUÇÃO

O parasitismo ocasionado por *Rhipicephalus microplus* e *Haemonchus contortus* em sistemas de produção de ruminantes tem grande importância econômica, pois ocasiona prejuízos devido a perda de produção de carne e leite dos animais, somando bilhões de dólares em

perdas (Bendele et al., 2015; Rodriguez-vivas et al., 2017; Katiki et al., 2017). Além disso, *R. microplus* e o *H. contortus* são responsáveis por danos que podem levar à morte de seus hospedeiros (Rodriguez-Vivas et al., 2004; Wu et al., 2013).

O controle desses parasitos tem sido realizado principalmente com o uso de produtos químicos sintéticos disponíveis no mercado (Arceo-Medina et al., 2016; Nandi et al., 2018). No entanto, o manejo inadequado, esquemas de tratamentos não planejados, uso de formulações caseiras e utilização indiscriminada dos acaricidas e anti-helmínticos sintéticos (Furlong et al., 1996; Furlong e Prata, 2007) vem acelerando a seleção de carrapatos e nematoides resistentes aos princípios ativos disponíveis comercialmente (Graf et al., 2004). A pressão de seleção de populações de resistentes tem aumentado a proporção de genes que carregam resistência (Andreotti, 2010).

A resistência é detectada em uma população quando grandes proporções de indivíduos necessitam de uma dose letal superior ao indicado (FAO, 2004). O processo de resistência é um mecanismo fundamental que permite indivíduos de uma população evoluir em condições desfavoráveis, possibilitando-os sobreviver sob as novas condições impostas pelo ambiente (Kafkle, 2011). A resistência é um fator hereditário, transferível aos descendentes, devido à seleção de genes resistentes predominante sobre os susceptíveis (Rousch e McKenzie, 1987). Assim, tanto carrapatos quanto nematódeos gastrointestinais fortalecem seus mecanismos comportamentais e fisiológicos para resistir as doses de carrapaticidas e anti-helmínticos. Nesse contexto, novas abordagens envolvendo o uso de substâncias naturais ativas têm sido buscadas para o controle desses parasitos (Costa-Junior et al., 2016; Lima et al., 2016).

2 COMPOSTOS NATURAIS DE PLANTAS

O Brasil é o país com a maior biodiversidade genética vegetal do mundo, no entanto menos de 20% dessas plantas foram avaliadas sob

aspectos biológicos e não mais que 5% sob aspectos químicos (Simões et al., 2002; Silva, 2013). As plantas produzem uma diversidade de compostos orgânicos que podem ser divididos em metabólitos primários e secundários.

Os metabólitos secundários das plantas são substâncias produzidas em pequenas quantidades e, em contraste com os primários, nem sempre estão envolvidos em funções vitais do vegetal. São compostos sintetizados em tipos celulares especializados e em distintos estágios de desenvolvimento, podendo dificultar o processo de isolamento e purificação do composto. Esses constituintes químicos são extremamente diversos e cada espécie vegetal e seus diferentes genótipos podem produzir uma categoria química característica ou uma mistura delas (Waksmundzka-Hajnos et al., 2008). Os compostos do metabolismo secundário têm demonstrado um enorme potencial para descoberta de novas moléculas ativas para produção de novos fármacos (Silva, 2013; Atanasov et al., 2015). Uma diversidade de estudo tem reportado os efeitos farmacológicos e medicinais de plantas sobre diferentes organismos (Heinrich e Jäger, 2015).

Nas últimas décadas, os compostos bioativos de plantas têm sido explorados como uma possível alternativa ao uso dos químicos sintéticos para o controle de parasitos de ruminantes, devido à baixa eficiência e à rápida seleção de populações resistentes de carrapatos e helmintos, tornando difícil o controle desses parasitos (Amarante, 2014; Canevari et al., 2017). Os fitocompostos ou compostos isolados de plantas podem apresentar vantagens frente aos compostos químicos sintéticos, pois degradam rapidamente no meio ambiente e o processo de seleção para resistência pode ser mais lento (Borges et al., 2003). Estudos do nosso grupo têm focado no uso de extratos, óleos essenciais e seus constituintes químicos isolados para controle do carrapato *R. microplus* e o nematódeo gastrointestinal *H. contortus*, parasitos de ruminantes no Brasil (Lima et al., 2017; Costa-Junior et al., 2016).

3 ATIVIDADE CARRAPATICIDA DE COMPOSTOS DE PLANTAS

Os produtos naturais de plantas têm demonstrado um alto poder tóxico sobre espécies de carrapatos, podendo ser consideradas moléculas úteis para formulações carrapaticidas (Peixoto et al., 2015; Araújo et al., 2017), assim como podem ser associados com outros compostos químicos para potencializar as suas atividades (Benelli e Beier, 2017). Uma potente atividade carrapaticida de compostos de plantas tem sido relatada sobre *R. microplus* em nossos estudos. Os extratos hexânico, éter etílico e etanólico de frutos de *piper tuberculatum* testados sobre larvas de *R. microplus* exibiram alta eficiência, com concentrações letais de 0,04; 0,08 e 2,73 mg/mL, respectivamente (Lima et al., 2014).

O uso de óleos essenciais e seus componentes majoritários também tem demonstrado alta atividade carrapaticida com baixas concentrações letais (Tabela 1). Os diferentes genótipos de *Lippia gracilis*, uma planta nativa do nordeste brasileiro, demonstraram forte efeito carrapaticida sobre larvas susceptíveis e resistentes a organofosforado. O genótipo 106 e 201 apresentaram concentrações letais de 0,84 (CI= 0,81-0,87; $R^2=0,99$) e 0,65 (CI= 0,47-0,88; $R^2= 0,99$) mg/mL para larvas resistentes a organofosforado (Costa-Junior et al., 2016).

No entanto, os óleos essenciais e seus constituintes químicos são compostos que possui alta volatilidade e pouca solubilidade em água, característica essa que precisa ser minimizada com o auxílio do uso de formulações. O carvacrol encapsulado com parede celular de levedura demonstrou que o microencapsulamento é favorável para manter o efeito do composto ao longo do tempo sobre larvas do carrapato *R. microplus*, exibindo uma CL_{50} menor (0,71 mg/mL) se comparada ao carvacrol isolado (1,82 mg/mL) (Lima et al., 2018).

Tabela 1. Óleos essenciais com atividade sobre o carrapato dos bovinos *Rhipicephalus microplus*

Óleos essenciais / terpenos	CL 50 (mg/mL)	Estágio	Referência
<i>Lippia alba</i> - 10	8,8	Larva	Peixoto et al., 2015
<i>Lippia gracilis</i> - 201	1,31	Larva	Cruz et al., 2013
<i>Lippia gracilis</i> - 201	0,64	Larva resistente OP	Costa-Junior et al., 2016
<i>Lippia gracilis</i> - 106	0,84	Larva resistente OP	Costa-Junior et al., 2016
<i>Lippia gracilis</i> - 106	2,23	Fêmea ingurgitada	Cruz et al., 2013
<i>Lippia sidoides</i> - 006	0,93	Larva	Cruz et al., 2013
<i>Lippia sidoides</i> - 102	2,81	Fêmea ingurgitada	Cruz et al., 2013
<i>Cinnamomum verum</i>	1,00	Larva	Monteiro et al., 2018
	60,00	Fêmea ingurgitada	Monteiro et al., 2018
<i>Ocimum gratissimum</i>	0,84	Larva	Lima et al., 2018

4 ATIVIDADE REPELENTE CONTRA CARRAPATO

A principal forma de manter o carrapato sob controle é com o uso dos produtos que ocasionem mortalidade dos carrapatos ou prevenindo a infestação dos hospedeiros com uso de repelentes (Bissinger e Roe 2010). A repelência é ocasionada por substâncias químicas que causam no artrópode uma desorientação em seus movimentos, afastando-o e assim prevenindo a infestação do hospedeiro (Dethier et al., 1960; Ferreira et al., 2017).

O N, N-dietil-3-metilbenzamida (DEET) tem sido o repelente mais utilizado para repelência de artrópodes, desde seu registro em 1957. E com repelência demonstrada sobre espécies de carrapatos como, *Amblyomma americanum*, *Ixodes scapularis*, *Amblyomma hebraeum*, *Dermacentor variabilis* e *R. microplus* (Bissinger e Roe, 2010; Lima et al., 2014). Contudo, a repelência pode variar de acordo com a espécie de carrapato e o estágio

de vida (Carroll et al., 2004). Permetrina, um composto químico do grupo dos piretróides, também tem sido usado para repelência de carrapatos, porém a proteção é mais pelo efeito tóxico do composto sobre os carrapatos ocasionando paralisia e expelência (Lane et al., 1984). O fipronil, composto químico sintético do grupo dos fenilpirazóis, também exibe um pequeno efeito sobre o comportamento do carrapato, porém o impacto maior está na mortalidade do carrapato (Narahashi et al. 2010). Para uso em humanos, existem outras classes químicas repelentes, como picaridina (KBR3023), IR3535 e p-mentano 3,8-diol (PMD) (Pages et al., 2014).

É crescente a busca por métodos mais seguros, disponíveis e mais efetivos para o controle e repelência de parasitos (Frances e Wirtz, 2005). O uso de moléculas de plantas com efeito repelente contra artrópodes tem sido promissor. Estudos têm demonstrado mais de 27 espécies de plantas que exibiram atividade repelente sobre carrapatos (Bissinger e Roe 2010). O efeito repelente está principalmente ligado aos compostos voláteis (El-Seedi et al., 2017).

Compostos voláteis de plantas têm exibido efeito repelente sobre espécies de carrapatos (Coskun et al., 2008; Dolan et al., 2009; Jordan et al., 2012). Estudos realizados com o óleo essencial de diferentes genótipos de *Lippia alba* e seus majoritários demonstraram eficiência repelente sobre larvas de *R. microplus* (Lima et al., 2014). Os genótipos LA-13 e LA-57 de *L. alba* exibiram alta eficiência repelente, com concentrações repelentes (CR₅₀) baixas em 1, 3 e 6 horas pós-tratamento. O genótipo LA-57 exibiu valores de RC₅₀ de 0,47; 1,07 e 5,07mg/cm², nesses mesmos tempos pós-tratamento. Os componentes majoritários, tais como (S)-(-)-limoneno e (R)-(-)- carvona, apresentaram baixo efeito repelente, quando comparado, aos óleos essenciais (Tabela 2).

Tabela 2. Concentrações repelentes de diferentes genótipos de *Lippia alba* sobre o carrapato bovino *Rhipicephalus microplus*

Composto	horas	CR ₅₀	CI 95%	R ²
LA-57	1	0,47	0,43-0,52	0,90
	3	1,07	0,92-1,22	0,08
	6	5,07	4,99-5,15	0,94
LA-13	1	0,20	0,01-3,65	0,93
	3	2,11	1,92-2,33	0,93
	6	2,19	1,96-2,45	0,91

CR50 - Concentração repelente para 50% da população, CI 95% - Intervalo de confiança 95%. Tabela adaptada de Lima et al. (2014).

Apesar da baixa eficiência repelente de alguns terpenos, eles podem ser usados para aumentar o período residual ou auxiliar os produtos sintéticos em prolongar seu efeito repelente (Lima et al., 2016). Os dados encontrados aqui para *R. microplus*, servem como modelo para outras espécies de carrapatos, uma vez que muitos carrapatos têm comportamento de subida e busca do seu hospedeiro por estímulos tácteis e quimiorreceptores semelhantes (Bessinger e Roe, 2010; Yim et al., 2016).

5 ATIVIDADE ANTI-HELMÍNTICA CONTRA *Haemochus contortus*

Plantas encontradas no cerrado brasileiro demonstraram ser fortes potenciais para o controle de *H. contortus*, havendo um alto efeito inibitório sobre ovos e larvas desse nematódeo. Os extratos acetônico e etanólico de folhas de *Parkia platycephala* demonstraram baixas concentrações inibitórias (CI₅₀) quando utilizado o teste *in vitro* de desembainhamento larvar e desenvolvimento larvar (Oliveira et al., 2017). A atividade anti-helmíntica encontrada nesse estudo pode estar atribuída à presença de compostos fenólicos (taninos condensados) encontrados nos extratos das plantas utilizados.

Os taninos são compostos fenólicos com alto peso molecular (500 - 3.000 Da) oriundos do metabolismo secundário das plantas. São encontrados em plantas em raízes, casca, folhas, frutos, sementes e na seiva e estão associados aos mecanismos de defesa das plantas contra herbivoria (Battestin et al., 2004). Podem ser classificados em taninos condensados e hidrolisáveis.

Outro estudo *in vitro* utilizando extratos de plantas realizado no nosso grupo apresentou resultados satisfatórios para uma possível alternativa para o controle de *H. contortus*. Os ensaios biológicos testando extrato aquoso e acetônico de *Acacia raddiana* exibiram alto efeito inibitório sobre ovos e larvas de *H. contortus* (Zabré et al., 2017). O uso de plantas ricas em taninos pode ser uma alternativa ao tratamento com anti-helmínticos sintéticos, podendo ser uma via de redução a resistência dos parasitos.

A presença de taninos nas plantas pode ser uma opção nutracêutica para controlar infecções com nematoides gastrointestinais. Pensando em desenvolver uma ração taninifera para caprinos, realizamos um experimento *in vivo* usando folhas de *Bauhinia pulchella* para comprovar a atividade anti-helmíntica, além de determinar o potencial impacto na contaminação do pasto com larva infectante de nematoides gastrintestinais. Os dados demonstraram que não houve um efeito, uma redução do número de ovos de nematódeos liberados pelos caprinos, contudo o percentual de eclodibilidade desses ovos oriundos de animais alimentados com folhas de *B. pulchella* foi significativamente menor do que no grupo controle. Os animais tratados exibiram menor número de *Trichostrongylus colubriformis* em relação ao grupo controle, com redução de 86%. O número de *H. contortus* não foi afetado (Lopes et al., 2016). Os taninos de *B. pulchella* demonstraram efeito anti-helmíntico, através da redução da viabilidade dos ovos e subsequente contaminação do pasto.

O fornecimento de folhas secas de uma planta muito comum no estado do Maranhão (*Mimosa caesalpiniiifolia* - também conhecida como sabiá ou unha de gato) para caprinos infectados reduziu em 57,7% o número de adultos de *H. contortus* (Brito et al., 2018). Portanto, os

resultados apontados aqui mostram que os taninos condensados são os responsáveis por reduzir a carga parasitária de vermes, diminuir a fecundidade de fêmeas, excreção de ovos, bem como uma possível melhora na resposta imunológica contra o parasitismo de nematoides gastrointestinais.

Atualmente o grupo de pesquisa vem estudando o efeito de óleos essenciais e seus monoterpenos sobre diferentes estágios de *H. contortus*, porém pouco se conhece sobre a ação desses compostos na atividade anti-helmíntica. O isolamento e definição das estruturas químicas dos compostos têm contribuído para elucidar os possíveis mecanismos de ação dos terpenos sobre os nematódeos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas sobre o efeito potencial carrapaticida, repelente e anti-helmíntico de compostos ativos de plantas tornam-se fontes imprescindíveis de estudo no intuito de disponibilizar novos produtos e desenvolver alternativas para o controle de ecto e endoparasitos. Nossos resultados direcionam o uso de compostos naturais para futuras formulações de ação carrapaticida, repelente e anti-helmíntica. Nesse enfoque, estamos trabalhando para que em médio período de tempo tenhamos o desenvolvimento de produtos comerciais para o controle desses parasitos de ruminantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMA pelo apoio financeiro através dos editais Pronem 2011 e 2014, Universal 2015 e 2017 e IECT Biotecnologia.



REFERÊNCIAS

Andreotti R. Situação atual da resistência do carrapato-do-boi *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aos acaricidas no Brasil. Documentos 180, Embrapa, 2010.

Amarante, Alessandro Francisco Talamini. Os parasitas de ovinos. Ed.UNESP, 2014, 263p.

Atanasov, Atanas et al. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: a review. *Biotechnology* 33, 1582-1614, 2015.

Arceo-medina, Giselly et al. Synergistic action of fatty acids, sulphides and stilbene against acaricide-resistant *Rhipicephalus microplus* ticks. *Veterinary Parasitology*, 228, 121-125, 2016.

Araújo, Sandra Alves et al. In vitro anthelmintic effects of *Spigelia anthelmia* protein fractions against *Haemonchus contortus*. *Plos one*, 12, 1-11, 2017.

Bissinger, Brooke et al. Tick repellents: past, present, and future. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 96:63-79, 2010.

Borges, Ligia Miranda et al. In vitro efficacy of extracts of *Melia azedarach* against the tick *Boophilus microplus*. *Medical and Veterinary Entomology*, 172, 28-31, 2003.

Battestin, Vania et al. Fontes e aplicações de taninos e Tanases em alimentos. *Alimentos e Nutrição*, 15, p.63-72, 2004.

Bendele, Kylie Gayle et al. Acetylcholinesterase 1 in populations of organophosphate-resistant North American strains of the cattle tick, *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Parasitology Research*, 114, 3027-3040, 2015.

Brito, Danilo Rodrigues Barros et al. . Supplementation with dry *Mimosa caesalpiniiifolia* leaves can reduce the *Haemonchus contortus* worm burden of goats. *Veterinary Parasitology*, 252, 47-51, 2018.

Carroll John et al. Comparative activity of deet and AI3-37220 repellents against the ticks *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) in laboratory bioassays. *J Med Entomol* 41, 249-254, 2004.

- Coskun, S.; et al. Acaricidal efficacy of *Origanum onites* L. against *Rhipicephalus turanicus* (Ixodidae). *Parasitology Research*, 103, 259-261, 2008.
- Cruz, Elizangela Mércia et al. Acaricidal activity of *Lippia gracilis* essential oil and its major constituents on the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Parasitology*, 195, 198-202, 2013.
- Costa-Júnior, Livio Martins.; et al. Acaricidal efficacies of *Lippia gracilis* essential oil and its phytochemicals against organophosphate-resistant and susceptible strains of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Parasitology*, 228, 60-64, 2016.
- Canevari, José et al. Population dynamics of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a subtropical subhumid region of Argentina for use in the design of control strategies. *Medical and Veterinary Entomology*, 31, 6-14, 2017.
- Dethier, Vincent et al. The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. *Journal Economic Entomology*, 53: 134-136, 1960.
- Dolan, Marc et al. Ability of two natural products, nootkatone and carvacrol, to suppress *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) in a Lyme disease endemic area of New Jersey. *Journal Economic Entomology*, 102, 235-2324, 2009.
- El-Seedi, Hesham et al. Essential oils of aromatic Egyptian plants repel nymphs of the tick *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology*, 73, 139-157, 2017.
- Furlong, John. The effect of cattle tick *Boophilus microplus* infestation on feed in take and milk yield of Holstein Zebu crossbred cows. *Campo Grande: Proceedings of the XV Panamerican Congress on Veterinary*; 1996.
- Furlong, John et al. Carrapato dos bovinos: controle estratégico nas diferentes regiões brasileiras. *Comunicado técnico*, 2003.
- Fao Working Group on Parasite Resistance. Resistance management and integrated parasite control in ruminants: Guidelines, 2004.
- Frances, S.P et al. Repellents: past, present and future. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 21, 1-3, 2005.
- Graf, J.F.; et al. Tick control: an industry point of view. *Parasitology*, 129, 427-442, 2004.

Klafle, Guilherme Marcondes. Diagnóstico e mecanismos de resistência a ivermectina em *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). Tese de doutorado, Instituto de Ciências Biomédicas, 2011.

Katiki, Luciana Morita et al. *Caenorhabditis elegans* as a model to screen plant extracts and compounds as natural anthelmintics for veterinary use. *Veterinary Parasitology*, 182, 264–268, 2011.

Jordan, Robert et al. Efficacy of Plant-Derived and Synthetic Compounds on Clothing as Repellents Against *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae). *Journal of medical entomology*, 49, 1, 2012.

Lane, Joe et al. Priority List of Endemic Diseases for the Red Meat Industries. Meat and Livestock Australia, Sydney, Australia, p. 282, 2015.

Lima, Aldilene Silva et al. Acaricide activity of different extracts from *Piper tuberculatum* fruits against *Rhipicephalus microplus*. *Parasitol Res*, 113:107–112, 2014.

Lima, Aldilene Silva et al. Assessment of the repellent effect of *Lippia alba* essential oil and major monoterpenes on the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. *Medical and Veterinary Entomology*, 30, 73–77, 2016.

Lopes, Suzana Gomes et al. Effect of tanniniferous food from *Bauhinia pulchella* on pasture contamination with gastrointestinal nematodes from goats. *Parasites & Vectors*, 9, 102, 2016.

Lima, Aldilene Silva et al. Use of encapsulated carvacrol with yeast cell walls to control resistant strains of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Industrial Crops & Products*, 108, 190–194, 2017.

Monteiro, Ildenice Nogueira et al. Chemical composition and acaricide activity of an essential oil from a rare chemotype of *Cinnamomum verum* Presl on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 238, 54–57, 2017.

Narahashi, Toshio et al. Glutamate-activated chloride channels: unique fipronil targets present in insects but not in mammals. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 97, 149–152, 2010.

Nandi, A et al. Determination and validation of discriminating concentration of ivermectin against *Rhipicephalus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 250, 30–34, 2018.

Oliveira, Andreia Freitas et al. Anthelmintic activity of plant extracts from Brazilian savanna. *Veterinary Parasitology*, 236, 121-127, 2017.

Pages, F et al. Tick Repellents for Human Use: Prevention of Tick Bites and Tick-Borne Diseases. *vector-borne and zoonotic diseases*, 14, 85-93, 2014.

Peixoto, Magna Galvão et al. Acaricidal activity of essential oils from *Lippia alba* genotypes and its major components carvone, limonene, and citral against *Rhipicephalus microplus*. *Veterinary Parasitology*, 210, 118-122, 2015.

Rousch, Richard. et al. A. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. *Annual Review of Entomology*, 32, 361-380, 1987.

Rodriguez-Vivas, Roger Iván et al. The effect of management factors on the seroprevalence of *Anaplasma marginale* in *Bos indicus* cattle in the Mexican tropics. *Tropical Animal Health and Production*, 36, 135-143, 2004.

Rodriguez-Vivas, Roger Iván et al. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico: review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8, 61-74, 2017.

Simões, Claudia Maria Oliveira et al. Farmacognosia: Da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre/Florianópolis, 2010, 1102 p.

Silva, Cibele Maria Alves. Metabólitos secundários de plantas do semi-árido de pernambuco – uma inovação no controle de fitopatógenos. Dissertação de mestrado em Bioquímica e fisiologia, 2013.

Waksmundzka-Hajnos, Monika et al. Thin layer chromatography in phitochemistry. *Chromatographic Science Series*, 99, 2008.

Wu, Xian-Bo et al. Distribution of tick-borne diseases in China. *Parasites & Vectors*, 6, 119, 2013.

Yim, Wei Tsun et al. Repellent effects 356 of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against cattle tick larvae (*Rhipicephalus australis*) when formulated as emulsions and in β -cyclodextrin inclusion complexes. *Veterinary parasitology*, 30; 99-103, 2016.

Zabré, Genevieve et al. 2017. Comparison of the in vitro anthelmintic effects of *Acacia nilotica* and *Acacia raddiana*. *Parasite*, 24, 2017.



CAPÍTULO 5

O INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS SOCIAIS (IPES) E O GOVERNO ESTADUAL DE JOSÉ SARNEY (1966-1970): ANÁLISE DO ALINHAMENTO POLÍTICO E ECONÔMICO DO MARANHÃO COM DITADURA EMPRESARIAL-MILITAR

Monica Piccolo¹
Drielle Souza Bittencourt²

¹ Professora do Departamento de História e Geografia e do Programa de Pós-Graduação em História (PPGHIST) da Universidade Estadual do Maranhão. Bolsista Produtividade FAPEMA.

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em História da UEMA. Membro do Núcleo de Pesquisa em História Contemporânea (NUPEHIC).

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar a documentação do Instituto de Pesquisa e Estudos Sociais (IPES), na forma dos *Boletins Mensais*, encontrados na Biblioteca Pública do Rio de Janeiro, e usá-los para uma análise do governo estadual de José Sarney (1966-1970) no Maranhão. Para apresentar os boletins, primeiramente será feita uma discussão do que foi o IPES e a participação dos seus membros no golpe empresarial-militar de 1964. A hipótese central desta pesquisa é mostrar o alinhamento do projeto político de José Sarney com o do governo empresarial-militar. Para tal comprovação, será utilizado além do *Boletim Mensal do IPES*, o jornal *O Imparcial* que foi um aliado importante de José Sarney, tanto em sua campanha (1965) como durante seu governo.

Palavras-chaves: IPES. Ditadura Empresarial-Militar. Governo Sarney.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho é fruto de um projeto que começou com a iniciação científica e depois se alargou para projeto de estágio da FAPEMA. O objetivo dos dois é buscar fontes que ajudem a compreender e problematizar o período da ditadura empresarial-militar no Maranhão

durante o governo de José Sarney (1966-1970). Inicialmente foi feito um levantamento dos principais jornais maranhenses desse período. Posteriormente com o projeto de estágio financiado pela FAPEMA no estado do Rio de Janeiro, foi possível ter acesso a documentação referente a alguns exemplares dos Boletins Mensais do Instituto de Pesquisa e Estudos Sociais (IPES). Tal documentação é muito importante, pois esse instituto junto com uma fração da classe militar planejaram o golpe de 1964 e ocuparam os cargos-chaves durante a ditadura. As formulações do IPES são fundamentais para compreensão do projeto político e econômico que chegará ao poder.

Nessa perspectiva, os boletins são fundamentais para dar mais comprovação à principal hipótese desse projeto, que é o alinhamento do projeto do governo Sarney com o da ditadura empresarial-militar, sendo o Maranhão um campo experimental para tais medidas. Não será possível neste artigo explorar tudo que foi encontrado nos boletins, por questão de espaço, aqui será feito primeiro um panorama sobre o IPES e depois será usado um boletim que, junto com matérias do jornal maranhense O Imparcial, será a base de sustentação para principal hipótese deste trabalho, já citada anteriormente. Em 1964 é instaurado um golpe de Estado no Brasil. Esse fato incidiu diretamente na dinâmica política, social e econômica. Os estudiosos desse período não têm um consenso quanto aos atores que atuaram na construção do projeto golpista, no golpe e durante o regime autoritário. Há conceituações como golpe e ditadura militar, civil-militar ou empresarial-militar. Este trabalho adota a conceituação do golpe e da ditadura sendo empresarial-militar.

2 O INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS SOCIAIS (IPES) E O GOLPE EMPRESARIAL-MILITAR DE 1964.

O Instituto de Pesquisa e Estudos Sociais (IPES) começou seu funcionamento, oficialmente, em 29 de novembro de 1961, mas, como explica Dreifuss (1981), suas sementes foram plantadas no final do governo de Juscelino Kubitschek (JK) e durante o curto mandato presidencial de

Jânio Quadros³. Junto com o Instituto Brasileiro de Ação Democrática (IBAD)⁴, formava um complexo empresarial “cujo objetivo era agir contra o governo nacional-reformista de João Goulart e contra o alinhamento de forças sociais que apoiavam sua administração” (DREIFUSS, 1981, p. 191). Para compreender o IPES é necessário recuar ao governo JK, para assim se entender a fase política dos interesses empresariais, consolidada com golpe de 1964.

A chegada de Juscelino Kubitschek à presidência da República, em 1955, trouxe uma nova orientação econômica para o Brasil. Com o slogan dos “cinquenta anos em cinco” e a criação do Plano de Metas, estavam sendo redefinidas as estratégias econômicas, principalmente para financiamento da industrialização brasileira. Dessa forma, há uma grande abertura ao capital estrangeiro, tendo como setor de ponta da economia o Departamento III⁵ (setor produtivo de bens de consumo duráveis) e a indústria automobilística como carro-chefe.

Sonia Mendonça (1986) explica que haviam correntes de tendência nacionalistas. O governo de JK adota o nacionalismo-desenvolvimentista, a qual defendia a entrada do capital estrangeiro, mas controlado pelo Estado. Para que tal projeto desse certo, era necessária a elaboração de um discurso que fosse bem recebido nos setores brasileiros. Quem ficou responsável por tal elaboração foi o Instituto Superior de Estudos Brasileiro (ISEB), que “teria por principal objetivo pensar o desenvolvimento do país, seus problemas e alternativas de superação” (MENDONÇA, 1986, p. 71). Assim, estava sendo preparados todos para o desenvolvimento, sendo a burguesia nacional sua porta voz e líder.

Dentro desse contexto, ainda corroborando com a autora anteriormente citada, tinha-se a burguesia nacional privilegiada dentro do projeto ideológico do ISEB. Assim, o empresariado industrial passou a definir os moldes da industrialização, de acordo com suas concepções. Era

³ Governou por sete meses no ano de 1961, renunciou em 25 de agosto.

⁴ Tinha função de agir como uma unidade tática, enquanto o IPES trabalhava como centro estratégico.

⁵ Departamento I: Bens de produção

Departamento II: Bens de consumo

possível perceber uma busca de autonomia em relação à intervenção do Estado e do capital estatal no processo produtivo, mas:

Sem se opor a ela, o empresariado estabelecia, no entanto, limites ao controle público dos meios de produção, definindo essa esfera como domínio prioritário da iniciativa privada. Ao governo só caberia investir naquelas áreas onde o volume de recursos ultrapassasse a capacidade da burguesia ou então onde estivessem envolvidos problemas de segurança nacional (MENDONÇA, 1986, p. 77).

As frações representantes do capital, formaram grupos de empresários e tecno-empresários que buscaram dar prioridade ao seu projeto político/econômico, mas para isso dar certo era necessário primeiro dentre eles mesmo criar uma consciência coletiva e homogeneidade, para que apesar de suas dissidências, o interesse maior prevalecesse e não fosse prejudicado. Também foram criados os seus intelectuais orgânicos⁶, aqueles que trabalhariam na formulação de consenso e nacionalização em torno do projeto ao qual representavam, formando também a elite orgânica, que:

Neste caso particular, entendem-se por elite orgânica os líderes e membros que faziam parte da estrutura formal do complexo IPES/IBAD, bem como associados, ativistas, indivíduos e grupos ligados a esse complexo, de tal forma que seus esforços e aqueles das organizações a que pertenciam eram sincronizados e coordenados pelo IPES ou apoiaram diretamente sua campanha (DREIFUSS, 1981, p. 209).

Após sua criação oficial, em novembro de 1961, o IPES passou a funcionar com um núcleo no Rio de Janeiro e outro em São Paulo. Só posteriormente se ramificou para outros estados. Aproveitando-se da instabilidade deixada pela renúncia de Jânio Quadros e posse de João Goulart (Jango), esses empresários trataram de intensificar ainda mais esse cenário, desembocando no golpe de Estado de 1964.

⁶ É importante ressaltar que o uso desse conceito, assim como Elite Orgânica, é pela orientação teórica do autor René Dreifuss, a do teórico italiano Antônio Gramsci, a mesma adotada por este trabalho. Nessa linha teórica, o Estado é ampliado dialeticamente, pois compreende a sociedade política e a sociedade civil, a fração de classe hegemônica ou que busca por hegemonia precisa da formulação do consenso dentro da sociedade civil em torno do seu projeto.

Apresentavam seus objetivos apenas para desenvolver a educação, a cultura, estudos e atividades sociais, pesquisas, discussões, para ajudar no progresso econômico e político do país. Também se apresentavam como doadores para projetos educacionais de redução do analfabetismo e um espaço de discussões acadêmicas. Essa fachada servia para não vir à tona:

O lado coberto que coordenava uma multifacetada campanha política, ideológica e militar. Os fundadores do IPES, avidamente dedicados a manipulação de opiniões e guerra psicológica, organizavam e recrutavam um núcleo de 50 membros, cada um encarregado de trazer cinco outros, e eles, por sua vez outros cinco (DREIFUSS, 1981, p. 164).

Em sua composição havia civis e militares, os últimos eram membros da Escola Superior de Guerra (ESG). Esses militares tinham um forte discurso anticomunista e de alinhamento com os Estados Unidos. O alinhamento com o IPES, de acordo com Fernando Vieira (2016), ajudou a levantar um grande número de material que ajudou a criar o Serviço Nacional de Informação (SNI) no primeiro governo da ditadura empresarial-militar. Os membros do complexo IPES/IBAD/ESG fizeram grande oposição ao governo de João Goulart, tendo a maioria dos materiais, produzidos ou financiados pelo IPES, voltado para esse propósito:

O Ipês difundia propagandas de caráter anticomunista, que defendiam a livre iniciativa através de rádios, TVs, anúncios em jornais impressos. Fez intensa campanha contra o governo João Goulart. Organizou uma série de materiais de caráter oposicionista que criticavam o nacionalismo e a intervenção estatal. Financiou documentários, editou livros, panfletos de caráter anticomunista, organizou conferências, tinha espaço na televisão em programas como *Peço a Palavra*, na TV Cultura, e em jornais de grande porte, tais como *O Estado de São Paulo*, *Folha de São Paulo*, *O Globo*, *Jornal do Brasil*, *Tribuna da Imprensa*, *Última Hora*. Tinha, inclusive, espaço para uma fotonovela chamada Diálogos Democráticos (VIEIRA, 2016, p. 51).

Outra publicação eram os *Boletins Mensais IPES*, criados em 1962, tinha em torno de 20 a 40 páginas. Até sua última produção em 1966, teve quase 40 edições. Apresentavam como público-alvo os associados. Nos

boletins havia uma grande promoção da imagem do IPES, da empresa moderna e dos seus ideais. Além de apresentarem as atividades do instituto, havia as seções temáticas, que tratavam temas relacionados principalmente à política, economia e questões sociais. Havia também espaço para publicações e manifestos de entidades de classe. É possível perceber dois momentos dos boletins. Durante o governo de Jango, volta-se para oposição, embate e muitas críticas. Já depois do golpe torna-se um suporte para sustentar o projeto político que chegou ao poder.

Atualmente encontram-se na Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro apenas 7 edições dos Boletins Mensais, que tem em torno de 1000 páginas ao total. Estão divididas da seguinte forma:

Tabela 1. Boletins Mensais presentes na Biblioteca Pública do RJ.

Boletim	Sumário
Nº 12/ ano II/ julho de 1963	<ul style="list-style-type: none"> - Expediente - Desenvolvimento econômico e educação - Crítica ao anteprojeto de lei de reforma agrária - Tensões na América Latina - Reforma Tributária - Afonso Almiro - Últimas publicações do IPES
Nº 14/ ano II/ setembro de 1963	<ul style="list-style-type: none"> - Expediente - Solidarismo - Paulo de Assis - Entrevista com José Luís Moreira de Souza - Um médico de empresas - Atividades do Ipês
Especial/ novembro de 1964	<ul style="list-style-type: none"> - Educação para a democracia - Meios fins e problemas da escola primária no Brasil - Educação popular e educação de adultos - A escola secundária, o desenvolvimento econômico e a mobilidade social no Brasil. - A universidade e o desenvolvimento social e econômico
Nº 32/33 ano IV março/abril de 1965	<ul style="list-style-type: none"> - Expediente - Composição do IPES/Gb - Relatório de Atividades do IPES/Gb - ano de 1964 - O panorama educacional no mundo de hoje - Primeiras medidas dos novos líderes soviéticos - Transcrevendo - "vida ou morte" - Caminho de Tito - A questão habitacional

Nº 36/37 - - Expediente
ano IV - - Composição do IPES/Gb
julho/agosto - Gente & Notícia
de 1965 - A margem das reações às medidas inflacionárias
- Aspirações do povo brasileiro
- São aspirações fundamentais do povo brasileiro
- Atividades do IPES/Gb
- O transporte de minérios
- “Mate como fonte de divisa”
- Centro de biblioteca

Nº 40/41 - - Expediente
ano IV - - Composição do IPES/Gb
novembro/de - Do planejamento de trabalho para 1966
zembro de - O centro de biblioteca em revista
1965 - O investimento público brasileiro
- Gente & Notícia
- Dênio Nogueira no IPES/Gb
- Em pauta a orla marítima
- O complexo Portos e Navios
- A construção naval no Brasil
- Transporte e Segurança Nacional
- O transporte hidroviário no Brasil
- Atividade no IPESUL
- Ecos da IV Convenção Nacional do Comércio Lojista
- V Congresso Nacional de Bancos
- O Homem é um ser dependente do mundo Mineral

Desconhecido⁷ - Atividades do IPES
- Cabe ao homem brasileiro tornar a terra produtiva
- Discurso do ministro Roberto de Oliveira Campos na abertura do seminário “O governo é a livre empresa no processo de desenvolvimento”
- A educação no Japão

Elaboração própria.

O complexo IPES/IBAD, com todo aparato que dispunha, trabalhou incansavelmente na desestabilização do governo de João Goulart junto com uma fração da classe militar. O golpe de 1964 não aconteceu de uma hora para outra, pelo contrário, foi fruto de um projeto muito bem montado de articulado durante anos:

⁷ Esse boletim estava sem capa, por isso foi impossível detectar seu número e data.

O golpe de 1964 correspondeu, portanto, à redefinição do pacto do poder no país. Sua articulação originou-se numa primorosa composição entre dois segmentos básicos – os militares e o empresariado industrial – manifestada institucionalmente no “complexo” ESG/IPES/IBAD. Aliando os princípios da doutrina de segurança nacional à sólida campanha de mobilização da opinião pública contra o “comunismo”, a ação destes organismos logrou produzir o clima propício ao 31 de março, bem como capitalizar o apoio e a legitimidade de outros setores sociais alheios ao pacto (como as classes médias, por exemplo) (MENDONÇA, 1986, p. 89).

O golpe empresarial-militar fez chegar ao poder o projeto dessa fração de classe que tinha a necessidade de controlar as engrenagens do Estado para se manter hegemônica. O caráter classista do golpe é de suma importância para entender esse contexto e a composição do Estado depois. Por isso, este trabalho adota o termo golpe e ditadura empresarial-militar, necessário para demarcar qual foi a fração da classe civil que participou ativamente desse processo. Para a adoção do termo, o trabalho que orientou foi o de René Dreifuss, já mencionado anteriormente, porque ele mapeou como a ossatura material do Estado foi organizada e conduzida principalmente por essa fração da classe civil (tecnopresários ou empresários), desbancando a hipótese de a ditadura ter sido um regime hegemonicamente controlado pelos militares.

[...] os empresários e tecnopresários que ocuparam setores-chaves da administração do Estado e os Ministérios eram ativistas do complexo IPES/IBAD ou industriais e banqueiros, que compartilhavam das metas daqueles que haviam contribuído para os esforços dirigidos pelo IPES para a derrubada de J. Goulart. Em muitos casos, sócios e empregados de líderes do IPES foram indicados para órgãos administrativos e ministérios. [...] a congruência das reformas administrativas, econômicas e políticas pós-1964 com as propostas de reformas aventadas pelos grupos de Estudo e Doutrina do IPES, que forneceu as diretrizes e a orientação para as reformas estruturais e mudanças organizacionais da administração pós-1964 [...]. Os tecnopresários e empresários puderam assegurar, através de seus cargos públicos, o rumo do Estado brasileiro ao longo de uma via capitalista, servindo aos interesses gerais dos industriais e banqueiros multinacionais e associados (DREIFUSS, 1987, p. 417).

A ditadura empresarial-militar foi muito importante para as conquistas políticas de José Sarney e para os rumos que a história política do Maranhão toma de 1965-1985. É necessário quebrar um imaginário no



qual acreditam que a ditadura não teve uma incidência no Maranhão. Pelo contrário, através do governo de Sarney é possível perceber como os projetos estadual e federal estavam bem alinhados nesse período.

3 O GOVERNO DE JOSÉ SARNEY NO MARANHÃO E O PROJETO POLÍTICO E ECONÔMICO DA DITADURA EMPRESARIAL-MILITAR

A ditadura empresarial-militar chegou ao poder munida de um discurso “desenvolvimentista”. Isto significava “[...] a perpetuação das estruturas do Estado destinadas a facilitar o desenvolvimento capitalista associado-dependente” (ALVES, 1984, p. 26). Era um modelo de desenvolvimento⁸ baseado na associação entre capitais multinacionais, de Estado e locais.

De acordo com Sonia Mendonça (1986), do ponto de vista econômico o golpe não significou o começo de um novo modelo de acumulação, mas sim a consolidação e o aprimoramento do modelo implantado nos anos 1950. Isso significava uma aproximação aos interesses empresariais/industriais e um distanciamento dos interesses das camadas populares.

Havia uma dependência mútua entre o Estado e as empresas privadas “[...] assegurando assim as garantias políticas indispensáveis à reorganização e ao controle da sociedade e da economia” (DREIFUSS, 1981, p. 455). Isto posto, a reforma administrativa proposta pelo presidente

⁸ Maria Helena Moreira Alves explica que segurança era usada como elemento fundamental para promover o desenvolvimento e como esse modelo não abrangia a maioria da população: “A segurança, como elemento do conceito de ‘desenvolvimento com segurança’, implica a necessidade de controlar o meio político e social, de modo a garantir um clima atraente para o investimento multinacional. [...] O desenvolvimento econômico não está voltado para as necessidades fundamentais e a política de desenvolvimento não se preocupa muito com o estabelecimento de prioridades para a rápida melhoria dos padrões de vida da maioria da população. Os programas de educação, segundo a ESG, devem ocupar-se, sobretudo, com o treinamento de técnicos que participarão do processo de crescimento econômico e industrialização. Outros programas voltados para necessidades básicas, como habitação de baixo custo, saúde pública e educação primária, são considerados menos prioritários” (ALVES, 1984, p. 51).

Castelo Branco significava, sobretudo, “limpar a casa”, ou seja, extirpar os “empecilhos” impostos pelo governo de João Goulart e preparar o terreno para o “desenvolvimento”. Com seus ministérios em sua maioria compostos por membros e colaboradores do IPES, será promovido um domínio político dos interesses financeiro-industriais multinacionais e associados:

Os associados e colaboradores do IPES moldaram o sistema financeiro e controlaram os ministérios e os principais órgãos da administração pública, permanecendo em cargos privilegiados durante o governo Castelo Branco, exercendo sua medição de poder. Com um programa de governo que emergiria da direita do espectro político e social, os ativistas do IPES impuseram uma modernização da estrutura socioeconômica e uma reformulação do aparelho do Estado que beneficiou, de maneira ampla, as classes empresariais e os setores médios da sociedade, em detrimento da massa. O golpe de abril de 1964 desdobrou numa transformação do Estado; o programa do IPES trazia em seu bojo uma regeneração capitalista (DREIFUSS, 1981, p. 455).

O Boletim Mensal referente a novembro e dezembro de 1965 traz uma seção sobre “Investimento Público Brasileiro: análise e plano”⁹, no qual se propõe a pensar o novo governo brasileiro, principalmente no âmbito econômico, também montando as bases para os outros anos. É possível perceber a exaltação ao “Governo Revolucionário”, como aquele que estaria limpando e reconstruindo a máquina pública. Dessa forma, o atraso promovido pelo governo de João Goulart iria começar a ser superado e o Brasil entraria no caminho do desenvolvimento:

Vencido o estágio nevrálgico da decolagem para o desenvolvimento, havia necessariamente que se fazer um balanço de sucessos e de problemas. Em boa hora o Governo Revolucionário lançou-se a este balanço, a base do qual plantou os alicerces de uma política orgânica de desenvolvimento, tendo como primeiro ato o controle sistemático e gradual da inflação, graças sobretudo à visão, capacidade e patriotismo dos Ministros Roberto Campos e Octávio Gouvêa de Bulhões (*Boletim Mensal* nov/dez 1965, p. 12).

No Maranhão, o projeto político-econômico de Sarney não destoava do que estava sendo construído no âmbito federal. Apesar de ser apresentado na luta pela construção do consenso como sendo de caráter

⁹ Conferência do presidente do BNDE Garrido Torres, que era membro importante do IPES.

popular, ele vai se aproximar mais de uma fração de classe e se distanciar dos interesses das camadas populares. Wagner Cabral, em entrevista à Palmério Dória, explicou a ascensão do político em questão não como força do acaso, pois seu alinhamento com a ditadura empresarial- militar significava:

Quando Sarney foi governador, a ditadura estava investindo forte em infraestrutura no nordeste amazônico com a usina de Boa Esperança, no rio Paranaíba, entre o Maranhão e o Piauí, e com a expansão das Centrais Elétricas do Maranhão. Então você tem um setor que passa a dar as indicações políticas do grupo (DÓRIA, 2009, p. 42).

De acordo com Guilhon (2007), o novo governador ao assumir o cargo garantiu pôr em prática uma modernização burocrática e um dos fundamentos básicos do governo deveria ser o planejamento. Sarney considerava que estava fechando um ciclo de administrações improvisadas e as ações internas estariam integradas aos objetivos do Plano Nacional e Regional de Desenvolvimento. Assim, o projeto político-econômico do governo federal incide diretamente no estado e, para andar paralelamente, o executivo estadual precisava reorganizar o estrato administrativo.

A composição de seu secretariado era pautada no discurso moralizador da máquina administrativa, ou seja, precisavam ser escolhidos indivíduos que lhe trouxesse eficiência, ou seja, jovens capazes e com ideias novas. Dessa maneira, o governador trouxe alguns “jovens técnicos” da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE):

A SUDENE informou hoje que, atendendo a uma solicitação do Governador eleito do Maranhão, Sr. José Sarney, prestará toda assistência técnica ao Estado em referência. Acrescentou mais, que essa assistência abrangerá inclusive, a elaboração de um plano governamental, que condicionará a longo prazo o desenvolvimento daquele Estado nordestino (*O Imparcial*, 26 de janeiro de 1966, p. 1).

O plano de governo foi dividido em dois planos de trabalho: um emergencial e outro para ser executado nos últimos anos de governo. Quanto ao primeiro:

O Plano Emergencial enfatizará a dinâmica do desenvolvimento estadual, nos seus vários atores e atividades. No que diz respeito a educação, salientou que o seu governo executará o Plano Estadual de Educação, destacando o treinamento e formação de mão de obra especializada, em colaboração com a SUDENE e com a USAID e que a educação primária merecerá tratamento todo especial. No setor da agricultura procurará cuidar do abastecimento para os grandes centros urbanos, de acordo com uma política racional a ser elaborada pela assessoria técnica. No plano da energia, pretende dar todo o apoio à COHEBE, que inclusive, ficará responsável pela CEMAR - Centrais Elétricas do Maranhão - e construirá uma hidrelétrica no rio Farinha com capacidade de 8,300 KVW. Em face da extensão territorial do Maranhão, o setor da viação é dos mais atrasados, pretendendo com seu Plano de Emergência, fazer a implantação definitiva da BR-10, no trecho Carolina Porto Franco, para acesso as obras do Rio Farinha. Outra implantação importante, no plano, é a ligação São Luis Boa Esperança, para acesso as obras da COHEBE, além de outras rodoviárias integradas no Plano Rodoviário Nacional. Por sua vez, o setor tributário, que considera um dos mais seriamente atingidos, será saneado devidamente e adaptado as necessidades do Maranhão, com uma política fiscal racional, desvinculada da política partidária (*O Imparcial*, 08 de março de 1966).

É possível perceber dentro do plano de governo de Sarney os setores considerados como estratégicos pelo governo federal, que eram: energia elétrica, telecomunicações, siderurgia, metalurgia dos não-ferrosos, petroquímica, bens de equipamentos e mecânica pesada, equipamento agrícola e bens de alimentação.

Assim como no discurso ipesiano que se torna o da ditadura empresarial-militar, para que esse desenvolvimento ocorresse, além dos investimentos, era necessário colocar no funcionamento da máquina pública um corpo de funcionários capacitados e competentes. Dentro dos governos do período ditatorial é possível perceber empresários e tecno-empresários do IPES ocupando cargos importantíssimos, ou seja, de acordo com seus discursos, materializando uma competente gestão do Estado. No Maranhão, Sarney também munido desse discurso, monta seu corpo técnico, principalmente com membros ligados a SUDENE e a CEPAL¹⁰.

¹⁰ Comissão Econômica para América Latina.

O grupo técnico tinha a função de desenvolver o plano de governo para ser colocado em prática o desenvolvimento e a modernização. Para acelerar esse processo foi criado o Grupo de Trabalho e Assessoria e Planejamento (GTAP), uma hiper-secretaria que funcionava junto ao Gabinete do Governador. “Concentrando as funções de planejamento em nível de programação governamental, o GTAP passa a desempenhar papel de grande relevância no traçado das diretrizes políticas e econômicas que viriam a ser adotadas pelo Governo do Estado” (BONFIM, 198, p. 75). Além disso, a estreita relação do chefe do Executivo estadual com a SUDENE representava a política de desenvolvimento regional, a qual era um dos eixos da Doutrina de Segurança Nacional e Desenvolvimento¹¹.

Na área bancária, nomeou Luis Carlos Bello Parga para direção do Banco do Estado do Maranhão, segundo O Imparcial, um “alto funcionário do Banco do Brasil”. Sarney almejava duplicar o capital desse estabelecimento. Em maio de 1966 o diretor afirmou um convênio com o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDE)¹², um banco que representava fortemente a política econômica do governo federal:

¹¹ “Em sua variante teórica brasileira, a Doutrina de Segurança Nacional e Desenvolvimento constitui um corpo orgânico de pensamento que inclui uma teoria de guerra, de revolução e subversão interna, uma teoria do papel do Brasil na política mundial e seu potencial geopolítico, em modelo específico de desenvolvimento econômico associado-dependente que combina elementos da economia keynesiana ao capitalismo (ALVES, 1984, p. 26).

¹² “O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) foi criado em 20 de junho de 1952, pela Lei nº 1.628, durante o segundo governo de Getúlio Vargas (1951-1954). Entidade autárquica, com autonomia administrativa e personalidade jurídica própria, o BNDE inicialmente esteve sob a jurisdição do Ministério da Fazenda. Em setembro de 1951, as diretorias do Banco Mundial e do *Export-Import Bank (Eximbank)* anunciaram estar dispostas a financiar os projetos de investimento propostos pela Comissão Mista Brasil-Estados Unidos. A expectativa das autoridades brasileiras era que os recursos liberados a serem por essas duas agências para o programa de investimento da comissão mista chegassem a quinhentos milhões de dólares. Nos meses seguintes, aprovou-se uma série de leis que criavam as bases legais para a constituição de um Fundo de Reparelhamento Econômico, cuja principal fonte era uma taxa adicional sobre o imposto de renda devido por pessoa física e jurídica. Para administrar esse fundo, e mais os recursos oriundos do Ministério da Fazenda (em moeda nacional) e os montantes externos dirigidos ao país (em moeda estrangeira), foi proposta a criação de um banco especial, cuja tarefa seria criar condições para a superação dos entraves ao fluxo de investimentos - públicos e particulares, nacionais e estrangeiros -, necessárias ao desenvolvimento da economia brasileira. O BNDE nascia com a dupla incumbência de elaborar análises de projetos e de atuar como o braço do governo na implementação das políticas consideradas fundamentais para o avanço da industrialização. Em síntese, o Banco seria o principal formulador e executor da política nacional de desenvolvimento econômico. Mesmo após a

Como não poderia deixar de ser, o BNDE situa-se por inteiro dentro dessa orientação econômico-financeira do Governo da Revolução. E o faz na condição da principal agência financeira federal para investimentos, na situação impar de poder colocar a serviço de tal orientação sua ampla bagagem técnica e de grande experiência em problemas aplicados de desenvolvimento. Como consequência, renova-se o BNDE para se ajustar à orientação econômica estabelecida pelo Governo Federal e para adequar-se a atual quadra da vida econômica do país (*Boletim Mensal* nov/dez 1965, p. 16).

Em setembro de 1966, em visita a São Luís, Garrido Torres afirmou apoiar as pequenas e médias indústrias através do Fundo de Financiamento para Aquisição de Máquinas e Equipamentos Industriais (FINAME)¹³ e do Programa de Financiamento à Pequena e Média Empresa (FIPEME)¹⁴, que eram fundos especiais do banco. Também estava sendo firmado um convênio de cooperação financeira com a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA)¹⁵:

criação do BNDE, a Comissão Mista Brasil-Estados Unidos continuou funcionando, encerrando suas atividades em 31 de janeiro de 1953. Seu relatório final concluía que as deficiências nas áreas de energia e transporte eram os maiores nós do crescimento do país” Disponível em: <http://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas2/artigos/EleVoltou/BNDE>. Acessado em: 28/10/2018

¹³ Foi criado pelo Decreto nº 55.275, em 22 de dezembro de 1964, chamava-se Fundo de Financiamento para Aquisição de Máquinas e Equipamentos Industriais (FINAME), destinado a financiar as operações de compra e venda de máquinas e equipamentos de produção nacional. Os recursos do fundo eram administrados por uma Junta, cabendo a sua presidência pelo Presidente do BNDE (atual BNDES). Com o Decreto nº 59.170, de 02 de setembro de 1966, passou a ter sua atual denominação, ou seja, Agência Especial de Financiamento Industrial, permanecendo com a mesma sigla (FINAME).

¹⁴ Programa criado em 1964 pelo BNDE, que provia crédito, em longo prazo e com baixas taxas de juros, a pequenas e médias empresas.

¹⁵ Em 1953 foi criada a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) com o objetivo de elaborar e conduzir um plano de desenvolvimento para a região. [...] Uma semana após o golpe militar de 1964 o governo nomeou o general de divisão Ernesto Bandeira Coelho como interventor da SPVEA e repassou-a à responsabilidade do recém-criado Ministério Extraordinário para a Coordenação dos Organismos Regionais (MECOR). Em seguida, o também general de divisão Mário de Barros Cavalcanti assumiu a intervenção da Superintendência, mantendo-se em sua direção até a sua substituição da Sudam. Durante este período foram elaborados três relatórios conformando-se uma avaliação negativa das administrações anteriores. Na avaliação negativa e moralista incluem-se falta de competência técnica, de coordenação das ações e organismos federais na região, debilidade acentuada do pessoal da SPVEA (quase todo sem qualificação) e manipulação escusa dos recursos da Superintendência. No primeiro relatório (1966) estes elementos são colocados como comprometedores dos objetivos originais da instituição. Constata-se, além do mais, a crise de legitimidade da Superintendência, mas se coloca como objetivo recuperá-la. [...] Em junho de 1965 foi criado o Grupo de Trabalho da Amazônia, de onde sairia a proposta de extinção da SPVEA e criação da Sudam. O governo federal, ao criar a nova instituição tentou justificar o “fracasso” da precedente retirando a sua responsabilidade, depositando-a nos desvios e omissões das administrações da SPVEA. Para isso, recorreu até mesmo a diversos elementos já

Depois de fazer um retrospecto da infraestrutura da SPVEA e das metas daquele órgão para o desenvolvimento da nossa Pátria, o general Mário Cavalcante apontou o Governador José Sarney como um dos elementos da nova geração que o chefe do Executivo maranhense, além de jovem e dinâmico, é um homem esclarecido, atualizado e identificado com os mais graves problemas do Estado. Continuando, disse que o processo da verba de 500 milhões de cruzeiros para ampliação da capacidade da nova usina da CEMAR no Tirirical, com 3 motores diesel, já está sendo estudado e atendido com carinho pela SPEVA, bem como outros problemas industriais de interesse do Maranhão (*O Imparcial*, 22 de maio de 1966, p. 10).

O governo estava lançando créditos, principalmente para o setor industrial. Tal iniciativa era apresentada como uma evolução na concessão de crédito no Brasil. O setor privado aparecia como num constante esforço para promoção do desenvolvimento, uma vez que, apesar de obter recursos públicos, também usava seus recursos privados para complementar. Dessa forma, esses fundos, de acordo com o IPES e o governo federal, eram muito importantes, pois:

Além de estarmos concedendo ao crédito para investimento maior magnitude e desenvoltura, estamos inaugurando formas práticas e simples de crédito industrial de operação. O FINAME deu início ao sistema de financiamento à fabricação e vendas de bens de equipamento produzidos no país. O FIPEME inaugurou a prática de assistir-se financeiramente os investimentos das pequenas e médias empresas, que constituem o grande mercado para o equipamento que fabricamos. O FUNDECE busca facilitar capital de giro, de solicitação menos específica, e tentando, simultaneamente, democratizar o capital das empresas. E vem de ter início as operações do FINEP, que concederam assistência financeira a elaboração de projetos técnicos, fundamentais a postulação de recursos investíveis, públicos e privados, internos e externos (*Boletim Mensal* nov/dez 1965, p. 16).

Nessa perspectiva, o crédito torna-se uma alavanca no esforço coletivo para o investimento, que levava a uma integração dos setores públicos e privados. É possível perceber no Maranhão a chegada desses

apresentados pelo seu último superintendente, o interventor Mário Cavalcanti. Em síntese, o problema REVISTA Soc. Bras. Economia Política, São Paulo, nº 34, p. 163-198, fevereiro 1963. 185 seria de burocratização, desvios diversos e falta de eficiência. Por um lado, teria-se havido centralismo administrativo e, por outro, falta de coordenação dos organismos governamentais na região. Conclusão: a SPVEA fracassara enquanto projeto, devendo-se construir outro – o que acontece com a lei 5.173, de 27 de outubro de 1966” (MARQUES, 2013, p. 163, 181,185).

projetos por meio do governo Sarney. A grande questão é identificar quem seria realmente beneficiado.

De acordo com Núbia Bonfim (1982), além da reforma administrativa, em seu primeiro ano de governo focou nos setores da Energia e do Transporte. A ênfase nesses dois setores significava a preparação para um dos passos seguintes que seria a industrialização. Para pôr em prática esse plano, seria ampliada a capacidade da Usina de Boa Esperança e criado o Plano Rodoviário Estadual. O ministro de Minas e Energia, Mario Thibau, em visita ao Maranhão para analisar o problema energético, em nota:

Referindo-se a hidrelétrica de Boa Esperança, declarou o ministro de Minas e Energia que as obras caminham dentro dos prazos normais e que em breve o Maranhão estará se beneficiando com a energia elétrica que ali será produzida. Adiantou que as linhas de transmissão já estão sendo instaladas e que os problemas de vários municípios já se encontravam devidamente equacionados e solucionados. Prosseguindo, disse o ilustre titular, que sua presença neste estado é uma prova eloquente do interesse que desperta a atual administração maranhense ante o governo da República. Enalteceu os planos práticos do governo Sarney, afirmando, a certa altura que são plano ambiciosos, digno de um governo que deseja realizar uma verdadeira administração (*O Imparcial*, 19 maio de 1966, p. 08).

Estavam sendo postos em prática as ações para criação do Distrito Industrial do Maranhão¹⁶. Através da SUDENE o governo federal efetivava sua participação, principalmente financeira e o governo estadual era responsável pelas instalações da infraestrutura básica e por doar os espaços onde o distrito seria instalado. O fomento industrial não ficou apenas no plano nacional. Empresas estrangeiras também propuseram parcerias ao estado, o projeto político estadual consonante ao federal também facilitaria a entrada dos investimentos estrangeiros:

Um grupo de indústrias alemãs está estudando a possibilidade de fazer investimentos de vulto no Maranhão, no campo da rizicultura. A informação que colhemos foi transmitida ao

¹⁶ “Alguns dos empreendimentos industriais que se desenvolveram no Maranhão nesse período foram: DESAMA, Empreendimentos Agroindustriais do Maranhão S.A.; CARUTAPERA, fábrica de papel e celulose; PLANOMAR S.A., indústria de filme de polietileno e cano de PVC; Indústria Maranhense Agropecuária S.A; Gesso Art. Ltda.; MERCK, Maranhão Produtos Vegetais S.A.”(BONFIM, 1982, p.85).

governador pelo ministro Roberto Campos, do planejamento econômico, quando de sua recente visita ao nosso Estado. O referido grupo, segundo a informação, está disposto, caso chegue a bom termo as negociações, a instalar em nosso Estado modera usina de beneficiamento de arroz capaz de adquirir pagando a vista de 200 a 240 mil toneladas de arroz anualmente para mercado interno e para exportação. O grupo alemão em referência especializado na fabricação de afamada marca de cerveja de grande aceitação no mercado internacional, deseja também o direito de exportar para Alemanha o resíduo utilizado na fabricação dessa bebida (*O Imparcial*, 02 de julho de 1966, p. 06).

Os investimentos internacionais se voltaram para usina de Boa Esperança, construção de estradas e eletrificação das cidades. Segundo o jornal, esses recursos viriam através da Agência dos Estados Unidos para Desenvolvimento Internacional (USAID) e do Banco Internacional de Desenvolvimento (BID). O IPES em seu boletim já demonstrava a busca de captação de recursos também em agencias do exterior:

Já foi feita uma primeira sondagem nas praças financeiras do exterior; esperamos intensificar as gestões a partir do início do ano próximo, não obstante já virmos merecendo maior crédito por parte de agências internacionais, como a AID, o BID e Kreditanstalt (*Boletim Mensal* nov/dez 1965, p. 17).

O desenvolvimento industrial era utilizado como um condicionante para o Maranhão ter acesso ao uso da energia de Boa Esperança, pois só ampliá-la não era suficiente. Também precisaria de empreendimentos onde ela fosse utilizada. Ou seja, nos planos e discursos do governo era necessário instalar novas indústrias, ampliar e modernizar as existentes.

O setor energético era demonstrado como um dos mais apreciáveis esforços do governo do estado, pois o seu melhoramento, além de garantir conforto aos maranhenses, também encorajava iniciativas novas no setor industrial.

Em relação à área da telecomunicação, o diretor do BNDE, o senhor Garrido Torres, estava proferindo grandes críticas em encontros ou congressos que participava. Ele considerava essa área ainda muito atrasada e era um dos entraves para o desenvolvimento econômico. Esse era o elo que faltava para dinamizar a ligação e comunicação entre as

várias regiões. Nesse mesmo ano, em que é proferido com maior veemência as críticas de Garrido, é criada a Empresa de Telecomunicação do Maranhão S.A. (TELMA).

O investimento na área de telecomunicação foi mais um ponto usado para sustentar o “desenvolvimento” maranhense, mas na década de 1960 só os com condições financeiras mais elevadas conseguiam ter um telefone residencial. Então, a integração entre as regiões não abrangia a toda a sociedade.

4 CONCLUSÃO

Por tudo exposto, é possível perceber a inserção o Maranhão na dinâmica econômica da ditadura empresarial-militar, sobretudo pelo alinhamento de José Sarney com os ideais e representantes do regime. Apesar da chegada de todos esses investimentos, ao final do governo não foi possível perceber uma grande melhoria no Maranhão. Assim, chega-se a conclusão que todo esse projeto privilegiou sobremaneira os seus representantes políticos, principalmente a classe empresarial. Assim como no Brasil, especificamente no Maranhão a população não pode ver essas medidas revestidas em grandes melhorias para suas vidas.

REFERÊNCIAS

Jornal *O Imparcial*, 1966. Encontra-se no acervo da Biblioteca Pública Benedito Leite.

Boletins Mensais do IPES, 1963-1965. Encontra-se no acervo da Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro.

ALVES, Maria Helena Moreira. Estado e Oposição no Brasil (1964-1984)-2.ed.-Petrópolis: Vozes.1984.

BONFIM, Maria Núbia. Do Velho ao Novo: Política e Educação no Maranhão. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, Instituto de Estudos Avançados. Dissertação de Mestrado, 1982.

DÓRIA, Palmério. Honoráveis Bandidos: um retrato do Brasil na era Sarney. São Paulo: Geração Editorial, 2009.

DREIFUSS, René. 1964: A Conquista do Estado. Ação Política, poder e golpe de classe. Rio de Janeiro, Vozes, 1987.

GUILHON, Maria Virginia Moreira. Sarneísmo no Maranhão: os primórdios de uma oligarquia. Revista de Políticas Públicas, São Luis, UFMA, v. 11, nº1, p. 1-21, janeiro-junho de 2007.

MARQUES, Gilberto. SPVEA: o Estado na crise do desenvolvimento amazônico (1953-1966). Revista Soc. Bras. Economia Política, São Paulo, nº 34, p. 163-198, fevereiro de 2013.

_____. Estado e economia no Brasil: opções de desenvolvimento. Rio de Janeiro: Graal, 1986.

MOREIRA ALVES, Márcia Helena. Estado e oposição no Brasil (1964-1984). Editora Vozes, 2ª edição, 1984.

SECMA. Catálogo de jornais maranhenses do acervo da Biblioteca Pública Benedito Leite: 1821-2007. --- São Luís: edições SECMA, 2007.

VIEIRA, Fernando de Oliveira. O discurso anticomunista nos Boletins Mensais do Ipês entre 1963-1966. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Paulo, Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Guarulhos, 2016

2

PATRIMÔNIO
CULTURAL E
IMATERIAL

SEÇÃO 2





CAPÍTULO 6

NARRATIVAS ORAIS DE EDUCADORES TENTEHAR-GUAJAJARA: UM DOCUMENTO HISTÓRICO EM CONSTRUÇÃO

Maria Aparecida Corrêa Custódio ¹
Diana Sabino Frazão Mendes ²

¹ Doutorado em Educação pela Faculdade de Educação da USP, Brasil(2011). Professora Adjunta da Universidade Federal do Maranhão , Brasil

² Acadêmica do Curso de Pedagogia da UFMA

RESUMO

Este ensaio apresenta os resultados preliminares de uma pesquisa em curso, cujo foco principal é coletar e sistematizar informações sobre a história de vida de educadores Tentehar-Guajajara no Maranhão, com vistas à constituição de uma documentação histórica. Para além da captura das narrativas, que segue a linha teórico-metodológica de história oral, esta pesquisa se fundamenta na perspectiva etno-histórica como “ciência do campo” e, dessa forma, faz uso dos métodos etnográficos de discernir, averiguar, avaliar e criticar na própria sociedade estudada. Neste apontamento, discutimos as bases teóricas e empíricas que originaram a pesquisa, o tratamento metodológico conferido às fontes orais e alguns saberes indígenas que foram apreendidos e sistematizados.

Palavras-chaves: Fontes orais. Documentação indígena. Maranhão.

1 INTRODUÇÃO: OS PRELÚDIOS DA PESQUISA

No Brasil, o levantamento de narrativas orais indígenas e a preservação dessas fontes como patrimônio cultural imaterial relevante para o conhecimento histórico e a valorização da contribuição dos povos ameríndios na constituição de uma sociedade multicultural são tarefas urgentes e necessárias. De fato, o trabalho com narrativas orais indígenas se impõe como uma demanda de primeira hora, pois, conforme conclamam os estudiosos que se dedicam às pesquisas etno-históricas, no Brasil as ações de coleta e criação de documentação oral indígena ainda são muito isoladas, necessitando de um maior investimento por parte das universidades e centros de pesquisa (FREIRE, 1992; MOTA, 2014). Em se tratando de coleta e sistematização de narrativas orais sobre a história de vida de educadores Tentehar-Guajajara no Maranhão, é uma área em aberto para a pesquisa científica.¹⁷

Com base nesses pressupostos, nossa pesquisa, iniciada em 2017 e ainda em curso, recolhe as narrativas orais de educadores Tentehar-Guajajara, com foco em sujeitos que atuam no campo da educação formal em aldeias e outros espaços, tendo como postos de observação as cidades de Grajaú e Imperatriz, que são regiões onde esses povos se instalaram, construindo e vivenciando histórias muito relevantes. A região de Grajaú, por exemplo, que foi palco da migração e resistência deles após a rebelião de Alto Alegre (Barra do Corda-MA), ocorrida no início do século XX, hoje abriga várias escolas nas aldeias e professores indígenas. A cidade de Imperatriz, que no final do século XX passou a ser polo universitário, comercial e econômico do oeste maranhense, recebe os Tentehar-Guajajara que buscam formação acadêmica e depois ingressam na docência em escolas públicas da região.

Chegamos até a população pesquisada por meio de atividades de ensino (curso de formação de professores do programa Parfor em Grajaú) e extensão (coordenação do subprojeto do Pibid Interdisciplinar em

¹⁷ Optamos pela designação Tentehar-Guajajara porque é usada pelos indígenas de nosso contato, que são acadêmicos e utilizam essa identificação em seus trabalhos científicos. Em geral, eles são mais conhecidos como Guajajara, que significa “dono do cocar”, mas o termo Tentehar não pode ser esquecido, pois trata-se de uma autodenominação e quer dizer: “o ser íntegro, gente verdadeira”.

Imperatriz),¹⁸ pois os educadores indígenas que conhecemos chamaram a atenção e aguçaram a curiosidade para saber mais sobre sua trajetória de resiliência e sucesso no ofício docente em escolas indígenas de Grajaú e escolas públicas de Imperatriz. Em termos teóricos, estudar a história do povo Tentehar-Guajajara no Maranhão constitui um desafio decorrente de outra pesquisa em curso, financiada pela Fapema (2016-2019) – “Apontamentos para a História da Educação Indígena: os internatos de Alto Alegre e Barra do Corda (1895-1915)” –, que tem mostrado a relevância de se investigar a história da educação indígena no Maranhão a partir do cruzamento da documentação escrita, elaborada pelos agentes da colonização, com as fontes orais provenientes de agentes das comunidades originárias e os trabalhos de campo.

Nessa perspectiva, o principal objetivo da pesquisa é reunir um conjunto significativo de narrativas orais que permitam recuperar e sistematizar parcela do concreto da história de vida de educadores Tentehar-Guajajara no Maranhão, a fim de produzir uma documentação histórica. Para alcançar esse objetivo, adotamos uma linha teórico-metodológica fundamentada na proposta de história oral, modalidade que funciona como um importante dispositivo para estudos referentes à vida social de indivíduos dispostos a falar sobre aspectos de sua vida, os quais podem ser relacionados com o contexto social mais amplo e com temas específicos do interesse do pesquisador (VERENA, 1990; MEIHY, 2002).

A história oral vem para preencher as lacunas do desconhecido, para dar sentido ao que até então era incompreensível e para dar direito de cidadania, sendo que cada indivíduo pode contribuir com a história contando sua própria história e é exatamente isso que faz com que a história oral tenha aceitação popular. Em resumo, a história oral serve como um instrumento que busca recuperar a memória de grupos e pessoas anônimas que também podem contribuir com a construção da narrativa

¹⁸O Parfor – Plano de Ações Articuladas para Formação de Professores da Educação Básica (ou Plano de Formação Nacional de Professores da Educação Básica) e o Pibid – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência são programas do governo federal desenvolvidos pela Universidade Federal do Maranhão.

histórica. Tanto é que muita história, até então desconhecida por não ter sido escrita, pode obter reconhecimento e valorização, como a história dos povos indígenas.

A metodologia de pesquisa com história oral exige uma série de procedimentos que, no nosso trabalho, foram adaptados especialmente para a Aldeia Cocal Grande – Terra Indígena Bacurizinho (Grajaú) –, onde são realizadas as coletas de depoimentos e também a iniciação aos usos de métodos etnográficos, os quais exigem observação direta do comportamento humano (MOI, 2007). Até o momento, foi possível identificar e entrevistar nove educadores residentes nas aldeias de Bacurizinho e duas educadoras da cidade de Imperatriz.

No caso das professoras de Imperatriz, os encontros foram individuais, todos realizados no *campus* Centro da UFMA, conforme preferência das colaboradoras. Ressaltamos que outras professoras descendentes de Tentehar-Guajajara, residentes em Imperatriz e localizadas por nós, não quiseram conceder entrevistas. No caso dos educadores que residem e trabalham nas aldeias, o processo foi um pouco diferente. Com a liderança da Aldeia Cocal Grande, foram realizados encontros individuais, enquanto com os demais educadores a discussão e o desenvolvimento do projeto ocorreram durante as rodas de conversa.

Ao longo de quatro encontros, que aconteceram na escola da Aldeia Cocal Grande (cf. Foto 1), entre outubro de 2017 e agosto de 2018, além da gravação dos depoimentos, ocorreu a interface da pesquisa com a extensão, pois realizamos rodas de conversa muito produtivas para entender melhor a história de vida dos educadores indígenas, a história de seus antepassados e as lutas cotidianas para garantir o direito à educação escolar na aldeia e a formação de professores.

Foto 1. Escola da Aldeia Cocal Grande





Fonte: Foto das autoras (2018).

2. TRATAMENTO DAS FONTES ORAIS

Cada uma das narrativas coletadas passa por um tratamento metodológico que contempla inicialmente a transcrição literal do depoimento, a qual exige um longo período de escuta, mantendo-se a estrutura linguística dos colaboradores.

Tabela 1. Tempo de gravação, transcrição e textualização e transcrição de entrevistas

Colaborador	Gravação	Transcrição	Textualização e transcrição
Alderico Lopes Filho	03:20	31:21	40:00
Maria Zélia Bezerra Vale	02:25	23:00	Em curso
Michele da Silva Martins	01:24	24:18	Em curso
Educadores - Roda de Conversa	01:48	22:30	Em curso
TOTAL DE HORAS	08:17	100:69	40:00

Fonte: As autoras (2018).

Notável observar que a entrevista mais longa foi de uma liderança que reside na aldeia e mantém o estilo indígena baseado na oralidade, fazendo do encontro um momento de contar histórias e repetir ideias, algo que faz lembrar o caráter da narrativa mítica indígena que é circular (MUNDURUKU, 2012). A segunda entrevista mais longa é de uma professora indígena que não viveu em aldeia, mas cujo jeito de narrar a própria história parece imbricado com a tradição indígena. A terceira entrevista com uma jovem indígena, que atualmente reside na cidade de Imperatriz, se comparada com os depoimentos de professores mais velhos, é mais curta, pois trata-se de uma pedagoga que finalizou sua formação recentemente. As entrevistas realizadas durante a roda de conversa são as mais curtas, o que se deve às condições de contato, gravação e relações sociais na comunidade. Provavelmente, se houvesse mais vínculo de convivência haveria possibilidade de realizar entrevistas individuais e talvez eles pudessem expor com mais liberdade e profundidade suas memórias.

Outro aspecto que chamou a atenção na etapa da roda de conversa e gravação foi a distinção de gênero na cultura Tentehar-Guajajara: na aldeia, a liderança de nosso contato articulou a participação somente de homens-educadores. Questionados a respeito da ausência das mulheres-educadoras na roda de conversa, foram apresentadas apenas justificativas triviais. Tal procedimento é compreensível no quadro da construção cultural desse povo, cujas marcas ainda são fortes na mentalidade dos homens de Cocal Grande. De fato, no passado bem remoto, era o chefe guerreiro que exercia a função política nas guerras intertribais. Com o tempo, a função política e representativa (diante das outras famílias extensas da aldeia, dos órgãos governamentais e da sociedade) passou a ser exercida pelo chefe da família extensa.¹⁹ Na atualidade, a função política “está mais ligada à tarefa de intermediação entre a sociedade indígena e a

¹⁹ “A estrutura da sociedade Tenetehara se baseia na ‘família extensa’, que está constituída por um número de famílias simples unidas entre si por laços de parentesco. Esta se constitui a partir do casamento realizado entre as filhas do chefe da família e parceiros de outras famílias. Assim, elas trazem trabalhadores masculinos para dentro do grupo familiar, sendo que a residência é uxorilocal. Isto é, o marido vai morar na casa da esposa, junto com os sogros.” (ZANNONI, 1998, p. 121).

sociedade dos brancos” (ZANNONI, 1998, p. 126) e pode ser exercida por homens e mulheres, ainda que elas sejam minoria, haja vista o belo mas solitário exemplo de Sonia Guajajara, que se destaca na representação dos povos indígenas nos movimentos sociais e políticos do país e no exterior.

Voltando à questão do tratamento das fontes orais, o segundo passo é a textualização das entrevistas, ou seja, são eliminadas as perguntas, excluídos os erros gramaticais e reparadas as palavras sem peso semântico, a fim de se obter um texto mais claro. O terceiro passo, de transcrição, mantém o sentido do discurso, contudo passa-se de um texto do estado de língua oral para a escrita (MEIHY, 1996). Entre esses passos, deve-se retornar aos entrevistados para fazer a leitura desse material, revisar conteúdos e pedir autorização para o seu uso. Nesses momentos, além da verificação da entrevista escrita, são realizadas rodas de conversa e trabalhos etnográficos em todos os espaços da aldeia, inclusive nos de lazer e sociabilidade, como o Rio Mearim (cf. Foto 2).

Foto 2. Pesquisadora, bolsistas de iniciação científica e lideranças a caminho do Rio Mearim



Fonte: Foto das autoras (2018)

Vale destacar a profunda relação que os Tentehar-Guajajara têm com o Rio Mearim, pois desde o primeiro encontro na Aldeia Cocal Grande, em outubro de 2017, as lideranças insistiam para que conhecêssemos o rio, fazendo lembrar o ditado popular que sugere: quem vai à Roma tem que ver o Papa; quem vai à aldeia tem que ver o rio! É como diz Evaristo de Miranda, pesquisador da Embrapa e também estudioso da psique humana, quando dialoga com o universo mítico dos rios, algo muito presente nas culturas indígenas.

À beira do Rio Mucajaí, ao ser perguntado qual de todas as ações predatórias dos brancos mais o havia chocado, um índio respondeu, num misto de horror e incompreensão: – “Foi ver um homem branco urinar nas águas deste rio!” Para aquele índio, o rio era sagrado. Urinar nas águas representava um sacrilégio, uma profanação. Como cuspir numa pia de água-benta. A sacralidade dos rios brasileiros vem de longe. O universo cultural brasileiro é herdeiro das melhores tradições espirituais mediterrânicas vinculadas à água. O próprio Brasil surgiu das águas, após uma travessia lusitana de um mar tenebroso, um oceano atlântico e sem-fim. (MIRANDA, 2016, p. 212).

3 SABERES INDÍGENAS COMPARTILHADOS

Como a pesquisa está em andamento e os contatos para revisão das entrevistas textualizadas ainda estão sendo realizados, para este artigo selecionamos apenas alguns trechos da entrevista com o líder da Aldeia Cocal Grande, que já passou por todos os procedimentos. Em síntese, na entrevista com Alderico Lopes Filho, emergiram as seguintes temáticas: a luta dos antepassados; a conquista da Terra Indígena Bacurizinho; a formação da Aldeia Cocal Grande; a tragédia de Alto Alegre; os capuchinhos e os indígenas; a fuga e a migração após a tragédia de Alto Alegre; o trabalho dos antepassados na navegação e nas fazendas; o legado da educação indígena dos antepassados; animais, aves, peixes e plantas medicinais típicas do centro-sul maranhense; a chegada da educação escolar indígena; a trajetória de vida escolar; a busca de curso de língua tentehar; a busca de curso superior; e a militância no movimento indígena.

A quantidade de conteúdos levantados foi muito grande, podendo talvez serem agrupados em três frentes de reflexão ou eixos temáticos: 1.

Lutas, conquistas e ensinamentos dos antepassados; 2. Trajetória de vida escolar e universitária; 3. Experiências no magistério e na militância. Vejamos então alguns fragmentos do primeiro e segundo eixos.

No fragmento supracitado, transparece a trajetória de vida imbricada com a história de lutas e conquistas dos antepassados, acompanhada por um lamento em função da mudança ambiental ocorrida no território indígena. Igualmente interessante, na história de vida de Alderico, é a distinção que ele faz entre educação Tentehar-Guajajara, que é concebida como a socialização dos saberes indígenas, e educação escolar indígena. Selecionamos apenas um comentário genérico, embora o entrevistado tenha revelado em detalhes o que são esses conhecimentos nativos de agricultura, pesca, flora, fauna e ecologia em geral.

Figura 1. A luta dos antepassados

A sobrevivência de nossos antepassados e das coisas que eles tinham, como os territórios indígenas, foi uma luta. No caso da Terra Indígena Bacurizinho, levou um bocado de tempo para ser legalizada. [A demarcação foi realizada em 1979, mas a homologação só foi feita em 1983]

Os mais velhos e muitos deles que já morreram nem chegaram a alcançar a demarcação da terra que eles lutaram tanto para conquistar. Mas quem está vivo hoje viu que o sonho foi realizado.

Os mais velhos que moravam nas aldeias do Bacurizinho também contam as histórias do Massacre de Alto Alegre [1901, ocorrido na colônia fundada pelos capuchinhos].

Nossos antepassados contam que uma vez [depois do massacre] foram falar com o patrão na cidade, que era dono de embarcação, para combinar o dia que iam fazer o serviço de rotina. Mas, na estrada, viram um magote de padres e policiais misturados com outros índios.

Contam também que, depois de avistarem a comitiva policial na estrada, eles voltaram e avisaram que estavam vindo com pau para as aldeias. Então, pegaram as crianças e se afastaram, indo para dentro das matas, que eram matas virgens, e não como hoje que, devido às queimadas e ao desmatamento, tudo virou um carrasco.

Hoje quase não se veem mais matas virgens, que são aquelas matas frias, verdes. Não se veem as palmeiras também, que eram muitas, e nem a caça, o movimento se escutava perto dos igarapés [riachos que nascem na mata e desaguam em rio]. Mas antigamente tinha tudo isso.

Fonte: Entrevista de Alderico (2017-2018).

Figura 2. Educação Tentehar-Guajajara e Educação Escolar Indígena

Naquele tempo, os nossos antepassados não tinham uma educação escolar, tudo era educação indígena. As histórias contadas por nossos antepassados eram consideradas por eles uma educação indígena, até quando se começou a ofertar educação escolar nas aldeias.

Muitos de nossos antepassados não sabiam ler nem escrever. Com o tempo, o povo Guajajara foi obrigado a estudar, aprender a falar português e aprender também o que é educação escolar. Para isso, foi importante aprender a falar o português para ser atendido nas suas necessidades.

Na região de Barra do Corda, os primeiros a ofertar educação escolar para os indígenas foram os capuchinhos. Depois vieram o SPI, a Funai e agora o Ministério da Educação, o Estado e os municípios.

Não havia mais como se esconder e se sustentar somente da mata grande. Tinha que buscar educação, acionar o Ministério da Educação, o Estado e o Município.

Fonte: Entrevista de Alderico (2017-2018).

Figura 3. Busca de formação pelas lideranças Tentehar-Guajajara

Eu fui criado pelos meus avós maternos, pois meu pai não casou com minha mãe. Ambos formaram outras famílias.

[...]

Nesse tempo, eu era criança e trabalhava na mesma fazenda [que o avô trabalhava], transportando banana de lá para vender em Grajaú. Éramos três meninos. Nós tocávamos cinco jumentos cheios de carga. Cada menino devia receber cinco cruzeiros para cada viagem, totalizando 25 cruzeiros no final da semana. Mas o patrão pagava somente cinco cruzeiros para cada um e nós ficávamos satisfeitos porque não sabíamos contar nem até dez. Na vida adulta, nós eramos enganados pelo patrão do mesmo jeito.

Na década de 1970, Arão, um parente que hoje é vereador em Grajaú, e outro primo já falecido, que moravam na Aldeia Bacurizinho começaram a estudar.

Com esse movimento deles - vi que estavam lendo na língua portuguesa - eu decidi estudar também. Terminei o curso primário no

Colégio Santo Antonio, em Grajaú, dos padres capuchinhos, junto com meu primo Olavo, que hoje é técnico de enfermagem e pedagogo pela UFMA.

De lá para cá, depois de aprender a ler e escrever em português, e contar, faltava aprender a escrever na língua materna. Nesse tempo, o meu tio, o finado Joaquim, dava aula de língua tentehar na Aldeia Bacurizinho.

Nessa época, eu morava na Aldeia Morro Branco, na cidade de Grajaú, mas todo fim de semana eu ia a cavalo para a Aldeia Cocal Grande e aproveitava para frequentar o “colégio” de meu tio.

Eu prestava muita atenção às aulas e perguntava muito sobre o alfabeto indígena. Como ele gostava também de mim, dava aula de reforço na língua indígena para mim. Foi então que eu aprendi a escrever na língua tentehar.

Tive que estudar mais. Entrei no Magistério Indígena, [...] só que demorou anos para eu terminar [...].

Depois de concluir o Magistério Indígena, senti a necessidade de fazer Pedagogia. Isto porque surgiu a necessidade de implantar o ensino fundamental do 6º ao 9º ano na Aldeia Cocal Grande, porém, o Magistério Indígena habilita para trabalhar apenas com a pré-escola e anos iniciais do ensino fundamental.

Aconteceu também que meus primos, que estavam cursando Pedagogia na UFMA, me incentivaram e me alertaram dizendo que eu poderia perder o cargo de professor para outros com nível de estudo mais elevado. Além disso, eu queria lecionar para as turmas do 6º ao 9º ano e do ensino médio.

Então, fui falar com a coordenadora do curso de Pedagogia e ela disse que as inscrições estavam abertas e que eu poderia me inscrever.

Não tem sido nada fácil fazer esse curso, mas se eu pensar só nas dificuldades, não chegarei ao objetivo que quero alcançar. Tive que criar coragem porque até hoje eu não tenho uma bolsa que me ajude.

Se tiver carro para me levar até Grajaú, eu saio da aldeia sábado de manhã. Mas quando não tem transporte, preciso sair da aldeia na sexta-feira à tarde e dormir na Aldeia Morro Branco, que fica na cidade de Grajaú, mas longe do *campus* da UFMA. Tudo isso para não perder aula.

Fonte: Entrevista de Alderico (2017-2018).

Se é possível um comentário de ordem subjetiva, ainda que fundamentado em estudo anterior (SILVA; CUSTÓDIO, 2017), vale ressaltar que todos os professores universitários que atuaram no curso de Pedagogia da UFMA em Grajaú, mencionado pelo entrevistado, atestam a veracidade desse testemunho em relação ao grande esforço dos professores indígenas para ingressarem e permaneceram no curso superior!

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que os resultados apresentados neste ensaio sejam preliminares, podemos atestar que a relevância desta pesquisa consiste em iniciar um processo de coleta e organização de documentação oral de educadores indígenas, com vistas a conhecer melhor não apenas a história desse povo no Maranhão, mas também suas representações de mundo, cultura, educação e sociedade, construídas e recriadas a partir de suas trajetórias em diferentes tempos e espaços (GOMES, 2002).

Sabendo que o processo ocorre como sugere Bosi (2012), fundamentada em Halbwachs (1956), lembrar não é reviver, mas refazer, reconstruir, repensar, com imagens e ideias de hoje, as experiências do passado. Portanto, a memória não é sonho, mas sim trabalho. Nessa perspectiva, a lembrança é uma imagem construída, pertencente a um conjunto de representações que povoam a consciência atual do sujeito, pois sua percepção sempre se altera e, com ela, suas ideias e seus juízos de valor. Por esse motivo, compreende-se que a memória Tentehar-Guajajara apreendida não é exatamente a mesma vivenciada no passado longínquo.

REFERÊNCIAS

BOSI, E. Memória e sociedade: lembranças de velhos. 16. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

FREIRE, J. R. B. A canoa do tempo: tradição oral e memória indígena. In: SALOMÃO, J. (Org.). América: descoberta ou invenção. Rio de Janeiro: Imago, 1992.

GOMES, M. P. O índio na história: o povo Tenetehara em busca da liberdade. Petrópolis: Vozes, 2002.

HALBWACHS, M. La mémoire collective. Paris: PUF, 1956.

MEIHY, J. C. S. B. Manual de história oral. São Paulo: Loyola, 1996.

MIRANDA, E. de. Sistemas naturais e humanos. In: MIRANDA, E. de; MEIRELLES FILHO, J. Rios do Brasil: história & cultura. São Paulo: Metalivros, 2016.

MOI, F. P. Os trabalhos de campo: métodos e técnicas de pesquisa. In: MOI, F. P. Os Xerente: um enfoque etnoarqueológico. São Paulo; Porto Seguro: Annablume; ACERVO, 2007.

MOTA, L. T. Etno-história: uma metodologia para abordagem transdisciplinar da história de povos indígenas. Patrimônio e Memória, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 5-16, jul./dez. 2014.

MUNDURUKU, D. O caráter educativo do movimento indígena brasileiro (1970-1990). São Paulo: Paulinas, 2012.

SILVA, W. dos S.; CUSTÓDIO, M. A. C. Notas sobre a presença de professores indígenas no Curso de Pedagogia da UFMA/PROFEBPAR (Grajáú - Maranhão). In: II ENCONTRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO DA REGIÃO TOCANTINA, 2017, Imperatriz. Anais... São Luís: EDUFMA, 2017. p. 78-87.

VERENA, A. História oral: a experiência do CPDOC. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1990.

ZANNONI, C. Manipulação do conflito pelos Tenetehara do Maranhão. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Programa de Pós Graduação em Sociologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Araraquara, 1998.



CAPÍTULO 7

DICIONÁRIO DO PATRIMÔNIO IMATERIAL DO CODÓ: UMA PESQUISA SOBRE A CULTURA LOCAL

Liliane Faria Corrêa Pinto

Doutora em História, Política e Bens Culturais pelo CPDOC/FGV, Mestra em História Econômica pela USP. Professora adjunta do Curso de Licenciatura em Ciências Humanas/História, do Campus VII, UFMA/Codó.

RESUMO

O artigo trata da elaboração do Dicionário do Patrimônio Imaterial do Codó e dos processos de pesquisa para a escolha dos bens que foram identificados em verbetes. Foi elaborado um pequeno histórico das legislações de patrimônio no Brasil, Maranhão e Codó. O bens inventariados e analisados foram dispostos em categorias. As discussões das matrizes de origem desse acervo imaterial remontam às heranças indígenas, africanas e portuguesas, indicando a importância dessas influências na formação da cultura codoense.

Palavras-chaves: Patrimônio Imaterial. Codó. Herança Cultural.

1 INTRODUÇÃO

O projeto Dicionário do Patrimônio Imaterial do Codó lançou olhares para aspectos da cultura codoense que não eram ressaltadas em trabalhos acadêmicos ou de órgãos protetores do patrimônio cultural. Há uma bibliografia acerca das manifestações culturais, especialmente religiosas de Codó, mas não havia um levantamento detalhado dos bens culturais que permeiam o cotidiano dos codoenses. Em vista do elevado número de terreiros de celebrações de matriz africana, o IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) fez um levantamento a partir do INRC (Inventário Nacional das Referências Culturais) sobre esse acervo, mas não amplia a pesquisa para os bens imateriais habituais de Codó porque o INRC, em sua primeira varredura, como foi o trabalho elaborado, tem um caráter mais amplo e que não avalia as minúcias culturais.

Em Codó, o patrimônio imaterial reflete a riqueza histórica e cultural do município e do povo, demonstrando a diversidade e a memória local, além de trazer ao codoense o sentimento de pertencimento e proporcionar a vivência da cidadania a partir da cultura. A identificação dos cidadãos codoenses com seu patrimônio e o (re)conhecimento acerca da história e dos processos informativos próprios desses bens se tornam fundamentais para que se crie um vínculo entre as pessoas e o espaço por elas ocupado. Na medida em que a identidade da população com o patrimônio imaterial que a cerca é promovida, maiores serão as possibilidades de mobilização e participação da sociedade civil na preservação e fruição desse patrimônio.

Assim, essa pesquisa e esse levantamento elaboraram um compêndio desse acervo imaterial codoense por meio de um dicionário, proporcionando a descentralização, difusão e distribuição do conhecimento e da informação acerca dos bens culturais imateriais codoenses. Esse dicionário prioriza e valoriza a diversidade, a produção simbólica das comunidades codoenses e universaliza o acesso aos bens culturais imateriais municipais. O Dicionário do Patrimônio Imaterial do Codó propõe, assim, levantar e descrever esse patrimônio, abrindo espaço para novas pesquisas que possam aprofundar na compreensão desses bens.

2 A LEGISLAÇÃO DO PATRIMÔNIO IMATERIAL

O patrimônio imaterial foi alvo de discussões entre estudiosos do tema desde os anos de 1930, ganhou mais força nos anos de 1970 com a elaboração do conceito de *referência cultural* e apenas com a Constituição Brasileira de 1988 passou a ser protegido por lei. No artigo 215, ficou estipulado como dever do Estado proteger, valorizar e difundir as manifestações culturais e, no artigo seguinte, ficou definido o conceito legal para o patrimônio cultural, bem como instituído o registro do patrimônio imaterial:

Art. 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

I - as formas de expressão;

II - os modos de criar, fazer e viver;

III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

§ 1º O Poder Público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação. (BRASIL, 1988)

Após a promulgação da constituição cidadã, a primeira legislação nacional que regulamentou o tratamento dado ao patrimônio cultural imaterial brasileiro data do ano 2000, a partir do Decreto nº 3.551, de 04 de agosto 2000. O texto legal instituiu o registro e a salvaguarda do patrimônio imaterial previstos na Constituição, abrindo a possibilidade de execução da determinação constitucional. Ficou a cargo do IPHAN a realização desses processos e o acompanhamento da proteção e manutenção desses bens por meio de diretrizes criadas pela Comissão e Grupo de Trabalho Patrimônio Imaterial, em 2006:

“Para a política de salvaguarda do patrimônio imaterial, preservar o patrimônio cultural brasileiro significa fortalecer e dar visibilidade às referências culturais dos grupos sociais em sua heterogeneidade e complexidade. Significa promover a apropriação simbólica e o uso sustentável dos recursos patrimoniais para a sua preservação e para o desenvolvimento econômico, social e cultural do país. Significa também compartilhar as responsabilidades e deveres dessa preservação e promover o acesso de todos aos direitos e benefícios que ela gera.” (IPHAN, 2006, p. 9)

Desde antes da definição dessas diretrizes, o IPHAN registrou e inventariou bens culturais imateriais em todas as regiões do país. De 2002 a 2013, foram dez registros na categoria formas de expressão, nove na dos saberes, sete nas celebrações e dois nos lugares. Na região norte, foram contabilizados 14,2% dos registros, no nordeste, 35,7%, no sudeste, 25%, no

centro oeste, 7,1% e na confluência das regiões sul/sudeste foram 3,5% e no centro oeste/norte, 7,1%. Não há bens registrados em todos os estados, mas todas as regiões foram contempladas. A política de proteção ao patrimônio imaterial não se restringiu aos registros, houve também inventários de referências culturais que não levaram a dossiês de registro, ou melhor, não foram inscritos no Livro dos Registros, mas foram cadastrados para futuras pesquisas.

A política de salvaguarda do patrimônio imaterial, para ser colocada em prática, precisava identificar esse acervo cultural em todo o território nacional. Assim, o IPHAN desenvolveu inúmeros levantamentos da imaterialidade da cultura brasileira. Entre esses trabalhos nas diversas regiões do país, o IPHAN desenvolveu, no ano de 2016, o “Mapeamento Cultural nos municípios de Codó, Santo Antônio dos Lopes, Capinzal do Norte e Dom Pedro no Maranhão”. Nesse inventário, foram cadastrados alguns bens culturais de Codó, utilizando como sistema de análise o SICG (Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão) e o INRC (Inventário Nacional das Referências Culturais). Depois dessa análise preliminar da região, o órgão não deu continuidade ao levantamento porque o patrimônio cultural de Codó tem um caráter local, o que distância das atribuições do IPHAN.

A legislação acerca do patrimônio cultural no Maranhão data de 2005, quando a Lei nº 8319/2005 previa, como responsabilidade do Conselho Estadual de Cultura, a “elaboração, emissão e divulgação da Lista dos Bens Tombados pelo Patrimônio Histórico-Arquitetônico e Urbanístico do Estado do Maranhão” (MARANHÃO, 2005). Era uma legislação referente apenas ao patrimônio material, já que regulamentava os bens tombados. Em 2008, ela foi revista pela Lei nº 8912/2008 que criava o SEGIC (Sistema de Gestão e de Incentivo à Cultura do Estado do Maranhão) e estabelecia entre seus objetivos “apoiar ações de manutenção, conservação, ampliação, produção e recuperação do Patrimônio Cultural Material e Imaterial do Estado” (MARANHÃO, 2008). Nessa lei, o patrimônio imaterial passa a ser contemplado pelas políticas públicas relativas ao patrimônio cultural, o que auxilia na elaboração de

legislações municipais e na atuação do Estado e dos Municípios nessa proteção ao acervo imaterial.

Em Codó, o Plano Diretor do Município, aprovado pela Lei nº 1.449, de 14 de dezembro de 2007, estabeleceu em seu artigo 3º:

Art. 3º. São objetivos gerais da política territorial: XV _ contribuir para a construção e difusão da memória e identidade, por intermédio da proteção do Patrimônio Histórico, Arquitetônicos, Culturais, Paisagísticos, Arqueológicos e Documentais de Codó, utilizando-o como meio de desenvolvimento sustentável.

Na subseção de promoção da igualdade étnico-racial, estabelece em seu artigo 33 que devem ser feitas “parcerias para levantamento histórico-geográfico do território, imaginário, contos e lendas da população tradicional, colocar em inventário público do patrimônio codoense” (CODÓ, 2007). O patrimônio imaterial é mencionado de forma diluída no Plano Diretor. Há diretrizes de preservação, mas elas são específicas para os sabores e saberes dos grupos étnicos, os ofícios, como o artesanato e para a cultura afro-brasileira, além de ser tratado, no caso das categorias das celebrações e formas de expressão, como folclore brasileiro. Há uma preocupação em cadastrar essas manifestações chamadas de folclóricas, mas não temos notícia de que isso tenha sido desenvolvido pelo município.

A legislação nacional para o patrimônio cultural é ampla, mas não atinge os bens culturais codoenses, o mesmo acontece com a legislação estadual que também não se volta ao patrimônio local. Nesse sentido, as políticas públicas de salvaguarda desse acervo devem vir do executivo municipal. Diante disso, a Prefeitura Municipal de Codó auxilia nos festejos juninos e no carnaval, valorizando em parte as formas de expressão da comunidade codoense.

3 PATRIMÔNIO CULTURAL IMATERIAL CODOENSE

A pesquisa para a elaboração do Dicionário do Patrimônio Imaterial do Codó lidou com o acervo imaterial codoense levando em consideração

as categorias predefinidas pelo IPHAN: lugares, ofícios e saberes, formas de expressão e celebrações. Cada verbete do dicionário recebeu, no mínimo, uma classificação. Foram elencados trinta e um bens que se dividem em treze na categoria de ofícios e saberes, quatro na de formas de expressão, seis em lugares e oito entre as celebrações. O trabalho de campo foi realizado com os moradores da cidade a partir de entrevistas, visitas e participações nas festividades. A equipe do projeto participou de diversas dessas atividades, aprendendo os ofícios, participando das danças e das celebrações e frequentando os lugares selecionados como patrimônio.

3.1 OFÍCIOS E SABERES

Entre os bens imateriais considerados “Ofícios e Saberes” foram destacados: o abano, o quibano ou balaio, a caça, o carvão, a taipa, as lavadeiras, as quebradeiras de coco, os rezadores, o azeite de coco, o cariru ou caruru, o cuxá, a farinha de puba e o xibeu. Desses, são considerados modos de fazer ou um saber o abano, o quibano ou balaio, a caça, o carvão, a taipa. Os ofícios são as lavadeiras, as quebradeiras de coco e os rezadores ou rezadoras. O patrimônio alimentar foi composto pelo azeite de coco, cariru ou caruru, cuxá, farinha de puba e o xibeu.

3.1.1 O ABANO E O QUIBANO

O abano e o quibano ou balaio são técnicas de origem indígena que foram incorporadas às tradições codoenses, especialmente, na zona rural. Esse artesanato proporciona a elaboração de objetos de uso cotidiano na roça e nas casas. O primeiro é feito com a palha do babaçu e o segundo com taboca seca, espécimes nativas do Brasil. Messias Cavalcante sugere que as técnicas de trançar fibras são mais antigas que as cerâmicas, datando, assim, de 4.000 a.C. e estavam presentes em todas as culturas americanas do território brasileiro (CAVALCANTE, 2014). Os dois utensílios identificados entre as tradições de Codó são feitos, em geral,

pelos homens e as técnicas empregadas demandam o trançados e a amarrações das fibras. É preciso dar arremates firmes e fortes nas palhas para que seja composta uma espécie de tecido rígido com essas folhas e isso garanta a utilização dos objetos. O abano é usado para manter o fogo nas fogueiras e no preparo do carvão de coco e o quibano é utilizado para transportar grãos ou qualquer outro produto. Esses dois bens culturais codoenses são uma herança da cultura material indígena, muito presente na região, porém esquecida e silenciada pela ocupação luso-brasileira.

Os portugueses chegaram a Codó no início do século XVIII e tiveram grandes confrontos com os grupos que viviam às margens do rio Itapecuru e Codozinho. Eram guaranés ou guaranés, barbados e urubus. Viviam nas proximidades de onde hoje está Codó, Timbiras e Aldeias Altas. A principal história da presença desses indígenas está na narrativa de Malagrida, um jesuíta que esteve no Maranhão nas primeiras décadas do século XVIII. Seu texto conta que o padre João Villar fazia parte de uma comitiva de catequizadores que subiu o rio Itapecuru da ilha de São Luís até a região de Codó. Nesse local, eles foram emboscados pelos índios que haviam combinado entre eles o ataque ao grupo de religiosos colonizadores. Eles foram mortos, porém quando uma nova comitiva chegou, encontraram o corpo do padre João Villar, que foi golpeado na cabeça, sem ter se decomposto e sem ter sido atacado pelos animais. Malagrida descreve o sacerdote como um homem santo, mártir da catequese dos gentios e símbolo da fé cristã católica (MURY, 1875). Os jesuítas foram expulsos do Brasil anos mais tarde e a narrativa do confronto entre a comitiva e os índios tornou-se esquecida. Outros luso-brasileiros chegaram à região, ainda no século XVIII, e constituíram fazendas às margens do rio Itapecuru. Para manterem suas propriedades, foi preciso travar embates com os indígenas e, ao mesmo tempo, conviver com sua presença. Nesses confrontos e nesse afã de colonizar as terras férteis do Itapecuru, os portugueses e luso-brasileiros incorporaram as técnicas e costumes indígenas. Carlos Dória, quando analisa a formação da culinária brasileira, afirma que havia maior influência indígena na cultura nos primeiros séculos da colonização (DÓRIA, 2014) e, partindo desse argumento, podemos compreender de onde vêm as técnicas ainda

utilizadas entre os codoenses, do contato entre os luso-brasileiros colonizadores e os grupos indígenas que aqui viviam.

3.1.2 A CAÇA, O CARVÃO E A TAIPA

Os saberes e ofícios associados à caça, ao preparo do carvão e à construção de taipa são instrumentalizações das diversas influências que compuseram e compõem a cultura codoense.

A caça é comumente vivenciada em Codó, mesmo com a sua proibição pelos órgãos de proteção ao meio ambiente. Na região, eram caçados animais de pequeno porte e a carne é preparada sempre cozida no leite de coco, mas sua forma de limpar é diferente em cada animal e isso também constitui um saber, porém esse conhecimento é mais restrito às mulheres que não participam do processo da caça. Durante as entrevistas, mantivemos o anonimato desses caçadores ou ex-caçadores que descreveram técnicas de preparo de armadilhas e de emboscadas dos animais. A caça tem um caráter de diversão para os que moram nas cidades, mas para os habitantes da zona rural ela é um complemento alimentar para as famílias. É importante ressaltar que tanto os povos indígenas, como os negros e europeus que aqui chegaram, dispunham de saberes associados à caça e a formação desse saber nas terras codoenses é uma fusão dessas práticas.

Da mesma forma, a prática de preparo do carvão que abastece as cozinhas com fogão à lenha ou as fogueiras de quintal que preparam o azeite de coco, dentre outros produtos, são técnicas milenares e presentes em quase todas as culturas. Em Codó, são usados para fazer carvão o coco babaçu inteiro ou apenas a casca e a madeira seca. A técnica é semelhante a algumas tecnologias indígenas de preparo do carvão para a queima das cerâmicas (FONSECA, 2015). São abertos buracos no chão e queimadas as madeiras ou cocos para a elaboração do carvão. Provavelmente, essas mesmas tecnologias eram usadas na África e incorporadas às práticas luso-brasileiras, constituindo, assim, um saber codoense.

Já a construção de taipa é uma prática comum na África, Oriente Médio e Europa. As casas dos camponeses europeus na Idade Média e Idade Moderna eram em estilo enxaimel, com o alicerce de pedra, vigas laterais e transversais em madeira grossa e o preenchimento de barro. No Oriente Médio e na África, era comum a construção com barro, utilizando tijolos de argila e agregando-os com uma camada de terra com algum material mais aderente. Nessas edificações era comum o uso de uma cobertura de barro sobre a parede para que a alvenaria ficasse lisa e apresentasse uma aparência uniforme. Essas técnicas se assemelham ao pau a pique, à taipa de pilão e à taipa de mão, mas cada uma apresentava suas próprias características. Em Codó, assim como em outras partes do Nordeste, identificamos edificações em arquitetura vernacular com a técnica da taipa de mão, provavelmente, uma derivação das taipas de pilão que usa duas folhas de madeira largas para preparar a largura da parede e socar com o pilão o barro. Porém, como a região do Cocais apresenta muitas palmeiras e poucas árvores grandes para se retirar a madeira, a técnica foi adaptada para o processo da taipa de mão. Nesse sentido, o ofício e o saber associado à construção em terra em Codó é uma confluência de técnicas e aproveitamento dos recursos locais.

3.1.3 OS OFÍCIOS DAS LAVADEIRAS, QUEBRADEIRAS DE COCO, REZADORES.

Entre os três ofícios identificados, as lavadeiras são uma função que não é mais exercida como era em meados do século XX. Os rios que abrigavam essas mulheres e onde elas lavavam as roupas de suas clientes estão poluídos com esgoto doméstico que escorre pelas ruas em direção aos leitos. A descrição de uma atividade extinta e cujas práticas eram exclusivamente femininas foi um exercício de nostalgia, já que as antigas lavadeiras deixaram a atividade de lado quando foram trabalhar na fábrica de algodão ou os rios não proporcionavam mais condições de trabalho. A água encanada em algumas casas transferiu o ofício do espaço público para o privado e desconstruiu o ofício.

Já as quebradeiras de coco ainda coexistem com o crescente desmatamento das matas de cocais e se perpetuam na atividade. Elas



criaram associações e cooperativas para se protegerem e garantirem sua sobrevivência. Seus produtos associados são o azeite de coco, o sabão de coco, a extração da castanha, da larva e muitas outras receitas com o mesocarpo do coco. A extração da larva do coco era uma comum entre os índios Parakanã, do Pará, e era consumida frita em sua própria gordura. Em Rondônia, as mulheres Surui quebravam o coco babaçu colocando-os sobre uma pedra e golpeando-os com outra para extrair a larva. Os Timbira socavam os cocos com as larvas e utilizavam a pasta que se formava para hidratar os cabelos (CAVALCANTE, 2014). As técnicas empregadas pelas quebradeiras são uma adaptação dos processos empreendidos pelos indígenas do bioma. O ofício das quebradeiras de coco é um dos bens culturais maranhenses que mereciam o registro pelos órgãos federais de proteção ao patrimônio, porém ainda não foi desenvolvido.

Os rezadores e rezadoras são indivíduos que rezam os mortos após a morte, denominada visita das almas. Essa oração costuma ser realizada pelo menos sete dias após a morte e tem o intuito de fazer cessar o sofrimento das famílias e do falecido. As visitas são celebradas nos cemitérios com ladainhas, terços e orações entoadas. Alguns utilizam um tambor para dar o ritmo da cantoria sagrada.

3.1.4 O PATRIMÔNIO ALIMENTAR

O patrimônio alimentar é um dos eixos mais importantes da cultura. Em Codó, são muitos patrimônios alimentares que constituem a cultura codoense, mas elencamos os mais relevantes no cotidiano da localidade, entre eles, o azeite de coco, o cariru ou caruru, o cuxá, a farinha de puba e o xibeu. Para Montanari:

Comida é cultura quando preparada, porque, uma vez adquiridos os produtos-base da sua alimentação, o homem os transforma mediante o uso do fogo e de uma elaborada tecnologia que se exprime nas práticas da cozinha. Comida é cultura quando consumida, porque o homem, embora podendo comer de tudo, ou talvez justamente por isso, na verdade não come qualquer coisa, mas escolhe a própria comida, com critérios ligados tanto às dimensões econômicas e nutricionais do gesto quanto aos valores

simbólicos de que a própria comida se reveste. Por meio de tais recursos, a comida se apresenta como elemento decisivo da identidade humana e como um dos mais eficazes instrumentos para comunicá-la. (MONTANARI, 2013, p. 16)

A identidade codoense é ressaltada na presença dessas iguarias que compõem o cotidiano dos habitantes do município. O azeite de coco é utilizado para refogar os alimentos e seu sabor aparece ao fundo dos pratos servidos na cidade. O arroz refogado com o azeite de coco é muito apreciado pelo paladar codoense. O coco babaçu é uma planta nativa da flora brasileira e a prática da extração do azeite é indígena porque as técnicas portuguesas de preparo do azeite de oliva são compostas por moagem e centrifugação da azeitona. No caso do babaçu, é preciso esquentar as castanhas em fogo alto e constante para a retirada do óleo.

O cariru ou caruru em Codó é o nome dado a uma composição de três legumes, quiabo, abóbora e maxixe, diferente da mistura de folhas que tem o mesmo nome e era consumida pelos indígenas (CAVALCANTE, 2014). O cariru é uma tradição alimentar servida na Semana Santa. Os seus ingredientes são de origem africana, com exceção da abóbora que é originária das Américas. O preparado de legumes é característico do Brasil e, em especial, de Codó, indicando a fusão de elementos locais com os exteriores.

Outro bem elencado e importante para a culinária codoense é o cuxá. Preparado com a folha da *Hibiscus sabdariffa*, uma planta de origem africana, do Oriente Médio ou da Índia, o quiabo, cebola, cheiro verde, tomate, pimentão verde, pimenta de cheiro e sal, é um molho de cor verde usado para se comer puro ou acompanhando carnes e arroz. Câmara Cascudo descreve uma receita denominada “Molho de Nagô”, muito semelhante ao modo de preparo do cuxá codoense, com a exceção de que seu sabor, pela presença do jiló, provavelmente tem um aspecto amargo. Esse molho é composto pela mistura do quiabo, jiló, caldo de limão, pimenta ralada e sal. Em alguns casos, apresenta o camarão seco, muito comum no arroz de cuxá ludovicense (CASCUDO, 2014). Walter Hawthorn menciona a pesquisa de Matthias Assunção que cita um prato feito com o cuxá na Guiné que é muito apreciado pelo seu sabor ácido e que também se aproxima do cuxá codoense (HAWTHORN, 2010).

A farinha de puba é a farinha de mandioca preparada nas casas de farinha da zona rural de Codó. A técnica é indígena e foi incorporada à cultura brasileira, sendo preparada e consumida em todo o território nacional. Em Codó, as diversas casas de farinha do município abastecem o mercado local e os codoenses são produtores e consumidores da farinha. Ela é consumida juntamente com uma salada de cheiro verde, tomate e cebola picados, água e a pimenta, de preferência malagueta. A mistura de farinha de puba com essa mistura é o xibeu, iguaria típica da região que deve ser servida em conjunto, na mesma vasilha. A prática da comida em conjunto é também uma herança das matrizes africanas e indígenas, já que portugueses apreciavam a mesa, mas os pratos eram separados.

3.2 FORMAS DE EXPRESSÃO

Entre as formas de expressão, encontramos a Banda, o Bumba Meu Boi, o Pardinha e a Quadrilha. Esta última é uma revisão brasileira das danças de salão europeias e são vivenciadas nos festejos juninos. A banda também faz referência aos costumes europeus e, apesar de no Brasil ter adquirido uma característica popular que remete à dívida de Mauss (2003) num processo competitivo com outras bandas, a tradição tem origem na cultura colonizadora. Já o Pardinha e o Bumba Meu Boi são manifestações de caráter miscigenado, mas exclusivamente brasileiras. O Boi do Maranhão foi inventariado pelo IPHAN com a denominação “INRC do Complexo do Bumba Meu Boi no Maranhão” por se tratar de um bem diversificado e cuja simbologia remete à presença europeia/portuguesa, indígena e africana e às relações de poder estabelecidas entre elas no processo colonizador brasileiro. E, por fim, o Pardinha, com seu memorial e sua fé associada é uma expressão do catolicismo popular que confere santidade a um indigente andarilho que faleceu no mato. O Pardinha representa a força do povo codoense na solução dos seus problemas diante das dificuldades. O processo de formação dessa expressão se assemelha aos dos santos, porém com a diferença de que só após a morte o sagrado pode se manifestar a partir daquela existência. Nesse sentido, o Pardinha como um bem cultural imaterial tem características muito

brasileiras, apesar de ser uma expressão do catolicismo cuja herança é europeia.

3.3 LUGARES

Os lugares são espaços físicos que tem significado para uma determinada comunidade que extrapola o ambiente e agrega valores culturais. Para o IPHAN,

Os Lugares são aqueles que possuem sentido cultural diferenciado para a população local, onde são realizadas práticas e atividades de naturezas variadas, tanto cotidianas quanto excepcionais, tanto vernáculas quanto oficiais. Podem ser conceituados como lugares focais da vida social de uma localidade, cujos atributos são reconhecidos e tematizados em representações simbólicas e narrativas, participando da construção dos sentidos de pertencimento, memória e identidade dos grupos sociais. (IPHAN, 2018)

Nesse sentido, em Codó identificamos como lugares de cunho cultural os cemitérios da cidade onde são realizados os festejos de finados, as visitas das almas, os enterros e em que há uma simbologia da morte agregada, um dos aspectos mais profundos das culturas humanas.

O rio Itapecuru também é uma referência espacial e cultural da cidade porque, além de prover a água para a região, foi por meio dele que os colonizadores chegaram a Codó. O marco fundador da cidade, a Igreja Matriz de Santa Rita e Santa Filomena, fica em suas margens e todo o processo de constituição de Codó gira em torno de veio d'água. Hoje, cidade está dos seus dois lados e ele ainda impacta a vida do codoense cotidianamente por se estender majestosamente no meio da cidade criada em torno dele e pelos riscos de suas águas nos tempos das chuvas avançarem para além do seu leito e tomarem as casas. O rio é uma referência codoense e o conjunto paisagístico do rio Itapecuru é um patrimônio cultural imaterial cuja identidade se constituiu e constitui desde antes da colonização.

O Mercado de Codó é um lugar cultural identificado para compor o dicionário por agregar a diversidade codoense por meio dos produtos



vendidos em suas bancas. Os feirantes trazem ou compram seus itens de venda no interior e eles expressam o gosto e as práticas culturais locais. Para além de um espaço cívico, é também um espaço social e cultural. Já as praças Praça da Prefeitura e Praça da Igreja de São Sebastião, e a estação são espaços cívicos que compõem a cidade como instituição e remontam ao sentido do espaço público na política. A estação já foi mais representativa por ter recebido passageiros, mas hoje compõe o cenário da civilidade e do desenvolvimento econômico do município. As praças são os lugares de celebrações e festividades de todos os tipos, religiosos, cívicos, lúdicos, etc., e permeiam o imaginário codoense como lugares de recreação. São espaços públicos onde se manifestam o sentimento de pertencimento da população de Codó para com sua cidade e sua identificação com o lugar e a cultura.

3.4 CELEBRAÇÕES

As celebrações em Codó são inúmeras. É uma população com uma enorme fé que se manifesta em diversas religiões e crenças. Durante o trabalho, identificamos os festejos tradicionais católicos de devoção aos santos como São Francisco, São Sebastião, São Raimundo, Santa Rita e Santa Filomena, Santa Bárbara e Santo Antônio, além das festas de Reis, manifestada no reisado. Porém, alguns desses festejos, mesmo que tratem de santos católicos, são festas realizadas pelos terreiros e tendas da cidade, indicando uma devoção híbrida nos encantados e nos santos. Essa é uma característica codoense muito relevante para os bens imateriais locais na categoria das celebrações. A presença negra e indígena na região se mesclou na fé com a imposição portuguesa e constituiu um conjunto muito específico na cultura codoense que envolve as três matrizes, mas se estabelece uma simbologia sagrada própria. As festas da Igreja Católica e as do Terecô e Umbanda tem características semelhantes como alvoradas com fogos, procissões e orações aos santos, porém os ritos seguem padrões diferentes e nos festejos populares das religiões de matriz africana há batuques, danças cíclicas e incorporações de encantados. As celebrações em Codó são também uma representação da mistura étnica

que constituiu a cidade e que refletem as disputas de poder envolvidas nesse processo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Dicionário do Patrimônio Imaterial do Codó foi uma pesquisa que possibilitou conhecer as diversas tradições culturais formadoras da cidade e as dinâmicas de poder associadas ao processo de colonização e como isso se exprime nas manifestações culturais. Para além da discussão do poder, a fé, a sobrevivência e a adaptação dos povos aos contatos culturais construíram o que podemos denominar de patrimônio cultural imaterial codoense. Manifestados nas quatro categorias constituídas pelo IPHAN, esses bens servem de norteamento para se compreender as matrizes que constituem a cultura codoense, possibilitam conhecer melhor a história local e garantem o sentimento de pertencimento e identidade do povo codoense para com seus espaços e tradições.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, Messias S. Comida dos nativos do Novo Mundo. Barueri-SP: Sã, 2014.

CASCUDO, Luís da Câmara Cascudo. Antologia da alimentação no Brasil. 1ª edição digital. São Paulo: Edições Globo, 2014.

CHEVALIER, Jean. Diccionario de los Símbolos. Barcelona: Editorial Herder, 1986.

DÓRIA, Carlos Alberto. Formação da culinária brasileira: escritos sobre a cozinha inzoneira. São Paulo: Três Estrelas, 2014.

FONSECA, Jidean Raphael. O conhecimento dos sábios sobre a cerâmica na terra indígena Xokleng/Laklãnõ. 2015. 46 p. Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título em Licenciatura Intercultural Indígena do Sul da Mata Atlântica na Universidade Federal de Santa Catarina, sob a orientação da Profa. Dra. Juliana Salles Machado – UFSC, Florianópolis-SC, 2015.

HAWTHORN, Walter. From Africa to Brazil: Culture, Identity, and an Atlantic Slave Trade, 1600-1830. New York: Cambridge University Press, 2010.

IPHAN. Patrimônio Imaterial: O Registro do Patrimônio Imaterial: Dossiê final das atividades da Comissão e do Grupo de Trabalho Patrimônio Imaterial. Brasília: Ministério da Cultura / Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 4. ed, 2006. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/PatImaDiv_ORegistroPatrimoniolmaterial_1Edicao_m.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

_____. Livros de registro. Disponível em <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/122>> . Acesso em 20 nov. 2018.

MARANHÃO. Lei estadual nº 8.319 de 12 de dezembro de 2005. Disponível em <<http://www.stc.ma.gov.br/legisla-documento/?id=1728>>. Acesso em: 25 out. 2018.

MARANHÃO. Lei estadual nº 8912 de 23 de dezembro de 2008. Disponível em < <http://www.stc.ma.gov.br/legisla-documento/?id=2559>>. Acesso em: 25 out. 2018.

MAUSS, Marcel. Ensaio sobre a dádiva. In.: Sociologia e antropologia. São Paulo: Cosac Naify, 2003

MONTANARI, Massimo. Comida como cultura. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.

MURY, Pe. Paul. História de Gabriel Malagrida da Companhia de Jesus: apóstolo do Brasil no século XVIII estrangulado e queimado no Largo do Rocio de Lisboa aos 24 de setembro de 1764. Lisboa: Livraria Editora de Mattos Moreira & C.^a, 1875.



CAPÍTULO 8

DIÁLOGOS: IMPRESSÕES, COMPREENSÃO E MEMÓRIA DO PATRIMÔNIO CULTURAL MATERIAL E IMATERIAL DAS CIDADES DE AXIXÁ, ICATU E MORROS, NO ESTADO DO MARANHÃO

Maria Dalva Marques e Marques

Professora do C. E. Estado do Acre (Axixá – MA – Brasil). Especialista em Metodologias Inovadoras Aplicadas à Educação.

RESUMO

Um povo sem registro é um povo sem memória. A importância da fixação material da informação em registro já é demonstrada no período ágrafo, em que homens na Pré-história já deixavam os vestígios de sua passagem no planeta nas pinturas rupestres, ainda hoje objeto de investigações nos diversos campos da Ciência. Preservar a memória é garantir ao homem resguardar as suas referências, saber de onde veio, a que veio e para onde possivelmente vai. As cidades de Axixá, Icatu e Morros, na região do Munim-Lençóis, possuem um vasto patrimônio constituído de sítios paisagísticos, arqueológicos além de edificações legadas desde o período colonial, resistentes ao tempo e às ações humanas, compondo, em conjunto, argumentos a favor dessa região tão carente de atenção por parte dos entes públicos, no que respeita à preservação desse legado e ao registro memorial dele. O projeto soma esforços a título de responder positivamente ao compromisso de todos com o patrimônio público, viabilizando esse compromisso pela mediação popular em favor do patrimônio cultural, por via de investigação, levantamento, mapeamento e análise dos componentes do conjunto patrimonial pertencente ao território em foco.

Palavras-chaves: Cultura; Resgate memorial; Registro.

1 INTRODUÇÃO

A cultura é a referência de um povo, através da qual o ser humano se identifica e as peculiaridades da sociedade a que ele pertence são

demarcadas. É pela cultura que se pode dialogar com o passado e com o presente, buscando respostas para a projeção do futuro.

Nas palavras de Reisewitz (2004), a cultura, “fruto da sociedade e que precisa ser percebida e internalizada como artefato da coletividade”, é atributo inerente ao ser humano: todo homem é produtor de cultura. Por ela a sociedade e seus componentes são identificados no tempo e no espaço. Ela é, portanto, um referente social, uma fonte essencial de informações que precisa ser alimentada, mantida e, por via do patrimônio cultural, acessível a tantos quantos precisem dela.

Um avanço expressivo para a política pública de cultura é o atual conceito de patrimônio cultural que redefiniu o do Decreto nº 25/1935, ampliado pela Constituição de 1988 (Art. 216). Nele, a Carta Magna incorpora a referência cultural e define quais bens (quer sejam de natureza material quer sejam de natureza imaterial) são passíveis de reconhecimento, sobretudo os de caráter imaterial”, conforme se pode comprovar com:

Enquanto o Decreto de 1937 estabelece como patrimônio “o conjunto de bens móveis e imóveis existentes no País e cuja conservação seja de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico”, o artigo 216 da Constituição conceitua patrimônio cultural como sendo os bens “de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira” (BRASIL, 1988).

Esse conjunto de bens de relevância evidente, haja vista se constituírem em fonte documental que testemunha a construção cultural na história de um povo, representando assim a memória do coletivo, dá conta das experiências do passado ao presente. Edificações arquitetônicas, monumentos, bem como sítios arqueológicos e paisagísticos e manifestações artísticas folclóricas constituem o acervo cultural, o patrimônio que deve ser preservado.

Nessa redefinição promovida pela Constituição estão as formas de expressão; os modos de criar, fazer e viver; as criações científicas, artísticas e tecnológicas; as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais; os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico. (IPHAN, 2014)

O patrimônio cultural configura o espaço onde é travado o diálogo entre gerações. Entretanto, esse espaço está hoje ameaçado por via de ações que o colocam em situação de vulnerabilidade e iminente risco de desaparecimento. Nos últimos anos, a preservação da memória é um tema que vem ganhando força nos diversos âmbitos de discussão social. Os registros de memória, na sua variedade e contextos, exigem maior atenção, em face do risco eminente de perda, ocasionada pelos diversos fatores a que estão expostos. Manter a memória, único meio de rever o passado na vivência do presente, é condição para que, entendendo o primeiro, sejam possíveis as projeções para este último. Diálogos: impressões, compreensão e memória é um regresso ao passado histórico da região do Munim, revisitação a elementos materiais e imateriais que pontilham este percurso, com a proposta de investigar e registrar, em documentário, aspectos socioculturais de municípios circunvizinhos que compartilham entre si eventos determinantes de um perfil cultural comum entre eles.

Figura 1. Mapa do território



Formatação: projeto Diálogos (2018)



2 METODOLOGIA

Inicialmente, como estratégia de desenvolvimento da pesquisa, foram constituídas equipes pesquisadoras por polo, levando-se em consideração o critério local de domicílio do(a) pesquisador(a), haja vista a escola ser regional, fato que determinou o território do levantamento. Para cada polo (Axixá, Morros e Icatu), foi determinado um professor coordenador e (ou coordenador juvenil (discente)). Foi feito estudo de material disponibilizado pelo Iphan sobre patrimonialização.

O trabalho propriamente dito inicia-se com o levantamento do referencial teórico relacionado ao objeto da pesquisa, dentro do período definido no cronograma, em fontes disponíveis no acervo escolar, em bibliografia impressa adquirida e, principalmente, nas fontes virtuais. Esse trabalho, na realidade, permeou todo o desenvolvimento do projeto e, dentre as fontes consultadas, é importante destacar: Ajurujuba (Iramir Araujo); Icatu, Terra de Guaxenduba (José Almeida); A Reconstrução da História de Axixá (Antônio Oliveira); Morros: História e Memória (Rogério Rocha).

Posteriormente, procedeu-se à pesquisa institucional cujo andamento foi comprometido, haja vista o período de início da vigência do projeto coincidir com a intensificação do calendário acadêmico, por conta do quarto período, a aproximação do fechamento do ano letivo e o recesso de final de ano. Nessa etapa, constatamos a escassez de dados relativos à cultura do território investigado, no que respeita ao banco de dados dos municípios (a cultura municipal de política peca pela falta de continuidade, o que resulta num círculo vicioso de estar sempre partindo do início).

Assim não foram encontrados cadastros de instituições culturais nas secretarias de cultura; nem mesmo a Lei de preservação do Patrimônio Cultural de Axixá (aprovada em 2012) foi encontrada. No que respeita ao IBGE e ao IPHAN, os arquivos se ressentem de atualização do banco de dados referente à região do Munim. A pesquisa de campo nas comunidades (Figura 2) iniciou-se tardiamente por conta das intempéries:

temporais intensos que deixaram as vias de acesso a essas comunidades em estado intrafegável, no período previsto para esse levantamento.

Figura 2. Saída para pesquisa de campo



Fonte: projeto Diálogos (2018)

3 RESULTADOS

O levantamento teórico do tema relacionado à pesquisa do projeto, por via de consulta bibliográfica, foi realizada pela equipe de pesquisadores em fontes diversas: virtuais, documentais, institucionais, aprofundou o embasamento da pesquisa e habilitou a equipe para ir a campo, levar a efeito a proposta do projeto, tendo em conta a formação de estudantes pesquisadores no âmbito do ensino médio e técnico da escola pública. O desenvolvimento da consciência crítica e socioambiental somou contribuição para a mudança de olhar na relação entre o homem e o meio em que vive. A participação da aluna Raily Gabrielle efetivou a inclusão de estudante com deficiência auditiva nos eventos acadêmicos da instituição de ensino público, de ensino médio e técnico.

A pesquisa de campo nas comunidades do território investigado permitiu a organização de dados em fichas, ampliando-se dessa maneira a fonte de pesquisa local disponível, acrescentada do documentário produzido, com pré-exibição no auditório do IEMA-Axixá, para a comunidade escolar e convidados.

Figura 3. Praia de Santa Maria - Icatu-MA



Fonte: projeto Diálogos (2018)

Para o desenvolvimento da pesquisa de campo, as aulas-passeio a sítios paisagísticos e arqueológicos, entrevistas com pessoas da comunidade, com registro em fotos, gravações de áudios e vídeos, foram de fundamental importância. Através do contato direto com o objeto pesquisado, foi possível processar a análise com maior propriedade de causa. A título de incluir o pesquisador no universo da tecnologia, ampliando assim o seu poder de ação e transformação positiva sobre seu meio, contou-se com a ferramenta digital (o computador, a filmadora, celulares com GPS, Google Maps, Google Earth) como principal aliada em atividades de leitura, na produção de gêneros textuais diversos; interpretação de textos orais e escritos, análise e organização dos dados

levantados em relatórios e outros gêneros textuais, de forma mais proficiente e em tempo hábil.

Pelo presente trabalho, foi possível perceber o impacto danoso que pode causar a falta de conhecimento da comunidade sobre a importância do seu patrimônio cultural, somando-se a isso a ausência de políticas públicas para a preservação desse patrimônio.

Efetivamente, dos acervos levantados, é visível o estado de abandono em que se encontra o patrimônio arquitetônico nos três municípios pesquisados, a exemplo das ruínas do forte de Guaxenduba (Icatu), inacessível pela vegetação e falta de preservação do caminho de acesso. Por desconhecimento, documentos históricos que datam do período colonial estão sendo saqueados, edificações estão sendo descaracterizadas para se enquadrarem nos padrões da arquitetura atual, num anseio de acompanhar o desenvolvimento e a modernidade; fatores que ameaçam a preservação desse patrimônio, sem que se atente para o fato de que qualquer processo de modernização deve estar pautado na sustentabilidade.

Figura 4. Ruínas do Munim – MA



Fonte: projeto Diálogos (2018)

Figura 5. Poço do Munim – Axixá- MA



Fonte: projeto Diálogos (2018)



Figura 6. Antiga saboaria Morros- MA



Fonte: projeto Diálogos (2018)

Figura 7. Ruínas do Icó – Icatu - MA



Fonte: Os Jesuítas na Capitania de Icatu
José Almeida (2015)

Algumas expressões do patrimônio imaterial, por sua vez, encontra-se na iminência de desaparecimento, por interesses mercantilistas que se sobrepõem ao valor cultural ou pelo desinteresse das novas gerações em perpetuar tradições de seus antepassados, quadro que põe em evidência a necessidade de intervenções urgentes. Entre as expressões ameaçadas, estão o Tambor de Crioula, o Péla e o Tambor de Mina. Essas manifestações podem estar prestes a ocupar espaço apenas nas lembranças do seu povo, da mesma forma como aconteceu como a Brincadeira do Urso (em Icatu), algumas expressões natalinas, as brincadeiras de salão (em toda a região do Munim), o fofão (que já não é visto nas festas carnavalescas do território pesquisado) e uma boa parte dos folguedos de infância.

Figura 8. Tambor de crioula



Fonte: revista É Nós na Cultura (2011)

CONCLUSÃO

A Constituição estabelece a parceria entre o poder público e as comunidades para a promoção e proteção do Patrimônio Cultural Brasileiro, no entanto mantém a gestão do patrimônio e da documentação relativa aos bens sob a responsabilidade da administração pública. Urge dar-se contas do compromisso de todos com o patrimônio público, viabilizando esse compromisso pela mediação popular em favor desse patrimônio, na investigação, análise dos elementos que compõem a identidade social, para promoção e proteção do acervo. Assim será sanado, no âmbito da região do Munim, um passivo social de décadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Disponível em:<http://planalto.gov.br/ccivil_03/lei/lei_9.394.html> Acesso em 22 de maio de 2017.

_____. Decreto nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Brasília, DF, Diário Oficial de 6 de dezembro de 1937. Disponível em: <[Planalto.gov.br/ccivil/Drcreto/25.html](http://planalto.gov.br/ccivil/Drcreto/25.html)> Acesso em 22 de maio de 2017. _____. Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em:< http://planalto.gov.br/ccivil_03/lei/lei_9.394.html> Acesso em 22 de maio de 2017.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (Iphan). Educação Patrimonial: Manual de aplicação; Programa Mais Educação. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br>> Acesso em maio de 2018.

PATRIMÔNIO CULTURAL BRASILEIRO. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br>> Acesso em 22 de maio de 2017.

REISEWITZ. Lúcia. Direito ambiental e patrimônio cultural: direito à preservação da memória, ação e identidade do povo brasileiro. Juarez de Oliveira Editora. 2004. 179 p.

IMAGENS ANEXAS



Pesquisa de campo - chegada à praia de Santa Maria de Guaxenduba



Entrevistando presidente da associação quilombola /Santa Maria - Icatu-MA



Entrevista na casa de farinha Munim-mirim Axixá - MA



Pesquisa de campo: Academia de Icatuense de Letras, Ciências e Artes

3

COOPERAÇÃO
INTERNACIONAL PARA O
DESENVOLVIMENTO DO
MARANHÃO

SEÇÃO 2



CAPÍTULO 9

DESENVOLVIMENTO DE UMA REDE DE SENSORES SEM FIO PARA AQUISIÇÃO E MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE SOLOS

Ewaldo Santana¹
Francisco P. R. S. Alves²
Rayanne M. C. Silveira³
Breno Batista⁴
Allyx Fontaine⁵
Thierry Desjardins⁶
Raimundo C. S. Freire⁷

¹ Doutorado em Engenharia Elétrica. LAPS/UEMA

² Mestrado em Engenharia Elétrica. PPGEE/UFMA

³ Mestre em Engenharia de Eletricidade. PPGEE/UFMA

⁴ Graduado em Engenharia da Computação. UEMA

⁵ Doutorado em Ciência da Computação. Universidade de Caiena

⁶ Doutorado em Doutorado Em Pedologia. IRD/França

⁷ Doutorado em Engenharia Elétrica. LIMC/UFMG

RESUMO

Levando em consideração que os solos são essenciais para a vida humana e que todo conhecimento que deles possa ser adquirido é de fundamental importância para as ciências dos solos, está-se desenvolvendo, no Laboratório de Aquisição e Processamento de Sinais (LAPS) da Universidade Estadual do Maranhão, uma Rede de Sensores sem Fio para aquisição e posterior tratamento de parâmetros dos solos. Este estudo faz parte do Projeto GUYAMAZON intitulado PROXYSOL - Aplicação de Proxys à Análise e Manejo do Solo, da Mudança de Uso da Terra e Interrelações com o Clima, apoiado pelo edital FAPEMA nº 39/2014 IRD GUYAMAZON .

Palavras-chaves: Rede de Sensores sem Fio. RSSF. Parâmetros dos Solos.

1 INTRODUÇÃO

Os solos são fundamentais para a vida humana, pois fornecem alimentos e outros diversos serviços ambientais reguladores dos ciclos

biogeoquímicos. As demandas futuras por produtos alimentares, fibras e biomassa para transformações industriais requerem o manejo e a gestão sustentável dos solos, com base na redução de insumos e na utilização de recursos e processos biológicos. Os solos são recursos naturais únicos, que podem ser utilizados de forma sustentável para a produção agrícola, pecuária ou florestal, assim como para inúmeras outras atividades humanas. Devido às pressões a que são submetidos, os solos sofrem processos de degradação mais ou menos rápidos. Usos e mudanças de uso são escolhas territoriais estratégicas e representam, portanto, um desafio coletivo para o desenvolvimento sustentável, quando o solo é devidamente levado em conta.

Dentro dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos solos, o sequestro de carbono, as suas consequências sobre o efeito estufa e as mudanças climáticas ganharam destaque nos últimos anos. Portanto faz-se necessário quantificar os reservatórios de matéria orgânica (carbono) nos solos e avaliar as consequências da mudança do uso do solo sobre a evolução desses compartimentos. A estreita relação entre o funcionamento do solo e o clima exigem um acompanhamento das variações deste. Para esse fim, no Laboratório de Aquisição e Processamento de Sinais (LAPS/UEMA), estão sendo desenvolvidas e aplicadas ferramentas e metodologias para o monitoramento de parâmetros do solo (temperatura, precipitação, umidade no ar e no solo, etc.) visando avaliar a variabilidade climática das áreas estudadas e a sua inter-relação com a dinâmica do solo, através da metodologia de Redes de Sensores sem Fio (RSSF).

Nos últimos anos, o uso de Redes de Sensores Sem Fios (RSSF) tem sido um tópico recorrente em diversas pesquisas descrevendo diferentes tipos de problemas em que essa tecnologia pode ser aplicada. As RSSF são redes de comunicação compostas por dispositivos que, através de um canal de radiofrequência, trocam informações (FALUDI, 2010). Essas redes são capazes de captar o estado físico de diferentes sensores e concentrar essas informações em um único ponto para a análise. O interesse científico contribui diretamente para o desenvolvimento de tecnologias comerciais

que podem ser utilizadas para a implementação dessas estruturas (Wheeler, 2007). Com o surgimento dessas tecnologias, a utilização das RSSF tem se tornando uma alternativa viável para solucionar diversos problemas que envolvem aquisição de dados. Nesse contexto, pode-se apontar a área de redes de sensores sem fios como um campo promissor, principalmente quando aplicado a aquisição de dados.

As RSSF são comumente utilizadas para realizar a aquisição de dados ambientais, inclusive, de forma remota, quando as áreas de interesse estão localizadas à distância ou, até mesmo, pela existência de risco para operadores humanos. Na agricultura de precisão, por exemplo, campo que tem investido no uso de tecnologias para obter informações que otimizem seu processo de produção, muitas vezes é imperativo receber as informações de uma área muito extensa ou de pequenas áreas distribuídas em uma região. Nessas condições é necessária a instalação de sensores específicos, distribuídos na forma e na configuração adequada, bem como a disponibilização de uma ferramenta para concentrar essas informações em um único ponto, de fácil acesso.

Após a concentração de dados, geralmente utiliza-se recursos de hardware para, de alguma forma, exportá-los para serem utilizados na geração de informação útil e na análise. Dentre os diversos recursos que podem ser utilizados para realizar a exportação dos dados obtidos por uma RSSF, aplicações web tem se mostrado como ferramentas promissoras e com a possibilidade de acompanhar a aquisição de dados em tempo real. Compostas por um banco de dados e uma interface gráfica, esta ferramenta facilita o acesso aos dados desejados, podendo ser acessada pela internet em um computador pessoal ou até mesmo num smartphone.

2 REDE DE SENSORES SEM FIOS

Uma RSSF consiste de um conjunto de dispositivos eletrônicos, denominados nós, que se comunicam via radiofrequência, na faixa de 2.4 - 2.5 GHz, faixa de frequência ISM (Industrial, Scientific and Medical), portanto, sem conexões através de fios. Possuem recursos para



interfaceamento com sensores, sendo também denominados de nós sensores. A comunicação, ponto-a-ponto, entre dois desses dispositivos já forma uma rede de sensores sem fios. Entretanto, numa aplicação prática pode ser necessária a troca de informações entre vários deles, o que exige a definição de regras para o fluxo da informação. A esse conjunto de regras é dado o nome de protocolo.

Os protocolos, também chamados de normas, são caracterizados pelas suas propriedades operacionais e apresentam vantagens e desvantagens comparativas (SILVA, 2016). Existem vários protocolos para uso em RSSF. Na escolha de um deles é avaliada a compatibilidade de suas propriedades, bem como suas vantagens para uma dada aplicação. O protocolo ZigBee, um aperfeiçoamento da norma IEEE 802.15.4, pode ser aplicado em redes com pequeno número de nós, mas permite que esse número seja de até 65.536 deles em uma única rede (SILVA, 2016). Uma das principais vantagens de uma rede ZigBee é a capacidade de auto-organização da rede, mesmo quando alguns de seus nós perdem a capacidade de comunicação com os demais. Destaca-se também pelo baixo custo de implantação, baixo consumo de energia em função de suas características operacionais que, embora com uma baixa taxa de transmissão de dados, facilita aplicações de aquisição remota de dados.

Os nós sensores que integram uma rede ZigBee operam nos modos de Recepção ou Transmissão de dados, Comando e Sleep. Recepção é o modo padrão de operação de um nó sensor. Nessa condição, ele recebe pacotes de dados em radiofrequência (RF) que podem ser para transmissão para outros nós da RSSF, seguindo uma rota estabelecida na criação da rede. Alternativamente, um pacote de dados recebido pode inclusive conter comandos de configuração para o próprio nó sensor. Quando a formatação do pacote de RF recebido indica informação de Comando, o nó sensor entra nesse modo operacional para reconhecimento, interpretação e efetivação do comando (DIGI, 2017). O pacote de comando segue um formato e sintaxe específico. Quando o nó sensor não está no modo Comando e nem transmitindo ou recebendo

dados, ele pode entrar no modo inativo, Sleep, com baixo consumo de energia, o que é relevante quando alimentado por bateria.

Do ponto de vista funcional e operacional, os nós de uma RSSF podem ser configurados como Coordenador, Roteados ou Dispositivo Final.

Coordenador: É um dispositivo eletrônico com recursos adequados à comunicação em radiofrequência e firmware de programação e configuração. Cada rede ZigBee possui um único dispositivo Coordenador que administra todas as funções que definem a rede, de modo a assegurar sua integridade e mantê-la ativada. Esse é o dispositivo que inicializa a rede, selecionando, dentro da faixa de frequência específica, um canal de rádio frequência com bom nível de sinal. Distribui endereços de rede aos demais nós sensores, definindo as possibilidades de roteamento dos dados e permitindo que eles permaneçam interligados. Monitora, constantemente, a comunicação entre eles. Devido a essas funções, o Coordenador não pode operar no modo de baixo consumo, sleep, e deve estar permanentemente alimentado.

Roteador: Deve ser um nó sensor com recursos semelhantes aos do Coordenador. Pode se juntar a uma rede existente, enviar, receber e encaminhar informações aos demais nós da rede. Atua como um mensageiro para comunicações entre outros nós da RSSF que estão muito distantes para se comunicarem, ou seja, faz o roteamento de dados. Devido a essa função, não pode operar no modo sleep e deve ter capacidade de armazenamento temporário de pacotes de dados destinados para os nós que funcionalmente podem estar operando no modo sleep. Como geradores de rotas para encaminhamento de dados, podem permitir que nós sensores se interliguem à rede através deles. Podem existir múltiplos roteadores numa mesma rede.

Dispositivo Final: Comparativamente, pode ser uma versão reduzida de um nó roteador. Este dispositivo pode se juntar a redes existentes, enviar e receber informações, mas não pode atuar como mensageiro entre outros dispositivos. Não pode permitir que outros dispositivos se associem à rede através dele. Além da possibilidade de ser

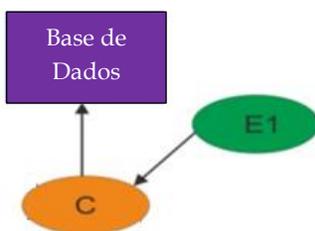


um hardware menos dispendioso, pode desligar-se intermitentemente, entrando temporariamente em um modo sleep, economizando energia e não se comunicando com os demais nós. Sendo assim, sempre precisa estar associado a um roteador ou ao coordenador, com os quais estabelece uma relação de dependência funcional. O coordenador ou roteador armazena as mensagens destinadas ao dispositivo final enquanto ele opera no modo sleep (Faludi,2010).

Uma rede ZigBee consiste de um Coordenador associado a qualquer outro tipo de nó sensor. Pode ter vários Dispositivos Finais e nenhum Roteador, assim como pode ter muitos Roteadores para servirem como repetidores de sinal e permitir a comunicação entre o Coordenador e alguns Dispositivos Finais fisicamente mais distantes. Os nós sensores se conectam, do ponto de vista lógico, de forma hierárquica, em várias configurações denominadas de topologia. As principais são: Estrela (Star), Árvore (Tree), Malha (Mesh).

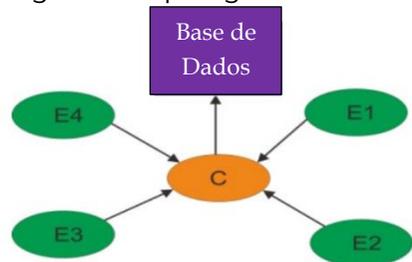
A topologia mais simples é a Ponto-a-Ponto em que a comunicação é apenas entre dois nós. Um nó deve ser o coordenador para que a rede possa ser formada. O outro nó pode ser configurado como um roteador ou um dispositivo final como mostrado na Figura 1, onde o módulo “Base Station” representa uma aplicação web para realizar a exportação dos dados obtidos por uma RSSF.

Figura 1. Topologia Ponto-a-Ponto



Fonte: Adaptado de Soijoyo (2017)

Figura 2. Topologia Estrela



Fonte: Adaptado de Soijoyo (2017)

Na topologia Estrela, um arranjo bastante simples, como mostrado na Figura 2, o rádio coordenador fica no centro da topologia em estrela e conecta-se a um círculo de dispositivos finais. Qualquer mensagem no sistema deve passar pelo nó coordenador, que as encaminha conforme necessário entre os dispositivos na rede. Os dispositivos finais não se comunicam, diretamente, entre si e apenas com o coordenador. A vantagem dessa topologia é a simplicidade de implementação e o fato de que os pacotes de dado entre origem e destino seguem, por no máximo, dois enlaces de comunicação. A desvantagem dessa topologia é a falta de caminhos alternativos, para os pacotes, entre fonte e destino, e que toda a comunicação passa, obrigatoriamente, pelo coordenador.

O modelo de topologia em Árvore consiste de um nó central ou nó raiz, que é o coordenador, e muitos roteadores e dispositivos finais. Os dispositivos finais podem estar associados tanto aos roteadores como ao coordenador e nunca a outro nó final. Cada nó final só pode se comunicar com o coordenador ou roteador a ele associado. A vantagem da topologia em árvore é a extensão da área de cobertura da rede pelos roteadores que podem ampliar o alcance entre os nós finais e o coordenador para roteamento dos pacotes de dados. Uma desvantagem da topologia em árvore é que, quando um roteador perde a comunicação, todos os nós a ele associados também ficam sem comunicação até se associarem a outro roteador ou ao coordenador. Mesmo que geograficamente próximos um do outro, dois dispositivos finais não podem se comunicar diretamente. A Figura 3, mostra um exemplo simplificado de topologia em árvore.

A configuração da topologia em Malha inclui, além do coordenador, nós de roteadores e de dispositivos finais. Esses nós roteadores podem passar mensagens para outros roteadores e dispositivos finais, quando necessário. O coordenador atua para gerenciar a rede e, como uma forma especial de roteador, encaminha mensagens. Vários dispositivos finais podem ser conectados a qualquer roteador ou ao coordenador. Os nós finais podem gerar e receber informações, mas precisarão da ajuda de um roteador ou do coordenador para se comunicarem uns com os outros. Essa topologia tem como característica o multilink (multihop), ou seja, pacotes podem passar por vários roteadores até chegar ao destino final. Nessa



rede, qualquer dispositivo de origem pode se comunicar com qualquer dispositivo de destino. Como vantagens pode ser citado que:

- Essa topologia é auto recuperável, ou seja, durante a transmissão, se um caminho falhar, o nó encontrará um caminho alternativo para chegar ao destino;
- É fácil adicionar ou remover um dispositivo;
- A área de cobertura de uma rede pode ser aumentada adicionando-se mais dispositivos à rede e assim, eliminar zonas mortas.

Figura 3. Topologia em Árvore

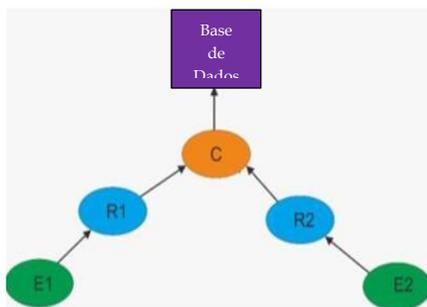
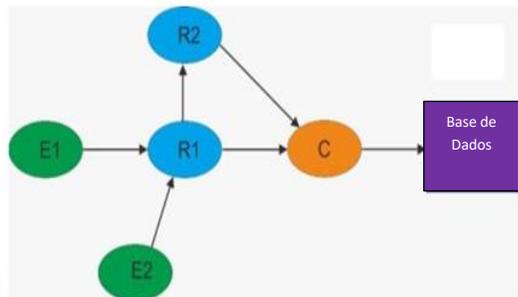


Figura 4. Topologia em Malha



Fonte: Adaptado de Soijoyo (2017)

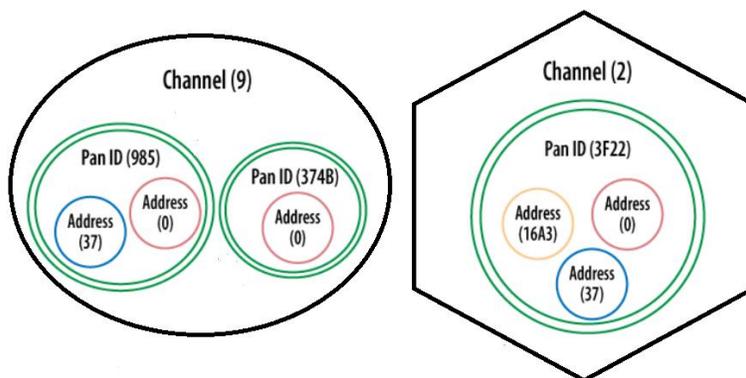
Como desvantagem pode-se citar que essa topologia requer maior carga de processamento por parte do firmware dos dispositivos da rede tendo em vista que o protocolo de roteamento é bem mais complexo. Na Figura 1.4 é mostrado um exemplo simplificado dessa topologia.

Como eletronicamente os dispositivos que integram uma RSSF são praticamente iguais, eles precisam ser configurados funcionalmente e com informações específicas para identificar cada um deles tal como um endereço. Cada nó sensor tem um endereço único de fabricação, muito extenso, e recebe um endereço menor ao se associar a uma rede para

facilitar tanto no roteamento dos dados como na mudança de configuração. Pode também, quando conveniente, receber uma identificação nominal chamada de apelido. Cada rede ZigBee tem uma identificação única, o endereço da Rede de Área Pessoal (PAN ID), que deve ser incluído também na configuração de todos os nós da rede, inclusive no coordenador.

Numa rede ZigBee, a frequência, ou canal de operação, é definida pelo coordenador que seleciona uma entre aquelas disponíveis na faixa do padrão ZigBee. Os dispositivos da rede ZigBee lidam com a seleção de canais automaticamente, para que o usuário não precise se preocupar com isso. Assim, para que uma mensagem passe de um nó para outro, eles precisam estar no mesmo canal e na mesma rede, ou seja, terem a mesma informação PAN ID. Além disso, o nó de origem deve saber pelo menos um dos endereços do nó de destino. Como exemplo, a Figura 5 mostra que no canal 9 existem a rede PAN ID-985, com o coordenador e um roteador, e a rede PAN ID-3748 apenas com o coordenador. No canal 2 existe apenas a rede PAN ID-3F22 com o coordenador e um roteador e um dispositivo final.

Figura 5. Definições de Redes ZigBee



Fonte: Faludi (2010)

3 IMPLEMENTAÇÃO EXPERIMENTAL

Nesse exemplo prático, foi implementada uma rede ZigBee para aquisição de parâmetros de solos, inicialmente medindo dados de temperatura com sensores instalados a 20cm, 40cm e 60cm de profundidade, bem como valores de umidade usando higrômetro.

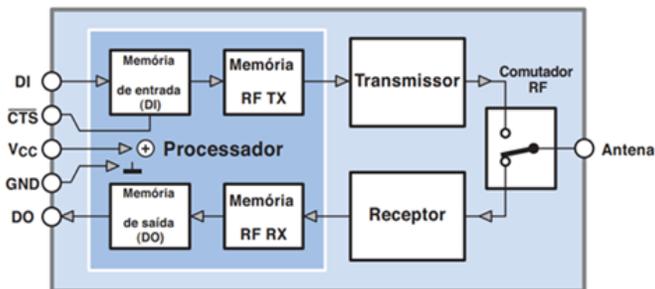
O hardware escolhido como nó sensor foi o dispositivo XBee, Figura 6, fabricado pela Digi International, considerando a facilidade de aquisição e também que a quantidade de exemplos de aplicações, já de domínio público, torna-o uma alternativa de uso consolidada. O dispositivo XBee usa um processador que inclui o firmware do protocolo ZigBee e na parte de RF o módulo EM357, da Silicon Labs, que pode ser configurado para diferentes canais de frequência de RF com diferentes níveis de potência. O módulo XBee pode ser configurado para qualquer das funções numa rede ZigBee: coordenador, roteador ou dispositivo final. Um diagrama de blocos simplificado do XBee é mostrado na Figura 7.

Figura 6 Módulo XBee



Fonte: DIGI (2017)

Figura 7 Diagrama de Blocos do XBee



Fonte: DIGI (2017)

Após configurados, os XBees se comunicam entre si via RF e com um microcontrolador através de uma Interface de Transmissão e Recepção

Assíncrona (UART). O modo default de operação do XBee é o de recepção via RF. Os dados recebidos via RF são armazenados no bloco RF RX até serem processados, formatados em um pacote de dados e armazenado no bloco de interface de saída serial DO para ser lido por um microcontrolador. Quando um dado é recebido via RF e o conteúdo do bloco DO ainda não tiver sido lido este será sobrescrito. O dado recebido serialmente, de um microcontrolador, através do bloco de interface serial DI é processado e formatado para transmissão via RF aos demais nós da rede logo após uma operação de recepção.

O firmware do XBee permite sua configuração pelo usuário, através de um software, disponível para download no site do próprio fabricante (Digi, 2017), de uso livre, chamado XCTU. Após conectar, via USB, o XBee num computador identifica a porta serial COMx atribuída a esta conexão. Na janela inicial do XCTU, deve ser feito o reconhecimento do módulo conectado, sendo mostrado o número de série, de 64 bits, a ele atribuído no processo de fabricação.

3.1 CONFIGURAÇÕES DA RSSF EXPERIMENTAL

Inicialmente, deve ser configurado um XBee para o nó coordenador, deixando seus parâmetros nos valores de default, como mostrado na Figura 8. Define-se o valor para o PAN ID. O endereçamento de destino do coordenador deve ser no modo broadcast para comunicação com todos os nós com mesmo PAN ID, mantido o CH Channel no valor de default C.

Os Roteadores e Dispositivos Finais devem ter o mesmo PAN ID da rede, o endereço de destino igual ao do coordenador, o mesmo CH Channel no default C. Os Dispositivos Finais, alimentados por baterias, foram configurados para o modo de economia de energia e enviando dados dos sensores em intervalos programados de 4 minutos. Os nós Roteadores e Dispositivos Finais são alimentados por baterias recarregáveis de 9V. Como os sensores são alimentados com 5V, o conversor de tensão foi montado com o Regulador LM7805. Os XBee são



alimentados com 3,3V e essa tensão é gerada por reguladores de tensão instalados nos adaptadores de uso dos XBees. Imagens da placa com os adaptadores são mostrada, na Figura 9.

Figura 8. Tela do XCTU para Configuração do XBee

Radio Configuration [- 0013A2004153DBF5]

Read Write Default Update Profile

Parameter

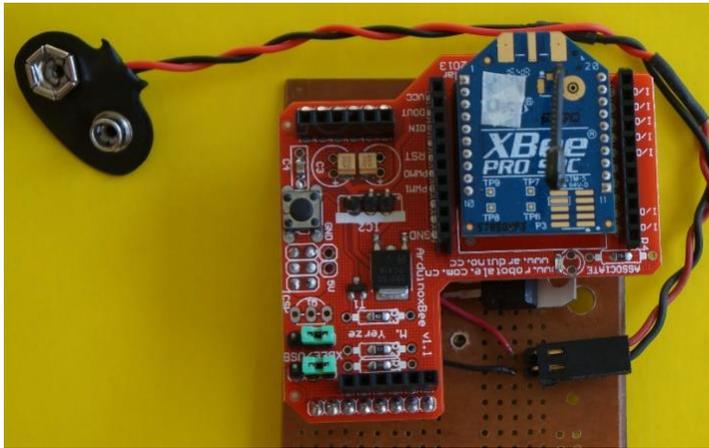
Product family: XBP24C Function set: ZIGBEE TH PRO Firmware version: 4059

▼ Networking
Change networking settings

i ID PAN ID	42018		
i SC Scan Channels	7FFF	Bitfield	
i SD Scan Duration	3	exponent	
i ZS ZigBee Stack Profile	0		
i NJ Node Join Time	FF	x 1 sec	
i NW Network Watchdog Timeout	0	x 1 minute	
i JV Channel Verification	Disabled [0]		
i JN Join Notification	Disabled [0]		
i OP Operating PAN ID	42018		
i OI Operating 16-bit PAN ID	B705		
i CH Operating Channel	18		
i NC Number of Remaining Children	14		
i CE Coordinator Enable	Enabled [1]		
i DO Device Options	0	Bitfield	
i DC Device Controls	0	Bitfield	

Fonte: Produzida pelos autores.

Figura 9. Alimentação e Adaptador XBee



Fonte: Produzida pelos autores.

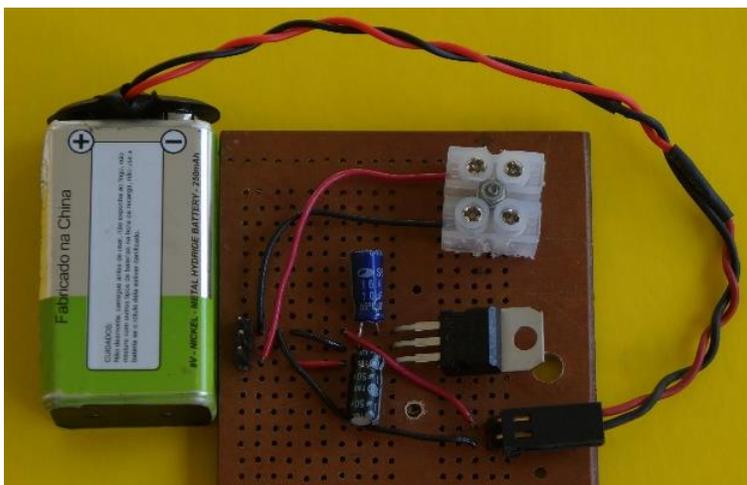
Para facilitar a instalação mecânica e obtenção dos dados dos sensores de temperatura, LM35, nas profundidades de 20, 40 e 60 cm no solo, os mesmos, foram afixados em canos de PVC, permitindo o contato dos sensores com o solo pela parte externa do cano, e a fiação para alimentação e medida dos parâmetro foi afixada na parte interna. Imagens finais da estrutura montada são mostradas na Figura 10 e Figura 11.

Figure 10. Instalação dos sensores LM35



Fonte: Produzida pelos autores.

Figure 11. Módulo XBee com bateria e regulador



Fonte: Produzida pelos autores.

3.2 EXPORTAÇÃO DOS DADOS DA RSSF (APLICAÇÃO WEB)

Conforme já apresentado, as RSSF são comumente aplicadas em aquisição de dados que serão processados para gerar informação ou até mesmo tomada de decisão. Logo, um complemento muito importante para esse tipo de aplicação é uma interface que permita ao usuário visualizar, armazenar e analisar os dados obtidos na RSSF. Nesse contexto, a RSSF descrita neste projeto conta com uma aplicação web para executar esta função.

Dentre as diversas opções existentes como aplicações locais desenvolvidas em JAVA, Python, entre outras linguagens de programação que permitem o desenvolvimento de interfaces gráficas, optou-se por uma aplicação Web devido a necessidade de compartilhar os dados com pesquisadores de diferentes instituições e até mesmo de diferentes países. Com isso, percebe-se que uma aplicação local não atenderia a todos os requisitos. Apenas uma aplicação que utilizasse recursos como a internet,

rede indispensável atualmente (COLEZEA, 2018), permitiria esse nível de compartilhamento de informações.

Além desse aspecto, a utilização de aplicações web favorece o acesso do usuário, pois o mesmo só necessita de um dispositivo com conexão a internet para acessar as informações da rede, podendo este dispositivo ser um computador, notebook, tablet ou até mesmo um smartphone. A aplicação web também apresenta aspectos positivos como a possibilidade de desenvolver uma aplicação mais amigável, com elementos gráficos mais elegantes e mais intuitiva, tendo em vista que seria semelhante a um website comum, com o qual o usuário final já está habituado.

A aplicação desenvolvida está hospedada em um servidor, onde cada usuário será um cliente realizando requisições de conteúdos para esse servidor a partir de métodos básicos estabelecidos no protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), de acordo com a Figura 12. Quanto à organização da aplicação, a mesma segue o padrão REST (*Representational State Transfer*), que determina alguns padrões de desenvolvimento como a identificação de recursos, possibilidade de manipulação de recursos através de representações, mensagens auto-descritivas e hipermídia como mecanismo de estado da aplicação (MORO; DORNELES; REBONATTO, 2009).



Figura 12. Comunicação Cliente – Servidor Aplicação REST



Fonte: Produzida pelos autores.

De acordo com o que foi discutido nas seções anteriores, sabe-se que o Coordenador da RSSF recebe os dados enviados por todos os outros dispositivos que compõe a rede. Entretanto, esse dispositivo não dispõe de recursos que permitam enviar esses dados para a base de dados da aplicação Web. Logo foi necessário utilizar um dispositivo que pudesse executar essa função: o NodeMCU ESP8266. Esse dispositivo é composto por um módulo ESP8266 e um microprocessador de 32 bits com suporte a conexão Wi-Fi, tendo como principais vantagens o baixo custo e a capacidade de realizar conexão com a *internet*, assumindo papel de cliente ou até mesmo de servidor (SILVEIRA; LEITE, 2016).

O coordenador da rede e o NodeMCU realizam uma comunicação serial, em que a partir dos pinos RX e TX de ambos, são enviadas e recebidas informações. No NodeMCU foi implementada uma rotina que interpreta os dados recebidos do XBee e os formata para enviá-las ao

banco de dados através de uma requisição HTTP. Nesse caso, o NodeMCU irá desempenhar o papel de Cliente.

A aplicação desenvolvida utiliza um *layout* responsivo, o que proporciona uma melhor experiência ao usuário, já que as páginas se ajustam automaticamente de acordo com o tamanho da tela em que está sendo exibida. Na figura 13 é possível visualizar a tela de gráficos da aplicação e como a mesma se adaptou para exibir os dados em um smartphone e em um monitor.

Quanto às funcionalidades da aplicação, a mesma apresenta dois recursos para a visualização dos dados gerados pela rede, tabelas e gráficos. Os dados da tabela exibem os valores mandados por cada XBee, contendo, em cada, linha informações de uma amostra, ou seja, três valores de temperatura e um valor de umidade. Já os gráficos disponibilizados plotam os valores por especificação, gerando quatro gráficos, um para cada temperatura e um para umidade.

Figura 13. Diferentes visualizações da aplicação



Fonte: Produzida pelos autores.

Além da visualização dos dados, a aplicação web também possui uma funcionalidade que permite exportar os dados, dado um intervalo de data e hora definido pelo usuário. O conjunto de dados exportados será disponibilizado em formato CSV (*Comma-separated values*), geralmente utilizados para importar dados para processamento em plataformas com R, Matlab e outras. A aplicação web também conta com um sistema de *login*, com o intuito de limitar algumas funcionalidades apenas a usuários cadastrados, como a geração do arquivo CSV.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, vale ressaltar que o projeto em execução encontra-se em fase de experimentos, em que a autonomia das baterias será avaliada, assim como outras topologias serão testadas ao longo do projeto. A aplicação web desenvolvida também passa por fase de avaliação, em que ainda será necessário realizar uma avaliação de usabilidade da mesma.

Conclui-se que o uso de Redes de Sensores Sem Fio é promissor. Aliado a agricultura, pode ainda apresentar várias melhorias para os processos que necessitam de um acompanhamento do gênero. Além disso, é importante destacar o atual cenário do país, em que pesquisas indicam que sistemas como este são cada vez mais buscados na agricultura de precisão.

REFERÊNCIAS

COLEZEA, Madalin et al. CLUeFARM: Integrated web-service platform for smart farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 154, p. 134-154, 2018.

DAL MORO, Tharcis; DORNELES, Carina; REBONATTO, Marcelo Trindade. Web services WS-* versus Web Services REST. *Revista de Iniciação Científica*, v. 11, n. 1, 2009.

DIGI. ZigBee RF Modules User Guide, 2017. Disponível em <<http://www.digi.com>> DIGI. XCTU Configuration and Test Utility Software, 2017.

FALUDI, R. Building wireless sensor networks: with ZigBee, XBee, Arduino, and processing, "O'Reilly Media, Inc.", 2010.

SILVA, Jorge Sá et al. Redes de Sensores Sem Fios, FCA Editora de Informática Ltda, Lisboa, 2016.

SILVEIRA, R. M.; DE LIMA LEITE, Shigeaki. Sistema de Controle de Acesso Baseado na Plataforma NodeMCU, Jornada de Informática do Maranhão. 2016.

SOIJOYO, Sigit; ASHARI, Ahmad. Analysis of Zigbee Data Transmission on Wireless Sensor Network Topology, IJACSA, 2017.

WHEELER, A. Commercial applications of wireless sensor networks using ZigBee, IEEE communications magazine, vol. 45, no. 4, 2007.





CAPÍTULO 10

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS AMAZÔNICOS POR MÉTODOS COLORIMÉTRICOS CONVENCIONAIS MINIATURIZADOS

Magda Márcia Becker^{1,2},
Eliane Braga Ribeiro¹
Danilo Braga Ribeiro¹
Jean-Louis Marty²
Gilvanda Silva Nunes¹

¹ Programa de Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia, Bionorte, Universidade Federal do Maranhão, Avenida dos Portugueses, 1966, Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.

² BAE-LBBM, Universidade de Perpignan Via Domitia, Avenida Paul Alduy 52, 66860 Perpignan, França.

RESUMO

As espécies reativas de oxigênio (EROs) são entidades químicas instáveis, produzidas em pequenas quantidades pelo corpo humano e que desempenham um papel essencial no metabolismo celular. No entanto, fontes externas, como poluição, raios UV, tabaco, entre outros, podem levar a um excesso de EROs e causar o fenômeno chamado "estresse oxidativo". As EROs estão envolvidas no processo de envelhecimento celular e em várias doenças degenerativas, tais como câncer, diabetes, Alzheimer e Parkinson. Para combater os efeitos nocivos desses compostos, o ser humano, mediante uma dieta equilibrada, forma uma reserva em compostos antioxidantes, que são moléculas capazes de inibir a ação das EROs. Compostos antioxidantes incluem proteínas com atividade enzimática (superóxido dismutase, glutathione peroxidase) e não enzimática (sequestrar metais) e pequenas moléculas insolúveis (vitamina E, β -caroteno) ou solúveis em água (vitamina C, polifenóis). No entanto, quando essa reserva for insuficiente, é sempre necessária uma dieta suplementada com antioxidantes. Por esse motivo, a busca por fontes naturais em compostos antioxidantes tem recebido muita atenção nos

últimos anos . A região Amazônica, graças à sua considerável biodiversidade, representa uma verdadeira fonte em fitoquímicos com ação antioxidante a serem valorizados. Neste capítulo, são apresentados alguns resultados preliminares do projeto de “Cooperação Trilateral UFMA, UPVD (França) e TUB (Romênia): Biossensores para determinação de antioxidantes em frutos da Amazônia e Pré-Amazônia maranhense”. Em uma das etapas do projeto, foi avaliada a capacidade antioxidante de frutos nativos da região Amazônica, empregando-se diferentes métodos colorimétricos miniaturizados. Como resultados, são apresentados novos e importantes dados acerca dessa capacidade, levantada mediante análises de frutos rotineiramente consumidos na região Amazônica.

Palavras-chaves: Capacidade antioxidante. Frutos amazônicos. Estresse oxidativo.

1 INTRODUÇÃO

A maioria dos seres vivos realiza respiração aeróbica para produzir energia na forma de adenosina trifosfato. Nesse processo, as moléculas de oxigênio inspiradas são reduzidas a água, a partir de uma série de reações, em que são formados certos compostos intermediários de *meia-vida* curta, chamados *espécies reativas de oxigênio* (EROs). Estas compreendem inicialmente o radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o radical hidroxila (HO^{\bullet}) (KRUMOVA; COSA, 2016; RAHMAN *et al.*, 2012).

As EROs, em quantidades fisiológicas normais, exercem importantes funções metabólicas na resposta imune contra vírus e bactérias, na sinalização celular e no processo de apoptose (SARMA *et al.*, 2010). No entanto, a progressão da idade e outros fatores exógenos muito presentes na sociedade contemporânea, tais como poluição, alcoolismo, tabagismo e exposição à radiação ultravioleta, induzem ao aumento da síntese de EROs e ao acúmulo excessivo de tais espécies, induzindo ao fenômeno indesejável chamado *estresse oxidativo* (SINGH; SINGH, 2008; BHATTACHARYYA *et al.*, 2014).

Em condições de estresse oxidativo, as EROs atacam biomoléculas celulares (DNA, proteínas, carboidratos, lipídeos, entre outros) e,

consequentemente, desencadeiem diversas desordens patológicas, com progressão de doenças degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (WANG; CAO; PRIOR, 1996; MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000; KAUR; KAPOOR, 2002).

Da mesma forma em que há a produção endógena de EROs, os organismos aeróbios possuem um sistema de defesa endógeno formado por compostos antioxidantes que auxiliam na prevenção de níveis patológicos de EROs. Antioxidantes endógenos são formados por compostos enzimáticos (superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase) e não enzimáticos (ácido úrico, albumina, bilirrubina) (BHATTACHARYYA *et al.*, 2014).

Em condições em que os antioxidantes endógenos não asseguram um controle rigoroso e uma proteção completa contra as EROs, surge a necessidade da inserção de antioxidantes exógenos, através da alimentação, dos suplementos nutricionais ou de produtos farmacêuticos que possuam em sua composição fitoquímicos com propriedades antioxidantes (PISOSCHI; NEGULESCO, 2011). Antioxidantes exógenos são provenientes de fontes alimentares naturais, como vegetais, ervas, frutas, temperos e chás. Estes possuem em sua composição polifenóis (ácidos fenólicos, flavonóides, antocianinas, estilbenos), carotenoides (xantofilas e carotenos) vitaminas (vitamina E e C) e minerais (Zn e Se) (XU *et al.*, 2017; PISOSCHI; NEGULESCU, 2011). Portanto, o equilíbrio entre as EROs e compostos antioxidantes determinam o *status* oxidativo e, consequentemente, a saúde e o vigor humano.

Vegetais, frutas e cereais crus e levemente processados contêm níveis significativos de compostos bioativos com alto potencial antioxidante total (APAK *et al.*, 2013). Por isso, o interesse na obtenção de compostos antioxidantes a partir de fontes vegetais tem crescido constantemente em virtude das potenciais aplicações farmacológicas, medicinais e terapêuticas na prevenção e no tratamento de diversas doenças (XU *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2014; ARATHI *et al.*, 2015; ZHANG *et al.*, 2015; WOJTUNIK-KULESZA *et al.*, 2015; BALMUS *et al.*, 2016; PRASAD *et*

al., 2016; SALOMONE *et al.*, 2016; ZHOU *et al.*, 2016a; ZHOU *et al.*, 2016b; ZHENG *et al.*, 2016). Além disso, a indústria de cosméticos e de alimentos vêm buscando a substituição de antioxidantes sintéticos por naturais em suas formulações, devido, entre outros motivos, às evidências na relação entre o consumo prolongado de antioxidantes sintéticos e o desenvolvimento de problemas de saúde como, por exemplo, o câncer (SINDHI *et al.*, 2013; TAGHVAEI; JAFARI, 2013; RACE, 2009; SHAHIDI; ZHONG, 2005).

Considerando que frutos são fontes em nutrientes e que a região Amazônica abriga uma imensa biodiversidade, com espécies frutíferas nativas ainda pouco exploradas, a avaliação da capacidade antioxidante desses frutos é extremamente relevante, uma vez que irá prozudir informações úteis para os diversos setores da tecnologia, mas sobretudo para a população.

2 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Os diferentes métodos na literatura para a determinação da capacidade antioxidante de sistemas biológicos envolvem diferentes fontes de radicais/oxidantes e, conseqüentemente, mais de um mecanismo químico (SHALABY; SHANAB, 2013). Além disso, a diversidade química dos antioxidantes permite que um comportamento diferente elimine a condição reativa de fontes oxidantes. Em vista disso, nenhum ensaio reflete com precisão o mecanismo de ação de todas as fontes radicais ou de todos os antioxidantes em um sistema complexo (PRIOR *et al.*, 2015). Assim sendo, mais de um método de capacidade antioxidante deve ser usado para comparar o modo de ação de compostos antioxidantes (SHALABY; SHANAB, 2013; APAK *et al.*, 2013).

Os resultados apresentados neste capítulo foram obtidos após o emprego de três métodos colorimétricos, os quais foram adaptados a microplacas: método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila); método ABTS [2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico)] e método NBT (do inglês *nitroblue tetrazolium*). A adaptação de métodos

espectrofotométricos a microplacas e leitores de placas espectrofotométricas traz diversas vantagens, tais como a redução da quantidade de amostras e reagentes, maior facilidade, rapidez e análise simultânea de amostras.

Os métodos DPPH e ABTS são baseados na capacidade de transferência de átomos de hidrogênio (HAT) e/ou na transferência de um elétron (SET) a fim de neutralizar os radicais sintéticos DPPH[•] e ABTS^{••}, respectivamente. Apesar de alguns autores considerarem tais métodos baseados apenas no mecanismo SET, sabe-se que os mecanismos HAT e SET ocorrem quase paralelamente em todos os sistemas, embora um mecanismo possa prevalecer em um dado ensaio. O mecanismo dominante é então determinado pela estrutura e propriedades antioxidantes, tais como acessibilidade química, solubilidade e coeficiente de partição, solvente do sistema e presença de componentes residuais ou contaminantes) (APAK *et al.*, 2013).

DPPH[•] e ABTS^{••} são radicais orgânicos sintéticos com as cores púrpura e azul-esverdeado, respectivamente, que podem ser reduzidos na presença de antioxidantes, com a conseqüente descoloração proporcional à capacidade antioxidante da amostra (SINDHI *et al.*, 2013). O método NBT, por sua vez, é baseado no mecanismo SET para eliminar os radicais superóxidos (O₂^{•-}), oxidantes citotóxicos, presentes em todos os sistemas biológicos aeróbicos (PRIOR *et al.*, 2015). A capacidade antioxidante é avaliada espectrofotometricamente através da inibição do radical superóxido, gerado *in vitro* pelo sistema hipoxantina (HX)/xantina oxidase (XOD), por antioxidantes presentes na amostra, que impedem a formação do produto colorido formazan (coloração lilás).

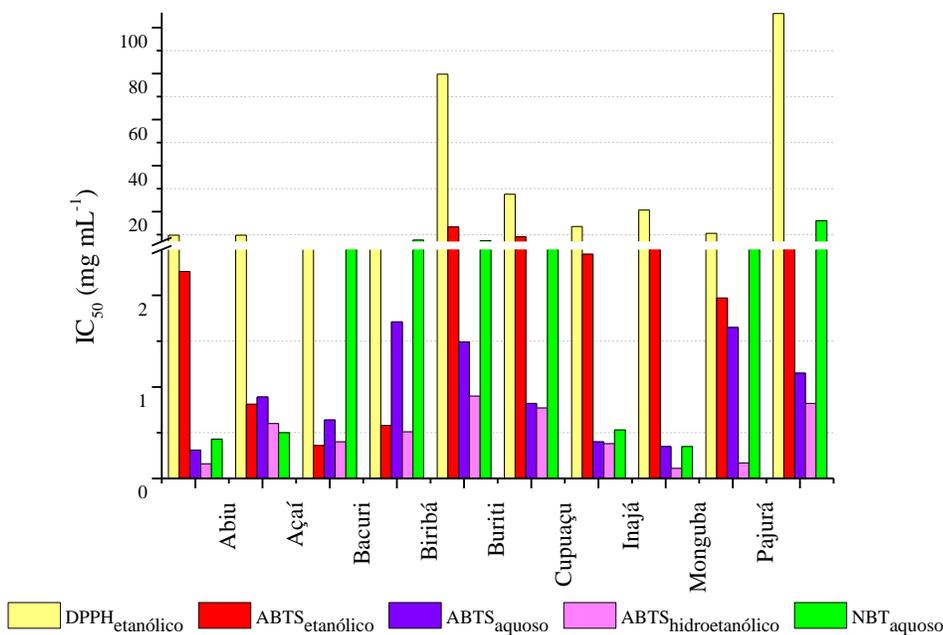
3 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DA REGIÃO AMAZÔNICA

A Amazônia apresenta milhares de espécies nativas com potencial alimentício e farmacológico desconhecido, possivelmente devido à sua

ampla dimensão geográfica, aliada à variada biodiversidade vegetal (KINUPP, 2008; HIGUCHI *et al.*, 2004).

Com o intuito de contribuir com informações sobre a capacidade antioxidante de frutos nativos da região amazônica, 10 (dez) frutos foram selecionados, e suas porções convencionalmente comestíveis avaliadas pelos métodos anteriormente descritos. A Figura 1 apresenta uma comparação entre os frutos, no que tange ao seu potencial antioxidante.

Figura 1. Capacidade antioxidante em IC₅₀ (mg mL⁻¹) dos diferentes extratos de frutos.



Os resultados da capacidade antioxidante estão expressos em IC₅₀ (mg mL⁻¹), que representa a concentração da amostra (mg mL⁻¹) capaz de inibir 50 % de radicais livres (IC₅₀) em equivalentes de ácido ascórbico. Isso significa que os menores valores de IC₅₀ correspondem a uma maior capacidade antioxidante.

Etanol, tampão aquoso e solução hidroetanólica (1:1) foram os extratores empregados na etapa de extração das substâncias antioxidantes das amostras. Na seleção desses extratores, levou-se em consideração a segurança na manipulação do solvente, o consumo humano do etanol em alguns produtos alimentícios como bebidas, vinhos e licores, bem como o reconhecido poder de extração dos solventes em relação aos antioxidantes (SULTANA *et al.*, 2007).

Uma maior capacidade antioxidante foi observada nos extratos etanólicos das amostras de biribá e bacuri, contra os radicais DPPH[•] (<6,97 mg mL⁻¹) e ABTS^{•+} (<0,58 mg mL⁻¹), seguido por açaí, pajurá, abiu e inajá.

Os valores de IC₅₀ obtidos pelo método DPPH foram maiores, quando comparados aos obtidos pelo método ABTS, para os mesmos extratos, o que reflete a necessidade de maiores quantidades de amostras para inibir os radicais DPPH[•]. Isso ocorreu devido a diversos fatores, tais como: maior estabilidade do radical DPPH[•] em virtude do efeito de ressonância causado pela presença dos anéis aromáticos e, conseqüentemente, a distribuição da carga eletrônica por toda molécula; a menor sensibilidade do radical ABTS^{•+} (SHALABY; SHANAB, 2013; PRIOR *et al.*, 2015); a presença de compostos que possuem capacidade de eliminação de radicais ABTS^{•+} o que nem sempre ocorre contra o radical DPPH[•] (WANG *et al.*, 2008); o período de incubação para se atingir um estado estacionário, e a concentração dos radicais (CERRETANI; BENDINI, 2010).

Os extratos aquosos de abiu, açaí, inajá e monguba apresentaram maior capacidade antioxidante contra os radicais O₂^{•-} e os radicais ABTS^{•+}, o que revela para essas amostras as maiores quantidades de antioxidantes hidrofílicos.

Do ponto de vista biológico, o ensaio NBT representou uma ferramenta mais concisa, pois nos permitiu avaliar a capacidade antioxidante de uma amostra contra um radical livre específico, biologicamente relevante. O radical O₂^{•-} é uma espécie reativa de oxigênio, potencialmente citotóxica, e que pode causar danos às moléculas de DNA

e, por isso, é um radical que está relacionado a vários distúrbios, como a doença de Parkinson e o câncer (VANELLA *et al.*, 1993; KONTOS; WEI, 1986; BIRNBOIM, 1986; KHODADE, 2014). Assim, considera-se a partir do presente estudo, que os frutos amazônicos abiu, açaí, inajá e monguba são antioxidantes com alto potencial para aplicação na indústria farmacêutica e medicina, tendo em vista oferecerem as maiores inibição do radical $O_2^{\cdot-}$.

Os extratos hidroetanólicos das amostras de abiu, monguba e pajurá apresentaram a maior capacidade antioxidante entre todos os extratos e ensaios ($IC_{50} < 0,17 \text{ mg mL}^{-1}$). Considerando os resultados do método ABTS para as mesmas amostras nas diferentes polaridades de extratos, o uso da solução hidroetanólica (1:1) proporcionou melhores valores de extração dos compostos antioxidantes que os sistemas monossolvente (tampão ou etanol puro). Devido à heterogeneidade em estrutura química e, conseqüentemente, em polaridade dos compostos antioxidantes, solventes binários têm sido reportados na literatura como melhores extratores de antioxidantes (WANG *et al.*, 2008; ZHANG *et al.*, 2007).

Uma comparação entre os resultados obtidos da capacidade antioxidante e aqueles registrados na literatura é complexa, pois envolve matrizes cultivadas sob diferentes condições (clima, composição do solo e da água) e variedades taxonômicas (espécies, variedades e cultivares), bem como diferenças na preparação da amostra, método de extração de compostos antioxidantes (solvente, temperatura, tempo e procedimento físico), solventes utilizados, concentração das soluções de fontes oxidantes, razão entre volumes de amostra/reagente, duração da reação (seleção de pontos), comprimento de onda da medição de absorbância, soluções padrão de antioxidantes (geralmente ácido gálico, trolox e ácido ascórbico) e forma de expressar os resultados (geralmente em porcentagem de inibição de radical para uma dada concentração da amostra, massa equivalente de um antioxidante de referência por grama de massa da amostra ou extrato, ou IC_{50}). Nesse sentido, a padronização de métodos com fins à determinação da capacidade antioxidante tem sido motivo de discussão em trabalhos científicos que buscam unificar

quantidades e unidades, bem como admitir comparações (PRIOR *et al.*, 2005; APAK *et al.*, 2013).

Finalmente, todos os frutos amazônicos aqui estudados e seus respectivos extratos, mesmo em diferentes polaridades, apresentaram capacidade antioxidante contra todos os radicais avaliados, sejam sintéticos ou biológicos, possuindo, portanto, propriedades antirradicalares passíveis de serem exploradas nos campos industrial, farmacêutico e alimentar.

REFERÊNCIAS

APAK, Reşat, GORINSTEIN, Shela, BÖHM, Volker, SCHAICH, Karen M., ÖZYÜREK, Mustafa, GÜÇLÜ, Kubilay. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry, vol. 85 n. 5, p. 957-998, 2013.

ARATHI, Bangalore Prabhashankar; RAGHAVENDRA-RAO SOWMYA Poorigali; VIJAY, Kariyappa; BASKARAN, Vallikannan; LAKSHMINARAYANA; Rangaswamy. Metabolomics of carotenoids: The challenges and prospects - A review. Trends in Food Science & Technology, vol. 45, p. 105-117, 2015.

BALMUS, Ioana; CIOBICA, Alin; TRIFAN, Anca; STANCIU, Carol. The implications of oxidative stress and antioxidant therapies in inflammatory bowel disease: Clinical aspects and animal models. Saudi Journal of Gastroenterology, vol. 22, p. 3-17, 2016.

BHATTACHARYYA, Asima; CHATTOPADHYAY, Ranajoy; MITRA, Sankar; CROWE, Sheila. Oxidative Stress: an Essential Factor in the Pathogenesis of Gastrointestinal Mucosal Diseases. Physiological Reviews, vol. 94, p. 329-354, 2014.

BIRNBOIM, H. C. DNA Strand Breaks in Human Leukocytes Induced by Superoxide Anion, Hydrogen Peroxide and Tumor Promoters are Repaired Slowly Compared to Breaks Induced by Ionizing Radiation. Carcinogenesis, vol. 7, p. 1511-1517, 1986.

HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto; HIGUCHI, Niro. A Floresta Amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental. Manaus: INPA, 2004.

KAUR, Charanjit; KAPOOR, Harish C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 37, p. 153-161. 2002.

KHODADE, Vinayak S.; SHARATH CHANDRA, Mallojjala; BANERJEE, Ankita; LAHIRI, Surobhi; PULIPETA, Mallikarjuna; RANGARAJAN, Radha; CHAKRAPANI, Harinath. Bioreductively Activated Reactive Oxygen Species (ROS) Generators as MRSA Inhibitors. *ACS Medicinal Chemistry Letters*, vol. 5, p. 777-781, 2014

KINUPP, Valdely Ferreira; BARROS, Ingrid Bergman Inchausti. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

KONTOS, Hermes A.; WEI, Enoch P. Superoxide Production in Experimental Brain Injury. *Journal of Neurosurgery*, vol. 64, p. 803-807, 1986.

KRUMOVA, Katerina; COSA, Gonzalo. Overview of reactive oxygen species. Singlet Oxygen: Applications in Biosciences and Nanosciences. London: Royal Society of Chemistry, 2016.

LI, An-Na; LI, Sha; ZHANG, Yu-Jiu; XU, Xiang-Rong; CHEN, Yu-Ming; LI, Hua-Bin. Resources and biological activities of natural polyphenols. *Nutrients*, vol.6, p. 6020-6047, 2014.

CERRETANI, Lorenzo; BENDINI, Alessandra. Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. Rapid Assays to Evaluate the Antioxidant Capacity of Phenols in Virgin Olive Oil. Bologna: Academic press, p. 625-635, 2010.

MARTINEZ-VALVERDE, Isabel; PERIAGO, Maria Jesús; ROS, Gaspar. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 50, n.1, p. 5-18, 2000.

PISOSCHI, Aurelia Magdalena; NEGULESCU, Gheorghe Petre. Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. *Biochemistry and Analytical Biochemistry*, vol. 1, 2011.

PRASAD, Kedar N. Simultaneous activation of Nrf2 and elevation of antioxidant compounds for reducing oxidative stress and chronic

inflammation in human Alzheimer's disease. *Mechanisms of Ageing and Development*, vol. 153, p. 41-47, 2016.

PRIOR, Ronald L.; WU, Xianli; SCHAICH, Karen. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, vol. 53, p. 4290-4302, 2005.

RACE, Sharla. *Antioxidants. The truth about BHA, BHT, TBHQ and other antioxidants used as food additives*. Reino Unido: Tigmor Books, 2009.

RAHMAN, Taibur; HOSEN, Ismail.; ISLAM, M. M. Towhidul; SHEKHAR, Hossain Uddin. Oxidative stress and human health. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, v. 3, p. 997-1019, 2012.

SALOMONE, Federico; GODOS, Justyna; ZELBER-SAGI, Shira. Natural antioxidants for non-alcoholic fatty liver disease: Molecular targets and clinical perspectives. *Liver International*, vol. 36, p. 5-20, 2016.

SARMA, Abheri; MALLICK, Anisur Rahaman; GHOSH, A. K. Free Radicals and Their Role in Different Clinical Conditions: an Overview. *International Journal of Pharma Sciences and Research*, vol. 1, n. 3, p. 185-192, 2010.

SHAHIDI, Fereidoon; ZHONG, Ying. *Antioxidants: Regulatory Status*. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Newfoundland: John Wiley & Sons, 6 ed. vol.7 p. 491-512, 2005.

SHALABY, Emad A.; SHANAB Sanaa M. M. Antioxidant compounds, assays of determination and mode of action. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, vol. 7, p. 528-539, 2013.

SINDHI, Vinita; GUPTA, Vartika; SHARMA, Kameshwar; BHATNAGAR, Sonal; KUMARI, Reeta; DHAKA, Neeti. Potential applications of antioxidants: a review. *Journal of pharmacy research* 7, p. 828-835, 2013.

SINGH, sudhakar; SINGH, R. P. In Vitro Methods of Assay of Antioxidants: An Overview. *Food Reviews International*, vol. 24, p. 392-415, 2008.

SULTANA, Bushra; ANWAR, Farooq; PRZYBYLSKI, Roman. Antioxidant activity of phenolic components present in barks of *Azadirachta indica*, *Terminalia arjuna*, *Acacia nilotica*, and *Eugenia jambolana* Lam. trees. *Food Chemistry*, vol. 104, n. 1, p. 1106-1114, 2007.

TAGHVAEI, Mostafa; JAFARI, Seid Mahdi. Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 52, n. 3, p. 1272-1282, 2015.

WANG, Hong; CAO, Guohua; PRIOR, Ronald L. Total antioxidant capacity of fruits. *Journal Agricultura Food Chemistry*, v. 44, p. 701-705, 1996.

WANG, Jing; SUN, Baoguo; CAO, Yanping; TIAN, Yuan; LI, Xuehong. Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran. *Food Chemistry*, vol. 106, ed. 2, p. 804-810, 2008.

WOJTUNIK-KULESZA, Karolina A.; ONISZCZUK, Anna; ONISZCZUK, Tomasz; WAKSMUNDZKA-HAJNOS, Monika. The influence of common free radicals and antioxidants on development of Alzheimer's disease. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, vol. 78, p. 39-4, 2016.

XU, Dong-Ping; LI, Ya.; MENG, Xiao; ZHOU, Tong; ZHOU, Yue; ZHENG, Jie; ZHANG, Jiao-Jiao; LI, Hua-Bin. Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 18, 2017.

ZHANG, Yu-Jie; GAN, Ren-You; LI, Sha; ZHOU, Yue; LI, An-Na; XU, Dong-Ping; LI, Hua-Bin. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. *Molecules*, vol. 20, p. 21138-21156, 2015.

ZHANG, Zhen-Shan; LI Dong; WANG, Li-Jun; OZKAN, Necati; CHEN, Xiao Dong; MAO, Zhi-Huai; YANG, Hong-Zhi. Optimization of ethanol-water extraction of lignans from flaxseed. *Separation and Purification Technology*, vol. 57, n. 1, p. 17-24, 2007.

ZHENG, Jie; ZHOU, Yue; LI, Ya; XU, Dong-Ping; LI, Sha; LI, Hua-Bin. Spices for prevention and treatment of cancers. *Nutrients*, vol. 8, p. 495, 2016.

ZHOU, Yue; LI, Ya; ZHOU, Tong; ZHENG, Ji; LI, Sha; LI, Hua-Bin. Dietary natural products for prevention and treatment of liver cancer. *Nutrients*, vol. 8, p.156, 2016a.

ZHOU, Yue; ZHENG, Jie; LI, Ya; XU, Dong-Ping; LI, Sha; CHEN, Yu-Ming; LI, Hua-Bin. Natural polyphenols for prevention and treatment of cancer. *Nutrients*, vol. 8, p. 515, 2016b.



CAPÍTULO 11

A FLORA MARANHENSE NO NEW YORK BOTANICAL GARDEN: Como o programa Cidadão do Mundo ampliou as perspectivas dos estudos botânicos no Maranhão

Monielle Alencar Machado¹,
Douglas C. Daly²
Eduardo Bezerra de Almeida Jr.¹

¹ Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação.

² Pesquisador do The New York Botanical Garden.

RESUMO

O presente trabalho destaca e relata as contribuições oriundas da experiência da Mestra em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal de Maranhão, Monielle Alencar Machado no programa Cidadão do Mundo com o apoio da FAPEMA. O estágio foi realizado durante o período de 7 de março a 3 de setembro de 2017 no The New York Botanical Garden na cidade de Nova York, Estados Unidos. O estágio consistiu em: identificação taxonômica, diagnóstico quantitativo, treinamento no software Ke-Emu para aplicação em projetos e estudos sobre a vegetação do Maranhão. Os relatos serão apresentados em núcleos temáticos: contribuições no âmbito profissional, acadêmico e pessoal, além de avaliações sobre como o programa contribuiu para expansão dos estudos da flora maranhense.

Palavras-chaves: Cidadão do Mundo, Flora maranhense, Herbário MAR.

1 INTRODUÇÃO

Os herbários são coleções de plantas secas que documentam a diversidade vegetal de determinada região ou país. Além de indispensáveis para estudos de sistemática e plantas, os herbários também funcionam

como ferramentas de apoio à pesquisa para muitas outras áreas (SILVA et al., 2001). Os espécimes depositados nesses acervos servem como registros da variação morfológica e genética, distribuição geográfica, além de outras valiosas informações, sendo muitas vezes o único registro de uma espécie extinta ou de espécies comuns na natureza. Os herbários podem conter em suas coleções representantes da flora local, regional, nacional ou mesmo mundial, com significância histórica (PEIXOTO e MORIM, 2003).

Dentre os principais herbários do mundo, o New York Botanical Garden - NYBG, desde a sua fundação (1891), vem realizando pesquisas e ações de conservação sobre a flora terrestre e marinha de ecossistemas do mundo todo, acumulando um significativo acervo em seu herbário e em bancos de dados (NYBG, 2017). O NYBG desenvolve um dos maiores programas de pesquisa e conservação de plantas do mundo, com cerca de 200 membros em sua equipe, incluindo 80 cientistas PhDs, trabalhando em laboratórios e no campo, com projetos em 18 países, incluindo o Brasil. Os registros das espécies vegetais que se estendem principalmente às Américas, à região do Caribe, às Formações Costeiras Brasileiras, à Bacia Amazônica, Pacífica e Sudeste da Ásia. Nesse contexto, o Herbário “William and Lynda Steere” do NYBG constitui a peça central do programa de pesquisa botânica. É o quarto maior herbário do mundo e o maior do Hemisfério Ocidental, mantendo atualmente uma coleção de 7,3 milhões de exemplares preservados e arquivados seguindo os padrões de classificação. Todos os grupos de plantas angiospermas, gimnospermas, samambaias, musgos, hepáticas e algas, bem como fungos e líquens, estão representados na coleção do herbário (NYBG, 2017). O NYBG conta também com o Herbário Virtual C.V. Starr, que disponibiliza online as informações de mais de 1 milhão de exemplares que constam no acervo, tendo milhares de novos registros adicionados a cada ano.

Diante do contexto mundial em catalogar as espécies vegetais, no Nordeste do Brasil, particularmente no estado do Maranhão, considerando a necessidade dos registros botânicos diante dos estudos que estão sendo realizados, foi fundado o Herbário do Maranhão (MAR) em 8 de julho de 2013, no Departamento de Biologia, da Universidade Federal do Maranhão.

As amostras do acervo, compostas por exsicatas predominantemente de angiospermas e com alguns registros de samambaias, em sua maioria, foram coletadas no estado do Maranhão (55%) (ALMEIDA JR., 2015). O Herbário MAR também possui exsicatas doadas do Pará, Pernambuco, São Paulo e Distrito Federal, representando áreas do Cerrado, Floresta Amazônica, Floresta Atlântica e restinga. A parceria com o Herbário William and Lynda Steere do NYBG gerou mais qualidade no desenvolvimento dos projetos que estão sendo realizados no Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) e no Herbário MAR e, conseqüentemente, uma partilha de conhecimentos e material botânico entre os dois Herbários. Cabe destacar ainda que a utilização dessa fonte de informações disponível no Herbário William and Lynda Steere do NYBG por pesquisadores brasileiros ainda tem sido pontual e esporádica, sem um trabalho efetivo e sistemático ao uso dos registros e dados botânicos.

Um levantamento detalhado sobre as espécies vegetais do estado do Maranhão, contidas nessas coleções, seria um produto relevante para os estudos e o conhecimento da diversidade vegetal do Maranhão. Com base nisso, esse estágio foi de extrema importância, considerando que a aluna Monielle Alencar Machado possibilitou uma ampliação aos conhecimentos técnicos no Laboratório de Estudos Botânicos e do Herbário MAR, além de firmar a parceria diante do aceite de três novos alunos do estado do Maranhão que irão realizar um estágio no The New York Botanical Garden. Além disso, também foi possível firmar um projeto de cooperação internacional entre os herbários, o que irá proporcionar a visita de pesquisadores atuantes na área da botânica no Maranhão ao The New York Botanical Garden. Isso mostra que os recursos advindos das propostas aprovadas pela FAPEMA têm contribuído para a melhoria da formação de recursos humanos e o status das pesquisas em botânica no Maranhão. Há geração de produtos como qualificação técnica, produção científica de artigos e aprimoramento para execução de programas de extensão, contribuindo assim para o conhecimento e conservação da flora do Estado.

2 ASPECTOS RELATIVOS AO ESTÁGIO NO ÂMBITO ACADÊMICO

O estágio internacional foi realizado no The New York Botanical Garden na cidade de Nova York, Estados Unidos. Estava previsto, inicialmente, para ser realizado em 3 meses, com bolsa cedida pelo Programa Cidadão do Mundo/ FAPEMA. Contudo, diante do desempenho da aluna Monielle Alencar, e como contrapartida do NYBG, foram estendidos mais 3 meses de estágio, com bolsa cedida pelo The New York Botanical Garden totalizando, assim, 6 meses de estágio (de 7 de março a 3 de setembro de 2017).

Foram realizadas diversas atividades para aprimorar o conhecimento sobre recursos disponíveis online que são relevantes para taxonomia, tendo em vista a elaboração de um banco de dados que pudesse auxiliar pesquisadores das universidades, os parobotânicos (mateiros) e a comunidade interessada nas questões botânicas.

Entre as atividades realizadas, destacam-se as atividades voltadas ao treinamento de identificação taxonômica, políticas e protocolos das coleções do The New York Botanical Garden, dentre outros. Todo treinamento foi realizado com material pertencente ao William & Lynda Steere Herbarium, em que se priorizou entender quais características determinaram as posteriores identificações, para realização de revisão do material já pertencente ao herbário.

Para as realizações das revisões, foram utilizados recursos bibliográficos (chaves de identificação, descrições originais e bibliografia especializada) e comparação com outros materiais pertencentes ao herbário. No total, foram revisadas 19 espécies pertencentes a *Dacryodes* da família Burseraceae, ocorrentes na Ilha de Madagascar. Na região neotropical existem oito gêneros, com cerca de 295 espécies, sete deles representados no Brasil. Os membros de Burseraceae são muito ricos em gomas e resinas de valor considerável nos mercados mundiais e usados na perfumaria e na medicina. De muitas espécies de *Protium* Burm.f. extrai-se a almecega ou elemi, resina balsâmica com várias aplicações terapêuticas e insetífugas. *Crepidospermum* Hook. e *Protium* Burm. f. têm representantes arbóreos fornecedores de madeira para construção civil,



marcenaria e carpintaria e suas sementes possuem um conteúdo oleaginoso considerável. A escolha das espécies pertencentes ao gênero *Dacryodes* deu-se por conta da necessidade de melhorias nas chaves dicotômicas e por se tratar de um grupo de difícil identificação; o que se torna um desafio para os estudiosos, servindo de motivação diante das dificuldades encontradas ao longo do estágio (Figura 1).

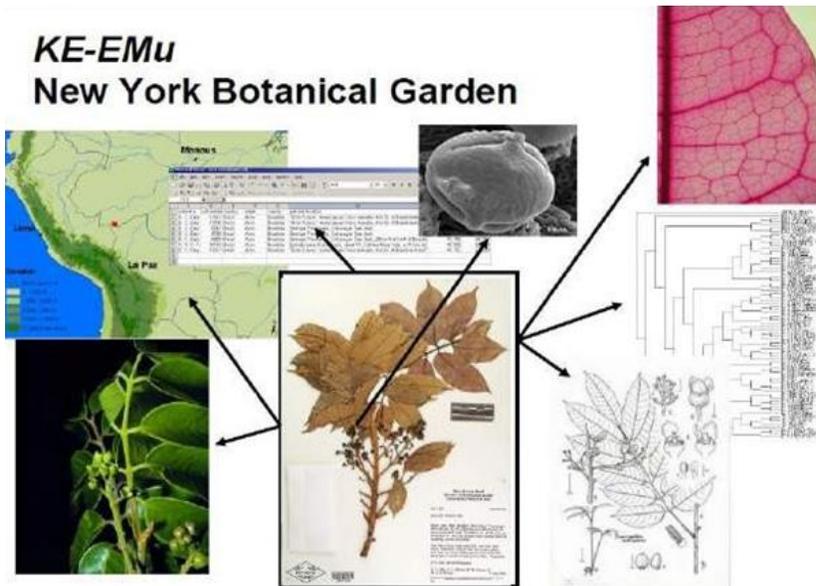
Figura 1. Treinamento em Taxonomia com o gênero *Dacryodes* da aluna Monielle Alencar Machado, juntamente com seu supervisor de estágio Douglas Daly.



O estágio incluiu também o treinamento com o software Ke-Meu, que é uma base de dados virtual que irá associar várias informações de uma única exsicata (Figura 2). O investimento do NYBG para o futuro é a integração, dentro do herbário, de todas as suas coleções. Assim as partes diferentes de uma mesma planta, como madeira, flores fixadas, folhas em sílica gel para estudos de DNA, além de informações sobre locais de coleta, arquitetura foliar, características filogenéticas e a exsicata propriamente dita, terão o mesmo código de acesso. Cabe destacar que essa atividade

serviu como base para iniciar os estudos de busca sobre a flora do Maranhão, que está inserida nos herbários ao redor mundo, e, posteriormente, elaborar um diagnóstico sobre o status das coleções maranhenses nos herbários de referência.

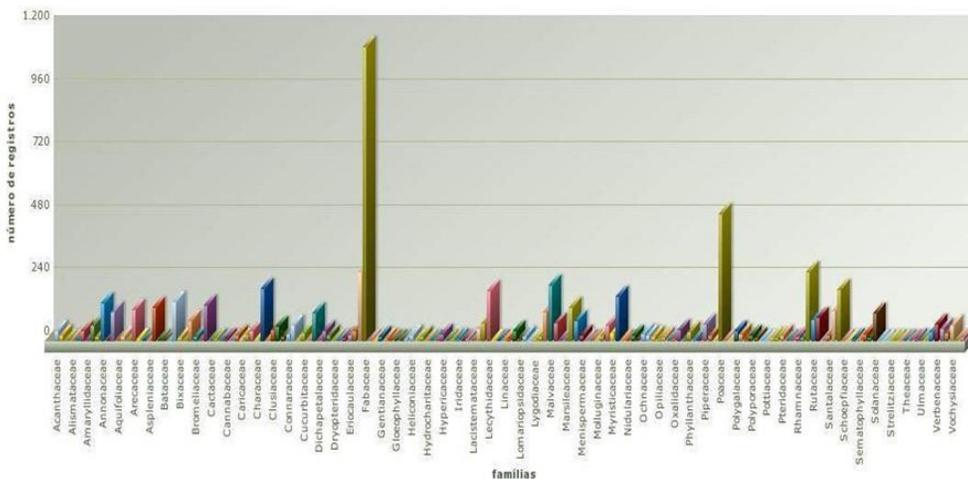
Figura 2. Layout do Ke-Emu - base virtual que irá associar várias informações de uma única exsicata.



A partir desse conhecimento, foi possível realizar um levantamento do status quantitativo e representatividade das coleções maranhenses no NYBG. Nesse sentido, foi possível constatar que, atualmente, existe 6.798 registros de plantas do Maranhão que estão depositadas no acervo do Herbário do NYBG, representando, aproximadamente, 2.600 espécies, 816 de gênero e 177 famílias. Cabe destacar a existência de 30 exsicatas que não tinham qualquer identificação, somente o registro que havia sido coletada no Maranhão.

Do total de espécies da coleção, as mais representativas em número de indivíduos foram *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori (43 indivíduos), *Gustavia augusta* L. e *Lecythis idatimon* Aubl. (32 indivíduos cada), *Couepia guianensis* Aubl. (22 indivíduos), *Lecythis lurida* (Miers) S.A.Mori (21 indivíduos). As demais apresentaram registros abaixo de 20 indivíduos cada. Com relação ao número de indivíduos por gênero, os mais representativos foram *Protium* sp. (115 indivíduos), *Pouteria* sp. (113 indivíduos), *Paspalum* sp. (94 indivíduos) *Chamaecrista* sp. (88 indivíduos) e *Licania* sp. (87 indivíduos). Para as famílias pode-se verificar que as mais representativas em número de indivíduos foram: Fabaceae com 1.119 plantas, Poaceae com 483, Euphorbiaceae e Rubiaceae com 260 indivíduos, cada, e Malvaceae com 210 indivíduos (Figura 3).

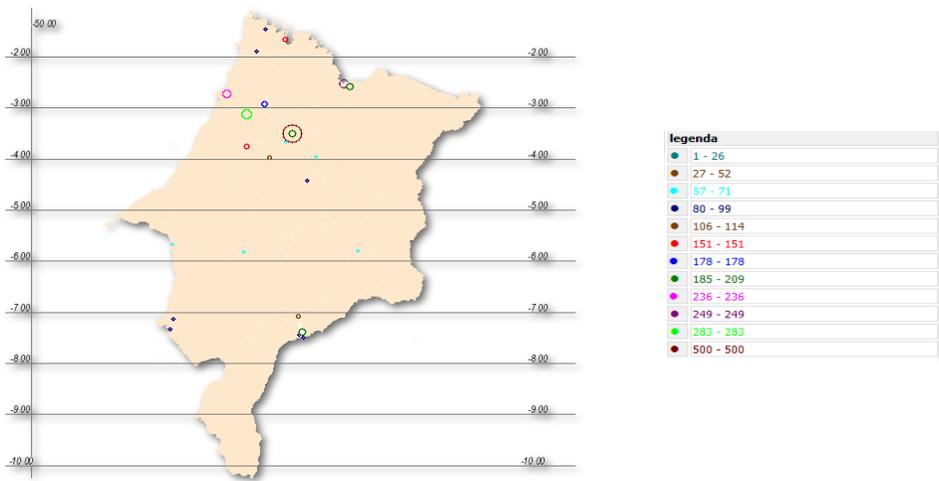
Figura 3. Representação referente ao total de número de indivíduos por família coletado no estado do Maranhão, pertencentes ao acervo do NYBG (imagem extraída do specieslink).



Em relação às regiões de maiores registros de coletas no estado do Maranhão, verificou-se no Herbário do NYBG que a região oeste foi melhor

representada (Figura 4). Isso pode ser explicado por ser característica da floresta equatorial maranhense (pré-Amazônia), onde está concentrada boa parte dos estudos que são desenvolvidos no NYBG. Os pesquisadores se esforçam e se dedicam em conhecer e desenvolver estudos considerando a megadiversidade florestal das regiões amazônicas.

Figura 4. Mapa que corresponde ao registro de coletas no estado do Maranhão, cujas exsicatas estão no acervo do NYBG (imagem extraída do specieslink).

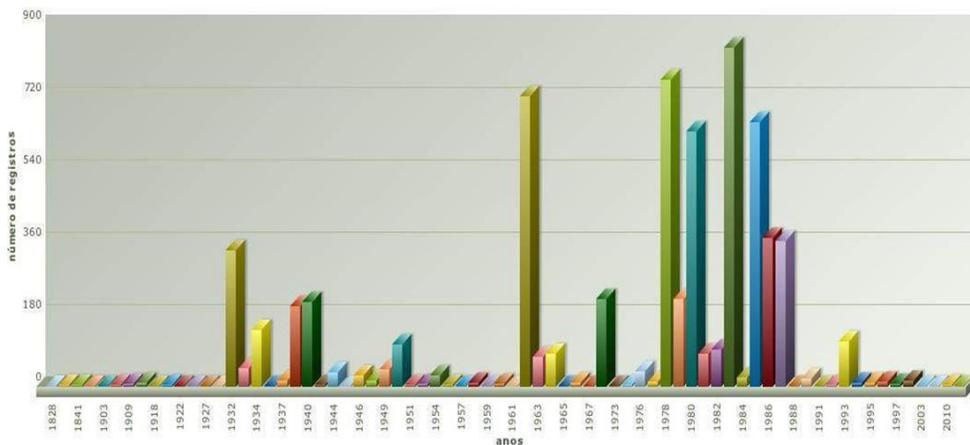


Segundo o banco de dados pertencente ao William and Lynda Steere Herbarium do NYBG, as primeiras amostras inseridas datam do ano de 1828, quando os primeiros naturalistas se mostraram interessados pelas espécies vegetais ocorrentes no estado do Maranhão.

Após esse primeiro momento as coletas e depósitos de espécimes tiveram um crescimento, chegando a 823 amostras depositadas no ano de 1983. Porém com o passar dos anos, foi verificado um decréscimo contínuo. A partir da década de 90, e mais precisamente nos últimos 10 anos, o número de amostras depositadas foi mínimo, com último depósito datado em 2011 (Figura 5). Esse fato pode ser justificado pelo aumento do número de herbários no Brasil, fazendo com que as amostras se concentrem, o surgimento de herbários no estado do Maranhão, o que possibilitou que as amostras fossem disponibilizadas para pesquisadores locais. Contudo, a falta de profissionais da taxonomia associadas a instituições internacionais interessados em permutas de amostras diminui a representatividade do Maranhão no cenário mundial. O que acarreta em menos pesquisas de relevância global, menos tecnologia investida, menos expansão de conhecimento e menos possibilidades de melhoramento quanto a formação de recursos humanos. Destacar o Maranhão que possui uma vegetação considerada transicional e com grande potencial biodiverso, torna-se um mecanismo importante no que tange a proteção de áreas consideradas matrizes para conservação. Além disso, a falta de conhecimento gera perdas irreparáveis de biodiversidade e extinção de espécies que podem desempenhar papéis ecológicos importantes na natureza (Monielle Alencar).

Com base nos dados consultados foi possível verificar, também, as amostras que possuíam registros com as coordenadas geográficas. Do total de amostras, cerca de 6.050 estão georreferenciadas na coleção. Todavia, desse total, 1.755 são consideradas suspeitas (apresentando algum tipo de erro seja em local de coleta ou ausência de dados). Em cerca de 153 amostras georreferenciadas por municípios e em 409 amostras, as coordenadas foram consideradas distintas (ou seja, não correspondiam aos locais ou região indicada na ficha de identificação). Esses dados são importantes como ferramentas de apoio para quando se pretende fazer uma catalogação mais precisa de espécies. Tais informações podem ser usadas e, assim, direcionar novas coletas, tendo em vista que podem destacar espécies ou até mesmo grandes áreas verdes já extintas, sendo possível, inclusive, indicar locais para programas de recuperação ambiental.

Figura 5. Representação gráfica que corresponde ao número de coletas por ano no estado do Maranhão, pertencentes a coleção do NYBG (imagem extraída do specieslink).



Diante desse diagnóstico, é necessário que haja incentivo no envio de profissionais para os institutos mundiais em busca de materiais e suporte necessário para investimento de pesquisas e melhoramento na formação profissional.

Em outro momento do estágio, foi possível acompanhar alguns integrantes do projeto Re flora, no intuito de obter informações referentes às espécies vegetais maranhenses, tendo em vista maximizar as atividades. O objetivo foi disponibilizar informações referentes as coleções dos primeiros naturalistas que estiveram no Maranhão, a fim de gerar posterior subsídio para projetos no estado.

As atividades do Re flora consistiram em seleção de exsicatas maranhenses, atribuição de código de barras (quando necessário), digitalização e treinamento no laboratório de imagens (Figura 6). A equipe do Re flora digitalizou, durante todo o projeto, para o estado do Maranhão cerca de 5.989 imagens no herbário do NYBG, um número significativo de coleções repatriadas para o estado. Contudo, atividades desenvolvidas

durante o período de estágio da aluna Monielle Alencar Machado trataram somente das coleções maranhenses depositadas no NYBG.

Figura 6. Laboratório de imagens no The New York Botanical Garden. À esquerda e ao fundo da imagem, destaca-se a aluna Monielle Alencar Machado, processando e fotografando espécimes pertencentes a flora maranhense.



3 CONTRIBUIÇÕES DO PROGRAMA CIDADÃO DO MUNDO PARA OS ESTUDOS BOTÂNICOS NO MARANHÃO

O programa Cidadão do Mundo tornou-se um instrumento de mudança no que diz respeito a representatividade botânica do Maranhão, diante da parceria com o William and Lynda Steere Herbarium do NYBG. Além de aprimoramento na formação profissional, parcerias foram formadas por meio de cooperação internacional entre o Herbário MAR e o William and Lynda Steere Herbarium, o que vai possibilitar troca de

materiais e intercâmbio de alunos e pesquisadores. Além disso, o Herbário MAR foi inserido no Index Herbariorum (THIERS, 2015) possuindo um registro internacional assim como as grandes coleções dos herbários espalhados pelo mundo, visando ofertar um guia para a ciência e conservação da biodiversidade. A entrada de um herbário para o Index Herbariorum (IH) inclui a sua localização física, URL, conteúdos (por exemplo, número e tipo de espécimes), data de fundação, bem como nomes, informações de contato e áreas de especialização da equipe associada. Somente aquelas coleções que são repositórios científicos permanentes estão incluídas no IH. Os novos inscritos devem demonstrar que a sua coleção é acessível aos cientistas e é gerenciada ativamente. O Herbário MAR atingiu todos critérios necessários para sua inserção ao Index Herbariorum, o que possibilitará maior visibilidade da flora do estado do Maranhão e possivelmente mais parcerias e recursos para pesquisas na área de botânica.

A oportunidade do estágio realizado no The New York Botanical Garden serviu para ampliação de conhecimentos no diz respeito as metodologias aplicáveis a estudos botânicos no estado do Maranhão, possibilitando, acima de tudo, uma troca de saberes entre o Herbário MAR e o William & Lynda Steere Herbarium.

4 ASPECTOS RELATIVOS AO ESTÁGIO NO ÂMBITO PESSOAL

A experiência resultou em desenvolvimento pessoal da aluna Monielle Alencar Machado, contribuindo para mudanças no modo de pensar, lidar com as pessoas e com as diferentes situações do cotidiano. A convivência com diferentes culturas e as vivências inéditas foram alguns dos fatores indutores da ampliação do desenvolvimento e amadurecimento pessoal, estimulando a resolver problemas diretamente, fortalecendo a autoconfiança e as habilidades de comunicação.

A experiência do intercâmbio proporcionou, também, maior visão crítica com relação ao desenvolvimento das pesquisas no estado, além do desejo de promover mudanças.



Nova York, por exemplo, proporciona contato com diferentes culturas e religiões. E, particularmente, o New York Botanical Garden recebe pesquisadores de todas as partes do Brasil, o que foi muito produtivo diante da troca de conhecimento das diferentes regiões, além de divulgar com mais ênfase a nossa riqueza em relação à vegetação e às pesquisas que estão sendo desenvolvidas, no intuito de buscar mais parcerias para nossos trabalhos (Monielle Alencar).

Por fim, os dados que foram levantados sobre o status quantitativo e representatividade da flora do Maranhão no William and Lynda Steere Herbarium deixam claro que ainda temos muito que caminhar em nossas pesquisas. Contudo, a partir de mecanismos e oportunidades como o Programa Cidadão do Mundo, estamos iniciando essa mudança, e gerando a possibilidade de qualificação profissional para os pesquisadores, desenvolvimento científico e melhoria dos projetos que visem a proteção e conservação da biodiversidade maranhense, ainda pouco conhecida.

AGRADECIMENTOS

Ao programa Cidadão do Mundo do Governo do Estado do Maranhão e à FAPEMA pela bolsa concedida e pela oportunidade de estudar em um dos maiores herbários do mundo. Ao The New York Botanical Garden pela infraestrutura cedida, especialmente ao Dr. Douglas Daly, curador e diretor do William and Lynda Steere Herbarium por ter aceitado o desafio, paciência e dedicação nos ensinamentos. Ao Laboratório de Estudos Botânicos e Herbário do Maranhão (MAR) por todo incentivo, em especial ao Prof. Dr. Eduardo B. Almeida Jr., que foi o proponente desse projeto, ajudando a tornar possível esse sonho. E em especial, também ao Prof. Dr. Claudio Urbano Bittencourt Pinheiro que intermediou todos os contatos no The New York Botanical Garden sendo fundamental em apresentar meu trabalho e a minha pessoa aos pesquisadores do NYBG.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JR., E.B. Herbário do Maranhão (MAR). Unisanta Bioscience, v. 4, p. 129-132, 2015.

NYBG - THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN. Disponível em <<http://sciweb.nybg.org/science2/VirtualHerbarium.asp.html>> Acesso em 10 de dezembro de 2017.

PEIXOTO, A. L.; MORIM, M. P. Coleções Botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. Ciência e Cultura. V. 5. N. 3. P. 21-24, 2003.

SILVA, M.M.F.; CARVALHO, L.F.; BAUNGRATZ, J.F.A. O Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro - um expoente na história da flora brasileira. Rio de Janeiro. JBRJ. 2001.

THIERS, B. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em <<http://sweetgum.nybg.org/ih/>>. Acesso 05 de Outubro de 2017.





CAPÍTULO 12

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE COMPOSTOS DERIVADOS DE PLANTAS CONTRA MICRORGANISMOS PATOGÊNICOS

Brenda da Silva Cutrim
Deivid Martins Santos
Alexsander Rodrigues Carvalho Junior
Cristiane Santos Silva e Silva Figueiredo
Luís Cláudio Nascimento da Silva

Programa de Pós-graduação, Universidade Ceuma, Rua Josué Montello, nº 1,
Renascença II, CEP 65.075-120 São Luís, Maranhão.

RESUMO

As doenças infecciosas representam um grande desafio para os sistemas de saúde em todo mundo, visto que são causas de altas taxas de mortalidade e morbidade. Esse quadro é ainda mais exacerbado em países em desenvolvimento, como o Brasil, nos quais diversos fatores socioambientais promovem a dispersão dos patógenos. Aliado a isso, os microrganismos apresentam elevada capacidade de adquirir fatores relacionados à resistência aos fármacos e fatores de virulência. Nesse contexto, o desenvolvimento de novas alternativas terapêuticas é uma necessidade urgente no combate aos microrganismos patogênicos. Os produtos derivados de plantas, devido suas diversidades química e farmacológica, desempenham um papel importante na prospecção de agentes antimicrobianos. O conhecimento popular tem indicado diversas plantas medicinais que são eficientes no tratamento de infecções, sendo que algumas delas ainda carecem de evidências científicas. Um grande exemplo são as plantas de alguns biomas do Brasil, país com ampla biodiversidade, que constituem um repertório de espécies subexploradas para fins farmacológicos. Neste capítulo são apresentados estudos científicos sobre produtos naturais derivados de plantas com ação antimicrobiana. Compostos conhecidos como o eugenol e o cinamaldeído se mostraram como agentes efetivos na inibição de *Cryptococcus* sp. e da virulência de *Staphylococcus aureus*, respectivamente. Ainda em relação à

atividade anti-*Candida*, pode-se destacar a ação de plantas relativamente pouco estudadas como *Spondias tuberosa* (umbuzeiro); *Buchenavia tetraphylla* (Tanimbuca); *Cleome spinosa* (Mussambê). Por outro lado, as plantas *C. spinosa* e *Himatanthus drasticus* (janaúba) apresentaram ação antibacteriana de amplo espectro; enquanto que *Bixa orellana* (urucum) se mostrou como uma fonte de compostos ativos contra *Mycobacterium abscessus* subsp. *massiliense*. Em conjunto, esses estudos denotam a relevância dos produtos derivados de plantas no desenvolvimento de novos fármacos, sendo necessárias políticas de investimento contínuo nessa área estratégica, que pode resultar em impactos socioeconômicos importantes.

Palavras-chave: Doenças infecciosas, compostos naturais, produtos terapêuticos.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da existência humana, infecções causadas por microrganismos têm sido um desafio para sobrevivência humana, estando relacionadas com elevados índices de morbidade e mortalidade entre seres humanos (VOGEL *et al.*, 2016). Esse quadro é ainda mais grave em países em desenvolvimento como o Brasil (CANÇADO *et al.*, 2018). A descoberta da penicilina, o primeiro antibiótico, na década de 1940 revolucionou a medicina proporcionando um novo suporte para o tratamento das doenças infecciosas. Através dessa descoberta, muitas doenças foram combatidas, gerando um aumento na expectativa e na qualidade de vida da população, já que, desse a disponibilidade deste antibiótico, as taxas de mortalidade de inúmeras doenças melhoraram significativamente (MOMODU *et al.*, 2018). Entretanto, o uso indevido dos antibióticos resultou na pressão seletiva que induz, nos microrganismos, a capacidade de resistir à ação dessas drogas levando à seleção e expansão de cepas bacterianas resistentes e ao aumento dramático da taxa de falha do tratamento (MAJDANIK *et al.*, 2018). Os microrganismos patogênicos possuem diversas vias para aquisição de fatores relacionados à virulência e resistência aos antibióticos, tornando o tratamento antimicrobiano ineficaz, e, em consequência, levando ao aumento da mortalidade,



hospitalização prolongada e aumento dos custos médicos (HWANG *et al.*, 2018).

De fato, a resistência aos antimicrobianos é um obstáculo cada vez mais incidente, especialmente pela rápida disseminação de bactérias multirresistentes causadoras de infecções e sua capacidade de tolerar as terapias medicinais existentes (PARTRIDGE *et al.*, 2018). A partir disso, surgiram microrganismos mais patogênicos do que os já existentes, responsáveis, em muitas das vezes, por quadros de infecções crônicas. Como consequência, infecções causadas por esses microrganismos resistentes às terapias convencionais, implicam em piores resultados em pacientes infectados com esses patógenos, além de exigirem maiores cuidados e consumirem mais recursos de saúde do que pacientes infectados com linhagens bacterianas não resistentes (SHRESTHA *et al.*, 2018). Portanto, tais infecções continuam a representar uma ameaça para os seres humanos e são necessários esforços contínuos para desenvolver tratamentos eficazes.

Com o passar do tempo, o uso de compostos naturais, principalmente derivados de plantas, tem sido amplamente explorado como potenciais drogas para o tratamento de várias infecções (DA SILVA, DA SILVA MARCIA, CORREIA, 2017). Esses compostos são uma importante fonte de matéria prima para o desenvolvimento de novos fármacos, devido à alta variabilidade química e diversos mecanismos de ação (SANTOS *et al.*, 2016). Nesse contexto, a identificação dos compostos presentes nas plantas medicinais é de fundamental importância para o desenvolvimento de novos fármacos. Atualmente, vários experimentos científicos estão sendo conduzidos para a caracterização do potencial antimicrobiano desses compostos, avaliando, assim a eficácia dos produtos naturais (FARHA E BROWN *et al.*, 2016). Neste capítulo são elencados alguns trabalhos sobre a aplicação de produtos derivados de plantas como agentes antimicrobianos contra microrganismos eucariotos e procariotos. Estes trabalhos foram desenvolvidos entre os anos de 2016 a 2018, sendo direta ou indiretamente relacionados com o Projeto “Avanços na

caracterização do potencial antimicrobiano de compostos naturais” financiado pela FAPEMA (Edital COOPI-02860/16).

2 ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO EUGENOL CONTRA ESPÉCIES DE *Cryptococcus*.

O eugenol (4-allyl-2-methoxyphenol) é um fenilpropanoide, caracterizado por um anel fenílico com uma cadeia lateral de propenilo, sendo o mais estudado por seus efeitos biológicos (PERUGINI BIASI-GARBIN *et al.*, 2015). Alguns desses estudos têm demonstrado que esse composto tem grande potencial antibacteriano e antifúngico e sua atividade antimicrobiana parece estar relacionada com perturbações na membrana celular e na inibição do transporte de elétrons na célula (DARVISHI *et al.*, 2013).

A carência de alternativas terapêuticas contra a Criptococose motivou a avaliação do efeito antifúngico do eugenol contra *Cryptococcus gattii* e *Cryptococcus neoformans*. O tratamento da Criptococose tem sido um desafio, pois além de muitas vezes ineficazes, as drogas de uso mais frequentemente (como a anfotericina B) apresentam efeitos adversos (HAGEN *et al.*, 2015; SCORZONI *et al.*, 2017).

Com base nisso, Alves *et al.* (2017) avaliaram o efeito do eugenol contra isolados de *C. gattii* e *C. neoformans*. Nesse estudo, também foram avaliadas as alterações fenotípicas relacionadas com a ação desse composto (alterações no volume celular, propriedades capsulares, quantidade de ergosterol entre outras). Foi observado que o eugenol promove atividade fungicida contra os dois isolados e que ele não apresenta interação entre o fluconazol e anfotericina B.

Também houve diminuição na quantidade de ergosterol e indução de despolarização na membrana mitocondrial. O tratamento com eugenol resultou na redução do diâmetro da célula e tamanho da cápsula, aumento do volume celular, aumento na produção de ROS, peroxidação lipídica e comprometimento da integridade dos lisossomos. Com isso, foi



demonstrado que o Eugenol é um promissor composto para auxiliar o tratamento da Criptococose.

3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE *Buchenavia tetraphylla* CONTRA *Candida albicans*.

Buchenavia tetraphylla é uma planta medicinal advinda de Cuba para o Brasil, popularmente conhecida como “Tanimbuca” e comumente utilizada por comunidades no nordeste brasileiro (AGRA *et al.*, 2008). Estudos demonstraram que extratos e frações obtidas a partir da folha dessa planta apresentaram um bom espectro de ação contra bactérias e fungos como *Candida albicans* (DE OLIVEIRA *et al.*, 2012). A partir disso, Cavalcante Filho (2017) testou o extrato da *B. tetraphylla* contra isolados de *C. albicans* de secreções vaginais para avaliação da sua atividade antifúngica e em combinação com fluconazol.

Nesse estudo, frações orgânicas (hexânica: BTHE; clorofórmio: BTCE; acetato de etila: BTEE; e metanólica: BTME) foram utilizadas para determinação do potencial antimicrobiano através da concentração inibitória mínima e fungicida mínima, avaliação morfológica e efeito citotóxico em macrófagos. Os resultados mostraram que todas as frações apresentaram atividade contra os isolados de *C. albicans* e que a ação fungicida é mais proeminente. Também foi visto, através de microscopia eletrônica de varredura, que a fração BTME interfere na divisão celular e no desenvolvimento do fungo. Com isso, o extrato da planta demonstrou ser uma fonte de moléculas que podem ser úteis para o tratamento de infecções causadas por *Candida* spp. além de potencializar o efeito do fluconazol como sendo de grande importância para o auxílio do tratamento com drogas já utilizadas (CAVALCANTE FILHO *et al.*, 2017).

4 FOLHAS DE *Spondias tuberosa* COMO FONTE DE MOLÉCULAS ANTI-*Candida*.

Outro exemplo de planta com potencial para o desenvolvimento de agentes antifúngicos é a *Spondias tuberosa* Arruda (Da Costa Cordeiro *et al.*, 2018). Essa planta é conhecida popularmente como “umbuzeiro”, sendo uma espécie típica da Caatinga, o único bioma exclusivamente brasileiro (MERTENS *et al.*, 2017). Apesar da grande diversidade de plantas dessa região semiárida, ainda existe um repertório de plantas empregadas na cultura popular para o tratamento de doenças humanas e que ainda são relativamente subexploradas para fins de prospecção de novas drogas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007). *S. tuberosa* é uma destas espécies, em que uma ampla gama de propriedades medicinais que são asseguradas por substâncias encontradas nos frutos e casca, incluindo tratamento de diabetes meliitus, desordens digestivas e infecções em geral (De Moura Barbosa *et al.*, 2018). Em relação às folhas, evidências científicas comprovam as ações anti-inflamatórias e antibacterianas (SIQUEIRA *et al.*, 2016).

Da Costa Cordeiro *et al.* (2018) relataram a composição química do extrato hexânico das folhas de *S. tuberosa* e sua ação antifúngica sobre diferentes espécies de *Candida*. O extrato hexânico inibiu seletivamente o crescimento de *C. albicans* e *C. glabrata*, porém, *C. parapsilosis* e *C. krusei* não tiveram seu crescimento afetado. A maior atividade foi contra *C. glabrata*, sendo esse efeito relacionado com a hiperpolarização da membrana mitocondrial, superprodução de ânion superóxido na mitocôndria e severos danos na membrana lisossomal.

5 CINAMALDEÍDO COMO AGENTE ANTIVIRULÊNCIA CONTRA *Staphylococcus aureus*.

O cinamaldeído (aldeído cinâmico ou 3-fenil-2-propenal) é o principal componente ativo do óleo essencial de canela (60-75%) (LÓPEZ-MATA *et al.*, 2017), sendo relatada poderosa atividade antimicrobiana contra uma variedade de patógenos (RIEGER e SCHIFFMAN, 2014),

incluindo fungos, bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (CHEN *et al.*, 2016).

Ferro *et al.* (2016), avaliaram a atividade antibacteriana e antivirulência do cinamaldeído contra cepas padrões e obtidas de amostras clínicas das *S. aureus* e *Enterococcus faecalis*. O cinamaldeído foi capaz de inibir as cepas de ambas espécies, incluindo aquelas com um fenótipo de resistência a múltiplas drogas. Quando tratadas com concentrações subinibitórias de cinamaldeído, as cepas de *S. aureus* foi observada redução da atividade hemolítica e da capacidade da aderência ao látex. Em adição, o cinamaldeído também diminuiu a capacidade de sobrevivência de *S. aureus* no soro humano. Não foi observado a indução de um fenótipo de tolerância ao cinamaldeído após o tratamento repetido por 10 dias, diferentemente do obtido para o tratamento contínuo com a ciprofloxacina. Por fim, a eficácia desse composto foi avaliada utilizando um modelo alternativo de infecção baseado em larvas de *Galleria mellonella*. As larvas foram tratadas com cinamaldeído duas horas após a infecção com *S. aureus*. O tratamento com cinamaldeído promoveu a sobrevivência das larvas e a diminuição da carga bacteriana em sua hemolinfa. O cinamaldeído não foi efetivo, de maneira geral, em reduzir a virulência das linhagens de *E. faecalis*.

6 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTI-INFLAMATÓRIO DO EXTRATO DE *Bixa orellana* CONTRA *Mycobacterium abscessus* subsp. *Massiliense*.

O complexo *Mycobacterium* compreende um grupo de micobactérias de crescimento rápido que é responsável por um amplo espectro de doenças, principalmente na pele e tecidos moles de pessoas imunocomprometidas e são causadores de inúmeros surtos hospitalares (GRIFFITH *et al.*, 2007). Devido à estrutura de sua parede celular, especialmente as espécies *M. abscessus* subsp. *massiliense*, adquirem resistência aos macrólídeos após o tratamento de infecções pulmonares, demonstrando a urgente necessidade de busca por novos tratamentos. A espécie *Bixa orellana*, popularmente conhecida como “Urucum”, é descrita

como fonte de compostos com potencial antimicrobianos e anti-inflamatórios (KEONG *et al.*, 2011; ZHAI *et al.*, 2014; YOUNG *et al.*, 2015; PIERPAOLI *et al.*, 2017).

A atividade antimicrobiana (*in vitro*) e anti-inflamatória (*in vivo*) do extrato hidroalcoólico e da fração acetato de etila de folhas de *B. orellana* contra *M. abscessus subsp. massiliense* foi demonstrada por Viana *et al.* (2018). Foi possível observar que *M. abscessus massiliense* foi suscetível aos dois extratos, sendo que o extrato hidroalcoólico mostrou uma menor atividade antimicrobiana que a fração acetato de etila, possivelmente decorrente do menor conteúdo fenólico e flavonóide. Além disso, os extratos não induziram efeitos tóxicos nos eritrócitos e nos macrófagos da linhagem RAW 264.7. Ensaio *in vitro* também demonstraram que os extratos reduziram a produção de NO por células RAW 264.7 infectadas por *M. abscessus subsp. massiliense*. Esses resultados anti-inflamatórios *in vitro* foram confirmados no modelo murino de peritonite induzida por *M. abscessus massiliense* (inativada pelo calor). Os extratos de *B. orellana* inibiram a migração celular nos animais com peritonite, sem induzir efeitos tóxicos. Esses resultados incentivam realização de outros estudos visando a identificação/isolamento do(s) composto(s) ativo(s) presente(s) neste extrato.

7 AÇÃO ANTIMICROBIANA DE EXTRATOS ORGÂNICOS OBTIDOS DA PLANTA *Cleome spinosa*

Cleome spinosa Jacq é uma erva perene conhecida no Brasil como “Mussambê”. Suas folhas e flores têm sido utilizadas na medicina tradicional (AGRA *et al.*, 2008), sendo, no entanto, apenas poucas ações farmacológicas comprovadas cientificamente, como os efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios e antinoceptivos (MCNEIL *et al.*, 2010; ALBARELLO *et al.*, 2013; DA SILVA *et al.*, 2016).

Da Silva *et al.* (2016) demonstraram que os extratos orgânicos obtidos da folha e raiz de *C. spinosa* exibiram atividade antimicrobiana de amplo espectro, uma vez que inibiu todas as bactérias (*Bacillus subtilis*,

Enterococcus faecalis, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis*) e leveduras testadas (*Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*). A maior atividade foi observada para os extratos obtidos a partir das folhas com utilização dos solventes ciclohexano e clorofórmio. Nos ensaios hemolíticos, todos os extratos apresentaram baixa citotoxicidade (SILVA *et al.*, 2016). Também foi observado que o extrato clorofórmico apresentou efeito sinérgico com a oxalacilina contra linhagens clínicas de *S. aureus*.

8 *Himatanthus drasticus* COMO FONTE DE MOLÉCULAS ANTIBACTERIANAS

A planta *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) é uma planta de uso popular em diversos estados, recebendo diferentes nomes populares dependendo da região como tiborna, jasmim-manga e raivosa em Minas Gerais e Bahia; janaúba no Ceará e Maranhão; pau-de-leite no Piauí; janaguba no Rio Grande do Norte; sucúba na Amazônia (PLUMEL, 1991; LUZ, SANTOS, MACHADO, 2014). No Maranhão, *H. drasticus* é utilizada para inflamação, inflamação do útero, gastrite, úlceras, depurativo do sangue, próstata, câncer, fortificante e contra infertilidade (BITU *et al.*, 2013). O látex da planta tem indicação popular contra o câncer de pulmão e linfático, vermes intestinais, febre e úlceras gástricas (LORENZI & MATOS, 2008).

Figueiredo *et al.* (2016) demonstraram a ação antimicrobiana de amplo espectro para extratos obtidos das folhas de *H. drasticus*. Nesse trabalho, a melhor ação inibitória foi observada para o extrato bruto contra *Klebsiella pneumoniae*, sendo este efeito relacionado com danos na membrana da bactéria. Concentrações subinibitórias dos extratos foram capazes de inibir a formação de biofilme por *K. pneumoniae*. Os autores também demonstraram que este extrato é capaz de aumentar a ação da ciprofloxacina contra *K. pneumoniae*. Dentre os compostos detectados no

extrato ativo estão o plumieride, plumericina ou isoplumericina, rutina, quercetina e derivados e ácido clorogênico.

CONCLUSÃO

Os trabalhos apresentados neste capítulo exemplificam a importância dos produtos derivados de plantas para o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas, como fármacos/fitoterápicos ou como moléculas líderes para rotas semissintéticas. Estes estudos também são importantes por trazer novos indícios científicos para o uso de plantas já empregadas pelas comunidades tradicionais. Por fim, fica evidente a importância do investimento contínuo nesta área estratégica para o desenvolvimento de um país como o Brasil, conhecido como detentor de uma ampla biodiversidade e conhecimento etnofarmacológico.

REFERÊNCIAS

AGRA, Maria de Fátima et al. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. *Revista brasileira de farmacognosia*, v. 18, n. 3, p. 472-508, 2008.

ALBARELLO, Norma et al. Anti-inflammatory and antinociceptive activity of field-growth plants and tissue culture of *Cleome spinosa* (Jacq.) in mice. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 7, n. 16, p. 1043-1049, 2013.

ALBUQUERQUE, Ulysses. *et al.* Useful plants of the semi-arid northeastern region of Brazil – a look at their conservation and sustainable use. *Environ Monitor Assess.* v. 125, p. 281-90, 2007.

ALVES, Júnia CO et al. Eugenol Induces Phenotypic Alterations and Increases the Oxidative Burst in *Cryptococcus*. *Frontiers in microbiology*, v. 8, p. 2419, 2017.

BITU, Vanessa de Carvalho Nilo et al. Ethnopharmacological study of plants sold for therapeutic purposes in public markets in Northeast Brazil. *Journal of ethnopharmacology*, v. 172, p. 265-272, 2015.

BOUCHER, Helen W. et al. Bad bugs, no drugs: no ESKAPE! An update from the Infectious Diseases Society of America. *Clinical infectious diseases*, v. 48, n. 1, p. 1-12, 2009.

CANÇADO, Guilherme Grossi Lopes et al. Clinical epidemiology of *Clostridium difficile* infection among hospitalized patients with antibiotic-associated diarrhea in a university hospital of Brazil. *Anaerobe*, v. 54, p. 65-71, 2018.

CAVALCANTI FILHO, José Robson Neves et al. Antimicrobial activity of *Buchenavia tetrphylla* against *Candida albicans* strains isolated from vaginal secretions. *Pharmaceutical biology*, v. 55, n. 1, p. 1521-1527, 2017.

COSTA, Adalberto Coelho da et al. Antibacterial activity of the essential oil of *Origanum vulgare* L.(Lamiaceae) against bacterial multiresistant strains isolated from nosocomial patients. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 19, n. 1B, p. 236-241, 2009.

COSTA-LOTUFO, Letícia. *et al.* Studies of the anticancer potential of plants used in Bangladeshi folk medicine. *J Ethnopharmacol.* v. 99, p. 21-30, 2005.

CHEN, Huanle et al. Preparation, characterization, and properties of chitosan films with cinnamaldehyde nanoemulsions. *Food Hydrocolloids*, v. 61, p. 662-671, 2016.

DARVISHI, Emad et al. The antifungal eugenol perturbs dual aromatic and branched-chain amino acid permeases in the cytoplasmic membrane of yeast. *PloS one*, v. 8, n. 10, p. e76028, 2013.

DA SILVA, L. CN; DA SILVA, Márcia V.; CORREIA, Maria T. New Frontiers in the Search of Antimicrobials Agents from Natural Products. *Frontiers in microbiology*, v. 8, p. 210, 2017.

DA COSTA CORDEIRO, Bruna Maria Pereira et al. Hexane extract from *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae) leaves has antioxidant activity and is an anti-*Candida* agent by causing mitochondrial and lysosomal damages. *BMC complementary and alternative medicine*, v. 18, n. 1, p. 284, 2018.

DE MOURA BARBOSA, Humberto et al. *Spondias tuberosa* inner bark extract exert antidiabetic effects in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*, v. 227, p. 248-257, 2018.

DE OLIVEIRA, Ygor Lucena Cabral et al. Antimicrobial activity and phytochemical screening of *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) RA Howard (Combretaceae: Combretoideae). *The Scientific World Journal*, v. 2012, 2012.

FARHA, Maya, & BROWN, Edward. Strategies for target identification of antimicrobial natural products. *Natural product reports*, v. 33, n. 5, p. 668-680, 2016.

FERRO, Thiago AF et al. Cinnamaldehyde Inhibits *Staphylococcus aureus* Virulence Factors and Protects against Infection in a *Galleria mellonella* Model. *Frontiers in microbiology*, v. 7, p. 2052, 2016.

GRIFFITH, David E. et al. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases. *American journal of respiratory and critical care medicine*, v. 175, n. 4, p. 367-416, 2007.

HAGEN, Ferry et al. Recognition of seven species in the *Cryptococcus gattii*/*Cryptococcus neoformans* species complex. *Fungal Genetics and Biology*, v. 78, p. 16-48, 2015.

HWANG, Hyeonjun. et al. Impact of an infectious diseases specialist-led antimicrobial stewardship programmes on antibiotic use and antimicrobial resistance in a large Korean hospital. *Scientific Reports*, v. 8, n. 147, 2018.

KEONG, Y. Yoke et al. *Bixa orellana* leaves extract inhibits bradykinin-induced inflammation through suppression of nitric oxide production. *Medical Principles and Practice*, v. 20, n. 2, p. 142-146, 2011.

LAGERBÄCK, Pernilla et al. Evaluation of antibacterial activities of colistin, rifampicin and meropenem combinations against NDM-1-producing *Klebsiella pneumoniae* in 24 h in vitro time-kill experiments. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 71, n. 8, p. 2321-2325, 2016.

LÓPEZ-MATA, Marco A. et al. Mechanical, barrier and antioxidant properties of chitosan films incorporating cinnamaldehyde. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 26, n. 2, p. 452-461, 2018.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 544p.

LUZ, H. S. et al. Prospecção fitoquímica de *Himatanthus drasticus* Plumel (Apocynaceae), da mesorregião leste maranhense. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 16, n. a00101s1, p. 657-662, 2014.

MAJDANIK, Miklasińska. et al. Phenolic Compounds Diminish Antibiotic Resistance of *Staphylococcus Aureus* Clinical Strains. International Journal of environmental research and public health, v. 15. n. 10, 2018.

MERTENS, J. et al. Spondias tuberosa Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga?. Brazilian Journal of Biology, v. 77, n. 3, p. 542-552, 2017.

MOMODU, Lfeanyi. et al. Osteomyelitis. StatPearls Publishing, v. 8, n. 10, 2018.

PERUGINI BIASI-GARBIN, R. et al. Effect of eugenol against Streptococcus agalactiae and synergistic interaction with biologically produced silver nanoparticles. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, v. 2015, 2015.

PIERPAOLI, Elisa et al. Supplementation with tocotrienols from Bixa orellana improves the in vivo efficacy of daptomycin against methicillin-resistant Staphylococcus aureus in a mouse model of infected wound. Phytomedicine, v. 36, p. 50-53, 2017.

PIRES, Cyndi Heleinne et al. Composição química e atividade antimicrobiana dos óleos essenciais das folhas e flores de Callistemon viminalis (sol. ex Gaertn.) G. Don ex. Loudon (Myrtaceae). Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 34, n. 4, p. 597-601, 2014.

PLUMEL, M.M. Le genre Himatanthus (Apocinaceae). Revisión taxonomique: bradea. Boletim do Herbarium Bradeanu, Rio de Janeiro, v.5, p.1-20, 1991.

RIEGER, Katrina A.; SCHIFFMAN, Jessica D. Electrospinning an essential oil: Cinnamaldehyde enhances the antimicrobial efficacy of chitosan/poly (ethylene oxide) nanofibers. Carbohydrate polymers, v. 113, p. 561-568, 2014.

RODRÍGUEZ-ROJAS, Alexandro et al. Antibiotics and antibiotic resistance: a bitter fight against evolution. International Journal of Medical Microbiology, v. 303, n. 6-7, p. 293-297, 2013.

SANTOS, Bruno S. dos et al. Application of omics technologies for evaluation of antibacterial mechanisms of action of plant-derived products. Frontiers in microbiology, v. 7, p. 1466, 2016.

SILVA, Ana P. et al. Antimicrobial Activity and Phytochemical Analysis of Organic Extracts from *Cleome spinosa* Jacq. *Frontiers in microbiology*, v. 7, p. 963, 2016.

SIQUEIRA, Emerson. *et al. Spondias tuberosa* (Anacardiaceae) leaves: profiling phenolic compounds by HPLC-DAD and LC-MS/MS and in vivo anti-inflammatory activity. *Biomed Chromatogr.* V. 30, n. 10, p. 1656-65, 2016

SCORZONI, Liliana et al. Antifungal therapy: new advances in the understanding and treatment of mycosis. *Frontiers in microbiology*, v. 8, p. 36, 2017.

TOGNIM, M. C. B.; CARDOSO, C. L. Nosocomial outbreaks in Brazil: can they be controlled?. *Journal of Hospital Infection*, v. 94, n. 4, p. 320-321, 2016.

VOGEL, Monique et al. Infectious disease consultation for *Staphylococcus aureus* bacteremia—a systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*, v. 72, n. 1, p. 19-28, 2016.

YONG, Yoke Keong et al. *Bixa orellana* leaf extract suppresses histamine-induced endothelial hyperpermeability via the PLC-NO-cGMP signaling cascade. *BMC complementary and alternative medicine*, v. 15, n. 1, p. 356, 2015.

ZHAI, Bo et al. Antimalarial evaluation of the chemical constituents of hairy root culture of *Bixa orellana* L. *Molecules*, v. 19, n. 1, p. 756-766, 2014.



4

JUVENTUDE

SEÇÃO 4

CAPÍTULO 13

PRODUÇÃO E RENDA PARA A JUVENTUDE QUILOMBOLA DO TERRITÓRIO LENÇÓIS MARANHENSES / MUNIN*

Itaan Pastor Santos¹

¹ Professor adjunto da Universidade Estadual do Maranhão, do Centro de Ciências Agrárias e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioespacial e Regional.

* Texto baseado nos primeiros resultados do projeto “Buscando alternativas de produção e renda para a juventude quilombola do Território Lençóis Maranhenses / Munin”, financiada pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Maranhão.

1 INTRODUÇÃO

O território Lençóis Maranhenses / Munin é composto por 12 municípios (Axixá, Bacabeira Barreirinhas, Cachoeira Grande, Humberto de Campos, Icatu, Morros, Paulino Neves, Presidente Juscelino, Primeira Cruz, Rosário e Santo Amaro). Em função do modelo de colonização a área mais próxima do rio Munin, denominada atualmente de Baixo Munin, composta por sete municípios (Axixá, Bacabeira, Cachoeira Grande, Icatu, Morros, Presidente Juscelino e Rosário) teve seu processo de ocupação potencializada pela presença do povo negro que, na condição de escravo, foi levado para trabalhar em fazendas de algodão e arroz dos colonizadores portugueses.

Após a libertação dos escravos, os quilombos já existentes passaram a ter a companhia de novos quilombos que foram se formando pelos escravos recém-libertos, de forma tal que nos períodos mais recentes a quantidade de comunidades quilombolas tornou-se uma referência no território e em todo o estado. Muitos desses quilombos já são reconhecidos oficialmente pelos órgãos que fazem esse processo, casos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e da Fundação Palmares. Em 2011, a equipe da Cooperativa de Serviços, Pesquisa e Assessoria Técnica (COOSPAT), responsável pela qualificação do Plano

Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PTDRS), identificou 34 comunidades quilombolas. Concentradas, principalmente, nos municípios Rosário, Presidente Juscelino e Icatu, demonstrou a importância da presença dos negros africanos e seus descendentes na formação desse território. Essas comunidades quilombolas somadas a todas as outras comunidades tradicionais e aos assentamentos da reforma agrária determinam uma população rural de quase 65% nesse território. De todos os municípios, apenas em Rosário a população urbana é maior do que a rural.

Essas comunidades sofrem todos os problemas históricos que as comunidades tradicionais maranhenses sofrem. A falta de educação formal as colocam como as que possuem os maiores índices de analfabetismo. A falta de políticas de saúde faz a expectativa de vida dos moradores estar bem abaixo da média do Maranhão²⁰ que já é uma das menores do Brasil. A mobilidade ainda é muito ruim, com poucas estradas que permitam o deslocamento das famílias ou a comercialização da produção agrícola. Falta de alternativas de renda geram um sem número de problemas que vão desde o êxodo até a violência em todos os níveis. Grande parte desses problemas é potencializado no grupo social da juventude que acaba se obrigando a abandonar as comunidades para estudar e/ou trabalhar nas sedes dos municípios, na capital ou em outros estados. Alguns dos que ficaram acabaram achando nas drogas ilícitas um caminho que gera ainda mais violência, desestrutura as famílias e as próprias comunidades.

Ao longo dos últimos cinco anos, a equipe do LABEX - Núcleo de Extensão e Desenvolvimento, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) direcionou suas ações para o público da juventude rural compreendendo que havia uma relação direta entre o meio acadêmico e esse grupo. O olhar do Labex para a juventude identificou o público com maior necessidade de atenção e que mais se relaciona, pela própria idade, com os estudantes que, na graduação ou pós-graduação, estabelecem o

²⁰ O IBGE aponta o Maranhão como o estado com a menor expectativa de vida do Brasil com média de idade de 70 anos. Nas comunidades rurais maranhenses, apesar de não existir uma caracterização específica da taxa de envelhecimento, nos municípios maranhenses nunca é maior de 5%.

próprio ritmo de funcionamento do Núcleo. Em 2018, o Núcleo aprovou o projeto “Buscando alternativas de produção e renda para a juventude quilombola do Território Lençóis Maranhenses / Munin”, a partir de edital da Fundação de Amparo a Pesquisa do Maranhão (FAPEMA).

Como juventude, mesmo não havendo um consenso entre autores, a equipe vem se referenciando nas idéias de Bourdieu de que a idade social difere da idade biológica e que as classificações por idade (mas também por sexo ou, evidentemente, por classe) equivalem sempre a impor limites e a produzir uma ordem a qual cada um se deve ater, na qual cada um se deve manter no seu lugar (Bourdieu, 2003). Dessa forma, mesmo utilizando como base o intervalo de 15 a 29 anos do Estatuto da Juventude, a caracterização de juventude nesse projeto, e em vários outros que o Labex executa tem ficado à decisão dos próprios jovens.

2 AS COMUNIDADES RURAIS PARTICIPANTES DO PROJETO

As comunidades rurais participantes do projeto situam-se nos municípios de Rosário (Boa Vista e Miranda), Presidente Juscelino (Sangrador e Juçaral dos Pretos) e Icatu (Santa Maria de Guaxenduba e Jacareí dos Pretos). Essas comunidades não são homogêneas e essa condição problematiza as diferenças e semelhanças que há entre elas e que gera algumas das principais diferenças que existe entre os seus jovens moradores. São as condições locais que delimitam os caminhos que os jovens seguem quando atingem a idade que lhes permite tomar a decisão de sair ou permanecer na comunidade.

Rosario é o maior município do Baixo Munin e um dos mais antigos do Maranhão tendo sido instalado em 1833. Diferentemente dos outros municípios, tem uma população urbana maior do que a rural e as comunidades participantes do projeto possuem características bem distintas.

Boa Vista é uma comunidade que se localiza muito próxima da sede. Essa condição torna a comunidade diferente das outras porque as suas características estão mais próximas de um contexto urbano do que de um

rural mais estrito. A facilidade de deslocamento para a sede permite que grande parte dos moradores consiga ocupações relacionadas com atividades urbanas, ficando os jovens dependentes de trabalhos nas cerâmicas que estão localizadas nas proximidades. Não há, na comunidade, alternativas de outros tipos de trabalho. O espaço físico tem sido reduzido drasticamente em função do processo de urbanização e as atividades produtivas agrícolas foram sendo abandonadas, de modo a só restar um projeto coletivo de horticultura. Miranda fica a uma distância razoável da sede do município (cerca de 10 km) e isso lhe permite uma relação urbano rural muito diferente de Boa Vista. A comunidade, em função dessa distância, apresenta características mais rurais, incluindo a paisagem e a ocupação dos seus membros em atividades agrícolas. Mesmo assim, possui uma grande dificuldade de ter a produção agropecuária como sua principal referência em função do seu solo ser constituído por uma grande área de rocha que impede a produção de culturas do roçado em quase todo o seu espaço geográfico.

Presidente Juscelino é um município desmembrado de Axixá em 1964. Assim como Rosário, Axixá foi desmembrado de Icatu que é o município mais antigo da região. Localizado às margens do rio Munin, Presidente Juscelino tem a maior área contínua totalmente colonizada por quilombolas, onde estão instaladas 13 comunidades remanescentes de quilombo. É o município mais próximo de Rosário.

Desse município participam do projeto as comunidades Juçaral dos Pretos e Sangrador. Essas comunidades que ficam dentro da gleba Juçaral dos Pretos são separadas por apenas dois quilômetros e possuem algumas semelhanças do ponto de vista da produção agrícola, mas se diferenciando pelo tamanho, pois Juçaral dos Pretos tem uma população com mais de 100 famílias, enquanto Sangrador tem pouco mais da metade dessa população. O tamanho da população dá uma maior dinâmica à primeira com maiores alternativas de renda (no comércio e serviços) e uma liderança em relação ao conjunto das comunidades da gleba. Distantes da sede cerca de 30 km as comunidades, mantêm uma vegetação exuberante quando comparada à de outras comunidades do município. Mesmo com

um intervalo de tempo de cerca de 20 anos, quando da publicação da dissertação de mestrado, Santos (2009) aponta que a comunidade de Juçara dos Pretos possuía algumas áreas de matas, mostrando, portanto, que as condições permanecem com poucas diferenças daquele período.

Icatu é o terceiro município mais antigo do Maranhão tendo sua existência sendo reconhecida desde 1614 quando os portugueses ocuparam as praias da aldeia Guaxindubá e derrotaram os franceses na Batalha de Guaxenduba e retomaram o Maranhão para si. O espaço do município ocupava, originalmente, toda a área do Baixo Munin seguindo por quase toda a área dos Lençóis Maranhenses. Para essa área, foram levados muitos escravos como forma de garantir mão de obra às lavouras de cana de açúcar e algodão. Desses primeiros escravos descendem os quilombolas que ocupam as comunidades citadas anteriormente, além de Jacaré dos Pretos e Santa Maria de Guaxenduba que fazem parte desse projeto.

A comunidade de Jacaré dos Pretos tem sido uma das mais representativas do movimento de comunidades quilombolas da região e do Maranhão. Localizada próxima à estrada que liga a BR 402, na entrada do município de Morros à sede do município de Icatu, à altura do povoado Baiacuí, essa comunidade tem uma característica tipicamente rural apesar da proximidade com a sede do município.

Distante dos principais cursos de água do município, também do oceano que banha toda a parte norte e uma parte do leste, Jacaré vai se diferenciar de Santa Maria de Guaxenduba por não ter a pesca como atividade de importância econômica, baseando toda a sua atividade produtiva na agricultura. Essa comunidade tem como referências a característica histórica de ser o local onde aconteceu a Batalha de Guaxenduba, mas também, pela beleza da praia. E, por isso, já é a mais procurada para visita em todo o município, mesmo estando a 34 km da sede.



3 A JUVENTUDE NO BAIXO MUNIN E A RELAÇÃO URBANO RURAL

A área de atuação do Labex está relacionada a três territórios rurais (Campos e Lagos, Lençóis Maranhenses / Munin e Vale do Itapecuru) dos catorze propostos (onze homologados) pelo Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável (CEDRUS). Nesse projeto usou-se como referência o Território Rural Lençóis Maranhenses / Munin e dentro desse território a microrregião do Baixo Munin. Essa microrregião é assim denominada em função de cinco dos sete municípios ficarem localizados às margens do rio Munin, próximo à sua foz. Na atualidade todos os municípios fazem parte da área metropolitana de São Luís.

No Quadro 1 está apresentada a relação entre a população total e a juventude dos sete municípios do território.

Quadro 1: Municípios, população e quantidade de jovens no Baixo Munin, MA

Município	População total	Juventude		% juventude sobre população total	IDH
		Homens	Mulheres		IDH
Bacabeira	14.925	2.382	2.354	31,73	0,433
Rosário	39.576	6.131	6.074	30,84	0,484
Axixá	11.407	1.771	1.627	29,79	0,641
Presidente Juscelino	11.541	1.796	1.629	29,68	0,371
Cachoeira Grande	8.446	1.271	1.178	29,00	0,344
Morros	17.783	2.666	2.476	28,92	0,400
Icatu	25.145	3.802	3.282	28,17	0,348
Total	128.823	19.819	18.620	29,84	

Fonte: cidades.ibge.gov.br/brasil/ma

O percentual de, aproximadamente, 30% da população na faixa etária de 15 a 29 anos está dentro do que ocorre nos outros territórios maranhenses. É um número que representa quase um terço da população demonstrando que a juventude está muito presente em todos os municípios. O percentual é maior nos municípios que apresentam maior IDH, casos de Axixá, Bacabeira e Rosário, apesar dessa diferença não ser tão marcante. Esse número tão elevado possibilita compreender que o jovem possui uma grande importância no território, para seus municípios e, no caso dos jovens rurais, para as suas comunidades.

No entanto não há nesses municípios ações efetivas que possam apoiar esses jovens no processo de transição da escola para o mundo do trabalho. Dos três municípios envolvidos nesse projeto apenas Rosário possui uma secretaria de juventude. Nos outros dois municípios não há secretarias e não se tem notícias de programas ou políticas para a juventude. Não há qualquer preocupação com continuidade dos estudos para quem já concluiu o ensino médio, com qualificação profissional ou mesmo com emprego ou trabalho. Também não há atividades de cultura, esportes ou lazer para os jovens em qualquer faixa etária, de modo que à falta dessas opções o jovem acaba por deixar a sua comunidade, o município e o próprio território. Aos que ficam as opções são bastante reduzidas. Entre as principais estão o casamento ou a gravidez das jovens e o uso de drogas baratas, como parte do dia a dia.

Até o final do século passado a distância das comunidades rurais para os centros urbanos tornava a relação entre os jovens desses dois espaços quase dicotômica, com diferenças marcantes entre suas formas de vida. O jovem rural desconhecia as benesses dos espaços urbanos, mas sabia que a sua vida era invisível nas comunidades e que não havia como se manter no campo a não ser mantendo o tipo de vida que seus pais desenvolviam. E isso significava ficar no trabalho penoso do roçado sem muitas alternativas de melhoria de qualidade de vida. A construção da BR 402 no início do século aproximou todos os municípios do território e, conseqüentemente, criou uma nova dinâmica dentro dos próprios municípios com construção de novas estradas e aproximação das áreas permitindo que as áreas rurais passassem a ser continuidade dos espaços

urbanos. Foi assim que as comunidades de Miranda e Boa Vista passaram a estar tão próximas da sede do município de Rosário.

Com essa nova lógica da relação urbano rural, a juventude passou a ganhar mobilidade o suficiente para sair das suas comunidades e dos seus municípios. Nesse período o turismo passa a ganhar importância econômica e social no território viabilizando novas formas de trabalho e permitindo que juventude se deslocasse entre os municípios encontrando novas atividades independente da agricultura. Não é incomum encontrar jovens originários das comunidades rurais de Presidente Juscelino, Icatu, Rosário ou de outros municípios do território trabalhando em pousadas ou outros empreendimentos relacionados ao turismo. Fica claro que o jovem vem optando pela integração dos espaços referendando a tese defendida por muitos estudiosos da relação urbano rural, em que o espaço rural passa a ser a continuidade dos espaços urbanos na medida em que é possível encontrar uma relação lógica entre as atividades que ocorrem nos espaços urbanos (comércio, serviços), na área periurbana (indústria) e na área rural (agricultura, extrativismo), sem que essa relação seja completamente estática. Dessa forma, o jovem rural pode migrar da sua comunidade para estudar e/ou trabalhar nos outros espaços, mas voltar assim que identificar oportunidades nas suas comunidades.

Um olhar mais apurado sobre a juventude desse território, em especial a juventude rural, mostra que não há diferenças tão marcantes em relação a juventudes de outros territórios maranhenses e até de outros estados. Podemos comparar a situação que vem acontecendo com o que vem sendo pesquisado atualmente no Brasil. De acordo com Weishemer (2009) “são dois os aspectos que chamam a atenção dos pesquisadores: a participação dos jovens nas dinâmicas migratórias e a persistência da invisibilidade social dessa juventude”.

Não há um dado oficial que caracterize o processo migratório dos jovens moradores das comunidades participantes desse projeto ou de qualquer comunidade do território, mas as palavras de Ciro Teixeira, principal liderança de Juçaral dos Pretos, aponta para um grande número de moradores que migra periodicamente da comunidade:

[...] as minhas filhas estão todas estudando ou trabalhando fora. Tem uma fazendo faculdade em São Luís. Se fossemos contar a quantidade de pessoas daqui de Juçaral que estão em São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Fortaleza, São Luís, Belem, Rosario, Imperatriz, daria pra fazer outra Juçaral. Eles saem jovens e não voltam mais (Ciro Teixeira, agosto, 2018).

A invisibilidade social é demarcada pela falta de acesso dos jovens às instâncias de poder existentes nas comunidades. Os jovens quase nunca estão nas condições de dirigentes das organizações existentes nas comunidades, assim como não ficam responsáveis pelas festas, pelos cultos religiosos e pelos times de futebol, considerando aqui as principais formas de organização sistêmicas existentes nas comunidades rurais dos municípios dos quais fazem parte as comunidades trabalhadas. Em Miranda, a juventude fica responsável pelos cânticos quando dos cultos ou missas na igreja católica, mas é o máximo que conseguem.

Uma questão fundamental que está relacionado ao primeiro dos aspectos é a permanência dos jovens nas comunidades. Nesse aspecto, a juventude quilombola apresenta um diferencial pois, da sua permanência e todas as questões relacionadas à sucessão rural, há uma temática estratégica relacionada às questões culturais que são muito fortes nessas comunidades, muito mais do que nas comunidades não quilombolas. Independente dos outros fatores que podem favorecer a manutenção dos jovens nas comunidades como o modo de vida, as relações sociais, as condições estruturais, as oportunidades de acesso a lazer e esporte, assim como as possibilidades de trabalho e renda, a manutenção da cultura histórica desenvolvida em cada comunidade passa a ser fundamental. Exemplos como o bumba meu boi de matraca praticado em Santa Maria de Guaxenduba e da dança do coco tocada em Sangrador, ou mesmo o tambor de crioula que é executado nesses locais, e também em Juçaral dos Pretos, sempre são citados pelas pessoas mais antigas dessas comunidades e até por pessoas externas sobre a possibilidade de não haver continuidade das brincadeiras quando os atuais responsáveis não puderem mais continuar à frente.



4. A JUVENTUDE RURAL DO BAIXO MUNIM

Os jovens moradores dos povoados participantes do projeto assumem que não são agricultores, mesmo que os seus pais desenvolvam trabalhos no roçado e que apoiem esses trabalhos, às vezes, até de forma sistemática, especialmente quando os pais precisam da mão de obra dos filhos ou quando não há outra alternativa de renda. Mas ao não querer manter-se nessa categoria de agricultores, esses jovens assumem a probabilidade de migrar, temporária ou permanentemente, para conseguir um trabalho que lhes dê renda com menos trabalho numa relação custo benefício mais positiva.

Em Boa Vista os jovens estão todos vinculados a um trabalho industrial, mas que se vincula ao extrativismo. As indústrias de cerâmica de Rosário se localizam, em sua maioria, nas proximidades da comunidade e isso as obriga a buscar mão de obra em locais próximos. Assim, mesmo não sendo uma atividade definida como rural, acaba por vincular o jovem à comunidade garantindo a permanência na terra e à proximidade com as famílias. Como é uma atividade que exige uma boa dose de força física, o trabalho acaba sendo executado mais pelos homens do que pelas mulheres que desempenham atividades não remuneradas nas próprias residências das famílias. Dessa forma, homens e mulheres continuam participando da vida comunitária assumindo papéis característicos comuns às famílias locais reproduzindo o modo de vida, ao mesmo tempo em que, em função da proximidade da sede do município, cria uma relação cultural de urbanidade que no futuro pode desvincular essa comunidade da condição de remanescente de quilombo.

Em Miranda há um grande grupo de jovens. Como a comunidade é dividida em duas agrovilas, a juventude se junta em algumas situações, mas se divide em outras. Os rapazes se distribuem entre os pequenos trabalhos, muitos em processos de migração temporária permanente, indo sistematicamente para a sede do município ou outras comunidades. A dinâmica econômica da comunidade não tem como referência a produção agrícola típica das outras e, por isso, os jovens não se sentem obrigados a seguir os caminhos dos pais. A produção de culturas olerícolas é a

atividade que mais se sobressai e alguns jovens, de ambos os sexos, apoiam as famílias que produzem com objetivo comercial. Muitos jovens estão envolvidos com a produção de artesanato, fruto de um trabalho promovido pelo JULPEC²¹, grupo de jovens do município que desenvolvem atividades de promoção da juventude. A alternativa de migração temporária definitiva e as alternativas de escolas dentro ou próximas da comunidade tem conseguido gerar condições para que os jovens não assumam a certeza de deixar a comunidade.

Diferentemente do município de Rosário, onde as comunidades não são reconhecidas oficialmente como remanescentes de quilombo, em Icatu e em Presidente Juscelino as comunidades apresentam-se já com essa condição e assim são obrigadas a se manter em uma luta permanente para que esse direito se mantenha. Assim há uma cobrança aos jovens para que consigam seguir mantendo a cultura atual sem abdicar das suas características.

As comunidades de Presidente Juscelino possuem uma forte identidade quilombola reconhecida dentro da própria gleba, mas principalmente fora daquele espaço, tanto no território, como entre as organizações de representação das comunidades quilombolas. Os jovens de Juçaral dos Pretos se sentem contemplados pelas características que a comunidade dispõe. Estabelecida a uma grande distância da sede do município, essa comunidade tem na agricultura sua base econômica e os jovens do sexo masculino participam ativamente dessas atividades. No entanto, o retorno econômico é pequeno ou inexistente e isso faz com que mesmo se identificando com o modo de vida e a cultura local, disponham-se a sair se houver boas oportunidades de trabalho. Para esses jovens, a identificação com a cultura quilombola, incluindo o tambor de crioula e a prática da umbanda, é forte o suficiente a ponto, de durante as festas ou apresentações, cada rapaz fique disputando “bater os tambores” enquanto as moças participam como “coreiras” garantindo a reprodução social desses bens culturais. A participação nesses grupos culturais dá a esses jovens a possibilidade de visitar outras comunidades e até outros

²¹ JULPEC é a sigla de Jovens Unidos Lutando pela Comunidade. Esse grupo coordena uma rede de grupos de jovens do município denominada Rede Forte do Calvário.

municípios, pois o tambor de crioula é constantemente convidado a se apresentar fora da comunidade. Sem querer sair por vontade própria, imaginam que o ideal era o desenvolvimento de projetos agropecuários na própria comunidade que dessem retorno econômico permitindo continuarem junto das suas famílias.

A comunidade Sangrador tem muitas semelhanças com Juçaral, tanto em relação à estrutura produtiva quanto às características culturais. Os projetos individuais dos jovens dessa comunidade, no entanto, não são os mesmos. Trabalhando no roçado fora da comunidade como diarista ou como partícipe nas roças dos pais acabam com menos alternativas para ficar, de modo que a saída em busca de trabalho tem gerado mais impacto na vida das suas famílias. Com menos dinâmica cultural, essa comunidade não garante os mesmos laços dos jovens com sua própria identidade. Por isso é comum ouvir que não se gosta de tambor de crioula ou que não se gosta de dançar a dança do coco ainda que a apresentação ocorra apenas quando acontece alguma festa pré-programada. Assim, nem a identidade cultural nem a produção agrícola geram continuidade da vida no local ou subordinação a ordem vigente de se manter próximo à família, pois o projeto de vida individual tem se concretizado muito mais fora do que dentro da comunidade.

Essa complexidade de forma de ver o mundo e encarar a realidade está presente de uma forma bem intensa em Jacareí dos Pretos. Ali a grande liderança jovem tem na profissão de eletricitista a sua forma de participação no mercado de trabalho. A proximidade da estrada e o meio caminho entre a sede do município de Icatu e do município de Morros possibilita a esse jovem desenvolver uma atividade eminentemente urbana sem deixar de morar na comunidade. Essa condição o torna um exemplo para os outros jovens que percebem ser possível manter a convivência com a família e com os amigos sem perder de vista o sonho por uma profissão que pode ser exercida fora da comunidade. De todas as comunidades trabalhadas pelo projeto Jacareí é aquela onde os jovens mais sonham com profissões que são relacionadas com o mundo dos jovens urbanos como medicina, direito e engenharia. E isso acontece sem que os jovens deixem de participar das lutas em prol da sustentação de

uma comunidade remanescente de quilombo. Uma das principais problemáticas da juventude e que é mais forte na juventude rural, que é a relação entre o projeto de vida e as condições para sua realização, não parece ser tão difícil de ocorrer para os jovens dessa comunidade, talvez por estar bastante inserida manter os processos da modernidade urbana, como o uso de celular e o acesso à internet pública disponível na praça da comunidade vizinha e o roubo desses mesmos celulares em arrastão. Por outro lado, a festa de tambor de crioula representa a garantia da herança cultural poder ser assimilada e com condições de ser repassada para as próximas gerações.

A juventude de Santa Maria de Guaxenduba tem a seu favor duas características importantes. A primeira é um mercado de trabalho já estabelecido baseado no turismo típico da região já que Icatu está a meio caminho dos Lençóis Maranhenses e inserido na Rota das Emoções²² Santa Maria, tanto pela sua beleza cênica quanto pela sua história, já convive com um grande fluxo de turistas durante os finais de semana, feriados e férias. Mesmo que os jovens ainda não estejam completamente integrados ao mercado do turismo, a alternativa de geração de trabalho e renda já permite que a qualificação seja uma referência para todos, em especial o aprendizado do artesanato. Essa atividade é quase inerente aos moradores locais em função das atividades da cultura popular relacionadas à história da própria comunidade como o bumba meu boi de matraca e o tambor de crioula. No caso do bumba meu boi, todas as vestimentas são construídas manualmente pelos moradores da própria comunidade. Dessa forma, para esses jovens o mundo do trabalho com remuneração adequada é uma realidade maior do que em qualquer outra comunidade. A distância da sede garante a essa comunidade uma característica tipicamente rural, mas a atividade do turismo não estimula esse jovem ao trabalho agrícola, de modo que a juventude não reproduz o trabalho dos pais de nenhuma forma quando se trata dessa atividade. Mas talvez pela característica mais aventureira, participa de uma forma bem mais ativa do trabalho com a pesca artesanal que é a outra atividade econômica sempre praticada pelos

²² Complexo turístico criado pelo Ministério do Turismo formado pelos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, sendo os Lençóis Maranhenses a porta de entrada pelo lado maranhense.

moradores locais. Uma outra característica marcante nessa comunidade é a participação das mulheres nos processos decisórios. São mulheres a presidente da associação, a presidente do bumba meu boi, e a representante da comunidade nos espaços de decisão de eventos relacionados às comunidades quilombolas. São também mulheres a maior parte da juventude da comunidade. E essa importante presença feminina impacta a comunidade socialmente ao promover a própria juventude que se torna menos invisível em todas as atividades. E o melhor exemplo é ser a única comunidade onde tem um jovem representando a associação em eventos técnicos e/ou políticos.

5 CONCLUSÃO

Mesmo ainda em uma fase bem inicial, o projeto já permitiu à equipe identificar o rico universo da juventude rural do Baixo Munin. Já foi possível perceber que os jovens moradores das comunidades quilombolas tem uma pressão extra quando comparada com jovens de comunidades tradicionais não quilombolas que é a responsabilidade de manter a tradição cultural das suas respectivas comunidades. Em algumas dessas comunidades, esse peso é mais facilmente assimilado como acontece em Juçaral dos Pretos, Jacareí dos Pretos e Santa Maria de Guaxenduba, situação que não é refletida em Sangrador onde esse peso parece ser gigantesco.

Percebe-se que as comunidades de Rosário tem uma relação com a cidade bem diferente dos outros municípios, talvez em função da própria lógica de tratamento do município, pois é o único que possui uma secretaria de juventude. Essa relação torna o jovem mais urbano e com menor vontade de assumir responsabilidades com a reprodução cultural de comunidades remanescentes de quilombos.

Há uma relação direta entre a proximidade da sede do município e o mundo do trabalho, considerando que quanto mais distante mais esse mundo do trabalho se aproxima da agricultura ou, no caso de Santa Maria de Guaxenduba, da pesca artesanal. Santa Maria também é exemplo da mulher como representante da comunidade e o impacto positivo que isso representa para o protagonismo da juventude.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, R. [et. al.]. Juventude e agricultura familiar: desafios dos novos padrões sucessórios. Brasília: UNESCO, 1998

BOURDIEU, P. Questões de Sociologia. Lisboa: Fim de Século, 2003.

COOSPAT. Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Território Rural Lençóis Maranhenses / Munin. São Luís, 2010

CUPERTINO, Maria Cristina. Juventude Rural Quilombola: Identificação, Reconhecimento e Políticas Públicas. Dissertação de Mestrado. Viçosa: UFV, 2012.

MALAGODI, Edgard; MARQUES, Roberto. Para além de ficar e sair: as estratégias de reprodução social de jovens em assentamentos rurais. In: CARNEIRO, Maria José & CASTRO, Elisa Guaraná de (orgs.). Juventude rural em perspectiva. Rio de Janeiro: Mauad X, 2007.

KUMMER, Rodrigo; COLOGNESE, Silvio Antonio. Juventude rural no Brasil: entre ficar e partir. Tempo da Ciência: vol. 20, n. 39. São Paulo, 2003.

SANTOS, Itaan. Diagnóstico de sistemas agrários como referência para planos de desenvolvimento rurais: o exemplo de presidente juscélin. Dissertação de Mestrado. São Luís: UEMA, 2009.

STROPASSOLAS, V. L. O Mundo Rural no Horizonte dos Jovens. Tese de Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas. Florianópolis: UFSC, 2002

WEISHEIMER, N. A situação juvenil na agricultura familiar. Tese de doutorado em Sociologia. UFRGS, 2009



CAPÍTULO 14

A CONSTRUÇÃO DO PROJETO DE VIDA DE ADOLESCENTE DE ESCOLAS PÚBLICAS DA LITORAL OCIDENTAL MARANHENSE

Anjos, Tiago R.¹
Moraes, Otávio A.²
Silva, Willian S.³
Oliveira, Josenilton S.⁴
Martins, Wlielton⁵

¹ Professor proponente, Licenciado em Ciências Biológicas e Mestre em Educação UFSCar/PPGPE.

² Professor colaborador, Licenciado em Química UFSCar.

³ Bolsista de Iniciação Científica Júnior; C.E Raimundo Rodrigues

⁴ Bolsista de Iniciação Científica Júnior – C.E Amado Joaquim

⁵ Bolsista de Iniciação Científica Júnior – C.E Amado Joaquim

RESUMO

Atualmente diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com a finalidade de investigar a questão da construção e constituição do projeto de vida de adolescentes em diversas regiões do Brasil. Esse problema de pesquisa faz-se importante e atual em virtude da necessidade de produção de informações que sirvam de base para uma reflexão aprofundada sobre a adolescência e os próprios adolescentes. Essas pesquisas, por sua vez, são importantes pois refletem as condições sociais em que o adolescente está inserido, sendo assim, o projeto de vida significa também pesquisar o projeto da sociedade como um todo. Este trabalho foi desenvolvido por estudantes bolsistas de Iniciação Científica Júnior e teve o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA. O estudo teve como público alvo os estudantes de escolas públicas de ensino médio em duas cidades do interior do Maranhão, sendo uma delas classificada com baixo IDH. Os resultados demonstram que o projeto de vida é construído com base em diferentes fatores da vida do adolescente, como a escola, a família e também recebe fortes influências da questão econômica em que se encontra. Segundo os participantes da pesquisa, há uma necessidade em sair da cidade natal em busca de oportunidades. Esse fenômeno acaba sendo um dos maiores desafios para os adolescentes, uma vez que muitos

não tem condições financeiras apropriadas para manter os estudos em outro local, prejudicando assim a execução do projeto de vida.

Palavras-chaves: Projeto de vida. Adolescência. Escolarização.

1 O ADOLESCENTE E O SEU PROJETO DE VIDA

Este trabalho compreende o adolescente e a própria adolescência como sendo fruto da movimentação entre a sociedade, as experiências do sujeito e a sua individualidade. Sendo assim, o adolescente, e o próprio ser humano desenvolvem-se através do contexto social e histórico em que está inserido. Ser adolescente no contexto atual brasileiro abarca desafios que abrangem aspectos sociais, econômicos, familiares e por fim, pessoais. O adolescente estando presente nesses diferentes âmbitos toma partido sobre suas vontades, projeções e expectativas, sendo que essas características, que dão conformidade ao ser adolescente, são construídas em conjunto na relação entre os demais sujeitos sociais. Portanto, a adolescência e o próprio adolescente são construídos com base na organização social e através das relações estabelecidas entre seus pares.

Compreendendo o adolescente na perspectiva em que sua criação é originada a partir do contexto social, verificamos também que o próprio desenvolvimento de suas vontades e desejos também estão sujeitas às características e principalmente às condições sociais. Sendo assim, o adolescente interpretado como um sujeito social, constrói sua subjetivação a partir das vivências, das experiências e das possibilidades encontradas no contexto real onde vive.

Nessa perspectiva, podemos verificar que as políticas públicas educacionais são fundamentais para o desenvolvimento satisfatório do adolescente e, portanto, precisam ser asseguradas e garantidas pelo Estado. Mesmo assim podemos verificar com facilidade que uma parcela significativa dos adolescentes brasileiros vive distante dos processos produtivos, não possuem condições de escolarização adequadas e não tem acesso a saúde de qualidade. Todos esses fatores nos permitem dizer que uma parcela significativa dos adolescentes vive à margem da sociedade,

pois não possuem condições necessárias para seu pleno desenvolvimento (NASCIMENTO, 2013). A escassez de políticas públicas voltadas ao atendimento dos adolescentes apresenta íntima relação com o modelo econômico vivido em nosso país.

Quando nos debruçamos na compreensão de aspectos relevantes à formação e constituição da adolescência nos dias atuais, podemos nos embasar em diferentes correntes teóricas que assumem perspectivas distintas e, às vezes, até mesmo antagônicas. Neste estudo, adotamos a adolescência a partir da concepção teórica sócio-histórica, que tenta entender o adolescente como um produto das relações sociais e culturais. Portanto, a adolescência não é compreendida como um período biológico inerente ao desenvolvimento humano, mas sim como um constructo fundamentado nas relações sociais (AGUIAR, BOCK, OZELLA, 2001). Sendo assim, a adolescência não se caracteriza por ser um período entre fases, criança e adulto, mas sim como um produto das necessidades sociais.

Tomando por base a interpretação da adolescência proposta pela teoria sócio-histórica, a adolescência não é um momento natural do desenvolvimento humano e mas um período criado e interpretado socialmente e que é incorporado pelos sujeitos que fazem parte desse agrupamento social. Considerando o adolescente que está em contínua formação, que participa do contexto escolar e conseqüentemente está inserido no processo de escolarização, quais serão as possíveis intervenções que o ambiente escolar possibilita ao adolescente durante o processo de construção do projeto de vida? O modelo atual da escola possibilita uma reflexão sobre o projeto de vida? Quais são os principais fatores de ordem social que têm influência no projeto de vida dos adolescentes?

Para a teoria sócio-histórica, a adolescência não é um período de definição da personalidade em decorrência das modificações biológicas no corpo do sujeito, mas sim por que é justamente nesse momento que a sociedade, (e nisso podemos incluir a família, a escola e os amigos), ressignifica o modo como interpretam o sujeito. Em outras palavras,

podemos afirmar que o adolescente deixa de ser visto como criança e passa a ter atribuições e exigências específicas, como conseguir um trabalho ou entrar na universidade. É nesse momento, portanto, que o adolescente poderá repensar e modificar sua personalidade, considerando as vivências e experiências anteriores e suas próprias vontades. A adolescência é um momento criado socialmente e que se tornou decisivo na vida dos sujeitos, pois grandes escolhas como a profissionalização, suas vocações, as peculiaridades das próprias estruturas de sua personalidade e sua concepção de mundo contemporâneo vão sendo construídas e elaboradas.

A formação do adolescente contemporâneo está condicionada a fatores de ordens sociais distintas, assim como aponta Rocha (2002, p.25).

A contextualização da adolescência é fundamental, considerando que o processo de formação nos dias atuais se vê diante de fatores de diferentes ordens: a instantaneidade temporal provocada pela velocidade tecnológica, que acarreta uma certa superficialidade na aquisição de conhecimentos, a cultura do consumo, geradora de múltiplas necessidades rapidamente descartáveis, o quadro recessivo, que amplia a exclusão social, associado à pulverização das relações coletivas, levando à individualização e ao desinteresse na esfera pública e política.

Esses condicionantes sociais podem influenciar diretamente na formação do sujeito adolescente e, portanto, precisam ser considerados quando abordamos a questão do projeto de vida, pois é justamente nesse panorama que o adolescente constrói suas aspirações, vontades, desejos e também o seu projeto de vida.

Sendo assim, é preciso construir mecanismos, principalmente no âmbito escolar, que possibilitem que os adolescentes discutam e reflitam sobre suas ideias e expectativas futuras, levando em consideração as condições encontradas no ambiente social que influenciam na construção do projeto de vida. Precisamos também compreender como as diferentes historicidades e experiências influenciam na imaginação do futuro, bem como entender como diferentes processos de escolarização e estruturação familiar e social interferem na projeção futura (ROCHA, 2002).

Considerando a escola como ambiente social relevante para a construção do projeto de vida, levando em consideração as políticas educacionais e os diferentes processos de escolarização, faz-se importante identificar as influências do contexto escolar na construção do projeto de vida de adolescentes de escolas públicas e privadas.

À medida que relacionamos a adolescência com os fatores sociais, inevitavelmente não podemos deixar de discutir as contribuições que a instituição escolar pode trazer para o adolescente. A escola é um importante espaço de convívio entre pares e que pode proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento de suas vontades, desejos e, conseqüentemente, do projeto de vida. Principalmente quando tratamos de estudantes do Ensino Médio, essa questão toma proporção mais significativa, pois em curto espaço de tempo será preciso escolher uma carreira num curso superior e/ou adentrar ao mercado de trabalho.

A escola é uma instituição social e não pode ser considerada descontextualizada da realidade histórico-social, pois ela é parte integrante e inseparável dos demais fenômenos que compõe a totalidade social (MARCELINO, 2009, p.547). Nessas condições, a construção da personalidade e conseqüentemente a construção do projeto de vida é estabelecida através do diálogo, da intermediação das experiências e vivência sociais.

Sendo assim, questionar acerca do Projeto de Vida de um adolescente pressupõe considerar as condições nas quais esse projeto está sendo construído, isto é, que condições estão sendo dadas para que o jovem construa um projeto de vida diferente daquele no qual ele vive (MARCELINO, 2006, p. 20).

Assim, a escola, a priori, tem um papel muito significativo nesse processo, já que ela é caracterizada como um ambiente coletivo, social e diversificado, que também exerce grande influência na construção do futuro e das expectativas de vida. Conhecer as expectativas dos adolescentes sobre o processo de escolarização, bem como estabelecer ligações com o ambiente escolar e a construção do projeto de vida, é importante, pois é nesse contexto em que a formação social e pessoal está sendo construída ou pelo menos esboçada.

Com relação à concepção teórica sobre o projeto de vida, entendemos como um fenômeno psicológico, organizado e estruturado por diferentes faces que se inter-relacionam e que por sua vez compõe a essência do homem. Partindo desses pressupostos, o projeto de vida pode ser compreendido como um sistema de relações sociais pautada num espaço-tempo e que tem a intenção de modificar a realidade atual do sujeito que a constrói. Podemos, portanto, entender que o projeto de vida é uma representação da realidade social e, assim, portanto passa a ser uma construção social e individual (MARCELINO, 2006).

2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Este estudo foi realizado em duas etapas complementares: (i) aplicação de um questionário socioeconômico e (ii) entrevistas semiestruturadas com estudantes matriculados no último ano da educação básica. Para a realização do estudo, inicialmente submetemos a proposta ao Comitê de Ética e após a aprovação começamos a desenvolver os primeiros passos metodológicos. O questionário teve o objetivo de levantar características sociais e econômicas, bem como compreender alguns aspectos referentes ao processo de construção do projeto de vida. É importante salientar que os questionários foram construídos de forma a possibilitar o cruzamento dos dados.

Com relação à entrevista semiestruturada, esta aconteceu de forma individual, de modo a preservar a interatividade entrevistado-entrevistador. As entrevistas aconteceram em um ambiente restrito dentro da própria escola, de modo a garantir o anonimato e a confidencialidades das respostas. Ao todo, foram entrevistados quatro sujeitos, sendo dois da cidade de Apicum-açu e dois de Serrano do Maranhão, todos matriculados no terceiro ano do Ensino Médio.

A entrevista semi-estruturada é caracterizada por Ludke e André (1986) como uma entrevista que se situa entre a entrevista não-estruturada e a estruturada. Ela possui um esquema básico que não é aplicado rigidamente, permitindo, dessa maneira, que o entrevistador faça



adaptações quando necessário. Dessa forma, foram estabelecidos temas e questionamentos sobre o projeto de vida dos estudantes. O registro das entrevistas foi realizado através da gravação das mesmas com gravador digital. Esta forma de registro mostra-se muito eficaz, pois permite captar as informações de maneira imediata e absolutamente fiel à forma como são expressas, evitando, assim, a seleção de informações pelo entrevistador. A gravação proporciona ao entrevistador, assim como afirma Lüdke e André (1986), acompanhar de forma mais livre a fala e as expressões dos entrevistados. Todas as entrevistas foram transcritas para assim facilitar sua compreensão e análise.

A análise dos resultados aconteceu por classificação de conteúdo através da fala dos estudantes. A análise foi pautada no objetivo de compreender os significados e os sentidos implícitos e explícitos presente na comunicação durante as entrevistas. Depois de uma leitura aprofundada das entrevistas transcritas, procurou-se encontrar elementos que conectassem essas falas, produzidas em resposta às perguntas realizadas.

3 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS ALVO DO ESTUDO E RESULTADOS ALCANÇADOS

A seleção dos estudantes participantes da pesquisa aconteceu de forma voluntária, após breve explicação sobre o projeto. Foram selecionados alunos de ambos os gêneros, dos três turnos, do segundo e terceiro anos do Ensino Médio. Ao todo, foram analisados 257 questionários, sendo 161 referentes à cidade de Apicum-açu e 96 de Serrano do Maranhão. Os adolescentes de ambos os gêneros foram distribuídos em faixa de idade entre 15 a 21 anos, sendo que a concentração maior de sujeitos residiu no gênero feminino, com o total de 129 distribuídos da seguinte forma: 77 sujeitos da escola de Apicum-açu e 52 sujeitos da escola de Serrano do Maranhão. Foi possível observar também que a escola da cidade de Apicum-açu, além de concentrar um número maior de sujeitos da amostra, concentra também maior número de sujeitos do gênero feminino. Os sujeitos do gênero masculino são 110, distribuídos

entre as escolas de Apicum-açu e Serrano do Maranhão. Constatamos uma concentração maior destes sujeitos na escola de Apicum-açu com um total de 67, enquanto a escola de Serrano do Maranhão possui 43. Com relação ao estado civil, a maior parte dos estudantes disse ser solteiro.

No questionário apresentado aos estudantes participantes da pesquisa, foi perguntado sobre a identificação racial dos sujeitos. É importante salientar que, neste estudo, o conceito de raça não parte do pressuposto biológico, mas é entendido com base em sua representação da construção social e deve ser tratada como uma das identidades sociais. Para as ciências sociais, a definição de raça é construída com base nas origens de um determinado agrupamento social. Ao passo em que se estudam as origens de um agrupamento, este aprofundamento também possibilita conhecer aspectos como a identidade, costumes, qualidades morais, intelectuais, psicológicas, etc. Portanto, a utilização desta categoria nas análises deste estudo, “não se trata apenas de um grupo social cujo fundamento seria biológico, mas de um grupo social reconhecido por marcas inscritas no corpo dos indivíduos” (PETRUCCELLI, 2013, p. 17).

Sendo assim, os grupos analisados, Apicum-Açu e Serrano do Maranhão, apresentaram diferenças significativas no que diz respeito à identificação racial. Quando analisamos a cidade de Serrano do Maranhão, fica evidente que a porcentagem de indivíduos que se identificam com a categoria preto e pardo somam 90% dos participantes da pesquisa, corroborando assim com os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que diz que a população de pretos e pardos somam 94,8%. Quando analisamos a cidade de Apicum-Açu, verificamos que a porcentagem de indivíduos que se enquadram na categoria negra, formada pela somatória de pretos e pardos, é de 83%.

Esses dados estabelecem relações muito próximas entre a questão racial e a desigualdade econômica em nosso país, sobretudo na região Nordeste onde há maior escassez de recursos voltado para a educação, saúde e renda. É notório que a desigualdade no Brasil apresenta fortes relações com componentes de ordem racial. Em 2015, os dados publicados pela PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios), e que foram

divulgados pelo IBGE, mostraram que a população negra no Brasil era representada por 54% da população, mas a participação desse público entre os 10% mais pobres apresentavam número muito maior: 75%. Nesse mesmo estudo foi mostrado também que, no grupo do 1% da população mais rica do país, a representação de negros era de apenas 17,8%.

As desigualdades sociais podem ser diferentes entre os sujeitos que pertencem muitas vezes à mesma classe social. Com isso, queremos mostrar que além da população pobre ser formada em grande parte por pessoas negras, essas sofrem a exclusão social ainda maior justamente pela ausência de políticas públicas voltadas para desconstrução das desigualdades raciais.

Com relação à renda, 76% dos adolescentes da cidade de Apicum-Açu declaram que a renda familiar mensal é de até um salário mínimo. Na cidade de Serrano do Maranhão, os dados foram mais alarmantes, sendo que 81% dos adolescentes declaram que a renda mensal familiar é de até um salário mínimo. Esse fato demonstra, mais uma vez, a íntima relação entre a identificação racial e a renda, uma vez que na cidade de Serrano do Maranhão a população é majoritariamente negra e com menor renda familiar, demonstrando assim, a ausência de políticas públicas voltada para essa população, sobretudo aos adolescentes.

Quando analisamos a escolarização dos pais dos adolescentes participantes da pesquisa, verificamos que as mães apresentam grau de instrução maior quando comparados com os pais. Na cidade de Apicum-Açu, 24% das mães concluíram o Ensino Fundamental II, seguido de 22% que completaram o Ensino Fundamental I. Na cidade de Serrano do Maranhão, o maior grau de estudos apresentado pelas mães foi de 25% na categoria de Ensino Fundamental I, seguida de 22% no Ensino Médio. Com relação aos pais, na cidade de Apicum-Açu o maior grau de instrução foi de 32%, no Ensino Fundamental I e em Serrano do Maranhão foi 38% também na mesma categoria.

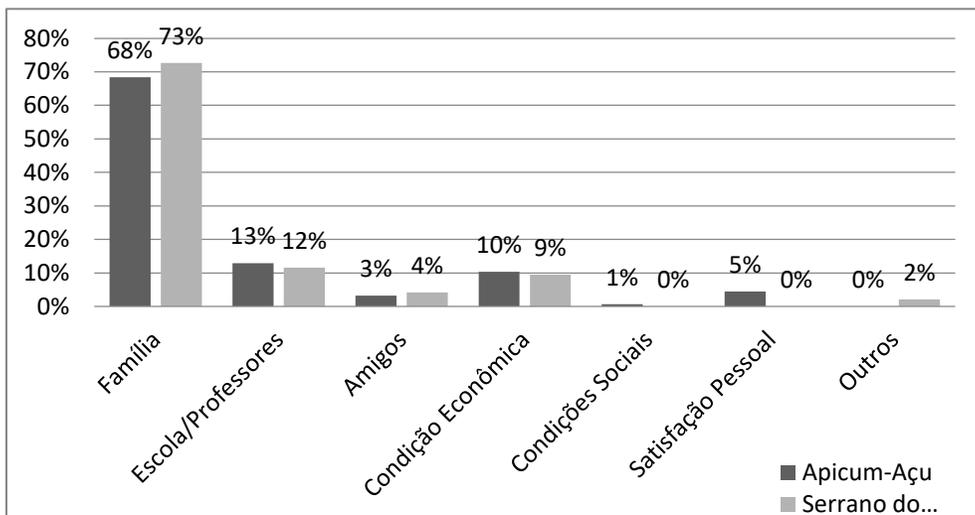
Essa dados podem apresentar fortes influências no processo de construção do projeto de vida dos adolescentes, uma vez que o grau de

instrução familiar apresenta influência direta sobre a renda familiar e conseqüentemente sobre as possibilidades que são dados a esses adolescentes. Segundo Reis e Ramos (2011), adolescentes com pais menos escolarizados têm as suas características individuais pior remuneradas no mercado de trabalho do que indivíduos cujos pais alcançaram níveis mais elevados de educação, diferenças essas que têm impacto sobre a distribuição de rendimentos. Para Barros (2010), o investimento de jovens adultos e adolescentes pelo nível superior de educação se apresenta como um momento de mudanças de padrões educacionais e econômicos. A trajetória familiar e as diferenças entre gerações da família são absolutamente importantes para compreender o projeto de vida elaborado pelos adolescentes, caracterizando assim um duplo movimento: a mudança para a vida adulta e a mobilidade de classes.

Ainda sobre o questionário aplicado aos adolescentes de ambas as cidades, foi perguntado sobre as influências positivas no processo de construção do projeto de vida. Em Apicum-Açu e Serrano do Maranhão, a porcentagem de sujeitos que classificaram a família como fator positivo foi de 68% e 73%, respectivamente. Na segunda posição, em ambos os casos, a escola e os professores foram classificados como sendo positivos no processo de construção do projeto de vida, com 13% em Apicum-Açu e 12% em Serrano do Maranhão, como mostra a Figura 1.



Figura 1. Fatores positivos sobre a construção do Projeto de vida



Fonte: Dados do autor.

Na fase das entrevistas, também foi possível verificar quais são os fatores que auxiliam positivamente no processo de construção do projeto de vida dos adolescentes. Assim como na primeira fase do estudo, a família e a sociedade foram apontadas como fatores muito importantes, como mostra o trecho abaixo extraído de uma das entrevistas.

Entrevistado 1: “O governo e a família são importantes para a construção do projeto de vida. Nós precisamos de apoio para alcançar aquilo que desejamos. Mas acredito que o governo precisa dar suporte para as pessoas que mais precisam”. (Estudante de Serrano do Maranhão).

A família, segundo as falas dos entrevistados, tem grande influência nas escolhas, decisões e principalmente no apoio aos adolescentes nos momentos difíceis. E quando pensamos na construção do projeto de vida essa questão toma proporções ainda mais significativas, no sentido de auxiliar, de dar condições para essa construção. É preciso entender o

processo de pensamento sobre o futuro como uma construção que permeia as condições sociais, pessoais, mas que primeiramente passou e ainda passa pela instituição familiar.

Entrevistado 2: “A família com certeza é muito importante. O meio escolar e o meio social também. Eu acho que são fatores que podem estimular o projeto de vida, ou seja, tu tens que ter um projeto, buscar por algo, mas pra isso você tem que ter estímulo. Não que dependa só das pessoas ao teu redor, não que dependa só da sua família, não que dependa dos meios, mas tem que depender de ti próprio. Então os fatores são vários: família, tu mesmo, então tem que depender desses fatores”. (Estudante de Apicum-Açu)

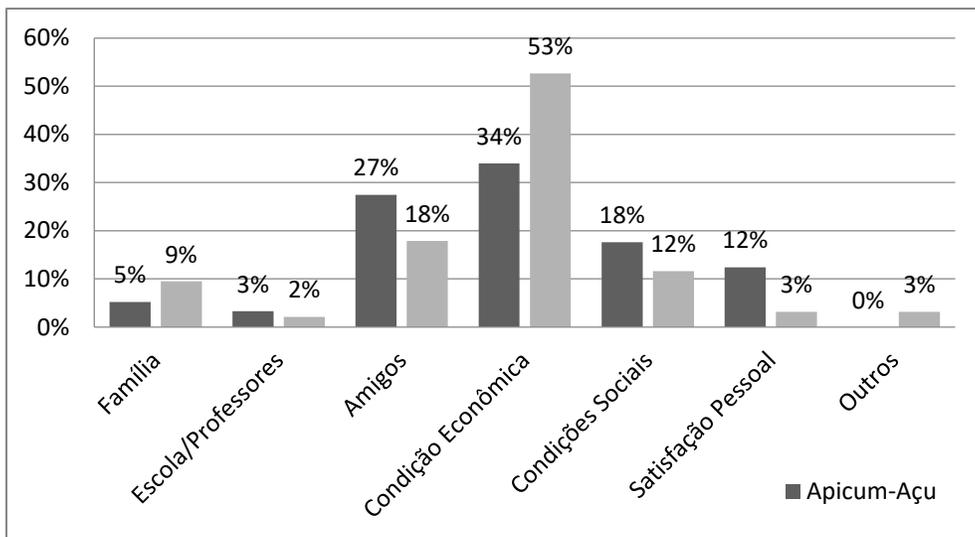
Como podemos observar, a família, o contexto social e as políticas públicas são interpretadas como fatores que exercem influência sobre o processo de construção do projeto de vida. A família, por sua vez, se mostra-se como instrumento de auxílio para a concretização do projeto de vida.

Quando perguntamos aos adolescentes sobre os fatores negativos no processo de construção do projeto de vida, verificamos que o mais impactante é a condição econômica em que suas famílias se encontram. Para os estudantes da cidade de Serrano do Maranhão, 53% apontaram que o principal fator negativo é a condição econômica. Para os estudantes de Apicum-Açu, o principal fator negativo também foi a condição econômica, com 34%, seguido do item “amigos” que atingiu 27%, como mostra a Figura 2.

A situação econômica acaba sendo fator relevante na construção do projeto de vida dos adolescentes, uma vez que o contexto de exclusão social pode influenciar diretamente no processo de construção de sua identidade, de suas vontades e desejos. Conseqüentemente, esses jovens atuando em um espaço considerado de exclusão social passam, também, a construir aspectos em sua identidade que possuem o mesmo desvalor do espaço e função que ocupam. Perguntamos: até quando esta situação continuará? Será que a insensibilidade faz parte do jogo de perpetuação

desse cenário, em que as adolescências se produzem? (NASCIMENTO, 2013 p. 84).

Figura 2. Fatores negativos na construção do projeto de vida.



Fonte: Dados do autor.

O aspecto da condição econômica também foi um fator que surgiu durante a fase das entrevistas. Em uma das falas, foi possível identificar que a cidade em que se vive interfere diretamente no processo de execução do projeto de vida. Sendo assim, quando falamos de projeto de vida de adolescente, estamos falando também das condições que esses estudantes encontram no meio em que vivem para assim poder transformar a situação atual.

Entrevistado 1: “Olhando pra sociedade que a gente vive, o nosso país, o nosso estado e, principalmente, a cidade em que vivo, encontro muita dificuldade em colocar em prática meu projeto de vida. Eu acredito que o fato de ser mulher e negra possa dificultar, mas eu não me deixo

abater pelos problemas da sociedade. Se eu quero aquilo pra mim eu vou correr atrás, mas ao mesmo tempo isso é muito difícil porque a gente sabe que o governo prioriza outras características”. (Estudante de Serrano do Maranhão).

Na fase das entrevistas também foi possível verificar outros aspectos relacionados às dificuldades na construção do projeto de vida. Um dos entrevistados alegou que a dificuldade que permeia a execução do seu projeto de vida é justamente a questão familiar, uma vez que os pais não concordam com a saída do estudante da cidade natal para viajar para a capital e assim dar continuidade aos estudos.

Entrevistado 2: “Eu tenho um grande objetivo e pra isso eu preciso fugir da minha realidade, mas meus pais não apoiam muito porque será uma situação onde vou ter que viajar muito. Eles nunca vão entender essa situação. Então o meu maior desafio vai ser convencer eles nesse processo de busca dos meus sonhos”. (Estudante de Apicum-Açu).

Nessa fala, é possível levantar duas questões importantes: a necessidade de convencimento da família em sair de casa e o segundo fenômeno seria a necessidade de sair de casa. Com a justificativa de que no contexto atual da cidade onde vive não existam condições básicas para a realização do projeto de vida, o estudante se vê forçado a sair do âmbito de sua família e ir em busca de novas oportunidades. Muitas vezes podemos até pensar que esse processo seja natural e que muitos dos adolescentes, após o Ensino Médio, necessitem fazer essa transição, porém quando falamos de jovens que vivem em condições econômicas precárias, sair de casa torna-se um grande desafio.

A busca por novos horizontes, novas condições e realização dos sonhos caracteriza-se como o projeto de vida. Para Catão (2007, p. 77), as várias tentativas de construção do projeto de vida, e o que desejam os indivíduos e coletivos nele realizar, definem-se no processo de buscar a felicidade e evitar o sofrimento. Sendo assim, esses adolescentes precisam transcender as dificuldades encontradas no âmbito familiar, nas condições econômicas e, até mesmo, no ambiente escolar. Quando perguntamos para um dos entrevistados sobre as dificuldades no processo de construção do



projeto de vida, foi alegado que a escola e os professores não contribuem efetivamente para esse processo.

Entrevistado 3: “Os professores às vezes não ajudam e só falam um monte de besteira e falam que a gente só vai pra escola só pra merendar, essas coisas... E na verdade não é. Nós ficamos até com raiva dos professores às vezes porque eles ficam falando que nós só vamos pra merendar. A merenda é pra todos nós e merendamos porque a gente quer. E aí eles ficam nesse negócio que nós só vamos pra merendar. Eu acho errado isso aí.” (Entrevistado de Serrano do Maranhão).

Quando trazemos essa fala para o campo da educação, percebemos a importância da escola na visão de adolescentes-alunos para a realização do projeto de vida. Mas, muitas vezes, o que se percebe é que a escola não está diretamente conectada com os anseios e desejos dos estudantes. Podemos, portanto, destacar que a escola não está assumindo o seu papel de preparar os adolescentes para a vida.

O sentido de preparar para vida transita entre o desenvolvimento de habilidades para lidar com o cotidiano e suas adversidades, como também o desenvolvimento de habilidades acadêmicas que forneçam suporte às transformações necessárias para alcançar o bem-estar na vida. (NASCIMENTO, 2013 p. 90).

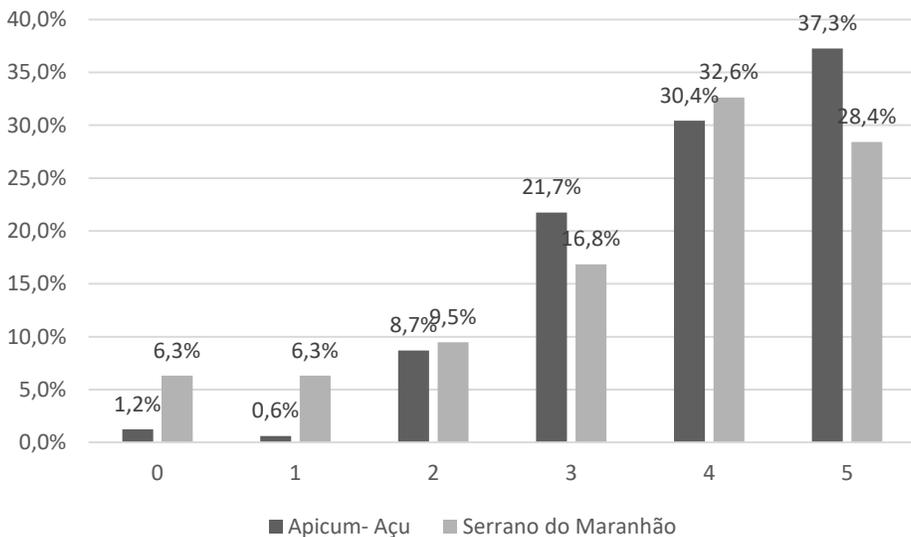
Dessa forma, é factível que a escola e também o processo de escolarização se conectem de forma ativa e possam transformar o projeto de vida dos estudantes. Com isso, podemos afirmar que a escola assume um papel central no processo de imaginação do futuro para os adolescentes.

No questionário, foi solicitado aos estudantes que indicassem o quanto a escola atual na qual estudam contribui para o processo de construção do seu projeto de vida. Os estudantes indicaram suas respostas através de uma escala que variou de 0 (zero) a 5 (cinco), em que zero é pouco relevante e 5 muito relevante.

Nessa questão foi possível verificar que a escola localizada na cidade de Apicum-Açu apresenta maior relação com o projeto de vida dos

adolescentes-estudantes, uma vez que 37% dos participantes classificaram a escola com sendo muito relevante no processo de pensamento sobre o futuro. Em contrapartida, a escola da cidade de Serrano do Maranhão obteve um percentual menor, quando comparado com Apicum-Açu. Apenas 28% dos estudantes classificaram a escola de Serrano do Maranhão como muito significativa no processo de construção do projeto de vida. Quando analisamos o outro extremo, verificamos que 6% dos participantes classificaram a escola de Serrano do Maranhão como sendo pouco relevante no processo de construção do projeto de vida e na cidade de Apicum-Açu a porcentagem foi de 1%, como mostra a Figura 3.

Figura 3. Contribuição da escola atual no projeto de vida.



Fonte: Dados do autor.

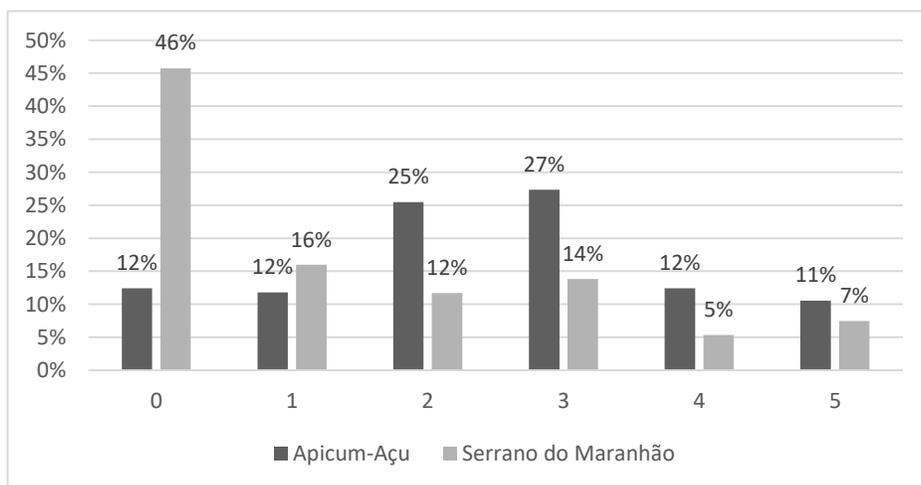
Os dados, da primeira fase da pesquisa, corroboram também com a fala de um dos participantes da cidade de Apicum-açu, que argumentou que a escola assume grande importância para a concretização do seu projeto de vida. Entrevistado 2: “A escola me ajuda muito, primeiro que meus professores sempre me apoiam, tipo como eu já havia falado, a

educação é a base de tudo, se tu não tens tu não vais ter o que buscar. Então ela me ajuda muito” (Entrevistado de Apicum-Açu).

Outro aspecto que tratamos no questionário aplicado aos estudantes, foi sobre as possíveis contribuições que o município, em que o adolescente vive, tem sobre o processo de construção e efetivação do projeto de vida. As respostas também seguiram o mesmo padrão que a questão anterior, ou seja, os estudantes classificaram o grau de satisfação entre a cidade em que vive as contribuições para o projeto de vida seguindo uma escala de zero a cinco, em que zero é pouco relevante e cinco muito relevante.

Na cidade de Apicum-Açu verificamos que 27% nos participantes classificaram a cidade como tendo relevância intermediária, ou seja, classificaram com nota três. Analisando a cidade de Serrano do Maranhão, a situação fica mais agravante, uma vez que 46% dos participantes disseram que a cidade não contribui para a construção do projeto de vida.

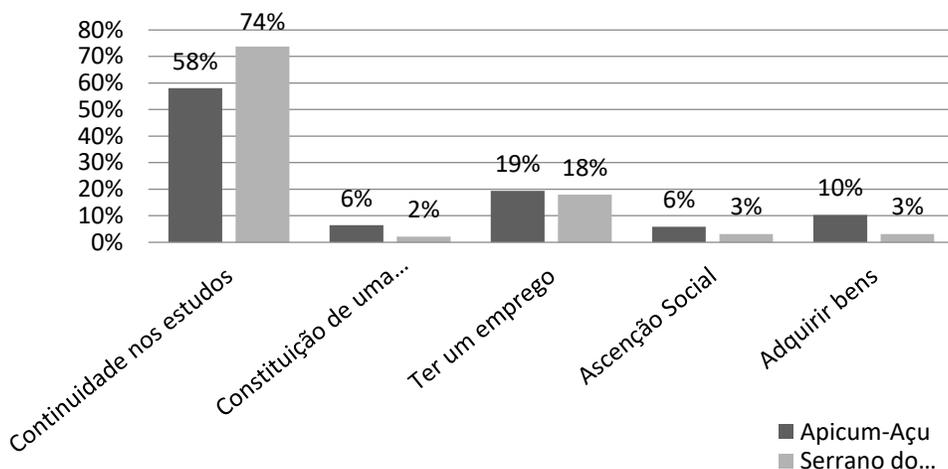
Figura 4. Contribuição do município para a construção do projeto de vida.



Fonte: Dados do autor.

Nessa mesma perspectiva, foi possível compreender também que a continuidade dos estudos é a prioridade para a maior parte dos participantes da pesquisa. Quando questionamos sobre quais os aspectos que mais se relacionava com o projeto de vida, 74% dos estudantes de Serrano do Maranhão disseram que a continuidade dos estudos era o mais relevante. Na cidade de Apicum-Açu, 58% dos participantes da pesquisa apontaram a continuidade dos estudos, como mostra a Figura 5.

Figura 5. Relações entre o adolescente e o seu projeto de vida.



Fonte: Dados do autor.

4 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível verificar que o contexto econômico e social acaba por desempenhar grandes influências sobre o processo de construção do projeto de vida. Sendo assim, é preciso fomentar a discussão sobre as oportunidades que estão sendo ofertadas aos nossos adolescentes que estão buscando traçar novos caminhos e horizontes através da continuidade dos estudos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, W. M. J.; BOCK, A. M. B.; OZELLA, S. A orientação profissional com adolescentes: um exemplo de prática na abordagem sócio-histórica. In: BOCK, M. B.M; GONÇALVES, M. da G. M.; FURTADO, O. *Psicologia Sócio-histórica: uma perspectiva crítica em Psicologia*. São Paulo, Cortez, 2001.

BARROS, M. M L. Trajetórias de jovens adultos: ciclo de vida e mobilidade social. *Horizontes antropológicos*, Porto Alegre, v. 16, n. 34, p. 71-92, Dez. 2010. Disponível

em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-71832010000200004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 Out. 2018.

CATÃO, M. F. O que as pessoas pensam da vida e o que desejam nela realizar? In E. Kruttzen& S. Vieira (Orgs.), *Psicologia social, clínica e saúde mental*. João Pessoa: Ed. Universitária, 2007. p. 75-94.

LUDKE M., ANDRÉ, M. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo, EPU. 1986.

MARCELINO, M. Q. S. Construção do projeto de vida de adolescentes: um estudo das representações sociais. 2006. 173f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social). Universidade Federal da Paraíba, 2006.

MARCELINO, M. Q. S; CATAO, M. F. F. M.; LIMA, C. M. P. Representações sociais do projeto de vida entre adolescentes no ensino médio. *Psicol. cienc. prof.*, Brasília, v. 29, n. 3, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98932009000300009&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 29 out. 2018.

NASCIMENTO, I. P. Educação e projeto de vida de adolescentes do ensino médio. *Eccos: Revista Científica*, São Paulo n. 31, 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=71529334006>>.

PETRUCCELLI, J. L. Raça, identidade, identificação: abordagem histórica conceitual. In: PETRUCCELLI, J. L; SABOIA, A. L. (Orgs). *Características étnico-raciais da população: classificações e identidades*. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

REIS, M.; RAMOS, L. Escolaridade dos pais, desempenho no mercado de trabalho e desigualdade de rendimentos. *Rev. Bras. Econ.*, Rio de Janeiro, v. 65, n. 2, p. 177-205, June 2011. Acessado em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71402011000200004&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 28 out. 2018.



CAPÍTULO 15

EMPRESA JÚNIOR ENGRENAR COM ATUAÇÃO EM PROJETOS E MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA DO CAMPUS SÃO LUIS MONTE CASTELO/IFMA

Keyll Carlos Ribeiro Martins
Gil Emerson Silva Corrêa
Danilo Sousa Martins
Lucijane de Sousa Gomes
Monike Allana Viana Lima
Kaio Lourenço Teixeira Barbosa
Gleydson Hiago Sousa Oliveira
Anthony Soares de Alencar

Departamento de Mecânica e Materiais, Campus São Luís Monte Castelo/ IFMA, São Luís, Brasil.

RESUMO

A Empresa Júnior consiste de uma Associação Civil sem fins lucrativos constituída por alunos de nível superior ou técnico com o intuito de aplicar a teoria ministrada em sala de aula, prestando serviços de consultoria e assessoria de qualidade, a um custo reduzido, para empresários e empresas públicas e privadas. Essas atividades são desenvolvidas com o acompanhamento e a orientação de professores e profissionais especializados, promovendo, assim, a excelência na preparação e no estímulo da formação profissional. Basicamente, os alunos que participam de uma Empresa Júnior têm como rotina desenvolver projetos de consultoria, protótipos de novos produtos, estratégias de gestão e marketing, bem como documentos de estudos e pesquisas sobre o mercado de atuação. Também realizando gerenciamento de projetos, liderança de equipes, gerenciamento de departamentos, geração de networking com grandes profissionais, etc. Muitos desses trabalhos são auxiliados por professores de suas

instituições de ensino superior. A Empresa Júnior Engrenar, com atuação em projetos e manutenção automotiva no Campus São Luís Monte Castelo/IFMA, vinculada ao Departamento de Mecânica e Materiais (DMM), visa desenvolver projetos relacionados à área de engenharia mecânica, que envolvam os principais setores de manutenção automotiva, tecnologia assistiva, processos de fabricação, térmicas e fluidos. Além dessas ações, a Empresa Júnior Engrenar promoverá capacitação às comunidades locais por meio de minicursos na área de manutenção automotiva, possibilitando ainda apoio às pesquisas científicas e de extensão do campus. Isso contribui na aquisição de equipamentos e materiais de consumo aos laboratórios de mecânica automotiva, tecnologia assistiva, testes de motores e energias alternativas. O intuito dessas ações será despertar nos alunos dos cursos técnicos de mecânica, eletromecânica, metalurgia e do curso superior de engenharia mecânica a vocação pelo empreendedorismo. A organização e funcionamento da Empresa Júnior Engrenar serão fixados em Regimento Interno, elaborado pela Diretoria Executiva e aprovado pela Assembleia Geral.

Palavras-chaves: Empresa júnior. Engrenar. Empreendedorismo. Manutenção automotiva. Projetos.

1 INTRODUÇÃO

O Movimento Empresa Júnior foi criado na França em 1967, como resultado de um projeto do governo francês para promover a criação de novas empresas. A primeira empresa júnior foi fundada em Paris, na Universidade L'Essec de Administração. No Brasil, a Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas foi escolhida para iniciar a experiência no país.

Atualmente, o Brasil é o país que possui maior número de empresas júniores. Elas se encontram organizadas em federações

estaduais, que constituem a Confederação Brasileira de Empresas Júniores, Brasil Júnior, fundada em 2003.

A constituição da empresa júnior em um ambiente acadêmico possui a missão de contribuir para a formação e o crescimento profissional e humano dos seus membros. Através da prestação de serviços dentro de suas respectivas áreas de atuação, promove uma maior integração entre a sociedade e as instituições de ensino, colaborando para o desenvolvimento de ambas. Logo, a formação de uma empresa júnior permite a prática dos ensinamentos adquiridos em sala de aula, uma das principais formas de integração entre estudantes e mercado de trabalho.

A revista Pequenas Empresas e Grandes Negócios indicou uma solução para pequenos empreendimentos, ou seja: “A empresa júnior, consultoria formada por universitários, é uma opção para pequenas empresas que querem se organizar e crescer. A grande vantagem para os empresários é o preço acessível. E, além disso, eles contam com a visão inovadora dos estudantes”.

A Empresa Júnior Engrenar com foco em projetos e manutenção automotiva, teve aprovação no Edital FAPEMA Nº 16/2017 - Empresa Júnior com orçamento para compra de equipamentos, materiais permanentes, custeio e uma bolsa para aluno com prazo de 12 meses.

Os alunos da empresa júnior discutiram o estatuto, composição e sua denominação sendo decidido pelo nome: “Engrenar”. Em seguida, o coordenador do projeto e o grupo de alunos da Empresa Júnior Engrenar submeteram o projeto de criação da empresa junto ao Instituto Federal do Maranhão. No mais, a empresa abordou as diretrizes do Movimento Empresa Júnior (MEJ) e os aspectos essenciais para implementação da EJ, em consonância à Resolução IFMA n.º 123, de 06 de dezembro de 2016.

Nesse sentido, a Empresa Júnior promoverá a manutenção preventiva dos veículos leves: alinhamento e balanceamento e diagnóstico do sistema de injeção e ignição eletrônica dos motores devido às irregularidades das pistas da cidade de São Luís, são afetadas, diretamente,

os sistemas da dinâmica veicular e de propulsão dos veículos automotores, desregulando-os com facilidade, tais como: motor, transmissão, direção, freios e suspensão. Isso compromete as condições de operação do veículo, em relação a sua estabilidade, dirigibilidade e segurança.

Além desta ação de capacitação na manutenção automotiva, outra forma de atuação da Empresa Júnior Engrenar será na elaboração e desenvolvimento de projetos mecânicos, biomecânicos e de pesquisas científico-tecnológicas que possam atender as comunidades locais, empresas e ao próprio Instituto.

2 METODOLOGIA

A diretoria executiva será composta por 06 (seis) membros efetivos, distribuídos nas áreas de Presidência, Diretoria de Projetos, Diretoria Administrativo-Financeiro, Diretoria de Recursos Humanos, Diretoria de Ensino e Diretoria de Marketing, eleitos pela Assembleia Geral Ordinária da Engrenar, para mandato de 01(um) ano, a ocorrer sempre na primeira semana de janeiro, com exceção ao ano de sua fundação, permitida a reeleição apenas uma vez ao mesmo cargo.

2.1 IDENTIDADE

A identidade corporativa representa o conjunto de propostas, isto é, a visão de mundo da empresa, os valores dela, missão como organização, ações de endomarketing, áreas de atuação, a postura que adota em diferentes situações e aspectos visuais. Para tanto, este tópico apresentará a missão, visão, valores, áreas de atuação e logotipo, corrobora com a visão de desenvolvimento dos aspectos estratégicos de Porter (1997) e Oliveira (2004).

2.2 MISSÃO

Promover disseminação de conhecimento e contribuir para a formação de um profissional qualificado. Executar com responsabilidade social e ambiental de forma inovadora projetos de Engenharia Mecânica com ênfase na área automotiva agregando valores e conhecimentos aos acadêmicos e à sociedade.

2.3 VISÃO

Tornar-se referência em todo o país por ser uma Empresa Junior líder em qualidade comprometida como a satisfação do cliente.

2.4 VALORES

Compromisso e Responsabilidade; Inovação e Qualidade; Concretizar; Eficiência; Respeito e ética.

2.5 ÁREAS DE ATUAÇÃO

Os projetos que serão desenvolvidos pela Engrenar atenderão, preferencialmente, as seguintes áreas de atuação: capacitação automotiva através de aulas teóricas e práticas e a elaboração e construção de projetos mecânicos, biomecânicos e de pesquisas científico-tecnológicas. Cabe ressaltar que todos os estudantes dos cursos superiores do IFMA - Campus Monte Castelo estão aptos a participar dos projetos, bem como a gestão da empresa júnior, sendo selecionados por meio dos processos seletivos organizados pela Diretoria de Recursos Humanos da Engrenar, conforme seu regimento e regulamento interno. Os cursos que atualmente - 2018 - podem ter estudantes pleiteando a participação são: Bacharelado em Engenharia Mecânica, Civil, Elétrica e Licenciatura em Química.



2.6 LOGOTIPO

O logotipo desenvolvido para Empresa Júnior Engrenar está apresentado na Figura 1.

Figura 1. Logotipo



2.7 ETAPAS DO PROCESSO

As primeiras tentativas para discussão das ideias sobre a criação da Empresa Júnior no IFMA - Campus Monte Castelo ocorreram no 2º semestre de 2017, com aprovação da proposta da empresa júnior pela FAPEMA. Ao verificar sua viabilidade foi estabelecido um cronograma inicial, uma plenária no IFMA para levantar quais seriam os estudantes que se interessariam em participar desse projeto. Posteriormente, foi realizada uma plenária onde foram convidados os estudantes para se inteirarem da proposta que se iniciava e convidá-los a participar da empreitada que estava começando. No primeiro momento, contamos com a participação de 06 alunos. Dando prosseguimento ao processo, foram realizadas reuniões para concepção do planejamento inicial para elaboração de documentos - regulamento, regimento e plano acadêmico, atividades que perduraram até meados do 1º semestre de 2018. Também neste período foi discutido e deliberado o nome que seria dado a empresa júnior, chegando ao consenso “ENGRENAR”.

As etapas da fundação estão dispostas nos seguintes itens:

a) Formação de Equipe: Inicialmente, quanto maior o número de pessoas, maior será a dificuldade de acompanhamento e gerenciamento de ações individuais. Por isso, o número de pessoas recomendado é de 6. Esse número foi pensado para que exista no mínimo uma pessoa responsável pela execução das atividades mais básicas em cada uma das áreas da estrutura do modelo clássico (Presidência, Administrativo, Financeiro, Marketing, Recursos Humanos, Projetos), recomendado para as EJs que ainda estão em formação.

b) Benchmarkings iniciais: Em sentido um pouco modificado do usual, o Benchmarking (análise aprofundada das melhores práticas usadas por outras empresas do mesmo setor) torna-se uma ferramenta eficiente para troca de informações de outras EJs. Essa etapa macro pode ser discriminada em cinco fases:

Fase 1: Planejamento

I - Identificar quais são as EJs ou empresas similares à nossa;

II - Detalhar o que pretende-se extrair de informações da outra EJ.

Fase 2: Análise

I - Mapear as diferenças e ver se elas são adaptáveis à nossa realidade;

II - Estudar a forma com a qual essas diferenças podem gerar vantagens competitivas que poderão ser extraídas no futuro.

Fase 3: Reavaliação

I - Comunicar as ações do benchmarking até gerar aceitação coletiva;

II - Revisar os anseios iniciais de quando começou a ideia de fundar uma EJ.

Fase 4: Ação

I - Desenvolver um plano de ação, isto é, descrever quem, como, porquê, onde, quanto, quando e o que será feito na EJ;

II - Elaborar um mecanismo simples de controle da execução dessas atividades.

Fase 5: Maturidade

I -Determinar onde queremos chegar;

II - Reiniciar todo o processo de benchmarking.

III - Definição dos Negócios:

Segundo recomendação do MEJ, após a formação da equipe torna-se possível estruturar como a empresa atuará no mercado, como irá se relacionar e entregar valor para as partes interessadas atribuições da categoria profissional.

a) A coordenação do projeto da empresa júnior será exercida por um docente do IFMA – Campus Monte Castelo com dedicação até 15 horas de carga horária em suas atividades semanais;

b) Estrutura Interna: O MEJ adota o modelo “clássico” de estrutura interna não obstante segmentar por demais as atividades de todos os colaboradores. Isso implica que o ativo pode vir a não ter contato com algumas áreas. Assim, reforça-se que a Engrenar tem sua estruturação baseada no modelo clássico. No mais, cabe apresentar a função que cada setor deve desempenhar:

- ✓ *Marketing: Define e planeja métodos para atingir o público alvo (mercado, campus etc), seja através da mídia, eventos, ou quaisquer outras metodologias.*
- ✓ *Recursos Humanos: Responsável pela administração de todos os colaboradores, seleciona, avalia, acompanha e auxilia os membros, através de treinamentos, ferramentas, ou simples conversas.*
- ✓ *Projetos: Capta e acompanha o andamento dos projetos executados pela Empresa.*
- ✓ *Administrativo: Tem a seu cargo as atividades relativas a administração de recursos humanos; as relações de trabalho com empregados; planejamento e aquisição de materiais, contratação*

de serviços de terceiros e a prestação de serviços gerais de apoio administrativo

- ✓ *Financeiro: Tem a seu cargo a execução, manutenção dos registros e preservação dos documentos de contabilidade geral, custo operacional, custos de estudos em andamento, patrimônio e ativo imobilizado, acompanhamento e cumprimento das exigências tributárias*
- ✓ *Presidência: Acompanha, avalia e aprimora o andamento da empresa, observando os sistemas de comunicação, sistemas de informação e os processos internos da empresa.*

2.8 REGULAMENTAÇÃO

No que diz respeito à importância da regulamentação, não se trata de meras exigências do governo, Brasil Junior ou das federações. É uma etapa importante de desenvolvimento de gestão, de conhecimento do funcionamento de uma empresa de verdade e da completude da experiência de estar numa empresa que realmente prepara para o futuro. Além de mostrar a importância da regulamentação, faz-se necessária a apresentação dos documentos indispensáveis no processo de criação, que são:

I - Atas de reuniões: Tem por função registrar fielmente as discussões tidas na empresa e as decisões tomadas. Deve-se seguir o modelo das EJs, podendo ter algumas alterações devido às imposições dos cartórios.

II - Estatuto: Nele consta a estrutura de funcionamento, cargos e disposições acerca de todos os aspectos da associação. Esse é um documento que deve ser formulado com a intenção de que não haja mudanças, por conta da burocracia imposta pelo cartório e pelo custo envolvido. Deve-se levar a documentação ao cartório de registro civil de pessoas jurídicas.



III - Reconhecimento da IES: Para regulamentação da Empresa Júnior frente à BJ, é exigido um documento demonstrando o reconhecimento pela IES de que a EJ opera nos cursos determinados. Deve-se usar o documento de reconhecimento da Brasil Junior (BJ). Caso a instituição possua resoluções e procedimentos próprios deve-se considerá-los. A relação com a IES é de extrema importância para assegurar alguns fatores primordiais para a existência de uma EJ, como: orientação de professores, estrutura física, reconhecimento da IES, entre outros aspectos.

IV - Infraestrutura: Para o funcionamento adequado, é necessário que disponha de um local físico, computador.

V - Termo de Voluntariado: O serviço na EJ não pode ser remunerado. Exige-se a redação de um termo de voluntariado para o acadêmico membro da EJ.

VI - CNPJ e FCPJ: Após o registro do estatuto no cartório, o passo seguinte é o CNPJ.

VII - Conta Bancária: É parte do regulamento a criação de uma conta bancária, especificamente de uma conta corrente na qual a empresa demonstre atividade financeira. Nesta etapa é necessário ter em mãos o estatuto aprovado e a inscrição do CNPJ. Cabe lembrar que a natureza jurídica da EJ é de associação - não de empresa.

VIII - Notas fiscais, cupons fiscais e recibos: Esses comprovantes devem ser guardados, para que haja a correta elaboração do livro diário e nas prestações de contas. Dessa forma, o registro e comprovação de despesas tornam a empresa transparente para com a IES, BJ e a sociedade

IX - Notas fiscais de serviços prestados: São importantes para recolhimento do imposto municipal. Quando emitidas devem ser devidamente armazenadas.

X - Livro Diário: Tem função de descrever as movimentações financeiras rotineiras.

XI - Contratos: Os contratos assinados em nome da EJ, tanto por prestação de serviços, como utilização de serviços ou aquisição de bens, devem ser guardados com o máximo cuidado.

2.9 PLANEJAMENTOS

O planejamento da Empresa Júnior é dividido em dois tipos, sendo que cada um deles abarca suas respectivas ferramentas de execução. Os planejamentos são:

I - Planejamento Estratégico: A execução de um planejamento cria na empresa uma base sólida para seu crescimento, fazendo com que a empresa não só consiga atingir resultados maiores e melhores, como consiga consolidar esses resultados. Além disso, são criados insumos para as tomadas de decisão, fazendo com que a empresa esteja prevenida de ameaças e preparada para aproveitar as oportunidades. É aqui que se define a missão, os valores, a análise S.W.O.T, a visão, os objetivos estratégicos, indicadores e metas, ações estratégicas, estratégias de acompanhamento, controle de indicadores, reuniões de acompanhamento e análise.

II - Planejamento Financeiro: O Planejamento Financeiro de uma organização é uma forma de desdobramento da estratégia por meio da alocação de recursos que, por serem limitados, devem ser distribuídos do modo que melhor possibilite a consolidação dos objetivos da EJ, considerando ainda a sustentabilidade da organização a longo prazo. Aqui devem ser feitas as projeções de entradas, projeções de saídas, cenários, projeções de fluxo de caixa, e acompanhamento/controlado.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A empresa Engrenar definiu um organograma com os membros, conforme Figura 2. Tratou como importante a divisão das



responsabilidades de toda a equipe como indicada na Figura 3 e seus limites, tornando toda a estrutura organizacional transparente.

Figura 2. Organograma da Empresa Júnior Engrenar



Figura 3. Membros da Equipe Engrenar



3.1 MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA

A empresa Engrenar atua na área de manutenção veicular tratando da parte de alinhamento e balanceamento, além de realizar inspeção e diagnóstico nos veículos, com possíveis identificações das avarias e encontrar soluções mais eficientes, conforme indicado nas Figuras 4,5,6 e 7.

Figura 4. Balanceamento de rodas elevacar



Figura 5. Funcionamento do elevacar



Figura 6. Operação do elevacar.



Figura 7. Elevacar, painel e os cavaletes.



3.2 PROJETOS MECÂNICOS

A diretoria de projetos da Empresa Júnior Engrenar, por meio das atribuições da Diretoria de Projetos, realizou projetos de construção de veículos, prototipagem de objetos 3D e simulações computacionais, como ilustrado na Figura 8.

Figura 8. Esboço de um projeto veicular desenvolvido pela Empresa Junior Engrenar.



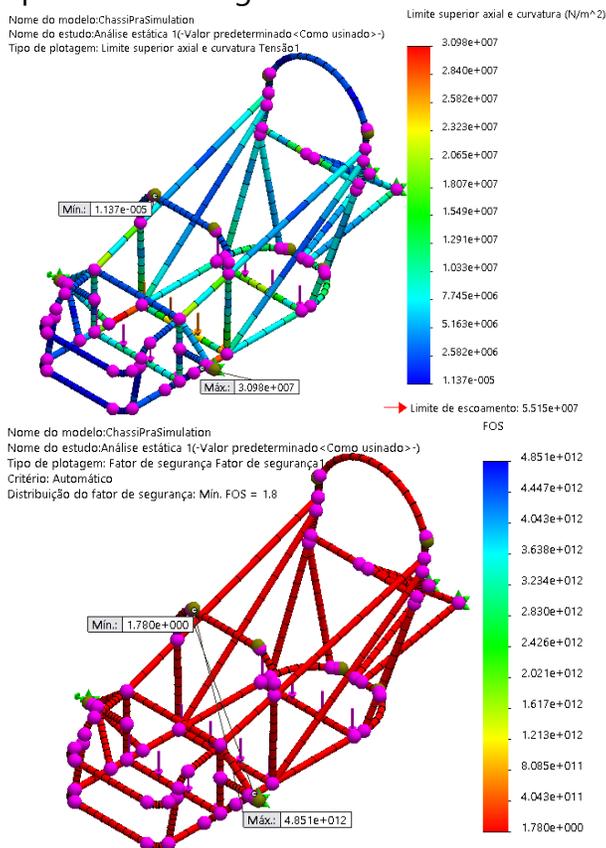
3.2.1 VEÍCULOS DE COMPETIÇÃO ROOTS

A Empresa Júnior Engrenar realizou parceria com a Equipe Roots de Eficiência Energética, equipe universitária de desenvolvimento de protótipos veiculares, criada por discentes do Campus São Luís Monte Castelo/IFMA. A Engrenar entrou como responsável pelo desenvolvimento do projeto estrutural dos veículos, assim como suas devidas simulações. Foi utilizado o software de desenho assistido por computador *Dassault SolidWorks 7*[®].

Para os projetos veiculares, foi priorizada a concepção de veículos leves, seguro e ergonômicos do tipo monoposto, com o objetivo de proteger o ocupante de possíveis impactos e abrigar todos os componentes para o funcionamento do veículo, conforme Figura 8.

A Engrenar também realizou análises computacionais estáticas de estruturas metálicas, como visto na Figura 9.

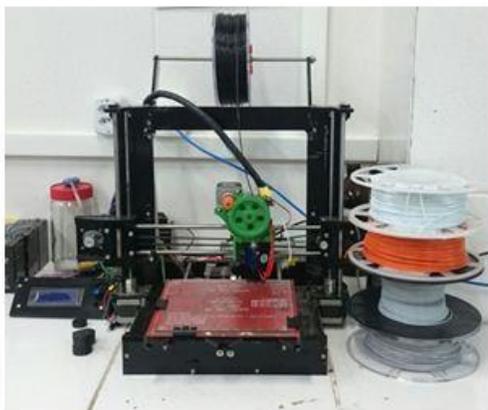
Figura 9. Exemplo de análises simulacionais estáticas realizadas em um chassi pela Empresa Júnior Engrenar.



3.2.2 PROTOTIPAGEM 3D

A Empresa Júnior Engrenar realizou o projeto e desenvolvimento de peças por meio do método de prototipagem 3D. Utilizou-se para esta finalidade impressoras 3D modelo *Gtmax3d Core A3* e *RepRap Prusa i3* e materiais poliméricos para prototipagem ABS e PLA, conforme indicado na Figura 10

Figura 10. (a) Impressora 3D modelo RepRap Prusa i3 e (b) Impressora 3D modelo Gtmax 3d A3 v2, localizadas no Laboratório de Mecânica Automotiva e Biomecânica DMM/IFMA



(a)



(b)

3.2.3 SUPORTE NO VEICULO

O suporte para o motor de arranque serviu como molde, realizado para adaptação de um motor de partida em um motor numa veiculo a combustão da equipe roots. O motor de arranque ou motor de partida é um componente importantíssimo do carro, conforme Figura 11.

Figura 11. Molde do motor de arranque



Figura 12. Motor de partida



Figura 13. Motor de partida instalado no veículo



3.2.4 ESPAÇADOR

Espaçador colocado entre o motor de partida e suporte e o bendix. A adaptação foi realizada para o perfeito acoplamento entre o pinhão e a cremalheira, como ilustrado na Figura 14, garantindo assim um desempenho satisfatório.

Figura 14. Adaptação com espaçador



4. CONCLUSÃO

A Empresa Júnior Engrenar consiste em uma enorme conquista dos estudantes de Engenharia Mecânica. Além de constituir como uma oportunidade real de melhor aplicabilidade dos conceitos teóricos adquiridos no curso superior, esclarece aos graduandos sobre a atuação profissional, além de desenvolver suas habilidades de comunicação, atitude e empreendedorismo. O maior beneficiário continua sendo a formação mais qualificada do aluno de graduação, pois a participação em uma empresa júnior torna-se em uma oportunidade de aprender a negociar com clientes e de adquirir noções de marketing, administração, custos e finanças.

Neste contexto, a medida que cresce o número de empresas juniores no Brasil, o empresariado fica mais consciente do potencial dos alunos vindos dessas instituições, tornando-se assim, um diferencial, que poderá facilitar o ingresso do estudante no mercado de trabalho. A Empresa Júnior Engrenar já possui um espaço físico, localizado no

laboratório de Mecânica Automotiva do DMM/IFMA. Possui uma estrutura organizacional, plano de trabalho, estrutura de marketing e sua equipe de alunos demonstra muita responsabilidade nas atividades desenvolvidas, visto os trabalhos e capacitações prestadas desde sua fundação.

Alguns resultados foram alcançados na Engrenar com a realização de projetos mecânicos à Equipe Roots, aquisição e instalação de equipamentos, tais como: o elevador 4T, impressora 3D, o sistema de alinhamento e balanceamento, dentre outros equipamentos. Ensejamos que com o crescimento da Engrenar, o departamento e o curso de graduação em Eng. Industrial Mecânica passem a ser mais valorizados no Instituto e conseqüentemente, os seus alunos no mercado de trabalho, aproximando-os, assim, da sociedade.

Nesse contexto, a ENGREAR tem um papel fundamental no desenvolvimento de competências, liderança, capacidade de trabalho em equipe, pró-atividade e empreendedorismo nos estudantes do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica/DMM/IFMA.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 13.267, de 6 de abril de 2016. Disciplina a criação e a organização das associações denominadas empresas juniores, com funcionamento perante instituições de ensino superior. Brasília, abr. 2016.

BRASIL JUNIOR. Conceito Nacional de Empresa Júnior. Confederação Brasileira de Empresas Juniores. São Paulo, 2017.

CUNHA, F. A. G. DNA Júnior. Diretoria de Desenvolvimento – Confederação Brasileira de Empresas Juniores. Brasília, 2017.

IFMA. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. Resolução Nº 123/2016, de 12 de dezembro de 2016. Regulamento de Empresa Júnior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Maranhão, 2016.



Mais Ciência e Inovação no Maranhão

Coleção: FAPEMA de 2015 à 2018

VOLUME 3