

Desenvolvimento de software capaz de estimar a densidade populacional de insetos a partir de sinais acústicos emitidos. ¹

DEZOTTI, A. K.²; SOARES, L.E.³; ESCOLA, J.P.L.⁴;
MACCAGNAN, D.H.B.⁵; CARDOSO, A. M.⁶

RESUMO: A incidência de insetos praga em diversos agroecossistemas traz a necessidade e o incentivo pela busca por métodos de manejo que sejam econômicos e sustentáveis simultaneamente. Tomando como base a ocorrência de espécies de cigarras que ocorrem no sistema cafeeiro do Brasil, e levando em consideração que a sua comunicação é realizada também através de sinais acústicos, o objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de um software capaz de captar tais sinais, decodificá-los e identificar a existência de cigarras nos áudios captados. O projeto inicial utiliza somente espécies de cigarras que tem incidência no sistema cafeeiro, porém, o desenvolvimento deste dispositivo pode contribuir para o Manejo Integrado de Pragas (MIP) de várias outras espécies de insetos praga que ocorrem em diversos agroecossistemas, de seus agentes de controle biológico, bem como auxiliar estudos envolvendo outras espécies de animais.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação, comportamento, controle biológico, quantificação

INTRODUÇÃO

Há mais de um século a cultura do café vem sendo explorada no Brasil e é considerada de fundamental importância para a economia do país. Dentre os Estados produtores destacam-se Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Espírito Santo (FORNAZIER & MARTINELLI 2000). A produção do café arábica representa 73,9% (32,18 milhões de sacas) do total de café produzido no país e tem como maior produtor o Estado de Minas Gerais, com 67,9% (21,85 milhões de sacas) de café beneficiado (CONAB, 2011).

¹Projeto Desenvolvido com fomento do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI/CNPq) – Processo 137282/2016-8;

²Bolsista PIBITI/CNPq, Estudante, Licenciatura em Ciências Biológicas, IFSP Câmpus Barretos, Av. C-1, 250, CEP 14.781-502, Barretos, SP, kenzodezotti@gmail.com;

³Técnico Laboratório – Área Informática, IFSP – Câmpus Barretos, lucas.exposto@ifsp.edu.br;

⁴Tecnólogo em Informática, Prof. Mestre, IFSP Câmpus Barretos, jpescola@ifsp.edu.br;

⁵Coorientador; Biólogo, Prof. Doutor, Universidade Estadual de Goiás (UEG) Câmpus Iporá, Av. R-2, Qd 1, S/N, CEP 76200-000, Iporá, GO, douglas.hbm@ueg.br

⁶Orientador; Eng.º Agrônomo, Prof. Doutor, IFSP Câmpus Barretos, amcardoso@ifsp.edu.br

Dentre os vários fatores que podem interferir na produtividade da cultura está a ocorrência de insetos-praga e dentre estes, um dos destaques é a cigarra *Quesada gigas*. Esta espécie é considerada praga-chave e a mais comumente encontrada nas diversas regiões do Brasil e ainda, se caracteriza por possuir um complexo órgão para a produção e recepção do som (CARVER; GROSS; WOODWARD, 1991) e quando este é produzido pelos machos, possui o objetivo de atrair as fêmeas. A emissão de ondas sonoras é uma forma de comunicação utilizada por diversos grupos de insetos, em diferentes contextos. Esse meio de comunicação é vantajoso por ter como características o longo alcance e a boa habilidade de transpor obstáculos (KREBS; DAVIES, 1996).

Segundo REIS et al., (2002), este inseto se alimenta através da contínua sucção de seiva que causa o depauperamento das plantas, cujos sintomas mais visíveis se manifestam em sua parte aérea devido ao amarelecimento, definhamento e queda precoce das folhas da parte apical das plantas. Sinais mais acentuados podem ser vistos em épocas de déficit hídrico, com a ocorrência de floradas insignificantes, cujos resultados sempre convergem para quedas bruscas de produtividade.

O período de vida adulta das cigarras, que pode durar de poucas semanas até dois a três meses, é considerado efêmero quando comparado com sua fase ninfal, que é subterrânea e de longa duração. Exemplo extremo são as cigarras *Magicicada* spp. cujo desenvolvimento para atingir o estágio adulto é de treze ou dezessete anos, dependendo da espécie (WILLIAMS; SIMON, 1995).

Entre as cigarras, a produção de som por estruturas específica é uma característica restrita aos machos, pois apenas eles possuem o órgão cimbálico (BOULARD, 1973). Este é um sistema complexo, situado no primeiro segmento abdominal e é compreendido por dois conjuntos simétricos em relação ao plano sagital do corpo.

Assim, partindo-se do princípio que a comunicação entre os insetos pode ser realizada através de sinais acústicos propagados pelo ar ou através do substrato e que estão relacionados ao comportamento sexual, de alarme e de defesa e ainda usados para mediar ações coordenadas em grupo e interações sociais complexas (VIRANT-DORBELET e COKL, 2004), o melhor entendimento dos mecanismos envolvidos neste processo pode contribuir de maneira significativa para o aprimoramento de táticas de manejo em cultivos agrícolas.

MATERIAIS E MÉTODOS

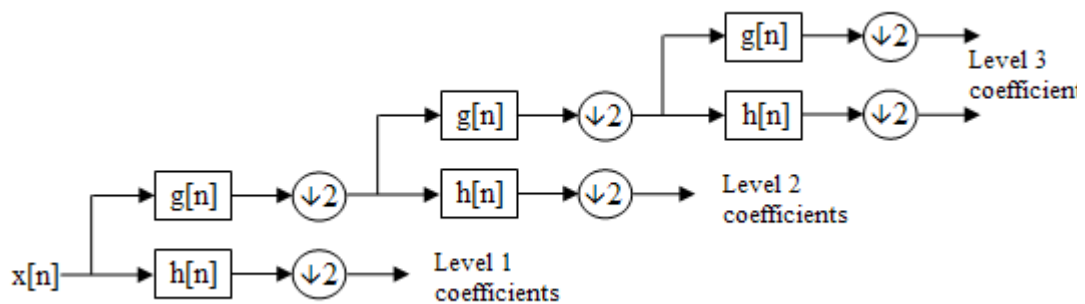
Parte dos sinais acústicos a serem utilizados inicialmente no desenvolvimento do software já foram gravados e se encontram depositados na coleção de sinais bioacústicos na instituição parceira, outra porção deve ser realizada nos próximos meses, quando há maior incidência das pragas-chave. O registro desses sinais se deu em estudos realizados anteriormente em diferentes datas e foram feitas em áreas de cultivo de café ou próximas a estas, no estado de Minas Gerais e São Paulo. Para o registro desses sinais, foi utilizado o microfone unidirecional Le Son MP-68-PH (respostas de frequências 50 a 20.000 Hz, mono) ou o Sennheiser ME66/K6 (40 a 20.000Hz, mono). Como gravador, foram utilizados um minidisc portátil Sony MDZ-R70, um gravador de fitas DAT Sony TCD-D8 ou ainda, um gravador digital Marantz PMD 660, todos com taxa de amostra de frequência de 44.1 KHz, que permitiram resposta de frequência no campo de 20 a 20.000 Hz. A faixa de resposta de frequência possibilitada pelas diferentes combinações de microfone e gravador é suficiente para registrar os sinais acústicos das cigarras sem que haja qualquer perda nas características do sinal. Para as gravações que serão realizadas nos próximos meses será utilizado gravador portátil da marca Sony ICD-px 820, gravando na frequência de 44.1 a 11.000 Hz, mono.

Procedimentos para o desenvolvimento do software: classificação do sinal acústico.

Para que o software a ser desenvolvido reconheça o volume de incidência e identifique a qual espécie pertence tal sinal acústico, inicialmente será necessário desenvolver um sistema de classificação do sinal. Tal sistema se baseará no estudo da energia das sub-bandas e na análise da Transformada Wavelet Discreta dos sinais em questão, conforme detalhado abaixo.

Transformada Wavelet Discreta (DWT)

Assim como a Transformada Rápida de Fourier (FFT), a Transformada Wavelet Discreta (DWT) também permite analisar as frequências de um sinal. A DWT apresenta vantagens em relação a FFT, pois possibilita melhor análise, visto que um sinal pode ser transformado para melhor resolução em frequência ou melhor resolução no tempo, ou seja, por meio da DWT, é possível conhecer em que instante de tempo T determinada frequência está presente em um sinal.



Redes Neurais Artificiais são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência. Os neurônios se comunicam através de sinapses.

Uma rede neural artificial é composta por várias unidades de processamento. Essas unidades, geralmente são conectadas por canais de comunicação que estão associados a determinado peso e fazem operações apenas sobre seus dados locais, que são entradas recebidas pelas suas conexões. O comportamento inteligente de uma Rede Neural Artificial vem das interações entre as unidades de processamento da rede (BARRETO, 1999).

A maioria dos modelos de redes neurais possui alguma regra de treinamento, onde os pesos de suas conexões são ajustados de acordo com os padrões apresentados. Em outras palavras, elas aprendem através de exemplos.

Arquiteturas neurais são tipicamente organizadas em camadas. Usualmente, as camadas são classificadas em três grupos:

- **Camada de Entrada:** onde os padrões são apresentados à rede;
- **Camadas Intermediárias ou Escondidas:** onde é feita a maior parte do processamento, através das conexões ponderadas; podem ser consideradas como extratoras de características;
- **Camada de Saída:** onde o resultado final é concluído e apresentado.

Uma rede neural é especificada, principalmente pela sua topologia, pelas características dos nós e pelas regras de treinamento.

RESULTADOS ESPERADOS

Considerando-se que o projeto anterior foi capaz de desenvolver um software que identifica a espécie de inseto a partir do sinal emitido, a implementação da presente proposta permitirá a continuidade da ideia central e desenvolverá um software capaz de estimar a densidade populacional deste inseto. Desta forma, o dispositivo final (hardware + software) será capaz de atuar na identificação e na estimativa da densidade populacional de *Q. gigas*, espécie de inseto considerada como modelo para o estudo. Assim, como se trata de uma Área Temática, a intenção é acumular mais conhecimento e aprimorar resultados para futuramente adequá-lo a outras espécies de insetos que ocorrem em diversas culturas de interesse econômico, fato que contribuirá para a abertura e ampliação de novas linhas de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBON JUNIOR, S. Dynamic time warping baseado na transformada wavelet. 2007. 113 f. Dissertação – (Mestrado em Ciências) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

BULLARD, Belinda; DABROWSKA, Renata; WINKELMAN, Lowell. The contractile and regulatory proteins of insect flight muscle. **Biochemical Journal**, v. 135, n. 2, p. 277-286, 1973.

CARVER, M.; GROSS, G. F.; WOODWARD, T. E. Hemiptera. In: CSIRO. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Division of Entomology. The insects of Austrália: a textbook for students and research workers. Melbourne, 1991. v. 1, p. 429-509

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). levantamento de safra. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

FORNAZIER, Maurício José; MARTINELLI, Nilza Maria. Ocorrência de cigarras em café Arábica na região de montanha do estado do Espírito Santo. In: **SIMPOSIO de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1. Pocos de Caldas (Brasil), Setembro 26-29, 2000. Resumos expandidos.**

GIUSTOLIN, T.A.; LOPES, J.R.S.; QUERINO, R.B.; CAVICHIOLI, R.R.; ZANOL, K.; AZEVEDO FILHO, W.S.; MENDES, M.A. Diversidade de Hemiptera Auchenorrhyncha em citros, café e fragmento de floresta nativa do estado de São Paulo. *Neotropical Entomology*, Londrina, v.38, n.6, p.834-841, 2009

- KREBS, J. R.; DAVIES, N. B. Introdução à ecologia comportamental. 3. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 1996.
- MACCAGNAN, D.H.B.; MARTINELLI, N. Descrição das ninfas de *Quesada gigas* (Olivier) (Hemiptera: Cicadidae) associadas ao cafeeiro. *Neotropical Entomology*, Londrina, v.33, n.4, p.439-446, 2004.
- MACCAGNAN, D. H. B. Cigarra (Hemiptera: Cicadidae): emergência, comportamento acústico e desenvolvimento de armadilha sonora. 2008. 90 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.
- MANKIN, R.W. et al; HAGSTRUM, D.W.; SMITH, M.T.; RODA, A.L.; KARIO, M.T.K. Perspective and promise: a century of insect acoustic detection and monitoring. **Am. Entomol.**, Lanham, v.57, p.30-44, 2011.
- REIS, P.R.; SOUZA, J.C. de; VENZON, M. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, Belo horizonte, v.23, n.2143-215, p.83-89, 2002.
- SILVA, I.N. da; SPATTI, D.H.; FLAUZINO, R.A. **Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas**. 1ª. ed. São Paulo: Arliber, 2010
- SOUZA, Leonardo Mendes. **Deteção inteligente de patologias na laringe baseada em máquinas de vetores de suporte e na transformada wavelet**. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- STERN, V. M., SMITH, R.F.; van den BOSCH, R.; HAGEN, K.S.. The integrated control concept. **Hilgardia**, Richmond, v.29, p. 81-101, 1959.
- VIRANT-DORBELET, M.; COKL, A. Vibrational communication in insects. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.2, p.121-134, 2004.
- WILLIAMS, Kathy S.; SIMON, Chris. The ecology, behavior, and evolution of periodical cicadas. **Annual Review of Entomology**, v. 40, n. 1, p. 269-295, 1995.