

Processamento Digital de Imagens e Reconhecimento de Padrões no Controle de Pragas e Doenças da Citricultura: Diferenciação do Psilídeo em Armadilhas Adesivas Amarelas

José Leonardo dos Santos Melo¹, Mirco Ragni²

¹ Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada
Nível: Mestrado

Período de Ingresso no Programa: 2014.1

Período Previsto para Egresso do Programa: 2015.2

Departamento de Tecnologia (DTEC)

Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Módulo 3, Av. Transnordestina, s/n – Novo Horizonte

44.036-900 – Feira de Santana – BA – Brasil

²Orientador

Departamento de Física (DFIS)

Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Módulo 4, Av. Transnordestina, s/n – Novo Horizonte

44.036-900 – Feira de Santana – BA – Brasil

leomelocomputacao@gmail.com, mirco@uefs.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma pesquisa em fase inicial associada à diferenciação computacional entre psilídeos e outros insetos, presos em armadilhas adesivas amarelas. Um caminho para essa diferenciação pode ser o estudo de técnicas de processamento digital de imagens e reconhecimento de padrões. O psilídeo é o inseto-vetor de uma doença dos citros, greening, também conhecida como Huanglongbing (HLB). Esta doença é uma das principais preocupações da citricultura mundial.*

Palavras-chave: *Citricultura, Controle de Pragas e Doenças, Armadilhas Adesivas Amarelas, Psilídeo Diaphorina citri, Huanglongbing (HLB) ou Greening, Reconhecimento de Padrões em Imagens Digitais.*

Abstract. *This paper presents a research in the initial phase associated with the computational differentiation between psyllids and other insects, trapped on yellow sticky traps. One way for this differentiation may be the study of techniques of digital image processing and Pattern recognition. The psyllid is the insect vector of a disease of the citrus, greening, also known as Huanglongbing (HLB). This disease is a major concern of the world citrus production.*

keywords: *Citriculture, Pests and Diseases Control, Yellow Sticky Traps, Psyllid Diaphorina citri, Huanglongbing (HLB) or Greening, Pattern Recognition in Digital Images.*

1. Introdução

No contexto mundial da agricultura, dentro do cultivo de frutas, a citricultura tem uma produção significativa. Das frutas mais produzidas no mundo, as frutas cítricas ocupam o segundo lugar e a laranja é o citro mais produzido. Pragas e doenças são uma constante preocupação ao cultivo de plantas cítricas e existem em grades quantidades. Uma estratégia para combatê-las é dar uma maior atenção às consideradas mais onerosas.

Greening, também conhecido como Huanglongbing (HLB), é uma doença que preocupa citricultores e pesquisadores por se propagar com rapidez e provocar severos sintomas. As plantas infectadas não apresentam resistência genética para combatê-la e o psílídeo *Diaphorina citri* é o seu inseto-vetor.

Na tentativa de controlar o HLB, são tomadas medidas; e para que essas sejam eficazes é necessário um constante monitoramento das áreas de cultivo. Esse acompanhamento é feito com a investigação visual das brotações e com o recolhimento de amostras de insetos capturados em armadilhas adesivas amarelas. Essas armadilhas não capturam apenas o inseto-vetor.

Em laboratório, o resultado dessa captura é analisado em bancadas de trabalho e com o auxílio de lentes de aumento, para diferenciar o psílídeo de outros insetos capturados e realizar a sua contagem. O procedimento mencionado servirá para estimar a população do inseto-vetor na região e ajudar na tomada de decisão relativa às medidas de controle cabíveis.

Um problema é a inspeção manual das armadilhas que possibilita falhas humanas no reconhecimento e na contagem, pode gerar erros de estimativa e ser um atraso no processo de monitoramento. O objetivo desta pesquisa é realizar um estudo que possibilite a automação da diferenciação visual do psílídeo distinguindo-o de outros insetos presos em armadilhas adesivas amarelas. A automação desse processo de diferenciação pode proporcionar um acompanhamento mais ágil e preciso da propagação do inseto-vetor e possibilitar o desenvolvimento de sistemas computacionais para um monitoramento amplo e totalmente integrado.

2. Fundamentação Teórica

2.1. A Citricultura no Contexto Mundial

Ao analisar o relatório de [Neves et al. 2010, p. 30], em dados da produção mundial agrícola do ano de 2009, as frutas ocupavam o 5º lugar. Dentro da produção de frutas, as frutas cítricas¹ estavam na 2º posição e a laranja era a fruta cítrica mais produzida. Esses dados também demonstraram uma tendência de crescimento da citricultura² nos últimos 30 anos.

Essas informações demonstraram a relevância da produção de citros no cultivo de frutas e no contexto da agricultura global. Considerando a tendência mencionada é provável que, além de refletir o cenário atual, ela continue a crescer nos próximas décadas.

¹O limão, a tangerina e a laranja são exemplos de espécies de frutas cítricas e fazem parte do gênero *Citrus*. [Zulian et al. 2013, p. 2293].

²Citricultura é o cultivo de plantas cítricas. Planta cítrica é a que produz frutos contendo ácido cítrico. Exemplo: A laranjeira e o limoeiro. [Ferreira 2010, p. 168].

2.2. Ameaças à Citricultura

As pragas³ e doenças são uma preocupação para o cultivo de citros no mundo e trazem prejuízos à produção. Além disso, existe uma preocupação com as mudanças no tempo e com alguns fenômenos naturais. Como é possível analisar em seguida:

No cultivo de plantas, as variações do clima e as pragas e doenças são fatores responsáveis por significativas quedas de produção. [Bieras and Santos 2003, p. 135].

Essas pragas estão presentes na citricultura mundial. [Fonseca 2012, p. 1]. No Brasil, essa é uma das principais ameaças. Além disso, o impacto das mudanças climáticas também preocupa os citricultores em vários países. [Neves et al. 2010, p. 54].

2.3. pragas e Doenças na Citricultura

Existem pragas e doenças na citricultura mundial, e, no estado de São Paulo, muitas já foram identificadas, mas os pesquisadores dão uma atenção maior às mais graves. O greening é uma doença que se destaca e preocupa citricultores no mundo. Conforme as informações a seguir:

Na citricultura paulista existem aproximadamente 300 pragas e doenças afetando sua produção. Embora existam tantas, uma atenção maior é dada às consideradas mais onerosas. [Figueiredo 2008, p. 28].

No Brasil, o cancro cítrico, a clorose variegada dos citros (CVC), a morte súbita e o greening são doenças de destaque. [Neves et al. 2010, p. 54]. Essa última está se tornando uma grande ameaça para os citros no mundo. [Bové 2006, p. 7].

2.4. Huanglongbing (HLB) ou Greening

Huanglongbing (HLB), também conhecido como greening, é considerado a doença mais destrutiva presente em plantas cítricas do mundo. [Sala 2011, p. 12]. Ela causa severos sintomas, uma disseminação rápida e abrangente, e o gênero *Citrus* não tem resistência genética para combatê-la. [Agnelli 2011, p. 13]. Foi descoberta no Brasil, em 2004, e nos Estados Unidos, em 2005 e afetou a produção de vários países. [Chung and Brlansky 2009, p. 1].

O agente causador é uma bactéria, a *Candidatus Liberibacter*, que possui as formas africanus, asiaticus e americanus. Os sintomas podem surgir tanto em plantas jovens como em produtoras, tanto nas folhas como nos frutos. Alguns desses são: folhas amareladas, engrossamento e clareamento das nervuras da folha, intensa desfolha dos ramos afetados, frutos com manchas circulares verde-claras, menores e deformados. [Santos Filho et al. 2009, p. 1].

A disseminação ocorre através de um inseto-vetor⁴, o psílídeo *Diaphorina citri*⁵. Quando ele é abundante na região e as condições ambientais são favoráveis,

³Neste contexto, praga é o nome genericamente dado a insetos ou a doenças que atacam plantas e animais. [Ferreira 2010, p. 603].

⁴O HLB tem como disseminador (vetor), o inseto Psílídeo (Psyllid). Nesse sentido, inseto-vetor é aquele que propaga a doença [Bové 2006, p. 7].

⁵No Brasil, as formas da bactéria causadora do HLB são disseminadas pelo psílídeo *Diaphorina citri*. [Santos Filho et al. 2009, p. 1].

essa doença pode destruir plantações de forma rápida ocasionando grandes prejuízos à produção. [Chung and Brlansky 2009, p. 1].

Não existe combate eficaz conhecido para o HLB. O controle biológico foi tentado através de antibióticos, mas esse tratamento foi questionado em muitos países pela necessidade de repetição anual. [Bové 2006, p. 28 e p. 29].

No controle da doença, a primeira medida imediata é examinar e determinar a extensão do surto. [Bové 2006, p. 29]. As medidas seguintes tem sido a erradicação de plantas doentes, o plantio de novas mudas livres da doença e o controle de inseto-vetor. Então, uma estratégia tão simples quanto promissora para limitar a difusão da bactéria e os danos econômicos derivantes consiste na redução significativa da população de psílídeos. [Chung and Brlansky 2009, p. 3].

2.5. Controle do Psílídeo *Diaphorina citri*

No controle do inseto-vetor, duas medidas de monitoramento são utilizadas: a inspeção visual de brotos para verificar a existência de focos da praga e a contagem de insetos adultos capturados em armadilhas. Estratégia que pode ser confirmada em seguida:

“Na atualidade, o controle do psílídeo tem sido feito através de medidas preventivas ou por monitoramento em brotações ou com o auxílio de armadilhas adesivas atraentes [...]” [Sala 2011, p. 12]. Essas, são geralmente colocadas suspensas nos galhos das plantas cultivadas e servem para capturar o inseto adulto.

As armadilhas adesivas atraentes são usadas na captura do inseto adulto e para se determinar o número de psílídeos por armadilha por um determinado período de tempo. [Oliveira 2013, p. 10].

Em laboratório, cientistas realizam a diferenciação e a contagem do inseto-vetor. A quantidade relativa de psílídeos adultos nas áreas de plantio pode ser estimada utilizando armadilhas adesivas. A armadilha adesiva atraente amarela mostrou maior eficiência na captura dessa praga. [Hall 2009, p. 446]. Além do inseto-vetor, outros insetos podem ser capturados. [Esker et al. 2004, p. 145].

2.6. Processamento Digital de Imagens (PDI)

O Processamento Digital de Imagens (PDI) é um conjunto de técnicas utilizadas para analisar, através da computação, uma imagem digital capturada no mundo real e extrair informações relevantes ou realizar transformações nessa imagem. Esse procedimento envolve um conjunto de tarefas interconectadas, e a natureza dessas técnicas é interdisciplinar. [Queiroz and Gomes 2006, p. 1].

O PDI pode ser usado, dentre outras possibilidades, para separar um objeto contido na imagem de seu plano de fundo. Algumas aplicações são a segmentação de imagens, o reconhecimento de manuscritos, a classificação e recuperação de imagens por conteúdo. [Queiroz and Gomes 2006, p. 27, p. 28 e p. 29].

2.7. Reconhecimento de Padrões (RP)

O Reconhecimento de Padrões (RP), dentro da Aprendizagem de Máquina, está contido na área da Inteligência Artificial. O objetivo do RP é a classificação de objetos (padrões) em um número de categorias ou classes. [Theodoridis and Koutroumbas 1999].

A combinação das técnicas de PDI e RP possibilita o reconhecimento de padrões em imagens digitais.

3. Trabalhos Correlatos

O trabalho de [Ribeiro et al. 2012], abordou técnicas de processamento digital de imagens para a diferenciação do HLB de outras doenças que causam sintomas nas folhas das plantas cítricas. Esse trabalho consistiu no reconhecimento da doença pelos sintomas apresentados na superfície das folhas das plantas infectadas e fez a distinção dessa de outras doenças foliares. O trabalho atual pretende realizar a diferenciação do inseto-vetor do HLB de outros insetos, quando capturados em armadilhas adesivas amarelas.

4. Proposta de Solução

Realizar um estudo que possibilite a automação da diferenciação visual de psilídeos, presos em armadilhas adesivas amarelas, investigando métodos computacionais apropriados. O emprego de métodos de PDI e RP é uma hipótese provável. A criação de um software que demonstre essa automação é importante, independentemente dos métodos computacionais empregados na solução do problema. O software mencionado tem o seguinte comportamento: ao inserir uma imagem digital de uma armadilha adesiva amarela é realizada a diferenciação do psilídeo de outros insetos que, eventualmente, possam estar presentes nessa imagem. A contagem de insetos-vetores e seus tamanhos, existentes nessa imagem, é a informação de saída.

5. Estado Atual do Trabalho

A pesquisa encontra-se em estágio inicial. Levantamentos bibliográficos iniciais foram realizados para oferecer uma base sólida para as constantes discussões a respeito do tema. Nesta fase, o projeto de pesquisa está sujeito a mudanças no objetivo e constantes refinamentos.

6. Resultados Preliminares

Como resultado desta fase, a revisão completa da literatura e a definição das técnicas mais adequadas para a solução do problema são esperadas.

7. Desenvolvimento Necessário à Conclusão do Projeto

As etapas seguintes preveem a consulta bibliográfica para encontrar algoritmos de tratamento de imagens e reconhecimento de padrões com finalidade de extrair os dados procurados (número e tamanho dos insetos e talvez a definição do sexo). Sucessivamente o software necessário será escrito e adaptado para sistemas móveis. Nesta fase será examinada a possibilidade de inserir dados ambientais tais como posição geográfica (obtida pelo GPS do sistema móvel), temperatura, etc. A possibilidade de enviar as informações coletadas para um banco de dados via GSM também será estudada. A verificação do correto funcionamento do software e eventuais correções ou adaptações será feita diretamente no campo e em casas de vegetação onde o psilídeo está sendo estudado.

8. Conclusão

A realização deste projeto de pesquisa visa contribuir, de forma significativa, para o combate e controle do HLB e reduzir as quedas na produção de frutas cítricas provenientes da falta de um monitoramento mais rápido e preciso do inseto-vetor desta doença.

Referências

- Agnelli, A. R. (2011). Potencial de agentes indutores de resistência para o controle da bactéria *Candidatus Liberibacter asiaticus* em plantas cítricas. Master's thesis, Fundo de Defesa da Citricultura.
- Bieras, A. R. and Santos, M. (2003). Condições climáticas e incidência de pragas e doenças na cultura de citros nas principais regiões produtoras do estado de São Paulo. *Ambientes estudos de Geografia*.
- Bové, J. M. (2006). Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of plant pathology*.
- Chung, K.-R. and Brlansky, R. (2009). Citrus diseases exotic to Florida: Huanglongbing (citrus greening).
- Esker, P., Obrycki, J., and Nutter Jr, F. (2004). Trap height and orientation of yellow sticky traps affect capture of *Chaetocnema pulicaria* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of economic entomology*.
- Ferreira, A. B. d. H. (2010). *Míni Aurélio. O dicionário língua portuguesa*. Positivo.
- Figueiredo, M. G. d. (2008). *Retorno econômico dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P & D) na citricultura paulista*. PhD thesis, USP.
- Fonseca, A. E. (2012). Análise de focos de cancro cítrico sob o programa de erradicação no estado de São Paulo de 1999 a 2009. Master's thesis, Fundo de Defesa da Citricultura.
- Hall, D. G. (2009). An assessment of yellow sticky card traps as indicators of the abundance of adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Journal of economic entomology*.
- Neves, M., Trombin, V., Milan, P., Lopes, F., Cressoni, F., and Kalaki, R. (2010). O retrato da citricultura brasileira. *CitrusBR*.
- Oliveira, J. M. C. d. (2013). *Diaphorina citri* e *Candidatus Liberibacter* spp: Associação que coloca em risco a citricultura baiana.
- Queiroz, J. E. R. d. and Gomes, H. M. (2006). Introdução ao processamento digital de imagens. *RITA*.
- Ribeiro, P. P. E., de Paiva, M. S. V., Inamasu, R. Y., and de Castro Jorge, L. A. (2012). Aplicação de técnicas de processamentos de imagens para diferenciação do greening de outras pragas. *Embrapa Instrumentação-Teses/dissertações (ALICE)*.
- Sala, I. (2011). Avaliação do tempo de exposição em armadilha adesiva amarela e das condições de armazenamento de adultos de *Diaphorina citri* na detecção de *Candidatus Liberibacter asiaticus*. Master's thesis, Fundo de Defesa da Citricultura.
- Santos Filho, H., Barbosa, F., and Nascimento, A. d. (2009). Greening a mais grave e destrutiva doença dos citros: nova ameaça à citricultura. *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Citros em foco*.
- Theodoridis, S. and Koutroumbas, K. (1999). *Pattern recognition*. Academic Press.
- Zulian, A., Dörr, A. C., and Almeida, S. C. (2013). Citricultura e agronegócio cooperativo no Brasil. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*.