

## AVANÇOS NO DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO AÉREA DE AGROTÓXICOS NO BRASIL COMO ESTRATÉGIA PARA O CONTROLE DE PRAGAS AGRÍCOLAS

PAULO ESTEVÃO CRUVINEL<sup>1</sup>, WELLINGTON P. ALENCAR DE CARVALHO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Automação, Pesquisador, Embrapa Instrumentação/São Carlos-SP, (16) 2107-2800, [paulo.cruvinel@embrapa.br](mailto:paulo.cruvinel@embrapa.br)

<sup>2</sup> Doutor em Agronomia, Professor na UFLA - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, [wellingt@deg.ufla.br](mailto:wellingt@deg.ufla.br)

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

**RESUMO:** Dados da Agência Nacional de Aviação (ANAC) indicam que a frota de aviões agrícolas cresceu nos últimos anos, sendo que em 2014 esse número chegou próximo de 2000 aviões em operação regular. Atualmente no país, 24% das pulverizações de lavouras são feitas por aviões agrícolas e o setor tem apontado para uma demanda crescente por alta tecnologia, visando redução de custos para o produtor e principalmente buscando ampliar a valorização dos ecossistemas e seus aspectos ambientais. Também, tem sido observada uma demanda crescente por uma maior acessibilidade aos resultados das pesquisas, sistematização da informação e procedimentos, bem como o desenvolvimento e aperfeiçoamentos de inovações que possam trazer melhorias na qualidade das aplicações e suas adaptabilidades às diferentes modalidades de pragas agrícolas existentes na agricultura tropical. Este trabalho apresenta os avanços obtidos no desenvolvimento de metodologias, instrumentos e tecnologias para a aplicação aérea de agrotóxicos nas culturas de arroz, cana-de-açúcar e soja para ganhos de eficiência das pulverizações aéreas e minimização das derivas relacionadas, tanto as de caráter interno como externo às áreas de aplicação.

**PALAVRAS-CHAVE:** pulverização aérea, controle de pragas, controle de qualidade

### ADVANCES IN DEVELOPMENT OF AERIAL SPRAYING OF PESTICIDES IN BRAZIL AS STRATEGY FOR THE AGRICULTURAL PEST CONTROL

**ABSTRACT:** Data from the National Aviation Agency (ANAC) indicate that the fleet of agricultural aircraft grown in recent years, and in 2014 it arrived close to 2000 units in regular operation. Currently in Brazil, 24% of crops are sprayed by agricultural aircrafts and, the sector has pointed to a growing demand for high-tech, i.e., looking ahead to reduce costs for the producer and especially seeking to expand the appreciation of ecosystems and their environmental aspects. Also, it has been observed a growing demand for greater accessibility to results from research projects, systematization of information and procedures, as well as the development of innovations to improve of the aerial spraying quality and their adaptive methods related to pests control in the tropical agriculture. This paper presents the progress made in the development of methodologies, tools and technologies for aerial application of pesticides on crops of rice, cane sugar and soy for efficiency gains in aerial spraying, as well as for the minimization of drifts (internal and external) in the application areas.

**KEYWORDS:** aerial spraying, pest control, quality control.

**INTRODUÇÃO:** A tecnologia de aplicação de agrotóxicos pode ser definida pelo emprego de conhecimentos científicos e técnicos que proporcionam a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo de interesse (ANTUNIASSI et al., 2004; CUNHA & CARVALHO, 2010). Esta colocação deve envolver somente as quantidades necessárias, de forma econômica e de forma a

apresentar o mínimo de deriva para evitar atingir outras áreas localizadas na vizinhança do alvo planejado. As aplicações de agrotóxicos buscam um resultado biológico esperado, que normalmente é o controle de pragas ou plantas daninhas presentes nas culturas. Segundo o Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a aviação agrícola é um serviço especializado que busca proteger ou fomentar o desenvolvimento da agricultura por meio da aplicação em voo de fertilizantes, sementes e agrotóxicos, povoamento de lagos e rios com peixes, reflorestamento e combate a incêndios em campos e florestas. Regida pelo Decreto Lei 917, de 7 de setembro de 1969, e regulamentada pelo Decreto 86.765, de 22 de dezembro de 1981, a aviação agrícola brasileira pode ser conduzida por pessoas físicas ou jurídicas que possuam certificado para esse tipo de operação. A emissão de registros das empresas e pilotos de aviação agrícola é de responsabilidade do Ministério da Agricultura. Áreas localizadas a até 500 metros de povoações, cidades, vilas, bairros e também áreas de mananciais de captação de água para abastecimento não podem receber aplicação de agrotóxicos por meio da aviação agrícola. Recente trabalho de pesquisa junto ao Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB) retrata o perfil da frota aeroagrícola brasileira que em dezembro de 2014, composta por 2007 aviões, representava um crescimento de 4,26% sobre a frota de dezembro de 2013. Nos últimos anos, as aplicações aéreas têm aumentado em área tratada, mas pode ser observado que as técnicas envolvidas necessitam aperfeiçoamentos que possam trazer ganhos de qualidade e efetividade, com minimização de possíveis impactos decorrentes e melhor controle dos resultados. Anualmente são usados no mundo aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de agrotóxicos. O consumo anual de agrotóxicos no Brasil tem sido superior a 300 mil toneladas de produtos comerciais. Expresso em quantidade de ingrediente-ativo (i.a.), são consumidas anualmente cerca de 130 mil toneladas no país. Entretanto, dependendo do volume das gotas sua trajetória será afetada de forma diferente para sua chegada ao solo (CHAIM, 1999; CRUVINEL et al., 1999), sendo necessário o estabelecimento de novos métodos e processos que possam diagnosticar as situações que são encontradas para as diferentes culturas e regiões e prognosticar soluções para a minimização da deriva e conseqüentemente dos impactos decorrentes. Este trabalho apresenta os avanços obtidos no desenvolvimento de metodologias, instrumentos e tecnologias para a aplicação aérea de agrotóxicos nas culturas de arroz, cana-de-açúcar e soja para ganhos de qualidade e eficiência das pulverizações aéreas e minimização das derivas relacionadas às áreas de aplicação.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para os estudos e diagnósticos sobre a eficiência da aplicação aérea de agrotóxicos no controle de pragas têm sido considerados o controle da ferrugem da soja, o controle de plantas daninhas na cultura da soja, a eficiência da época de aplicação e da deposição de produtos no controle de insetos e doenças da soja, da cultura do arroz irrigado por inundação, bem como a determina o da eficiência de deposi o de produto biológico em formula o oleosa e granulada para o controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-a u car. Para a avalia o da deriva por métodos convencionais têm sido consideradas a determina o da influência do tamanho e densidade de gotas com diferentes equipamentos de aplica o na deriva de produtos na cultura da soja, a determina o da influência do tamanho e densidade de gotas com diferentes equipamentos de aplica o na deriva de produtos na cultura do arroz, soja e laranja. Também, tem sido considerada a avalia o do impacto ambiental com o uso de bioindicadores em áreas de plantio de soja, arroz e laranja. Para prognóstico e minimiza o da deriva está sendo considerada a adapta o de redes de sensores sem fio para detec o da deriva, também o monitoramento com veículos aéreos não tripulados de variáveis ambientais e informa o terrestres obtidos por sensoriamento remoto para auxílio   minimiza o dos efeitos da deriva decorrente de processos de pulveriza o aérea de agrotóxicos e o desenvolvimento de sistema de navega o para opera o em tempo real. Os ensaios programados envolvem metodologias com especificidades para a o em campos experimentais e laboratórios da Embrapa. As atividades têm seguido métodos específicos e adequados para cada a o, de acordo com a literatura e experiência da equipe e de outros especialistas da  rea. Os delineamentos estatísticos foram definidos com base em estatística teórica e experimental. As a o que envolvem diagnósticos compartilham ensaios organizados para a defini o de padrões e os ensaios nos campos experimentais para as culturas selecionadas. Os ensaios para padrões foram planejados inicialmente em área de pista e incluirão a defini o de padrões, avalia o de densidade e viscosidade de gotas, bem como visando os ajustes de instrumentos, considerando inclusive a aplica o de água e adjuvantes. Para tais ensaios tem sido considerada a norma INO2, a qual leva em conta não somente a aeronave como também   existência

de hangar, equipamentos de pré-mistura, a presença de um Técnico Executor, a presença de um Engenheiro Agrônomo e pátio de descontaminação. Em áreas de cultura estão sendo considerados delineamentos em blocos ao acaso, cinco tratamentos com quatro repetições e presença de uma parcela testemunha. Também, são consideradas as seguintes formas de aplicação: Aérea (bicos hidráulicos cp considerando volume de até 20 L ha<sup>-1</sup>); Aérea (bico hidráulico de jato cônico considerando volume de até 20 L ha<sup>-1</sup>); Aérea (bicos rotativos com tela rotativa considerando volume de até 15 L ha<sup>-1</sup>); Aérea (bicos rotativos com disco rotativo considerando volume de até 15 L ha<sup>-1</sup>); e Aérea (bicos eletrostáticos). Estão sendo utilizadas predominantemente as aeronaves Ipanema, como também outras que se encontram comercialmente disponíveis. Os tratamentos são desenvolvidos com as especificidades estabelecidas nas ações de diagnóstico e seguem os receituários agronômicos considerando os grupos químicos de fungicidas, herbicidas e inseticidas em função das culturas a serem trabalhadas. O comprimento das sub-parcelas experimentais é de 300 m e a largura útil para os tratamentos aéreos de 15 m. Essa largura será utilizada de acordo com a faixa de deposição da aeronave em cada condição de aplicação, inicialmente considerando a conformidade com a norma ASAE (2004), como também buscando analisar opções em situações adversas considerando especificidades de ambientes de clima tropical. Para a avaliação da eficiência dos tratamentos na deposição da calda pulverizada nas culturas é utilizado o traçador Rodamina. A quantidade é ajustada de forma que se possa detectá-lo, onde em cada amostra deverá ser quantificado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), permitindo determinar a quantidade de calda depositada nos diferentes alvos e a distância atingida pela deriva da aplicação dos agrotóxicos aplicados. Adicionalmente, estudos do espectro de gotas pulverizadas são elaborados, visando à caracterização dos tratamentos, por meio da avaliação das gotas depositadas em papéis sensíveis à água (76 x 26 mm). Assim, são consideradas as avaliações do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), do diâmetro da mediana numérica (DMN), da amplitude relativa (AR) e da porcentagem do volume pulverizado composto por gotas e o tipo de praga ou planta daninha a ser tratada. Durante as aplicações, serão monitoradas as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento: temperatura, pressão e velocidade do vento. Para fins de análise estatística, os dados têm sido submetidos a análise de variância, as médias serão comparadas pelo teste de Tukey. Serão ainda aplicados os testes de Lilliefors e Bartlett para verificar a normalidade dos erros e a homogeneidade das variâncias.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O ambiente da rede de pesquisa se caracteriza por uma lógica que utiliza estruturas de representação de conhecimento: Semântica implícita de ecossistemas biológicos compartilhada, centrada em necessidades; Semântica explícita e informal (transmitida através de linguagens naturais); e Semântica explícita e formal (transmitida via linguagem artificial) compartilhada em uma arquitetura Web. Quanto aos resultados sobre a eficiência da aplicação aérea de agrotóxicos para o controle de pragas foi observado que diferentes fatores influenciam a qualidade da tecnologia de aplicação, como momento e volume adequado de aplicação, tecnologia adequando ao alvo a ser controlado, bem como e principalmente o tipo de praga a ser tratada. A penetração de gotas no dossel de uma cultura é fator fundamental para o controle químico de pragas, principalmente doenças, que em alguns casos iniciam a infecção nas folhas baixas da cultura, por exemplo, a ferrugem asiática-da-soja (*Phakopsora pachyrhizi*), o controle do percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris* Stal.) e da lagarta-da-panícula (*Pseudaletia sequax* e *Pseudaletia adultera*). Assim, quanto aos estudos relacionados à eficiência da aplicação aérea de agrotóxicos para o controle de pragas tem se buscado conhecer e fundamentar os importantes aspectos da tecnologia de aplicação aérea para controle químico de pragas nas culturas selecionadas visando melhorias nas tecnologias e no atendimento das questões fitotécnicas (MARTINS, 2014). Para a avaliação da deriva por métodos convencionais têm sido consideradas a determinação da influência do tamanho e densidade de gotas com os diferentes equipamentos de aplicação utilizando o herbicida sistêmico não seletivo, o glifosato que é um aminofosfonato análogo ao aminoácido natural glicina. Outro importante resultado cuja análise dos primeiros experimentos foi concluída foi quanto a avaliação do uso do defensivo biológico para o combate à cigarrinha-da-raiz em uma lavoura de cana-de-açúcar (ALVES, 2014). Quanto às avaliações do impacto ambiental da deriva por meio de bioindicadores os experimentos foram inicializados, assim como foi realizado o levantamento sobre os modelos para a avaliação de impactos ambiental, buscando coloca-los como um instrumento que venha a auxiliar na avaliação do impacto de

ações antrópicas, estabelecidas sobre os recursos naturais, culturais e socioeconômicos (BARIZON, 2014). Quanto ao desenvolvimento de modelos, sensores e instrumentos para o monitoramento e minimização da deriva decorrente do processo de pulverização aérea de agrotóxicos, houve a prototipação da rede de sensores sem fio para a caracterização da presença ou não de deriva decorrente de pulverização, bem como para as ferramentas de medida de gotas em campo de pulverização aérea de agrotóxicos. Se encontra em fase de finalização um sensor para identificação da deriva, bem como melhorias no sistema de monitoramento e controle considerando uma rede de sensores sem fio e a computação ubíqua. A rede de sensores de deriva considera que os sensores se comunicam por ondas eletromagnéticas e estarão dispostos no perímetro externo (ou interno, quando se buscar caracterizar a endo-deriva) da área a ser pulverizada. O protocolo selecionado foi o ZigBee, que é um conjunto de especificações para as trocas de mensagens entre os nós da rede sem fio (NAIME et al., 2014).

**CONCLUSÕES:** Muito embora a aplicação aérea de agrotóxicos já tenha estabelecido uma série de protocolos e técnicas de aplicação, necessário se faz continuar os esforços de forma a se buscar melhorias tanto nos aspectos da qualidade como nos aspectos da eficiência da aplicação em função do atendimento das questões fitotécnicas encontradas nas culturas de uma agricultura de clima tropical. Avanços e resultados foram alcançados no âmbito da rede de pesquisa que trata do desenvolvimento da aplicação aérea de agrotóxicos como estratégia para o controle de pragas agrícolas de interesse nacional. Entretanto, a continuidade da pesquisa e o rápido repasse de resultados para o setor da aviação agrícola poderá garantir uma melhor agenda de oportunidades para que o Brasil possa atingir maior competitividade e o desenvolvimento sustentável desejado.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R. T. Aplicação aérea de fungos para controle de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, contribuições para o terceiro relatório da Rede de Pesquisa REDAGRO, 10 páginas, Embrapa, 2014.
- ANTUNIASSI, U.R., CAMARGO, T.V., VELINI, E.D., CAVENAGHI, A.L., FIGUEIREDO, Z.N., BONELLI, A.P.O. Controle de ferrugem da soja através de aplicações aéreas e terrestres. In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, 3, Anais, 4p, 2004.
- ASAE. American Society of Agricultural Engineering. Calibration and distribution pattern testing of agricultural aerial application equipment. St. Joseph, (ASAE S 386.2), 5p., 2004.
- BARIZON R. Avaliação do impacto ambiental da deriva de agrotóxicos com bioindicadores, contribuições para o terceiro relatório da Rede de Pesquisa REDAGRO, 20 páginas, Embrapa 2014.
- CHAIM, A. História da Pulverização. Jaguariúna:Embrapa Meio Ambiente, 17p, Embrapa Meio Ambiente, 1999..
- CRUVINEL, P. E.; VIEIRA, S. R.; CRESTANA, S.; MINATEL, E. R.; MUCHERONI, M. L.; TORRE-NETO, A. Image processing in automated measurements of raindrop size and distribution. Computers and Electronics in Agriculture, Amsterdam, p. 205-217, 1999.
- CUNHA, J.P.A.; CARVALHO, W.P.A. Tecnología de aplicación de agroquímicos por vía aérea. Capítulo 13. In: Tecnología de aplicación de agroquímicos CYTED (MAGDALENA, J. C.; CASTILLO, H. B.; DI, P.A.; HOMER B.I.; VILLALBA, J., Eds.), ISBN 978-84-96023-88-8, pp. 147-157, 2010.
- MARTINS, J.F.S. Eficiência da aplicação aérea de agrotóxicos no controle de pragas, contribuições para o terceiro relatório da Rede de Pesquisa REDAGRO, 20 páginas, Embrapa, 2014.
- NAIME, J.M.; L. FRANCO, L.M.; TORRE-NETO, A. Monitoramento da deriva da pulverização aérea em tempo real, pp. 221-224, In: Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária. Anais do SIAGRO: ciência, inovação e mercado 2014, (Editores: Carlos Manoel Pedro Vaz, Débora Marcondes Bastos Pereira Milori, Silvio Crestana), São Carlos, SP, Embrapa Instrumentação, ISSN 2358-9132, 2014.