

# ***Avanços na Herbologia com uma Proposta Inovadora de Interação da Pesquisa Pública com a Indústria***

Níccholas R. Vidal<sup>1</sup>, Ribas A. Vidal<sup>2</sup>, Michelangelo M. Trezzi<sup>3</sup>, João Portugal<sup>4</sup>, Francisco Skora Neto<sup>5</sup>, Fabiane P. Lamego<sup>6</sup>, Augusto Kalsing<sup>7</sup>, Adriano B. Machado<sup>3</sup>, Lucas F. Cieslik<sup>3</sup>, Aldo Merotto Jr.<sup>2</sup>, Vitor Spader<sup>8</sup>, Dana K. Meschede<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Eng. da Computação, M. Sc., PyxISS. Rio Claro, SP. Nick@iss.im

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Pesquisador do CNPQ. ribas.vidal@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR. Pesquisador do CNPQ.

<sup>4</sup> Instituto Politécnico de Beja, Beja, Portugal.

<sup>5</sup> Instituto Agrônômico do Paraná, Ponta Grossa, PR.

<sup>6</sup> Universidade Federal de Santa Maria, CESNORS, Frederico Westfalen, RS.

<sup>7</sup> Instituto RioGrandense do Arroz, Cachoeirinha, RS.

<sup>8</sup> Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, Guarapuava, Entre Rios, PR.

<sup>9</sup> Faculdades Integradas de Ourinhos, Ourinhos, SP.

## ***Introdução***

O impacto das plantas daninhas no rendimento das culturas é muito acentuado. Estimativas preliminares indicam que somente nas culturas de arroz, feijão, milho, soja e trigo as infestantes reduzem a produção total em quase 11 milhões de toneladas/ano. Considerando que a safra brasileira de grãos foi de 130 milhões de t em 2010, então a perda pela interferência das infestantes, somente nas cinco culturas listadas, equivale a 8,4% da produção nacional (Vidal et al., 2010a).

O prejuízo financeiro aos agricultores causado pelas plantas daninhas, nas cinco culturas, é estimado em 4,9 bilhões de reais. A título de comparação, pode-se dizer que esse montante desperdiçado é quase o dobro do valor orçado para ser utilizado pelo governo federal no SUS (R\$ 2,6 bilhões) em todo ano de 2010. Convém ressaltar que estas perdas (no rendimento e financeiras) ocorrem mesmo após tomadas todas as medidas para o controle das plantas. As perdas relatadas ocorrem porque os métodos de controle utilizados não possuem eficiência total; ou são empregados em momento inadequado ou insuficiente; ou não são utilizados na quantidade ou na intensidade necessária (Vidal et al., 2010a).

Os objetivos deste trabalho são: destacar a importância de um software de apoio à escolha de herbicidas; apresentar os requisitos para fazer este tipo de software; e descrever o potencial da utilização da tecnologia da Realidade Ampliada aplicada à área de Herbologia.

## ***Elementos para a tomada da decisão da gestão de infestantes***

Normalmente toma-se a decisão de manejo de plantas daninhas com base no nível de infestação (densidade, massa) de cada espécie presente na área, ou seja, decide-se pelo controle dos indivíduos mais abundantes na área.

Nem sempre esta decisão é a mais correta, pois algumas espécies são muito competitivas e, mesmo sob baixas infestações, causam prejuízos muito acentuados no rendimento da cultura. Esses fatos justificam a necessidade de se pesquisar o nível crítico de dano (NCD) das plantas daninhas nas culturas.

### ***Como a indústria e entidades públicas podem interagir na pesquisa dos NCD?***

O NCD consiste na perda percentual causada por apenas uma planta por metro quadrado. Este índice é necessário principalmente quando as infestações ocorrem em baixas densidades, pois é nesta condição que se tem dúvidas da necessidade de controle e sobre qual espécie priorizar o manejo (Vidal et al., 2010a).

Tradicionalmente, o método aditivo é empregado para a estimativa do NCD. Neste caso, diversas densidades de uma determinada espécie são estabelecidas na emergência da cultura e durante todo o ciclo as mesmas são mantidas constantes (Fleck et al., 2002; Passini et al., 2003; Balbinot Jr. et al., 2003; Rizzardi et al., 2004; Vidal et al., 2004; Agostinetto et al., 2005; Bianchi et al., 2006; Galon et al., 2007; Gherenkhloo et al., 2010; Portugal & Moreira, 2009; Machado & Trezzi, 2012). Ao final do ciclo, determina-se o rendimento da cultura, obtém-se o percentual de perda de produtividade em relação à testemunha não infestada e ajusta-se uma equação hipérbole retangular para, então, obter o NCD (Portugal & Vidal, 2010).

Devido aos elevados bancos de sementes que ocorrem na maioria das lavouras anuais deveriam ser utilizados herbicidas residuais. Nesta condição, há necessidade de saber se é necessário controlar as infestantes que conseguem germinar na área tratada. Diversas pesquisas (Merotto Jr. et al., 1997; Vidal et al., 2004; Vidal et al., 2010b; Lamego et al., 2011) indicam um perfeito ajuste da curva hipérbole retangular aos dados obtidos, sugerindo que este método é apropriado também para as pesquisas de NCD.

Este método é extremamente útil na prática para justificar a necessidade da utilização de herbicidas residuais. Este método sugere benefícios para as empresas de herbicidas residuais, para se evitar as perdas por interferência inicial (Vidal et al., 2004; Lamego et al., 2011; Kalsing et al., 2012).

Finalmente, este método também é de utilidade às empresas que possuem herbicidas de aplicação em pós-emergência, pois os NCD já pesquisados em feijão e milho indicam valores de perda superiores a 1% por planta/m<sup>2</sup>. Isso indica a necessidade de complementação do controle com herbicidas em pós-emergência, mesmo na ocorrência de baixas densidades de infestantes (Vidal et al., 2004; Lamego et al., 2011; Kalsing et al., 2012).

### ***Programa de suporte à decisão da escolha de herbicidas***

A seleção de herbicidas apropriados numa área é tarefa extremamente complexa. Entre os fatores que afetam esta decisão, incluem-se: diversidade de espécies de plantas daninhas encontrada na área de cultivo, o impacto destas na cultura, produção de sementes pelas infestantes remanescentes do controle, os herbicidas disponíveis e sua eficácia nas diversas espécies, os custos dos herbicidas, o valor da cultura, etc (Skora Neto, 2010; Kalsing et al., 2012).

Os primeiros softwares eram modelos de seleção de herbicidas que listavam os produtos de acordo com a eficiência esperada em uma determinada infestação de plantas daninhas. Esses modelos basicamente automatizavam as recomendações de eficácia de herbicidas de boletins de extensão. A segunda geração de softwares foi baseada em modelos "bioeconômicos" que relacionavam tratamentos com base no retorno econômico esperado, em função do custo do herbicida e do efeito esperado no rendimento da cultura. Alguns softwares fazem previsão do efeito dos tratamentos na dinâmica populacional das plantas daninhas, com

estimativa do efeito dos tratamentos no banco de sementes no solo. Com base num histórico de manejo da área, a rotação de herbicidas pode também ser considerada, para minimizar o potencial de evolução de resistência das plantas daninhas (Skora Neto, 2010).

### ***Potencial da Realidade Ampliada no apoio à gestão de infestantes***

Realidade Ampliada consiste na utilização de softwares que permitam integrar elementos virtuais (informatizados) e o mundo real. Para alcançar um bom nível de integração entre o ambiente real e o virtual, é preciso considerar três aspectos: a entrada de dados ou o monitoramento do mundo real; o processamento dos dados de entrada; e a saída ou apresentação dos resultados do processamento e a sua inserção no mundo real (Vidal & Vidal, 2010).

Um bom exemplo de realidade ampliada é o sistema de navegação para automóveis. Sensores de posicionamento geográfico detectam a localização do veículo. O processamento e as orientações da rota a seguir são realizados por um sistema informatizado. Finalmente, o deslocamento do automóvel é apresentado ao usuário num mapa. A cada instante o sistema se atualiza e informa o usuário da nova posição e orienta as novas direções a serem seguidas para atingir um local definido.

A tecnologia de Realidade Ampliada pode ser empregada na área de herbologia para auxiliar na seleção de herbicidas (Vidal & Vidal, 2010). Nas seções subsequentes serão detalhadas cada etapa desta tecnologia, conforme as etapas de entrada de dados e o monitoramento do campo; processamento das informações de entrada conforme um modelo realista do campo, incluindo dados de outras bases; e saída ou o resultado do processamento e o *feedback* para o usuário.

Na sua forma mais simples, a entrada de informações poderia ser realizada pelo usuário durante o monitoramento da área. Este poderia utilizar um celular (ou tablet) com câmera para realizar diversas amostras. Ele poderia tirar fotos ou realizar a contagem da densidade de plantas por espécie, digitando os dados e enviando as informações via internet para um computador base. O GPS no celular indicaria a posição de cada informação. De fato, o monitoramento realizado pelo computador facilitaria o trabalho, pois o usuário não necessitaria contar manualmente as plantas daninhas dentro de um metro quadrado, como se propõe atualmente para se determinar o NCD. A contagem é apenas uma estimativa aproximada, com base numa avaliação ao acaso realizada em diversos pontos na área. Mas, com o monitoramento realizado com auxílio da Realidade Ampliada no computador, o valor será mais preciso, pois o número de pontos amostrados seria muito superior e o tempo gasto seria muito menor do que o do monitoramento manual (Vidal & Vidal, 2010).

O processamento das informações remetidas pela Internet poderia ser realizado num computador base (ou no próprio tablet, dependendo da capacidade do micro-processador). Um software pode ser utilizado para seleção de herbicidas baseado num banco de dados contendo os diferentes herbicidas, níveis de controle, seus custos e níveis de eficácia por espécie. A principal característica da tecnologia de Realidade Ampliada é a possibilidade de processamento dos dados em tempo real com concomitante visualização e seleção da opção de controle diretamente no campo, utilizando o monitor. Antes de tomar a decisão de controle, o usuário poderia simular e visualizar as consequências de cada decisão e, dessa forma, poderia prever o impacto no banco de sementes de infestantes e o impacto no lucro atual e nos custos de herbicidas no futuro (Vidal & Vidal, 2010).

Um dos grandes benefícios da Realidade Ampliada para apoio na escolha de herbicidas estaria relacionado à capacidade de utilização dessa tecnologia como poderoso aliado no processo educativo do usuário. De fato, na ocasião da seleção do herbicida, o sistema procuraria no banco de dados o histórico da utilização de produtos na área. Caso fosse detectado um padrão de risco de seleção para resistência aos herbicidas, por exemplo, o sistema emitiria uma mensagem de alerta e sugeriria que se utilizassem opções de rotação ou aplicação sequencial de compostos com mecanismo de ação alternativo ou complementar.

### ***Considerações finais***

A sofisticação do sistema pode ser expandida tanto quanto a imaginação humana. A tecnologia de Realidade Ampliada poderia ser integrada com outros programas de computadores já existentes. Por

exemplo, depois da seleção pelo usuário, a informação do herbicida escolhido poderia ser enviada por internet diretamente para o distribuidor. Programas de computador presentes no distribuidor receberiam essa informação e a processariam, removendo o item do estoque, emitindo o receiptuário agrônômico, a nota fiscal e a fatura de cobrança, por exemplo (Vidal & Vidal, 2010).

Outra utilização da informação poderia ser implementada quando todos agricultores de uma região utilizassem o sistema. Neste caso, os dados coletivos de todos os usuários poderiam ter pelo menos quatro utilidades. Primeiro, associadas a outros softwares poderiam ser utilizados para previsão de safra no ano. Segundo, poderiam ser utilizados para estimar a perda de grãos devido à interferência das infestantes e, dessa forma, demonstrar a necessidade de fundos, de pesquisa e de melhores tecnologias para a gestão de algumas espécies infestantes em particular. Terceiro, poderiam auxiliar na previsão da condição do banco de sementes no próximo ano e ajudar a cooperativa/distribuidor a prever os herbicidas a serem adquiridos para a próxima safra. Quarta, as informações geradas poderiam ser um poderoso recurso de marketing para a indústria, permitindo avaliar o *market-share* (percentual relativo de venda de cada herbicida) atual e futuro e, da mesma forma, poderia direcionar a publicidade para um público alvo bem específico.

A tecnologia de Realidade Ampliada já está sendo utilizada em diferentes segmentos da sociedade, destacando-se o uso militar, turismo, entretenimento, educação e medicina (ver referências em Vidal & Vidal, 2010). Acreditamos que todos os requerimentos básicos para desenvolvimento e implementação da tecnologia de Realidade Ampliada na agricultura estão disponíveis, incluindo algoritmos matemáticos para a programação e os hardwares.

A área de Herbologia do Brasil pode assumir um papel de liderança na implementação de Realidade Ampliada para apoio à seleção de herbicidas. Mas, antes que isto possa ser concretizado, há necessidade de obter informações básicas sobre a biologia das espécies infestantes tais como: sua prolificidade mesmo sob efeito de herbicidas e o seu NCD numa dada cultura. Com estas informações, é possível elaborar software para facilitar a escolha de herbicidas. Finalmente, após o cumprimento destas etapas, é possível implementar e técnica de Realidade Ampliada. É possível que esses passos sejam cumpridos em curto período de tempo desde que inicialmente se concentrem pesquisas numa única cultura; e que vários pesquisadores participem da investigação, obtendo os dados biológicos que poderão ser agrupados no software de escolha de herbicidas.

## ***Agradecimentos***

Ao CNPQ e à CAPES pelo apoio às pesquisas e aos pesquisadores.

## Bibliografia

- AGOSTINETTO, D. et al. *Dano econômico como critério na decisão sobre manejo de genótipos de arroz concorrentes em arroz irrigado*. *PAB*, v. 40, n. 1, p. 1-9, 2005.
- BALBINOT JR., A.A. et al. *Competitividade de cultivares de arroz irrigado com cultivar simuladora de arroz-vermelho*. *PAB*, v.38, n.1, p.53-59, 2003.
- BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. *Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua*. *Ci. Rural*, v. 36, n. 5, p. 1380-1387, 2006.
- FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; AGOSTINETTO, D. *Nível do dano econômico como critério para tomada de decisão no controle de guaxuma em soja*. *Planta Daninha*, v. 20, n. 3, p. 421-429, 2002.
- GALON, L. et al. *Níveis de dano econômico para decisão de controle de capim-arroz (Echinochloa spp.) em arroz irrigado (Oryza sativa)*. *Planta Daninha*, v. 25, n. 4, p. 709-718, 2007.
- GHEREKHLOO, J. et al. *Evaluation of multispecies weed competition and their economic threshold on wheat crop using regression equations*. *Planta Daninha*, v. 28, n. 2, p. 239-246, 2010.
- KALSING, A.; SKORA NETO, F.; VIDAL, R.A. *SAGI 1,0: Sistema de Apoio à Gestão de Infestantes*. Disponível em: <<http://ribas.iss.im/category/sagi/>>. Acessado em 30 de junho de 2012.
- LAMEGO, F.P et al. *Seletividade dos herbicidas S-metolachlor e alachlor para o feijão-carioca*. *Planta Daninha*, v. 29, n. 4, p. 877-883, 2011.
- MACHADO, A.B.; TREZZI, M.M. *Nível crítico de dano de leiteira (Euphorbia heterophylla) em feijão comum (Phaseolus vulgaris)*. *Planta Daninha*, 2012, em preparação.
- MEROTTO Jr., A. et al. *Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho*. *Planta Daninha*, v. 15, n. 2, p. 141-151, 1997.
- PASSINI, T. et al. *Competitivity of the common-bean plant relative to the weed alexandergrass [Brachiaria plantaginea (Link) Hitch.]*. *Sci. Agric.*, v. 60, n. 2, p. 259-268, 2003.
- PORTUGAL, J.; MOREIRA, L. *Impacto da erva-moira na produção do tomateiro e ajuste de modelos matemáticos*. *Planta Daninha*, v. 27, n. especial, p. 901-911, 2009.
- PORTUGAL, J.; VIDAL, R.A. *Níveis econômicos de prejuízos de plantas infestantes nas culturas agrícolas: conceitos, definições e formas de cálculo*. *Planta Daninha*, v. 27, n.4, p. 869-877, 2009.
- RIZZARDI, M. A. et al. *Interferência de populações de Euphorbia heterophylla e Ipomoea ramosissima isoladas ou em misturas sobre a cultura da soja*. *Planta Daninha*, v. 22, n. 1, p. 29-34, 2004.
- SKORA NETO, F. *Utilização de programas de computador para mediar a gestão de infestantes*. In: VIDAL, R.A.; PORTUGAL, J.; SKORA NETO, F. *Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais*. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 80-89.
- VIDAL, R. A. et al. *Nível do dano econômico de Brachiaria plantaginea na cultura de milho irrigado*. *Planta Daninha*, v. 22, n. 1, p. 63-69, 2004.
- VIDAL, N.R.; VIDAL, R.A. *Augmented reality systems for weed economic thresholds applications*. *Planta Daninha*, v. 28, n. 2, p. 449-454, 2010.
- VIDAL, R.A.; PORTUGAL, J.; SKORA NETO, F. *Nível crítico de dano de infestantes em culturas anuais*. Porto Alegre: Evangraf, 2010a. 133p.
- VIDAL, R.A. et al. *Interferência e nível de dano econômico de Brachiaria plantaginea e Ipomoea nil na cultura do feijão comum*. *Ci. Rural*, v. 40, n. 8, p. 1675-1681, 2010b.

