

## ADULANÇO 4.0: UMA ATUALIZAÇÃO EM USABILIDADE PARA ANÁLISE DE DISTRIBUIDORES TRANSVERSAIS

MATEUS SILVA GELAIN<sup>1</sup>, GABRIEL VILLELA BEDUM<sup>2</sup>, JOSÉ PAULO MOLIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Graduando, ESALQ, USP, Piracicaba – SP, Fone: (14) 997583056, mateus.gelian@usp.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Graduando, ESALQ, USP, Piracicaba – SP, Fone: (19) 996236967, gabrielbedum@usp.br.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Professor Titular do Departamento de Eng. de Biossistemas, ESALQ, USP, Piracicaba – SP.

Apresentado no  
**Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2024**  
*Porto Alegre, RS, 02 a 04 de julho de 2024*

**RESUMO:** A tecnificação da agricultura desempenha um papel de extrema importância para a sociedade, logo a adoção de ferramentas mais tecnológicas no campo é primordial para a promoção de um cultivo que atenda o tripé da sustentabilidade (econômico, ambiental e social). O segmento de fertilizantes e corretivos de solo é um exemplo desafiador, especialmente devido à grande expansão do uso de distribuidores a lanço e de taxas variáveis, que demandam maior atenção da caracterização do perfil de distribuição das máquinas. A definição da correta sobreposição das aplicações é fundamental, sendo executada pelo usuário de forma experimental, a partir da deposição realizada pela máquina. Para tal, um software utilizado é o Adulanço, hoje na versão 3.1 e o presente trabalho expõe a reformulação deste software, melhorando o modelo computacional com os objetivos de: (i) corrigir limitações anteriores; (ii) adicionar novos recursos; (iii) tornar mais eficiente o processamento e avaliação das máquinas distribuidoras a lanço; (iv) otimizar aspectos visuais, com o intuito de torná-lo intuitivo e autoexplicativos. É apresentada uma análise comparativa a fim de demonstrar as novas funcionalidades do Adulanço 4.0 frente à versão anterior. obteve-se um aplicativo versátil, que auxilia a execução do teste de campo e a partir dos dados obtidos facilita a tomada de decisão para a distribuição uniforme da aplicação por meio da sobreposição otimizada, em uma interface intuitiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coeficiente de variação, Distribuidores centrípetos, Perfil de distribuição.

### ADULANÇO 4.0: AN UPDATE TOWARDS USER-FRIENDLY USABILITY AND TRANVERSAL DISTRIBUTOR ANALYSIS

**ABSTRACT:** The technology of agriculture plays an extremely important role for society, so the adoption of more technological tools in the field is essential for promoting cultivation that meets the tripod of sustainability (economic, environmental and social). Fertilizers and lime are challenging example, especially due to the great expansion in the use of spreaders and of variable rates, which demand greater attention in characterizing the distribution profile of the machines. Defining the correct overlap of applications is fundamental and is carried out by the user on an experimental basis, based on the deposition carried out by the machine. To this end, one of the software used is Adulanço, currently in its version 3.1 and this work presents the reformulation of this software, improving the computational model with the objectives of: (i) correcting previous limitations; (ii) add new features; (iii) make the processing and evaluation of spreaders distribution more efficient; (iv) optimize visual aspects, with the aim of making it intuitive and self-explanatory. A comparative analysis is presented in order to demonstrate the new features of Adulanço 4.0 compared to the previous version. A versatile application was obtained, which helps the execution of the field test and, based on the data obtained, facilitates decision-making for the uniform distribution of the application through optimized overlap, in an intuitive interface.

**KEYWORDS:** Coefficient of variation, Spreaders, Distribution profile.

**INTRODUÇÃO:** Com a evolução da agricultura brasileira, os patamares de produção da maioria das culturas cresceram. Em consequência, as plantas passaram a extrair maiores concentrações de nutrientes do solo, resultando a maior necessidade da utilização de fertilizantes e corretivos (CANTARELLA et al., 2022). Assim, é primordial a utilização eficiente destes recursos, com o intuito de otimizar o uso e minimizar impactos ambientais negativos decorrentes da sua má distribuição (HENRIQUE et al., 2012; MENDES et al., 2010).

Nesse contexto, a distribuição a lanço, que se intensifica no país, é feita com máquinas dedicadas que exigem a sobreposição otimizada entre passadas para minimizar a variação da quantidade depositada do insumo (GIOSA, 2022). Para definir a largura efetiva, após a sobreposição das passadas adjacentes, é necessário medir a deposição que a máquina produz para um determinado insumo. Assim, é fundamental a elaboração do perfil de distribuição do equipamento, obtido a partir da coleta e quantificação do produto acumulado transversalmente nos coletores. Com esses dados obtém-se a largura efetiva de trabalho em função do sistema de percurso, por meio da minimização do coeficiente de variação (CV) da deposição transversal (CUNHA e SOARES FILHO, 2016; REYNALDO e MACHADO, 2016; COSTA e SOUZA, 2018). Com a expansão da adoção de aplicações em taxas variáveis, são demandados maiores cuidados na preparação da máquina para as aplicações. A manutenção do perfil de distribuição para diferentes doses passa a ser um critério que a máquina deve cumprir (ASABE S573, 2018) e exige maior número de testes, contemplando diferentes doses para a mesma máquina e um mesmo produto.

O procedimento para a condução de testes de campo que permitem quantificar o CV da dispersão transversal dos produtos é descrito na norma ISO 5690/1 (ISO, 1982). No entanto, o processamento dos dados coletados não é trivial e pode ser facilitado com aplicativos que permitem definir e interpretar a largura efetiva da distribuição de insumos a lanço (GONÇALVES et al., 2001; MATOS, 2023). Um desses aplicativos é o Adulanco; criado há 30 anos, em ambiente DOS (*Disk Operating System*) e atualmente, em VBA (*Visual Basic Application*), de acesso livre a partir do Laboratório de Agricultura de Precisão da USP/ESALQ. E com a capacidade operacional das máquinas crescendo, também cresce a necessidade das interfaces digitais evoluírem (FARRET et al., 2008).

**OBJETIVO:** Implementar melhorias no programa Adulanco aumentando a capacidade de dados analisados, facilitando a inserção dos dados, a visualização e a interpretação dos resultados, integração das antigas funcionalidades, além de inserir ferramenta de auto suporte.

**MATERIAL E MÉTODO:** A identificação dos procedimentos que devem ser construídos permite o entendimento de quais linguagens de programação poderiam ser utilizadas para a elaboração do novo sistema. Nesse âmbito, buscou-se a adequação dos códigos originais, de forma mais prática, destacando procedimentos em Python e VBA, em que ambas são capazes de fornecer grande amplitude de bibliotecas para serem utilizadas. Entretanto, dentre as opções, a segunda linguagem oferece a possibilidade de explorar a construção visual em formulários. Atrelado a este fato, tem-se a possibilidade de utilizar todas as ferramentas de processamento de dados oferecidas pelo software Microsoft Excel (SME) (FERNADES, 2005), embora tal ambiente de programação apresente menor suporte ao programador por se tratar de uma linguagem mais antiga, com maior dificuldade à integração de novos procedimentos encontrados nos aplicativos atuais. O desenvolvimento e pesquisa de procedimentos atrelados às funcionalidades visuais para a versão 4.0 foram implementados, buscando um ambiente mais prático e intuitivo para a utilização e interpretação do sistema. Para o planejamento dos aspectos abordados e reformulados, destacou-se as funções realizadas pela versão anterior em uma segmentação, que proporcionou a possibilidade de compreender as partes do sistema, e definir o ponto de partida para o projeto. Esforços foram direcionados para otimizar a interface, pouco intuitiva, que dificulta a utilização e interpretação da versão anterior. Paralelamente, buscou-se suprir as demandas do mercado atual relativo à largura de operação na distribuição de sólidos. Assim, seguiu-se o fluxograma de trabalho apresentado na Figura 1.

Foi imprescindível a adequação dos processos presentes na versão anterior, elaborando códigos operacionais atrelados a uma interface visual que torne mais intuitiva e simplificada a montagem do teste de campo e a inserção das massas de produto depositadas em cada coletor. Detectou-se e considerou-se a dificuldade encontrada por muitos usuários na montagem do teste de campo, especialmente no que diz respeito a quais coletores interpolar, por onde iniciar a disposição, quantos coletores devem estar entre os rodados, dentre outros. Observou-se ser necessária uma nova ferramenta atrelada ao teste de campo incumbida de efetuar um exemplo virtual do arranjo dos coletores.

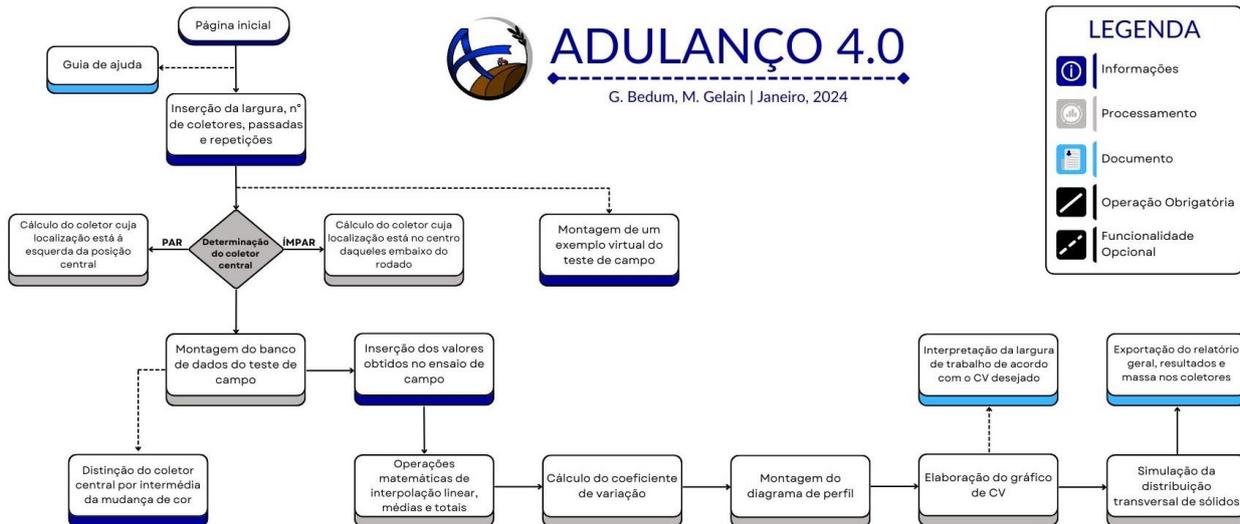


FIGURA 1. Fluxograma dos processos construídos e reformulados para a geração das funcionalidades da versão 4.0 do Adulanço. **Flowchart of the processes built and reformulated to generate the functionalities of version 4.0 of Adulanço.**

A formatação das bandejas em campo é um fator importante para a realização do teste. A norma ISO 5690/01, indica o uso de coletores em dimensão de 0,25 x 1,00 m ou de 0,50 x 0,50 m. No entanto, o sistema pode ser utilizado com outras medidas de bandejas diferentes destas, sendo obrigatório apenas que todos os recipientes apresentem a mesma dimensão, além de ser aconselhado o uso de um anteparo abafador para evitar que partículas ricocheteiem, especialmente com produtos granulados.

Na inserção dos valores coletados no teste, tem-se uma das principais funcionalidades, que é a interpolação linear dos dados, possibilitando a geração de novos valores para os espaços não coletados em campo. A interpolação linear realiza o ajuste de uma função polinomial de primeiro grau (Eq. 1). Dessa forma, uma vez estimada a equação da reta, é possível utilizar essa função para calcular valores de Y correspondentes a qualquer valor desejado de X (MEIJERING, 2002).

$$M = (Y_1 - Y_0) / J \quad (1) \quad \text{Eq. 1,}$$

em que: M – massa do material no coletor interpolado (g); Y<sub>0</sub> – primeiro valor conhecido de um coletor (g); Y<sub>1</sub> – próximo valor conhecido de um coletor (g); J – valor que representa a quantidade de vazios entre os valores conhecidos.

A partir da obtenção dos valores que caracterizam a massa contida nos coletores, torna-se possível, a partir do desvio padrão do conjunto (Eq. 2), efetuar o cálculo dos coeficientes de variação (Eq. 3), uma medida estatística que expressa a variabilidade relativa de um conjunto de dados (KENDALL e STUART, 1977).

$$DP = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (2) \quad \text{Eq. 2,}$$

em que: DP – desvio padrão; X<sub>i</sub> – valor individual;  $\bar{X}$  – média dos valores; n – quantidade de valores.

$$CV = (DP / \bar{X}) * 100 \quad (3) \quad \text{Eq. 3,}$$

em que: CV – coeficiente de variação.

A partir desses dados o software realiza a construção do gráfico de CV em função da largura efetiva, através da simulação de recobrimentos sucessivos com os valores acumulados nos coletores para cada situação, permitindo ao usuário interpretar as melhores larguras de trabalho para a máquina sob análise (MOLIN, 2009, MALDANER et al., 2016).

É apresentado um comparativo entre as versões 3.1 e 4.0 do programa proposto, para ser capaz de atingir e demonstrar os objetivos apresentados, em que é explorada a mesma base de dados em ambos os sistemas. Para propor a integração de novos recursos apresenta a possibilidade de o usuário exportar os dados coletados e os

resultados de CV, para serem observados, além da geração de um relatório padrão com informações de todo o procedimento.

Para o sistema de ajuda, foi desenvolvida uma sequência de guias em formato PDF com instruções e explicações de cada funcionalidade oferecida pelo programa. Também se otimizou as funcionalidades do mecanismo computacional da simulação do perfil de distribuição transversal de produtos em dois sistemas de percurso, o alternado e o contínuo, que possibilita ao usuário compreender qual melhor se aplica à sua realidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foram aplicados diferentes scripts para alcançar os resultados esperados, assim como a necessidade de adequar o design do sistema à sua identidade visual, através da aplicação de processamentos mais intuitivos. O desenvolvimento de janelas interativas em uma programação direcionada ao objeto, permitiu que o sistema migrasse de uma janela no SME para uma aplicação própria, que emula o programa. O menu lateral dinâmico apresenta as opções de navegação do sistema e interação com os dados, direcionando a ação do utilizador para evitar eventuais erros.

A entrada dos dados obtidos, que permite a construção virtual do teste realizado em campo, foi otimizada mediante a incorporação, em uma única janela, das funcionalidades de importação de dados de uma planilha padrão, concomitante a opção de edição de dados já cadastrados (Figura 2A). É necessário informar o número de repetições (fileiras de coletores) e o número de passadas sobre os coletores. Simplificou-se o processo relacionado à identificação do número do coletor central e paridade do mesmo, que passaram a ser encontrados automaticamente por funções ligadas ao SME.

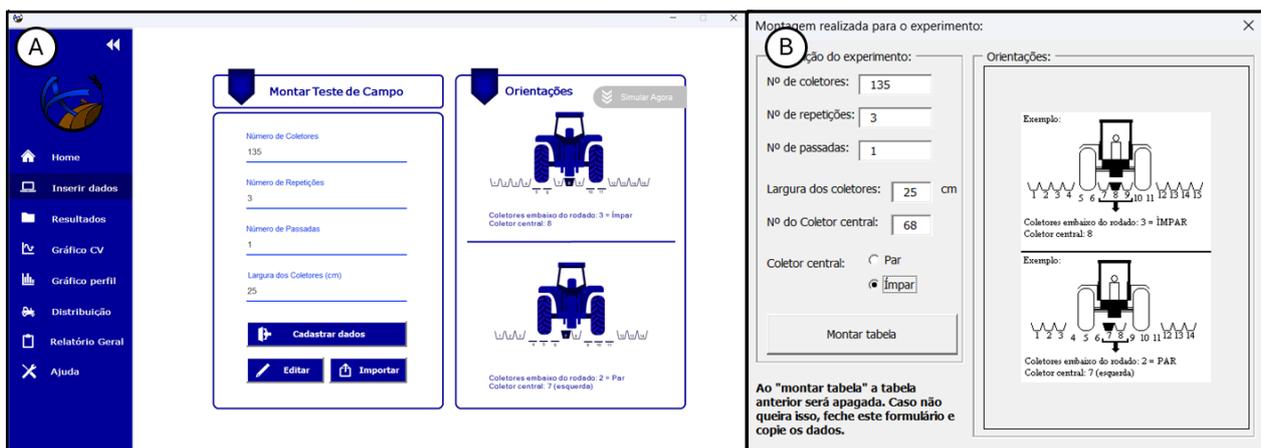


FIGURA 2. Tela de configuração para a entrada de dados na versão 4.0 do Adulança (A) e na versão anterior (B). **Configuration screen for data entry in the Adulança 4.0 version (A) and the old version (B).**

A nova ferramenta de montagem do teste de campo fornece um exemplo da posição dos coletores em campo. Por meio das informações de faixa de aplicação esperada, largura das bandejas, quantidade de coletores inexistentes a serem interpolados, quantidade de recipiente de sob a máquina (entre rodados) e finalizando com os coletores referentes ao espaçamento de um dos rodados. Como exemplo, para montagem de um teste com 34 m de faixa total de aplicação, obtém-se a sugestão da disposição dos 135 coletores de 0,25 m de largura (Figura 3). A construção de um sistema que identifica a posição de cada coletor, por meio de uma sequência de cálculos matemáticos, torna-se imprescindível para a facilitar a utilização do software.

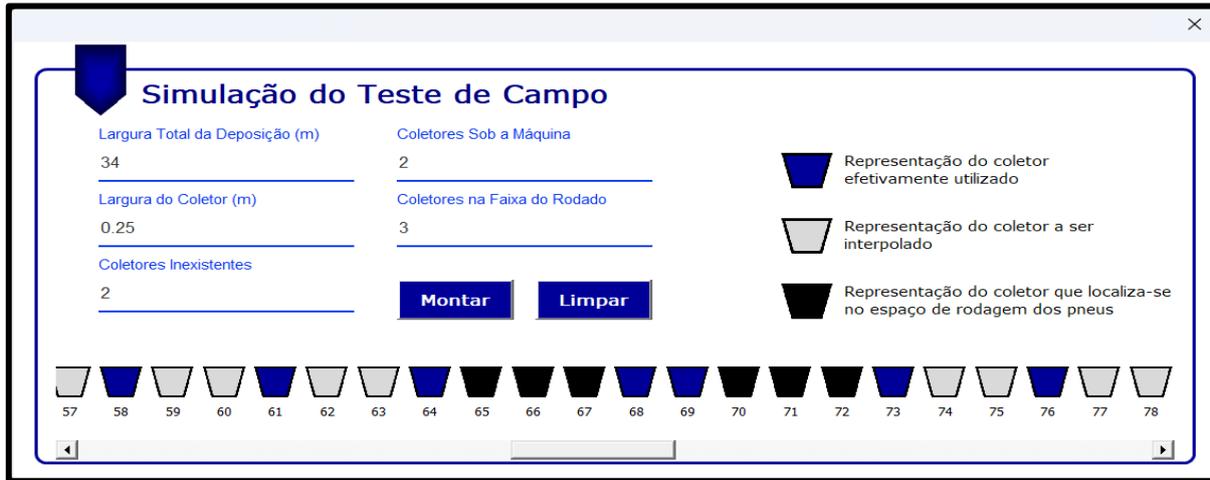
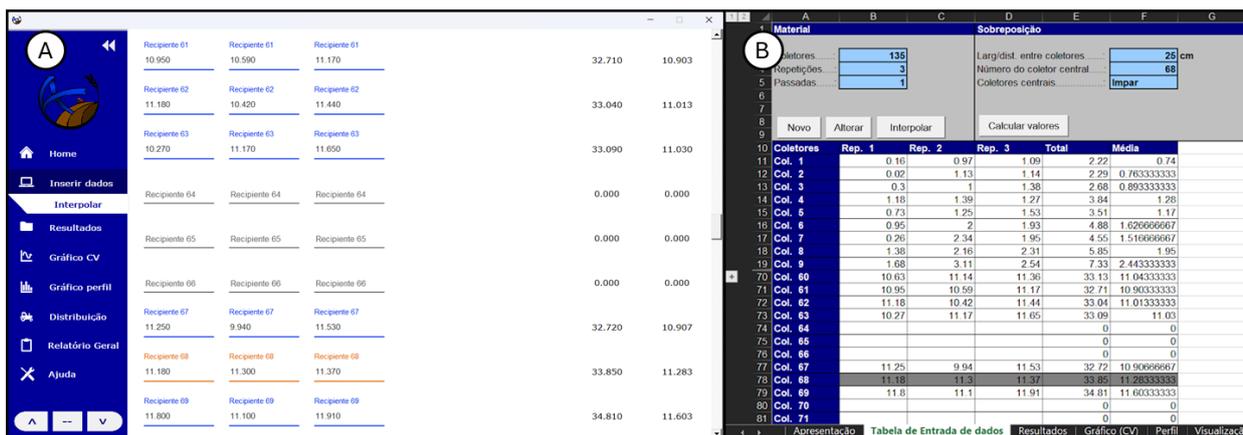


FIGURA 3. Janela referente ao módulo de simulação do teste de campo. **Window referring to the field test simulation module.**

Na atual versão o número máximo de coletores é de 98, que foi estendido para 200 coletores, suportando as situações de máquinas e de demandas de campo atuais. Os dados inexistentes, por conta da falta de coletores, são obtidos por interpolação a partir dos vizinhos (Figura 4).



Coletores	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Total	Média
Col. 1	0.16	0.97	1.09	2.22	0.74
Col. 2	0.02	1.13	1.14	2.29	0.763333333
Col. 3	0.3	1	1.38	2.68	0.893333333
Col. 4	1.18	1.39	1.27	3.84	1.28
Col. 5	0.73	1.25	1.53	3.51	1.17
Col. 6	0.95	2	1.93	4.88	1.626666667
Col. 7	0.26	2.34	1.95	4.55	1.516666667
Col. 8	1.38	2.16	2.31	5.85	1.95
Col. 9	1.68	3.11	2.54	7.33	2.443333333
Col. 10	10.63	11.14	11.36	33.13	11.043333333
Col. 11	10.95	10.59	11.17	32.71	10.903333333
Col. 12	11.18	10.42	11.44	33.04	11.013333333
Col. 13	10.27	11.17	11.65	33.09	11.03
Col. 14				0	0
Col. 15				0	0
Col. 16				0	0
Col. 17	11.25	9.94	11.53	32.72	10.906666667
Col. 18	11.18	11.3	11.37	33.85	11.283333333
Col. 19	11.8	11.1	11.91	34.81	11.603333333
Col. 20				0	0
Col. 21				0	0

FIGURA 4. Tela de valores de produto nos coletores: Adulção 4.0 (A); Adulção 3.1 (B). **Product value screen in collectors: Adulção 4.0 (A); Adulção 3.1 (B).**

Para a modelagem do sistema que suporte maior número de coletores, foi desenvolvido uma janela contendo os componentes “Caixa de Textos”, que propiciam a inserção dos dados obtidos no teste de campo. Com intuito de melhorar aspectos atrelados a visualização das informações, diferencia-se automaticamente por cor os campos preenchidos e não preenchidos. O software realiza operações lógicas para exibir com coloração distinta o coletor central, informação importante para direcionamento do usuário. Entretanto, a programação em ambiente VBA não apresenta compatibilidade com a funcionalidade de rolagem (*scroll*). Assim, foi adicionada na parte inferior do menu lateral a possibilidade de realizar deslizes rápidos para pontos específicos da página, como os coletores primários, intermediários e finais.

O CV é expresso graficamente, exibindo seu comportamento em função de todas as larguras de trabalho simuladas, para os diferentes tipos de percurso. Além de expor as informações em uma única janela e com alta resolução, destaca-se as colunas auxiliares que permitem ao usuário definir o CV desejado para sua aplicação em um determinado sistema de percurso. A partir de mecanismos computacionais, são indicadas as melhores larguras de trabalho para o cenário estabelecido (Figura 5).

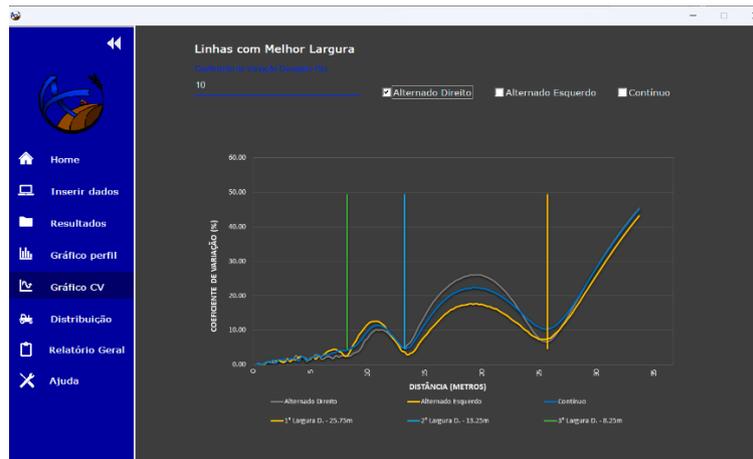


FIGURA 5. Tela para interpretação dos valores de CV, com colunas auxiliares informando as maiores distâncias no sistema alternado direito. **Screen for interpreting CV values, with auxiliary columns informing the greatest distances in the right alternating system.**

A nova proposta cria as passagens de simulação por meio de uma programação pura e direcionada a construção de objetos temporários. Pelo qual cada posição é calculada para criar uma coluna de deposição, em que quando conjugada a uma sequência forma a representação da simulação de passagem de um determinado equipamento e produto (Figura 6A). Complementarmente, foram incorporadas as linhas periféricas e central de passagem de cada máquina para ser possível identificar na somatória a posição intermediária e laterais da faixa de aplicação, facilitando a identificação das áreas de sobreposição (Figura 6B). Foi elaborada a funcionalidade de passar o mouse sobre as colunas, para identificar a quantidade de produto acumulado na posição em que se encontra.

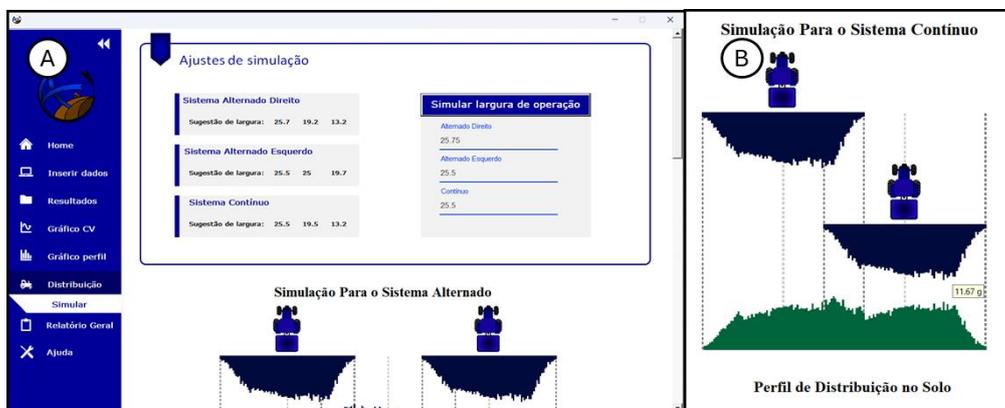


FIGURA 6. Tela de simulação de distâncias sugeridas: sugestões de largura a serem simuladas na versão Adulção 4.0 (A); funcionalidade de verificação de valores depositados (B). **Suggested distance simulation screen: width suggestions to be simulated in the Adulção 4.0 version (A); functionality for checking deposited values (B).**

A funcionalidade de gerar relatórios foi incorporada, permitindo ao usuário salvar as informações do projeto realizado. O novo ambiente propicia exportar no formato de tabela os valores das massas nos respectivos coletores, além dos resultados de CV nos diferentes sistemas de percurso. O software também incorpora ferramentas para a elaboração de um relatório geral, agregando informações a respeito do teste de campo, diagrama de perfil, gráfico de CV, resultados para cada sistema de percurso, além de exibir a simulação visual do perfil de distribuição transversal realizada pelo equipamento (Figura 7).



FIGURA 7. Aba dedicada à criação e exportação de relatório (A); página inicial do relatório (B). **A represents a tab created for report export and B represents the home page of the general report.**

Com o intuito de auxiliar os usuários, a nova versão conta com mecanismos de direcionamento que apresentam interpretações padrões fundamentadas nos resultados de cada teste de campo. Portanto, consiste em uma estratégia importante para garantir a eficácia da comunicação, viabilizar a correta utilização do mecanismo computacional, promover a compreensão e estimular a participação ativa. Foi inserido um sistema de ajuda ao usuário, voltado para auxílio de acesso rápido (Figura 8). É disponibilizada uma série de notas com informações correspondentes a pontos críticos na utilização do aplicativo e na interpretação dos resultados.



FIGURA 8. Aba de ajuda da versão Adulanco 4.0 (A); exemplo de documentação referente a um processo do sistema (B). **A represents the help tab of the Adulanco 4.0 version and B represents one of the documentation referring to a system process.**

**CONSIDERAÇÕES FINAIS:** A atualização do aplicativo apresenta o potencial de otimizar a organização e análise de dados associados à distribuição transversal a lanchos com as máquinas do mercado. Foi estendida a largura máxima de trabalho para 200 coletores. Os ajustes no mecanismo de interpolação, ao preencher os espaços vazios, melhora a visualização do perfil de distribuição e suaviza o gráfico de CV. A nova versão apresenta uma interface intuitiva e com recursos simplificados, o que permite ao usuário inserir dados de maneira rápida e precisa, facilitando a compreensão das etapas, com acesso simples à ajuda, quando necessário. O aplicativo viabiliza o acesso a uma visão da sobreposição e uniformidade da aplicação, permitindo a definição da melhor largura efetiva para cada condição de campo. Os gráficos, relatórios e análises implementadas no software facilitam a interpretação dos dados. A atualização adiciona novos recursos, torna mais eficiente o processamento e a avaliação das máquinas distribuidoras a lanchos, e otimiza aspectos visuais, tornando-o mais intuitivo e autoexplicativo.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Programa Unificado de Bolsas da USP pelo suporte financeiro aprovado no Edital 2023-2024.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASABE S573 OCT2018:** Procedures for Evaluating Variable-Rate Granular Material Application Accuracy of Broadcast Spreaders. St. Joseph, MI, EUA, 2018. 11p.
- CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS, D; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van.; (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2022. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- COSTA, LETÍCIA FERNANDA DA; SOUZA, MATHEUS HENRIQUE PEREIRA DE. **Comparação de dois sistemas de avaliação da qualidade de distribuição de fertilizantes por distribuidor centrífugo,** 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecanização em Agricultura de Precisão) - Faculdade de Tecnologia FATEC Shunji Nishimura (Pompéia), Pompéia, 2018.
- CUNHA, J. P. A. R.; SOARES FILHO, R. Broadcast distribution uniformity of fertilizer with centrifugal spreaders used in variable rate application. **Engenharia Agrícola**, v. 36, 2016.
- FARRET, I. S.; SCHLOSSER, J. F.; DURIGON, R.; WERNER, V.; KNOB, M. Variação da regulagem no perfil transversal de aplicação com distribuidores centrífugos. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1886–1892, out. 2008.
- FERNADES, MAICRIS. **Desenvolvendo aplicações poderosas com Excel e VBA.** 1. ed. Florianópolis Visual Books, 2005. 126p.
- GIOSA, LUCAS CAMPOS. **Qualidade em aplicações de fertilizantes sólidos granulados realizadas por distribuidor de mecanismo centrífugo.** 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022. doi:10.11606/D.11.2022.tde-13092022-143645.
- GONÇALVES, A. O.; MENEGATTI, L. A. A.; MOLIN, J. P. Adulanco 2.0: software para análise de distribuição transversal. **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 2001.
- HENRIQUE, F.; BAILO, R.; JOSÉ, MOLIN, P.; JOSÉ, A.; LEAL, F. Avaliação comparativa da distribuição transversal de adubos sólidos aplicados em cobertura em culturas anuais instaladas. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, p. 527–536, 3 set. 2012.
- International standard organization. ISO 5690/1. **Equipment for distributing fertilizers – test methods – part 1: full width fertilizers distributors.** Isso standars handbook 13. Agricultural machinery. 1982.
- KENDALL, M.; STUART, A. **The advanced theory of statistics.** 4.ed. London: Charles Griffin, 1977. v.1.
- MALDANER, L.; CANATA, T.; MOLIN, J.; PASSALAQUA, B.; QUIRÓS, J. **Static and kinematic tests for determining spreaders effective width.** 13th International Conference on Precision Agriculture, July 31-August 4, St. Louis, Missouri, USA. 2016.
- MATOS, GUSTAVO HENRIQUE HERVAL. **Uniformidade de distribuição de calda via aeronave remotamente pilotada.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023
- MEIJERING, E. A chronology of interpolation: from ancient astronomy to modern signal and image processing. **Proceedings of the IEEE**, v. 90, n. 3, p. 319–342, 2002.
- MENDES, A. M. S.; OLSZEWSKI, N.; SILVA, F. N. da; MENDES, R. L.; BRITO, L. T. de L. **Impactos ambientais causados pelo uso de fertilizantes agrícolas.** In: BRITO, L. T. de L.; MELO, R. F. de; GIONGO, V. (Ed.). Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 3, p. 55-99.
- MOLIN, J. P et al. Adulanco 3.1. 2009.



Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão e Digital - ConBAP 2024  
Porto Alegre, RS, 02 a 04 de julho de 2024



REYNALDO, É. F.; MACHADO, T. M. Inspeção de distribuidores de fertilizantes sólidos na região centro sul do Estado do Paraná. **Revista Ceres**, v. 63, n. 6, p. 893–898, 2016.