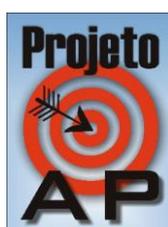




Adulção 3.0

Montagem do teste de campo
Manual de uso passo-a-passo
Análise de resultados



Coordenação:
Prof. J.P. Molin

www.agriculturadeprecisao.org.br

Colaboraram diretamente ao longo do desenvolvimento do Programa e deste Manual:

COELHO, J.L.D.
GONÇALVES, A.O.
MENEGATTI, L.A.A.
ROZESTRATEN, H.
SILVA, G.F.
SOLLERO, G.C.
SPEKKEN, M.
VASARHELYI, A.

USP/ESALQ
Piracicaba, SP, Maio de 2009

Índice

INTRODUÇÃO.....	2
PRIMEIRO PASSO - MONTAGEM DO TESTE.....	3
SEGUNDO PASSO - PREENCHIMENTO DA PLANILHA.....	6
TERCEIRO PASSO - PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	10
QUARTO PASSO - ANÁLISE DE RESULTADOS.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

INTRODUÇÃO

No início da década de 1990 foi proposta a primeira versão de um programa desenvolvido principalmente para o processamento dos dados de ensaios da análise de distribuição transversal de materiais (MOLIN et al., 1992). O programa é utilizado na análise de dados de máquinas aplicadoras de corretivos, fertilizantes e sementes a lanço, mas poderá ser utilizado para simulação de sobreposições nos ensaios de bicos de pulverizadores ou outros similares. Aproximadamente 10 anos depois surgia o ADULANÇO 2.0, um programa que passou por grandes mudanças e passou a ser disponibilizado para toda a comunidade (GONÇALVES et al., 2001).

Essa é a terceira versão do programa, agora elaborada em planilha eletrônica (Excel). Os dados são introduzidos e um algoritmo procede à análise gerando resultados na forma de gráficos e planilha.

Este manual tem como intenção orientar o uso do programa para inclusão de dados e obtenção de resultados que auxiliam na definição da melhor condição de trabalho, especialmente de máquinas aplicadoras de fertilizantes e corretivos a lanço.

O procedimento normalmente utilizado para a determinação da largura efetiva de aplicadores a lanço baseia-se no coeficiente de variação (CV). Para tanto se realiza a simulação de recobrimentos sucessivos com os valores acumulados nos coletores e calcula-se o CV para cada situação de recobrimento simulado para a determinação da largura efetiva. Os valores de CV para as diferentes larguras efetivas simuladas podem ser então plotados. O compromisso entre um valor baixo de CV e um valor prático para a largura é que efetivamente deverá servir para a largura de trabalho a ser utilizada no campo.

PRIMEIRO PASSO: MONTAGEM DO TESTE

Considerações iniciais

Dá-se ênfase aqui ao arranjo das bandejas de coleta em campo, porém não devem ser esquecidas outras variáveis que podem influenciar em muito no momento do experimento, tais como velocidade e direção do vento, constância na velocidade da máquina, homogeneidade das partículas do insumo, dentre outros.

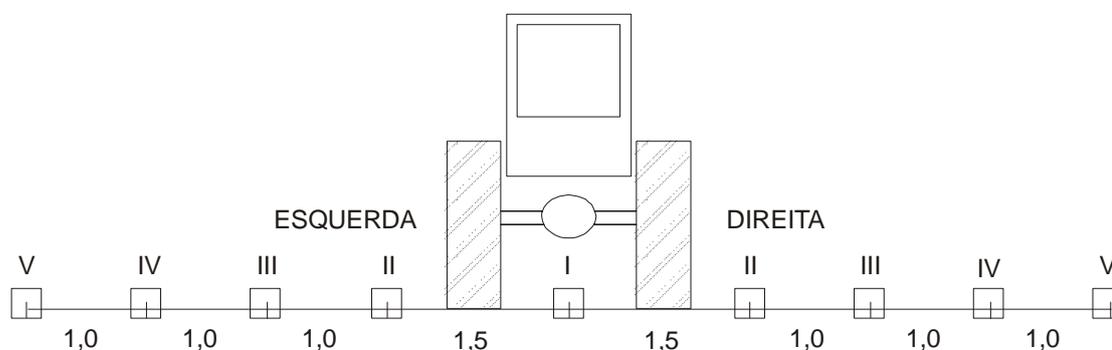
Escolha das bandejas

A Norma ISO 5690/1 (ISO, 1981) determina o tamanho das bandejas como sendo de 0,25 x 1,00 m, ou de 0,50 x 0,50 m, porém, qualquer medida de bandeja pode ser utilizada, desde que todas tenham as mesmas dimensões para se ter igualdade de condições e não mascarar o resultado (MOLIN e RUIZ, 1999).

Para evitar o ricochete das partículas de fertilizantes utiliza-se algum tipo de anteparo abafador do impacto. No entanto, tem-se observado que eles não são necessários no caso de aplicação de calcário por ser um pó (MOLIN e MAZZOTTI, 2000).

Posicionamento das Bandejas

O Adulção 3.0 tem a função de interpolação, permitindo que existam espaços vazios entre as bandejas, porém, é necessário que esses espaços tenham exatamente a largura de um múltiplo da largura das bandejas. Observe o croqui a seguir:

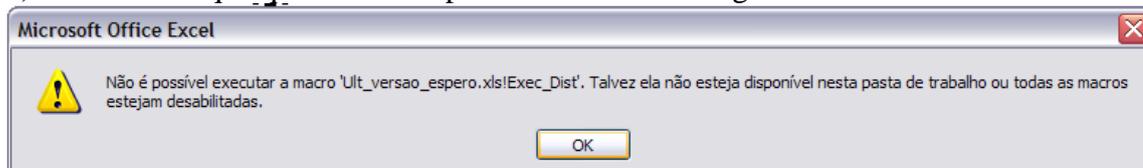


Se a largura das bandejas for 0,10 m, a disposição delas estará de acordo, porém, se essa largura for 0,20 m, haverá falha na interpolação dos dados. Vale lembrar que, o espaço deixado para a passagem das rodas do trator também deve obrigatoriamente ser múltiplo da largura dos coletores.

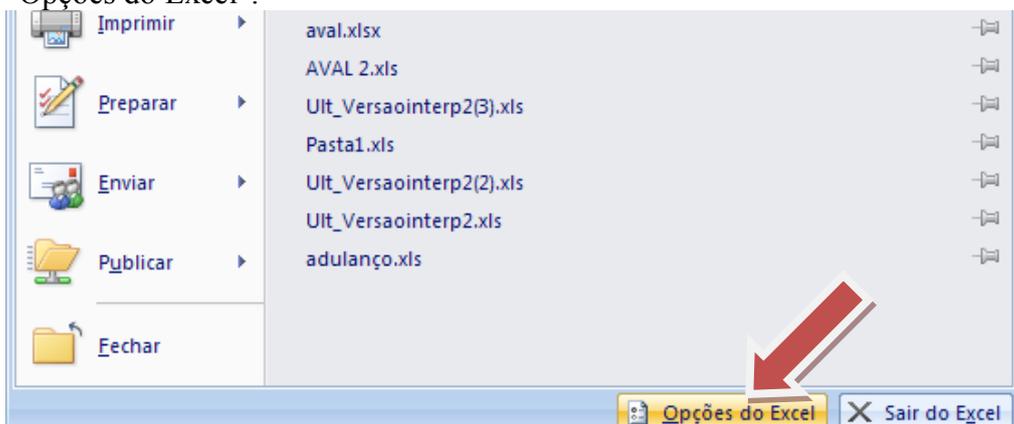
Para a entrada dos dados no Adulção 3.0 deve ser considerado o número total de bandejas que devemos ter se não houver espaço vazio, contando sempre da esquerda para a direita. A interpolação para geração de dados em locais falhos será mais bem explicada adiante. Nessa versão o Adulção aceita até 150 bandejas, o que pode ser considerado um número suficiente para testes em geral.

Inicialmente, solução de possíveis mensagens de erros:

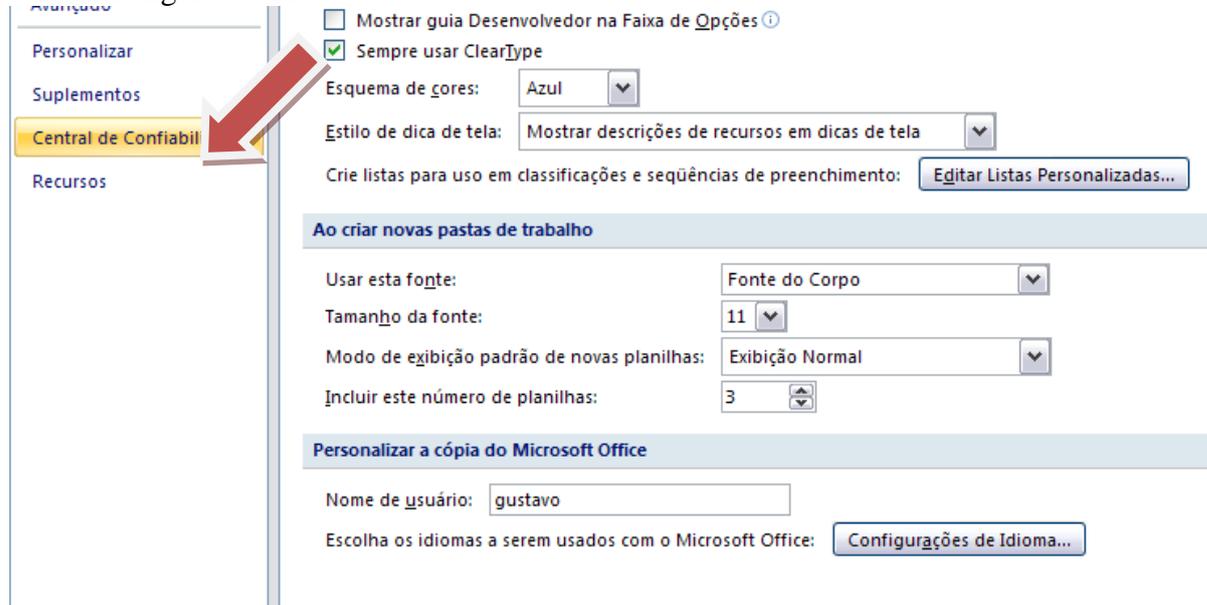
1) Se clicar em qualquer botão da planilha e receber o seguinte erro:



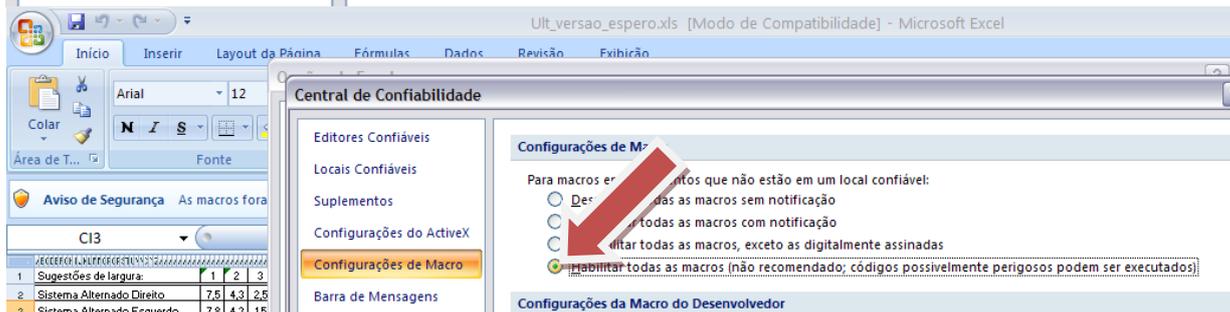
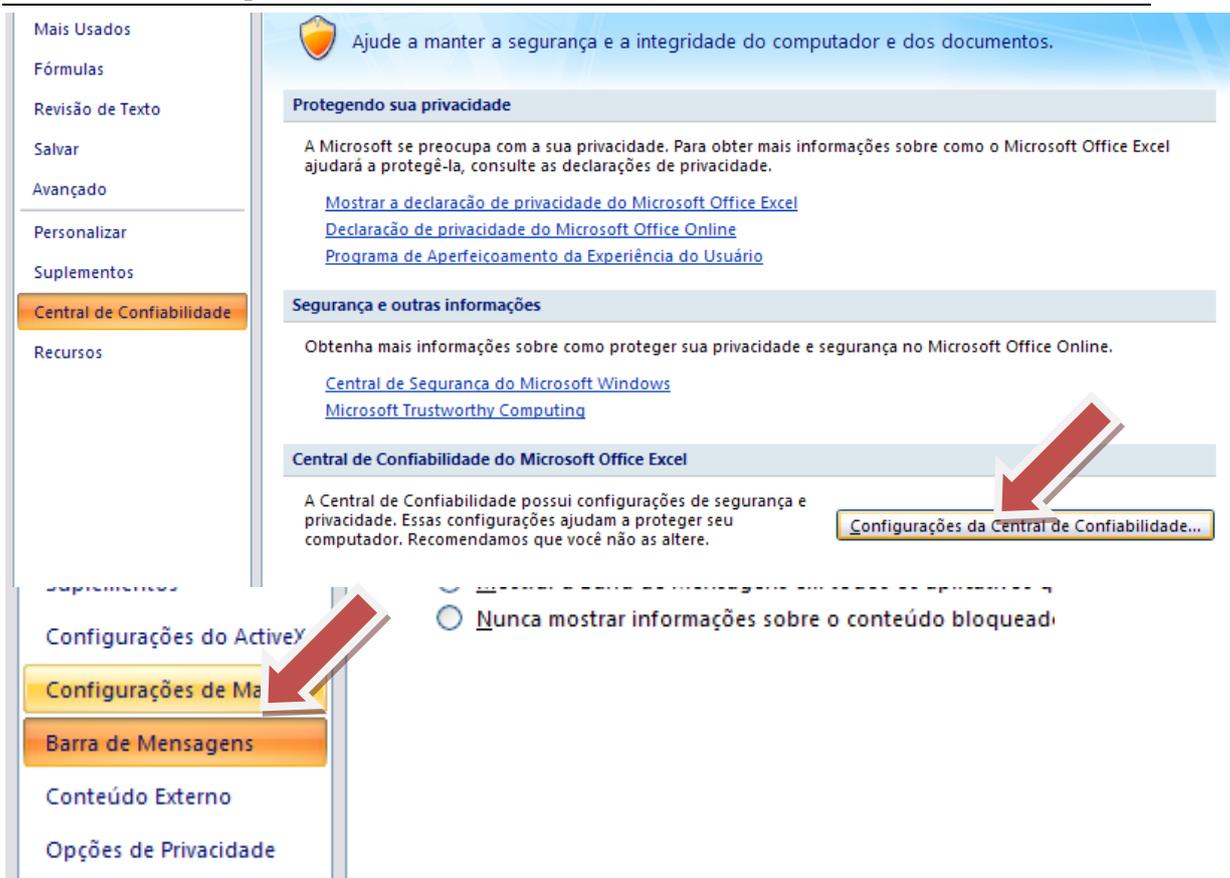
Necessitará configurar sua versão do Microsoft Excel para autorizar execução de Macros (por segurança geralmente fica desabilitado). A seguir será explicado como efetuar essa configuração no Microsoft Office 2007, clique no botão redondo (ícone de engrenagem) no canto superior esquerdo da tela. Esta operação abrirá a janela abaixo, clique em “Opções do Excel”.



Feito isso, clique em “Central de Confiabilidade” no menu que apareceu, conforme figura abaixo.



Uma vez na “Central de Confiabilidade”, clique em “Configurações da Central de Confiabilidade”, proceda conforme as figuras.



Clique em “OK” e “OK” novamente. Feche a planilha e abra novamente.

2) Se clicar no botão simular e ele não responder tenha certeza de ter dado “Enter” quando digitou os valores.



A tela inicial:

Observa-se que o programa já abre um formulário em branco para preenchimento de dados. Ao clicar o botão “Novo” na tela demonstrada acima, uma nova janela com o nome “Montagem realizada para o experimento” será aberta permitindo preencher informações do teste e sobreposição, seguindo-se os passos como mostrado na figura abaixo.

Material

- **Coletores:** refere-se ao número de coletores utilizados no teste;
- **Repetições:** trata-se do número de vezes que o teste foi repetido;
- **Passadas:** trata-se da quantidade de vezes em que o equipamento efetuou o percurso sobre os coletores na repetição;

Obs.: Após o preenchimento destes dados, um botão presente abaixo do campo “**Passadas**”, denominado “**Montar tabela**”, torna-se habilitado; se acionado dará início ao segundo passo. Porém ele só deve ser acionado quando se observar e/ou corrigir os campos seguintes, referentes ao arranjo dos coletores.

Arranjo dos coletores

Trata-se de especificações referentes à disposição dos coletores no campo, quando da execução do teste. Eles já aparecem preenchidos por alguns dados considerados padrão, mas deve-se corrigi-los de acordo com as necessidades.

Largura dos coletores: é a largura do coletor em metros; já vem preenchido pela largura padrão de 0,25m (por conta da disponibilidade no mercado local e de acordo com a norma ISO 5690/1).

Mínimo de significância: trata-se do valor mínimo a ser considerado no peso de produto nos coletores, em gramas.

Coletores centrais – par/ímpar: especifica a posição do coletor central em referência ao rodado (espaçamento tomado nos coletores presentes entre as rodas). Se for um número ímpar, trata-se do coletor mediano, se par, trata-se do coletor esquerdo dos dois coletores centrais, olhando por de trás da máquina.

Abaixo destes campos estão presentes informações que serão automaticamente calculadas e fornecidas quando todos os dados adicionados posteriormente (no segundo passo) forem executados.

Exemplo:

Montagem realizada para o experimento:

Disposição do experimento:

Nº de coletores: 47

Nº de repetições: 1

Nº de passadas: 1

Largura dos coletores: 25 cm

Nº do Coletor central: 24

Coletor central: Par Ímpar

Montar tabela

Ao "montar tabela" a tabela anterior será apagada. Caso não queira isso, feche este formulário e copie os dados.

Orientações:

Exemplo:

Coletores embaixo do rodado: 3 = ÍMPAR
Coletor central: 8

Exemplo:

Coletores embaixo do rodado: 2 = PAR
Coletor central: 7 (esquerda)

No exemplo observa-se que o botão “**Montar tabela**” foi habilitado com o preenchimento dos três primeiros campos; os coletores centrais foram definidos como ímpar; o coletor central foi alterado para 24 (coletor do meio dos três coletores centrais); os dados restantes permaneceram inalterados.

SEGUNDO PASSO – PREENCHIMENTO DA PLANILHA

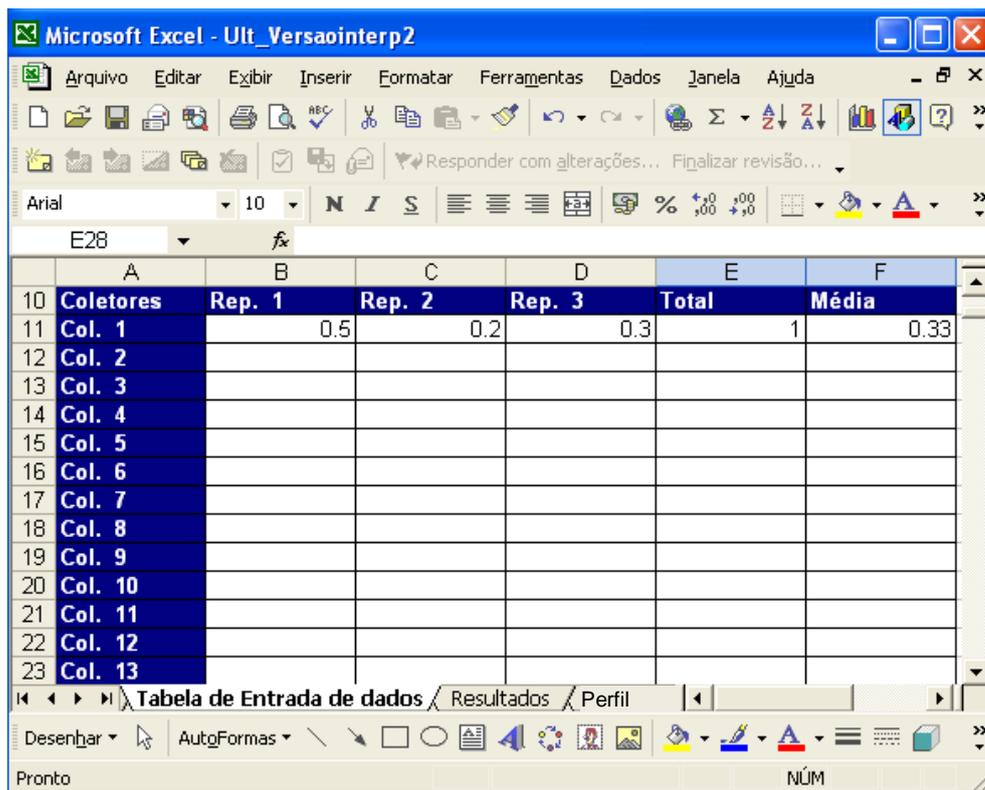
Com a execução do botão “**Montar tabela**”, surge a seguinte tabela:

	A	B	C	D
10	Coletores	Rep. 1	Total	Média
11	Col. 1		0	0
12	Col. 2		0	0
13	Col. 3		0	0
14	Col. 4		0	0
15	Col. 5		0	0
16	Col. 6		0	0
17	Col. 7		0	0
18	Col. 8		0	0
19	Col. 9		0	0
20	Col. 10		0	0
21	Col. 11		0	0
22	Col. 12		0	0
23	Col. 13		0	0
24	Col. 14		0	0
25	Col. 15		0	0
26	Col. 16		0	0
27	Col. 17		0	0
28	Col. 18		0	0
29	Col. 19		0	0
30	Col. 20		0	0
31	Col. 21		0	0
32	Col. 22		0	0
33	Col. 23		0	0
34	Col. 24		0	0
35	Col. 25		0	0
36	Col. 26		0	0

Nessa tabela cada linha refere-se a um coletor, e as colunas referem-se às repetições.

Cada célula da tabela identifica o conteúdo que está selecionado.

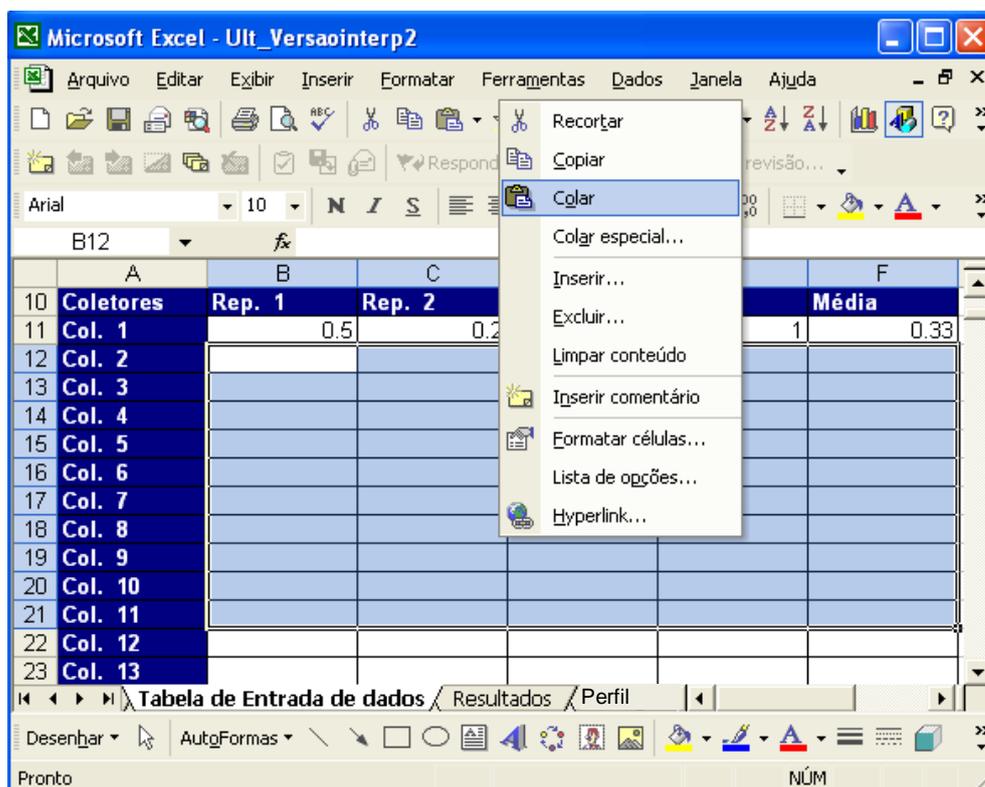
As colunas tituladas com iniciais “Rep. _” deverão ser preenchidas com os pesos de produto dos coletores. As duas últimas colunas referem-se respectivamente ao total e à média das repetições, e não podem ser editadas.

Exemplo de preenchimento de tabela:

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a spreadsheet titled "Ult_Versaointerp2". The spreadsheet has a table with the following structure:

	A	B	C	D	E	F
10	Coletores	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Total	Média
11	Col. 1	0.5	0.2	0.3	1	0.33
12	Col. 2					
13	Col. 3					
14	Col. 4					
15	Col. 5					
16	Col. 6					
17	Col. 7					
18	Col. 8					
19	Col. 9					
20	Col. 10					
21	Col. 11					
22	Col. 12					
23	Col. 13					

Com um clique sobre uma célula, seu conteúdo pode ser adicionado na mesma; com um duplo clique sobre a célula o valor existente pode ser editado. A navegação na tabela também pode ser feita com o teclado, através das setas.

Trabalhando com seleções múltiplas:

The screenshot shows the same Excel spreadsheet as above, but with a context menu open over the selected range of cells (A11:F23). The menu options are:

- Recortar
- Copiar
- Colar
- Colar especial...
- Inserir...
- Excluir...
- Limpar conteúdo
- Inserir comentário
- Formatar células...
- Lista de opções...
- Hyperlink...

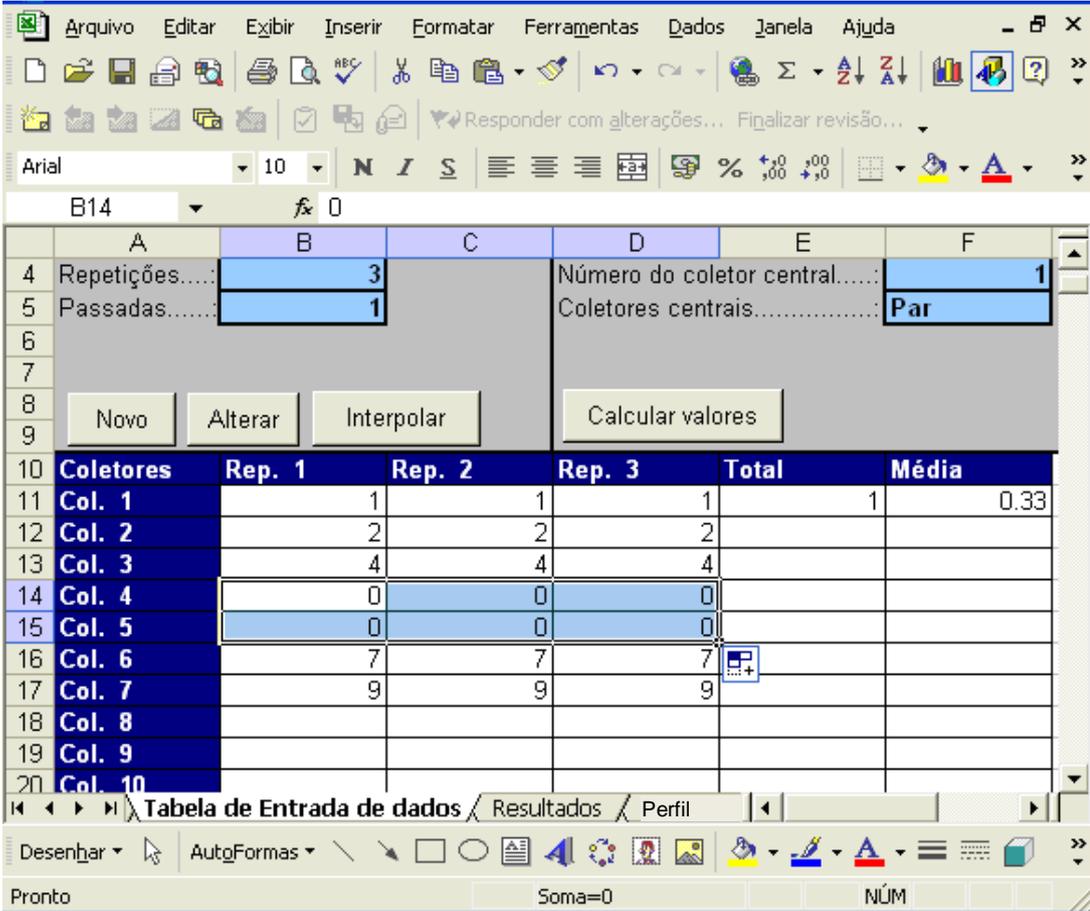
As células também podem ser selecionadas de forma múltipla, sendo que os dados podem ser copiados e colados de planilhas de cálculo. Para isso, é necessário clicar e arrastar o mouse sobre as células desejadas; para uso das opções copiar, colar ou apagar, clicar com o botão direito do mouse sobre as células selecionadas. Este procedimento é recomendado, pois os dados são gerados na balança e digitados em planilha. O trabalho de preenchimento de dados é fácil para quem já tem alguma prática de trabalho com planilhas de cálculo.

Obs.: Após o preenchimento, recomenda-se salvar os dados atuais em um arquivo. Para isso, selecione a opção “**Salvar**” no menu arquivo ou clique no botão  da barra de ferramenta.

Interpolação

Outra opção existente no programa é o sistema de interpolação linear, que preenche células com valores a partir dos valores existentes nas extremidades da seleção por triangulação. Para uso deste recurso, basta selecionar a área a ser interpolada e clicar no botão “interpolat”, como demonstrado na imagem abaixo:

Efetuando interpolações:

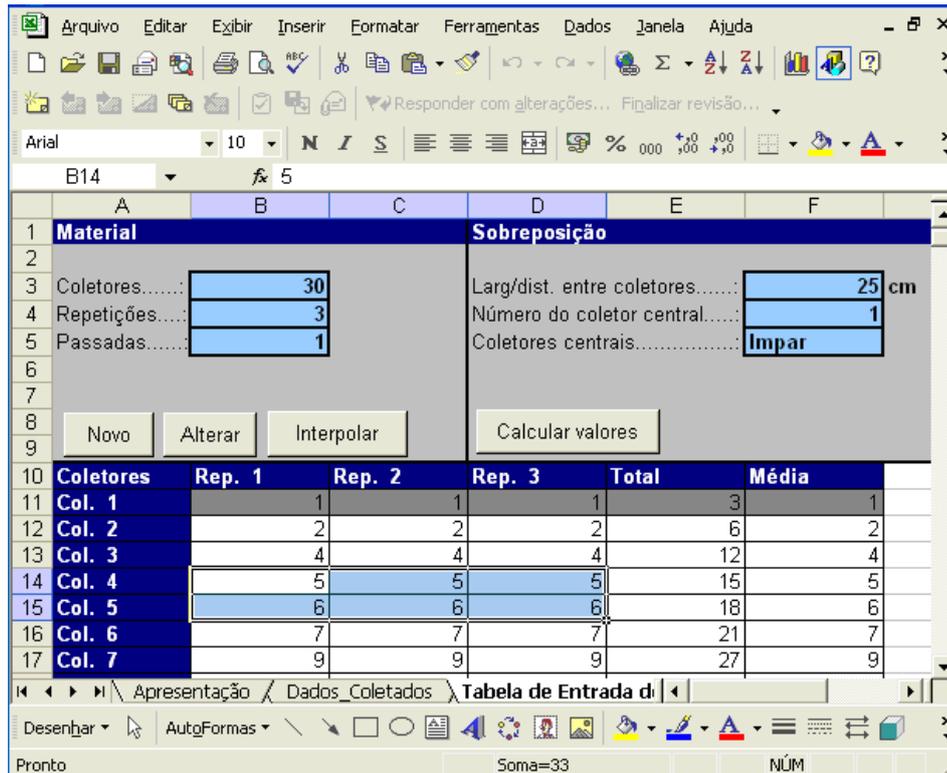


The screenshot shows a software window with a menu bar (Arquivo, Editar, Exibir, Inserir, Formatar, Ferramentas, Dados, Janela, Ajuda) and a toolbar. The main area contains a data entry table with columns A through F. The table has a header row (row 10) and data rows (rows 11-20). The 'Interpolar' button is highlighted in the interface.

	A	B	C	D	E	F
4	Repetições.....	3		Número do coletor central.....		1
5	Passadas.....	1		Coletores centrais.....		Par
6						
7						
8						
9						
10	Coletores	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Total	Média
11	Col. 1	1	1	1	1	0.33
12	Col. 2	2	2	2		
13	Col. 3	4	4	4		
14	Col. 4	0	0	0		
15	Col. 5	0	0	0		
16	Col. 6	7	7	7		
17	Col. 7	9	9	9		
18	Col. 8					
19	Col. 9					
20	Col. 10					

At the bottom of the window, there is a status bar showing 'Pronto', 'Soma=0', and 'NÚM'.

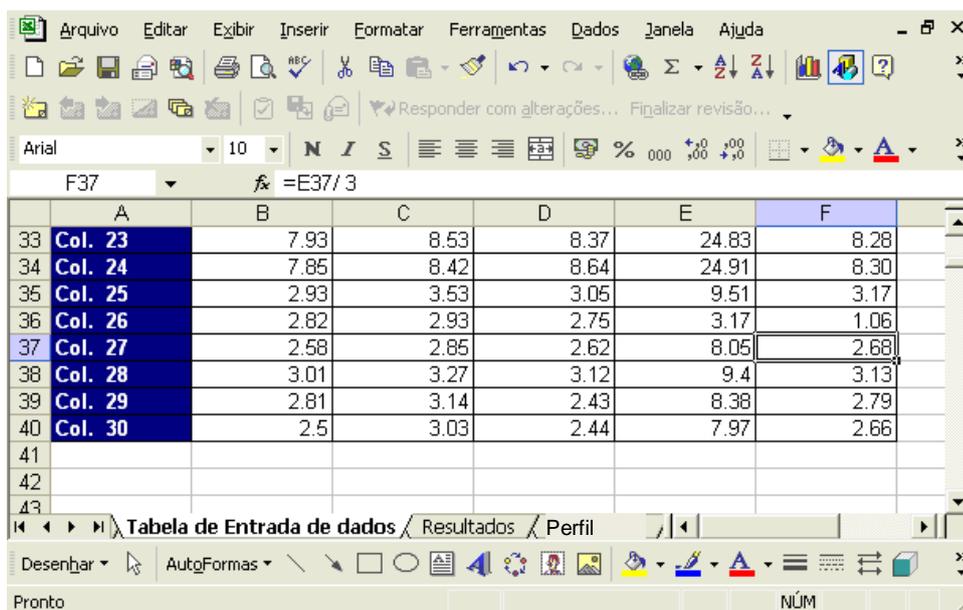
Resultado da interpolação:



As imagens acima representam os valores selecionados que foram interpolados.

Obs.: Essa interpolação é necessária sempre que houver espaços sem coletores. Caso se adote um arranjo de campo com coletores alternados com espaços vazios, essa interpolação deve ser feita para preencher cada um dos vazios, sempre lembrando que os espaços vazios devem ter exatamente a largura de um múltiplo da largura dos coletores.

Exemplo de tabela preenchida:



Acima vemos um exemplo de um preenchimento de tabela de 30 coletores e 3 repetições. Os dados das colunas: “Total” e “Média”, foram automaticamente calculados.

Observações importantes:

- não se pode adicionar letras junto com os valores de pesos;
- verificar ainda se nenhum valor adicionado é inferior ao nível de significância, ou ajuste o nível de significância;
- reitera-se a recomendação de salvar os dados.

TERCEIRO PASSO – PROCESSAMENTO DOS DADOS

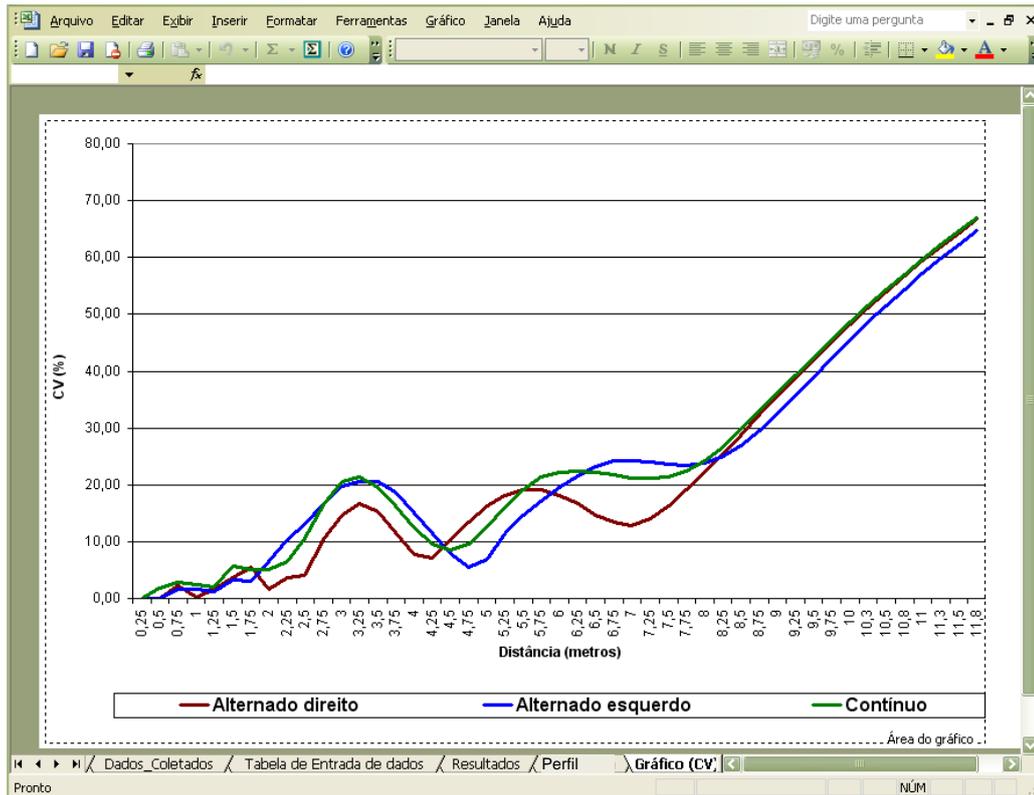
Agora é a vez de executar os cálculos e para isso basta pressionar o botão “**Calcular**”. Observa-se que as opções de visualização de resultados tornaram-se disponíveis no lado esquerdo do formulário, e que o botão “**Calcular**” tornou-se inativo. Para se efetuar um novo cálculo altere qualquer um dos valores da tabela.

Obs.: caso for necessário um novo dimensionamento da tabela, altere os dados do formulário “**Material**”; caso os dados já inclusos estiverem fora das novas dimensões, eles serão perdidos. Essa opção habilita um novo cálculo a ser efetuado.

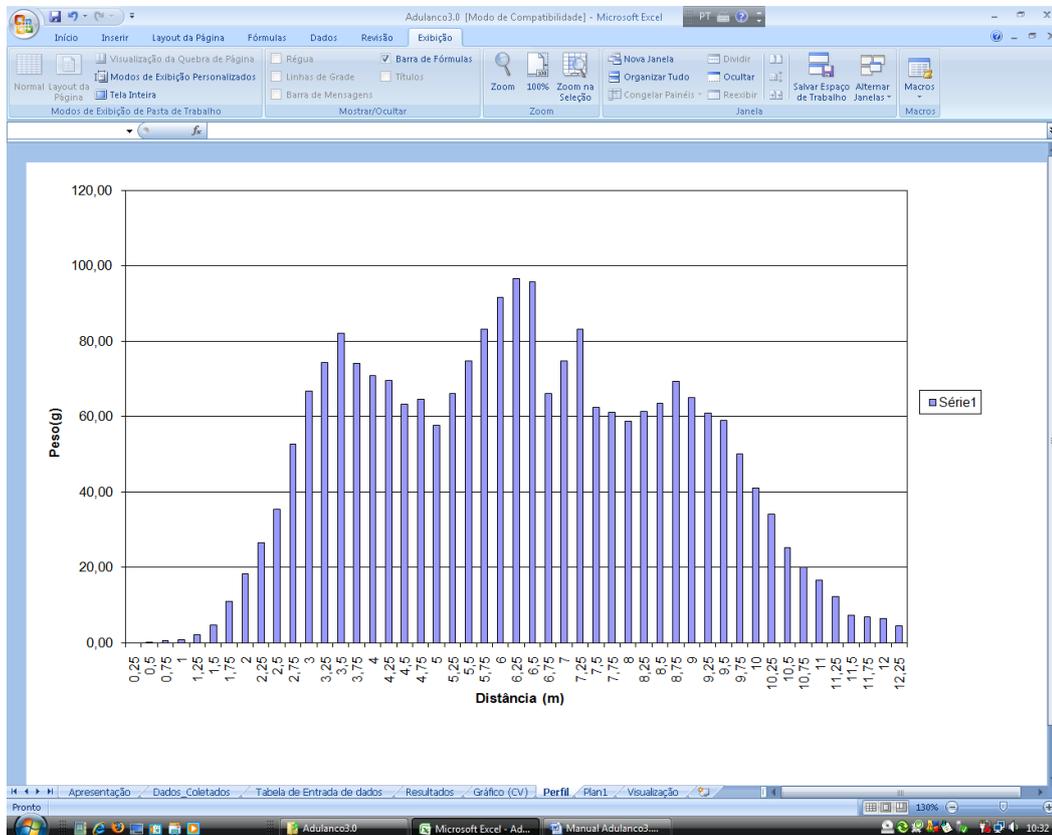
A opção “**Resultados**”:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Coeficiente de variação						
2	Coletor	Largura de aplicação	Alternado direito	Alternado esquerdo	Contínuo		Peso
3	1	0,5	0,00	0,00	0,00		5,78
4	2	1	0,00	0,00	0,13		19,39
5	3	1,5	1,79	0,12	1,13		32,99
6	4	2	2,46	3,79	2,94		46,60
7	5	2,5	1,09	3,54	3,71		60,21
8	6	3	1,43	10,64	6,58		73,82
9	7	3,5	2,06	8,41	5,92		87,42
10	8	4	3,28	1,41	9,08		101,03
11	9	4,5	7,88	3,99	10,11		114,64
12	10	5	11,18	4,35	9,48		128,24
13	11	5,5	15,37	4,81	10,73		141,85
14	12	6	20,96	5,43	13,89		144,94
15	13	6,5	22,79	6,31	15,44		148,04
16	14	7	19,81	7,42	15,70		151,13
17	15	7,5	12,43	8,63	15,32		154,22
18	16	8	5,36	8,12	14,59		151,29
19	17	8,5	10,01	6,26	13,93		148,36

A opção “Gráfico”:



A opção “Perfil”:



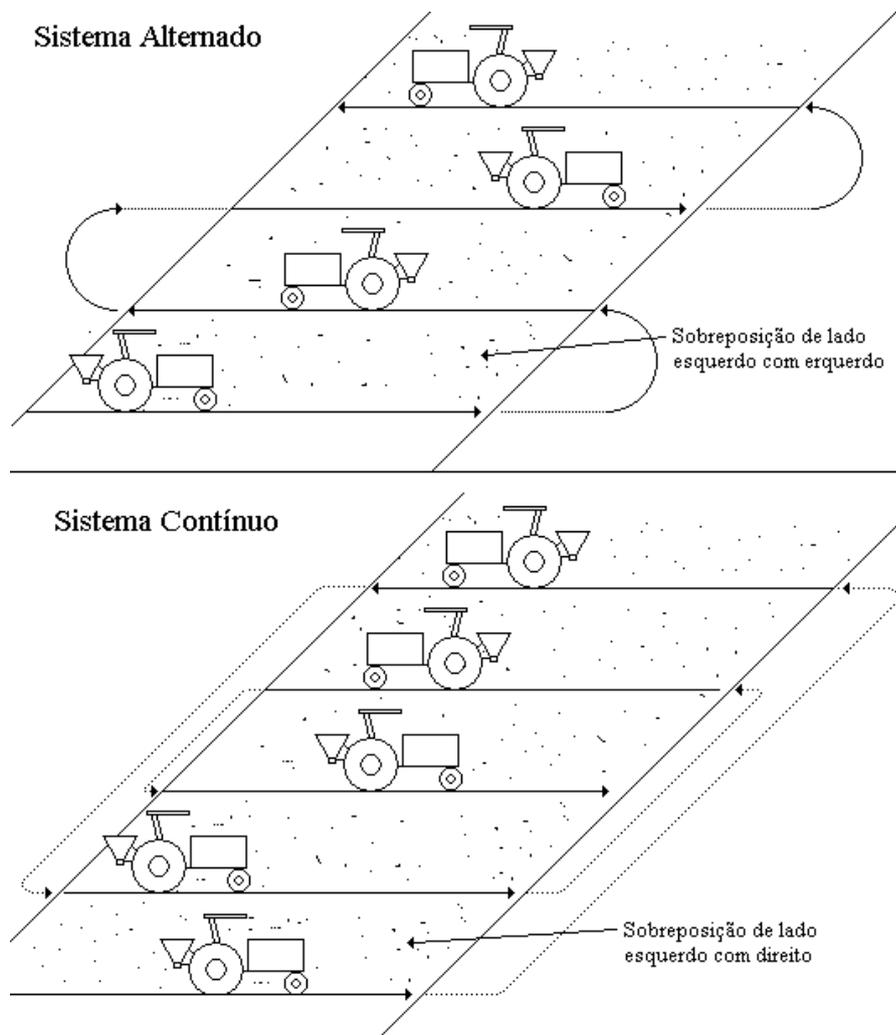
QUARTO PASSO - ANÁLISE DE RESULTADOS

Primeiramente deixa-se claro que a análise dos resultados é apenas uma orientação auxiliar para quem utiliza o Adulção 3.0, não devendo ser a única responsável pela formação da opinião final sobre a máquina utilizada.

O Coeficiente de Variação (CV%) é um parâmetro muito utilizado para medir disparidades em dados; é também bastante citado nesse manual. É calculado como sendo o valor do desvio padrão dividido pela média dos valores coletados. Assim sendo, nos diz qual a variação na quantidade de produto acumulada dentro de cada largura que se está simulando. Dessa forma, quanto maior for o valor do CV%, maior será a variação na quantidade do produto acumulado nos coletores após as devidas sobreposições em função da largura de trabalho simulada ou assumida.

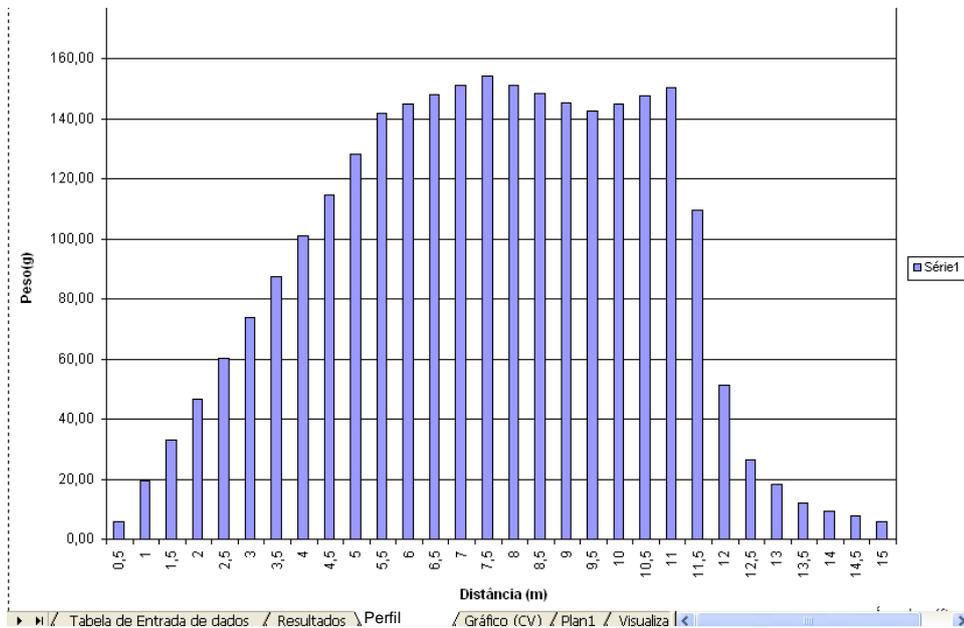
Dependendo do interesse, os perfis podem ou não ter a interpolação dos dados referentes ao rodado. Nos exemplos a seguir utilizam-se as duas formas.

Determinação do percurso a ser adotado:



Existem dois tipos principais de circuitos ou percursos: contínuo (fechando ou abrindo o quadro) e alternado (em “vai e vem”) com manobra nas cabeceiras do talhão. No circuito contínuo, existe a sobreposição de lado direito com lado esquerdo da

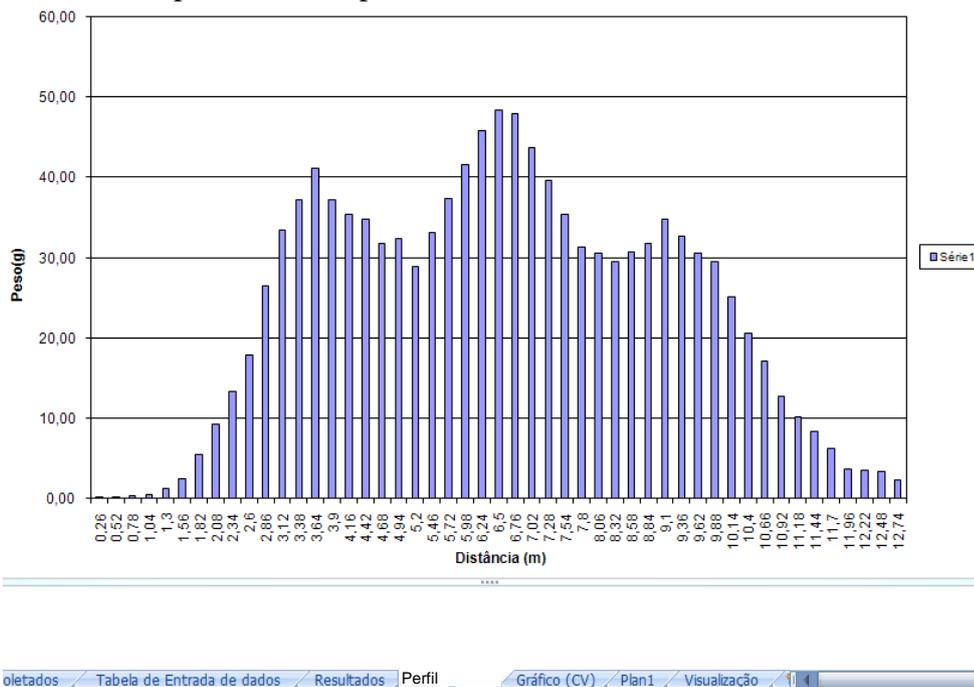
deposição da máquina e vice versa, minimizando possíveis desequilíbrios causados pela assimetria de deposição da máquina. Já no circuito alternado, lados iguais se sobrepõem somando eventuais assimetrias na distribuição do produto. Portanto, a simetria existente entre os dois lados da deposição de produto poderá, inclusive, definir o percurso adequado para uma dada máquina. Para tal, pode ser feita uma análise visual do perfil gerado pelo Adulção 3.0 a partir do teste com os coletores. Num primeiro momento, observe-se o exemplo da figura abaixo:



Exemplo de distribuição assimétrica de insumo.

Nota-se que existe certo desequilíbrio no perfil, com menos produto no lado esquerdo que no lado direito. Para essa máquina o circuito contínuo seria o mais adequado.

Agora observe este próximo exemplo:

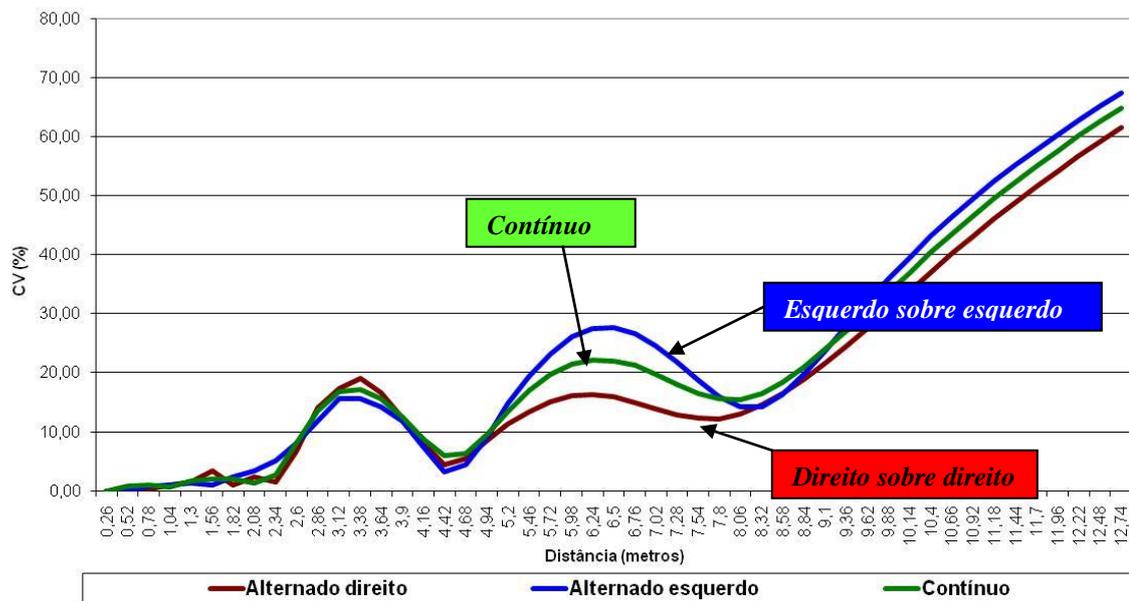


Exemplo de distribuição simétrica de insumo.

A distribuição do produto é relativamente simétrica, podendo mais seguramente ser feito o circuito alternado (“vai e vem”).

O programa Adulção 3.0 dispõe também da demonstração gráfica da sobreposição das passadas de acordo com o método de percurso adotado.

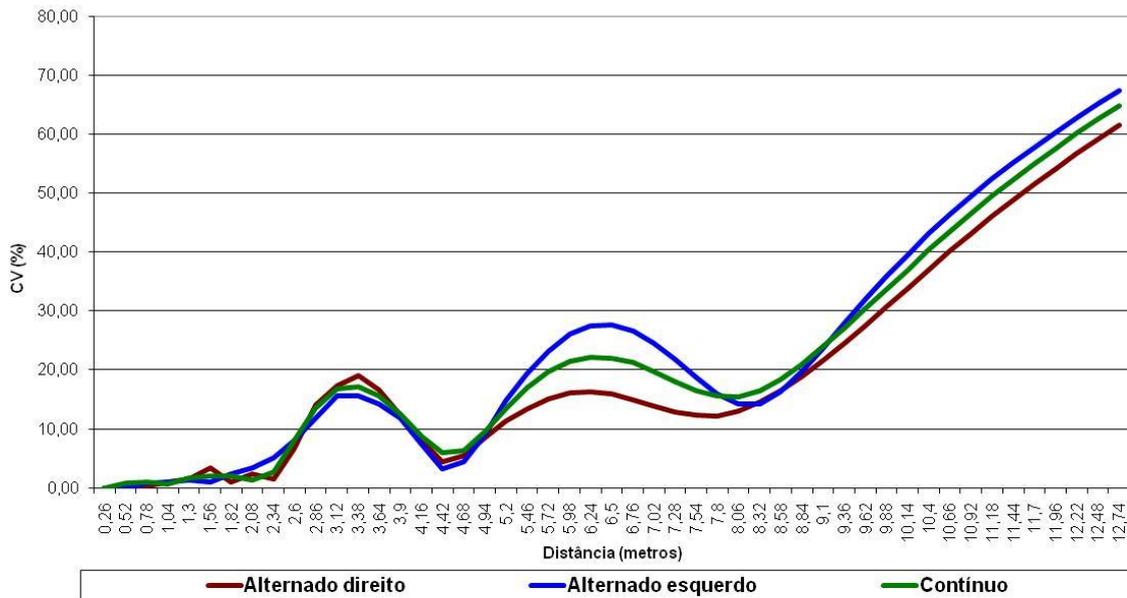
Observe no gráfico da figura que segue:



Neste exemplo de gráfico gerado mostrando o comportamento do coeficiente de variação para cada largura de trabalho e método de percurso simulado, a linha verde (sistema de percurso contínuo) retrata o coeficiente de variação simulando a utilização do percurso fechando ou abrindo o quadro. A linha azul demonstra a variação do CV% com a sobreposição de lados esquerdos em uma aplicação com circuito “vai e vem”, já a linha vermelha retrata o mesmo, porém para as sobreposições de lado direito. Isso significa que no percurso “vai e vem” para uma máquina que apresenta assimetria na sua deposição, poderá resultar em largura de trabalho diferenciada entre idas e vindas.

A largura de trabalho ideal (largura efetiva de trabalho) é aquela que, sendo a maior possível, apresenta um valor de CV% dentro do limite desejado.

O Adulção 3.0 trabalha com gráficos de CV% x largura de trabalho como o exemplificado abaixo:



O gráfico mostra as combinações de valores do CV% x Distância, correspondente às larguras de trabalho e apresenta os tipos de percurso (contínuo, alternado com sobreposição à esquerda e alternado com sobreposição à direita). A partir desse gráfico, pode-se determinar a “largura efetiva de trabalho”, ou seja, a largura de trabalho de maior eficiência do implemento dentro de um nível de desuniformidade da distribuição transversal aceitável. Na Europa, onde a aplicação de fertilizantes granulados a lança predomina, os valores de CV% do perfil transversal são fixados entre 12,5 e 15%. No caso do calcário, no Brasil se tem adotado CV% com valor limite de 20%.

Para o nosso exemplo, referente à aplicação de calcário, se o valor do CV% aceito for 20%, a “largura efetiva de trabalho” será de 9,00 m. No entanto, se o usuário for mais exigente em relação à qualidade da distribuição transversal, fixando um CV de 10%, a largura efetiva de trabalho será de 5,00 m.

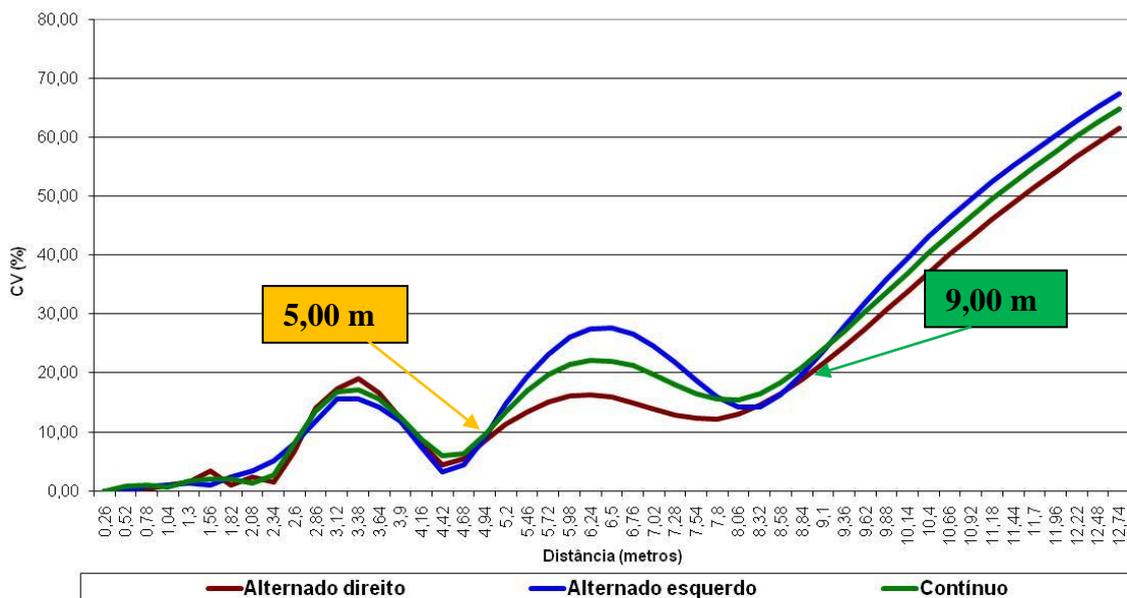


Gráfico do CV% x Distância (Largura de Trabalho) explicitando as larguras de trabalho para diferentes valores de CV% (10% e 20%) para o percurso contínuo.

A partir da largura efetiva de trabalho selecionada você pode simular as passadas e visualizar o resultado da aplicação (selecionando a pasta “Visualizar”). No espaço

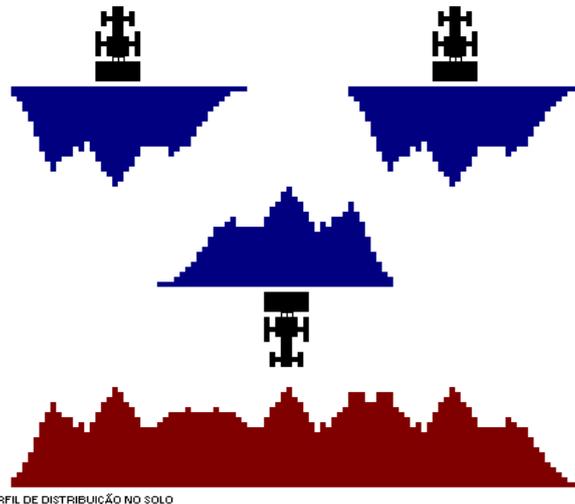
“largura da simulação” você vai digitar os valores selecionados para cada percurso. Em seguida desloque o cursor para fora desses campos e pressione. Agora a função estará disponível e basta pressionar no ícone “Simular”. Abaixo serão construídos os perfis com as sobreposições definidas nas larguras. Os altos e baixos serão tanto menores quanto menor for o CV selecionado para a respectiva largura efetiva.

Abaixo é apresentada a distribuição simulada do exemplo anterior para o percurso alternado, na largura efetiva de 8,5m, com CV de 20%.

Sugestões de largura:	1	2	3	Largura a simular
Sistema Alternado Direito	7,8	4,4	2,3	8,5
Sistema Alternado Esquerdo	8,1	4,4	1,6	8,5
Sistema Contínuo	8,1	4,4	2,1	8,5

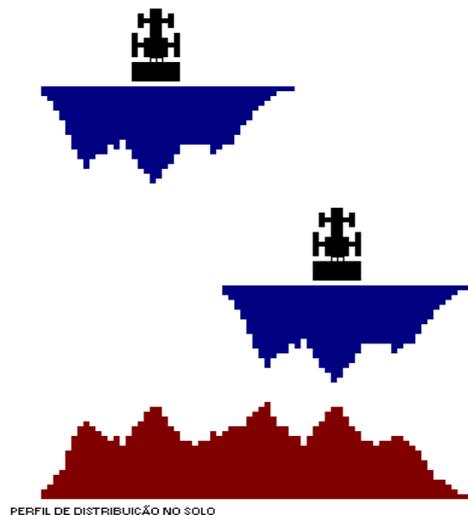
Simular

DISTRIBUIÇÃO SIMULADA PARA O SISTEMA ALTERNADO



Na seqüência é apresentada a mesma configuração para o percurso contínuo (8,5m de largura efetiva, com CV de 20%).

DISTRIBUIÇÃO SIMULADA PARA O SISTEMA CONTÍNUO

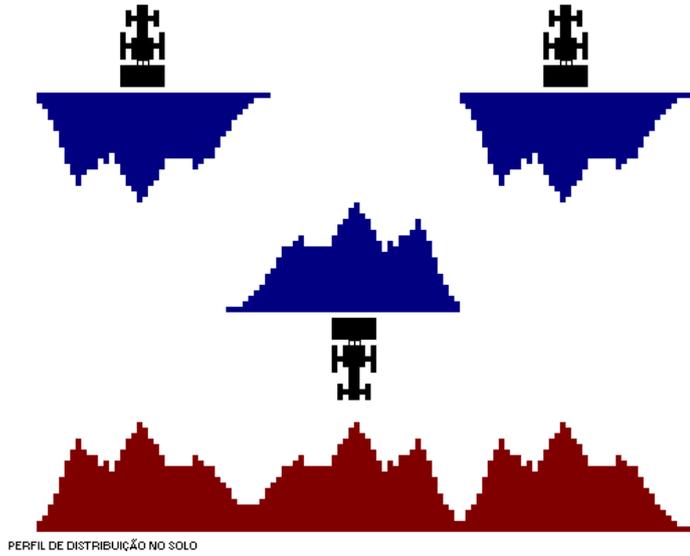


Se o CV for flexibilizado para 40% a largura efetiva será de 10 m, o que resultará na distribuição abaixo para o percurso alternado.

Sugestões de largura:	1	2	3	Largura a simular
Sistema Alternado Direito	7,8	4,4	2,3	10
Sistema Alternado Esquerdo	8,1	4,4	1,6	10
Sistema Contínuo	8,1	4,4	2,1	10

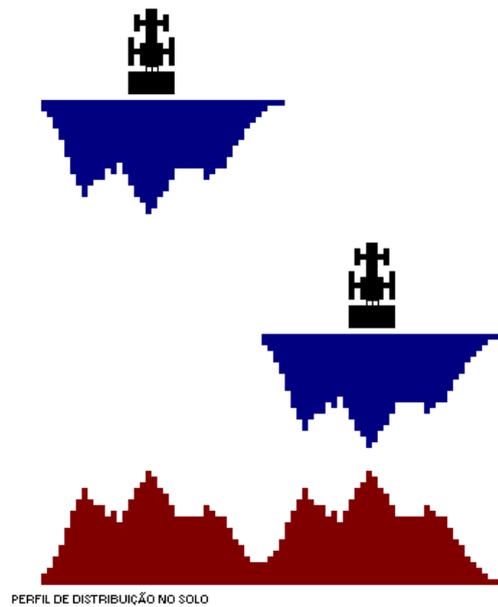
Simular

DISTRIBUIÇÃO SIMULADA PARA O SISTEMA ALTERNADO



Para o percurso contínuo e com a mesma configuração (largura efetiva de 10m, com CV de 40%), a distribuição será como mostrado na seqüência.

DISTRIBUIÇÃO SIMULADA PARA O SISTEMA CONTÍNUO



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GONÇALVES A. O.; MOLIN J. P.; MENEGATTI L. A. A. ADULÇÃO 2.0: software para análise de distribuição transversal. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 42-48, 2003.

ISO. Metodo de ensayos de distribuidores de abono “a voleo”. 5690/1. In: **Maquinaria para Siembra y abonado Métodos de ensayo**. Madri, 1981. p. 95-114.

MOLIN, J.P.; MAZZOTTI, H.C. **Influência da utilização e do tipo de amortecedores de ricochete em ensaios de aplicadores a lança**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 281-285, 2000.

MOLIN, J. P.; RUIZ, E. R. S. **Validação de métodos simplificados de determinação da largura efetiva para distribuidores de fertilizantes e corretivos a lança**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. Anais/CR-Rom. Sbea, 1999.

MOLIN, J.P.; COELHO, J. L. D.; VASARHELYI, A. **Programa computacional para análise de distribuição transversal em aplicadores de fertilizantes e corretivos a lança**. In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola e I Simpósio de Engenharia Agrícola do Cone Sul, Santa Maria, 1992. 4v. em 5: il.