

# Metodologia de Avaliação de Falhas nas Linhas de Cana-de-Açúcar

Rubismar Stolf

IAA/PLANALSUCAR, Araras — SP, Brasil

## RESUMO

Este trabalho propõe um modelo teórico acerca da ocorrência de falhas nas linhas da cana-de-açúcar, com base em curvas de distribuição.

Aplica a teoria comparando numa mesma área uma soqueira de 4º corte com dois tratamentos de cana-planta, permitindo determinar um tamanho ótimo de falhas, a partir do qual as falhas devem ser medidas para efeito de comparação entre duas áreas.

O valor obtido,  $X = 0.5$  m, é proposto como norma para sistemas em linha com distribuição contínua de muda nos sulcos, discutindo o aspecto de que a tentativa de alteração desse valor, provavelmente em nada contribua para o estudo, defendendo a necessidade de se utilizar um valor padrão. O modelo teórico permite explicar de uma maneira clara, porque o valor  $X = 0.5$  m obtido é próximo dos valores de um consenso, segundo o qual os produtores passam a considerar uma falha como tal.

A meta atingida por este trabalho, é descrita a partir do item "O Método Proposto para Avaliação de Falhas", onde, com base na teoria, mede-se apenas o que é essencial. O critério é extremamente simples, bastando contar e computar a somatória dos metros de falhas acima de 0.5 m, num determinado trecho de linha. Para tal, basta uma trena e uma peça de 0.5 m para, em caso de dúvida, definir se a falha é maior ou menor que esse valor: a partir do zero, a trena é esticada, consecutivamente em cada falha encontrada, de maneira que no final do trecho analisado o valor lido é a somatória de todas as falhas encontradas, não sendo necessário medir e anotar o tamanho de cada falha. São dadas informações acerca de: cuidados e épocas de avaliação, tamanho de parcela, manipulação dos dados. O trabalho termina avaliando o poder do critério através de suas características, prevendo algumas de suas possíveis aplicações.

## INTRODUÇÃO

"Falhas" nas linhas de cana é um termo muito popular entre produtores e pesquisadores. Mas, na tentativa de quantificá-las, normalmente utiliza-se a população de col-

mos. No entanto, falha é falha e população é população.

Qual é o significado isolado da informação de que um canavial tem 11 colmos/m? Nós não podemos nem mesmo dizer se esse canavial é mais falhado que um outro com 12 colmos/m.

Porém, se fosse possível traduzir numericamente seu estado quanto a ocorrência de falhas e dizer que uma área tem 30% de falhas e outra 10%, e ter uma idéia das perdas devido ao maior índice, isto seria diferente. Assim, independente do local, variedade e época, é desejável que esse índice seja menor, dando um caráter absoluto à avaliação (10% de falhas é melhor que 30%). Porém, para determinar a importância de um parâmetro, faz-se necessário primeiro estabelecer-se um método consistente para medi-lo.

Assim como para estudar potássio é necessário primeiro desenvolver métodos para medir potássio, falha necessita de método. Este trabalho contém toda a experiência sobre o assunto desde seu início em 1978 até o presente, envolvendo o desenvolvimento do método<sup>(1)</sup>, sua calibração<sup>(2)</sup>, aplicações em áreas de experimento e áreas extensivas.

## TEORIA

### • Definição de Falhas.

Neste trabalho define-se falha como a projeção da distância entre duas canas consecutivas ao longo da linha de cana, distância essa, medida de centro a centro dos colmos ao nível do solo (Figura 1).

Segundo a definição estabelecida, o canavial é por natureza falhado e tem uma propriedade interessante: qualquer canavial que tenha por exemplo 1000 colmos num trecho de 100 m, terá necessariamente 1000 falhas, cuja somatória dos tamanhos resulta em 100 m. Este trecho é composto portanto, de falhas de tamanho variado, ocorrendo falhas muito pequenas, tendendo a zero quando ocorrer projeções das distâncias entre 2 colmos praticamente coincidentes. Considerando-se que as falhas maiores são indesejáveis, um canavial pode ser considerado mais falhado se nele predominar falhas maiores em relação a outro canavial. Mas, a partir de que tamanho de falha ocorre esse predomínio?

### • Curva de Distribuição.

Considerando um caso ideal de plantio, com uma distribuição perfeitamente simétrica da muda com 12 gemas/m, tem-se uma gema a cada 8 cm. Considerando o fenômeno de perfilhamento, ocorrem espaços entre colmos de distâncias quase nulas. A ocorrência de espaços maiores é regida por leis probabilísticas. Se, o índice de germinação for de 50% emergirão 6 perfilhos primários/m em média, mas isso não significa que a cada 2 gemas consecutivas, 1 sempre germina. Encontrando-se um espaço sem colmos de 1 m, significa que nesse trecho, no mínimo 12 gemas consecutivas deixaram de germinar (já que o perfilhamento tende a reduzir os espaços até certos limites) apesar de ter havido uma emergência de 6 gemas/m nesse canavial.

Portanto, quanto maior for a falha menor será sua frequência, já que o menor será a probabilidade de uma série consecutiva de gemas muito grande deixarem de germinar. Assim, a curva de distribuição de falhas esperada de um canavial normal, é uma exponencial decrescente com o aumento do tamanho (Figura 2a). Como a somatória do número de falhas é numericamente igual à população, se somarmos o número de falhas de todas as classes da Figura 2a, teríamos a população/100 m de linha.

Considerando 2 canaviais, é de consenso geral, que o mais falhado é aquele que possui mais falhas nas classes superiores. Portanto, o canavial mais falhado terá necessariamente que apresentar menor nº de falhas abaixo de determinado tamanho. Isso obriga as curvas de distribuição cruzarem-se num ponto X, segundo a Figura 2a.

Agora cabe uma pergunta — Por que um canavial é mais falhado do que outro? Do ponto de vista estatístico, simplesmente porque a partir de determinado tamanho X ele contém maior nº de falhas. E abaixo de X? Pelo contrário, o mais falhado tende a ter menos falha.

A compreensão de que as curvas cruzam-se, é facilitada usando-se outra maneira de se expressar a curva de distribuição: multiplicando-se o nº de falhas/100 m de linha pelo tamanho médio da classe correspondente, obtém-se a quantidade de falhas em metros/100 m de cada classe (% de fa-



Figura 1 — Distância entre duas projeções consecutivas =  $x$  (tamanho de uma dada falha).  
 Obs: note que  $x_1$  e  $x_2$  não são falhas, e sim  $x_1 + x_2 = x$  (falha de bordadura).

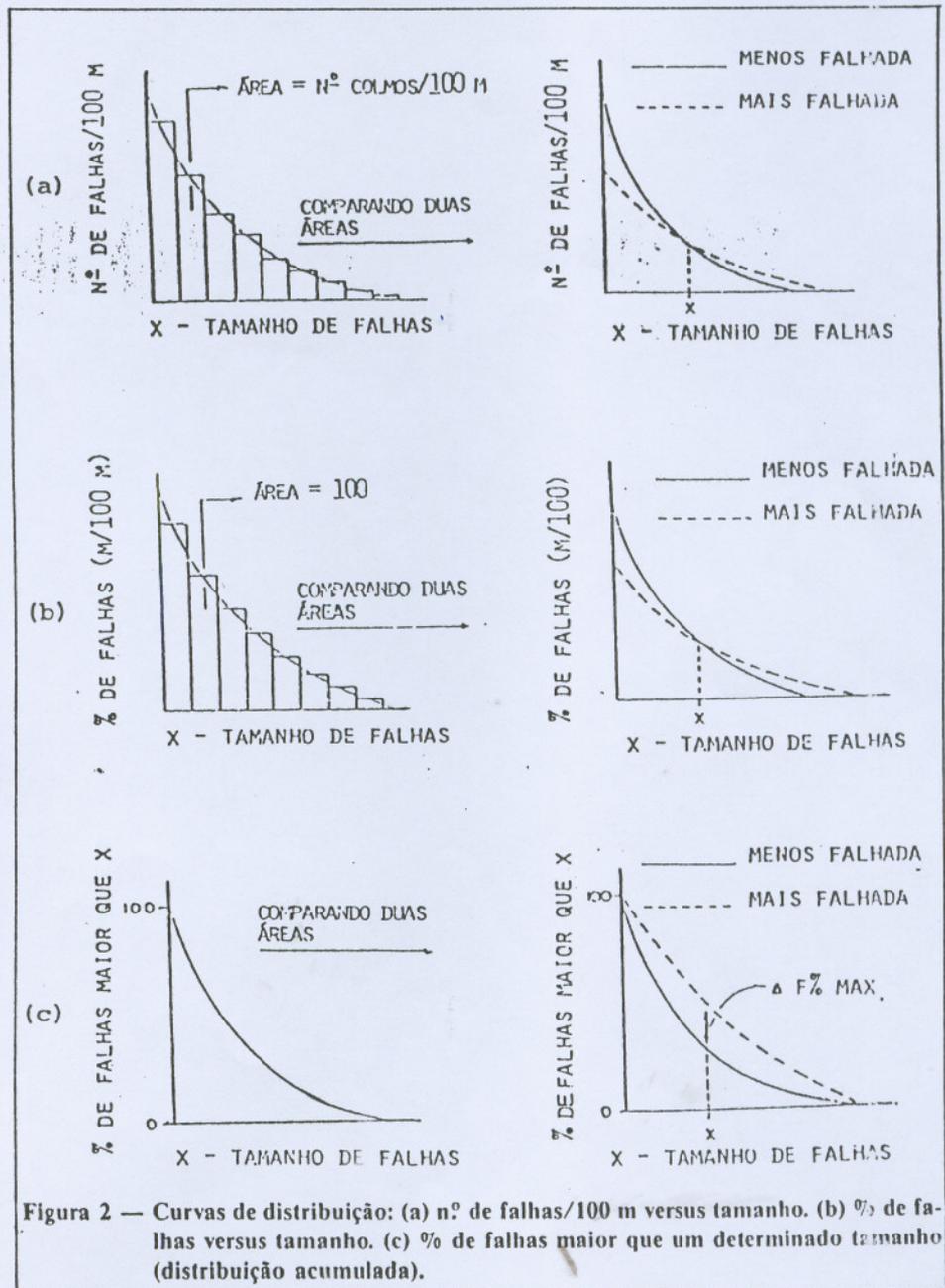
lhas), segundo a Figura 2b. De acordo com a definição de falha, a área abaixo dessa curva é a somatória do comprimento de todas as falhas, sendo uma constante e igual a 100 na unidade m/100 m, para intervalos de classe de amplitude unitária. Assim, a integral dessa curva é igual a 100 para qualquer canalial. Se o canalial mais falhado tem mais metros de falhas para as classes maiores, necessariamente terá que ter menos metros de falhas para classes menores, para que as áreas permaneçam iguais e portanto, cruzando-se necessariamente (Figura 2b).

A Figura 2c corresponde à integral da Figura 2b, a partir de um dado valor  $x$ , ou seja, a distribuição acumulada das falhas em m/100 m. Ela é obtida fazendo-se a somatória em ordem decrescente das classes de % de falhas. Nessa curva, para  $x = 0$ , a % de falhas em m/100 m = 100.

Nessa maneira de representar, a curva do canalial falhado posiciona-se acima do canalial menos falhado, porém elas tendem a encontrar-se nas extremidades. Portanto, considerando-se todas as falhas maiores que um valor muito pequeno, tendendo a zero, todo canalial será falhado (100%). Considerando-se a % de falha acima de um tamanho muito grande, nenhum canalial terá falha.

Portanto, para comparar dois canaliais deve-se estabelecer um ponto  $X$ , tal que maximize a diferença  $\Delta F\%$  entre dois canaliais, com diferentes quantidades de falhas. O ponto  $X$  da figura 2c é o mesmo ponto de cruzamento das Figuras 2a e 2b.

Determinando-se o ponto  $X$  para comparar dois canaliais, bastaria levantar a porcentagem de falhas (m de falhas/100 m de sulco) acima de  $X$ . Não seria necessário discriminar os diversos intervalos de falha acima de  $X$ , já que sua ocorrência segue uma lei de distribuição definida, podendo por-



tanto, expressar o estado do canal por apenas um número:

$$F\% = \frac{\sum \text{dos comprimentos das falhas acima de X em m}}{100 \text{ m}}$$

## MATERIAL E MÉTODO

Para aplicar a teoria, aproveitou-se um ensaio, STOLF<sup>1</sup>, instalado em dezembro de 1978, que comparava três tratamentos da variedade CB47-89:

P — plantio convencional. As parcelas foram reformadas convencionalmente, utilizando-se em média 12 gemas/m de sulco.

T — transplântio de soqueira. As soqueiras de 4º corte das parcelas, foram arrancadas, subdivididas em touceiras menores e rearranjadas em sulcos, procurando dessa maneira diminuir os espaços maiores. Na realidade é um tratamento de reforma cuja fonte de muda é a soqueira do próprio local.

S — soqueira antiga. Área não reformada, da mesma soqueira conduzindo-a para o 5º corte.

O espaçamento adotado foi o de 1.4 m igual para todos.

O levantamento das falhas foi realizado nos

20 m de linhas centrais das parcelas, 4.4 meses após a instalação. Para tal, esticou-se um barbante ao nível do solo, próximo a linha de cana, segundo a Figura 1. O centro de todos os colmos e perfilhos, foram projetados no barbante e mediu-se a distância entre duas marcas consecutivas quaisquer.

O tratamento P e T foram locados em blocos casualizados em nº de 10. O tratamento S, constituiu-se de 4 parcelas locadas lateralmente ao ensaio.

Assim, o comprimento analisado de cada tratamento foi:

$$\begin{aligned} \text{P e T} &— 10 \text{ parcelas de } 20 \text{ m} = 200 \text{ m} \\ \text{S} &— 04 \text{ parcelas de } 20 \text{ m} = 80 \text{ m} \end{aligned}$$

Os dados a partir de 0.1 m, foram agrupados em classes de amplitude de 0.1 m e, transformados em Nº de falhas/100 m de linha e analisados.

## DADOS OBTIDOS E ANÁLISE

A Tabela 1 contém os dados obtidos. Um exemplo esclarece como foi gerada. Tomemos a classe 0.6 – 0.7 m do tratamento P. Nos 200 m analisados encontrou-se 13 falhas entre 0.6 e 0.7. Transformando-se em 100 m, tem-se em média 6.5 falhas/100 m,

(coluna 1). Em 100 m essa classe de falhas corresponde a  $6.5 \times 0.65 = 4.2$  m de linha, ou seja, 4.2% (coluna 2).

O número total de falhas maiores que 0.6 m é dado por  $6.5 + 0.5 + 1.0 + 0.5 + 0.5 + 0.5 = 9.5$ , ou seja, 9.5 falhas/100 m maiores que 0.6 m (coluna 3).

A somatória do comprimento das falhas maiores que 0.6 m é dado por  $4.2 + 0.4 + 0.9 + 0.5 + 0.6 + 0.7 = 7.3$  m/100 m, ou seja, 7.3% (coluna 4).

A distância média sem falhas maiores que 0.6 m, é dada por  $(100 - 7.3)/9.5 = 9.8$  m. Em outras palavras, para se encontrar uma falha maior que 0.6 m é necessário caminhar em média 9.8 m.

### • Determinação do Ponto X

O tratamento S corresponde a uma soqueira de 4º corte, que deveria ser reformada mas foi conduzida para mais cortes. Os tratamentos P e T correspondem aos tratamentos de reforma da área, ou seja, de recuperação utilizando a mesma variedade.

Após 4.4 meses da instalação do ensaio, através de inspeções visuais, verificava-se um comportamento semelhante entre os tratamentos de reforma P e T, ambos apresentando uma distribuição mais homogênea de colmos ao longo das linhas de plan-

Tabela 1 — Ocorrência de falhas nos tratamentos. Coluna 1: nº de falhas/100 m de sulco. Coluna 2: % de falhas em m/100 m (centros das classes multiplicados pela coluna 1. Coluna 3: nº de falhas/100 m de sulco maiores que o limite inferior da classe (somatória da coluna 1 em ordem decrescente de classe). Coluna 4: % de falhas em m/100 m de sulco maiores que o limite inferior da classe (somatória da coluna 2 em ordem decrescente de classe). Coluna 5: metros de sulco necessário para encontrar uma falha maior que o limite inferior da classe (100 - coluna 4) / coluna 3.

(Classes) de Falhas (m)	Plantio (P)					Transplântio (T)					Soqueira Remanescente (S)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0-0.1		44.0*		100			40.7*		100			39.4*		100	
0.1-0.2	128.0	19.2	226.0	56.0	0.2	73.5	11.0	205.5	59.3	0.2	96.3	14.4	199.1	60.6	0.2
0.2-0.3	45.0	11.3	98.0	36.8	0.6	53.0	13.3	132.0	48.3	0.4	33.8	8.5	102.8	46.2	0.5
0.3-0.4	23.0	8.1	53.0	25.5	1.4	34.5	12.1	79.0	35.0	0.8	20.0	7.0	69.0	37.7	0.9
0.4-0.5	12.0	5.4	30.0	17.4	2.8	26.5	11.9	44.5	22.9	1.7	13.8	6.2	49.0	30.7	1.4
0.5-0.6	8.5	4.7	18.0	12.0	4.9	14.0	7.7	18.0	11.0	4.9	12.5	6.9	35.2	24.5	2.1
0.6-0.7	6.5	4.2	9.5	7.3	9.8	1.5	1.0	4.0	3.3	24.2	8.8	5.7	22.7	17.6	3.6
0.7-0.8	0.5	0.4	3.0	3.1	32.3	1.0	0.8	2.5	2.3	39.1	5.0	3.8	13.9	11.5	6.3
0.8-0.9	1.0	0.9	2.5	2.7	38.9	0.5	0.4	1.5	1.5	65.7	6.3	5.4	8.9	8.1	10.3
0.9-1.0	0.5	0.5	1.5	1.8	65.5	0.5	0.5	1.0	1.1	98.9	1.3	1.2	2.6	2.7	37.4
1.0-1.1	0	0	1.0	1.3	98.7	0	0	0.5	0.6	198.8	0	0	1.3	1.5	75.8
1.1-1.2	0	0	1.0	1.3	98.7	0	0	0.5	0.6	198.8	1.3	1.5	1.3	1.5	75.8
1.2-1.3	0.5	0.6	1.0	1.3	98.7	0.5	0.6	0.5	0.6	198.8	—	—	—	—	—
1.3-1.4	0.5	0.7	0.5	0.7	198.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SOMA		100					100					100			

\* Valores obtidos por diferença (ex:  $100 - 56 = 44$ ).

tio, em relação ao tratamento S.

Assim, determinar-se-á o ponto X para P e T, tomando como testemunha a área falhada S.

A Figura 3 contém o método gráfico de determinação. Foi elaborada a partir da Tabela 1: Figura 3a - dados da coluna 1, Figura 3b - dados da coluna 2, Figura 3c - dados da coluna 4. As Figuras 3a e 3b, são histogramas nos quais foram colocados apenas os pontos correspondentes aos centros de classe.

Os pontos obtidos graficamente foram: P versus S: X = 0,4 m e T versus S: X = 0,6 m.

Analisando esses valores, dois aspectos tornam-se salientes:

(1) Por que os valores X obtidos resultaram tão próximos, já que os tratamentos de recuperação P e T foram estabelecidos de maneira tão diferentes?

Isso mostra que o canavial não é um caos. Quando se coloca uma série de gemas próximas uma das outras, a ocorrência de espaços maiores estão sujeitas a uma lei de distribuição geral, independentemente da fonte de muda. Em outras palavras, quando se redistribuiu as soqueiras (T), sua curva de distribuição assemelhou-se à do plantio convencional (P), indicando que do ponto de vista do fenômeno em estudo, a canaplanta é apenas uma soqueira (S) de melhor distribuição havendo uma lei comum regendo o fenômeno para todos os tratamentos.

(2) Por que os resultados obtidos de X, de uma maneira aproximada, coincidem com o tamanho de falha, acima do qual tanto os produtores como os pesquisadores, ten-

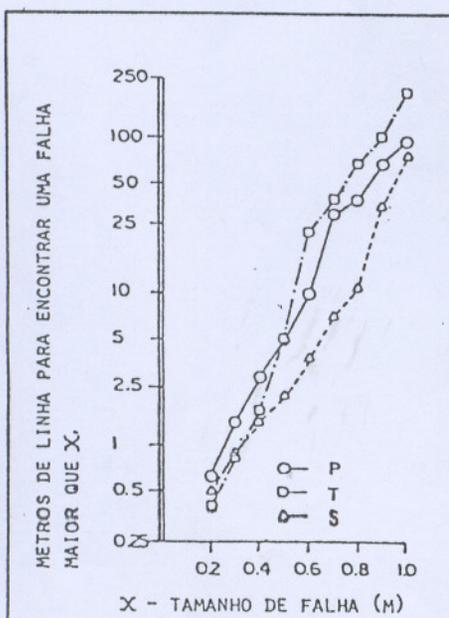


Figura 4 — Distância a ser percorrida para encontrar uma falha maior que determinado tamanho (escala logarítmica).

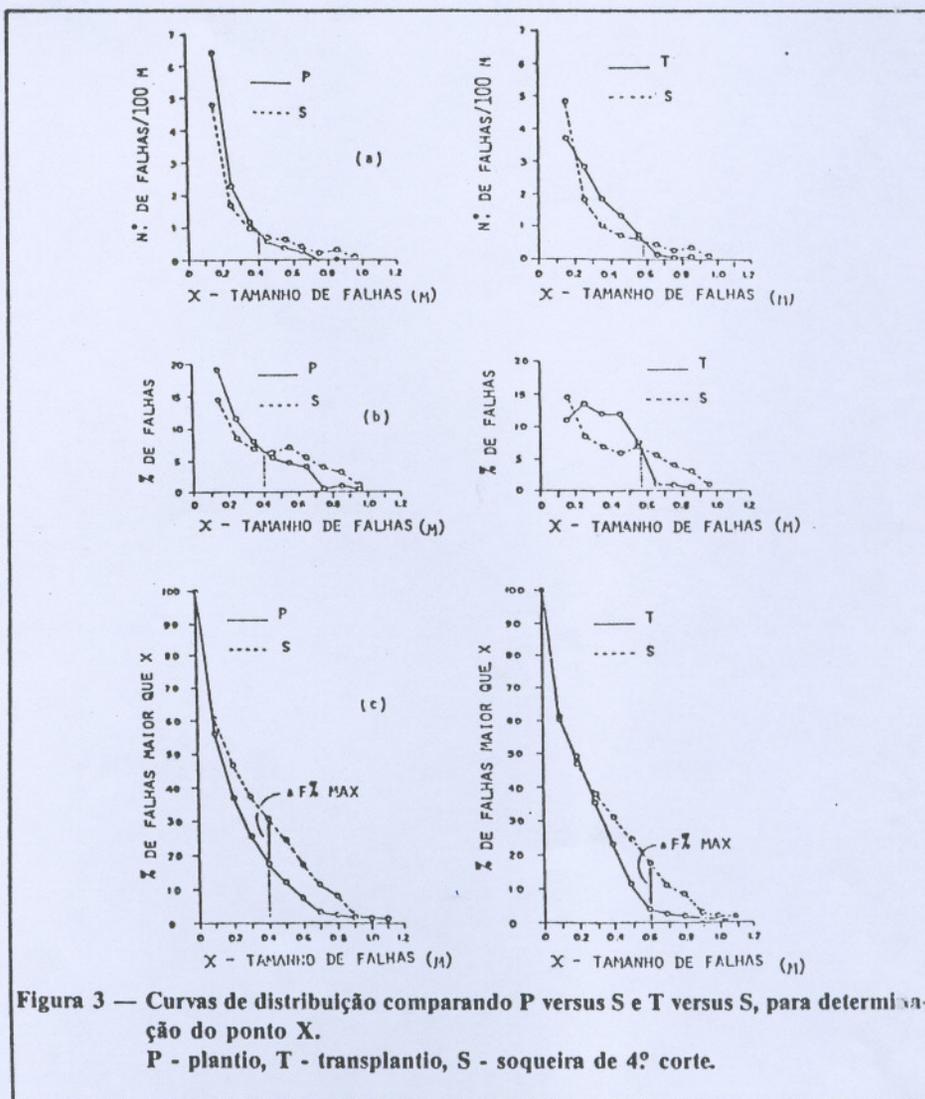


Figura 3 — Curvas de distribuição comparando P versus S e T versus S, para determinação do ponto X. P - plantio, T - transplântio, S - soqueira de 4º corte.

dem a considerar indesejável sua ocorrência?

Isto porque os valores de X obtidos estatisticamente, mostram uma realidade que o produtor vê! caminhando-se ao longo das linhas dos três tratamentos, ver-se-ia que o tratamento S distingue-se dos demais por apresentar maior Nº de falhas, apenas e tão somente, para tamanhos maiores que cerca de 0,5 m.

Portanto, o produtor "vê" a Figura 3a, que é apresentada de uma maneira quantitativa pela Figura 3b, de uma integrada na Figura 3c. Vox Populi, Vox Dei!

- Convencionando X = 0,5 m:

Tirando-se a média dos valores obtêm-se X = 0,5 m. Portanto este trabalho propõe que se utilize convencionalmente X = 0,5 m e, esse aspecto é importante para que os trabalhos oriundos de diferentes regiões possam ser comparados.

Note que um valor um pouco maior ou menor que 0,5 m, não altera consideravelmente os resultados em termos de diferença ( $\Delta$

F%), entre os sistemas da Figura 3c, o que pode ser visto numericamente fazendo-se P menos S e T menos S para a coluna 4 da Tabela 1. Contudo, altera o valor absoluto de F%, o que impediria a comparação entre dados oriundos de diferentes valores de X adotados. Portanto, a tentativa de alterar o valor de X pouco acima, pouco abaixo do obtido, é irrelevante, sendo importante adotar um único valor padrão.

Porém, se fosse estabelecido um valor limite muito menor 0,3 m, passar-se-ia a considerar classes de falhas muito comuns nos bons plantios. Por outro lado, a adoção de um valor muito maior, por exemplo, 1 m, o método terá sua precisão diminuída, sendo necessário aumentar muito a amostragem, já que a frequência de ocorrência das falhas diminui exponencialmente com o seu tamanho. A figura 4 é referente aos dados da Tabela 1, coluna 5. Note que no tratamento mais falhado (S), para encontrar-se uma falha maior que 1,0 m, são necessários caminhar em média 75,8 m.

Em resumo, o valor X = 0,5 m está de acor-

do com dois princípios básicos de estabelecimento de métodos: X que conduz a máxima sensibilidade ( $\Delta F\%$  max.) e o de estabilidade (uma variação de X entre 0.4 e 0.7, não conduz a uma grande variação de  $\Delta F\%$ ).

• O que fazer com as falhas maiores que  $X = 0.5m$ :

Medir o tamanho de cada falha, dividir em intervalos de tamanho e levantar a curva de distribuição para comparar dois canaviais, na prática seria um contra-senso. A idéia geral é de se traduzir os valores em um número, já que se conhece a forma da curva de distribuição. Poder-se-ia utilizar a média ou a moda. Mas, seriam estes parâmetros representativos do sistema?

Considerando apenas as falhas maiores que 0.5 m, segundo a Figura 2a e 2b, sua distribuição é uma exponencial decrescente a partir de 0.5 m, fazendo com que a moda esteja próxima de 0.5 m e o tamanho médio (T.M.) sofra uma variação pequena entre os canaviais (Figura 5).

Não sendo a média (T.M.), nem a moda, resta a área, isto é, ou o N° total N de falhas/100 m (coluna 3), ou o comprimento

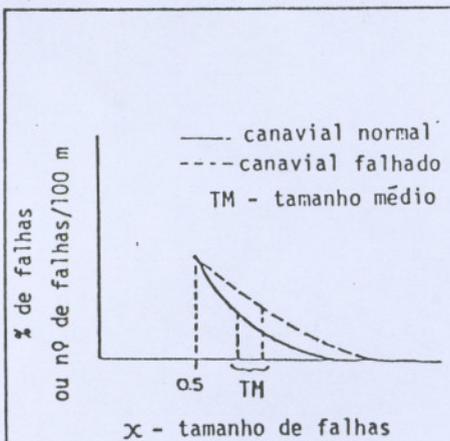


Figura 5 — Porção da curva de distribuição acima de 0,5 m.

total de falhas (F%) em m/100 m (coluna 4, Figura 3c), ou ambos para valores acima de 0.5 m.

Comparemos então os 3 tratamentos:

Falhas > 0.5	P	T	S	
N/100 m	18.0	18.0	35.2	coluna 3 Tabela 1
F% (m/100 m)	12.0	11.0	24.5	coluna 4 Tabela 1
Tamanho médio T.M. = (F%/N)	0.67	0.61	0.70	

Note a distinção clara dos tratamentos de reforma (P e T), em relação à soqueira de 4° corte (S), quando se utiliza os parâmetros N e F%.

Portanto, a proposta é que em levantamentos determine-se N/100 m e F%. Definidos esses aspectos, o levantamento em termos práticos torna-se extremamente simples:

### O MÉTODO PROPOSTO PARA AVALIAÇÃO DE FALHAS

Considerando-se apenas as falhas maiores que 0.5 m, demarca-se um determinado comprimento de sulco (por exemplo: 20 m). Subseqüentemente, vai-se contando e acumulando o comprimento das falhas, não sendo necessário anotar o comprimento de uma por uma (em última instância, este é o mérito prático do trabalho).

A Figura 6 contém esquemas ilustrativos. Coloca-se o zero da trena no início da 1ª falha encontrada e estica-se até o seu término. Ao encontrar a 2ª falha, coloca-se

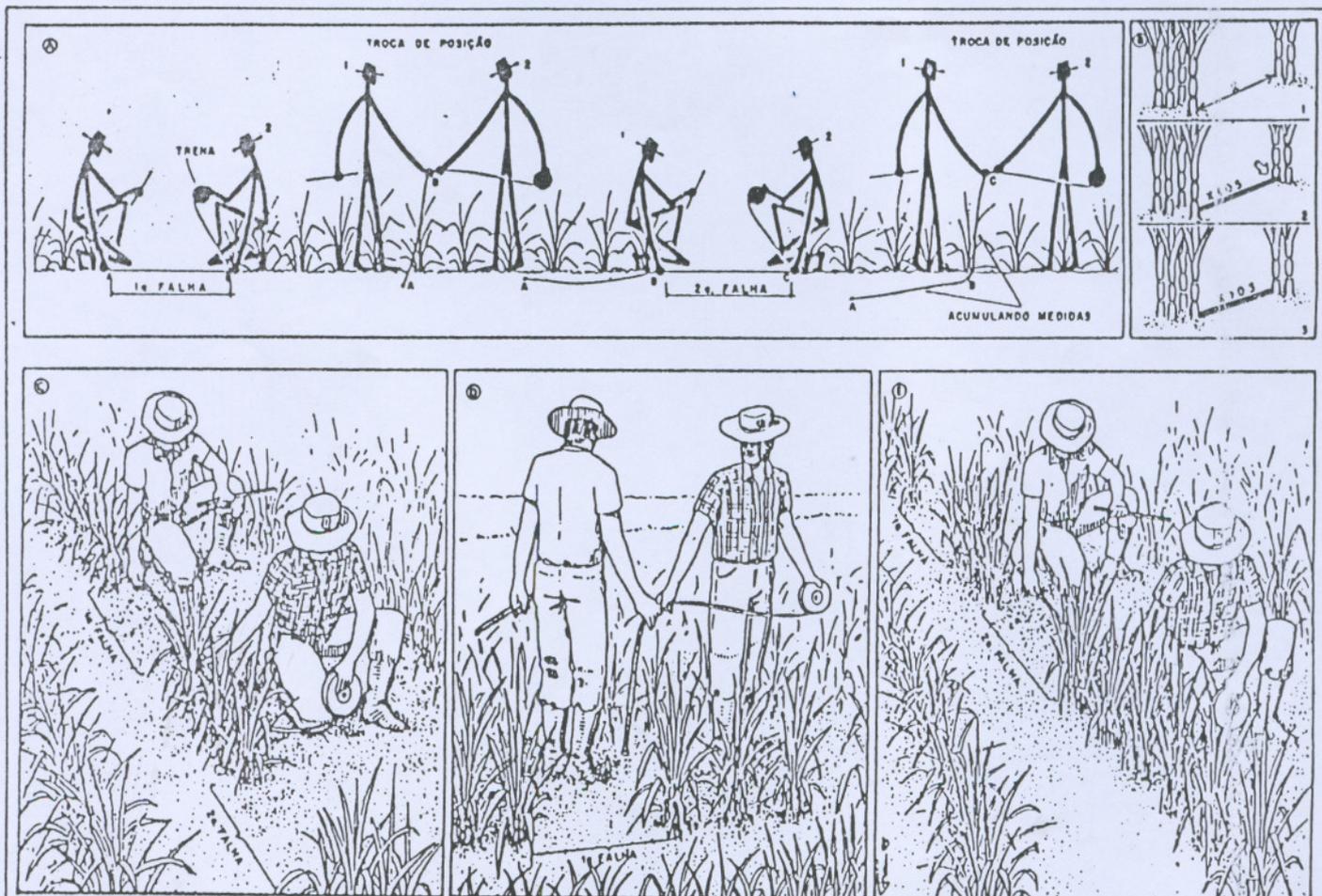


Figura 6 — Esquema ilustrativo da aplicação do método. Atente para os detalhes da utilização da peça de 0,5 m (esquema b).

na de maneira a coincidir o valor final 1ª falha com o início da 2ª falha, e assim sucessivamente, acumulando os comprimentos. No término, o valor lido será a somatória do comprimento das falhas maiores que 0.5 m. Por facilidade aconselha-se que o levantamento seja realizado por duas pessoas para permitir o estiramento da trena nas falhas. Uma delas deve levar consigo, em uma das mãos, uma peça de 0.5 m, para, se for o caso, decidir se a falha é maior ou menor que esse valor. No caminhamento ao longo dos sulcos, esticando a trena nas falhas, um deles conta o N° de falhas encontradas. No final anota-se a leitura da trena e o N° de falhas. O método deve ser aplicado a partir do fechamento do canavial quando os espaços vazios estão bem estabelecidos, tanto para cana-planta como para cana soca. Porém, em soqueiras, os rizomas estão bem implantados, havendo uma germinação e perfilhamento mais homogêneos, podendo-se antecipar a avaliação.

Como medida prática de padronização, sugere-se que se adote o critério, considerando falha a distância entre duas canas consecutivas, a partir dos seus limites. Quando se encontrar falhas próximas de 0.5 m de uma maneira bem uniforme (Figura 6). Apesar de raro, pode-se encontrar uma falha de por exemplo, 0.8 m, com um colmo de desenvolvimento atrasado no centro, subdividindo-a. Por questão de padronização, se a planta estiver viva, independente de seu desenvolvimento, considera-se que são duas falhas, verificando-se se algumas delas é maior que 0.5 m.

1º Exemplo:

Numa distância de 20 m de linha de cana, contaram-se 4 falhas e o valor final lido na trena esticada, consecutivamente em cada uma delas foi de 2.6 m. Transformando-se os valores para 100 m de linha, obtem-se 20 falhas, totalizando 13 m.

Portanto, segundo a amostragem, ocorrem 13% da área com falhas maiores que 0.5 m, com um tamanho médio de 0.65 m (13/20). Caminhando ao longo da linha, encontraria-se uma dessas falhas em média a cada 4.4 m, ou seja  $\frac{100 - 13}{20}$ .

• Parâmetros do Método:

Definindo-se portanto os parâmetros resultantes do método e lembrando que se referem sempre às falhas maiores que 0.5 m, tem-se:

a) Porcentagem de falhas (F%)

Corresponde aos metros de falhas por 100 m de sulco ou linha de soqueira

$$F\% = \frac{\text{comprimento total das falhas encontradas}}{\text{comprimento total do trecho de linha analisado}} \times 100$$

b) Tamanho médio das falhas (TM)

$$TM = \frac{\text{comprimento total das falhas encontradas}}{N^\circ \text{ de falhas}}$$

ou

$$TM = \frac{F\%}{N^\circ \text{ de falhas por } 100 \text{ m}}$$

c) Frequência de ocorrência de falhas (FREQ)

Esse parâmetro estima quantos metros de linha ocorre sem falhas para cada falha. Seria o oposto da falha. Em outras palavras, a distância média que se percorre ao longo das linhas para encontrar uma falha:

$$FREQ = \frac{100 - F\%}{N^\circ \text{ de falhas por } 100 \text{ m}}$$

A interdependência entre os três parâmetros é dada por:

$$FREQ = \frac{100 - F}{F} \cdot TM, \text{ isto é, conhecido dois deles o } 3^\circ \text{ é decorrente.}$$

O parâmetro básico do método é F%. Os parâmetros TM e FREQ são apenas auxiliares e, só serão obtidos se evidentemente durante as medidas forem feitas as contagens.

2º Exemplo:

Num trecho de linha de 100 m, contou-se 37 falhas com um comprimento total de 30 m.

Portanto:

$$\begin{aligned} F &= 30\% \\ TM &= 0.81 \text{ m} \\ FREQ &= 1.89 \text{ m} \end{aligned}$$

Assim, 30% do canavial está falhado e as falhas ocorrem a cada cerca de 1.89 m de linha, com um tamanho médio de 0.81m. Os dois últimos valores auxiliam apenas a obter-se uma visão física do canavial e, à medida que se ganha experiência no uso do método, eles podem ser abandonados visando a simplicidade em trabalhos extensivos. Isto porque, quando F% aumenta, TM au-

menta e FREQ diminui.

A metodologia de coleta pode ser repetida um certo número de vezes na área problema, tirando-se a média de F% e N°/ 100 m. O dado que deve ser analisado estatisticamente é F%, para comparação de duas situações. O resultado final é F% médio, apresentando-se juntamente os dois dados auxiliares T.M. e FREQ., calculados através dos valores médios de N/100 m. Estes aspectos serão detalhados em itens posteriores.

• Simulação gráfica do canavial:

Os parâmetros auxiliares TM e FREQ foram desenvolvidos para permitir uma idéia física do canavial, que pode ser traduzida em gráfico.

Tomemos um exemplo real:

Canavial	F	TM	FREQ
1	7.6%	0.68 m	8.3 m
2	28.2%	0.82 m	2.1 m
3	53.1%	1.0 m	0.88 m

Na Figura 7 estão representados os três canaviais. Constitue-se em intercalar FREQ com TM.

Evidentemente, é um modelo gráfico aproximado, mas que permite simular uma vista aérea do canavial.

• Calibração do Método

Após o estabelecimento do método, realizou-se um trabalho paralelo (STOLF et alii)<sup>2</sup> de calibração para três locais e duas variedades em cana-planta. Os dados constam da Tabela 2. Ela estima as perdas de rendimento agrícola devido as falhas para as demais condições constantes.

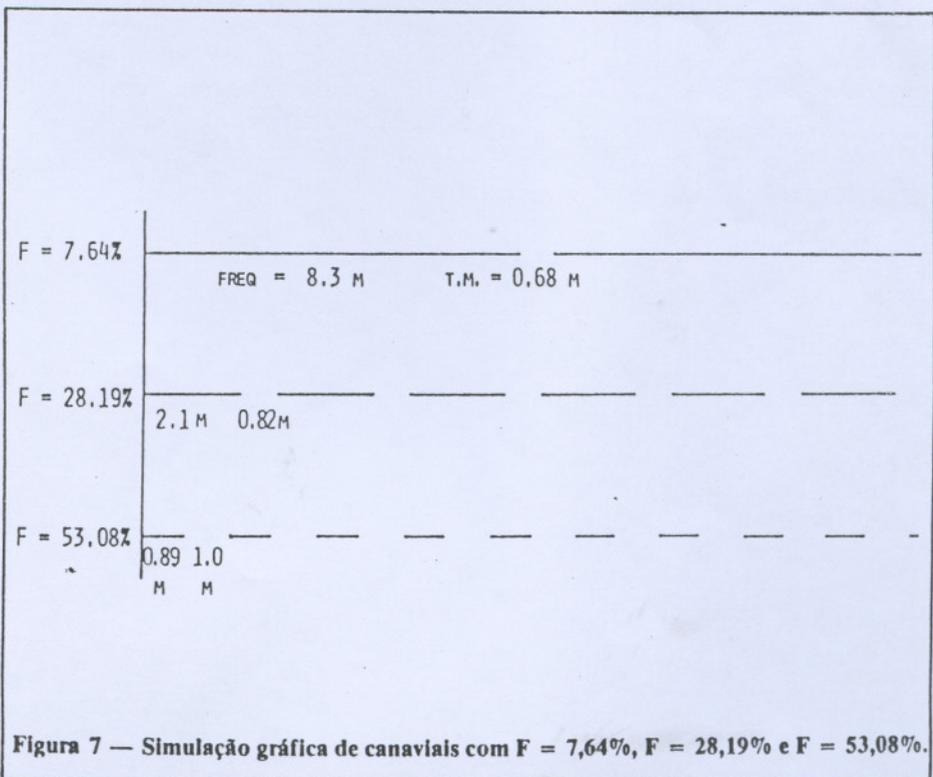


Figura 7 — Simulação gráfica de canaviais com F = 7,64%, F = 28,19% e F = 53,08%.

O citado trabalho permitiu comprovar um aspecto importante da metodologia — a um dado F% o N° de falhas/100 m é bem definido e por consequência TM e FREQ. Assim, por exemplo, toda vez que se encontrar um canalvia com F = 30%, N será um número próximo de 37, determinando TM = 0.81 e FREQ = 1.9 m. Isso só não seria verificado se as falhas não fossem geradas segundo leis do acaso. Encontrando-se por exemplo TM = 1.10 m e FREQ = 2.6 m, houve alguma anormalidade no campo ou erros de medida. Os dados de TM e FREQ da Tabela 2 foram comparados e comprovados com levantamentos em áreas comerciais de diferentes locais, variedades e estágios de corte, num total de 87 talhões. Em condições naturais F% varia de 0 a 50%, sendo raro encontrarem-se canalvias acima deste limite. Pela Tabela 2, verifica-se uma grande sensibilidade do método até F = 65% (perdas de rendimento agrícola de 3.2% para Δ F = 10%), isto é, 3:1. A Tabela 3 contém os limites práticos em termos de meta a ser atingida nos plantios a espaçamentos 1.3-1.4 m.

**Sugestões Gerais**

O que medir:

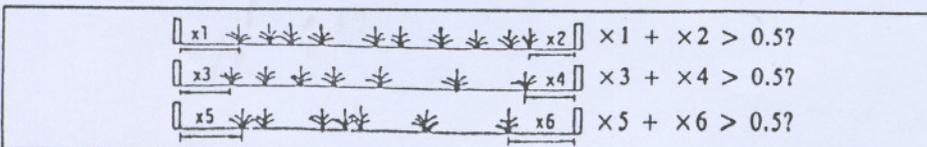
Como a um dado F%, TM e FREQ são bem determinados, não é necessário contar as falhas maiores que 0.5 m, apenas determinar o comprimento total e transformar o resultado em m de falha/100 m de linha, ou seja, F%.

Época:

Realizar apenas uma amostragem em qualquer época após o início do fechamento, seguindo o princípio geral de que os espaços já estão bem estabelecidos. Medidas poderão ser realizadas antes da total germinação e perfilhamento das áreas, desde que se considere que o índice tenderia a diminuir até o fechamento.

Tamanho da Amostra e N° de Repetições:

- Parcelas experimentais: sugere-se que se avaliem todas as linhas que serão pesadas. Em micro-parcelas, com comprimento pequeno da linha é possível fazer-se avaliações, desde que se considere as partes x1 e x2 da falha de bordadura (Figura 1), tomando-se a decisão se x1 + x2 da falha de bordadura (Figura 1), tomando-se a decisão se x1 + x2 é maior ou menor que 0.5. Dessa maneira, uma avaliação numa micro-parcela de 3 linhas de 4m seria equivalente a uma medida em 12 m de linha, seguindo o procedimento:



Quando o comprimento da linha for maior que cerca de 15 m, por facilidade, considere x1 e x2 como falhas independentes e teste se x1 > 0.5 e x2 > 0.5 (essa simplificação tende a subestimar os resultados, porém, torna-se desprezível à medida que se

**Tabela 2 — Tabela geral para avaliação do canalvia: n° T.M., freq, perdas e representação gráfica, para valores de F% de 5 em 5.**

FALHAS				perdas %	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
% falhas m/100 m	n° 100 m	T.M. m	freq. m		
0	0	—	—	0	_____
5	8	0.63	11.9	1.6	_____
10	15	0.67	6.0	3.2	_____
15	21	0.71	4.0	4.8	_____
20	27	0.74	3.0	6.4	_____
25	32	0.78	2.3	8.0	_____
30	37	0.81	1.9	9.6	_____
35	42	0.83	1.5	11	_____
40	46	0.87	1.3	13	_____
45	50	0.90	1.1	14	_____
50	52	0.96	0.96	16	_____
55	52	1.1	0.87	18	_____
60	51	1.2	0.78	19	_____
65	50	1.3	0.70	21	_____
70	48	1.5	0.63	24	_____
75	45	1.7	0.56	28	_____
80	41	2.0	0.49	38	_____
85	35	2.4	0.43	53	_____
90	28	3.2	0.36	69	_____
95	16	5.9	0.31	84	_____
100	0		0	100	_____

**Tabela 3 - Avaliação dos resultados do plantio.**

F%	Qualidade do Plantio	Observação
0-10	excelente	15 gemas/m com condições excepcionais de germinação. tipo mais comum encontrado.
10-20	normal	
20-35	subnormal	pensa-se em reformar mas não reformar/replantar.
35-50	ruim	
> 50	péssimo	

aumenta a linha, além de ser um efeito igual para todos os tratamentos).

- Áreas comerciais (talhões): como regra, a precisão da estimativa da média aumenta proporcionalmente à raiz quadrada do tamanho da amostra, apenas se a área for homogênea ("falhada por igual"). Assim, há duas maneiras de se aumentar a precisão: aumentando o número e o tamanho da amostra, sendo mais eficiente um número grande de pequenas amostras, do que poucas amostras grandes. Tome-se um caso em que o produtor mede 4 amostras de 20 m, distribuídas no talhão (80 m totais). Se ele desejar dobrar a preci-

são, é preferível realizar um total de 320 m com 16 amostras do que com 4; porém, é muito menos trabalhoso o segundo procedimento.

Neste trabalho foram realizados estudos apenas para amostras de 20 m; o que já permite resolver grande parte da questão da amostragem.

Passando aos fatos, a Tabela 4 contém dados da variabilidade do parâmetro F% em talhões para amostras de 20 m.

O coeficiente de variação apresentou um comportamento aproximadamente estável na faixa de F%, de 10 a 50 elegendo-se o valor médio desse intervalo como representativo: c.v. = 0.47. O fato de haver um aumento na classe de 0-10 é de se esperar, já que a média aproxima-se de zero; porém o desvio padrão continua a decrescer.

Compare-se, por exemplo, dois talhões: F% = 30 e F% = 15. Se a coleta constituiu-se de 8 amostras de 20 m por talhão, o erro padrão relativo estimado é  $= \frac{0.47}{\sqrt{8}} = 0.17$ .

Esse valor multiplicado pela média (30 e 15), resulta no erro padrão esperado:

são, deverá tomar 16 de 20 m (total de 320 m), quadruplicando a amostragem. Porém, se ele fizer 4 de 80 m (total de 320 m), a precisão, no máximo, dobraria apenas se o talhão fosse "falhado por igual". Assim, no exemplo citado quanto à preci-

$F\% = 30 \pm 5,1$  ;  $F\% = 15 \pm 2,6$   
 Utilizando c.v. = 0.47, gerou-se a Tabela 5.  
 Assumindo-se que:

- 4 seja o número mínimo de posições de amostragem no talhão;
  - um erro padrão relativo muito acima de 0.20 seja indesejável; abaixo de 0.10 conduza a uma precisão desnecessária.
- Obtem-se (Tabela 5):
- a) amostragem mínima — total de 100 m divididos em 5 amostras de 20 m (ê rel. = 0.21); ou, a grosso modo, 4 amostras de 25 m.
  - b) amostragem máxima — total de 400 m divididos em 20 amostras de 20 m (ê rel. = 0.11).

Portanto, deve-se fazer uma amostragem total de 100 a 400 m, divididos em pelo menos, 4 posições dentro do talhão.

Escolhido o n° e o tamanho da amostra, distribua-as no talhão, de maneira que se situem tanto nas partes altas como baixas. Evite amostrar os primeiros metros próximos do corredor.

A título de sugestão, a amostragem diagonal é bastante simples (Figura 8a). Fixemos, por exemplo, 8 amostras de 20 m. Considere-se que a propriedade tem talhões com cerca de 250 m de comprimento e um número variável de linhas. Se o talhão tiver cerca de 120 linhas, tem-se:  $\frac{250}{8} = 31$  m

e  $\frac{120}{8} = 15$  linhas. Assim, em cada trecho de 30 m de linha e cada 15 linhas, toma-se uma amostra.

Para iniciar, despreze as primeiras linhas; tome por exemplo a 7ª linha. Avance uns 15 m, demarque 20 m, e faça a medida. Pule 15 linhas; demarque 20 m; meça; avance uns 10 m (no passo) e pule 15 linhas; e assim sucessivamente. Após a 8ª medida, a equipe termina de atravessar o talhão em diagonal e inicia o talhão da frente, pulando as linhas no sentido contrário, conforme Figura 9a. Após um certo número de talhões, inicia-se o retorno ao ponto de partida, medindo os talhões paralelos. Se for previsto 3 horas de trabalho por período, a equipe avança 1:30 hs, iniciando o retorno.

A distribuição das 8 amostras no citado exemplo, é muito simples e, após um dia de trabalho torna-se automático: a 4ª e 5ª amostras devem ocupar mais ou menos o centro do talhão, tanto no sentido da linha como perpendicular a ela. Assim, independente do tamanho e formato, visualmente a equipe distribui bem as amostras.

Para aumentar a velocidade, pode-se utilizar uma ou duas pessoas, alocando e demarcando os 20 m; logo em seguida outras duas esticando a trena nas falhas. Para demarcar os 20 m, dependendo do estágio do

Tabela 4 — Coeficiente de variação dentro do talhão para amostras de 20 m: 5 amostras/talhão num total de 77 talhões. Usina ester, cana planta de ano e meio de 1983.

F%	Nº de talhões	desvio padrão S	C.V.
0-10	9	6	0.83
10-20	27	7.5	0.51
20-30	25	12.0	0.50
30-40	11	14.7	0.45
40-50	5	17.6	0.40
média geral		12	0.54
média 10-50			0.47

Tabela 5 — Escolha do número de amostras de 20 m por talhão, em função do erro padrão relativo da média de F%. (C.V. = 0.47).

Erro padrão relativo*	Nº de amostras de 20 m	Metros totais por talhão
0.47	1	20
0.33	2	40
0.27	3	60
0.24	4	80
0.21	5	100
0.18	7	140
0.15	10	200
0.12	15	300
0.11	20	400
0.09	25	500
0.07	50	1000

\* Erro padrão relativo =  $\frac{C.V.}{\sqrt{n^\circ \text{ de amostras}}} = \frac{0,47}{\sqrt{n^\circ \text{ de amostras de 20 m}}}$

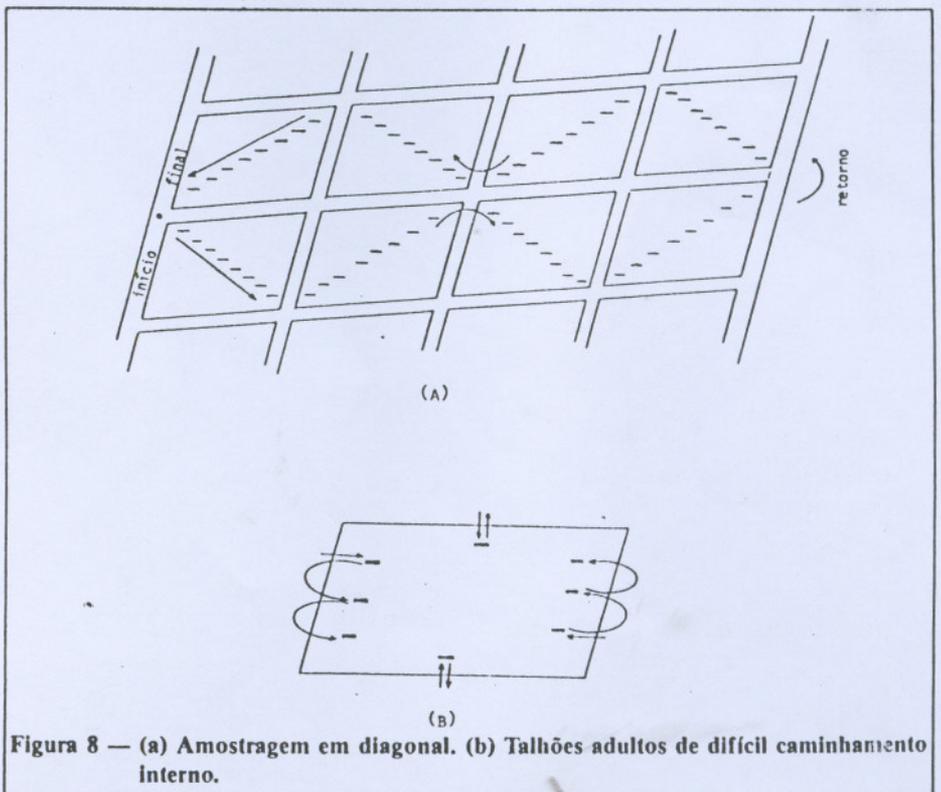


Figura 8 — (a) Amostragem em diagonal. (b) Talhões adultos de difícil caminhamento interno.

canavial é possível utilizar "compasso", dispensando um elemento.

Em canaviais adultos, torna-se difícil o caminhar dentro do talhão. Recomenda-se que: penetre-se no seu interior, desprezando uns 15 m, faça a leitura e retorne ao carreador (Figura 8b); repetindo esse procedimento em toda sua volta o número de vezes previamente padronizado.

No escritório os metros totais de falhas de cada talhão, transformados em 100 m, resultam na porcentagem de falhas (F%). Esse dado é colocado dentro do talhão, no mapa do setor (Figura 9).

## APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO

O canavial pode ser representado por apenas um número (F%), facilitando sua manipulação em termos de confeccionar tabelas, tirar média e fazer comparações. Assim, quando se desejar ter uma idéia especial do resultado, basta verificar para um dado F% os valores de TM e FREQ, na Tabela 2, que é parte integrante do método. Eventualmente, pode-se incluir na média final de F%, a estimativa dos dois parâme-

tros decorrentes pela citada Tabela 2, ou mesmo, incluir uma cópia da Tabela para uma série grande de dados.

Para alguma ilustração comparativa (10% versus 30%), faça uma cópia xerográfica da representação gráfica da Tabela 2, recortando apenas as linhas de F = 5, 10 e 15% (dá uma idéia de um canavial com F médio = 10%) e, as linhas de F = 25, 30, 35% (F médio = 30%), montando um esquema ilustrativo para relatórios.

Exemplos práticos traduzem melhor o exposto.

A Tabela 6 constitui um exemplo de aplicação em experimento. Trata-se de um ensaio da Seção de Entomologia do PLANA-SUCAR, comparando produtos e doses para controle de cupim. Sem entrar no mérito da questão, note que a testemunha apresentou maior índice de falhas em relação a tratamentos com produtos clorados, considerados eficientes no controle dessa praga.

A Tabela 7 refere-se a outro ensaio de comparação de técnicas de cultivo mínimo montado em área de grama-seda. Nos tratamentos F e G utilizou-se uma rotativa na faixa da soqueira, para destruí-la. A maior reinfestação da referida gramínea no plantio, para esses 2 tratamentos; refletiu no índice de falhas, em avaliações realizadas 3 cortes após.

A citada Figura 9, refere-se a um exemplo de aplicação para comparação de talhões dentro de setor. No caso, 5 amostras de 20 m por talhão. O resultado médio é inserido dentro do talhão no mapa do setor.

Tirando-se a média geral do setor, pode-se partir para uma comparação entre setores, montando-se uma tabela do código do setor e o valor médio de F%.

Desejando-se, pode-se expressar graficamente dois resultados de maior interesse. A Figura 10 é um exemplo hipotético salientando a diferença entre dois setores.

## A POTENCIALIDADE DO MÉTODO

O método possui três características fundamentais que permitem avaliar o seu poder:

- É um parâmetro absoluto, com intervalo de variação definido (0 a 100%) e meta clara: em qualquer condição (variedade, solo, clima e número de cortes), é desejável que a % de falhas (F%) seja o menor possível). A meta ideal seria F% = 0. Permite comparações espaciais e temporais.
- É um parâmetro estável: após o início do fechamento, em qualquer período que se faça a amostragem, os resultados serão próximos.

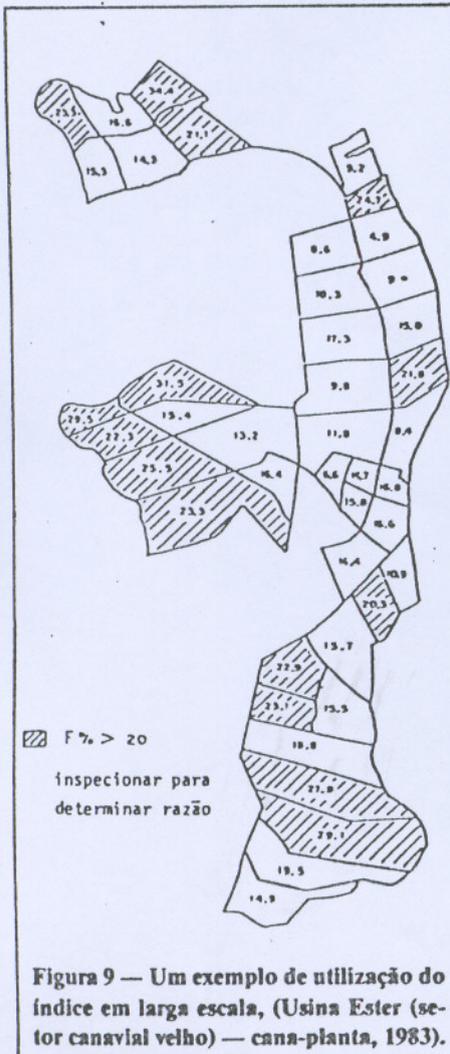


Figura 9 — Um exemplo de utilização do índice em larga escala, (Usina Ester (setor canavial velho) — cana-planta, 1983).

Tabela 6 — % de falhas do experimento de avaliação de inseticidas em plantio direto, usina São José (Macatuba), data de amostragem: 13/03/86 — seção de entomologia — Araras-SP.

Tratamentos	Repetições				Médias
	I	II	III	IV	
Aldrin	2,4	10	7	4	7
Aldrin	1,2	5	14	6	8
Hepta	2,4	8	11	4	6
Hepta	1,2	12	13	11	12
Deltam	0,025	20	33	8	5
Deltam	0,015	29	41	9	9
Clorpirifos	1	12	25	10	16
Trimethacarb	2	20	24	19	8
Carbofurân	3	7	8	6	13
Testemunha		19	21	17	5
Média Geral do Ensaio					13

Tabela 7 — % de falhas em ensaio de cultivo mínimo com destruição química e mecânica da soqueira, avaliação 25/10/83, 4 meses após o 3º corte — Usina Ester.

Tratamentos	F%	
A CONVENCIONAL	28,2	
B Roundup — Sulcação entrelinha	23,3	25,2
C Roundup — Sulcação linha	23,0	
D Roundup — Subsolação e sulcação entrelinha	29,2	35,7*
E Roundup — Subsolação e sulcação linha	25,1	
F Rotativa — Sulcação linha	35,3	35,7*
G Rotativa — Subsolação e sulcação linha	36,1	

\* Os tratamentos F e G sofreram uma severa reinfestação de grama seda pós-plantio.

c) A coleta dos dados é simples. Apesar do rendimento agrícola ser um parâmetro indispensável, note que ele preenche apenas parte dos itens a e b. Tomando-se a informação isolada que uma área produziu 80 t/ha, sabe-se que se fosse maior seria melhor. Porém, se não houver outras informações não se sabe se este é um bom ou mal rendimento agrícola e, quanto seria sua meta. O parâmetro só estabiliza no final do ciclo de maturação e as avaliações não são simples.

Note que a população de colmos preenche o item c e apenas parte do b. A informação isolada 12 colmos/m no final do ciclo, não tem caráter absoluto e não está ligada a uma meta definida. Seria desejável o valor 13, 11, 15 ou 30? Para cada situação deve existir uma população ótima que não pode ser definida a "priori". O valor sofre grandes variações, nem sempre crescentes, só estabilizando no final do ciclo. O método poderá ter várias aplicações, tais como: F% x (tipo de solo; pragas de rizoma; tráfeço; variedade; ervas daninhas; número de cortes; danos do cultivo; época de corte + seca; erosão; assoreamento de sulco; ocorrência de torrões na eobertura; colheita mecanizada; talhões para reforma; longevidade; padrões para eliminação de ensaios).

O aspecto mais importante do método, é

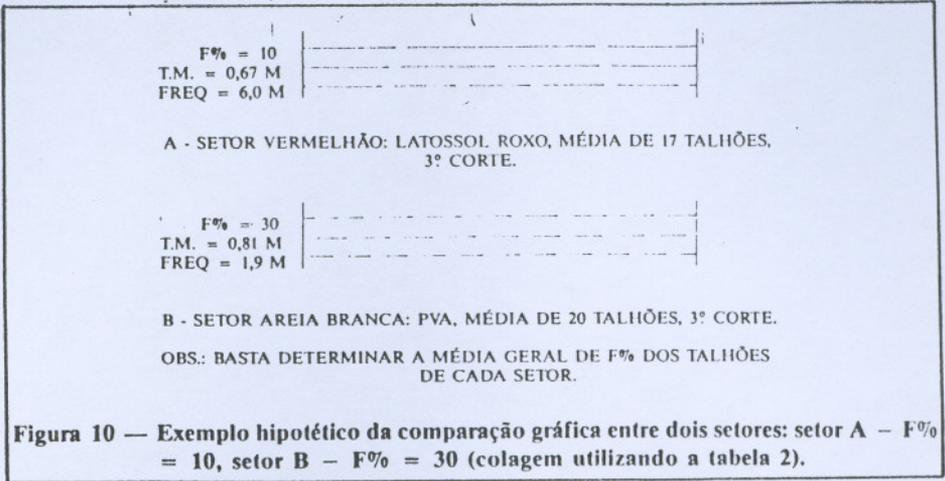


Figura 10 — Exemplo hipotético da comparação gráfica entre dois setores: setor A - F% = 10, setor B - F% = 30 (colagem utilizando a tabela 2).

o de possibilitar um registro histórico, tanto no espaço como no tempo. Assim, por exemplo, é possível determinar para o plantio de 1984, se o talhão J resultou de melhor qualidade que a do talhão L. Por outro lado, no futuro, será possível comparar, por exemplo, o plantio de 1996 com o de 1984 para os mesmos talhões. A experiência associada à memória desses dados poderá, portanto, fornecer critérios imparciais para o manejo das áreas de grandes propriedades.

CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

1 - STOLF, F. Quantificação das falhas. In:

Transplante de soqueira de cana-de-açúcar como técnica de renovação da cultura. Piracicaba, 1982. p. 100-9 (Doutoramento — ESALQ-USP).

2 - STOLF, R.; IAIA, A.M.; LEE, T.S.G. Índice de falha segundo o método de STOLF; correlação com a produtividade em cana planta. Araras, IAA/PLANALSUCAR. COSUL, 1985. 9p. (Trabalho aceito para apresentação no Congresso da ISSCT, 19, Jakarta, 1986).

IAA/PLANALSUCAR/COSUL  
BIBLIOTECA REGIONAL  
ARARAS - SP

# É PROIBIDO ESPUMAR!



— Você conhece o que é uma DORNA ESPUMANDO! Para evitar o combate à espuma, você precisa do produto certo, na dosagem e no preço. Nós, da QUIMINASA, temos certeza de que podemos ajudá-lo a encontrar a melhor solução para o seu problema. Com o Quiminas sem compromisso. Você só terá a ganhar...

ALCOOL

- Anti-Espumantes
- Anti-Incrustantes
- Biocida
- Polímeros
- Outros

TRATAMENTO DE ÁGUA

- Pré-Tratamento
- Clarificação
- Sistema de Dosagem
- Floculadores
- Decantadores
- Filtrros
- Tratamento
- Caldeiras
- Torres

E MAIS:

- Produtos Auxiliares para Usinas de Açúcar
- Produtos para a Manutenção Industrial
- Auxiliares Têxteis
- Outros



QUÍMICA NACIONAL QUIMINASA

São Paulo: Rua Mogi Mirim, 144/146 - Cx. 1.0318 - São Paulo - SP - Tel.: 291-9833 - Telex: (011) 34161 QNAL-BR.  
Rio de Janeiro: Rua João Mateus, 54 - Cx. 21031 - Rio de Janeiro - RJ - Tel.: 280-0049 - Telex: 2134013 QNAL-BR.  
Recife: Rua Conde Perceira Carneiro, 139 - Imbituba - CEP 50000 Recife - PE - Tel.: 339-0426 - Telex: 814040 QNAL-BR.