

# **ÍNDICE DE FALHAS SEGUNDO O MÉTODO STOLF: Correlação com o rendimento agrícola em soqueiras de cana-de-açúcar**

Em trabalho anterior<sup>(2)</sup>, um dos aspectos estudados foi a variação do rendimento agrícola de cana-planta, de ciclo de 18 meses, em função do índice de falhas proposto por STOLF<sup>(1,3)</sup>. No presente trabalho, também o mencionado aspecto é estudado considerando 3 soqueiras dos mesmos ensaios. Concluiu-se que as falhas em soqueiras assumem uma importância menor, isto é, para o mesmo índice de falha as perdas em t cana/ha são menores. Contudo as perdas percentuais assumem a mesma ordem de grandeza das da cana-planta. Este fato permitiu propor que a mesma curva que relaciona o índice de falha com a produtividade relativa em porcentagem, já estimada em cana-planta, seja utilizada também em soqueiras para as condições dos ensaios.

## **Introdução**

Nas linhas de plantio ou de soqueira da cana-de-açúcar ocorrem espaços vazios, sem colmos, que variam em tamanho e número, denominados "falhas."

Os produtores sempre tentaram descrever seus canaviais quanto a este aspecto, "canavial muito falhado", "canavial pouco falhado", através de inspeções visuais, sem contudo haver algum critério que pudesse ser adotado. Assim, STOLF<sup>(1,3)</sup> propôs um método de quantificar o estado do canavial através de um índice numérico, simples de ser obtido, para permitir sua aplicação em áreas comerciais.

STOLF et alii<sup>(2)</sup> apresentaram resultados de cana-planta de 3 ensaios cujos tratamentos foram estabelecidos de maneira a se diferenciarem quanto ao estado de falhas. Além de estudar aspectos teóricos do método, o objetivo principal foi o de verificar a variação do rendimento agrícola da ca-

na-planta em função do índice porcentagem de falha (F%) do método proposto.

Trata-se o presente trabalho de uma continuidade do anterior, contendo os resultados das soqueiras (do 2.º ao 4.º cortes) dos mesmos ensaios.

Informações mais completas sobre o método podem ser obtidas em STOLF<sup>(3)</sup> onde são abordados além da teoria, aspectos práticos, tais como: local de amostragem, tamanho da amostra, exemplos de levantamentos em áreas comerciais e experimentais.

## **Material e método**

Este capítulo é apresentado em detalhe no trabalho anterior<sup>(2)</sup> relativo à cana-planta. Resumindo-se alguns aspectos básicos: foram instalados 3 ensaios com o mesmo delineamento nos seguintes locais:

A - Usina Santa Bárbara; variedade NA 56-79; espaçamento de plantio 1,30 m;

B - Estação Experimental de Araras, variedade NA 56-79; espaçamento de plantio 1,40 m;

C - Usina Santa Elisa; variedade SP 70-1143; espaçamento de plantio 1,35 m.

RUBISMAR STOLF é Eng. Agr. Dr., professor da Universidade Federal de São Carlos, Campus de Araras-SP., tendo realizado este trabalho com bolsa do CNPq.; ANTONIO MARCOS IAIA é Eng. Agr., pesquisador do extinto Planalsucar em transferência para a Universidade Federal do Mato Grosso; TSENG SHENG GERALD LEE é Eng. Agr. Dr., Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento da Viten Ind. Ltda.

# Atenção!

Durante a parada das moendas, milhares de engenheiros, técnicos e compradores de todas as Usinas e Destilarias do país vão estar, praticamente, o tempo todo com o **GUIA DE MANUTENÇÃO** nas mãos. É exatamente nessa importante publicação que a sua empresa precisa mostrar a importância e a qualidade dos produtos que fabrica para o setor sucro-alcooleiro. Dê-lhes o destaque que eles merecem! Prove que são, de fato, os melhores do mercado.

Um anúncio no **GUIA DE MANUTENÇÃO** é, garantidamente, o caminho mais curto e lucrativo para V. "falar de perto" com quem, de fato, toma decisões técnicas e compra o que as unidades produtoras necessitam em termos de manutenção e reposição.

Faça hoje mesmo a sua reserva de espaço. Caso contrário, V. vai ter que esperar até o próximo ano... dando todas as chances à concorrência!

Estamos aguardando seu chamado:

Editora Nova Mídia  
R. Pedroso Alvarenga, 944  
3º andar - Cj. 10  
04531 - São Paulo, SP  
Tel.: (011) 883-6644  
Fax: (011) 280-2176  
Telex 11 35374 NOMI BR

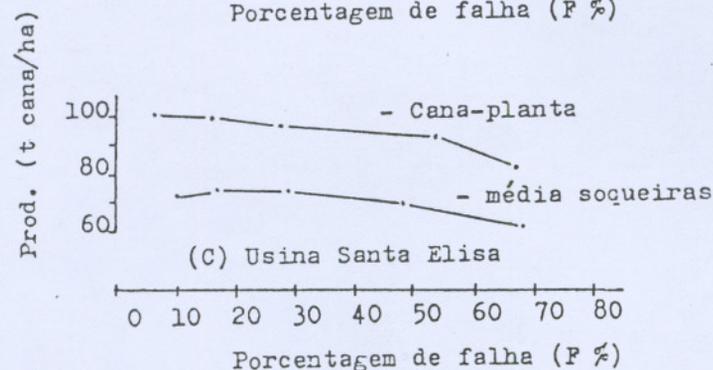
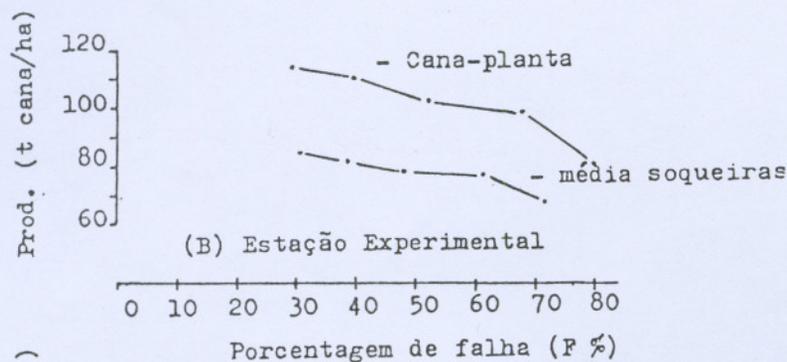
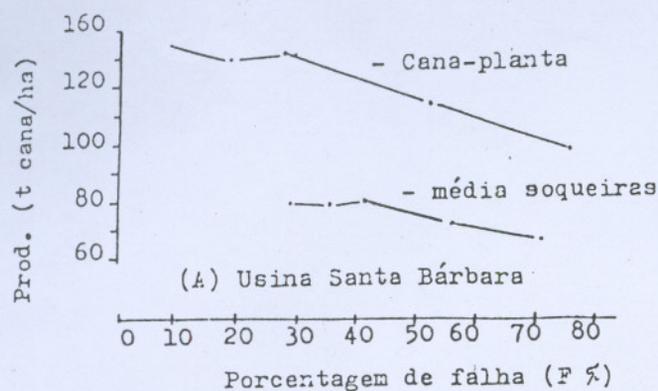


Fig. 1 — Variação da produtividade com o índice de falha em cana-planta e soqueiras, nos três ensaios.

Foram empregados diferentes números de gemas para que os tratamentos se diferenciasssem em relação ao índice de falha. Para reproduzir uma situação natural os toletes foram dispostos nos sulcos segundo um sorteio ao acaso.

Os seguintes parâmetros foram avaliados: rendimento agrícola, por % cana e porcentagem de falha (F %) segundo o critério de STOLF que es-

tabelece a fórmula apresentada no quadro da página seguinte.

Cada ensaio contou com 5 tratamentos e 5 repetições em blocos ao acaso, com parcelas de 7 linhas (cinco úteis) de 20 m de comprimento:

Tratamento 1 - 15 gemas/m (100 toletes de 3 gemas/20 m).

Tratamento 2 - 12 gemas/m (80 toletes de 3 gemas/20 m).

$$F \% = \frac{\text{Soma dos comprimentos das falhas maiores que 0,5 m}}{\text{Comprimento do trecho analisado}} \times 100,$$

Tratamento 3 - 9 gemas/m (60 toletes de 3 gemas/20 m).

Tratamento 4 - 6 gemas/m (40 toletes de 3 gemas/20 m).

Tratamento 5 - 3 gemas/m (20 toletes de 3 gemas/20 m).

Não se faz necessário anotar o comprimento de cada falha: basta estirar uma trena, consecutivamente, em cada falha encontrada ao longo da linha de cana analisada. O valor final lido na trena já se constitui na soma dos comprimentos de todas as falhas.

Os ensaios foram conduzidos até o 4.º corte.

As variações do rendimento agrícola, com a % de falha da média dos tratamentos, foram analisadas através do uso de regressões lineares e de coeficientes de determinação  $r^2$  (quadrado do coeficiente de correlação). Utilizou-se o teste F (SNEDECOR) para verificar o nível de significância das regressões: \* (10%); \*\* (5%); \*\*\* (1%).

## Dados obtidos e análise

No trabalho anterior<sup>(2)</sup>, no qual se analisaram apenas os dados de cana-planta, demonstrou-se que a produtividade não diminui linearmente com o aumento do índice de falhas. Trata-se de uma curva na qual, no início, uma variação no índice de falha acarreta pequena perda em produtividade, aumen-

tando progressivamente. Considerando-se esse aspecto, foi desenvolvida uma metodologia para traçar uma curva de variação da produtividade com o índice de falhas em cana-planta, utilizando o conjunto de dados dos 3 ensaios. Essa curva foi expressa em *produtividade relativa*, permitindo verificar as perdas percentuais em produtividade com o aumento de índice de falhas.

O presente trabalho tem como objetivo fazer essa mesma análise, considerando as soqueiras e compará-las com o comportamento da cana-planta.

A Tabela 1 contém a média dos 5 tratamentos para os parâmetros *porcentagem de falha* (F %) e *produtividade* (t cana/ha), nos 4 cortes, para os 3 ensaios.

Na Fig. 1, apresenta-se graficamente a variação da produtividade com o índice de falha, para a cana-planta e a média das soqueiras, em cada ensaio, utilizando-se os dados da Tabela 1.

Pela Fig. 1 é possível verificar que o formato das curvas (cana-planta e média das soqueiras) é semelhante, diferindo no aspecto de que as perdas de produtividade com o aumento do índice de falhas são maiores em cana-planta bem como as produtividades em cana-planta são maiores. Assim, em termos relativos, é possível que as perdas percentuais, tanto em cana-planta como em soqueira se assemelhem. Comprovada essa hipótese, a mesma

curva de perdas percentuais de produtividade determinada para cana-planta no trabalho anterior<sup>(2)</sup> poderia ser utilizada também para soqueiras. Essa hipótese passa a ser testada em seguida.

A Tabela 2 contém os resultados de regressões lineares correlacionando a produtividade com o índice de falha, utilizando os dados da Fig. 1. Os resultados estatisticamente significativos comprovam a diminuição da produtividade tanto em cana-planta como em soqueiras com o aumento do índice de falhas. O coeficiente angular *b* estima a ordem de grandeza média das perdas em cada um dos seis casos considerados. Por exemplo, no ensaio na Usina Santa Bárbara  $b = 0,57$  significa que em média, na região dos dados considerados, há uma perda de 0,57 t cana para cada aumento de 1% falha ou seja 5,7 t cana para um aumento de 10% no índice de falhas. O coeficiente linear  $a = 142$  t/ha. seria a produtividade máxima no modelo linear. Dividindo-se o coeficiente *b* por esse valor e multiplicando por 100 obtêm-se as perdas em porcentagem: 0,40. Assim, no ensaio considerado, há uma perda de 0,4% na produtividade com o aumento de 1% no índice de falha, ou seja, 4% de perdas para um aumento de 10% no índice.

Analisando-se os dados da Tabela 2 segundo o critério exposto, verifica-se que as perdas em cana-planta se apresentaram sempre maiores em relação às soqueiras nos 3 ensaios. Em termos médios, 4,9 t cana/ha para cana-planta e 2,8 t cana/ha para as soqueiras para um aumento de 10% de falhas. Porém, em termos relativos as perdas

Tabela 1: Resultados de rendimento agrícola e índice de falha dos 4 cortes para os 3 ensaios; média dos tratamentos.

	US. SANTA BÁRBARA					ESTAÇÃO EXPERIMENTAL			
	TRAT.	cana-planta		soqueiras		média soq.	cana-planta		soqu.
		1.º	2.º	3.º	4.º		1.º	2.º	3.º
P (t cana/ha)	1	136,8	82,7	73,6	80,8	79,0	114,4	105,0	71
	2	128,8	83,3	77,2	76,5	79,0	111,2	99,6	68
	3	131,0	85,3	77,3	80,6	81,1	102,6	96,8	68
	4	114,3	79,8	70,4	70,0	73,4	98,0	96,7	64
	5	97,4	75,7	63,7	60,9	66,8	80,6	87,3	54
F% (% de Falha)	1	7,6	16,9	30,0	40,6	29,2	30,2	29,6	30
	2	19,2	25,8	36,5	46,1	36,1	40,5	37,3	39
	3	28,2	35,5	43,8	47,1	42,1	52,7	49,3	49
	4	53,1	55,0	57,7	59,0	57,2	69,1	63,7	61
	5	76,0	74,0	71,3	71,7	72,3	81,2	76,1	74

Tabela 2: Equações de regressão linear correlacionando a produtividade em t cana/ha com o índice percentagem de falha, F % e as mesmas equações transformadas em produtividade relativa (P %).

Local	Estágio	Coefficiente de determinação	Equação de regressão $P = a - b F\%$	Equação de regressão transformada em produção relativa (%). $P\% = (a - b F\%) \dots$
A — Us. Santa Bárbara	cana-planta	$r^2 = 0,96^{***}$	$P = 142 - 0,57 F\%$	$P\% = 100 - 0,40 F$
	média soqueiras	$r^2 = 0,84^{**}$	$P = 91 - 0,31 F\%$	$P\% = 100 - 0,34 F$
B — Estação Experimental de Araras	cana-planta	$r^2 = 0,92^{***}$	$P = 135 - 0,62 F\%$	$P\% = 100 - 0,46 F$
	média soqueiras	$r^2 = 0,88^{**}$	$P = 95 - 0,35 F\%$	$P\% = 100 - 0,37 F$
C — Us. Santa Elisa	cana-planta	$r^2 = 0,88^{**}$	$P = 104 - 0,28 F\%$	$P\% = 100 - 0,27 F$
	média soqueiras	$r^2 = 0,74^*$	$P = 76 - 0,18 F\%$	$P\% = 100 - 0,24 F$
Média dos locais	cana-planta		$P = 127 - 0,49 F\%$	$P\% = 100 - 0,38 F$
	média soqueiras		$P = 87 - 0,28 F\%$	$P\% = 100 - 0,32 F$

Teste de regressão significativo no nível de: \* 10%, \*\* 5%, \*\*\* 1% de probabilidade.

são muito próximas: 3,8% para cana-planta e 3,2% para soqueiras para um aumento de 10% no índice de falhas.

Portanto conclui-se que, em termos práticos, as perdas de produtividade devido às falhas em soqueiras (ciclo de 12 meses) assumem a mesma ordem de grandeza das perdas em cana-planta de 18 meses, em termos relativos. Em consequência, pode-se utilizar a mesma curva de perdas obtida no trabalho anterior<sup>(2)</sup>, tanto para cana-planta como para soqueiras, reproduzidas na Tabela 3.

Quanto ao parâmetro pol % cana não se obteve correlação significativa com o índice de falha (dados não apresentados) em acordo com os resultados de cana-planta.

### Comentário geral

Via-de-regra, a precisão relativa de ensaios em cana-de-açúcar diminui em

soqueiras onde as causas de variação aleatória tendem a se tornar mais pronunciadas. Por essa razão optou-se por analisar a média das soqueiras do que soqueira por soqueira.

Faz-se necessário enfatizar que a análise foi conduzida no sentido de provar que apesar de serem menores, as perdas em soqueiras devido às falhas, atingem valores semelhantes aos da cana-planta quando se considera a produtividade relativa. Assim, as equações de regressão, no presente trabalho, foram utilizadas apenas para se estabelecer um comportamento médio e permitir a comparação. Verificada a semelhança, não se levantou a curva de calibração em soqueiras, propondo-se o uso da curva levantada em cana-planta, no trabalho anterior e reproduzida na Tabela 3. Como é possível notar na referida tabela, as perdas são menores, variando linearmente até

55% de falhas (perda de 0,32% de produtividade para cada aumento de 1% de falhas), aumentando a seguir

Exemplificando o uso unificado da Tabela 3, tome-se uma cana-planta (1 t/ha) e uma soqueira (70 t/ha) ambas com F = 30%. Se o índice de falhas fosse de 40% os valores esperados das equações apresentadas no quadro da página seguinte.

Se sua empresa está integrada à agro-indústria canavieira na qualidade de unidade produtora e ainda não recebe "ÁLCOOL & AÇÚCAR", é simples cadastrá-la. Basta enviar solicitação, em papel timbrado para o seguinte endereço:  
REVISTA "ÁLCOOL & AÇÚCAR"  
EDITORA NOVA MÍDIA LTDA.  
CAIXA POSTAL Nº 444 -  
CEP 01051 - SÃO PAULO/SP.

# Alcool & Açúcar

- A revista líder do setor sucro-alcooleiro.

Índice de falha (%)	US. SANTA ELISA						
	média soq.		cana-planta		soqueiras		média soq.
	4.º	1.º	2.º	3.º	4.º		
1,7	75,4	84,0	100,6	63,7	70,5	80,8	71,7
8,8	73,3	80,6	101,3	65,1	79,0	76,5	73,5
8,1	70,3	78,4	96,6	66,2	74,7	80,6	73,8
4,5	70,2	77,1	92,9	66,0	73,0	70,0	69,7
4,6	58,5	66,8	82,2	59,3	64,7	60,9	61,6
30,7	33,4	31,2	6,3	8,3	10,3	10,7	9,8
39,6	40,8	39,2	15,7	16,1	16,7	16,7	16,5
19,2	48,9	49,1	27,5	27,9	30,4	28,4	28,9
31,1	61,2	62,0	54,1	51,2	49,9	45,6	48,9
74,1	71,6	74,1	68,2	71,0	69,7	65,5	68,7

$$\text{Cana-planta: produtividade} = 120 \cdot \frac{87,2}{90,4} = 115,8 \text{ t cana/ha;}$$

$$\text{perdas} = 120 \cdot \frac{12,8 - 9,6}{90,4} = 4,2 \text{ t cana/ha}$$

$$\text{Soqueira: produtividade} = 70 \cdot \frac{87,2}{90,4} = 67,5 \text{ t cana/ha;}$$

$$\text{perdas} = 70 \cdot \frac{12,8 - 9,6}{90,4} = 2,5 \text{ t cana/ha}$$

Como comentário final, os ensaios foram projetados para que os tratamentos resultassem em diferentes índices de falha, com igualdade de condições quanto aos demais fatores. Porém, na prática, muitos fatores provocam falhas e por si só provocam diminuição da produtividade: secas, compactação, tráfego, nutrição inadequada, erva daninha, praga de rizoma e outros. Assim, os dados da Tabela 3 estimam as perdas mínimas sem considerar o efeito associado do agente provocador das

falhas. Portanto, o uso do critério de avaliação de falhas é, de certa forma, independente da curva de calibração: na prática, encontrando-se um talhão comercial (ou um tratamento de ensaio) com um índice anormal de falha busca-se a razão ou o efeito causador.

### Conclusões

a) A diminuição da produtividade expressa em t cana/ha com o aumento da porcentagem de falha é maior em cana-planta de 18 meses do que em soqueiras.

b) Quando se consideram as perdas

relativas, em termos de porcentagem da produtividade, os valores assumem a mesma ordem de grandeza, tanto em cana-planta de 18 meses como em soqueiras. Assim, torna-se possível unificar o fenômeno através de uma única curva de calibração, relacionando as perdas percentuais com o índice de falha, representada numericamente na Tabela 3.

As conclusões são restritas às condições do ensaio.

### BIBLIOGRAFIA

- 1 — STOLF, R. - *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.; IAlA, A. M.; LEE, T. S. G. - *Índice de falha segundo o método de STOLF: Correlação com o rendimento agrícola em cana-planta. BRASIL AÇUCAREIRO, Rio de Janeiro, 104 (5 e 6):44-50.*
- 3 — STOLF, R. - *Metodologia de Avaliação de Falhas nas Linhas de Cana-de-açúcar. STAB, Piracicaba, 4 (6):22-36, jul.-ago./1986. (versão em inglês no mesmo n.º, 4 (6):12-21).*

Tabela 3: Produtividade e perda relativa em função do índice de falha.

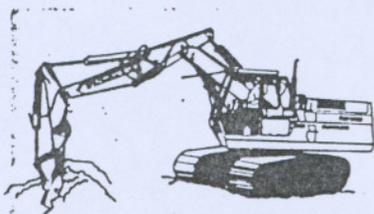
ÍNDICE DE FALHA F %	PRODUTIVIDADE RELATIVA %	PERDA %
0	100	0,0
5	98,4	1,6
10	96,8	3,2
15	95,2	4,8
20	93,6	6,4
25	92,0	8,0
30	90,4	9,6
35	88,8	11,2
40	87,2	12,8
45	85,6	14,4
50	84,0	16,0
55	82,4	17,6
60	80,7	19,3
65	78,9	21,1
70	76	24
75	72	28
80	62	38
85	47	53
90	31	69
95	16	84
100	0	100

## DRENAGEM DE VÁRZEAS

Recuperação de várzeas para cultura canavieira, com drenagem e irrigação.

Reaproveitamento do solo com certeza de alta produtividade de cana com menor risco.

As usinas da Pedra e Bela Vista, em São Paulo, obtêm produtividade média acima de 110 ton/ha na várzea. As usinas Salgado, em Pernambuco, e São Francisco, no Rio Grande do Norte, têm produtividade média na várzea acima de 140 ton/ha.



**Patrumec**  
 Patrulha Mecanizada Agrícola Ltda  
 Rua Henrique Dumont, 1365  
 Fone (016) 624-0090 Ribeirão Preto SP  
 Rua Francisco Alves de Souza, 250  
 Fone (081) 551-1120 Ipojuca PE