



**Revista Brasileira de
Engenharia Agrícola e Ambiental**
v.11, n.2, p.222-229, 2007
Campina Grande, PB, DEAg/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>
Protocolo 048.05 – 05/01/2005 • Aprovado em 09/02/2007

Uso da teoria de números índices para adequação de semeadoras-adubadoras de precisão¹

Marcos R. da Silva², Luiz A. Daniel^{2,4} & Afonso Peche Filho³

RESUMO

Com este trabalho, objetivou-se sistematizar dados contidos em um conjunto de catálogos tecnológicos referentes aos modelos de semeadoras-adubadoras de precisão disponíveis no mercado nacional, analisar as informações disponíveis, construir um banco de dados com as características técnicas e propor um índice classificatório para os modelos. Analisaram-se 93 catálogos fornecidos por fabricantes nacionais, possibilitando caracterizar 250 modelos de semeadoras-adubadoras de precisão. Com base em 31 características técnicas disponíveis nos catálogos, construiu-se um banco de dados utilizando-se nove dessas características, na formulação de um número índice denominado "Índice de Adequação" (IA). A aplicação do IA permitiu que se classificassem os 250 modelos em cinco categorias (A, B, C, D e E), sendo que 73% dos modelos analisados integraram as categorias A e B, indicadas para pequenas e médias propriedades; 19% completaram a categoria C, indicada para médias e grandes propriedades e 8% dos modelos integraram as categorias D e E, indicadas para grandes propriedades. Conclui-se, portanto, que o IA é uma ferramenta que poderá ser utilizada por produtores na tomada de decisão, para escolha da semeadora-adubadora mais adequada às características da propriedade.

Palavras-chave: mecanização, plantio direto, tomada de decisão

Use of the theory of index numbers for selection of fertilizer and seed drills of precision

ABSTRACT

The objectives of this work were to systemize the data contained in a set of technical catalogues referring to models of fertilizer and seed drills of precision to analyze the available information in order to prepare a database with technical characteristics and to propose a classification index for the models based on these characteristics. 93 catalogues of fertilizer and seed drills of precision supplied by Brazilian manufacturers were analyzed for generating information to characterize 250 models. On the basis of 31 technical characteristics available in catalogues, a database was prepared in which 9 of these characteristics were used in the formulation of an index number, called "Index of Adequacy" (IA). The application of IA allowed to classify the 250 models in five different categories (A, B, C, D and E), where 73% of the analyzed models composed the categories A and B, indicated for small and medium farms; 19% composed the category C, indicated for medium and large farms; and 8% of the models composed the categories D and E, indicated for large farms. It may be concluded that the adequacy index is a tool that could be used by producers in the decision-making to select most adequate fertilizer and seed drill for farm characteristics.

Key words: mechanization, direct planting, decision-making

¹ Parte da Dissertação apresentada à FEAGRI/ UNICAMP pelo primeiro autor

² FEAGRI/UNICAMP. Rua Iporanga 115, CEP 13042-075 Campinas, SP. Fone (19) 3236.0530. E-mail: mrsilva@agr.unicamp.br; daniel@agr.unicamp.br

³ Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Engenharia e Automação/IAC. E-mail: peche@iac.sp.gov.br

⁴ Centro Paula Souza/Faculdade de Tecnologia de Indaiatuba. Indaiatuba, SP. Rua Dom Pedro I, 65, Cidade Nova. CEP 13330-000. E-mail: diretor@fatecid.com.br

INTRODUÇÃO

O uso adequado de semeadoras-adubadoras no Sistema Plantio Direto (SPD) é fundamental para o sucesso do processo produtivo, porém muitas vezes, por falta de informações, o agricultor tem dificuldades para escolher um modelo que atenda às características inerentes ao seu sistema de produção (infra-estrutura, potência disponível de trator, topografia, dimensões das áreas, tipo de exploração).

Uma simples análise de mercado possibilitou observar que as máquinas que realizam a semeadura direta são ofertadas em grande número de marcas e modelos, mas faltam informações adequadas e, muitas vezes, o acesso a esta variedade de espécimes é difícil.

A medida em que o SPD cresce, as demandas por informações tecnológicas também crescem, principalmente no que se refere à escolha de bens de capital, como é o caso das semeadoras-adubadoras de precisão. Os catálogos e os materiais de divulgação são os principais veículos de informação, cuja finalidade é expressar, de maneira resumida, as principais características técnicas que compõem os modelos mas, infelizmente, esses materiais vêm sendo confeccionados de forma empírica, aparentemente sem critérios, com informações difusas, dificultando a tomada de decisão pelo usuário (Silva et al., 2003). A dificuldade encontrada pelos agricultores para adequar o implemento ao seu sistema de produção é devida à deficiência de informações nos catálogos técnicos, comenta Stolf (1990).

Alguns trabalhos realizados no Brasil na área de maquinaria agrícola, objetivaram o levantar informações e gerar indicadores, de forma a auxiliar e facilitar a análise de tecnologia dos produtos, pelos usuários. O IPT (1988), por meio do Núcleo Setorial de Informação em Maquinaria Agrícola, realizou um cadastro das indústrias de máquinas agrícolas com o propósito de divulgar a capacitação do setor agrícola no país e contribuir para o desenvolvimento das atividades dos usuários envolvidos no segmento disponibilizando, para consulta, os produtos no mercado e seus respectivos fornecedores. O trabalho apresentava um índice geral com o perfil das empresas, o índice de produtos por operação agrícola e a relação das empresas por estado/cidade. Como resultado desta pesquisa foi editado o livro *Máquinas e Implementos Agrícolas do Brasil*, em 1991.

O NEMA (2001) disponibilizou um banco de dados de semeadoras-adubadoras de precisão para o SPD. No levantamento, realizado em 1998, foram descritas 14 indústrias fabricantes de máquinas, entre elas: Baldan, Egan, Fankauer, Fundiferro, Imasa, Jumil, Lavrale, Seed-Max, Semeato, Sfil, SLC, Tatu-Marchesan, Tratormaq e Vence Tudo. Dos catálogos foram extraídas informações das máquinas, tais como: modelo, características técnicas e preço público. Este banco de dados foi disponibilizado em uma página da web, como ferramenta para consulta comparativa entre modelos.

Dallmeyer et al. (1998) elaboraram uma metodologia denominada relação custo/coeficiente tecnológico de semeadoras-adubadoras para semeadura direta. Este método permitiu uma comparação entre semeadoras, por meio da relação do custo de aquisição e o nível da tecnologia inserida nos componen-

tes. As análises recaíram sobre dez itens, como mecanismos do sistema de acoplamento, rodados, mecanismos sulcadores, mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes, recobrimento, além de itens de segurança, manutenção e acessórios. O estudo foi baseado na avaliação do nível de tecnologia disponível nos componentes, por meio da análise de livros técnicos da área, artigos científicos, normas, revistas, catálogos e manuais dos fabricantes, aliado ao conhecimento prático de especialistas.

De acordo com Mialhe (1996) em uma atividade econômica a disponibilidade de informações é essencial, em virtude da importância que desempenha em todos os níveis do processo de tomada de decisão, de modo que se deve levantar todas as alternativas para se proceder a uma escolha e para se realizar um procedimento de comparação, buscando-se a seleção mais indicada e satisfatória, além de necessária uma diversidade de informações.

Neste trabalho, teve-se como objetivo a proposição de um Índice de Adequação (IA) como ferramenta para classificação de modelos de semeadoras-adubadoras de precisão, indicadas para o SPD em função das suas características técnicas e especificações, por meio da análise de dados contidos em um conjunto de catálogos técnicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi estruturado em seis etapas distintas, descritas a seguir:

Etapa 1: identificação dos fabricantes nacionais de semeadoras-adubadoras de precisão para uso no SPD. Com base neste levantamento, as empresas foram contatadas buscando-se divulgar o trabalho e convidadas a participar, por meio do envio dos catálogos, manuais e folder técnicos de divulgação publicitária.

Etapa 2: análise e avaliação dos catálogos e posterior seleção de indicadores qualitativo e quantitativo disponíveis para estruturação do banco de dados.

Etapa 3: seleção de alguns dos indicadores identificados na etapa anterior para a construção de um índice classificatório dos modelos de semeadoras-adubadoras de precisão, baseado na teoria de números índices (NI). Em termos gerais, Toledo & Ovalle (1985), definem NI como uma medida estatística destinada a comparar, por meio de uma expressão quantitativa global, grupos de variáveis relacionadas com diferentes graus de importância, cujo resultado é um quadro resumido das mudanças ocorridas em áreas afins. Segundo Endo (1986), no sentido mais simples pode-se dizer que o NI é um quociente que expressa uma quantidade em comparação a uma quantidade básica de referência que, em outras palavras, são valores relativos. Os NIs são medidas estatísticas amplamente usadas por administradores, economistas e engenheiros. De acordo com Brisolla (2003) a aplicação da estatística de NI é uma significativa ferramenta para a geração de indicadores utilizados como subsídio para a reflexão e análise, com relação ao desenvolvimento socioeconômico, científico e tecnológico.

Para geração do índice classificatório realizou-se uma adaptação da fórmula proposta por Sauerbeck para índice de preços relativos (Endo, 1986), apresentada abaixo (Eq. 1).

$$I_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_i^i}{p_0^i} \right) \quad (1)$$

em que:

- I_s – Índice de Preços de Sauerbeck
- n – Número de produtos amostrados
- p_i^i – Preço dos produtos (período atual)
- p_0^i – Preço dos produtos (período base)

Etapa 4: processamento e análise estatística dos dados dos parâmetros com base na estatística descritiva, avaliando-se as medidas de dispersão e posição (Tendência Central).

Etapa 5: determinação dos coeficientes de correlação, buscando-se identificar a influência dos parâmetros no resultado do índice classificatório.

Etapa 6: distribuição dos modelos em categorias de classificação, de acordo com o índice proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 16 empresas fabricantes de semeadoras-adubadoras para o SPD, contatadas para realização do trabalho, 13 aceitaram participar do estudo e enviaram seus catálogos. O levantamento realizado nos 93 catálogos recebidos, que representavam aproximadamente 90% dos modelos fabricados, identificou 250 modelos de semeadoras-adubadoras para análise.

Por meio da análise das informações contidas em todo o conjunto de catálogos, foram selecionados 31 indicadores que compuseram a estrutura do banco de dados. Para composição do estudo baseado na teoria de NI, dos 31 indicadores selecionados, apenas 9 foram utilizados, os quais são apresentados a seguir:

1) Amplitude de espaçamento: diferença entre o maior e o menor espaçamento entre as unidades de semeadura, em mm

2) Autonomia de fertilizante: calculada a partir da capacidade total em quilogramas do reservatório de fertilizante da semeadora-adubadora, estimando-se a quantidade de hectares distribuídos, tomando-se como base para o cálculo, a maior recomendação do adubo 4-14-8 para a cultura de milho (692 kg ha⁻¹ segundo Raij & Cantarella, 1996), em ha.

3) Autonomia de semente: calculada a partir da capacidade total em quilogramas do reservatório de semente da semeadora-adubadora, estimando-se a quantidade de ha semeados, com base para o cálculo 20 kg de semente ha⁻¹ para a cultura de milho, em ha.

4) Relação autonomia Fertilizante (F)/Semente (S): calculada a partir da relação direta entre a autonomia de fertilizante ha⁻¹ e a autonomia de sementes ha⁻¹, em F/S.

5) Unidade de semeadura para milho: número máximo de unidades de semeadura disponíveis para a cultura do milho.

6) Unidade de semeadura para soja: número máximo de unidades de semeadura disponíveis para a cultura da soja.

7) Potência requerida por unidade de semeadura: calculada a partir da relação direta entre a potência mínima requerida ao se utilizar um sulcador do tipo disco duplo e o número de unidades de semeadura, para a cultura de soja, em cv.

8) Relação Peso/Potência: calculada a partir da relação direta entre o peso total da máquina e a potência total requerida, em kg cv⁻¹.

9) Recomendação de culturas: número de opções de culturas que o modelo oferece para semear.

O índice classificatório dos modelos de semeadoras-adubadoras de precisão, gerado com base na teoria dos números índices, denominado Índice de Adequação (IA) foi determinado por meio da relação de cada parâmetro selecionado e o seu valor médio. A relação utilizada para os parâmetros 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 9 mensurada de forma direta por meio do quociente do valor do modelo e da média geral de todos os modelos. Nos demais parâmetros (7 e 8), a relação foi determinada de forma inversa, ou seja, por meio do quociente da média geral de todos os modelos e do valor do modelo. A Eq. 2 mostra o modelo matemático proposto para classificação de semeadoras-adubadoras analisadas.

$$IA = \frac{1}{n} \left(\frac{\chi_1}{\mu_1} + \frac{\chi_2}{\mu_2} + \frac{\chi_3}{\mu_3} + \frac{\chi_4}{\mu_4} + \frac{\chi_5}{\mu_5} + \frac{\chi_6}{\mu_6} + \frac{\mu_7}{\chi_7} + \frac{\mu_8}{\chi_8} + \frac{\chi_9}{\mu_9} \right) \quad (2)$$

em que:

IA – índice de adequação

n – número de parâmetros observados

χ_1 – amplitude de espaçamento do modelo

χ_2 – autonomia de fertilizante por ha do modelo

χ_3 – autonomia de semente por ha do modelo

χ_4 – relação entre autonomia de fertilizante e semente do modelo

χ_5 – quantidade de unidades de semeadura para soja do modelo

χ_6 – quantidade de unidades de semeadura para milho do modelo

χ_7 – potência mínima requerida por linha da unidade de semeadura do modelo

χ_8 – relação entre peso e potência do modelo

χ_9 – quantidade de culturas recomendada do modelo

μ_1 – amplitude média de espaçamentos dos modelos

μ_2 – autonomia média de fertilizante por ha dos modelos

μ_3 – autonomia média de semente por ha dos modelos

μ_4 – relação entre autonomia de fertilizante e semente média dos modelos

μ_5 – quantidade média de unidade de semeadura para milho dos modelos

μ_6 – quantidade média de unidade de semeadura para soja dos modelos

μ_7 – potência mínima requerida por linha da unidade de semeadura média dos modelos

μ_8 – relação entre peso e potência média dos modelos

μ_9 – quantidade média de culturas recomendada dos modelos

Após a aplicação do modelo proposto para os 250 modelos selecionados, realizou-se a análise estatística dos dados dos modelos e do resultado do IA. A Tabela 1 apresenta os resultados das medidas de dispersão e posição da análise dos parâmetros técnicos selecionados, que compuseram o estudo.

As medidas de dispersão indicam se os valores estão relativamente próximos uns dos outros ou separados; portanto, o grau de agregação existente e as medidas de posição indicam um valor que tende a tipificar ou representar melhor um conjunto de números (Stevenson, 1981). Neste estudo foi possível demonstrar a tendência de oferta de semeadoras-adubadoras de precisão e auxiliar a interpretação dos resultados do IA.

A Figura 1 apresenta as distribuições de frequência dos parâmetros técnicos selecionados que compuseram o estudo.

Amplitude de espaçamento (mm): os valores máximo (1040,0) e mínimo (180,0) demonstraram a capacidade das máquinas em realizar a semeadura de culturas com diferentes espaçamentos, oferecendo uma amplitude de variação máxima de 860,0. Os valores de média, mediana e moda (Figura 1A) foram, respectivamente, 546,7, 500,0 e 500,0, mostrando que não houve diferença significativa entre eles. Considerando-se o desvio padrão de 120,4, verifica-se tendência dos dados, em que 80% dos modelos possuíam amplitude de espaçamento entre 430 e 660. Os modelos que apresentaram amplitudes maiores que 660 são denominados multi-semeadoras, indicadas para a semeadura tanto de sementes miúdas (trigo, aveia, milheto, pastagens), como graúdas (milho, soja, feijão, girassol).

Autonomia de fertilizante (ha): os valores máximo (7,2) e mínimo (0,1) indicaram haver grande variação na capacidade de distribuição de fertilizante entre os modelos estudados, conforme aponta o coeficiente de variação de 71,2%. Em média, tem-se semeadoras com autonomia para semear 2 ha, embora a maior tendência seja para máquinas com autonomia abaixo da média (Figura 1B).

Autonomia de semente (ha): os valores máximo (49,7) e mínimo (0,9) indicaram grande variação na capacidade de distribuição de sementes entre os modelos estudados, conforme indica o coeficiente de variação de 65,5%. Em média, tem-se semeadoras com autonomia para semear 12 ha, mesmo que a

maior tendência seja para máquinas com autonomia para semear 6 ha (Figura 1C).

Relação autonomia Fertilizante/Semente (F/S): quanto mais o valor da relação se aproximar de 1,0, maior será a proximidade entre os valores de capacidade dos reservatórios de fertilizante e semente, porém na prática o valor máximo obtido (0,54) retrata a grande diferença entre a necessidade de aplicação de fertilizante e semente por hectare (Figura 1D). Analisando-se o valor médio (0,18) tem-se que as autonomies de distribuição de fertilizante e semente são, respectivamente, 2 e 11 ha, indicando serem necessárias 5,5 operações de abastecimento do reservatório de adubo para 1 única operação de abastecimento do reservatório de semente.

Unidade de semeadura para milho (un): os valores máximo (12) e mínimo (2) demonstram a alta variabilidade de oferta de modelos em relação a este parâmetro. Em média, eram ofertados modelos com 5 unidades mas havia grande quantidade de modelos sendo ofertada com 4 unidades porém, pela distribuição, ocorreu tendência de oferta de modelos com maior número de unidades de semeadura para milho, que a média (Figura 1E).

Unidade de semeadura para soja (un): os valores máximo (25) e mínimo (2) demonstraram a alta variabilidade de oferta de modelos em relação a este parâmetro. O valor médio foi de 10 unidades mas a análise de frequência mostrou haver grande quantidade de modelos com 7, 8 e 9 unidades, o que pode ser observado através da mediana e da moda que, graficamente, estão localizadas em classes de maior frequência, porém abaixo da média (Figura 1F).

Potência requerida por unidade de semeadura (cv): os valores máximo (20) e mínimo (7,44) demonstraram a baixa variabilidade na demanda de potência disponível nos tratores. A análise da distribuição de frequência (Figura 1G) indicou a existência de uma dispersão considerada, apesar dos valores da média, moda e mediana serem próximos. O mercado disponibilizava uma quantidade considerável de modelos que requeriam potência por volta de 9 cv por unidade de semeadura; no entanto, ocorreu tendência entre 10 a 20 cv.

Relação Peso/Potência (kg cv⁻¹): os valores máximo (56,7) e mínimo (5,4) indicaram uma amplitude de 51,3, apresentan-

Tabela 1. Resultado das análises de medidas de dispersão dos parâmetros estudados e do Índice de Adequação (IA)

Parâmetros	Medidas de Dispersão					Medidas de Posição		
	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	Desvio Médio	Coefficiente de Variação	Média	Mediana	Moda
Amplitude de espaçamento (mm)	1040,0	180,0	120,4	84,8	22,0	546,7	500,0	500,0
Autonomia de fertilizante (ha)	7,2	0,1	1,4	1,1	71,2	2,0	1,8	2,0
Autonomia de semente (ha)	49,7	0,9	7,8	5,5	65,5	12,0	10,0	6,0
Relação autonomia Fertilizante/Semente (F/S)	0,5	0,0	0,1	0,1	51,0	0,18	0,17	0,16
Unidade de semeadura para milho (un)	12,0	2,0	1,9	1,5	38,9	5,0	5,0	4,0
Unidade de semeadura para soja (un)	25,0	2,0	4,4	3,5	43,4	10,0	9,0	7,0
Potência requerida por unidade de semeadura (cv)	20,0	7,4	2,2	1,7	21,4	10,39	10,00	10,00
Relação Peso/Potência (kg cv ⁻¹)	56,7	5,4	12,3	10,0	34,7	35,48	36,00	36,00
Recomendação de culturas (un)	13,0	6,0	2,7	2,3	35,8	7,6	6,0	6,6
Índice de Adequação (IA)	1,8	0,6	0,2	0,2	20,7	1,02	0,99	0,92

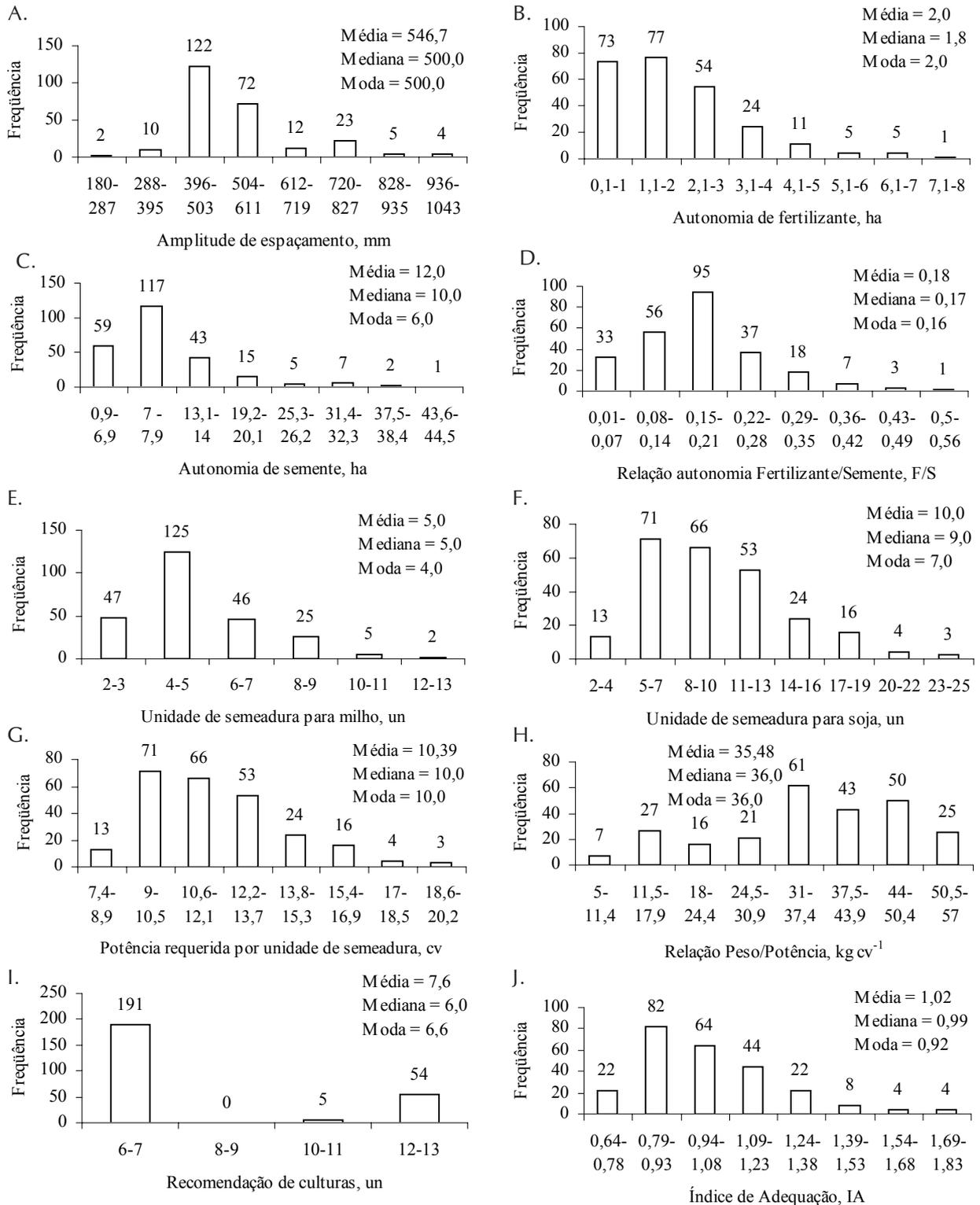


Figura 1. Distribuição de freqüência dos parâmetros técnicos avaliados: (A) Amplitude de espaçamento; (B) Autonomia de fertilizante; (C) Autonomia de semente; (D) Relação autonomia Fertilizante/Semente; (E) Unidade de semeadura para milho; (F) Unidade de semeadura para soja; (G) Potência requerida por unidade de semeadura; (H) Relação Peso/Potência; (I) Recomendação de culturas e (J) Índice de Adequação

do grande variabilidade entre os modelos. Esta análise demonstrou que alguns modelos, dependendo da sua configuração (sistema hidráulico, dimensões das caixas de fertilizantes e sementes, material de fabricação, mecanismos de ataque ao solo, número de unidades de semeadura) tendem a requerer maior potência em função do aumento de peso e da tra-

ção, enquanto modelos mais simples e menores têm menor peso e requerem menos potência disponível para tração. Na distribuição de freqüência (Figura 1H) observa-se tendência clara, com valores da relação acima da média (35,4).

Recomendação de culturas (un): os valores máximo (13) e mínimo (6) indicaram a capacidade das máquinas realizarem a

semeadura de culturas desde trigo, soja, milho, arroz, feijão até sementes de pastagens. Consta-se tendência clara na distribuição dos modelos (Figura 1I), confirmada pelos valores da média, moda e mediana, indicando que a maioria das semeadoras-adubadoras realizava a semeadura de até 6 culturas (milho, soja, feijão, algodão, girassol e amendoim).

Índice de Adequação (IA): em função da variabilidade ocorrente para os valores do IA, os modelos poderiam ser orde-

nados em classes, uma vez que ocorreu amplitude duas vezes maior que o valor mínimo, desvio padrão de 0,20 e coeficiente de variação de 20,7%, possibilitando a proposição de pelo menos 5 classes distintas de modelos semelhantes. A distribuição de frequência (Figura 1J) indicou que a média (1,03), mediana (0,99) e moda (0,92) apresentam valores próximos, sendo que a média é um pouco maior, mostrando que havia tendência para modelos com índices mais baixos, ou seja,

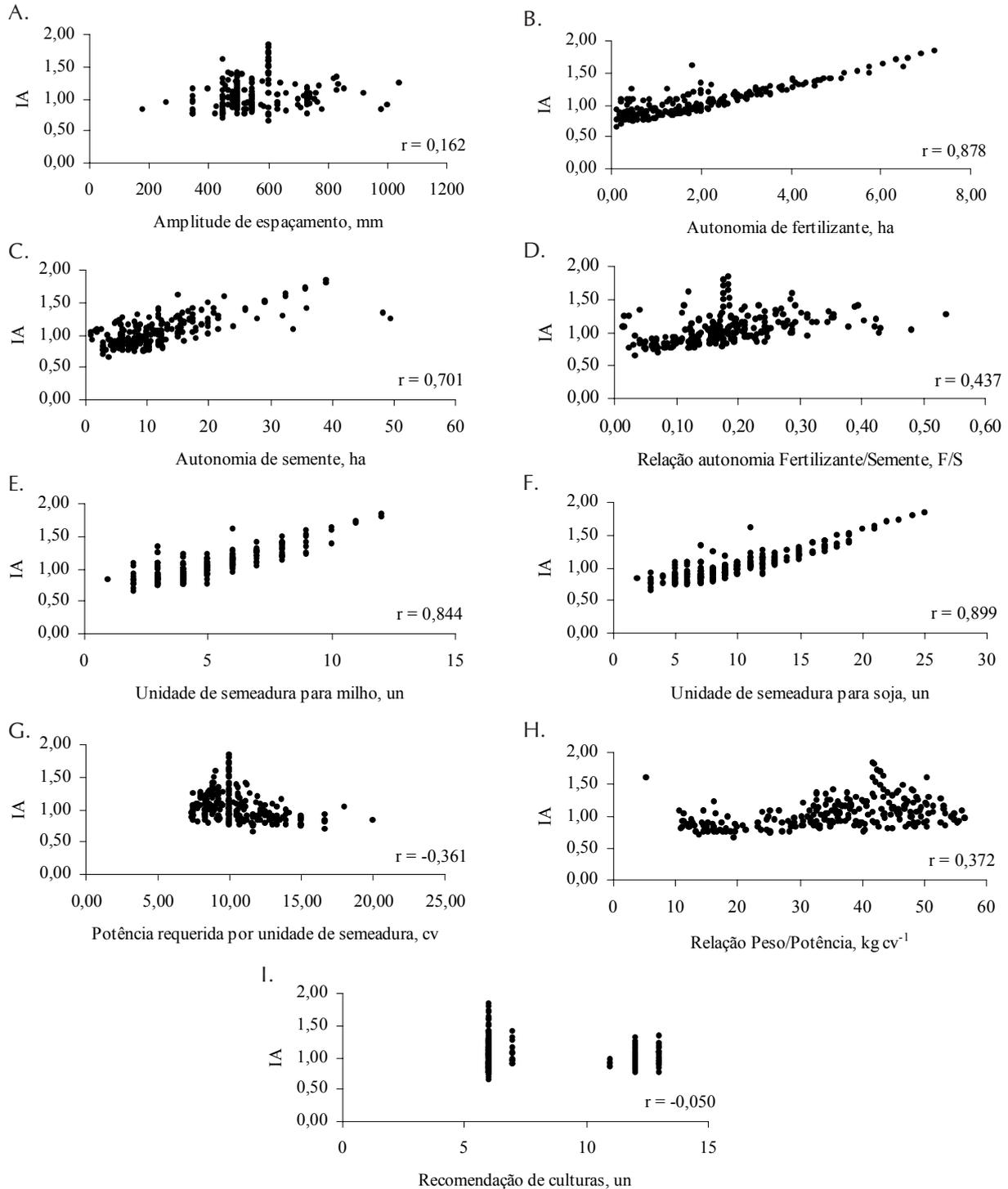


Figura 2. Relação entre o Índice de Adequação e os diferentes parâmetros utilizados para sua proposição: (A) Amplitude de espaçamento; (B) Autonomia de fertilizante; (C) Autonomia de semente; (D) Relação autonomia fertilizante/sememente; (E) Unidade de semeadura para milho; (F) Unidade de semeadura para soja; (G) Potência requerida por unidade de semeadura; (H) Relação peso/potência e (I) Recomendação de culturas

maior oferta de modelos indicados para pequenas e médias propriedades.

Para identificar a influência dos valores dos parâmetros com relação ao resultado obtido do IA, utilizou-se o coeficiente de correlação. Este estudo correlacional objetivou determinar a força do relacionamento entre duas observações emparelhadas, indicando até que ponto os valores de uma variável estão relacionados com os de outra. O coeficiente tem duas propriedades que caracterizam a relação entre duas variáveis: uma é o sinal (+ ou -) e a outra é sua magnitude. O sinal é o mesmo que o coeficiente angular de uma reta imaginária que se ajustasse aos dados, caso esta fosse traçada no diagrama de dispersão, e a magnitude de r indica quão próximos da reta estão os pontos, individualmente (Stevenson, 1981; Kume, 1993).

A Figura 2 apresenta a relação entre o Índice de Adequação e os diferentes parâmetros.

Ao analisar a Figura 2A, nota-se que a correlação entre a amplitude de espaçamento e o IA foi positiva, porém o valor de r obtido foi baixo, indicando pouca influência deste parâmetro na determinação do Índice. Nas Figuras 2B, 2C, 2E e 2F verifica-se haver uma relação positivo entre a autonomia de fertilizante, autonomia de semente, unidade de semeadura para milho, unidade de semeadura para soja e o IA, influenciando fortemente no resultado dos valores do índice. Nas Figuras 2D e 2H tem-se que a correlação entre a relação de autonomia Fertilizante/Semente e relação Peso/Potência e o IA é positiva e os valores de r obtidos indicam uma influência moderada na determinação do Índice. As correlações entre potência requerida por unidade de semeadura e recomendação de culturas e o IA, são negativas, indicando pouca influência desses parâmetros na determinação do Índice, (Figuras 2G e 2I).

O conjunto de dados do IA obtidos para cada um dos modelos analisados permitiu distribuí-los nas categorias A, B, C, D e E. Os intervalos para classificação dos valores dos modelos de semeadora-adubadora de precisão foram propostos com base no resultado do desvio padrão do IA e estão apresentados na Tabela 2.

A Figura 3 apresenta a distribuição dos modelos, de acordo com as categorias de adequação propostas.

Os modelos que obtiveram índices entre 0,64 e 1,12 (categorias A e B), são de menor porte e indicados para pequenas e médias propriedades, caracterizadas por pequenos talhões em que o número de manobras é maior durante a semeadura e a potência disponível nos tratores é menor. Os modelos que

Tabela 2. Intervalos para classificação, em categorias e tamanho de área das propriedades, ideal para adequação dos modelos, disponíveis no mercado nacional em 2002

Intervalos do IA	Categorias	Tamanho de Área
0,64 - 0,88	A	Pequena
0,89 - 1,12	B	Pequena/Média
1,13 - 1,36	C	Média
1,37 - 1,60	D	Média/Grande
1,61 - 1,88	E	Grande

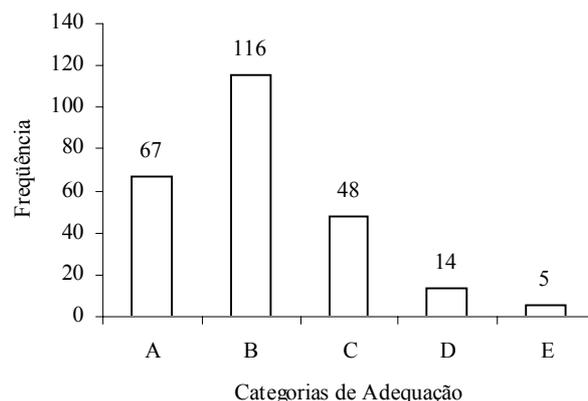


Figura 3. Distribuição do número de modelos analisados nas categorias de adequação

obtiveram índices entre 0,89 e 1,60 (categorias B, C e D), são indicados para áreas intermediárias entre de médio e grande porte. Os modelos que obtiveram índices entre 1,37 e 1,88 (categorias D e E), são indicados para grandes áreas, nas quais há necessidade de semeadoras-adubadoras com maior autonomia de aplicação de fertilizante e semente (facilitando as estratégias de logística) em que, geralmente, a potência disponível nos tratores também é maior. A distribuição dos modelos por marca nas categorias propostas pode ser observada na Tabela 3.

As empresas com mais modelos classificados na categoria A, foram a Marchesan Implementos e Máquinas Agrícolas Tatu S.A, a Indústria de Implementos Agrícolas Vence Tudo Importação e Exportação Ltda e a Fankhauser Indústria de Máquinas Agrícolas S.A, respondendo por 51% dos 67 modelos na categoria A. A categoria B concentrou o maior número de máquinas (116 modelos) e se pode constatar que as empresas Marchesan Implementos e Máquinas Agrícolas Tatu S.A e Fankhauser Indústria de Máquinas Agrícolas S.A re-

Tabela 3. Distribuição dos modelos, por fabricante, em relação a sua classificação, nas categorias de adequação

Categoria:	Marcas													Total
	Baldan	Case	Frankhauser	Fundiferro	Imasa	John Deere	Jumil	Marchesan	Max	Metasa	Semeato	StaraSfil	Vence Tudo	
A	7	-	10	1	1	1	4	12	5	2	7	5	12	67
B	12	-	20	2	8	1	8	31	3	5	10	9	7	116
C	1	3	6	-	5	3	4	11	-	2	10	3	-	48
D	1	1	1	-	1	-	5	-	-	-	5	-	-	14
E	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	5

Fonte: Silva (2003)

presentavam, com seus modelos, 44% desta categoria. Com relação à classificação das semeadoras-adubadoras, na categoria C diz-se que 57% dos modelos classificados nesta categoria indicados para as médias e grandes propriedades pertenciam a três empresas: à Marchesan Implementos e Máquinas Agrícolas Tatu S.A, à Fankhauser Indústria de Máquinas Agrícolas S.A e à Semeato S.A Indústria e Comércio e, ainda, que os 43% restantes dos modelos estão divididos entre 10 empresas. Na categoria D as Empresas Jumil – Justino de Moraes, Irmãos S.A e Semeato S.A Indústria e Comércio, representaram 72% das máquinas classificadas nesta categoria, com 5 modelos cada uma. Apenas a Empresa Jumil – Justino de Moraes, Irmãos S.A, possuía modelos classificados na categoria E, com 5 modelos.

CONCLUSÕES

1. A teoria dos Números Índices possibilitou a obtenção de um parâmetro único de caracterização de semeadoras-adubadoras de precisão de forma eficiente, podendo ser utilizada em novos estudos na área de máquinas agrícolas.

2. Os parâmetros unidades de semeadura para milho e para soja, autonomia de fertilizante e autonomia de semente influenciaram fortemente nos resultados dos valores do IA.

3. Os parâmetros que influenciaram moderadamente nos valores do índice, foram relação de autonomia fertilizante/semente, potência requerida por unidade de semeadura e a relação peso/potência.

4. A amplitude de espaçamento e a recomendação de culturas não apresentaram correlação significativa com os valores do índice.

5. O estudo mostrou que 73% dos modelos analisados são mais indicados para pequenas propriedades, 19% para médias propriedades e 8% para grandes propriedades.

6. A classificação proposta permitiu melhorar a visualização dos tipos de modelos de máquinas para realizar semeadura direta, ofertadas pelos fabricantes e a sua aplicação poderá auxiliar e facilitar ao usuário adequar a máquina para as características do sistema de produção.

LITERATURA CITADA

- Brisolla, S.N. Números índices, indicadores sociais, ciência e tecnologia. http://www.ige.unicamp.br/extensao/dpct/ensino_dpct_geo501.htm. 20 Out. 2003.
- Dallmeyer, A.U.; Ferreira, M.F.; Neujahr, E.B.; Schneider, V. Relação custo/coeficiente tecnológico de semeadoras-adubadoras para semeadura direta. In: Encontro Nacional de Plantio Direto, 6, 1998, Brasília. Resumos... Brasília: APDC, 1998, p.72.
- Endo, S.K. Números índices. 1.ed. São Paulo: Atual, 1986. 74p.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Cadastro das indústrias de maquinaria agrícola. São Paulo: NSI/MA/IPT E CIEN-TEC, 1988. 102p.
- Kume, H. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. 11.ed. São Paulo: Gente, 1993. 245p.
- Mialhe, L.G. Máquinas agrícolas: Ensaios & certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722p.
- NEMA - Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas. Banco de dados de semeadoras de plantio direto. <http://www.usfm.Br/nema/banco2.pdf>. 20 Out. 2001.
- Raij, B. van; Cantarella, H. Milho para grãos e silagem. In: Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. Boletim Técnico 100: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. p.56-59.
- Silva, M.R. da. Classificação de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema plantio direto conforme o índice de adequação. Campinas: UNICAMP, 2003. 82p. Dissertação Mestrado
- Silva, M.R. da; Daniel, L.A.; Peche Filho, A. Sistematização de informações em catálogos de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema plantio direto. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, 2003, Goiânia. Anais... Goiânia: SBEA, 2003. CD-Rom.
- Stevenson, W.J. Estatística aplicada à administração. 1.ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981. 495p.
- Stolf, R. Para cada trator, um implemento. Guia Rural Tratores e Máquinas Agrícolas, São Paulo, v.1, n.1, p.120-123. 1990.
- Toledo, G.L.; Ovalle, I.I. Estatística básica. 2.ed. São Paulo: Atual, 1985. 459p.