

DIMENSÕES DE SAFRAS AGRÍCOLAS BRASILEIRAS: proposta de mensuração empregando números-índices agregativos¹

José Roberto Vicente²
Lilian Cristina Anefalos³

1 - INTRODUÇÃO

As dimensões das safras agrícolas brasileiras vêm sendo divulgadas, ano após ano, com base na quantidade esperada ou obtida, em toneladas de grãos. Essa medida apresenta dois problemas principais: em primeiro lugar, os chamados grãos - cereais, leguminosas e oleaginosas - representam somente cerca de 38% do valor da produção das lavouras, segundo dados do Censo Agropecuário 1995-1996 (CENSO, 1998). Em segundo lugar, a produção agrícola, enquanto representativa dos resultados de uma atividade econômica, deveria ser medida através de um método capaz de agregar os diferentes bens produzidos considerando os distintos preços relativos. Essa deficiência de medida faz com que quantidades de produtos com diferentes estruturas de custo, produtividade e preço sejam consideradas como homogêneas. Portanto, números-índices agregativos permitem uma melhor mensuração das diferenças de quantidades produzidas em safras distintas.

Embora existam fórmulas de números-índices sobre as quais não pesam restrições teóricas e, conseqüentemente, capazes de representar convenientemente alterações de quantidades agregadas, seu emprego é limitado a análises *a posteriori*, quando estimativas de preços recebidos estejam disponíveis.

Este estudo tem o objetivo de contribuir

¹Estudo efetuado com a colaboração da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo FAPESP 99/05088-4).

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola (IEA), Assistente Técnico de Direção da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) e Bolsista do CNPq (e-mail: jrivicente@iea.sp.gov.br).

³Engenheiro Agrônomo, Mestre, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: lcanefal@iea.sp.gov.br).

para a proposição e difusão de um método mais adequado para medir a produção agrícola, que seja factível já por ocasião do plantio da safra das águas ou de estimativas preliminares de produção. Para tanto, foram construídos índices superlativos, que tiveram seus resultados comparados aos fornecidos pela avaliação tradicional e por fórmulas de números-índices que utilizam como fatores de ponderação preços da época-base.

2 - METODOLOGIA

A opção por determinada fórmula de índice conduz ao "problema dos números-índices". Tradicionalmente, a comparação entre as diversas fórmulas existentes era feita com base nos testes lógicos definidos por FISHER (1922), em seu texto clássico. Segundo esses critérios, entre as fórmulas mais conhecidas, as de Laspeyres e Paasche não atendem aos testes de decomposição de causas (o produto do índice de quantidade pelo índice de preço calculado por essas fórmulas difere do índice de valor), de reversão temporal (o produto do índice de quantidade do ano 0 em relação ao ano t pelo índice do ano t em relação ao ano 0 difere da unidade) e de circularidade (o qual exige que um número-índice deve ser independente da escolha de um terceiro ponto no tempo, podendo, portanto, ser decomposto por um produto de dois índices similares em que a base de um deles é o período corrente do outro). A fórmula de Fisher não atende apenas o teste de circularidade, o que pode ser contornado com o uso do encadeamento⁴.

No estudo de EICHHORN (1976) encontra-se a argumentação de que o teste de circularidade não é compatível com os demais, não

⁴Para uma descrição completa dos testes, ver SILVA e CARMO (1986).

havendo fórmula que os satisfaça simultaneamente.

Na moderna teoria dos números-índices, além da necessidade de atualização constante da base de ponderação (aproximação discreta à integral de Divisia), vem merecendo destaque o estudo das relações entre especificações funcionais admitidas pela análise econômica e fórmulas de números-índices. CHRISTENSEN (1975) demonstrou que a fórmula de Laspeyres é exata para uma função de produção linear, que supõe substituição perfeita de fatores no processo produtivo, e que ela proporciona medidas - pobres de produtividade, o que já havia sido demonstrado por SAMUELSON e SWAMY (1974) para a fórmula de Paasche. STAR e HALL (1976) demonstraram que a fórmula de Laspeyres, embora possa ser considerada uma aproximação discreta à integral de Divisia se calculada encadeadamente, conduzia a resultados que superestimavam a taxa de aumento da produtividade em mais de 100%.

DIEWERT (1976) definiu como flexível uma forma funcional agregativa que possibilite uma aproximação até segunda ordem, de uma função linear homogênea arbitrária, que possua derivadas primeira e segunda; chamou de superlativa uma fórmula de números-índices exata (isto é, consistente) para uma forma funcional flexível. Demonstrou que o índice de Törnqvist (também chamado de índice translog de Törnqvist-Theil) é exato para uma forma agregativa translog homogênea (e, portanto, superlativa). Similarmente, demonstrou que a fórmula de Fisher é exata para uma função agregativa quadrática de ordem dois homogênea (e, portanto, superlativa)⁵.

Fórmulas superlativas, conforme DIEWERT (1976), também se caracterizam por se aproximarem até a segunda ordem, o que limita a amplitude das variações medidas. Essa característica, que se mantém mesmo para funções agregativas não-homotéticas (DIEWERT, 1978), foi verificada empiricamente por SILVA e CARMO (1986) com dados do Estado de São Paulo.

Essas evidências, fartamente registradas na literatura, parecem referendar as fórmulas de Fisher e de Törnqvist como mais adequadas para o cálculo de índices de produção. Todavia, apresentam como desvantagem a necessidade do conhecimento da estrutura de preços na cha-

mada época atual. Entre as fórmulas mais empregadas, as de Laspeyres e de Divisia não padecem dessa exigência, e esta última é a única das anteriormente citadas que atende ao critério da circularidade (MILONE e ANGELINI, 1995).

Apresentam-se na tabela 1 essas fórmulas, para índices de quantidade entre dois períodos de tempo (SILVA e CARMO, 1986).

TABELA 1 - Fórmulas para o Cálculo de Índices de Quantidade

Índices	Fórmulas ¹
Laspeyres	$LQ_{0,1} = \frac{\sum_{i=1}^n p_0^i \cdot q_1^i}{\sum_{i=1}^n p_0^i \cdot q_0^i} = \sum_{i=1}^n \frac{q_1^i}{q_0^i} \cdot w_0^i$
Paasche	$PQ_{0,1} = \frac{\sum_{i=1}^n p_1^i \cdot q_1^i}{\sum_{i=1}^n p_1^i \cdot q_0^i} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{q_0^i}{q_1^i} \cdot w_1^i}$
Fisher	$FQ_{0,1} = \sqrt{LQ_{0,1} \cdot PQ_{0,1}}$
Törnqvist	$TQ_{0,1} = \prod_{i=1}^n \left(\frac{q_1^i}{q_0^i} \right)^{\frac{w_0^i + w_1^i}{2}}$
Divisia	$DQ_{0,1} = \prod_{i=1}^n \left(\frac{q_1^i}{q_0^i} \right)^{w_0^i}$

¹A letra inicial, L, P, F, T ou D, identifica o tipo de índice, e a letra Q indica que se referem a quantidades. Os demais símbolos têm os seguintes significados: preço do item i, no período 1 (p_1^i); preço do item i, no período 0 (p_0^i); quantidade do item i, no período 1 (q_1^i); quantidade do item i, no período 0 (q_0^i); participação do item i, na relação orçamentária do período 0 ($w_0^i = \frac{p_0^i \cdot q_0^i}{\sum_{i=1}^n p_0^i \cdot q_0^i}$); participação do item i, na relação

orçamentária do período 1 ($w_1^i = \frac{p_1^i \cdot q_1^i}{\sum_{i=1}^n p_1^i \cdot q_1^i}$).

Fonte: SILVA e CARMO (1986).

As fórmulas podem ser classificadas

⁵Essas demonstrações foram ampliadas por LAU (1979).

quanto à sua base de ponderação, fixa ou móvel. Essa base refere-se, em geral, a um período em que foram obtidas (ou tomadas implicitamente) as participações de cada componente em uma relação orçamentária (por exemplo, custo ou valor da produção). As fórmulas de Laspeyres e de Divisia seriam, portanto, de base fixa de ponderação, já que a cada novo período acrescentado à série, os pesos são mantidos no período base; o contrário ocorre para as outras fórmulas. A base de cálculo refere-se ao período com base no qual são calculados os relativos (no caso, de quantidades); em uma série, em geral, é o período anterior ao de referência; portanto, todas as fórmulas têm base de cálculo fixa (SILVA e CARMO, 1986).

Como o foco de interesse do estudo foi o de comparar o desempenho de medidas de variação da safra agrícola factíveis *a priori* - ou seja, antes da efetiva comercialização dos produtos e, portanto, com preços recebidos ainda desconhecidos - indicadores foram construídos para permitir comparações. Inicialmente, foi calculado o desvio de cada medida em relação ao índice de Törnqvist, considerada a forma mais correta de medir as variações de quantidades produzidas. Uma avaliação, para o período analisado como um todo, foi efetuada com a raiz quadrada do desvio quadrático médio (RQDQM).

Adicionalmente, para melhor avaliar a aderência dos outros índices à fórmula superlativa de Törnqvist, foi utilizado o coeficiente de desigualdade (U) de THEIL (1966):

$$U = \left[\frac{\sum_t (\Delta P_t - \Delta A_t)^2}{\sum_t \Delta A_t^2} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad t = 1, 2, \dots, n$$

onde,

$$\Delta P_t = \text{variação prevista} = \frac{P_t - A_{t-1}}{A_{t-1}}, \quad e$$

$$\Delta A_t = \text{variação realizada} = \frac{A_t - A_{t-1}}{A_{t-1}}.$$

Para evitar o problema de assimetria implícita em variações medidas através de porcentagens, seguiu-se o procedimento proposto por THEIL (1966), baseado no uso de logaritmos naturais. Assim, como demonstra aquele autor:

$$\Delta P_t - \Delta A_t = \ln \frac{P_t}{A_t}, \quad e \quad \Delta A_t = \ln \frac{A_t}{A_{t-1}}$$

A interpretação de U é simples:

- se U for igual a zero, as variações previstas são iguais às observadas: quanto maior for o U, pior será o procedimento de previsão;
- se U for igual a um, o procedimento de previsão equivale a não prever variações;
- se U for maior que um significa obter previsões piores do que não prever variações.

Para ilustração foram utilizados diagramas de previsão-realização de THEIL (1966), que empregam sistemas de eixos cartesianos onde cada ponto corresponde a um par de variações, sendo uma prevista e outra realizada. Os pontos da bissetriz dos quadrantes de mesmos sinais correspondem a previsões perfeitas; no presente caso, as medidas *a priori* devem se igualar ao índice de Törnqvist. Os erros por superestimação, subestimação e mudança de sentido⁶ podem ser visualizados pela posição dos pontos no diagrama, conforme mostra a figura 1.

2.1 - Fontes de Dados

As quantidades produzidas das diferentes lavouras tiveram como fonte o Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (LEVANTAMENTO, 2000); os preços recebidos pelos produtores, a Fundação Getúlio Vargas (FGV) (PREÇO, 1994-1999). Os produtos para os quais estão disponíveis informações tanto de preços quanto de quantidades são: algodão (herbáceo e arbóreo), amendoim (das águas e da seca), arroz, banana, batata (das águas, da seca e de inverno), cacau, café, cana-de-açúcar, castanha de caju, cebola, coco-da-baía, feijão (das águas, da seca e de inverno), fumo, juta, laranja, malva, mamona, mandioca, milho (1º e 2º safras), pimenta-do-reino, agave (sisal), soja, tomate, trigo e uva. Pelos dados do Censo Agropecuário 1995-1996 (CENSO, 1998), esses produtos representavam mais de 83% do valor da produção total das lavouras.

Como os preços recebidos pelos produtores, divulgados pela FGV, são mensais, foi necessário, inicialmente, construir uma estrutura

⁶Esse tipo de erro é considerado mais grave, já que a previsão efetuada sequer é capaz de adiantar o sentido de variação da série objeto de análise.

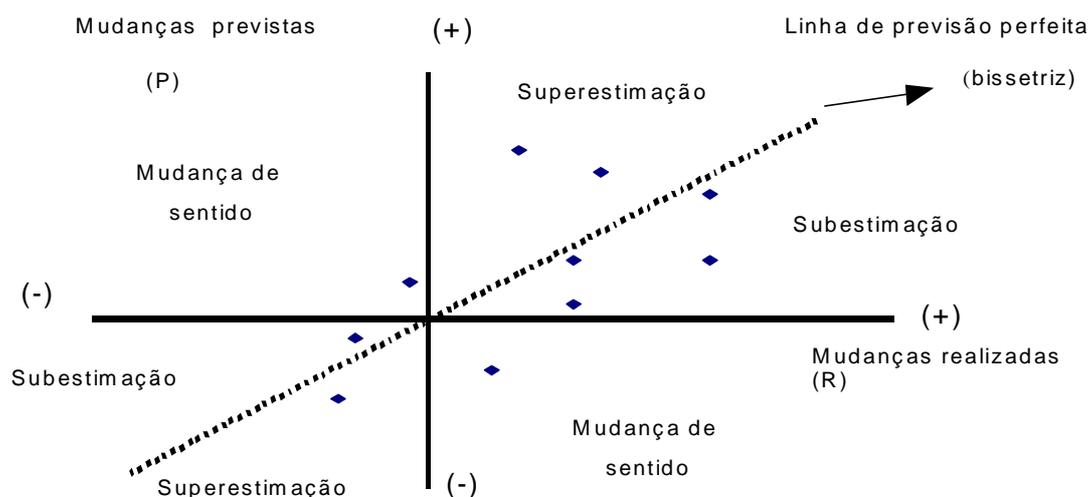


Figura 1 - Diagrama de Previsão (P) e Realização (R) de Mudanças de Theil.

Fonte: Adaptado de THEIL, 1966, p.24.

de ponderações para o cálculo de médias anuais; isso foi efetuado a partir das informações presentes no Censo Agropecuário 1995-1996 (CENSO, 1998), correspondentes às quantidades vendidas mensalmente entre agosto de 1995 e julho de 1996⁷.

A partir dessas informações, foram calculados os índices ano a ano, de acordo com as fórmulas agregativas apresentadas anteriormente.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos confirmaram a expectativa teórica de maior semelhança entre os provenientes de fórmulas superlativas: os índices de Törnqvist e de Fisher⁸ apresentaram magnitudes praticamente idênticas. As variações das quantidades produzidas, considerando-se o total de 25 produtos, diferem das que foram medidas tomando-se somente os chamados grãos⁹, inclu-

⁷As quantidades produzidas e os preços médios anuais recebidos pelos produtores, bem como as estruturas de ponderação estão nos Anexos 1 e 2.

⁸Embora calculado e apresentado, o índice de Fisher não foi objeto de comparação com o de Törnqvist, já que também exige o conhecimento da estrutura de ponderação no ano t. Entretanto, é uma alternativa simples ao cálculo de índices de Törnqvist, de obtenção mais complexa, devido à proximidade de resultados.

⁹Algodão, amendoim, arroz, feijão, mamona, milho, soja e trigo.

sive apresentando inconsistências nos movimentos observados na maioria dos pontos, em que quedas na produção total coexistiram com aumentos na produção de grãos e vice-versa (Tabela 1).

Supondo-se como correto o valor fornecido pela fórmula de Törnqvist, procurou-se, em seguida, apontar a alternativa mais adequada para a representação das variações da quantidade produzida com base nos métodos factíveis *a priori*, ou seja, que não exigem um conhecimento dos preços relativos na época atual: índices de Divisia, Laspeyres e o índice simples de quantidade de grãos (sem utilizar os preços como ponderadores).

Considerando-se o total de 25 produtos analisados e os índices de Divisia e de Laspeyres (em relação ao de Törnqvist), verifica-se que a fórmula de Divisia ficou mais próxima do índice de Törnqvist, segundo o critério do maior coeficiente de correlação, enquanto que a menor raiz quadrada do erro quadrático médio foi a do índice de Laspeyres (Tabela 2). O outro indicador utilizado, o coeficiente de desigualdade de THEIL (1966), aponta o índice de Laspeyres como superior. Devido à elevada correlação entre as séries, experimentou-se ajustar modelos de regressão, utilizando as fórmulas de base fixa de ponderação como variáveis explicativas do índice de Törnqvist. Em seguida, os valores corrigidos, isto é, as estimativas do índice de Törnqvist fornecidas pelos modelos, foram novamente avaliadas,

TABELA 1 - Índices de Variação da Quantidade Produzida, Setor de Lavouras, Brasil, 1994-98

Produtos/ano	Índices ¹					
	Törnqvist	Fisher	Divisia	Laspeyres	Paasche	
Total ²						
1994	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
1995	98,92	99,06	97,32	98,35	99,77	
1996	100,65	100,60	99,94	101,25	99,96	
1997	103,18	103,18	102,93	103,48	102,87	
1998	99,99	100,03	99,55	101,57	98,51	
1999	108,24	108,18	107,14	108,12	108,23	
Grãos ³	Törnqvist	Fisher	Divisia	Laspeyres	Paasche	Toneladas ⁴
1994	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1995	101,91	102,03	100,18	100,85	103,22	105,80
1996	92,28	92,16	91,01	92,10	92,23	92,23
1997	104,79	104,82	104,00	104,59	105,06	105,06
1998	98,27	98,26	98,19	100,24	96,32	96,88
1999	112,88	112,83	111,63	112,94	112,72	109,91

¹Índices encadeados.

²Refere-se às 25 lavouras em estudo, já descritas anteriormente.

³Cereais, leguminosas e oleaginosas.

⁴Índices simples de variação das quantidades, agregadas sem ponderação.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

TABELA 2 - Indicadores dos Erros de Medida de Diferentes Índices em Relação à Fórmula de Törnqvist

Produtos/ano/indicador	Índices				
	Divisia	Törnqvist estimado por Divisia	Laspeyres	Törnqvist estimado por Laspeyres	Toneladas
Total (25 lavouras)					
Desvio 1995	1,6000	0,670	0,570	0,950	
Desvio 1996	0,7100	-0,150	-0,600	-0,230	
Desvio 1997	0,2500	-0,530	-0,300	0,050	
Desvio 1998	0,4400	-0,430	-1,580	-1,220	
Desvio 1999	1,1000	0,440	0,120	0,440	
RQEQM ¹	0,9520	0,474	0,811	0,727	
Correlação ²	0,9898	-	0,976	-	
U ³	0,2320	0,115	0,198	0,178	
Grãos	Divisia	Törnqvist estimado por Divisia	Laspeyres	Törnqvist estimado por Laspeyres	Toneladas
Desvio 1995	1,730	0,710	1,060	1,180	-3,890
Desvio 1996	1,270	0,300	0,180	0,320	0,050
Desvio 1997	0,790	-0,250	0,200	0,310	-0,270
Desvio 1998	0,080	-0,930	-1,970	-1,850	1,390
Desvio 1999	1,250	0,170	-0,060	0,040	2,970
RQEQM ¹	1,166	0,556	1,098	1,001	2,279
Correlação ²	0,997	-	0,989	-	0,824
U ³	0,116	0,056	0,101	0,101	0,216

¹Raiz quadrada do desvio (erro) quadrático médio.

²Coefficiente de correlação simples.

³Coefficiente de desigualdade de Theil.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

e o índice Törnqvist estimado a partir do índice de Divisia foi considerado superior por todos os critérios empregados.

A avaliação das fórmulas aplicadas aos dados de grãos apresentou resultados semelhantes aos anteriores. Observa-se, também, que a produção medida pela simples variação das quantidades produzidas apresenta o pior desempenho, segundo os indicadores apresentados.

A fim de visualizar melhor o desempenho de cada um dos índices no período analisado, foram utilizados diagramas de previsão-realização (THEIL, 1966), relacionando o índice de Törnqvist (como variação realizada) com cada um dos demais índices estudados (como variações previstas) para o total de lavouras (Figuras 2 a 6) e para grãos (Figuras 7 a 11).

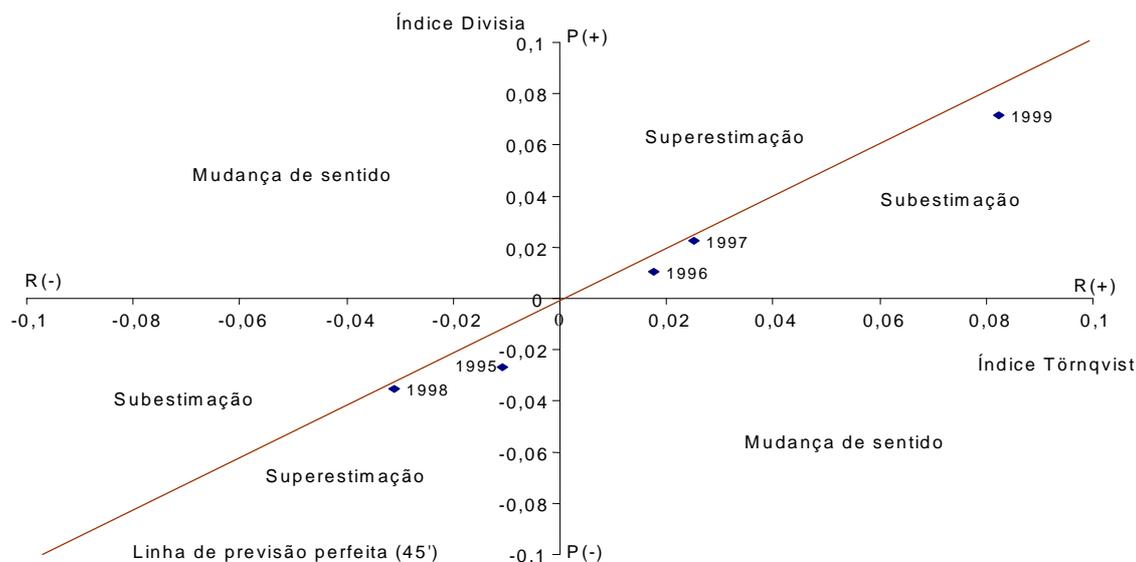


Figura 2 - Diagrama de Previsão e Realização, Índice Divisia para o Total de Lavouras, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

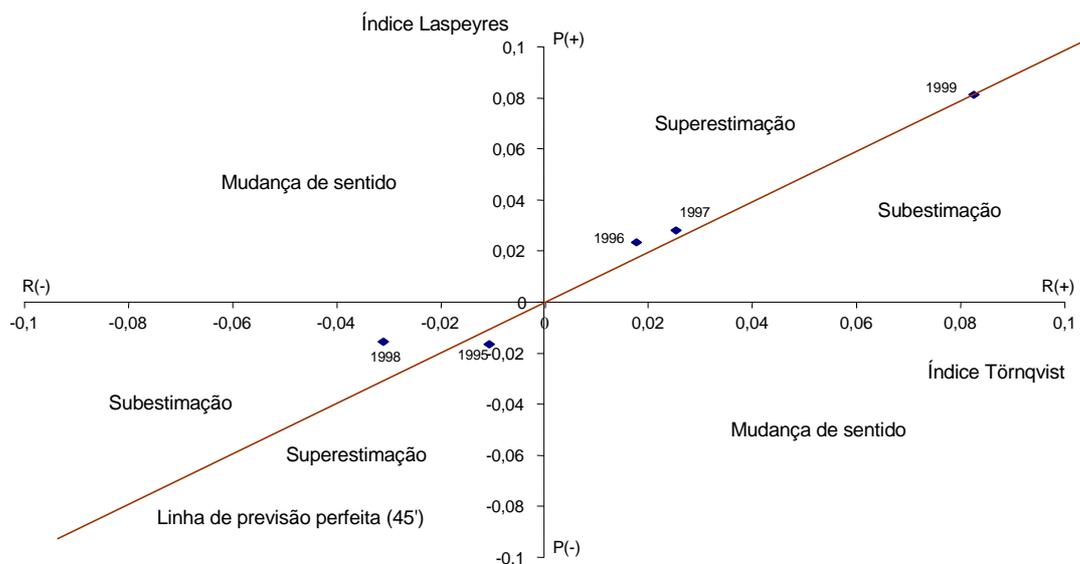


Figura 3 - Diagrama de Previsão e Realização, Índice Laspeyres para o Total de Lavouras, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

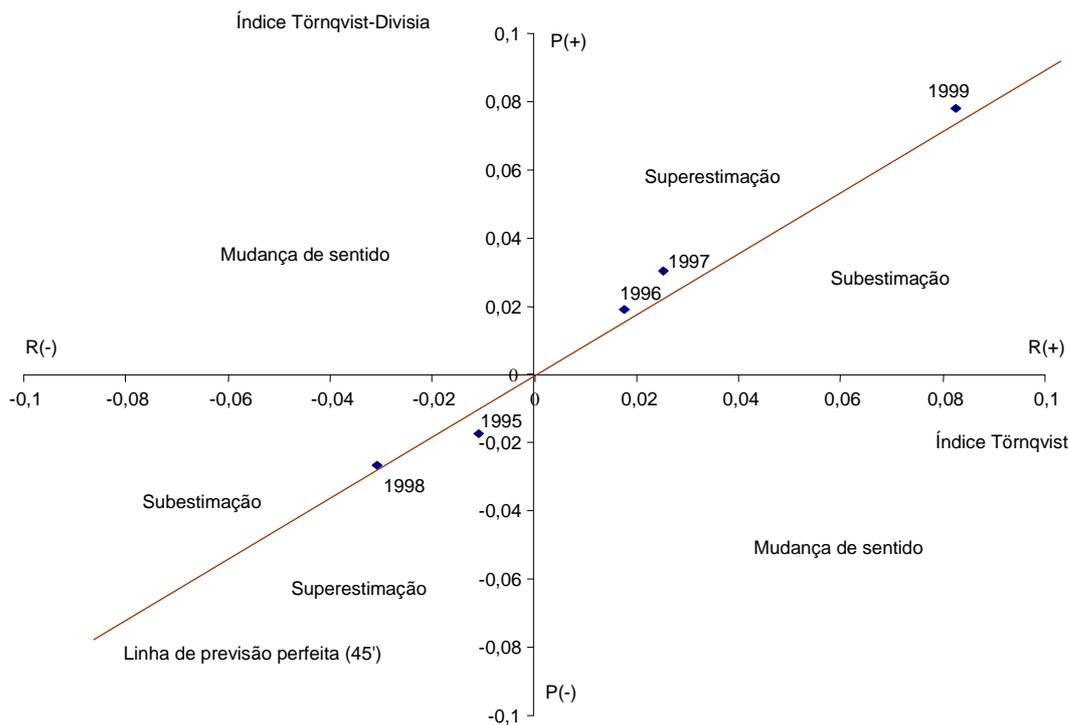


Figura 4 - Diagrama de Previsão e Realização, Índice Törnqvist-Divisia para o Total de Lavouras, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

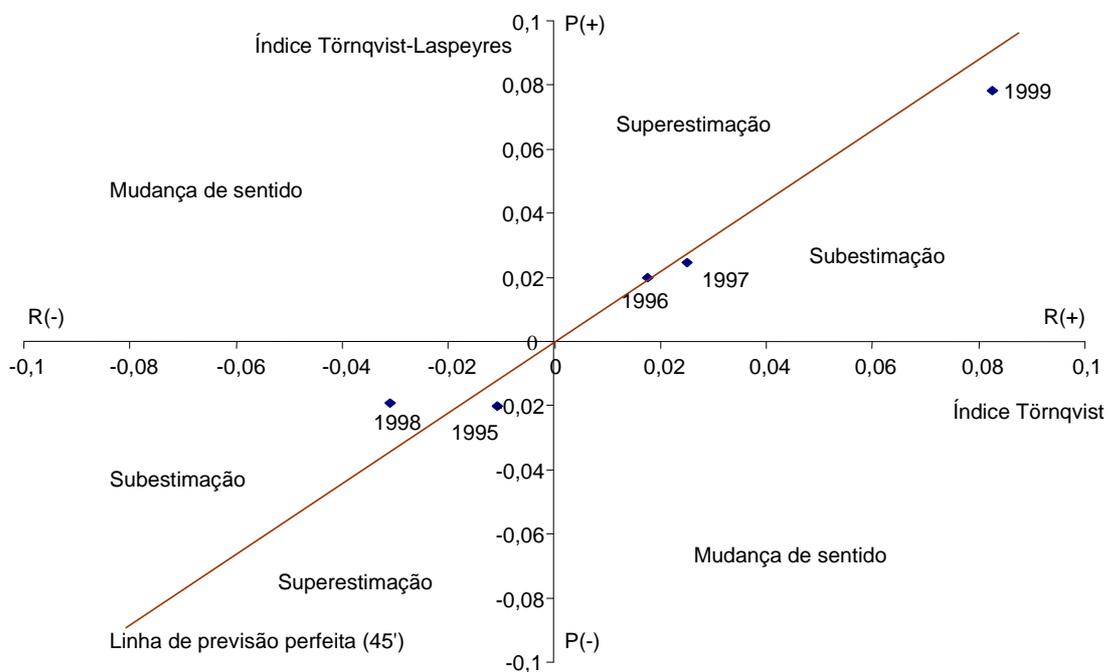


Figura 5 - Diagrama de Previsão e Realização, Índice Törnqvist-Laspeyres para o Total de Lavouras, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

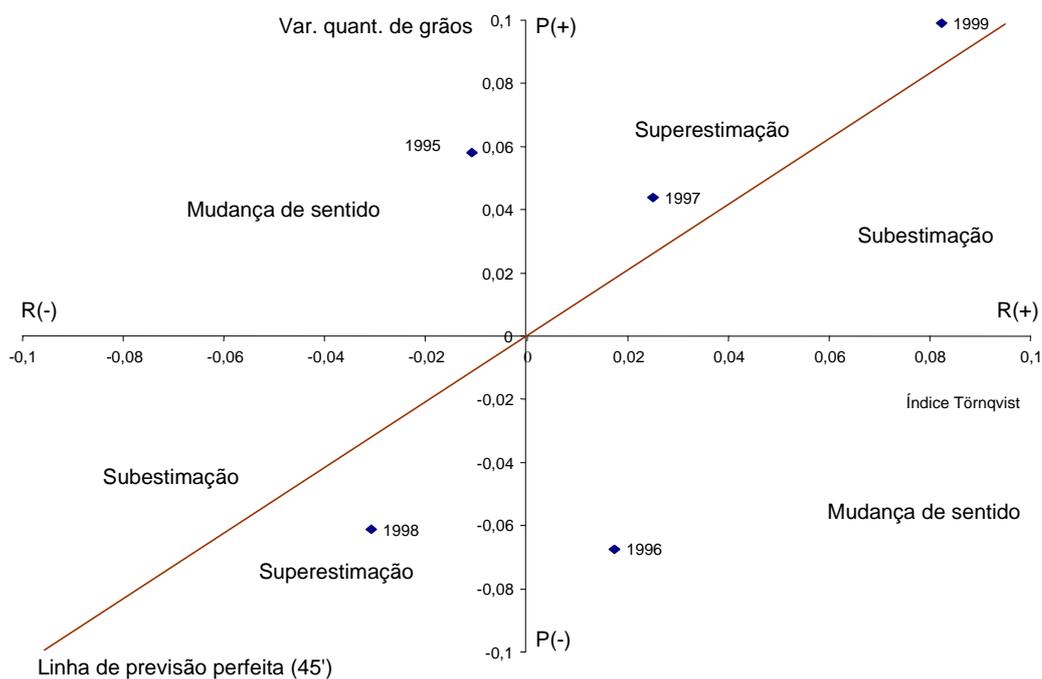


Figura 6 - Diagrama de Previsão e Realização, Variação da Quantidade de Grãos Representando o Total de Lavouras, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

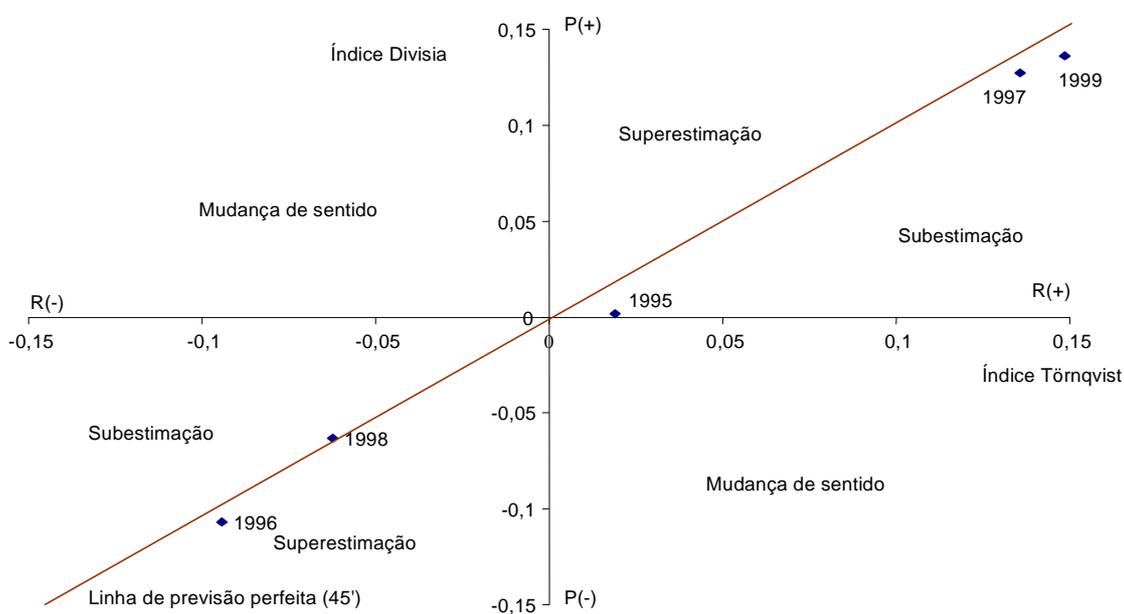


Figura 7 - Diagrama de Previsão e Realização, Índice Divisia para Grãos, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

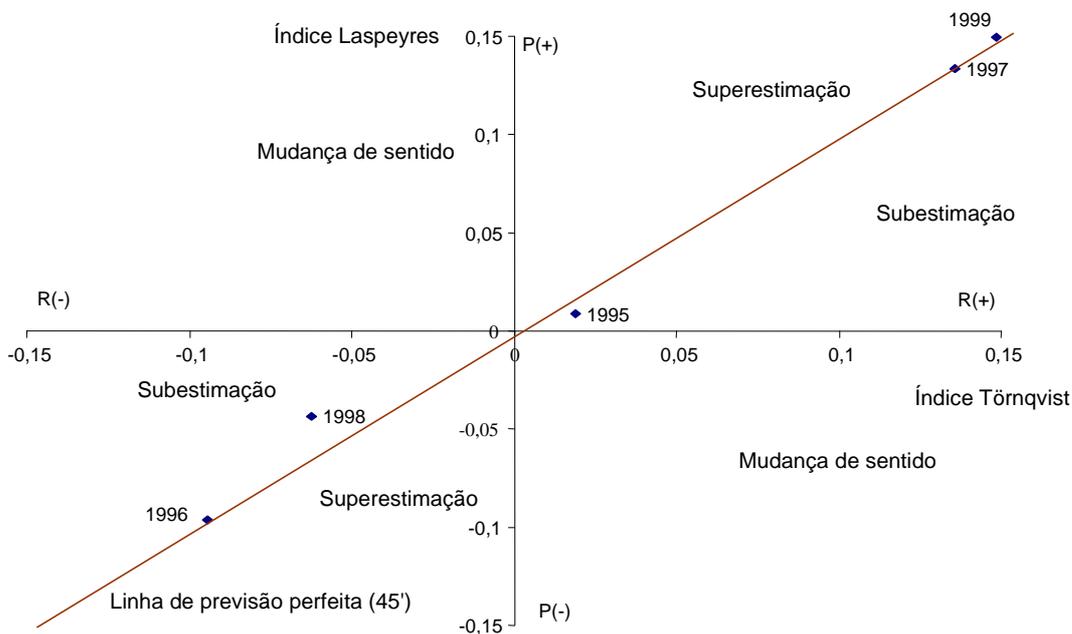


Figura 8 - Diagrama de Previsão e Realização, Índice Laspeyres para Grãos, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

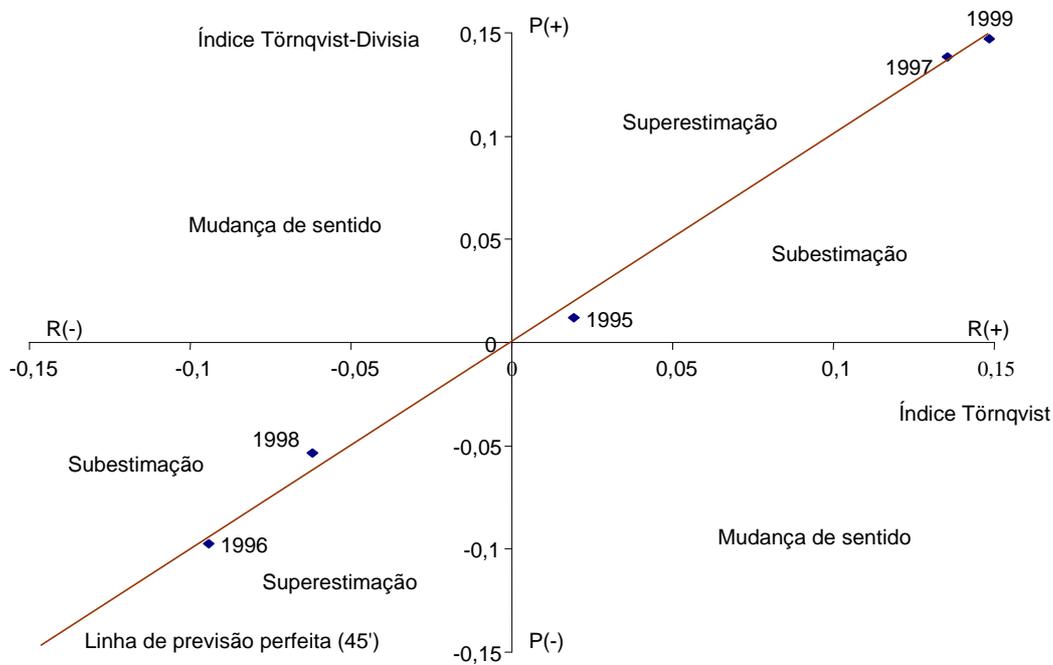


Figura 9 - Diagrama de Previsão e Realização, Índice Törnqvist-Divisia para Grãos, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

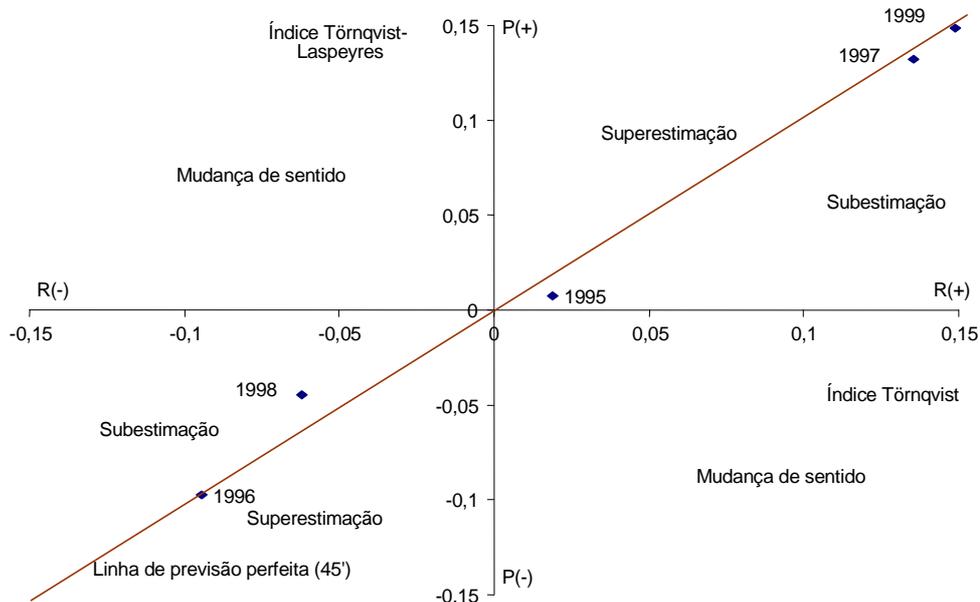


Figura 10 - Diagrama de Previsão e Realização, Índice Törnqvist-Laspeyres para Grãos, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

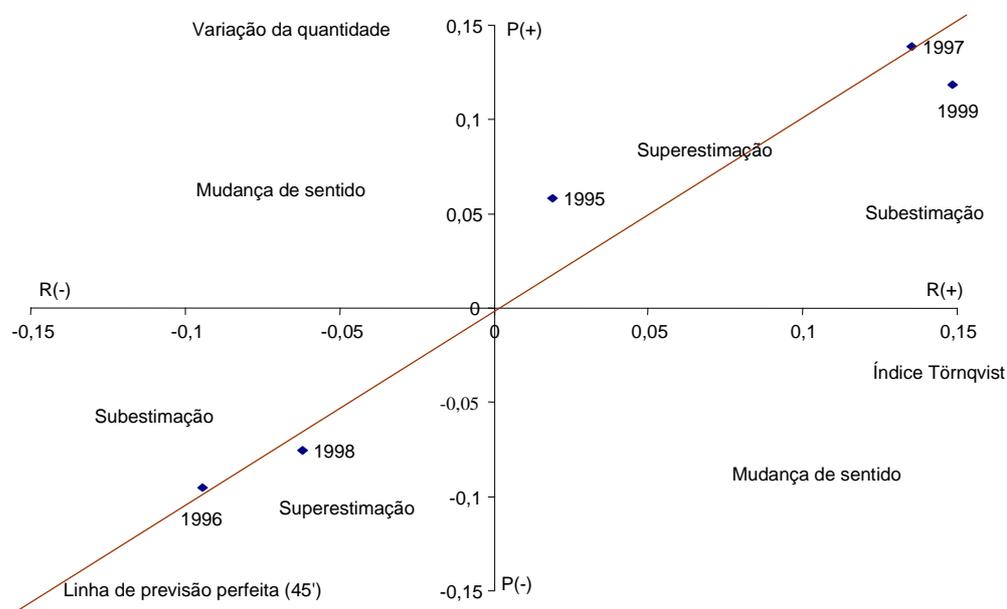


Figura 11 - Diagrama de Previsão e Realização, Variação da Quantidade de Grãos, Brasil, 1995-99.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

Em relação ao total de lavouras, o índice Törnqvist estimado a partir do de Divisia forneceu previsões melhores do que os demais, confirmando a análise anterior (Figura 4); destaque-se que, nos anos de 1996, 1998 e 1999, os pontos encontram-se praticamente sobre a bissetriz (previsão perfeita). Por outro lado, a variação da quantidade de grãos apresentou o pior desempenho: nenhum dado ficou sobre a bissetriz e, inclusive, para 1995 e 1996, a previsão efetuada apontou um sentido contrário de variação observada (Figura 6).

Para os grãos, os índices de Laspeyres, Törnqvist estimado por Divisia e Törnqvist estimado por Laspeyres, apresentaram resultados similares, uma vez que os anos 1996, 1997 e 1999 foram previstos quase perfeitamente e os anos 1995 e 1998 foram subestimados (Figuras 8 a 10). O pior comportamento foi, novamente, o da simples soma de quantidades, cujos pontos encontram-se mais distantes da bissetriz (Figura 11).

4 - CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela análise da produção agrícola do período 1994-1999, verificou-se ser inadequado

representar a quantidade produzida somente através da produção de grãos, já que as variações observadas ano a ano nas duas séries diferem substancialmente.

A forma usual de divulgação da safra de grãos, pela simples soma das quantidades, desconsiderando os diferentes preços dos produtos, foi igualmente considerada inadequada.

A análise comparativa do desempenho das fórmulas de Divisia e Laspeyres, com o índice de Törnqvist, permitiu concluir que se deveria empregar índices Törnqvist estimados a partir de índices Divisia para uma avaliação preliminar sobre as variações das safras agrícolas, mesmo para os grãos. Caso não se deseje ajustar modelos de regressão, os resultados fornecidos por índices Laspeyres seriam os mais próximos dos da fórmula de Törnqvist.

Naturalmente, essas conclusões não devem ser extrapoladas para outras regiões, como em qualquer análise econométrica; nem para períodos distintos do analisado. Se for necessário justificar o emprego de determinada fórmula agregativa, será prudente repetir as comparações efetuadas neste estudo.

LITERATURA CITADA

CENSO AGROPECUÁRIO 1995-1996 - Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 366p.

CHRISTENSEN, Laurits R. Concepts and measurement of agricultural productivity. **American Journal of Agricultural Economics**, v.57, n.5, p.910-915, Dec. 1975.

DIEWERT, W. E. Exact and superlative index numbers. **Journal of Econometrics**, v.4, n.2, p.115-145, May 1976.

_____. Superlative index numbers and consistency in aggregation. **Econometrica**, v.46, n.4, p.883-900, July. 1978.

EICHHORN, W. Fisher's tests revisited. _____, v.44, n.2, p.247-256, Mar. 1976.

FISHER, Irving. **The making of index numbers: a study of their varieties, tests and reliability**. Boston: Houghton Mifflin Co., 1922.

LAU, Lawrence J. On exact index numbers. **Review of Economics and Statistics**, v.61, n.1, p.73-82, Feb. 1979.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, jan. 2000.

MILONE, Guiseppe; ANGELINI, Flavio. **Estatística aplicada**. São Paulo: Atlas, 1995. 286p.

PREÇO MÉDIO DAS LAVOURAS. Rio de Janeiro: FGV, jan. 1994/dez. 1999.

Informações Econômicas, SP, v.30, n.6, jun. 2000.

SAMUELSON, Paul A.; SWAMY, S. Invariant economic index numbers and canonical duality: survey and synthesis. **American Economic Review**, Nashville, v.64, n.4, p.566-593, Sept. 1974.

SILVA, Gabriel L. S. P. ; CARMO, Heron C. E. Como medir a produtividade agrícola: conceitos, métodos e aplicações no caso de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.33, t.1/2, p.139-170, 1986.

STAR, Spencer; HALL, Robert E. An approximate Divisia index of total factor productivity. **Econometrica**, v.44, n.2, p.257-263, Mar. 1976.

THEIL, Henri. **Applied economic forecasting**. Amsterdam, North-Holland, 1966. 474p.

**DIMENSÕES DE SAFRAS AGRÍCOLAS BRASILEIRAS:
proposta de mensuração empregando números-índices agregativos**

RESUMO: O objetivo deste artigo é o de criticar o método utilizado para efetuar comparações entre as dimensões das safras agrícolas brasileiras. Verificou-se que as simples somas de quantidades de grãos constituem medidas parciais e inexatas. Foi proposto um método alternativo, baseado no emprego de números-índices agregativos e na produção de 25 lavouras. O índice de Törnqvist estimado a partir da fórmula de Divisia foi escolhido como o mais adequado para representar antecipadamente variações de produção, tanto para o total de produtos como para os grãos.

Palavras-chave: produção agrícola, números-índices.

**DIMENSIONS OF BRAZILIAN AGRICULTURAL CROPS:
a measurement proposal employing aggregating index numbers**

ABSTRACT: The objective of this paper is to review the method that has been used to compare the dimensions of the Brazilian agricultural crops. It was verified that partial and incorrect measures come from the sum of the grain quantities. An alternative method is proposed based on the aggregating number indexes and the production of 25 cultivations. The Törnqvist index estimated by Divisia showed to be the best for an anticipated representation of production variations for all products and grains.

Key-words: agriculture production, index numbers.

Recebido em 16/05/2000. Liberado para publicação em 26/05/2000.

**DIMENSÕES DE SAFRAS AGRÍCOLAS BRASILEIRAS:
proposta de mensuração empregando números-índices agregativos**

Anexo 1

TABELA A.1.1 - Quantidades Produzidas e Preços Médios Recebidos pelos Produtores, Setor de Lavouras, Brasil, 1994-1999

(continua)

Produto	1994		1995		1996	
	Quantidade (mil t)	Preço (R\$/kg)	Quantidade (mil t)	Preço (R\$/kg)	Quantidade (mil t)	Preço (R\$/kg)
Algodão	1.367,18	0,16	1.451,01	0,43	1.011,08	0,47
Amendoim	158,86	0,11	168,55	0,36	154,19	0,34
Arroz	10.499,46	0,05	11.225,99	0,18	9.989,84	0,20
Banana ¹	572,17	1,62	567,98	3,26	561,93	2,81
Batata	2.480,16	0,24	2.676,93	0,31	2.702,94	0,24
Cacau	330,40	0,79	296,49	1,02	256,75	1,10
Café	2.612,54	0,92	1.858,24	1,05	2.685,64	0,92
Cana	292.070,45	0,01	303.557,34	0,01	325.929,07	0,02
Castanha	126,25	0,21	164,16	0,16	164,66	0,16
Cebola	1.018,84	0,28	930,67	0,36	962,93	0,21
Coco ²	902,22	0,32	949,40	0,46	1.011,71	0,36
Feijão	3.368,43	0,41	2.946,27	0,51	2.822,34	0,61
Fumo	518,98	0,87	455,28	1,67	470,89	2,02
Juta	2,30	0,17	2,14	0,37	2,00	0,40
Laranja ²	87.091,09	0,02	98.065,50	0,02	109.324,53	0,02
Malva	16,21	0,13	10,05	0,37	9,96	0,40
Mamona	53,50	0,16	32,47	0,24	43,39	0,26
Mandioca	24.452,36	0,03	25.315,62	0,07	24.583,97	0,08
Milho	32.487,40	0,05	36.274,58	0,10	32.185,18	0,14
Pimenta	34,71	1,21	33,68	1,58	34,46	1,51
Sisal	131,42	0,12	118,07	0,24	129,25	0,26
Soja	24.912,35	0,06	25.651,27	0,15	23.562,28	0,21
Tomate	2.678,15	0,27	2.700,20	0,38	2.674,83	0,34
Trigo	2.092,42	0,12	1.534,15	0,14	3.359,45	0,19
Uva	806,61	0,50	825,36	0,78	733,59	0,82

¹Quantidade em mil cachos e preço por cacho.

²Quantidade em mil frutos e preço por fruto.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

TABELA A.1.1 - Quantidades Produzidas e Preços Médios Recebidos pelos Produtores, Setor de Lavouras, Brasil, 1994-1999

(conclusão)

Produto	1997		1998		1999	
	Quantidade (mil t)	Preço (R\$/kg)	Quantidade (mil t)	Preço (R\$/kg)	Quantidade (mil t)	Preço (R\$/kg)
Algodão	835,56	0,56	1.177,76	0,51	1.416,49	0,57
Amendoim	140,46	0,46	190,40	0,40	173,27	0,47
Arroz	9.289,97	0,22	7.743,67	0,26	11.778,81	0,31
Banana ¹	586,04	2,42	532,46	2,61	560,34	3,00
Batata	2.757,23	0,30	2674,97	0,41	2.847,80	0,31
Cacau	285,03	1,53	280,25	1,64	205,90	1,73
Café	2.341,23	1,41	3.450,31	1,13	3.260,28	1,28
Cana	337.195,50	0,02	338.971,53	0,02	333.314,40	0,01
Castanha	113,15	0,16	39,84	0,28	140,32	0,35
Cebola	883,99	0,48	827,27	0,45	1.005,16	0,39
Coco ²	1.015,99	0,35	1.003,41	0,34	1.156,66	0,53
Feijão	2.990,72	0,59	2.199,93	1,00	2.888,97	0,79
Fumo	619,75	2,00	509,54	2,06	626,16	2,17
Juta	1,96	0,46	1,00	0,43	1,79	0,47
Laranja ²	114.804,11	0,02	103.659,26	0,03	113.860,90	0,02
Malva	9,82	0,45	7,59	0,43	6,39	0,46
Mamona	95,86	0,24	14,15	0,23	25,62	0,32
Mandioca	24.304,70	0,08	19.661,49	0,07	20.932,51	0,08
Milho	34.600,88	0,12	29.493,88	0,14	32.178,28	0,16
Pimenta	21,85	3,37	23,14	4,44	33,73	5,92
Sisal	145,05	0,31	115,88	0,28	184,20	0,32
Soja	26.430,78	0,26	31.374,07	0,23	30.904,23	0,25
Tomate	2.640,76	0,31	2.754,67	0,41	3.242,66	0,39
Trigo	2.440,86	0,15	2.231,63	0,15	2.435,80	0,20
Uva	900,98	0,62	736,47	0,77	868,35	1,01

¹Quantidade em mil cachos e preço por cacho.

²Quantidade em mil frutos e preço por fruto.

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados básicos de CENSO (1998), LEVANTAMENTO (2000) e PREÇO (1994-1999).

Anexo 2

TABELA A.2.1 - Ponderações Utilizadas no Cálculo dos Preços Recebidos Anuais

Lavoura	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Algodão	0,004	0,056	0,347	0,293	0,147	0,082	0,042	0,010	0,010	0,003	0,004	0,004
Amendoim	0,208	0,308	0,130	0,043	0,043	0,159	0,079	0,011	0,003	0,002	0,004	0,010
Arroz	0,020	0,061	0,412	0,397	0,076	0,014	0,005	0,002	0,002	0,003	0,003	0,005
Banana	0,092	0,074	0,068	0,037	0,056	0,071	0,071	0,076	0,082	0,136	0,096	0,142
Batata	0,140	0,116	0,101	0,081	0,060	0,047	0,052	0,042	0,046	0,041	0,094	0,180
Cacau	0,004	0,003	0,013	0,029	0,107	0,269	0,150	0,056	0,086	0,148	0,108	0,027
Café coco	0,002	0,002	0,006	0,030	0,169	0,344	0,328	0,087	0,019	0,010	0,003	0,001
Cana	0,008	0,007	0,006	0,009	0,064	0,091	0,163	0,189	0,168	0,123	0,112	0,062
Feijão	0,156	0,108	0,069	0,061	0,068	0,083	0,064	0,080	0,053	0,047	0,068	0,142
Fumo	0,386	0,103	0,012	0,004	0,001	0,000	0,002	0,009	0,014	0,010	0,090	0,368
Laranja	0,020	0,009	0,008	0,007	0,016	0,065	0,089	0,129	0,230	0,223	0,132	0,072
Milho	0,032	0,118	0,229	0,189	0,153	0,103	0,086	0,043	0,026	0,008	0,007	0,008
Mandioca	0,033	0,043	0,066	0,080	0,109	0,166	0,188	0,086	0,062	0,066	0,048	0,051
Soja	0,005	0,080	0,353	0,448	0,098	0,007	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001
Tomate	0,064	0,069	0,061	0,056	0,072	0,114	0,146	0,094	0,099	0,076	0,067	0,082
Trigo	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,018	0,130	0,355	0,232	0,221	0,025
Caju	0,032	0,011	0,003	0,001	0,000	0,002	0,005	0,015	0,096	0,463	0,252	0,120
Cebola	0,070	0,011	0,012	0,019	0,031	0,088	0,076	0,108	0,053	0,034	0,058	0,440
Coco	0,124	0,070	0,075	0,034	0,037	0,101	0,166	0,057	0,051	0,114	0,058	0,113
Juta	0,068	0,169	0,109	0,100	0,006	0,005	0,036	0,000	0,000	0,060	0,286	0,161
Malva	0,046	0,135	0,132	0,208	0,064	0,055	0,018	0,018	0,022	0,060	0,225	0,015
Mamona	0,005	0,020	0,026	0,029	0,063	0,243	0,350	0,109	0,062	0,014	0,009	0,070
Pimenta-do-reino	0,046	0,006	0,003	0,005	0,021	0,075	0,193	0,290	0,218	0,071	0,014	0,059
Agave (sisal)	0,067	0,043	0,058	0,049	0,100	0,144	0,167	0,112	0,087	0,079	0,047	0,046
Uva	0,124	0,383	0,026	0,007	0,005	0,009	0,019	0,056	0,052	0,057	0,078	0,184

Fonte: Elaborada a partir de dados básicos do CENSO (1998).