

## **Análise da instabilidade da produção de grãos no Brasil no período 1960-83**

Virginia Maria Gomide de Paiva Machado\*

Carlos Antonio Moreira Leite\*\*

Antonio Carvalho Campos\*\*

Teotônio Dias Teixeira\*\*

No Brasil, os aumentos em produção média de grãos no período 1960-83 foram acompanhados por aumentos mais que proporcionais nos desvios-padrão de produção. Este estudo utilizou um procedimento de decomposição de variância para conhecer a importância relativa das diferentes fontes de instabilidade. Embora sem predominância de um único termo, os resultados mostraram a influência, às vezes total, das covariâncias entre estados e das covariâncias entre estados e entre culturas. O maior efeito desestabilizante neste grupo de covariâncias resultou do componente de interação de mudanças em área média, rendimento médio e mudanças em covariância.

*1. Introdução; 2. Objetivo; 3. Metodologia; 4. Resultados e discussão; 5. Resumo e conclusões.*

### **1. Introdução**

Em décadas recentes, as políticas voltadas para o crescimento da produção agrícola brasileira têm atuado sobre duas fontes de crescimento: a expansão da fronteira agrícola e o desenvolvimento tecnológico em áreas já ocupadas. Até a década de 60, em especial, as medidas de política visavam a favorecer a industrialização e, portanto, enfatizavam a expansão da fronteira agrícola para que o desenvolvimento econômico não fosse dificultado pelo desempenho da agricultura (Smith, 1969), conduzindo a uma agricultura pouco capitalizada e baseada na abundância dos fatores produtivos *terra e trabalho*. Dada a dotação de fatores do país, esta política parece ajustar-se ao modelo desenvolvido por Hayami e Ruttan (1971). A demanda de novas tecnologias foi insignificante nessa década e as medidas de política contemplavam investimentos em infra-estrutura básica e estímulos, via mecanismo de mercado, ao crescimento da oferta de produtos agrícolas. Os investimentos em infra-estrutura básica permitiram a incorporação de novas áreas à produção agropecuária do Centro-Sul do Brasil. A incorporação

\* Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Goiás (Emater/GO) – Caixa Postal 331 – 74.000 – Goiânia, GO.

\*\* Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa – 36.570 – Viçosa, MG.

R. Bras. Econ.	Rio de Janeiro	v. 42	nº 4	p. 410-31	out./dez. 1988
----------------	----------------	-------	------	-----------	----------------

de novas terras foi admitida explicitamente por Dias (1978) como a principal fonte de crescimento agrícola que continuará vigorando no país. O progresso tecnológico e a capitalização do setor não serão, portanto, dominantes no médio prazo.

Ao final da década de 60, as crises freqüentes de abastecimento interno e, simultaneamente, a alta de preços dos produtos agrícolas conduziram à adoção de uma nova estratégia de crescimento da produção agrícola. A demanda de novas tecnologias tornou-se crescente na década seguinte, culminando com a disposição do governo federal de aumentar os investimentos em pesquisa agrícola.

O estímulo à produção agropecuária na década de 70 caracterizou-se, principalmente, pelo subsídio ao crédito e pela crescente atuação das políticas de preços mínimos. A política de modernização agrícola adotada pelo governo implicou um conjunto de estímulos à expansão intensiva da produção agrícola, sobretudo via subsídios aos preços de insumos modernos e de máquinas e equipamentos, o que conferiu atratividade ao investimento agrícola. Ocorreu, então, a expansão da produção de tratores, implementos agrícolas e insumos agrícolas, especialmente de fertilizantes. O processo de tecnificação da agricultura esteve altamente correlacionado à política de crédito subsidiado na década de 70 e, ao longo desta, o consumo de fertilizantes químicos, bem como a utilização de tratores, cresceu sensivelmente, muito embora o uso desses fatores tenha-se concentrado, preferencialmente, nos estabelecimentos agrícolas maiores. O crescente emprego de insumos modernos e a maior área cultivada com soja e trigo estimularam a expansão do crédito de custeio nos anos 70. Somente as regiões Sul e Sudeste absorveram em torno de 77% do total de financiamentos (Kageyama e Graziano da Silva, 1983). Os créditos subsidiados para aquisição de insumos modernos tiveram, porém, pouco efeito sobre culturas como a do feijão, cuja tecnologia disponível não implica o uso desses insumos, e sobre lavouras secundárias, como é o caso da cultura do milho em muitas regiões, que oferecem resistência à adoção de fertilizantes e sementes melhoradas (Castro, 1981).

A maior parte do esforço de pesquisa foi concentrada nas regiões Sul e Sudeste e desenvolvida por iniciativa individual de alguns estados, com resultados mais importantes para o café, algodão, cana-de-açúcar, soja, trigo, batata e laranja. Os conhecimentos desenvolvidos nessas regiões não podem, porém, ser simplesmente transferidos para as outras, caracterizando, assim, um padrão desigual de desenvolvimento tecnológico entre regiões e culturas.

A disparidade observada entre regiões e produtos quanto à disponibilidade de novas tecnologias ao longo do tempo e a diversidade nos serviços de assistência técnica e nível de educação (insumos não-convencionais) constituem indicações de que as oportunidades para auferir renda, via mudança tecnológica, foram diferentes entre regiões e produtos.

Acrescenta-se a este quadro a forte concentração da propriedade da terra, reforçando, na década, a proliferação de latifúndios e, simultaneamente, o aumento no grau de concentração da exploração da terra, implicando, em última instância, a concentração de renda.

O viés da política econômica, detectado via administração de preços e tecnologia, tem favorecido claramente os produtos exportáveis e provocado quedas nas taxas de crescimento dos produtos básicos de consumo interno. A produção para exportação tem reduzido a taxa de crescimento da oferta interna de alimentos, através da substituição da composição da produção, promovendo alterações

tecnológicas que privilegiam o uso intensivo de terra e equipamentos, reduzindo, dessa forma, o emprego de trabalhadores residentes e, conseqüentemente, as culturas de subsistência (Mendonça de Barros e Graham, 1978).

Em relação à cultura da soja, o efeito-substituição entre produtos foi quantificado por Zockun (1978), cuja conclusão indica os produtos de mercado interno como aqueles que mais cederam área para a expansão dessa cultura durante o período 1970-73. Nos estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, as principais culturas substituídas foram milho, feijão, mandioca, algodão e arroz, além de pastagens. A inferioridade competitiva dos alimentos, devida, entre outros, ao maior grau de incerteza dessas culturas, reduz a eficácia de preços livres como mecanismo sinalizador das necessidades sociais do sistema.

Em estudo sobre o desempenho da agricultura brasileira, Mesquita (1981) relatou que, no período 1964-80, a produção agrícola brasileira cresceu 3,3% ao ano, porém a produção média de nove alimentos principais, entre eles arroz, feijão e milho, cresceu a uma taxa média anual de 2,4%, inferior ao crescimento populacional de 2,6% ao ano. Acrescentou, ainda, que a demanda potencial interna dos nove alimentos analisados apresentou um déficit médio anual de 3,0%, coberto, em grande parte, por importações de alimentos.

De modo geral, no Brasil, a importância relativa dos componentes de variação na produção tem mudado durante o tempo, para o país como um todo e entre os estados. Os padrões de crescimento da produção agrícola distintos entre estados e regiões, conforme Patrick (1975), são conseqüência da diversidade de condições econômicas e agrônômicas no Brasil. Portanto, o meio mais econômico para se obter aumento de produção varia entre regiões e culturas.

A escolha dos períodos analisados neste estudo decorreu do fato de que, a partir da década de 70, o processo de modernização tecnológica intensificou-se, especialmente pelo uso de mecanização e de fertilizantes, que quadruplicou na década. Com base neste processo, procurou-se analisar se a variação ocorrida na instabilidade de produção de alguns grãos alimentícios no país pode ser atribuída à adoção de tecnologias mais intensivas.

## **2. Objetivo**

Neste estudo, pretendeu-se analisar a decomposição e quantificação dos componentes de mudanças na produção de grãos alimentícios no país, nos períodos de 1960-70 e 1973-83. Este estudo abrangeu os estados da região Centro-Sul do país, especificamente São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, dos quais foram analisados os produtos: arroz, feijão, milho, soja, trigo e amendoim, selecionados basicamente por sua importância no abastecimento do mercado interno e externo.

Em decorrência da recente divisão dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e, conseqüentemente, da inexistência de séries temporais completas sobre ambos, procedeu-se à análise desses estados sob a denominação de estado do Mato Grosso.

## **3. Metodologia**

A metodologia utilizada neste trabalho, empregada por Hazell (1982), fornece uma decomposição exata dos componentes de mudança na média e variância da

produção total dos grãos estudados, sem, contudo, impor alguma hipótese comportamental sobre os dados, embora revele a importância dos diferentes componentes de instabilidade.

A variabilidade da produção foi medida em dois períodos de tempo, cada qual englobando 11 anos, o primeiro período de 1960 a 1970 e o segundo de 1973 a 1983 (os anos de 1971 e 1972 foram excluídos, por inexistência de estatísticas oficiais de produção agrícola). Os dados básicos necessários foram os de séries temporais sobre produção e área colhida, anualmente, por cultura e por estado.

A fim de assegurar a não-tendência dos dados referentes à área e ao rendimento, para cada cultura e estado, foram utilizadas relações lineares da forma

$$z_t = a + bt + e_t \quad (1)$$

em que  $z_t$  é a variável dependente (área ou rendimento),  $t$  é o tempo e  $e_t$  é o resíduo ou erro aleatório (com média zero e variância  $\sigma^2$ ). Os dois períodos de tempo tiveram, cada qual, uma regressão separada, assegurando assim  $\sum_t e_t = 0$  para cada período. Calculada a tendência, os resíduos foram centralizados nas áreas médias e rendimentos médios para cada período,  $\bar{z}$ , resultando em dados de séries temporais da forma:

$$\hat{z}_t = e_t + \bar{z} \quad (2)$$

Os dados de séries temporais para produção sem tendência, em relação a cada cultura e cada estado, foram calculados como o produto de áreas e rendimentos sem tendência. Para uma análise global, foram agregadas as produções por cultura e por estado.

As produções total e média, em termos de grãos selecionados para o país, foram calculadas como sendo respectivamente iguais a:

$$Q = \sum_h \sum_j A_{hj} \quad (3)$$

$$E(Q) = \sum_h \sum_j [\bar{A}_{hj} \bar{Y}_{hj} + \text{cov}(A_{hj}, Y_{hj})] \quad (4)$$

em que  $A$  e  $Y$  representam área e rendimento e  $j$  e  $h$  designam culturas e estados.

A mudança na produção média  $\Delta E(Q)$  pode ser decomposta a partir da produção média do período II menos a do período I, considerando-se, entretanto, que as variáveis referentes ao período II podem, individualmente, ser substituídas pelo seu complemento no período I mais a mudança na variável entre os dois períodos. Obtém-se, assim, quatro fontes de mudança em produção média:

$$\Delta E(Q) = \bar{A}_I \Delta \bar{Y} + \bar{Y}_I \Delta \bar{A} + \Delta \bar{A} \Delta \bar{Y} + \Delta \text{cov}(A, Y) \quad (5)$$

A análise das mudanças na variância de produção total dos grãos em estudo foi feita via decomposição de  $V(Q)$ , como segue:

$$V(Q) = \sum_h \sum_k \sum_i \sum_j \text{cov}(A_{hi} Y_{hi}, A_{kj} Y_{kj}) \quad (6)$$

em que  $i$  e  $j$  designam culturas e  $h$  e  $k$  designam estados, podendo ser dividida em:

$$\begin{aligned}
 V(Q) = & \sum_h \sum_j V(A_{hj} Y_{hj}) \\
 & + \sum_h \sum_{i \neq j} \sum_j \text{cov}(A_{hi} Y_{hi}, A_{hj} Y_{hj}) \\
 & + \sum_j \sum_{h \neq k} \sum_k \text{cov}(A_{hj} Y_{hj}, A_{kj} Y_{kj}) \\
 & + \sum_{h \neq k} \sum_k \sum_{i \neq j} \sum_j \text{cov}(A_{hi} Y_{hi}, A_{kj} Y_{kj}) \quad (7)
 \end{aligned}$$

Quando a produção de uma única cultura foi agregada para todos os estados, somente o primeiro e terceiro termos da equação (7) foram relevantes. De modo similar, a agregação de culturas dentro de um único estado considerou relevantes apenas o primeiro e segundo termos da equação (7).

O cálculo de covariâncias utilizou a expressão exata para a covariância de dois produtos de variáveis aleatórias (Bohrnstedt e Goldberger, 1969), representada como:

$$\begin{aligned}
 \text{cov}(A_i Y_i, A_j Y_j) = & \bar{A}_i \bar{A}_j \text{cov}(Y_i, Y_j) \\
 & + \bar{A}_i \bar{Y}_j \text{cov}(Y_i, A_j) \\
 & + \bar{Y}_i \bar{A}_j \text{cov}(A_i, Y_j) \\
 & + \bar{Y}_i \bar{Y}_j \text{cov}(A_i, A_j) \\
 & - \text{cov}(A_i, Y_i) \text{cov}(A_j, Y_j) + R \quad (8)
 \end{aligned}$$

em que  $i$  e  $j$ , conforme o caso, designam culturas ou estados.

No cálculo do primeiro termo da equação (7), variância de culturas individuais em cada estado, utilizou-se a equação de Goodman (Hazell, 1982), que é um caso especial da equação (8).

As mudanças entre períodos, relativas a cada um dos termos da equação (7), foram obtidas pelo uso do mesmo procedimento de decomposição utilizado no cálculo de  $\Delta E(Q)$ . As fontes de mudanças resultantes deste processo foram:

- a) mudança em rendimento médio;
- b) mudança em área média;
- c) mudança em variância de rendimento;
- d) mudança em variância de área;
- e) mudança em covariância área-rendimento;
- f) interação de mudanças em rendimento médio e área média;
- g) interação de mudanças em área média e variância de rendimento;
- h) interação de mudanças em rendimento médio e variância de área;

- i) interação de mudanças em área média, rendimento médio e covariância área-rendimento;
- j) mudança no resíduo.

#### 4. Resultados e discussão

A intensificação do processo de modernização da agricultura brasileira na década de 70 implicou transformações intensas nesse setor. Entretanto, constitui intenção deste estudo prover uma decomposição dos componentes de mudança na média e variância de produto total dos grãos considerados, sem analisar as causas fundamentais e complexas de mudanças nos componentes de variação da produção.

São discutidos neste item: a produção de grãos; as fontes de instabilidade para o Brasil; a importância da covariância entre culturas e entre estados; as fontes de instabilidade nos estados.

##### 4.1 Produção de grãos

A produção total de grãos<sup>1</sup> do país aumentou, aproximadamente, 90% entre os dois períodos analisados (tabela 1). O crescimento da produção de soja foi responsável por 53% daquele aumento e o de milho, por 34%.

As mudanças ocorridas na produção média de grãos entre os períodos I e II são explicadas, em grande proporção, pela variação de área média, 77%. *A priori*, contrariamente ao que deveria ser esperado da modernização agrícola, a produtividade média teve impactos pouco efetivos sobre as mudanças em produção média. A cultura de soja obteve variação de rendimento maior que a das demais culturas, em torno de 39%, apresentando, entretanto, 1.200% de variação na produção média pela expansão de sua área média.

Os aumentos em produção média foram seguidos por aumentos nos desvios-padrão de produção, quase sempre mais que proporcionais, exceto para trigo e soja, cujos aumentos nos desvios-padrão de produção estiveram aquém dos ocorridos na produção média. Agregando as seis culturas, o desvio-padrão de produção calculado apresentou aumento de 275,54% entre os dois períodos, e a produção média 89,93%, implicando um coeficiente de variação de produção 94,42% superior ao do período I (tabela 2). A maioria das culturas experimentou crescimento em seus respectivos coeficientes de variação no período II, confirmando a variabilidade de riscos de produção existentes entre as culturas e os estados. A cultura da soja foi a única a apresentar decréscimos de seus coeficientes em todos os estados, porém estes indicam elevado nível de risco para a cultura. O trigo foi outra cultura que apresentou decréscimos com relação aos riscos relativos em alguns estados e no total do Brasil, tratando-se, mesmo assim, de atividade muito arriscada, tanto para os estados individualmente, caso de Santa Catarina, quanto para o país como um todo. De modo geral, as culturas de trigo e soja foram as que obtiveram os maiores coeficientes de variação de produção, notadamente no período I.

Tabela 1  
Produção, área e rendimento médio de grãos no Brasil  
1960-70 e 1973-83

Culturas	Período I	Período II	Variação (%)
Produção média (t)			
Amendoim	666.129,7	426.861,4	-35,92
Arroz	6.325.563,1	8.341.906,4	31,88
Feijão	2.172.709,2	2.293.190,6	5,55
Milho	11.324.274,9	18.134.966,1	60,14
Soja	600.306,4	10.990.310,5	1.730,78
Trigo	769.879,7	1.307.007,3	69,77
Total de grãos	21.858.862,8	41.494.250,4	89,83
Área média (ha)			
Amendoim	529.463,625	306.746,687	-42,06
Arroz	4.033.383,000	5.632.826,000	39,66
Feijão	3.181.729,000	4.487.058,000	41,03
Milho	8.438.504,000	11.193.095,000	32,64
Soja	536.987,125	7.065.649,000	1.215,80
Trigo	1.001.889,440	2.757.495,000	175,23
Total de grãos	17.721.956,190	31.442.848,000	77,42
Rendimento médio (kg/ha)			
Amendoim	1.258,12	1.391,58	10,61
Arroz	1.568,30	1.480,95	- 5,57
Feijão	682,87	511,07	-25,16
Milho	1.341,98	1.620,19	20,73
Soja	1.117,92	1.555,46	39,05
Trigo	768,43	483,98	-38,32
Total de grãos	1.233,434	1.319,672	6,99

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro. v. 22, 1961-84.

Considerando os índices obtidos para o Brasil, o milho foi a cultura que apresentou menor coeficiente de variação de produção para os dois períodos analisados, apesar de ser responsável pelo maior percentual de aumento entre eles.

Os aumentos ocorridos nos coeficientes de variação de produção do país foram superados pelos acréscimos ocorridos nos coeficientes de variação de área (tabela 3). Os riscos de área aumentaram mais rapidamente que os de rendimento, excetuando-se os referentes a soja e trigo, que, como dito anteriormente, sofreram decréscimos em seus coeficientes de variação de produção e área, mas, em alguns estados obtiveram acréscimos nos coeficientes de variação de rendimentos (tabela 4).

Uma análise mais detalhada das tabelas 2, 3 e 4 permite verificar que os coeficientes de variação de área e de rendimento nem sempre se movem no mesmo sentido que o coeficiente de variação de produção, o que permite afirmar que, no Brasil, as mudanças nos riscos de área e de rendimento não são variáveis explicativas únicas de mudanças ocorridas em riscos relativos de produção.

Tabela 2  
Coeficientes de variação de produção, por cultura e Estado  
1960-70 e 1973-83

Estados	Períodos	Culturas						Total de grãos	(%)
		Amendoim	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Trigo		
Minas Gerais	Período I	18,19	37,86	40,91	21,41	143,66	370,28 <sup>1</sup>	23,84	
	Período II	107,63	41,90	65,45	21,11	62,01	207,02	19,41	
	Mudança	491,70	10,67	59,99	- 1,40	- 56,84	- 44,09	- 18,58	
São Paulo	Período I	49,84	40,79	27,69	37,66	177,28	154,44	33,60	
	Período II	53,15	87,66	46,16	50,76	43,39	166,88	39,39	
	Mudança	6,64	114,91	66,70	34,43	- 75,52	8,05	17,23	
Paraná	Período I	101,61	48,77	44,37	27,99	214,39	120,46	32,42	
	Período II	92,36	101,94	49,09	56,51	72,54	134,64	56,04	
	Mudança	- 9,10	109,02	10,64	102,07	- 66,16	11,77	72,86	
Santa Catarina	Período I	9,64	19,92	22,86	25,23	887,58	52,15	23,01	
	Período II	126,70	42,30	79,80	69,10	48,67	219,42	60,15	
	Mudança	1.214,32	112,35	249,08	173,88	- 94,52	320,75	161,41	
Rio Grande do Sul	Período I	10,29	23,33	21,55	22,75	67,01	124,38	23,92	
	Período II	30,72	31,19	50,68	48,75	56,36	263,05	40,13	
	Mudança	198,54	33,69	135,17	114,29	- 15,89	111,49	67,77	
Mato Grosso	Período I	156,94	63,62	47,45	56,93	125,97	497,07	48,88	
	Período II	144,92	91,63	70,24	67,67	72,31	149,27	43,52	
	Mudança	- 7,66	44,03	48,03	18,87	- 42,60	- 69,97	- 10,97	
Goiás	Período I	29,25	52,45	43,05	35,27	411,34	92,56	41,87	
	Período II	202,93	76,71	70,63	44,68	116,40	90,20	44,14	
	Mudança	593,78	46,25	64,07	26,68	- 71,70	- 2,55	5,42	
Outros estados	Período I	35,81	34,06	57,19	45,68	202,94	190,84	41,06	
	Período II	45,14	67,88	78,31	63,44	176,45	262,77	62,57	
	Mudança	26,05	99,30	36,93	38,88	- 13,05	37,69	52,39	
Brasil	Período I	44,57	26,29	23,86	16,60	88,12	113,27	15,94	
	Período II	57,08	38,30	47,10	35,12	49,23	70,33	30,99	
	Mudança	28,07	45,68	97,40	111,57	- 44,13	- 37,91	94,42	

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro, v. 22, 1961-84.

<sup>1</sup>Para calcular o desvio-padrão de produção, considerou-se produção média igual a área média x rendimento médio.



Tabela 3  
Coeficientes de variação de área, por cultura e estado  
1960-70 e 1973-83

Estados	Períodos	Culturas						Total de grãos
		Amendoim	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Trigo	
Minas Gerais	Período I	14,63	17,68	12,10	5,09	206,74	359,50	7,70
	Período II	105,47	32,54	63,05	28,44	38,33	143,39	20,96
	Mudança	620,92	84,05	421,07	458,74	- 81,46	- 60,11	172,21
São Paulo	Período I	41,71	24,10	14,78	13,47	166,20	182,15	11,54
	Período II	48,12	55,65	40,57	33,05	48,49	95,53	12,84
	Mudança	15,37	130,91	174,49	145,36	- 70,82	- 47,55	11,26
Paraná	Período I	94,75	27,39	26,39	23,03	201,64	123,72	25,50
	Período II	88,94	61,16	23,05	20,46	56,55	102,24	38,81
	Mudança	- 6,13	123,29	- 12,66	- 11,16	- 71,95	- 17,36	52,20
Santa Catarina	Período I	4,70	11,93	10,70	11,85	338,66	42,41	16,53
	Período II	118,60	35,34	41,11	18,21	52,10	183,53	18,68
	Mudança	2.423,40	196,23	284,20	53,67	- 84,62	332,75	13,01
Rio Grande do Sul	Período I	6,80	18,94	15,09	7,55	46,38	105,79	26,89
	Período II	19,77	15,68	25,26	10,43	34,95	75,14	29,13
	Mudança	190,74	- 17,21	67,40	38,14	- 24,64	- 28,97	8,33
Mato Grosso	Período I	107,81	53,04	36,30	31,32	143,02	157,24	35,13
	Período II	158,70	97,33	65,33	58,93	44,25	104,06	43,17
	Mudança	47,20	83,50	79,97	88,15	- 69,06	- 33,82	22,89
Goiás	Período I	18,26	33,63	13,54	25,06	712,33	203,78	24,09
	Período II	202,86	43,68	39,20	34,77	101,77	807,29	20,53
	Mudança	2.121,90	29,88	189,51	38,75	- 85,71	296,16	- 14,78
Outros Estados	Período I	36,19	14,36	33,30	23,76	273,60	169,99	23,78
	Período II	50,05	43,90	51,41	41,59	180,57	273,35	42,82
	Mudança	38,30	205,71	54,38	75,04	- 34,00	60,80	80,07
Brasil	Período I	35,23	19,32	13,98	6,90	78,56	99,73	6,35
	Período II	52,08	32,67	33,76	15,40	32,54	76,60	22,95
	Mudança	47,83	69,10	141,49	123,19	- 58,58	- 23,19	261,42

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro. v. 22, 1961-84.

Tabela 4  
Coeficientes de variação de rendimento, por cultura e estado  
1960-70 e 1973-83

Estados	Períodos	Culturas						Total de grãos (%)
		Amendoim	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Trigo	
Minas Gerais	Período I	8,15	30,15	31,90	18,24	95,88	408,61	19,30
	Período II	61,29	36,88	20,19	28,00	47,06	89,14	19,00
	Mudança	652,02	22,32	36,71	53,51	50,92	78,18	1,55
São Paulo	Período I	31,23	39,18	21,95	32,86	26,55	83,63	30,00
	Período II	26,98	66,83	32,05	24,46	32,95	103,37	32,64
	Mudança	13,61	70,57	46,01	25,56	24,10	23,60	8,80
Paraná	Período I	35,89	31,99	24,36	13,92	26,93	23,71	13,44
	Período II	24,28	88,36	34,93	48,66	45,61	72,39	42,15
	Mudança	32,35	176,21	43,49	249,57	69,36	205,31	213,62
Santa Catarina	Período I	13,13	21,69	15,41	15,38	22,21	32,80	10,37
	Período II	116,09	25,13	63,82	60,05	45,58	87,17	49,69
	Mudança	784,16	15,86	314,15	290,44	105,22	165,76	379,17
Rio Grande do Sul	Período I	7,21	16,87	17,27	18,42	43,77	60,60	18,71
	Período II	22,32	21,89	46,14	48,73	50,02	116,92	46,83
	Mudança	209,57	29,76	167,17	164,55	14,28	92,94	150,29
Mato Grosso	Período I	82,97	26,94	33,39	34,15	53,38	87,36	20,34
	Período II	54,26	45,82	42,60	22,86	51,00	81,99	42,38
	Mudança	34,60	70,08	27,58	33,06	4,46	6,15	108,36
Goiás	Período I	23,25	38,66	41,93	16,69	521,12	102,51	28,60
	Período II	39,73	56,34	50,29	37,44	57,73	405,95	34,36
	Mudança	70,88	45,73	19,94	124,32	88,92	296,01	20,14
Outros Estados	Período I	11,10	23,01	31,76	26,92	84,80	145,60	21,54
	Período II	14,43	42,85	53,29	35,28	63,30	153,66	32,33
	Mudança	30,00	86,22	67,79	31,05	25,35	5,54	50,09
Brasil	Período I	28,44	13,68	14,24	14,73	37,67	51,24	12,14
	Período II	25,43	19,56	23,71	29,71	41,39	76,62	25,08
	Mudança	10,58	42,98	66,50	101,70	9,87	49,53	106,59

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro. v. 22, 1961-84.

## 4.2 Fontes de instabilidade para o Brasil

### 4.2.1 Componentes de mudança em variabilidade de produção

Os componentes de mudança na variabilidade de produção foram desagregados e somados para o país, considerando, individualmente, cada cultura (tabela 5).

As variâncias de produção declinaram para as culturas de amendoim, arroz, milho e o total de grãos e cresceram para feijão, trigo e soja, esta última com excepcional variação.

O principal efeito desestabilizador na produção de amendoim, arroz, soja e total de grãos resultou da interação de mudanças ocorridas em área média, rendimento médio e covariância área-rendimento. Esse componente respondeu também por grande parte da mudança em variância de produção de trigo. O sinal negativo para esse item nas culturas de amendoim e arroz constitui, na realidade, efeito positivo sobre suas variâncias de produção, que foram decrescentes.

As mudanças em variância de área responderam por grande parcela de aumentos na variância de produção de soja e trigo, em torno de 23% e 37%, respectivamente, bem como na de total de grãos.

As mudanças em área média tiveram importante ponderação nas mudanças em variância de produção de arroz e feijão, enquanto as mudanças em rendimento médio constituíram a maior participação na redução de instabilidade de produção do milho e do feijão.

Os efeitos de interação alcançaram, juntos, grande importância na explicação de variâncias de produção nas culturas de arroz, feijão, soja e trigo e na classificação de total de grãos. Eles responderam por, aproximadamente, 69% do aumento na instabilidade de produção de soja, 59% do ocorrido no total de grãos e 43% do aumento na variância de produção de trigo.

Destacou-se, ainda, o efeito de mudança em covariância área-rendimento na estabilidade de produção de feijão e trigo e, em menor grau, na produção de soja, bem como seu efeito de redução na instabilidade de amendoim, arroz, milho e no total de grãos. Para a cultura de feijão esse componente representou 41% do aumento em sua variância de produção. Dado que a covariância entre área e rendimento pode ser derivada como  $\text{cov}(A, Y) = \rho / V(A) \cdot V(Y)^{1/2}$ , as mudanças em covariância podem ocorrer em decorrência das mudanças no coeficiente de correlação área-rendimento, na variância de área e na variância de rendimento.

No Brasil, os índices de correlação área-rendimento mostram fraco grau de associação dessas variáveis, no período II, para amendoim, soja, arroz e milho, mas foram positivos para as duas últimas culturas (tabela 6). O feijão apresentou correlação positiva moderada e o trigo aumentou seu grau de associação área-rendimento, apresentando correlação negativa muito forte.

No período II, os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Santa Catarina e o grupo *outros estados* apresentaram forte grau de correlação entre as variáveis área e rendimento, tendo o índice sido negativo para os três primeiros estados supramencionados. Em São Paulo, Goiás e no Brasil, a correlação foi moderada, porém negativa em nível nacional. Apenas no estado do Paraná, a correlação foi considerada fraca, sendo de sentido inverso.

Retornando à tabela 5, verifica-se que as mudanças no resíduo têm influência nula ou mínima no que concerne à variância de produção das seis culturas e do total de grãos, destacando-se apenas ligeiramente na cultura de arroz. A pequena

Tabela 5  
Componentes de mudança na variância de produção de culturas individuais, Brasil, 1960/1970 e 1973/1983

Fontes de mudança	Símbolos	Culturas						Total de grãos (%)
		Amendoim	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Trigo	
Mudança em rendimento médio	$\Delta Y$	- 9,70	- 1.986,31	-103,65	22,04	0,41	2,44	7,91
Mudança em área média	$\Delta \bar{A}$	35,35	-15.889,88	124,38	12,57	3,95	4,53	4,85
Mudança em variância de rendimento	$\Delta V(Y)$	- 0,08	- 7.364,13	7,29	14,63	0,01	- 0,42	6,29
Mudança em variância de área	$\Delta V(A)$	51,34	49.317,69	8,42	0,93	23,08	36,66	12,66
Interação de mudanças em rendimento médio e área média	$\Delta \bar{Y}, \Delta \bar{A}$	1,30	- 3.455,40	-15,66	2,03	0,93	0,47	1,32
Mudança em covariância área-rendimento	$\Delta \text{cov}(A, y)$	35,25	29.697,36	41,14	16,93	3,37	13,62	8,89
Interação de mudanças em área média e variância de rendimento	$\Delta \bar{A}, \Delta V(Y)$	0,02	-13.943,20	- 0,70	10,54	2,32	0,43	7,39
Interação de mudanças em rendimento médio e variância de área	$\Delta \bar{Y}, \Delta V(A)$	6,03	- 5.392,28	5,50	1,73	21,51	7,74	13,61
Interação de mudanças em área média e rendimento médio e mudanças em covariância área-rendimento	$\Delta \bar{Y}, \Delta \bar{A}$ $\Delta \text{cov}(A, Y)$	-19,51	-30.879,19	33,25	18,61	44,41	34,53	37,07
Mudança no resíduo	$\Delta R$	0,00	- 4,66	0,03	- 0,01	0,01	0,00	0,01
Mudança na variância de produção em todo o país		-79,14	- 0,23	27,65	-99,09	17.177,27	667,07	-995,57

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro. v. 22, 1961-84.

influência deste termo é bastante significativa diante da dificuldade em interpretá-lo.

A situação retratada na tabela 5 é de redução na variabilidade de produção de alguns grãos, portanto, redução de flutuações anuais na oferta desses alimentos, o que deveria implicar preços mais estáveis. Entretanto, no Brasil, essa redução de variância deveu-se ao viés da política econômica adotada na década de 70, que resultou em alteração da composição da produção. Os produtos considerados básicos na alimentação e que reduziram sua variância de produção, entre eles o arroz e o milho, têm sofrido decréscimos em sua participação relativa na produção total de grãos e não têm crescido a taxas suficientes para suprir o abastecimento interno, o que, muitas vezes, implica importação e alta de preços com pressões sobre o custo da alimentação.

A mudança na composição da produção agrícola nacional é explicada, em grande parte, pela expansão extraordinária das culturas de soja (efeito-substituição) e trigo, a despeito de o consumo interno de trigo superar em muito a produção nacional. Essas duas culturas apresentaram variâncias crescentes no período II, notadamente a soja, cuja mudança na variância de produção foi bastante elevada.

A cultura do feijão também apresentou crescimento da variabilidade de produção entre os dois períodos, embora em menor intensidade que a da soja e do trigo. Supõe-se que esse aumento tenha sido devido ao fato de o desenvolvimento dessa cultura depender sobremaneira do grau dos estímulos oferecidos pela política agrícola, além de se tratar de cultura muito suscetível a problemas climáticos e a pragas e doenças, o que a torna de alto risco biológico. Acrescente-se a isto a competitividade de outras culturas que apresentaram preços favoráveis em safras anteriores (milho, arroz e soja em algumas regiões), implicando a redução da área de plantio e, ainda, a baixa produtividade dessa leguminosa.

#### 4.2.2 Componentes de mudança em produção média

Os aumentos verificados na produção média de quase todas as culturas foram devidos, em sua maioria, às mudanças ocorridas na área média das culturas (tabela 7). A participação desse componente na produção média do total de grãos alcançou 83%.

A cultura de milho foi a única que apresentou mudanças de maior ponderação no rendimento médio. Mesmo assim, menos da metade da ponderação foi devida a mudanças em área média e na variação de produção média. Algumas culturas chegaram a apresentar mudanças em rendimento médio, afetando o aumento na produção média, a exemplo do amendoim, arroz e feijão.

#### 4.3 Importância de covariâncias entre culturas e entre estados

As tecnologias intensivas baseadas principalmente no uso de fertilizantes e insumos agrícolas são admitidas como responsáveis pela maioria das mudanças que se processam em produção média e variância de rendimentos.

Em virtude da pouca expressividade das mudanças em produção média e em variância de rendimentos na variabilidade de produção, a análise desenvolvida até o presente permite afirmar que, de modo geral, as tecnologias intensivas não se

Tabela 6 – Correlação área-rendimento, por cultura e estado  
1960-70 e 1973-83

Estados	Períodos	Culturas						Total de grãos
		Amendoim	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Trigo	
Minas Gerais	Período I	0,219	0,238	0,807	0,561	0,361	0,963	0,492
	Período II	0,480	-0,323	-0,074	-0,732	0,076	-0,221	-0,549
São Paulo	Período I	-0,117	-0,280	0,109	0,211	-0,183	0,258	0,151
	Período II	-0,112	0,594	-0,259	0,764	-0,558	-0,409	0,456
Paraná	Período I	-0,118	0,462	0,676	0,106	-0,120	0,377	0,366
	Período II	0,003	0,399	0,555	0,290	-0,002	-0,424	-0,056
Santa Catarina	Período I	-0,829	-0,433	0,552	0,761	-0,857	-0,076	0,454
	Período II	0,343	-0,067	0,454	0,836	0,016	0,271	0,730
Rio Grande do Sul	Período I	0,080	-0,167	-0,118	0,463	0,198	-0,086	-0,521
	Período II	0,065	0,396	-0,110	-0,126	-0,214	-0,733	-0,585
Mato Grosso	Período I	-0,553	0,328	-0,097	0,846	0,446	-0,585	0,719
	Período II	0,294	-0,753	-0,349	0,410	0,347	-0,409	-0,552
Goiás	Período I	-0,22	0,079	-0,094	0,468	0,707	0,775	0,328
	Período II	0,030	0,486	0,523	-0,282	0,050	0,209	0,307
Outros Estados	Período I	-0,213	0,730	0,878	0,814	-0,575	0,097	0,786
	Período II	-0,578	0,457	0,392	0,685	0,094	-0,241	0,689
Brasil	Período I	-0,059	0,281	0,464	0,061	0,183	-0,030	0,446
	Período II	-0,054	0,036	0,446	0,131	-0,144	-0,710	-0,181

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro. v. 22, 1961-84.

Tabela 7 – Componentes de mudança na produção média de culturas individuais no Brasil  
1960-70 e 1973-83

Fontes de mudança	Culturas						Total de grãos (%)
	Amendoim	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Trigo	
Mudança em rendimento médio	- 22,23	- 18,72	-426,65	27,18	1,89	12,16	6,49
Mudança em área média	122,58	132,72	709,13	58,98	72,33	262,25	82,49
Mudança em covariância área-rendimento	- 10,56	- 1,31	10,30	4,03	- 1,65	-212,95	- 5,36
Interação de mudança em rendimento médio e área média	10,21	- 12,69	-192,78	9,81	27,43	38,54	16,38
Total de mudanças em produção média	- 35,92	31,88	5,55	60,14	1.730,78	69,77	89,83
Total da contribuição da cultura para a mudança em produção média de grãos	- 1,22	10,27	0,61	34,69	52,91	2,74	100,00

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro. v. 22, 1961-84.

encontram entre as principais fontes de aumento na instabilidade de produção de grãos alimentícios no país.

A variância total de produção de grãos no Brasil, definida pelas equações (6) e (7), está detalhada na tabela 8. Todos os percentuais apresentados nesta tabela são calculados em relação às mudanças na variância total de produção de grãos no país.

Os três tipos de mudanças em covariâncias, se somados, explicam 100% do aumento que ocorreu na variância total de produção das seis culturas de grãos alimentícios analisadas. As mudanças em covariância de produção entre estados responderam por 60% desse aumento e os restantes 40% foram devidos às mudanças nas covariâncias entre culturas e entre estados.

As mudanças em covariâncias de rendimento neste grupo de covariâncias explicaram apenas 6% ( $-0,02$ ,  $+3,97$  e  $+2,41$ ) das mudanças verificadas na variância total de produção brasileira de grãos.

As mudanças em covariâncias de área, na realidade, têm efeito mais importante sobre a variância total que as anteriores. A soma desse componente nos três grupos de covariâncias atingiu 12,8% do valor das mudanças na variância total, sendo, em termos de ponderação relativa, o terceiro item a influir na instabilidade de produção de grãos.

Se for considerado que as políticas agrícolas adotadas durante os períodos de análise contribuíram realmente para aumentar a variabilidade de área de determinadas culturas, seu impacto sobre a variância total de produção ocorreu, então, via aumentos em covariâncias de área entre estados e/ou culturas. As mudanças verificadas na variância de área das culturas individuais são pouco expressivas no total de variações na covariância de área, sendo mais significativas as mudanças nas covariâncias de área entre culturas, entre estados e entre ambos.

Se as mudanças em variâncias de área e de rendimento não constituírem elementos predominantes na variação total de instabilidade de grãos, políticas voltadas exclusivamente a ajustamentos anuais na variabilidade de área de plantio das culturas e/ou ao desenvolvimento de tecnologias de menor risco, visando à redução da instabilidade, além de constituírem estratégias difíceis e de longo prazo, não seriam de grande efeito sobre a variância total, requerendo ainda mudanças nas prioridades de produção e de pesquisa agrícola do país, entre outras medidas.

#### 4.4 Fontes de instabilidade nos estados

##### 4.4.1 Mudanças na variação de produção total de grãos

A participação de cada componente de mudança nas variâncias de produção dos estados individuais é retratada na tabela 9.

Todos os estados contribuíram para reduzir a mudança na variância de produção de grãos, embora em níveis pouco expressivos, à exceção de Minas Gerais, cuja contribuição relativa foi nula.

As alterações na variância de rendimento tiveram efeito desestabilizador apenas em Minas Gerais, onde a variância de área foi o componente que mais afetou a estabilidade da variância de produção de grãos. Por outro lado, as mudanças em variabilidade de área foram um dos principais elementos estabilizadores da variância total de produção, notadamente para Mato Grosso e para a

Tabela 8  
Desagregação dos componentes de mudanças na variância total de produção de grãos no Brasil  
1960-83

Discriminação	Símbolos	Variâncias de culturas							Covariância entre culturas nos estados	Covariância entre estados e culturas	Covariância entre culturas e entre estados	Brasil (%)
		Amendoim	Arroz	Feijão	Milho	Soja	Trigo	Total das variâncias				
Mudança em rendimento médio	$\Delta \bar{Y}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,54	2,37	7,91
Mudança em área média	$\Delta \bar{A}$	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,05	-0,01	-0,08	-0,02	5,34	-0,39	4,85
Mudança em variância de rendimento	$\Delta V(Y)$	0,00	-0,01	0,00	-0,05	0,00	-0,01	-0,07	-0,02	3,97	2,41	6,29
Mudança em variância de área	$\Delta V(A)$	0,00	-0,06	0,00	-0,03	-0,07	-0,02	-0,18	-0,05	6,22	6,67	12,66
Interação de mudanças em rendimento médio e área média	$\Delta \bar{Y}, \Delta \bar{A}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,33	1,32
Mudança em covariância área-rendimento	$\Delta \text{cov}(A, Y)$	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,03	0,02	0,02	2,71	5,14	8,89
Interação de mudanças em área média e variância de rendimento	$\Delta \bar{A}, \Delta V(\bar{Y})$	0,00	-0,01	0,00	-0,08	-0,09	-0,03	-0,21	-0,14	4,30	3,44	7,39
Interação de mudanças em rendimento médio e variância de área	$\Delta \bar{Y}, \Delta V(A)$	0,00	0,02	0,00	-0,01	-0,06	0,00	-0,05	-0,02	8,36	5,32	13,61
Interação de mudanças em área média e rendimento médio e mudanças em covariância área-rendimento	$\Delta \bar{A}, \Delta \bar{Y}$ $\Delta \text{cov}(A, Y)$	0,00	0,01	0,00	-0,02	0,03	0,03	0,05	0,01	22,36	14,65	37,07
Mudança no resíduo	$\Delta R$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Contribuição total para a mudança em variância de produção no país		0,00	-0,06	0,00	-0,21	-0,24	-0,01	-0,52	-0,21	60,79	39,94	100,00

Fonte: dados básicos do Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro. v. 22, 1961-84.



categoria *outros estados*. O efeito desestabilizante devido às mudanças em covariâncias área-rendimento foi verificado nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso.

No estado de São Paulo, verificou-se que somente as mudanças em área média de culturas causaram instabilidade na produção total de grãos e, em Santa Catarina, apenas as mudanças em rendimento médio. Nos estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Goiás, o componente de interação de mudanças em rendimento médio, em área média e em covariância área-rendimento foi a principal fonte de instabilidade.

Os resultados da tabela 9 mostram que as mudanças em covariâncias de produção interestadual e interestadual e intercultural explicam quase totalmente as mudanças na variância total de produção de grãos. Essas covariâncias explicam também 120,28%; 88,45%; 89,60% e 89,29% dos efeitos de mudanças da interação  $\Delta Y$ ,  $\Delta A$ ,  $\Delta cov(A, Y)$ ; da interação  $\Delta Y$ ,  $\Delta V(A)$  e das variâncias de área e rendimento, respectivamente, relativos à produção total de grãos no país.

Diante dos resultados obtidos, não se pode afirmar a supremacia de algum componente em relação ao total de culturas e estados. A instabilidade na variância de produção é afetada diferentemente por seus componentes em cada caso específico. Torna-se evidente, entretanto, a contribuição, muitas vezes total, das covariâncias entre estados em cada cultura e entre culturas e entre estados. Talvez a estratégia da política agrícola devesse contemplar esse ponto, no sentido de propiciar um crescimento de produção associado a uma realocação mais eficiente da produção de grãos entre os estados, reduzindo a instabilidade sem, contudo, interferir negativamente na composição da produção agrícola.

#### 4.4.2 Mudança na produção média

As mudanças em produção média em relação à produção total de grãos estão decompostas na tabela 10. As mudanças em área média são a maior fonte de crescimento de produção média total de grãos nos estados e no Brasil. Apenas em São Paulo esse componente atuou reduzindo a variação em produção, cabendo às mudanças em rendimento médio o principal papel quanto à alteração de produção média.

As mudanças ocorridas em rendimento médio foram importantes na produção média de Minas Gerais. Porém afetaram a produção média nos estados de Goiás e Mato Grosso e na categoria *outros estados*.

O Paraná, onde a expansão da fronteira agrícola tem ocorrido, foi responsável pela maior contribuição às mudanças em produção média de grãos no país, sendo seguido pelo Rio Grande do Sul, onde a expansão da soja explicou quase 78% do crescimento da produção média de grãos.

### 5. Resumo e conclusões

Considerando que, no Brasil, o processo de modernização agrícola consistiu, em grande escala, no maior uso de crédito, fertilizantes e implementos agrícolas, bem como possibilitou diferentes formas de acesso aos seus benefícios, desiguais entre estados, regiões e culturas, as diferenças na variabilidade interestadual de culturas tanto individuais quanto agregadas devem constituir ponto fundamental na análise dos fatores que influem nas flutuações de produção.

Fontes de mudança	Símbolos	Estados								Covariância entre estados <sup>1</sup>	Brasil
		Minas Gerais	São Paulo	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Mato Grosso	Goiás	Outros estados		
Mudança em rendimento médio	$\Delta \bar{Y}$	2,76	6,99	1,37	0,13	1,88	- 1,30	- 5,80	- 8,84	6,91	7,91
Mudança em área média	$\Delta \bar{A}$	- 133,27	- 9,56	3,13	2,18	33,02	41,41	20,32	19,30	4,32	4,85
Mudança em variância de rendimento	$\Delta V(Y)$	- 643,11	11,04	9,26	8,74	23,88	1,00	9,78	6,27	5,58	6,29
Mudança em variância de área	$\Delta V(A)$	- 1.148,68	17,86	22,63	6,82	25,71	229,11	30,99	67,16	11,27	12,66
Interação de mudanças em rendimento médio e área média	$\Delta \bar{Y}, \Delta \bar{A}$	- 3,83	0,14	- 0,12	0,10	0,84	- 0,81	- 0,78	- 1,67	1,15	1,32
Mudança em covariância área-rendimento	$\Delta \text{cov}(A, Y)$	1.971,86	45,02	1,12	9,70	- 31,69	- 48,98	9,19	25,70	7,74	8,89
Interação de mudanças em área média e variância de rendimento	$\Delta \bar{A}, \Delta V(Y)$	- 85,71	10,76	41,53	49,58	74,99	44,91	46,72	9,01	6,76	7,39
Interação de mudanças em rendimento médio e variância de área	$\Delta \bar{Y}, \Delta V(A)$	- 296,01	13,25	18,86	0,93	14,66	- 81,78	- 4,31	- 22,68	11,96	13,61
Interação de mudanças em área média e rendimento médio e mudanças em covariância área-rendimento	$\Delta \bar{A}, \Delta \bar{Y}$ $\Delta \text{cov}(A, Y)$	441,86	4,36	2,51	21,84	- 42,16	- 83,10	- 6,71	5,78	44,30	37,07
Mudança no resíduo	R	- 5,87	0,14	- 0,02	- 0,02	- 1,13	- 0,46	0,60	- 0,03	0,01	0,01
Contribuição total do estado para a mudança na variância da produção de todo o país <sup>2</sup>		0,00	- 0,02	- 0,33	- 0,05	- 0,16	- 0,02	- 0,02	- 0,05	100,65	100,00

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro, v. 22, 1961-84.

<sup>1</sup> Esta coluna representa as covariâncias entre estados por cultura, entre estados e entre culturas.

<sup>2</sup> A contribuição total de Minas Gerais na variância de produção total do país atingiu um nível próximo de zero, porém negativo.

Tabela 10  
Componentes na mudança na produção média do total de grãos, por estado  
1960-70 e 1973-83

Fontes de mudança	Estados								Brasil
	Minas Gerais	São Paulo	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Mato Grosso	Goiás	Outros estados	
Mudança no rendimento médio	56,74	71,10	7,87	4,78	13,31	- 2,93	- 21,89	- 95,22	5,94
Mudança em área média	59,08	- 7,00	69,77	79,76	82,83	128,43	100,08	202,13	75,44
Mudança na covariância área-rendimento	- 54,37	14,72	- 1,50	10,31	- 18,12	- 23,68	5,45	28,13	3,65
Interação de mudanças em área média e rendimento médio	38,55	21,18	23,86	5,15	21,98	- 1,82	16,36	- 35,04	14,97
Contribuição total do estado para mudança em produção média em todo o país	2,00	4,83	36,10	11,75	26,75	9,12	5,76	3,69	100,00

Fonte: dados básicos do *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro, v. 22, 1961-84.

O desvio-padrão relativo à produção total de grãos sofreu considerável aumento entre os períodos 1960-70 e 1973-83, em torno de 276%. Essa magnitude adquire maior significância quando comparada ao aumento de 90% na produção média das culturas, resultando em aumento no coeficiente de variação de produção de 95%. Deve ser ressaltado que as variações de área e de rendimento podem-se compensar mutuamente, razão por que a variabilidade de produção pode ser menor que o valor da soma das variabilidades de rendimento e área.

No Brasil, a estrutura política, econômica e social vigente implica, de modo geral, a carência de um fluxo contínuo de oferta de novas variedades e de novos conhecimentos, permitindo que os ganhos de produtividade se dissipem em prazo relativamente curto e os acréscimos em produção resultem, em grande parte, em aumentos em área cultivada.

Através dos resultados obtidos neste estudo, pôde-se depreender que os aumentos em instabilidade de produção de soja e trigo foram relativamente pouco influenciados pelos ganhos em rendimento, isoladamente, e muito influenciados pela variância de área. As covariâncias entre estados e entre estados e entre culturas justificam quase totalmente a variabilidade de produção dessas culturas no país, destacando-se, nessas covariâncias, os efeitos devidos à associação de rendimentos médios, áreas médias e covariâncias área-rendimento, que responderam por, aproximadamente, 45% e 33% do crescimento da instabilidade de produção de soja e trigo, respectivamente. Na produção de trigo, o componente de instabilidade de maior peso referiu-se à mudança em variância de área. Em parte, as oscilações em área plantada deveram-se à suscetibilidade da cultura a fatores climáticos, incidência de pragas e doenças e ao baixo rendimento físico, fatores de risco que influem na decisão de plantio.

A cultura de feijão, a exemplo das de soja e trigo, também apresentou aumento de variabilidade de produção entre os períodos analisados, mas com efeitos negativos sobre o seu crescimento. Supõe-se que o aumento de instabilidade na produção de feijão esteja associado às deficiências estruturais de produção dessa leguminosa. A escassez crônica de sementes melhoradas, a dependência de estímulos oferecidos pela política agrícola para desenvolvimento dessa cultura, a suscetibilidade a problemas climáticos e a pragas e doenças, aliadas à baixa tecnologia de produção e à competitividade de outras culturas de menores riscos biológicos e econômicos, têm ocasionado alterações frequentes na área plantada. A maior fonte de instabilidade na produção de feijão resultou de alterações em área média plantada e/ou colhida com essa leguminosa. A variação em área média foi também responsável pela maior ponderação nas mudanças ocorridas em produção média no Brasil e nos estados individualmente.

As demais culturas analisadas apresentaram redução na variabilidade de produção entre os períodos considerados. Deve ser ressaltado que essa redução não implicou preços mais estáveis para esses produtos alimentícios que, na verdade, têm apresentado decréscimos de suas participações relativas no total de produção das seis culturas estudadas e não têm crescido nas taxas requeridas para o suprimento do consumo interno do país. Essa situação resultou, muitas vezes, em importações, elevações de preços para o consumidor e, evidentemente, pressões sobre o custo de alimentação.

A pressão sobre o abastecimento interno foi uma das consequências da política agrícola adotada na década de 70, que levou à alocação dos recursos produtivos

vos em atividades exportadoras (notadamente a soja) com alterações na composição da produção agrícola nacional.

A variabilidade da cultura de amendoim decresceu nos períodos analisados, assim como sua produção média. Apesar de sua capacidade de gerar divisas, essa cultura apresenta tendência à queda continuada de produção, principalmente pela produtividade decrescente e pela baixa rentabilidade econômica. A insuficiência de sementes melhoradas, os riscos de variação climática, que influem na qualidade e produtividade, os altos custos de produção, o preço insatisfatório no mercado interno e a concorrência internacional tomam pouco promissor o futuro dessa atividade. A produção média de São Paulo, principal estado produtor, apresentou crescimento entre os períodos analisados, atribuído, em grande parte, às mudanças em área média plantada. No país, a retração na variância de produção dessa cultura foi resultante do efeito interativo de mudanças em área média, rendimento médio e covariância área-rendimento. A redução da variabilidade de produção em São Paulo foi fortemente influenciada por mudanças na variância de área e na área média. O Paraná, outro importante produtor, apresentou ligeiro aumento de instabilidade de produção de amendoim, para o que contribuíram, em grande proporção, a mudança em variância de área e a mudança em rendimento médio.

Entre as culturas consideradas, o milho apresentou maior redução nas flutuações de oferta. A produção média desse cereal teve seu crescimento fortemente ponderado pela mudança em área média, exceto em São Paulo, onde este item teve efeito negativo e a mudança em rendimento médio respondeu pela quase totalidade das variações em produção média de milho. As covariâncias entre estados atuaram para reduzir a instabilidade de produção de milho, mas a ponderação de cada estado isoladamente foi para aumentar a variância de produção nacional dessa cultura. É interessante destacar que todos os componentes que influíram na variância de produção influenciaram, também, a mudança na variabilidade de produção do milho no Brasil, tendo sido as mudanças em rendimento médio a principal ponderação neste contexto.

A efetiva influência das mudanças em área média pode ser comprovada também em relação às mudanças na produção média de arroz. As mudanças em rendimento médio influenciaram essa produção em Santa Catarina, Mato Grosso, Goiás, *outros estados* e a produção média agregada dessa cultura. Com exceção de Minas Gerais, os demais estados contribuíram para aumentar a mudança na variância de produção de arroz, e as covariâncias entre estados para esta cultura influenciaram fortemente a redução de sua instabilidade de produção. Os estados da região Centro-Sul mais influentes nas flutuações de oferta desse produto foram Mato Grosso, Goiás e Paraná. As mudanças em variância de rendimento no Rio Grande do Sul foram fontes relativamente importantes de instabilidade de produção de arroz, apesar deste se tratar de cultivo sob irrigação neste estado, indicando a existência de outros fatores tecnológicos que influem no rendimento dessa cultura. A variabilidade da produção de arroz, em nível nacional, sofreu grande influência dos efeitos interativos, principalmente os devidos à interação de mudanças em área média, rendimento médio e covariância área-rendimento.

Os resultados obtidos neste estudo não indicam a existência de uma fonte única de instabilidade, influenciando, em maior grau, a produção de cada uma das seis culturas analisadas. Ao contrário, a variabilidade de produção de cada cultura ocorre, diferentemente, em cada estado. Não se pode afirmar o mesmo

quanto às mudanças em produção média de grãos, já que, de modo geral, estas são fortemente influenciadas pelas mudanças ocorridas na área média de cada cultura.

Verificou-se a contribuição de quase todos os estados para aumentar, em cada um, a instabilidade na produção total de grãos. Supõe-se, então, a existência de efeitos compensatórios de variabilidade entre culturas em cada estado, com seqüências sobre a composição da produção.

A importância relativa das covariâncias entre estados e das covariâncias entre estados e entre culturas é destacada pela sua influência, às vezes total, sobre a instabilidade na produção da maioria das culturas estudadas. Nesse grupo de covariâncias, a mudança de variabilidade de produção deve-se, em maior grau, à interação de mudanças em área média, rendimento médio e covariância área-rendimento.

A predominância de efeitos desestabilizantes de produção resultantes de covariâncias entre estados e entre estados e culturas demonstra a necessidade de pesquisas sobre os fatores causais responsáveis por esses efeitos, no intuito de orientar a formulação de políticas agrícolas. Talvez a estratégia de política agrícola devesse contemplar esse ponto, buscando associar o crescimento da produção agrícola a uma realocação mais eficiente desta entre os estados, cuidando para que a instabilidade de produção possa ser reduzida sem prejudicar a composição da produção agrícola.

Políticas agrícolas que contemplem, isoladamente, efeitos sobre a área plantada ou sobre a produtividade das culturas devem ser vistas com cautela, visto que as mudanças em variância de área e variância de rendimento não são predominantemente as principais causadoras de aumentos na instabilidade de produção das culturas analisadas. Políticas que contemplem ajustamentos anuais na variabilidade de plantio de cada cultura ou o desenvolvimento de tecnologias de menor risco podem não ter grande efeito sobre a variância total de produção, se forem considerados tanto a grande influência das covariâncias entre estados e/ou culturas sobre a instabilidade da produção quanto o desconhecimento dos reflexos que essas políticas possam ter sobre estas covariâncias.

O crescimento continuado do cultivo de grãos alimentícios é essencial ao alcance do objetivo de auto-suficiência na produção nacional, exigindo esforços conjuntos para elevar os níveis produtivos do país. Contudo, tais esforços não devem conduzir a aumentos da variabilidade de produção, o que implicaria maiores distorções no setor agrícola.

A longo prazo, portanto, deverão ser analisadas medidas políticas que promovam o crescimento ao lado da estabilidade. A identificação dos componentes de instabilidade que agem sobre a produção dos grãos estudados constitui, pois, subsídio valioso para trabalhos posteriores que objetivem pesquisar e analisar as causas da ocorrência de cada componente e as intervenções políticas capazes de reverter seus efeitos.

## **Abstract**

In Brazil the increases in the average production of grains in the period of 1960-83 were followed by more than proportional increases in the standard deviations of production. This research used a variance decomposition procedure to identify the relative importance of different instability sources. Although without

the predominance of any single term, the results showed, sometimes fully, the influence of interstate covariances within crops and covariances between crops and states. The biggest destabilization effect in this group of covariances resulted of the component of interaction of changes in mean area, mean yield, and changes in area-yield covariances.

### Referências bibliográficas

*Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro. v. 22, 1961-84.

Bohrnstedt, G. W. & Goldberger, A. S. On the exact covariance of products of random variables. *Journal of American Statistical Association*, Washington, D.C., 64: 1439-42, 1969.

Castro, J. P. R. Operação e transferência de tecnologia: a hipótese da demanda. *Revista de Economia Rural*, Brasília, 19:161-73, 1981. Número especial.

Dias, G. L. S. *Estrutura agrária e crescimento extensivo*. São Paulo, USP, 1978. 98 p. Tese de livre-docência, USP, São Paulo.

Hayami, Y. & Ruttan, V. W. *Agricultural development: an international perspective*. Baltimore, John Hopkins Press, 1971.

Hazell, P. B. R. *Instability in Indian foodgrain production*. Washington, D. C., International Food Policy Research Institute, 1982. 60 p. (Research Report, 30.)

Kageyama, A. A. & Graziano da Silva, J. Os resultados da modernização agrícola dos anos 70. *Estudos Econômicos*, São Paulo, 13(3): 537-59, 1983.

Mendonça de Barros, J. R. & Graham, D. H. A agricultura brasileira e o problema da produção de alimentos. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 8(3): 695-726, 1978.

Mesquita, A. O desempenho da agricultura brasileira nos últimos vinte anos e as perspectivas da soja no mercado internacional. In: Seminário Nacional de Pesquisa da Soja, 2., Brasília, 1981. *Anais*. Brasília, 1981.

Patrick, G. F. Fontes de crescimento na agricultura brasileira: o setor de culturas. In: Contador, C. R. *Tecnologia e desenvolvimento agrícola*. Rio de Janeiro, Ipea, 1975. p. 89-110.

Smith, G. W. Brazilian agricultural policy, 1950-1967. In: Ellis, H. & Gordon, L. *The economy of Brazil*. Berkeley, University of California Press, 1969. p. 213-65.

Zockun, M. H. G. P. A expansão da soja no Brasil; alguns aspectos da produção. São Paulo, USP, 1978. Dissertação de mestrado, USP, São Paulo, 228 p.