

MODELO ESTATÍSTICO E ECONÔMICO PARA ESTIMATIVA DA SAFRA BRASILEIRA DE CAFÉ¹

Vera Lúcia Ferraz dos Santos Francisco²; Valéria Maria Rodrigues Fechine³; Celso Luis Rodrigues Vegro⁴;
Maria Beatriz Araújo de Almeida⁵

¹Estudo integrante do Projeto BRA/03/034 – CONAB/PNUD. Os autores agradecem a André Luiz Farias de Souza pela elaboração das figuras geo-referenciadas e principalmente ao Silvio Porto (CONAB) e Airton Camargo (CONAB) pelo apoio e empenho na condução da elaboração do modelo estatístico unificado sem esquecer-se de Carlos Lessa e Reynaldo Monteiro do departamento do IBGE/CDDI/GEATE que nos atendeu com grande solicitude.

² Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola – IEA. veralfrancisco@iea.sp.gov.br

³ Estatístico, Consultora PNUD. valeria.fechine@bra03034.conab.gov.br

⁴ Pesquisador Científico do IEA – celvegro@iea.sp.gov.br

⁵ Matemático, Técnica de Planejamento CONAB – beatriz.almeida@conab.gov.br

RESUMO: O trabalho estabelece os procedimentos amostrais que norteiam as rotinas do levantamento de campo, para estimativas de safra de café, em nível nacional, com embasamento científico. O objetivo principal é o de apresentar a modelagem estatístico-econômico do esquema amostral unificado, disponibilizando sua adoção na geração da previsão de safra de café. Com base nos procedimentos de amostragem estratificada, adotados neste artigo, propõe-se sorteio de 3.477 pontos amostrais, distribuídos nos principais estados produtores de café, na proporção de 600 elementos. O procedimento usual de utilizar censo no estrato mais heterogêneo contribuiu para diminuir o tamanho da amostra ou, equivalentemente, aumentar a precisão das estimativas.

Palavras-chave: café, amostragem estratificada, previsão de safra, estrato certo

ECONOMIC AND STATISTICAL MODEL FOR ESTIMATING BRAZIL'S COFFEE PRODUCTION

ABSTRACT: The research purpose is to establish the sampling procedures that outline the field survey routines for coffee harvest estimates to allow the production of results with scientific basis. The main objective is to present the statistic-economic modeling of the unified sampling scheme providing its adoption in the generation of the coffee harvest forecast. Based on stratified sampling procedures used in this article, it was proposed to raffle off 3477 sample points distributed in the states in the proportion of 600 elements. The usual procedure of using census in the most heterogeneous stratum contributed to decrease the sample size or, equivalently, increase the accuracy of estimates.

Key-words: coffee, stratified sampling, crop forecasting, certain stratum

INTRODUÇÃO

O modelo de completa tutela governamental dos negócios que envolvessem o café se esgotou com a extinção do Instituto Brasileiro do Café (IBC), ocorrida em meados de 1990. Instantaneamente, o agronegócio café deixou um regime de administração pública para o de livre mercado. Tal mudança, até hoje, carrega seqüelas e talvez aquela que mais apreensão cause, seja a dificuldade em se gerar números com base científica para a safra brasileira do produto.

Transcorridos quase dez anos após a extinção do IBC, surgiram os primeiros esforços para que os números sobre a oferta brasileira fossem realistas. Assim, o Consórcio de Pesquisa e Desenvolvimento do Café gerido pela gerência da EMBRAPA-Café, realiza o primeiro trabalho sistemático para a produção de estatística da safra brasileira. Por duas safras essa iniciativa foi conduzida colhendo tanto êxitos como fracassos. Seu mérito reside em reunir a inteligência científica para preparar uma amostra probabilística e operar dentro das estruturas do governo responsáveis pela geração de estatísticas agrícolas: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Porém, dada a natureza eminentemente política que uma previsão de safra de café assume no Brasil, o esforço foi bastante questionado, levando-o a paralisação e busca de alianças capazes de cumprir com produção de números mais tenazes.

Com a saída da EMBRAPA-Café da tentativa de estimar a safra brasileira o trabalho passou imediatamente para a responsabilidade da CONAB que desde então, ao lado das Secretarias de Agricultura dos principais estados produtores, procura aprimorar a metodologia de levantamento estatístico para a previsão de safra de café. Assim, a Companhia realiza avaliações de safras conforme solicitação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento atendendo o disposto na Lei Agrícola nº 8.171, de 17/01/1991, em seu Capítulo VIII, Artigo 30, com objetivo de obter subsídios técnicos para o Governo na aplicação das políticas públicas, voltadas para o setor agrícola.

Com a realização do Censo Agropecuário 2006 e por meio de profícua parceria com o IBGE, pode-se finalmente construir uma metodologia sólida para a estimativa de safra de café no Brasil.

Diante do exposto, a proposta deste trabalho é a de estabelecer os procedimentos amostrais que delineiem as rotinas do levantamento de campo e permitam a produção de resultados com embasamento científico. Seu objetivo principal é o de apresentar a modelagem estatística-econômica do esquema amostral unificado disponibilizando sua adoção na geração da previsão de safra de café.

MATERIAL E MÉTODO

A abrangência geográfica considerada foi o território nacional. Para tal os sistemas referenciais utilizados para o processo de amostragem foram o censo agropecuário realizado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento em 2007-08, também conhecido por Projeto LUPA (SÃO PAULO, 2008) e o Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2006. O estado de São Paulo é a única unidade federativa com dois sistemas de referência para a população de cafeicultores, portanto para a realização de comparação (quantidade produzida, área plantada e número de estabelecimentos) entre as unidades federativas utilizou-se o Censo Agropecuário do IBGE e para o processo de amostragem o Projeto LUPA. Para os demais estados utilizou-se, portanto, somente o Censo Agropecuário do IBGE.

A unidade amostral considerada foi a Unidade de Produção Agrícola (UPA), que, na maioria dos casos, coincide com o imóvel rural para São Paulo e estabelecimento agropecuário para os demais Estados. Maiores detalhes sobre os conceitos de estabelecimento agropecuário e UPA podem ser encontrados em IBGE (2009) e PINO et. al. (1997), respectivamente.

O método estatístico utilizado foi o de amostragem probabilística dos elementos de uma população, conforme descrito em KISH (1965).

A amostra usada foi a probabilística duplamente estratificada, em que, primeiramente, dividiu-se o estado em regiões produtoras (cluster geográfico) para em seguida separarem-se os estratos de área plantada.

A variável de interesse, ou variável básica calculada para a amostra, foi a área plantada com café devido ao fato desse indicador ser relativamente mais permanente do que as outras opções disponíveis. Espera-se, em princípio, que os coeficientes de variação das estimativas das demais variáveis sejam iguais ou pouco superiores ao da variável básica.

Para os cálculos do delineamento amostral utilizaram-se as expressões usualmente descritas na literatura da estatística clássica e realizados no SAS (SAS INSTITUTE INC., 2010).

CARACTERIZAÇÃO DA BASE FÍSICA DA CAFEICULTURA

De acordo com IBGE (2009), no território nacional, o total de área para produção de lavouras permanentes, em 2006, foi de 19.012,2 ha em 558.587 estabelecimentos agropecuários. A cultura do café representou 10,7% dessa área, ocorrendo em 51,3% destes estabelecimentos. A espécie *Coffea arabica* é a mais representativa com 76,4% da área cafeeira nacional. Embora o café ocorra na maioria dos estados da federação, sua concentração estende-se majoritariamente por 6 estados da federação, perfazendo cerca de 97,9% de toda a área plantada no País; 98,1% em efetivo de pés e 98,7% da quantidade produzida (Tabela 1 e 2).

TABELA 1- Estabelecimentos agropecuários com mais de 50 pés de café (arábica e canephora), segundo as Unidades da Federação e total do Brasil – 2006

Unidades da Federação e Brasil	Área plantada		Pés totais		Quantidade produzida	
	ha	(%)	1.000 pés	(%)	1000 sc beneficiadas	(%)
Rondônia	159.147	7,9	223.726	4,7	1.296	3,3
Bahia	131.256	6,5	293.414	6,2	2.429	6,2
Minas Gerais	964.824	47,7	2.682.904	56,6	21.196	53,9
Espírito Santo	405.180	20,0	723.276	15,3	6.555	16,7
São Paulo	205.927	10,2	456.842	9,6	4.607	11,7
Paraná	114.127	5,6	270.321	5,7	2.726	6,9
Subtotal	4.004.634	97,9	4.650.483	98,1	38.809	98,7
Demais Unidades Federativas	43.453	2,1	89.811	1,9	32.194	1,4
BRASIL	2.024.173	100,0	4.740.295	100,0	39.346	100,0

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário, 2006

TABELA 2- Principais Estados produtores, quantidade produzida por tamanho do cafezal, em percentual, Brasil – 2006

Dimensão do Cafezal	RO	BA	MG	ES	SP	PR
(0 - 1)	1,7	2,7	1,4	2,0	1,7	4,5
[1 - 2)	7,0	3,7	2,6	4,2	2,5	6,5
[2 - 5)	43,4	8,3	10,6	18,2	12,8	26,9
[5 - 10)	27,6	5,7	11,0	19,4	12,3	21,2
[10 - 20)	14,2	7,6	12,1	20,8	12,5	16,9
[20 - 50)	4,9	13,4	18,1	19,9	17,0	14,3
[50 - 100)	0,9	11,6	14,7	9,0	14,4	5,1
[100 - 200)	0,3	12,1	13,1	3,7	13,2	2,9
[200 - 500)	0,1	18,9	10,9	2,5	11,6	1,7
Mais de 500	-	16,1	5,4	0,3	2,0	0,1

Fonte : Dados elaborados pelos autores com base em IBGE(2010).

A análise da quantidade produzida, segundo a dimensão das áreas cultivadas, revela alguns perfis diferenciados e convergências. Os talhões com até 5 ha das propriedades rondonienses e paranaenses são aquelas em que se origina a maior parte da oferta nesses estados. Por sua vez, as propriedades com cafezais entre 10 ha a 50 ha das propriedades mineiras, capixabas e paulistas são aquelas em que se observa a maior origem do suprimento desses estados. A Bahia representa o extremo oposto com a maior parte da oferta originada em propriedades cujos parques cafeeiros perfazem áreas acima de 200 ha. De fato, nesse Estado, são encontrados grandes empreendimentos pautados por uma cafeicultura intensiva e empresarial.

Tomando-se, enquanto critério de comparação, entre os principais estados produtores, as faixas de classes de área plantada com café, constata-se uma maior convergência na distribuição percentual dos tamanhos dos cafezais. Entre 2 ha e 10 ha concentram-se 73,4% da superfície cultivada com lavouras de café em Rondônia. Nessa mesma faixa de classe de área no Paraná tem-se 43,1% das lavouras. Na Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo, o maior percentual de classes de área concentra-se entre os 20 ha a 100 ha. Excetuando-se São Paulo, nos demais estados produtores o tamanho médio dos cafezais gira em torno dos 4 ha a 7 ha (Tabela 3).

TABELA 3 – Principais Estados produtores de café, área plantada por tamanho do cafezal, em percentual, Brasil, 2006

Dimensão do Cafezal	RO	BA	MG	ES	SP	PR
(0 - 1)	0,5	2,9	0,9	0,7	0,5	2,3
[1 - 2)	3,9	5,4	2,7	3,0	1,8	4,8
[2 - 5)	43,2	13,0	12,4	18,0	10,8	23,8
[5 - 10)	30,2	8,8	12,1	19,9	10,6	19,3
[10 - 20)	14,9	9,5	13,0	21,7	12,3	15,3
[20 - 50)	5,3	15,8	18,3	20,8	17,9	13,5
[50 - 100)	1,3	11,2	13,7	8,7	15,0	7,0
[100 - 200)	0,6	10,7	12,0	4,1	14,2	3,8
[200 - 500)	0,1	11,0	9,4	2,7	12,2	3,7
Mais de 500	-	11,6	5,4	0,3	4,7	6,4
Área média cafezal	4,5	4,0	6,9	6,8	10,4	4,7

Fonte : Dados elaborados pelos autores com base em IBGE(2010).

Os estabelecimentos em que se cultivam cafezais possuem dimensões médias entre 26 ha (Espírito Santo) e 50,5 ha (São Paulo). Tal disponibilidade de superfície, ainda que não completamente tomada pelas lavouras, permite a condução de uma cafeicultura moderna, pautada pela adoção de máquinas e equipamentos, capazes de conferir ganhos significativos na produtividade do trabalho e na qualidade da bebida (Tabela 4).

Os micro e pequenos cafeicultores compõem o tipo mais comum da cafeicultura brasileira, independente do estado considerado. Na Bahia e em Minas Gerais, por exemplo, constata-se que 52,3% e 34,8% dos estabelecimentos cultivam até 1 ha com café, respectivamente. Nos demais estados produtores, os estabelecimentos com cafezais entre 2 ha a 5 ha são os mais frequentes, com 56,4% deles, nessa faixa, concentrados no Estado de Rondônia (Tabela 4).

TABELA 4 – Principais Estados Produtores de Café, número de estabelecimentos agropecuários por tamanho do cafezal, em percentual, Brasil, 2006

Dimensão do Cafezal	RO	BA	MG	ES	SP	PR
(0 - 1)	6,1	52,3	34,3	10,6	19,9	30,5
[1 - 2)	13,7	17,4	14,6	15,7	14,0	16,7
[2 - 5)	56,4	18,6	26,7	37,8	33,0	33,1
[5 - 10)	18,0	5,5	11,6	19,1	14,6	11,9
[10 - 20)	4,9	2,9	6,5	10,7	8,9	5,1
[20 - 50)	0,9	2,1	4,1	4,9	5,8	2,0
[50 - 100)	0,1	0,7	1,4	0,9	2,2	0,5
[100 - 200)	0,0	0,3	0,6	0,2	1,1	0,1
[200 - 500)	0,0	0,2	0,2	0,1	0,5	0,1
Mais de 500	-	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Área média estabelecimento	45,2	32,4	35,2	26,0	50,5	46,8

Fonte : Dados elaborados pelos autores com base em IBGE(2010).

PLANO AMOSTRAL

A construção da lista de unidades de amostragem, chamada Sistema de Referência, é, em geral, um dos principais problemas práticos. Com base na experiência, os pesquisadores adotam uma atitude crítica em relação a listas que tenham sido compostas rotineiramente para algum propósito.

Diante do exposto, os sistemas de referencia foram refinados para a eliminação de elementos passíveis de gerarem erros não amostrais, principalmente, na questão de resposta nula em variáveis necessárias ao objetivo, de forma a obter o melhor cadastro de cafeicultores no território nacional. Portanto, a população alvo foi formada por 253.213 estabelecimentos agropecuários, provenientes do Censo Agropecuário 2006, compreendendo os Estados produtores: Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná e Rondônia, e 21.742 unidades de produção agropecuária, do Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuário do Estado de São Paulo. É importante ressaltar que apesar da retirada de grande número de unidades da federação, para a elaboração de um modelo de avaliação de safra nacional de café, somente foram retirados 2,1% da área total brasileira, destinada à produção de café distribuída em 23.025 estabelecimentos agropecuários.

Para a obtenção de estimativas, em nível nacional, optou-se por amostras independentes, para cada Estado, com o propósito de se alcançar resultados de precisão aceitável no domínio estadual.

O processo de estratificação tem sido utilizado em planos amostrais agrícolas para obter estatísticas tanto regionalizadas como segundo critérios agropecuários. Por exemplo, uso do tamanho da área cultivada ou tamanho do rebanho, com finalidade de diminuir a variabilidade entre os segmentos e, conseqüentemente, reduzir o tamanho da amostra.

Deste modo, o esquema amostral escolhido, para cada unidade federativa, foi a amostragem estratificada segundo dois critérios de segmentação:

- a) Regiões produtoras de acordo com a proximidade geográfica e importância relativa dentro do Estado e
- b) Dimensão do cafezal segundo área cultivada ou plantada, expressa em hectares, na unidade produtiva (UPA) ou no estabelecimento agropecuário.

Para a estratificação regional, os municípios em cada Estado foram organizados em segmentos que congregam área geográfica com similaridades econômicas.

Os estratos de tamanho da exploração são artificiais, com limites arbitrários, assim optou-se, a priori, por escala logarítmica de base 10 (valores 1, 10, 100) acrescida dos valores 2, 3 e 5 e seus múltiplos, geralmente utilizada em estudos agrícolas (PINO et al., 1997). A arbitrariedade desse tipo de estrato é inevitável, mas pode ser consideravelmente amenizada dado o fato de que uma variação de uma unidade em um pequeno cafezal representa, percentualmente, muito mais do que a mesma variação de uma unidade num grande cafezal.

Devido a limitações nos recursos materiais, humanos e financeiros a dimensão das amostras deveria permanecer ao redor de 600 elementos. Para alcançar esse tamanho, os estratos referentes ao tamanho do cafezal superior a 200 hectares foram reunidos em um só, normalmente denominado estrato certo ou estrato censitário, onde todos os elementos são amostrados.

Utilizando-se das expressões clássicas da teoria de amostragem foram realizadas simulações visando obter tamanho de amostra com diferentes erros de amostragem. Para atender aos objetivos – previsão de safra de café – a um custo razoável, optou-se por um erro de amostragem de 1%. Inicialmente foram testadas as estratificações padronizadas, porém em determinados Estados foram abandonadas em favor de outros limites, obedecendo as características de cada unidade federativa.

Em respeito ao sigilo das informações não será apresentado, no presente trabalho, o número de estabelecimentos na população alvo e na amostra, segundo as estratificações; somente será exibido de forma agregada.

SÍNTESE DAS AMOSTRAS

Estabelecidas as amostras para cada Estado com objetivo de estimar a produção nacional de café considerando a população de cafeicultores brasileiros sumarizou-se a dimensão de 3.477 cafeicultores a serem visitados no território nacional sendo que 2.772 provem do estrato aleatório e 705 do estrato certo (Tabela 5). Todas as amostras foram calculadas para o nível de precisão da área plantada com café a 1%, assim sendo espera-se que a precisão da estimativa nacional final, totalizando-se os valores encontrados para cada um dos 6 estados esteja no intervalo entre a menor e a maior precisão encontrada individualmente. Outra observação refere-se ao fato do estado de Minas Gerais por apresentar níveis superiores do número de estabelecimentos e a dimensão do tamanho de amostra próxima, em relação as demais unidades federativas. Este fato é decorrência da inferência estatística: o tamanho da amostra não é função linear do tamanho da população. Portanto, o fato de que se dobrarmos o tamanho da população o tamanho da amostra não dobrará, visto que a razão entre o tamanho da amostra e o tamanho da população é uma função do tamanho da população que decresce de forma aproximadamente exponencial. Na verdade, a variância dos elementos da população exerce influência sobre o tamanho da amostra muito maior do que o tamanho da população (quanto maior essa variância, maior o tamanho da amostra).

TABELA 5 - Número de elementos na população e na amostra segundo unidade federativa, 2010

Unidade Federativa	Número de elementos			
	Universo	Estratos Aleatórios	Estratos Censitários	Total amostral
Bahia	23.893	520	149	669
Espírito Santo (<i>Arábica</i>)	24.376	211	65	276
Espírito Santo (<i>Canephora</i>)	34.988	248	82	330
Minas Gerais	112.548	409	227	636
Paraná	23.161	413	46	459
Rondônia	34.248	460	37	497
São Paulo	21.742	511	99	610

Fonte: Dados da pesquisa.

CONCLUSÕES

A implantação de um sistema de pesquisas para a cafeicultura brasileira que garanta maior exatidão e confiabilidade e controle de precisão estatística, é uma forte demanda e um anseio acalentado por muitos órgãos estaduais das unidades federativas do País e órgãos federais.

De forma que as estatísticas estaduais sejam comparáveis propuseram-se amostras independentes, para as principais unidades federativas, com representatividade na produção de café. Adotou-se procedimento de uniformização dos esquemas amostrais individuais, todavia permitindo variações entre os estados dentro do esquema geral, a fim de atender peculiaridades e necessidades locais.

Com base nos procedimentos metodológicos adotados neste artigo, propôs-se sorteio de 3.477 pontos amostrais, sendo que 2.772 provem do estrato aleatório e 705 do estrato certo. As amostras independentes para cada Estado foram desenhadas com erro amostral de 1 ponto percentual para área plantada com café. Portanto, espera-se que a precisão da estimativa nacional, totalizando-se os valores encontrados para cada um dos 6 estados, esteja no intervalo entre a menor e a maior precisão encontrada individualmente.

O procedimento usual de utilizar censo no estrato mais heterogêneo contribuiu para diminuir o tamanho da amostra ou, equivalentemente, aumentar a precisão das estimativas, uma vez que estes são em pequeno número e com peso relativo muito grande sobre a produção.

A aprovação do delineamento amostral e da estratificação indica que estão em condições de emprego imediato. Entretanto, a necessidade de diminuir ainda mais os erros de amostragem, de obter estatísticas regionalizadas e de incluir novas variáveis nos levantamentos permite à proposição de outros estudos e projetos específicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Censo Agropecuário 2006 – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação - Censo Agropecuário, Rio de Janeiro, p.1-777, 2009
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Censo Agropecuário - Censo agropec., Rio de Janeiro, Acesso a base em 2010
- PINO, et. al. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do estado de São Paulo**. São Paulo: SAA/IEA/CATI, 1997. 4v.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – **Acompanhamento da Safra Brasileira Café, Safra 2010, terceira estimativa, setembro/2010**. Companhia Nacional de Abastecimento. - Brasília: Conab, 2010
- KISH, Leslie. **Survey sampling**. New York, Wiley, 1965. 643p
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**
- SAS Institute Inc. **SAS OnlineDoc version eight**, 2010. Disponível em <http://v8doc.sas.com/sashtml/>. Acesso em 01 de maio de 2010