

ISSN 0104-1347

Regionalização do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e mudança da composição agrícola na região Zona da Mata, MG¹

Coffee Zoning (*Coffea arabica* L.) and the change of the agricultural composition in Zona da Mata, MG, Brazil

Roberto Araújo de Faria², Júlio César Ferreira de Melo Júnior³, Gilberto Chohaku Sedyama⁴, Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro⁵ e Fernando Antônio Agra Santos⁶

Resumo - Utilizando ferramentas de análise espacial, o presente trabalho objetivou investigar a evolução da lavoura de café no espaço geográfico, em importante região do Estado de Minas Gerais, verificando a sustentabilidade da produção em diferentes zonas climáticas. Neste sentido, buscou-se uma regionalização do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para a região da Zona da Mata, MG, comparando-a com os resultados de um modelo econômico de decomposição da variação da área nos efeitos escala e substituição, considerando-se o período 1985 a 1995/96. Observou-se que a tendência crescente da expansão cafeeíola do Sul para o Norte nem sempre acompanha a disposição das classes aptas apresentadas pela regionalização climática cafeeira. Verificou-se que a fraca expressão do café em Cataguases e Ubá tem um forte componente climático, enquanto em Juiz de Fora e Muriaé prevaleceu a declividade do terreno. Apesar da microrregião de Ponte Nova apresentar condições edafoclimáticas desfavoráveis para o plantio do café, verificou-se que é uma região que apresenta um crescimento positivo da cafeeicultura.

Palavras-chave: zoneamento climático, modelo econômico, café.

Abstract - Using tools for geographical space analysis, the present study was carried out to investigate the geographical evolution of the coffee (*Coffea arabica* L.) crop in important region of Minas Gerais State, by verifying the sustainability of coffee production at different climatic zones. In this regard, a soil zoning for coffee (*Coffea arabica* L.) was elaborated for the Zona da Mata region, MG. The results from the geographical space analyses were compared to an economic model of decomposition of the variation of the area and its scale substitution effects, during the period of 1985 through 1995/96. A tendency of coffee tree plantation area expansion was observed from Southward to Northward direction most of the time accompanied the zoning criteria adopted in the present work. It was observed that a small coffee area plantation expansion verified at Cataguases and Ubá has a strong climatic component. While at Juiz de Fora and Muriaé the soil topographic factor prevailed. Only Ponte Nova does not meet the climatic conditions for coffee tree plantation, but it represented a considerable expansion of the coffee plantation.

Key words: climatic zoning, economic model, coffee.

¹Projeto parcialmente financiado pela EMBRAPA/CAFÉ.

²Eng. Agrônomo, M.S. Eng. Agrícola, D.S. Economia Aplicada, DER, UFV, Viçosa, MG, CEP 36571-000, Fone (0xx31) 3899 2214, E-mail: roberto@vicosa.ufv.br.

³Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola, DEA/UFV, Viçosa, MG, CEP 36571-000, Fone (0xx31) 3899 1905, E-mail: e33637@alunos.ufv.br

⁴Prof. Ph.D, DEA/UFV, Fone: (0xx31) 3899 1905, Fax: (0xx31) 3899 2735 E-mail: sedyama@mail.ufv.br.

⁵Prof. Ph.D, DEF/UFV, Fone: (0xx31) 3899 1210, Fax: (0xx31) 3899 2478 E-mail: cribeiro@mail.ufv.br.

⁶Economista, D.S. Economia Aplicada, DER, UFV, Viçosa, MG, CEP 36571-000, Fone (0xx31) 3899 1210; E-mail: ds35684@correo.ufv.br.

Introdução

Por meio de vários estudos sobre o complexo cafeeiro no Brasil, têm-se analisado as principais razões para o deslocamento espacial da cafeicultura de São Paulo e do Paraná para Minas Gerais. Verifica-se que esta mudança da composição agrícola deve-se principalmente, às condições edafoclimáticas das novas regiões (ausência de geadas). Entretanto, Andrade (1994) *apud* SIMÃO (1999) destacam também as variantes econômicas como um dos fatores deste deslocamento, tais como o preço da terra, os menores custos de produção e o custo de oportunidade do café.

O zoneamento climático do cafeeiro é de extrema importância, tanto na implantação quanto no planejamento de atividades agrícolas, porque a delimitação das regiões climaticamente homogêneas significa, não só estabelecer os indicadores do potencial do meio físico e biológico para a região em estudo, mas também registrar e delimitar as áreas de padrões homogêneos de atividades agrícolas e dos recursos naturais nela existentes (SEDIYAMA et al., 2001).

O zoneamento agrícola de uma região deve ser constantemente atualizado visando obter maiores informações sobre as condições climáticas das culturas selecionadas e, sobretudo, proporcionar maior retorno dos investimentos a médio e longo prazos para os produtores. Há necessidade, portanto, de aquisição e criação de banco de dados mais completos e consistentes, bem como a utilização de métodos mais modernos e sofisticados no delineamento dos limites climáticos para o atendimento à adaptabilidade de novas variedades (SEDIYAMA et al., 2001).

Utilizando ferramentas de análise espacial, o presente trabalho objetivou analisar a evolução no espaço geográfico da lavoura de café, na região da Zona da Mata Mineira, verificando-se a sustentabilidade da produção em diferentes zonas climáticas.

Material e métodos

Para fins de execução, dividiu-se o presente trabalho em três etapas: a) elaboração de mapa, indicando o efeito substituição do cafeeiro para a região da Zona da Mata, MG; b) regionalização pedoclimática e orográfica da cafeicultura; e c) sobreposição dos mapas econômicos, pedoclimáticos

e orográficos, utilizando-se operações em um software SIG.

O referencial teórico para gerar este índice baseou-se no estudo de MARTINS (1995), segundo o princípio da racionalidade econômica do produtor, isto é, uma cultura ocupa novas áreas em expansão ou substitui outras, caso ela esteja ganhando em competitividade.

Por meio da análise de decomposição da variação na área, foram calculados os efeitos escala e substituição das principais culturas das microrregiões em estudo, bem como elaborado um índice que corresponde à razão entre o efeito-substituição e a variação total da área da região em análise, para cada cultura, com o intuito principal de explicitar as culturas que mais substituíram (sinal positivo) outras culturas e as que foram mais substituídas (sinal negativo). Inicialmente, analisaram-se as alterações na composição agrícola da área em estudo. O modelo permitiu decompor a alteração da área cultivada de um produto em relação a outro, em função da variação no tamanho do sistema (que corresponde ao somatório da área cultivada com os produtos plantados na região em análise) de produção (efeito-escala) ou da substituição de um produto por outro, dentro do sistema (efeito-substituição).

O modelo analítico utilizado foi representado pela expressão:

$$A_{i2} - A_{i1} = (\alpha A_{i1} - A_{i1}) + (A_{i2} - \alpha A_{i1}) \quad (1)$$

em que $A_{i2} - A_{i1}$ é a variação da área cultivada com uma cultura específica "i", entre o período 2 e 1; $(\alpha A_{i1} - A_{i1})$ o efeito-escala; $(A_{i2} - \alpha A_{i1})$ a efeito-substituição, sendo

$$\alpha = A_{i2}/A_{i1} \quad (2)$$

$$A_{i1} = \sum_i A_{i1} \quad (3)$$

$$A_{i2} = \sum_i A_{i2} \quad (4)$$

A_i corresponde à área cultivada com a i -ésima cultura; $i = 1, 2, \dots, n$ culturas analisadas; A_{i1} é o tamanho do sistema no período 1; A_{i2} é o tamanho do sistema no período 2; e α é a relação entre A_{i2} e A_{i1} , que mede a alteração no tamanho do sistema de produção durante o período em estudo.

O efeito-escala é dado pela variação na área do produto, apenas pela alteração no tamanho do sistema, mantendo inalterada sua participação dentro deste. Se os valores forem positivos, representam tendência à expansão das culturas; se forem negativos,

indicam tendência de contração na produção das culturas dentro do sistema. Os valores encontrados no efeito-escala mostram, para cada produto, como seria o comportamento de cada cultura, se a expansão ou a contração da área total fosse distribuída de modo uniforme entre elas.

O efeito-substituição mostra a variação da participação dentro do sistema, ou seja, refere-se à diferença entre a variação real da área cultivada entre os períodos em análise, e o efeito-escala. Isto quer dizer que, quando o efeito-substituição for negativo, por exemplo, não significará, necessariamente, que sua área cultivada tenha sido reduzida, pois, ela pode, simplesmente, ter-se expandido, porém numa magnitude menor que à proporcional ao crescimento total da área na região em análise, significando que, em geral, esta cultura teve suas áreas substituídas por outra cultura, que se expandiu mais que proporcionalmente ao crescimento da área total dentro do sistema. Caso o efeito-substituição apresente sinal positivo, a situação é simétrica à supracitada. Em suma, as culturas que apresentaram efeito-substituição positivo, substituíram outras culturas, e aquelas que o apresentarem negativo foram substituídas por outras.

Entre as principais culturas selecionadas para formar o sistema do modelo, encontram-se: abacaxi, abóbora, algodão em caroço, amendoim, arroz, batata-doce, batata-inglesa, cana-de-açúcar, cebola, feijão, mandioca, milho, soja, tomate, trigo, forrageiras, banana, café e laranja, além de pastagens.

Os dados necessários foram extraídos do Censo Agropecuário do Estado de Minas Gerais, referentes aos anos de 1985 e 1995/96, provenientes do ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1985/96).

O índice de substituição (IS) foi definido como a razão entre o efeito-substituição e a variação total da área de cada microrregião em análise. Investigou-se, com esse índice, a importância do desempenho do cafeeiro em relação à variação da área total do sistema de cada microrregião, dentro do período estudado. Quanto maior (menor) a participação da cultura no sistema A_1 e quanto menor (maior) a sua expansão comparativamente à variação bruta da área do sistema, maior (menor) será o índice. Desta forma, é possível comparar as microrregiões com valores de ordem de grandeza relativos à mudança do sistema, distribuindo-os em um mapa temático. Para isto, tomou-se como base a competitividade do cafeeiro (efeito-substituição) em relação à expansão do sistema de cada região (variação da área). O índice é expresso pela equação 5.

$$IS = \frac{A_2 - \left(\frac{A_{t2}}{A_{t1}}\right) \times A_1}{A_{t2} - A_{t1}} \times 100 \quad (5)$$

O resultado obtido para a cultura do café é apresentado em mapa temático da região em estudo, utilizando-se o mapa vetorial das microrregiões do estado de Minas Gerais disponível no site GEOMINAS (2001). Na Figura 1, é apresentado o fluxograma para elaboração do mapa relativo ao índice-substituição.

Utilizou-se, na segunda etapa, o mapa do contorno do estado de Minas Gerais, digitalizado na escala de 1:1.500.000, como base para execução do trabalho.

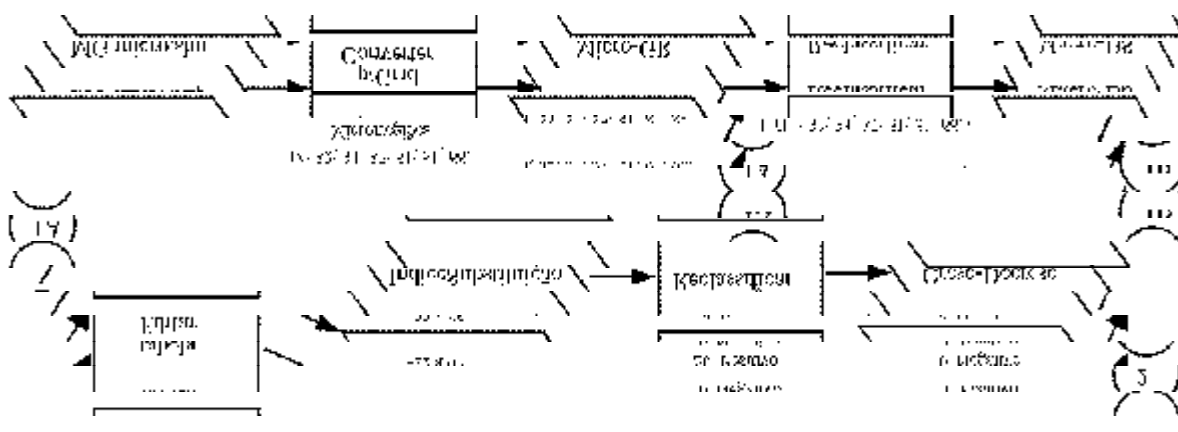


Figura 1. Fluxograma das etapas necessárias à elaboração do mapa relativo ao índice-substituição para a região da Zona da Mata, em MG.

Para a regionalização climática, foram utilizados dados climáticos do estado de Minas Gerais e das regiões limítrofes, obtidos das normais climatológicas do Instituto de Meteorologia (INMET/MA; de 1961 a 1990) e de dados de precipitação média mensal da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Nos mapeamentos de campos homogêneos das temperaturas médias do ar, para os locais desprovidos de dados de temperatura, especialmente com referência às estações pluviométricas da ANEEL, foram utilizadas equações lineares segundo SEDIYAMA & MELO JR. (1998), cujas variáveis envolveram os fatores geográficos a fim de possibilitar os traçados das delimitações de áreas homogêneas de temperatura, uma vez que as cartas temáticas tinham, como base de dados, o mesmo sistema de georreferenciamento.

A partir da interpolação dos valores de temperatura média compensada anual, foi possível definir os limites das regiões climaticamente homogêneas, em forma de mapas georreferenciados. Nessa rotina, utilizou-se um interpolador linear, em que o peso da célula a ser interpolada é dado por uma média ponderada, que utiliza o peso dos 12 pontos de controle mais próximos ponderados pelo inverso do quarto expoente da distância.

O mapa de temperatura média compensada anual, gerado foi multiplicado pelo mapa-base da região em estudo, sendo depois reclassificado segundo os intervalos de classe de temperatura, propostos por MATIELLO (1991).

Para definir a aptidão hídrica do café arábica, utilizou-se o balanço hídrico seriado, que resulta na análise conjunta dos dados de precipitação e temperatura média compensada mensal. Para o cálculo do balanço hídrico seriado, utilizou-se a metodologia de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para cada estação. Tomou-se o valor para a CAD (capacidade de água disponível) de 125mm, por ser considerado um valor médio para a cultura em razão de sua profundidade radicular efetiva. O valor da evapotranspiração potencial climático mensal, em mm, foi estimado aplicando-se o método sugerido pelo mesmo autor.

Com os valores de deficiência hídrica anual (média) para cada estação, utilizou-se o mesmo procedimento para elaboração do mapa da temperatura, e sendo o resultado reclassificado de

acordo com os intervalos de classe de deficiência hídrica, propostos por MATIELLO (1991).

Para obtenção do mapa temático de aptidão pedológica, tomou-se como base o mapa temático de classificação de solo para o Estado de Minas Gerais, publicado por GEOMINAS (2001). Os parâmetros da aptidão, por classes de solo para o cafeeiro, utilizados neste trabalho, foram propostos por SANTOS (1999). Foram consideradas aptas as regiões que possuem as seguintes classes de solo: Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Una, Latossolo Roxo, Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro, Podzólico Amarelo, Podzol, Planossolo, Glei Humico, Terra Roxa Estruturada e Brunizem Avermelhado. Consideraram-se restritas as regiões cujo solo é o Cambissolo; e como inaptas as regiões que possuem as seguintes classes de solo: Arenoquartzosos, Litólicos, Afloramento Rochoso, Aluviais e Represa.

Por meio da tabulação cruzada, executada nos mapas temáticos de temperatura média anual, deficiência hídrica anual, solo e orografia obteve-se, como produto final, um mapa temático de regionalização do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para a região da Zona da Mata, MG.

O fluxograma de todas as operações envolvidas no processo de manipulação e execução da segunda etapa, culminando nos mapas temáticos de regionalização, é apresentado na Figura 2.

A regionalização (Figura 5 A-B) traz o mapeamento com as diferentes limitações e possibilidades para a cultura do café (Obs: Ta = temperatura média anual; e Da = deficiência hídrica anual), apresentado 9 classes (0 a 8), a seguir:

0. Inaptas: regiões com temperatura média do ar (Ta) inferior a 18°C, e igual ou superior a 23°C; ou deficiência de água (Da) igual ou superior a 200mm; ou tipo de solo inapto ou altitudes inferiores a 500m acima do nível do mar. São regiões que apresentam deficiências hídricas ou temperaturas baixas ou elevadas para o cultivo cafeeiro ou, ainda, condição pedológica ou orográfica inapta.
1. Aptas: regiões com Ta igual ou superior a 19°C e inferior a 22°C; Da inferior a 150 mm, tipo de solo apto e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, que caracterizam regiões com condições térmicas, hídricas pedológicas e orográficas ótimas.

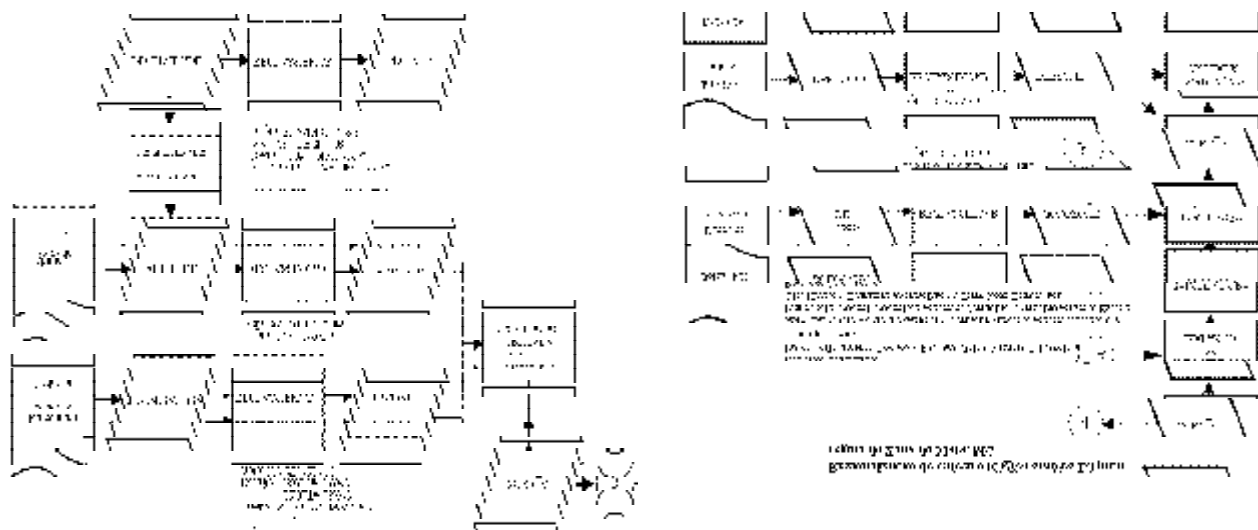


Figura 2. Fluxograma das etapas necessárias para obtenção do mapa de regionalização do cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) para região da Zona da Mata, MG

2. Restritas pelo solo: regiões com T_a igual ou superior a 19°C e inferior a 22°C ; e D_a inferior a 150mm, altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, mas tipo de solo restrito, caracterizam as regiões que apresentam condições térmicas, hídricas e orográficas ótimas, e pedológicas restritas.
 3. Restritas pela deficiência hídrica: regiões com T_a igual ou superior a 19°C , e inferior a 22°C ; D_a igual ou superior a 150mm e inferior a 200mm, tipo de solo apto e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, expressam regiões de condições térmicas, pedológicas e orográficas ótimas, mas hídricas restritas.
 4. Restrito pela temperatura: regiões com T_a igual ou superior a 18°C , e inferior a 19°C , ou T_a igual ou superior a 22°C e inferior a 23°C ; D_a inferior a 150mm, tipo de solo apto e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, indicam que as regiões possuem condições hídricas, pedológicas e orográficas ótimas, mas térmicas restritas.
 5. Restritas pela temperatura e deficiência hídrica: regiões com T_a igual ou superior a 18°C , e inferior a 19°C , ou T_a igual ou superior a 22°C e inferior a 23°C ; D_a igual ou superior a 150mm e inferior a 200mm, tipo de solo apto e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, caracterizam regiões que apresentam condições pedológicas e orográficas ótimas, mas térmicas e hídricas restritas.
 6. Restritas pela temperatura e solo: regiões com T_a igual ou superior a 18°C , e inferior a 19°C , ou T_a igual ou superior a 22°C e inferior a 23°C ; D_a inferior a 150 mm, tipo de solo restrito e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, dizem respeito às regiões com condições hídricas e orográficas ótimas, mas térmicas e pedológicas restritas.
 7. Restritas pela deficiência hídrica e solo: regiões com T_a igual ou superior a 19°C , e inferior a 22°C ; D_a igual ou superior a 150mm e inferior a 200mm, tipo de solo restrito e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, caracterizam regiões com condições térmicas e orográficas ótimas, porém hídricas e pedológicas restritas.
 8. Restritas pela temperatura, deficiência hídrica e solo: regiões com T_a igual ou superior a 18°C , e inferior a 19°C , ou T_a igual ou superior a 22°C e inferior a 23°C ; D_a igual ou superior a 150mm e inferior a 200mm, tipo de solo restrito e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, caracterizam regiões com condições orográficas ótimas, mas térmicas, hídricas e pedológicas restritas.
- Na última etapa, as informações sobre a regionalização do cafeeiro foram sobrepostas às in-

formações econômicas fornecidas pelo índice de substituição. O mapa que apresentou índice de substituição positivo foi definido como Pedoclima-Cresc, e a área de cada classe pedoclimática e orográfica foi calculada. As microrregiões que não apresentaram crescimento da área plantada de café na mesma proporção que o efeito-escala, ou seja, efeito-substituição negativo, foram definidas como Pedoclima-Decresc. A Figura 3 apresenta os passos finais para elaboração do mapa temático, que forneceu a base para discutir a influência da regionalização do cafeeiro sobre a dinâmica de ajustamento da agricultura na Zona da Mata.

Resultados e discussão

Embora o objetivo do artigo consistisse em analisar, espacialmente, as alterações na composição agrícola (especificamente a do cafeeiro), julgou-se importante apresentar os resultados agregados do modelo econômico utilizado para a região, como um todo. Posteriormente, são apresentados os resultados das análises dos dados econômicos e edafoclimáticos por microrregião, verificando-se o valor e precisão das informações advindas do refinamento espacial da análise.

Na Tabela 1 são apresentados os efeitos escala e substituição, o que propicia melhor visualização das modificações na composição agrícola da área em estudo. Observam-se quais culturas foram substituí-

das e quais tiveram ganhos de competitividade, em relação ao sistema, para posteriormente inferir sobre a influência das condições edafoclimáticas nas tendências observadas.

Uma visão geral do índice de substituição apresenta, claramente, a perda de competitividade dos mais importantes produtos ligados à atividade agrícola. Ordenados em ordem decrescente, são principalmente o milho (-100), arroz (-58,5), feijão (-39,1), cana de açúcar (-20,8) e o café (-10,4). Esta última cultura é a única que apresentou um crescimento de área plantada, mas como esse desempenho (7,91 %) foi menos que proporcional ao crescimento do sistema (15,61 %), o índice de substituição foi negativo. O índice mostra a importância das mudanças de área plantada da cultura em relação à alteração do sistema. Considerando os índices positivos, verifica-se que apenas as culturas ligadas à atividade pecuária destacaram-se, tais como pastagens plantadas (214,7) e forrageiras (14,18).

Estudando a eficiência e fontes de crescimento da agricultura mineira, CURI (1997) conclui que, apesar das tentativas de ação do governo, a Zona da Mata encontra-se em fase de estagnação da agricultura. Este resultado também é constatado no presente artigo, por meio da análise dos índices de substituições da Tabela 1. Magnitudes tão discrepantes indicam perda de competitividade do sistema de maneira concentradora, em que culturas são substituídas por outras poucas. Destacam-se, neste processo, as pastagens plantadas e o café como principais ativi-

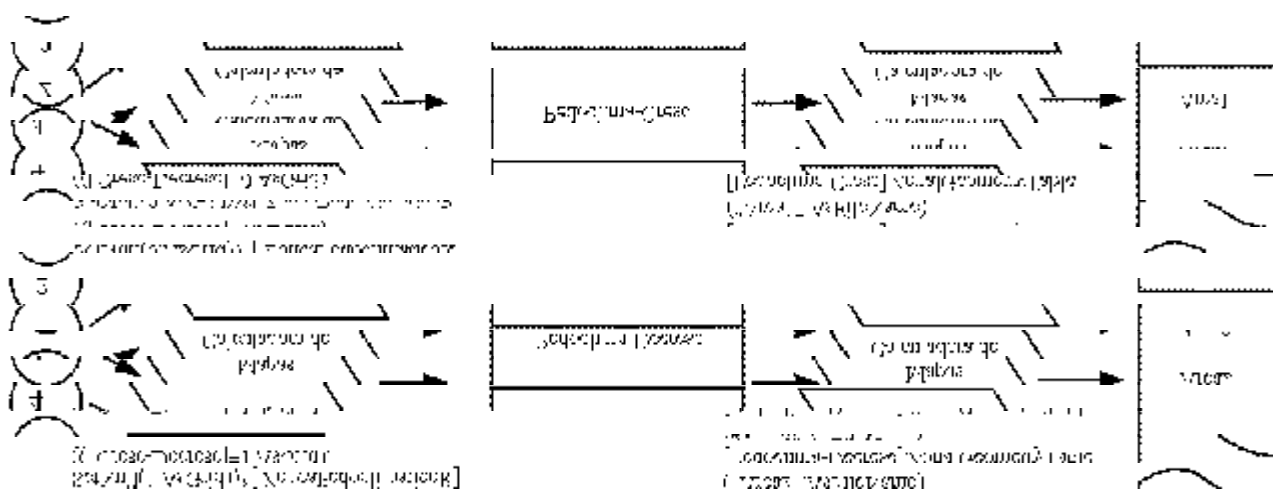


Figura 3. Fluxograma das etapas finais para sobreposição das informações econômicas com as pedoclimáticas e orográficas, para região da Zona da Mata, MG.

Tabela 1. Efeitos escala e substituição na região da Zona da Mata, MG, durante o período de 1985 a 1995/96

Zona da Mata	Área em 1985 (ha)	Área em 1995/96 (ha)	Variação da área		Efeito Escala (ha)	Efeito Substit. (ha)	Índice
			(ha)	(%)			
Pastagem	106125	372809	266684	25,29	16562	250122	214,7
FORAGEIRAS	18375	37751	19376	105,45	2868	16509	14,18
Laranja	2754	4234	1480	53,72	430	1050	0,90
Tomate	662	1630	968	146,19	103	864	0,74
Banana	4540	5824	1284	28,29	709	576	0,49
Abacaxi	9	13	4	41,54	1	2	0,002
Trigo	0	1	1		0	1	0,001
Algodão	18	3	-15	-85,39	3	-18	-0,01
Amendoim	122	131	9	7,24	19	-10	-0,01
Cebola	319	210	-109	-34,02	50	-158	-0,13
Abóbora	560	473	-87	-15,62	87	-175	-0,15
Soja	204	51	-153	-74,95	32	-185	-0,16
Batata ingl,	272	47	-225	-82,84	42	-268	-0,23
Batata doce	615	96	-519	-84,31	96	-615	-0,53
Mandioca	3668	2828	-840	-22,89	572	-1412	-1,21
Café	157715	170191	12476	7,91	24613	-12137	-10,4
Cana açúcar	56286	40847	-15439	-27,43	8784	-24223	-20,8
Feijão	114046	86289	-27757	-24,34	17798	-45555	-39,1
Arroz	78677	23348	-55329	-70,32	12278	-67607	-58,5
Milho	201290	115941	-85349	-42,40	31413	-116761	-100
Total	746257	862716	116459	15,61	-	-	-

dades da Zona da Mata, o que torna a economia agrícola da região instável em razão da baixa diversificação da cesta de bens produzidos.

Consultando a alteração do sistema de cada microrregião, verificou-se que os resultados agregados para a região correspondem, em geral, à tendência observada também para as regiões que a compõem, especialmente com relação ao avanço da área ocupada por pastagens. Um dos fatores que contribuem para explicar o fato da pecuária ocupar um espaço cada vez maior na região é ser ela considerada uma atividade de baixo risco, comparativamente à atividade agrícola. Também é menos exigente em mão-de-obra do que a agricultura praticada na região, devido principalmente à sua topografia acidentada. O custo de oportunidade é baixo, uma vez que a pecuária é uma das únicas alternativas de investimento que restam ao produtor rural e, por isso, passa a ocupar as lavouras de milho, arroz, feijão e cana.

Para refinar a análise, desagregou-se os dados do café por microrregiões, os quais são apresentados na Tabela 2. Apesar de apresentarem os extremos positivo e negativo do índice de substituição,

Manhuaçu e Muriaé mantêm praticamente inalterada sua posição de líderes cafeeícolos da Zona da Mata, com (51%) e (27%) da produção da região, seguidas por Viçosa (10%) e Ponte Nova (9%). Mesmo com o maior crescimento percentual da área (13%), Muriaé apresentou o menor índice de substituição (-22%). Isso ocorreu porque o sistema da microrregião cresceu 36%, influenciado pelo desempenho das pastagens plantadas, que aumentaram sua área em 51.128ha, enquanto o sistema de Manhuaçu cresceu apenas 5,5%, também devido às pastagens que avançaram 13.000ha. Constatou-se também que o valor bruto da variação de área em Manhuaçu (9.236ha) é quase o dobro apresentado por Muriaé (5.400ha). A grande diferença apresentada pelos índices de substituição reflete que o café, em Muriaé, não acompanhou o desempenho das pastagens plantadas.

Ressalta-se que o feijão apresentou variação positiva da área plantada apenas em Manhuaçu e Muriaé. Este fato sugere que a cultura acompanhou a evolução positiva do café como atividade de consórcio, comum na região, refletindo, assim, o perfil do produtor.

Tabela 2. Área cafeeíola, participação percentual, variação da área e índice de substituição para as microrregiões que formam a Zona da Mata

Zona da Mata	Área em 1985 (ha)	Participação (%)	Área em 95/96 (ha)	Participação (%)	Varição da área (%)	Índice Substituição
Manhuaçu	77939	49	87175	51	12	65,5
Ponte Nova	14390	9	15209	9	6	15,2
Viçosa	16768	11	16722	10	0	13,4
Juiz de Fora	2687	2	1789	1	-33	-3,6
Cataguases	1006	1	449	0	-55	-4,6
Ubá	3868	2	2341	1	-39	-15,0
Muriae	41057	26	46506	27	13	-22,4
TOTAL	157715	100	170191	100	8	

Fonte: Elaborada com base nos dados da pesquisa.

As microrregiões de Ponte Nova e Viçosa apresentam valores de índice de substituição positivos para o café, apesar de expandirem-se pouco em termos de variação de área, sendo que Viçosa retraiu. As expressivas quedas de milho, feijão e arroz forçaram uma retração do sistema não compensada pela expansão das pastagens e forrageiras. Como a tendência destas regiões foi contrária à apresentada pelo sistema, (pelo menos o café não diminuiu tanto sua

área plantada), o modelo apresenta-as como competitivas na produção cafeeíola.

As microrregiões de Juiz de Fora, Cataguases e Ubá são pouco expressivas quanto à produção de café, caracterizando-se ainda por apresentarem retração da área plantada e índices de substituição negativos. A Figura 4 apresenta a disposição espacial dos índices de substituição para a região da Zona da Mata. Observa-se uma tendência crescente do índice à medida que a produção avança para o norte da região, e uma tendência decrescente na direção sul, expressa por valores negativos. Esse fato ressalta que os valores apresentados têm uma coerência espacial, uma vez que são dispostos em áreas contíguas separadas em dois hemisférios.

Objetivando investigar a influência do clima, do solo e orografia sobre a competitividade do café na Zona da Mata, as classes de aptidão pedológica, climática e orográfica são apresentadas na Figura 5, dispostas separadamente para as regiões com índices de substituição positivos (Figura 5A) e negativos (Figura 5B).

Iniciando a discussão para as regiões que apresentaram índice de substituição positivo, e comparando os resultados econômicos com a disposição das classes climáticas da regionalização cafeeíola (Figura 5A), verifica-se que a microrregião de Ponte Nova é a que mais apresenta condições desfavoráveis para o plantio do café, principalmente de solo e temperatura. Entretanto, a área plantada em 95/96 (15.209ha) é praticamente igual à de Viçosa (16.722ha), o que levanta a hipótese de que outros

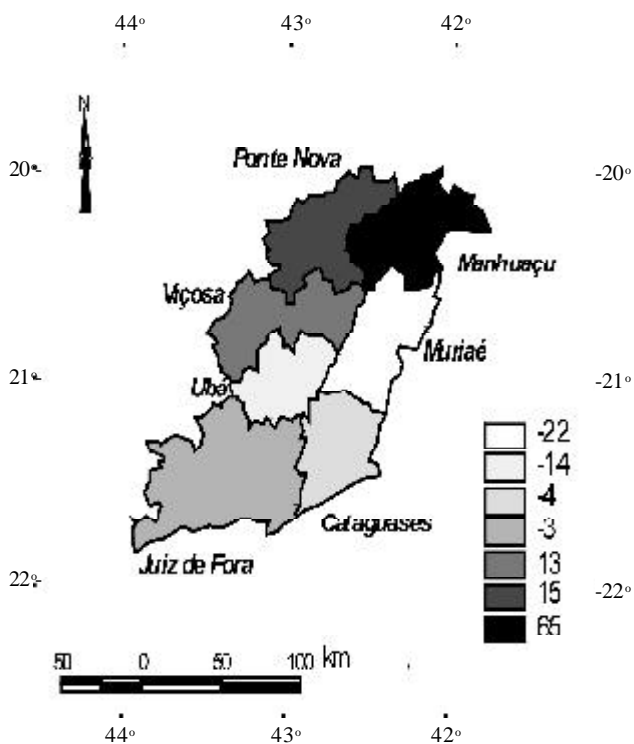


Figura 4. Índice de substituição do café para a região da Zona da Mata, MG (Valores negativos indicam perdas de competitividade e positivos ganhos).

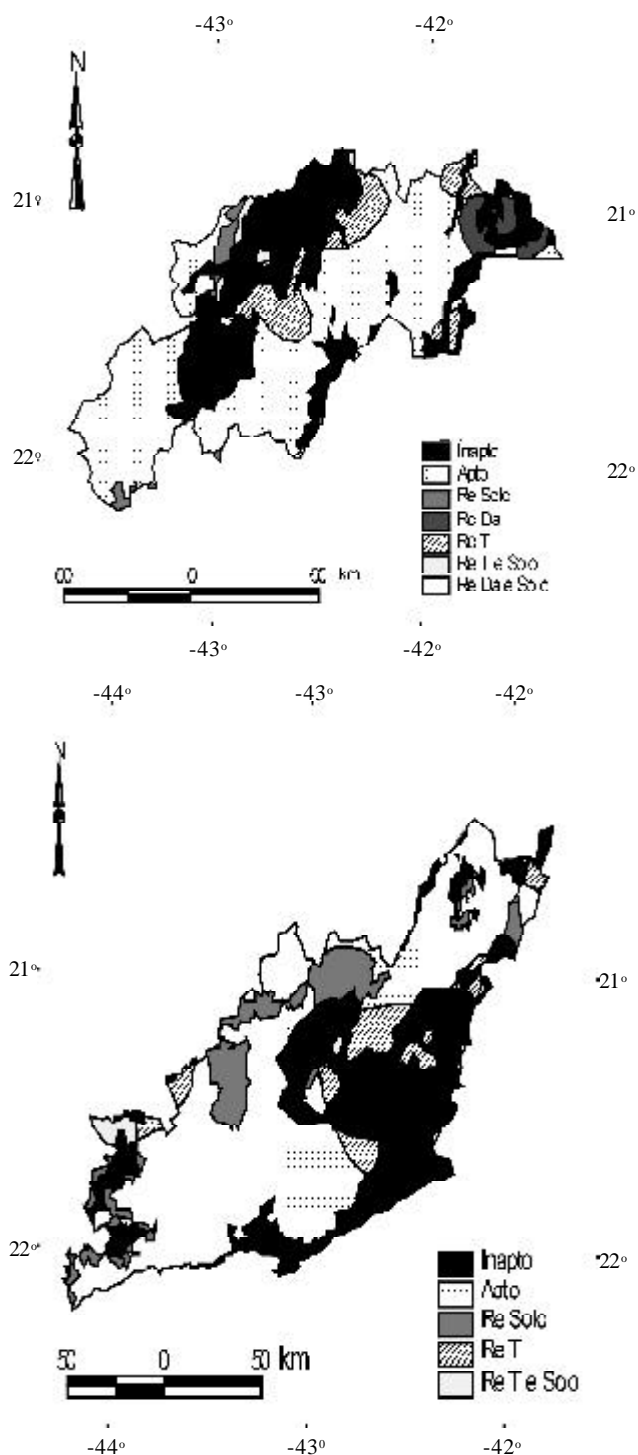


Figura 5. Regionalização do cafeeiro para Zona da Mata, MG, com índices de substituição positivo (A) e negativo (B).

fatores, que não os pedoclimáticos, estão influenciando o resultado. Ressaltam-se como características marcantes da região, a ocupação agrícola antiga, o tradicionalismo da agricultura e a predominância da pequena produção. Observa-se uma correlação posi-

tiva entre o desempenho apresentado por Manhuaçu e a presença de classes climáticas favoráveis, sendo esta a única região que apresenta deficiência hídrica, localizada em sua extremidade nordeste. Apesar dessa restrição, a região nordeste é apresentada por SIMÃO (1999) como sendo de importância econômica. Em sua dissertação de mestrado, a autora gerou um mapa temático da superfície geoeconômica das regiões cafeeiras mineiras, utilizando técnica de estatística multivariada. As variáveis que mais se destacaram foram: área de produção de café em coco, efetivo da plantação, empregos temporários, itens de mecanização, indústria rural e número de propriedades com lavoura permanente. No mapa apresentado na dissertação supracitada, os municípios de Manhuaçu e Caratinga (nordeste) apresentam-se como uma superfície geoeconômica destacada das demais. Isso evidencia que, se o café continuar com tendência de crescimento nessa região. Será necessário rever, de maneira ainda mais criteriosa, os parâmetros utilizados pelo plano diretor para concessão de outorgas, a fim de evitar futuros conflitos relativamente aos recursos hídricos.

Analisando a Figura 5B, referente às classes climáticas da regionalização cafeeíola presentes na região com decréscimo de competitividade (índice de substituição negativo), verifica-se que, para se plantar café, do ponto de vista pedoclimático, a região de Cataguases apresentou a maior redução em área plantada de café (55%), e é praticamente inexpressiva quanto à produção de café. Pode-se inferir que os fatores pedoclimáticos estão altamente correlacionados ao desempenho da área plantada, em Cataguases. Outras duas regiões que apresentaram reduções nas áreas cafeeíolas foram Ubá (-39%) e Juiz de Fora (-33%), ambas também com baixa participação em área total na região da Zona da Mata. Ubá apresenta restrições, principalmente de solo e orográfica, enquanto Juiz de Fora é a mais apta para o plantio do café. Usando estatística multivariada, PEROBELLI (1999) apresenta Juiz de Fora como uma região com potencial agrícola muito alto, destacando-se principalmente a fruticultura (laranja e banana). Uma das razões da baixa expressão cafeeíola de Juiz de Fora está ligada ao estrangulamento da lucratividade, devido aos custos crescentes impostos pelas condições orográficas, pela mão-de-obra e uso de insumos.

O longo período de preços baixos (1991 a meados de 1994), aliados ao crescimento dos custos de produção, em boa parte devido ao encarecimento

da mão-de-obra e à necessidade de maior uso de tecnologia nas novas áreas de produção, seriam mais um dos responsáveis pela descapitalização recente do segmento de produção.

Conclusões

Considerando o objetivo inicial do trabalho e os resultados apresentados, pode-se enumerar as seguintes conclusões:

- 1) A fraca expressão do café em Cataguases e Ubá tem um forte componente climático em sua justificativa.
- 2) Apesar da microrregião de Ponte Nova apresentar condições edafoclimáticas desfavoráveis para o plantio do café, é uma região que apresenta um crescimento positivo da cafeicultura.
- 3) Se o café continuar com tendência ao crescimento, na região nordeste da microrregião de Manhuaçu, será necessário rever, de maneira ainda mais criteriosa, os parâmetros utilizados no plano diretor para concessão de outorgas a fim de evitar futuros conflitos de recursos hídricos.

Referências bibliográficas

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: Fundação Instituto de Geografia e Estatística, 1985 e 1995. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 Abr. 2001
- CURI, W.F. **Eficiência e fontes de crescimento da agricultura mineira na dinâmica de ajustamentos da economia brasileira**. Viçosa: UFV, 1997. 182 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) – Curso de Pós-Graduação em Economia Rural, Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- GEOMINAS. Programa integrado de uso da tecnologia de geoprocessamento pelos órgãos do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.geominas.mg.gov.br>>. acesso em: 10 Abr. 2001.
- MARTINS, R.S. O comportamento da competitividade da soja no Estado do Paraná – 1970/95. **Informe Econômico**: Londrina, v 2, n. 2, p. 21-24, 1995.
- MATIELLO, J.B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo Editora, 1991. 320 p.
- PEROBELLI, F.S., et al.. Potenciais agropecuários em torno do pólo de desenvolvimento de Juiz de Fora - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., Poços de Caldas 10-14 ago. 1998. Brasília: SOBER, 1998. CD-ROM.
- PEROBELLI, F.S. et al. Evidências do potencial agrícola de regiões selecionadas do Estado de Minas Gerais e Rio de Janeiro: uma aplicação da análise fatorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., Foz do Iguaçu, 1999. Brasília: SOBER, 1999. CD-ROM.
- SANTOS, A.R. **Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon (*Coffea canephora* L.) e Arábica (*Coffea arabica* L.), na Bacia do Rio Itapemirim, ES**. Viçosa: UFV, 1999, 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- SEDIYAMA, G.C.; MELO JÚNIOR, J.C.F. Modelos para Estimativas das Temperaturas Normais Mensais Médias, Máximas, Mínimas e Anual no Estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 57-61, 1998.
- SEDIYAMA, G.C. et al. Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*) no Estado de Minas Gerais In: **Zoneamento Climático da Cultura do Café**. Brasília: EMBRAPA / Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. 2001. (CD-ROM).
- SIMÃO, M. L. R., **Caracterização espacial da produção cafeeira de Minas Gerais: Um estudo exploratório utilizando técnicas de análise espacial e de estatística multivariada**. Belo Horizonte: PUC, 1999. 246 p. Tese (Mestrado em Tratamento da Informação Espacial) - Pontifícia Universidade Católica, 1999.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 10, n.3).

ISSN 0104-1347

Regionalização do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e mudança da composição agrícola na região Zona da Mata, MG¹

Coffee Zoning (*Coffea arabica* L.) and the change of the agricultural composition in Zona da Mata, MG, Brazil

Roberto Araújo de Faria², Júlio César Ferreira de Melo Júnior³, Gilberto Chohaku Sedyama⁴, Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro⁵ e Fernando Antônio Agra Santos⁶

Resumo - Utilizando ferramentas de análise espacial, o presente trabalho objetivou investigar a evolução da lavoura de café no espaço geográfico, em importante região do Estado de Minas Gerais, verificando a sustentabilidade da produção em diferentes zonas climáticas. Neste sentido, buscou-se uma regionalização do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para a região da Zona da Mata, MG, comparando-a com os resultados de um modelo econômico de decomposição da variação da área nos efeitos escala e substituição, considerando-se o período 1985 a 1995/96. Observou-se que a tendência crescente da expansão cafeeíola do Sul para o Norte nem sempre acompanha a disposição das classes aptas apresentadas pela regionalização climática cafeeira. Verificou-se que a fraca expressão do café em Cataguases e Ubá tem um forte componente climático, enquanto em Juiz de Fora e Muriaé prevaleceu a declividade do terreno. Apesar da microrregião de Ponte Nova apresentar condições edafoclimáticas desfavoráveis para o plantio do café, verificou-se que é uma região que apresenta um crescimento positivo da cafeeicultura.

Palavras-chave: zoneamento climático, modelo econômico, café.

Abstract - Using tools for geographical space analysis, the present study was carried out to investigate the geographical evolution of the coffee (*Coffea arabica* L.) crop in important region of Minas Gerais State, by verifying the sustainability of coffee production at different climatic zones. In this regard, a soil zoning for coffee (*Coffea arabica* L.) was elaborated for the Zona da Mata region, MG. The results from the geographical space analyses were compared to an economic model of decomposition of the variation of the area and its scale substitution effects, during the period of 1985 through 1995/96. A tendency of coffee tree plantation area expansion was observed from Southward to Northward direction most of the time accompanied the zoning criteria adopted in the present work. It was observed that a small coffee area plantation expansion verified at Cataguases and Ubá has a strong climatic component. While at Juiz de Fora and Muriaé the soil topographic factor prevailed. Only Ponte Nova does not meet the climatic conditions for coffee tree plantation, but it represented a considerable expansion of the coffee plantation.

Key words: climatic zoning, economic model, coffee.

¹Projeto parcialmente financiado pela EMBRAPA/CAFÉ.

²Eng. Agrônomo, M.S. Eng. Agrícola, D.S. Economia Aplicada, DER, UFV, Viçosa, MG, CEP 36571-000, Fone (0xx31) 3899 2214, E-mail: roberto@vicosa.ufv.br.

³Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola, DEA/UFV, Viçosa, MG, CEP 36571-000, Fone (0xx31) 3899 1905, E-mail: e33637@alunos.ufv.br

⁴Prof. Ph.D, DEA/UFV, Fone: (0xx31) 3899 1905, Fax: (0xx31) 3899 2735 E-mail: sedyama@mail.ufv.br.

⁵Prof. Ph.D, DEF/UFV, Fone: (0xx31) 3899 1210, Fax: (0xx31) 3899 2478 E-mail: cribeiro@mail.ufv.br.

⁶Economista, D.S. Economia Aplicada, DER, UFV, Viçosa, MG, CEP 36571-000, Fone (0xx31) 3899 1210; E-mail: ds35684@correio.ufv.br.

Introdução

Por meio de vários estudos sobre o complexo cafeeiro no Brasil, têm-se analisado as principais razões para o deslocamento espacial da cafeicultura de São Paulo e do Paraná para Minas Gerais. Verifica-se que esta mudança da composição agrícola deve-se principalmente, às condições edafoclimáticas das novas regiões (ausência de geadas). Entretanto, Andrade (1994) *apud* SIMÃO (1999) destacam também as variantes econômicas como um dos fatores deste deslocamento, tais como o preço da terra, os menores custos de produção e o custo de oportunidade do café.

O zoneamento climático do cafeeiro é de extrema importância, tanto na implantação quanto no planejamento de atividades agrícolas, porque a delimitação das regiões climaticamente homogêneas significa, não só estabelecer os indicadores do potencial do meio físico e biológico para a região em estudo, mas também registrar e delimitar as áreas de padrões homogêneos de atividades agrícolas e dos recursos naturais nela existentes (SEDIYAMA et al., 2001).

O zoneamento agrícola de uma região deve ser constantemente atualizado visando obter maiores informações sobre as condições climáticas das culturas selecionadas e, sobretudo, proporcionar maior retorno dos investimentos a médio e longo prazos para os produtores. Há necessidade, portanto, de aquisição e criação de banco de dados mais completos e consistentes, bem como a utilização de métodos mais modernos e sofisticados no delineamento dos limites climáticos para o atendimento à adaptabilidade de novas variedades (SEDIYAMA et al., 2001).

Utilizando ferramentas de análise espacial, o presente trabalho objetivou analisar a evolução no espaço geográfico da lavoura de café, na região da Zona da Mata Mineira, verificando-se a sustentabilidade da produção em diferentes zonas climáticas.

Material e métodos

Para fins de execução, dividiu-se o presente trabalho em três etapas: a) elaboração de mapa, indicando o efeito substituição do cafeeiro para a região da Zona da Mata, MG; b) regionalização pedoclimática e orográfica da cafeicultura; e c) sobreposição dos mapas econômicos, pedoclimáticos

e orográficos, utilizando-se operações em um software SIG.

O referencial teórico para gerar este índice baseou-se no estudo de MARTINS (1995), segundo o princípio da racionalidade econômica do produtor, isto é, uma cultura ocupa novas áreas em expansão ou substitui outras, caso ela esteja ganhando em competitividade.

Por meio da análise de decomposição da variação na área, foram calculados os efeitos escala e substituição das principais culturas das microrregiões em estudo, bem como elaborado um índice que corresponde à razão entre o efeito-substituição e a variação total da área da região em análise, para cada cultura, com o intuito principal de explicitar as culturas que mais substituíram (sinal positivo) outras culturas e as que foram mais substituídas (sinal negativo). Inicialmente, analisaram-se as alterações na composição agrícola da área em estudo. O modelo permitiu decompor a alteração da área cultivada de um produto em relação a outro, em função da variação no tamanho do sistema (que corresponde ao somatório da área cultivada com os produtos plantados na região em análise) de produção (efeito-escala) ou da substituição de um produto por outro, dentro do sistema (efeito-substituição).

O modelo analítico utilizado foi representado pela expressão:

$$A_{i2} - A_{i1} = (\alpha A_{i1} - A_{i1}) + (A_{i2} - \alpha A_{i1}) \quad (1)$$

em que $A_{i2} - A_{i1}$ é a variação da área cultivada com uma cultura específica "i", entre o período 2 e 1; $(\alpha A_{i1} - A_{i1})$ o efeito-escala; $(A_{i2} - \alpha A_{i1})$ a efeito-substituição, sendo

$$\alpha = A_{i2}/A_{i1} \quad (2)$$

$$A_{i1} = \sum_i A_{i1} \quad (3)$$

$$A_{i2} = \sum_i A_{i2} \quad (4)$$

A_i corresponde à área cultivada com a i -ésima cultura; $i = 1, 2, \dots, n$ culturas analisadas; A_{i1} é o tamanho do sistema no período 1; A_{i2} é o tamanho do sistema no período 2; e α é a relação entre A_{i2} e A_{i1} , que mede a alteração no tamanho do sistema de produção durante o período em estudo.

O efeito-escala é dado pela variação na área do produto, apenas pela alteração no tamanho do sistema, mantendo inalterada sua participação dentro deste. Se os valores forem positivos, representam tendência à expansão das culturas; se forem negativos,

indicam tendência de contração na produção das culturas dentro do sistema. Os valores encontrados no efeito-escala mostram, para cada produto, como seria o comportamento de cada cultura, se a expansão ou a contração da área total fosse distribuída de modo uniforme entre elas.

O efeito-substituição mostra a variação da participação dentro do sistema, ou seja, refere-se à diferença entre a variação real da área cultivada entre os períodos em análise, e o efeito-escala. Isto quer dizer que, quando o efeito-substituição for negativo, por exemplo, não significará, necessariamente, que sua área cultivada tenha sido reduzida, pois, ela pode, simplesmente, ter-se expandido, porém numa magnitude menor que à proporcional ao crescimento total da área na região em análise, significando que, em geral, esta cultura teve suas áreas substituídas por outra cultura, que se expandiu mais que proporcionalmente ao crescimento da área total dentro do sistema. Caso o efeito-substituição apresente sinal positivo, a situação é simétrica à supracitada. Em suma, as culturas que apresentaram efeito-substituição positivo, substituíram outras culturas, e aquelas que o apresentarem negativo foram substituídas por outras.

Entre as principais culturas selecionadas para formar o sistema do modelo, encontram-se: abacaxi, abóbora, algodão em caroço, amendoim, arroz, batata-doce, batata-inglesa, cana-de-açúcar, cebola, feijão, mandioca, milho, soja, tomate, trigo, forrageiras, banana, café e laranja, além de pastagens.

Os dados necessários foram extraídos do Censo Agropecuário do Estado de Minas Gerais, referentes aos anos de 1985 e 1995/96, provenientes do ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1985/96).

O índice de substituição (IS) foi definido como a razão entre o efeito-substituição e a variação total da área de cada microrregião em análise. Investigou-se, com esse índice, a importância do desempenho do cafeeiro em relação à variação da área total do sistema de cada microrregião, dentro do período estudado. Quanto maior (menor) a participação da cultura no sistema A_1 e quanto menor (maior) a sua expansão comparativamente à variação bruta da área do sistema, maior (menor) será o índice. Desta forma, é possível comparar as microrregiões com valores de ordem de grandeza relativos à mudança do sistema, distribuindo-os em um mapa temático. Para isto, tomou-se como base a competitividade do cafeeiro (efeito-substituição) em relação à expansão do sistema de cada região (variação da área). O índice é expresso pela equação 5.

$$IS = \frac{A_2 - \left(\frac{A_{t2}}{A_{t1}}\right) \times A_1}{A_{t2} - A_{t1}} \times 100 \quad (5)$$

O resultado obtido para a cultura do café é apresentado em mapa temático da região em estudo, utilizando-se o mapa vetorial das microrregiões do estado de Minas Gerais disponível no site GEOMINAS (2001). Na Figura 1, é apresentado o fluxograma para elaboração do mapa relativo ao índice-substituição.

Utilizou-se, na segunda etapa, o mapa do contorno do estado de Minas Gerais, digitalizado na escala de 1:1.500.000, como base para execução do trabalho.

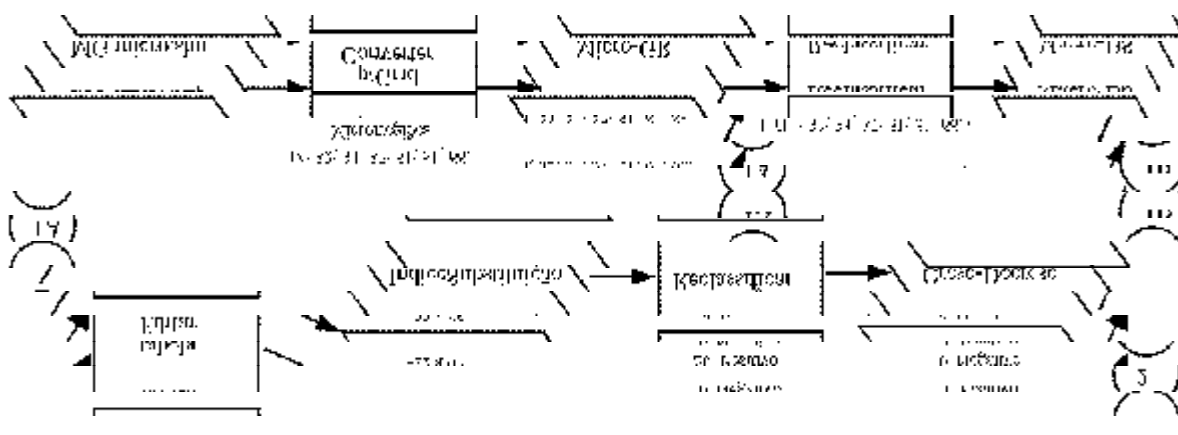


Figura 1. Fluxograma das etapas necessárias à elaboração do mapa relativo ao índice-substituição para a região da Zona da Mata, em MG.

Para a regionalização climática, foram utilizados dados climáticos do estado de Minas Gerais e das regiões limítrofes, obtidos das normais climatológicas do Instituto de Meteorologia (INMET/MA; de 1961 a 1990) e de dados de precipitação média mensal da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Nos mapeamentos de campos homogêneos das temperaturas médias do ar, para os locais desprovidos de dados de temperatura, especialmente com referência às estações pluviométricas da ANEEL, foram utilizadas equações lineares segundo SEDIYAMA & MELO JR. (1998), cujas variáveis envolveram os fatores geográficos a fim de possibilitar os traçados das delimitações de áreas homogêneas de temperatura, uma vez que as cartas temáticas tinham, como base de dados, o mesmo sistema de georreferenciamento.

A partir da interpolação dos valores de temperatura média compensada anual, foi possível definir os limites das regiões climaticamente homogêneas, em forma de mapas georreferenciados. Nessa rotina, utilizou-se um interpolador linear, em que o peso da célula a ser interpolada é dado por uma média ponderada, que utiliza o peso dos 12 pontos de controle mais próximos ponderados pelo inverso do quarto expoente da distância.

O mapa de temperatura média compensada anual, gerado foi multiplicado pelo mapa-base da região em estudo, sendo depois reclassificado segundo os intervalos de classe de temperatura, propostos por MATIELLO (1991).

Para definir a aptidão hídrica do café arábica, utilizou-se o balanço hídrico seriado, que resulta na análise conjunta dos dados de precipitação e temperatura média compensada mensal. Para o cálculo do balanço hídrico seriado, utilizou-se a metodologia de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para cada estação. Tomou-se o valor para a CAD (capacidade de água disponível) de 125mm, por ser considerado um valor médio para a cultura em razão de sua profundidade radicular efetiva. O valor da evapotranspiração potencial climático mensal, em mm, foi estimado aplicando-se o método sugerido pelo mesmo autor.

Com os valores de deficiência hídrica anual (média) para cada estação, utilizou-se o mesmo procedimento para elaboração do mapa da temperatura, e sendo o resultado reclassificado de

acordo com os intervalos de classe de deficiência hídrica, propostos por MATIELLO (1991).

Para obtenção do mapa temático de aptidão pedológica, tomou-se como base o mapa temático de classificação de solo para o Estado de Minas Gerais, publicado por GEOMINAS (2001). Os parâmetros da aptidão, por classes de solo para o cafeeiro, utilizados neste trabalho, foram propostos por SANTOS (1999). Foram consideradas aptas as regiões que possuem as seguintes classes de solo: Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Una, Latossolo Roxo, Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro, Podzólico Amarelo, Podzol, Planossolo, Glei Humico, Terra Roxa Estruturada e Brunizem Avermelhado. Consideraram-se restritas as regiões cujo solo é o Cambissolo; e como inaptas as regiões que possuem as seguintes classes de solo: Arenoquartzosos, Litólicos, Afloramento Rochoso, Aluviais e Represa.

Por meio da tabulação cruzada, executada nos mapas temáticos de temperatura média anual, deficiência hídrica anual, solo e orografia obteve-se, como produto final, um mapa temático de regionalização do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para a região da Zona da Mata, MG.

O fluxograma de todas as operações envolvidas no processo de manipulação e execução da segunda etapa, culminando nos mapas temáticos de regionalização, é apresentado na Figura 2.

A regionalização (Figura 5 A-B) traz o mapeamento com as diferentes limitações e possibilidades para a cultura do café (Obs: Ta = temperatura média anual; e Da = deficiência hídrica anual), apresentado 9 classes (0 a 8), a seguir:

0. Inaptas: regiões com temperatura média do ar (Ta) inferior a 18°C, e igual ou superior a 23°C; ou deficiência de água (Da) igual ou superior a 200mm; ou tipo de solo inapto ou altitudes inferiores a 500m acima do nível do mar. São regiões que apresentam deficiências hídricas ou temperaturas baixas ou elevadas para o cultivo cafeeiro ou, ainda, condição pedológica ou orográfica inapta.
1. Aptas: regiões com Ta igual ou superior a 19°C e inferior a 22°C; Da inferior a 150 mm, tipo de solo apto e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, que caracterizam regiões com condições térmicas, hídricas pedológicas e orográficas ótimas.

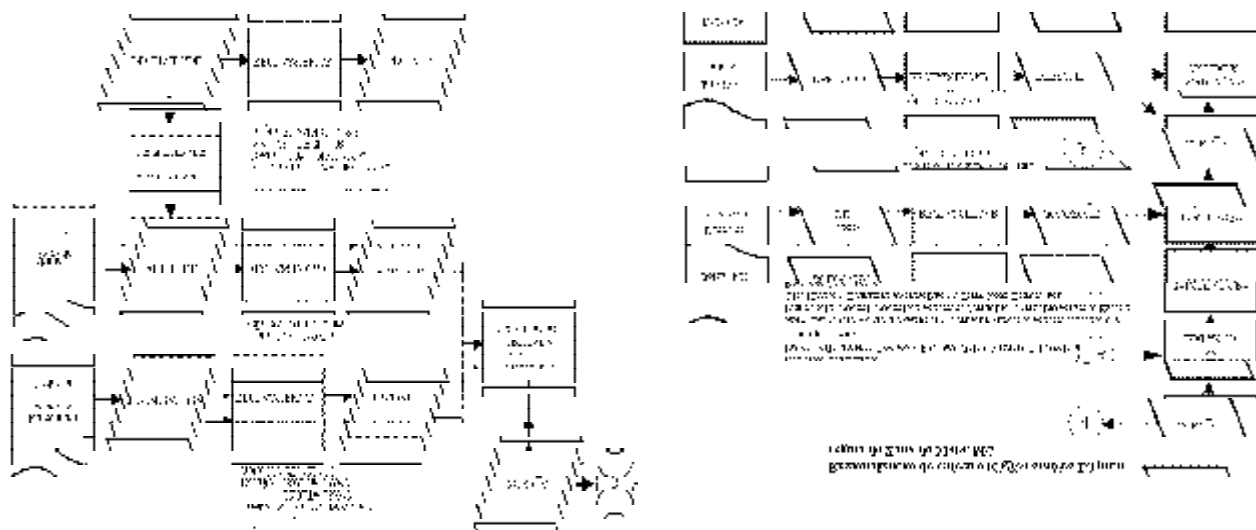


Figura 2. Fluxograma das etapas necessárias para obtenção do mapa de regionalização do cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) para região da Zona da Mata, MG

2. Restritas pelo solo: regiões com T_a igual ou superior a 19°C e inferior a 22°C ; e D_a inferior a 150mm, altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, mas tipo de solo restrito, caracterizam as regiões que apresentam condições térmicas, hídricas e orográficas ótimas, e pedológicas restritas.
 3. Restritas pela deficiência hídrica: regiões com T_a igual ou superior a 19°C , e inferior a 22°C ; D_a igual ou superior a 150mm e inferior a 200mm, tipo de solo apto e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, expressam regiões de condições térmicas, pedológicas e orográficas ótimas, mas hídricas restritas.
 4. Restrito pela temperatura: regiões com T_a igual ou superior a 18°C , e inferior a 19°C , ou T_a igual ou superior a 22°C e inferior a 23°C ; D_a inferior a 150mm, tipo de solo apto e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, indicam que as regiões possuem condições hídricas, pedológicas e orográficas ótimas, mas térmicas restritas.
 5. Restritas pela temperatura e deficiência hídrica: regiões com T_a igual ou superior a 18°C , e inferior a 19°C , ou T_a igual ou superior a 22°C e inferior a 23°C ; D_a igual ou superior a 150mm e inferior a 200mm, tipo de solo apto e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, caracterizam regiões que apresentam condições pedológicas e orográficas ótimas, mas térmicas e hídricas restritas.
 6. Restritas pela temperatura e solo: regiões com T_a igual ou superior a 18°C , e inferior a 19°C , ou T_a igual ou superior a 22°C e inferior a 23°C ; D_a inferior a 150 mm, tipo de solo restrito e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, dizem respeito às regiões com condições hídricas e orográficas ótimas, mas térmicas e pedológicas restritas.
 7. Restritas pela deficiência hídrica e solo: regiões com T_a igual ou superior a 19°C , e inferior a 22°C ; D_a igual ou superior a 150mm e inferior a 200mm, tipo de solo restrito e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, caracterizam regiões com condições térmicas e orográficas ótimas, porém hídricas e pedológicas restritas.
 8. Restritas pela temperatura, deficiência hídrica e solo: regiões com T_a igual ou superior a 18°C , e inferior a 19°C , ou T_a igual ou superior a 22°C e inferior a 23°C ; D_a igual ou superior a 150mm e inferior a 200mm, tipo de solo restrito e altitude igual ou superior a 500m do nível do mar, caracterizam regiões com condições orográficas ótimas, mas térmicas, hídricas e pedológicas restritas.
- Na última etapa, as informações sobre a regionalização do cafeeiro foram sobrepostas às in-

formações econômicas fornecidas pelo índice de substituição. O mapa que apresentou índice de substituição positivo foi definido como Pedoclima-Cresc, e a área de cada classe pedoclimática e orográfica foi calculada. As microrregiões que não apresentaram crescimento da área plantada de café na mesma proporção que o efeito-escala, ou seja, efeito-substituição negativo, foram definidas como Pedoclima-Decresc. A Figura 3 apresenta os passos finais para elaboração do mapa temático, que forneceu a base para discutir a influência da regionalização do cafeeiro sobre a dinâmica de ajustamento da agricultura na Zona da Mata.

Resultados e discussão

Embora o objetivo do artigo consistisse em analisar, espacialmente, as alterações na composição agrícola (especificamente a do cafeeiro), julgou-se importante apresentar os resultados agregados do modelo econômico utilizado para a região, como um todo. Posteriormente, são apresentados os resultados das análises dos dados econômicos e edafoclimáticos por microrregião, verificando-se o valor e precisão das informações advindas do refinamento espacial da análise.

Na Tabela 1 são apresentados os efeitos escala e substituição, o que propicia melhor visualização das modificações na composição agrícola da área em estudo. Observam-se quais culturas foram substituí-

das e quais tiveram ganhos de competitividade, em relação ao sistema, para posteriormente inferir sobre a influência das condições edafoclimáticas nas tendências observadas.

Uma visão geral do índice de substituição apresenta, claramente, a perda de competitividade dos mais importantes produtos ligados à atividade agrícola. Ordenados em ordem decrescente, são principalmente o milho (-100), arroz (-58,5), feijão (-39,1), cana de açúcar (-20,8) e o café (-10,4). Esta última cultura é a única que apresentou um crescimento de área plantada, mas como esse desempenho (7,91 %) foi menos que proporcional ao crescimento do sistema (15,61 %), o índice de substituição foi negativo. O índice mostra a importância das mudanças de área plantada da cultura em relação à alteração do sistema. Considerando os índices positivos, verifica-se que apenas as culturas ligadas à atividade pecuária destacaram-se, tais como pastagens plantadas (214,7) e forrageiras (14,18).

Estudando a eficiência e fontes de crescimento da agricultura mineira, CURI (1997) conclui que, apesar das tentativas de ação do governo, a Zona da Mata encontra-se em fase de estagnação da agricultura. Este resultado também é constatado no presente artigo, por meio da análise dos índices de substituições da Tabela 1. Magnitudes tão discrepantes indicam perda de competitividade do sistema de maneira concentradora, em que culturas são substituídas por outras poucas. Destacam-se, neste processo, as pastagens plantadas e o café como principais ativi-

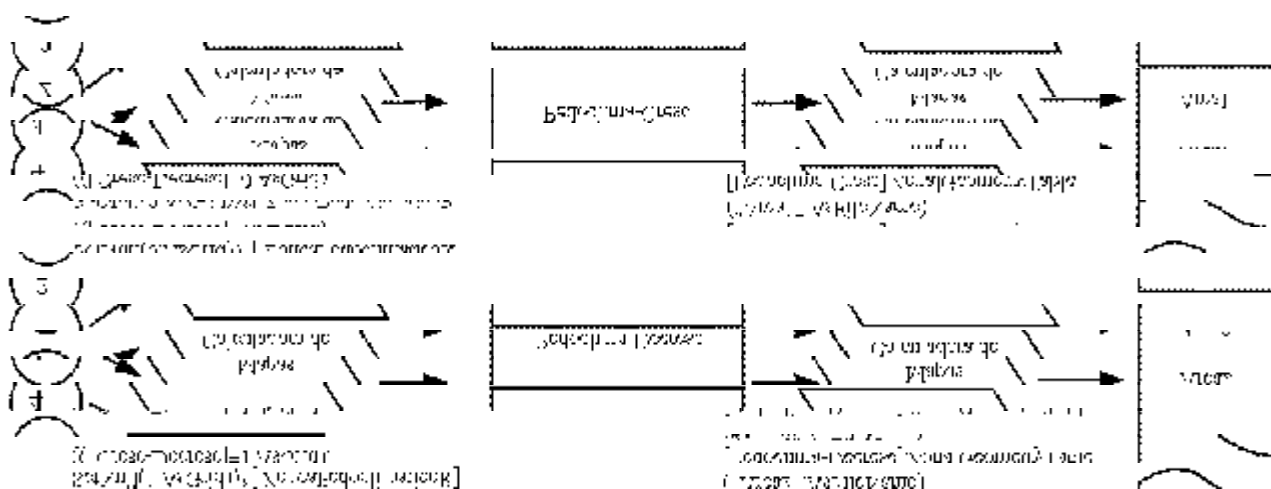


Figura 3. Fluxograma das etapas finais para sobreposição das informações econômicas com as pedoclimáticas e orográficas, para região da Zona da Mata, MG.

Tabela 1. Efeitos escala e substituição na região da Zona da Mata, MG, durante o período de 1985 a 1995/96

Zona da Mata	Área em 1985 (ha)	Área em 1995/96 (ha)	Variação da área		Efeito Escala (ha)	Efeito Substit. (ha)	Índice
			(ha)	(%)			
Pastagem	106125	372809	266684	25,29	16562	250122	214,7
FORAGEIRAS	18375	37751	19376	105,45	2868	16509	14,18
Laranja	2754	4234	1480	53,72	430	1050	0,90
Tomate	662	1630	968	146,19	103	864	0,74
Banana	4540	5824	1284	28,29	709	576	0,49
Abacaxi	9	13	4	41,54	1	2	0,002
Trigo	0	1	1		0	1	0,001
Algodão	18	3	-15	-85,39	3	-18	-0,01
Amendoim	122	131	9	7,24	19	-10	-0,01
Cebola	319	210	-109	-34,02	50	-158	-0,13
Abóbora	560	473	-87	-15,62	87	-175	-0,15
Soja	204	51	-153	-74,95	32	-185	-0,16
Batata ingl,	272	47	-225	-82,84	42	-268	-0,23
Batata doce	615	96	-519	-84,31	96	-615	-0,53
Mandioca	3668	2828	-840	-22,89	572	-1412	-1,21
Café	157715	170191	12476	7,91	24613	-12137	-10,4
Cana açúcar	56286	40847	-15439	-27,43	8784	-24223	-20,8
Feijão	114046	86289	-27757	-24,34	17798	-45555	-39,1
Arroz	78677	23348	-55329	-70,32	12278	-67607	-58,5
Milho	201290	115941	-85349	-42,40	31413	-116761	-100
Total	746257	862716	116459	15,61	-	-	-

dades da Zona da Mata, o que torna a economia agrícola da região instável em razão da baixa diversificação da cesta de bens produzidos.

Consultando a alteração do sistema de cada microrregião, verificou-se que os resultados agregados para a região correspondem, em geral, à tendência observada também para as regiões que a compõem, especialmente com relação ao avanço da área ocupada por pastagens. Um dos fatores que contribuem para explicar o fato da pecuária ocupar um espaço cada vez maior na região é ser ela considerada uma atividade de baixo risco, comparativamente à atividade agrícola. Também é menos exigente em mão-de-obra do que a agricultura praticada na região, devido principalmente à sua topografia acidentada. O custo de oportunidade é baixo, uma vez que a pecuária é uma das únicas alternativas de investimento que restam ao produtor rural e, por isso, passa a ocupar as lavouras de milho, arroz, feijão e cana.

Para refinar a análise, desagregou-se os dados do café por microrregiões, os quais são apresentados na Tabela 2. Apesar de apresentarem os extremos positivo e negativo do índice de substituição,

Manhuaçu e Muriaé mantêm praticamente inalterada sua posição de líderes cafeeícolos da Zona da Mata, com (51%) e (27%) da produção da região, seguidas por Viçosa (10%) e Ponte Nova (9%). Mesmo com o maior crescimento percentual da área (13%), Muriaé apresentou o menor índice de substituição (-22%). Isso ocorreu porque o sistema da microrregião cresceu 36%, influenciado pelo desempenho das pastagens plantadas, que aumentaram sua área em 51.128ha, enquanto o sistema de Manhuaçu cresceu apenas 5,5%, também devido às pastagens que avançaram 13.000ha. Constatou-se também que o valor bruto da variação de área em Manhuaçu (9.236ha) é quase o dobro apresentado por Muriaé (5.400ha). A grande diferença apresentada pelos índices de substituição reflete que o café, em Muriaé, não acompanhou o desempenho das pastagens plantadas.

Ressalta-se que o feijão apresentou variação positiva da área plantada apenas em Manhuaçu e Muriaé. Este fato sugere que a cultura acompanhou a evolução positiva do café como atividade de consórcio, comum na região, refletindo, assim, o perfil do produtor.

Tabela 2. Área cafeeíola, participação percentual, variação da área e índice de substituição para as microrregiões que formam a Zona da Mata

Zona da Mata	Área em 1985 (ha)	Participação (%)	Área em 95/96 (ha)	Participação (%)	Varição da área (%)	Índice Substituição
Manhuaçu	77939	49	87175	51	12	65,5
Ponte Nova	14390	9	15209	9	6	15,2
Viçosa	16768	11	16722	10	0	13,4
Juiz de Fora	2687	2	1789	1	-33	-3,6
Cataguases	1006	1	449	0	-55	-4,6
Ubá	3868	2	2341	1	-39	-15,0
Muriae	41057	26	46506	27	13	-22,4
TOTAL	157715	100	170191	100	8	

Fonte: Elaborada com base nos dados da pesquisa.

As microrregiões de Ponte Nova e Viçosa apresentam valores de índice de substituição positivos para o café, apesar de expandirem-se pouco em termos de variação de área, sendo que Viçosa retraiu. As expressivas quedas de milho, feijão e arroz forçaram uma retração do sistema não compensada pela expansão das pastagens e forrageiras. Como a tendência destas regiões foi contrária à apresentada pelo sistema, (pelo menos o café não diminuiu tanto sua

área plantada), o modelo apresenta-as como competitivas na produção cafeeíola.

As microrregiões de Juiz de Fora, Cataguases e Ubá são pouco expressivas quanto à produção de café, caracterizando-se ainda por apresentarem retração da área plantada e índices de substituição negativos. A Figura 4 apresenta a disposição espacial dos índices de substituição para a região da Zona da Mata. Observa-se uma tendência crescente do índice à medida que a produção avança para o norte da região, e uma tendência decrescente na direção sul, expressa por valores negativos. Esse fato ressalta que os valores apresentados têm uma coerência espacial, uma vez que são dispostos em áreas contíguas separadas em dois hemisférios.

Objetivando investigar a influência do clima, do solo e orografia sobre a competitividade do café na Zona da Mata, as classes de aptidão pedológica, climática e orográfica são apresentadas na Figura 5, dispostas separadamente para as regiões com índices de substituição positivos (Figura 5A) e negativos (Figura 5B).

Iniciando a discussão para as regiões que apresentaram índice de substituição positivo, e comparando os resultados econômicos com a disposição das classes climáticas da regionalização cafeeíola (Figura 5A), verifica-se que a microrregião de Ponte Nova é a que mais apresenta condições desfavoráveis para o plantio do café, principalmente de solo e temperatura. Entretanto, a área plantada em 95/96 (15.209ha) é praticamente igual à de Viçosa (16.722ha), o que levanta a hipótese de que outros

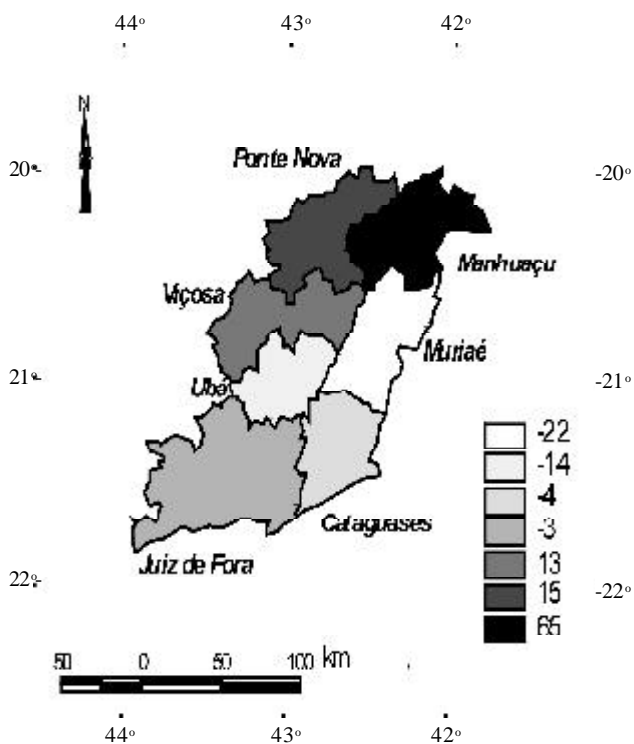


Figura 4. Índice de substituição do café para a região da Zona da Mata, MG (Valores negativos indicam perdas de competitividade e positivos ganhos).

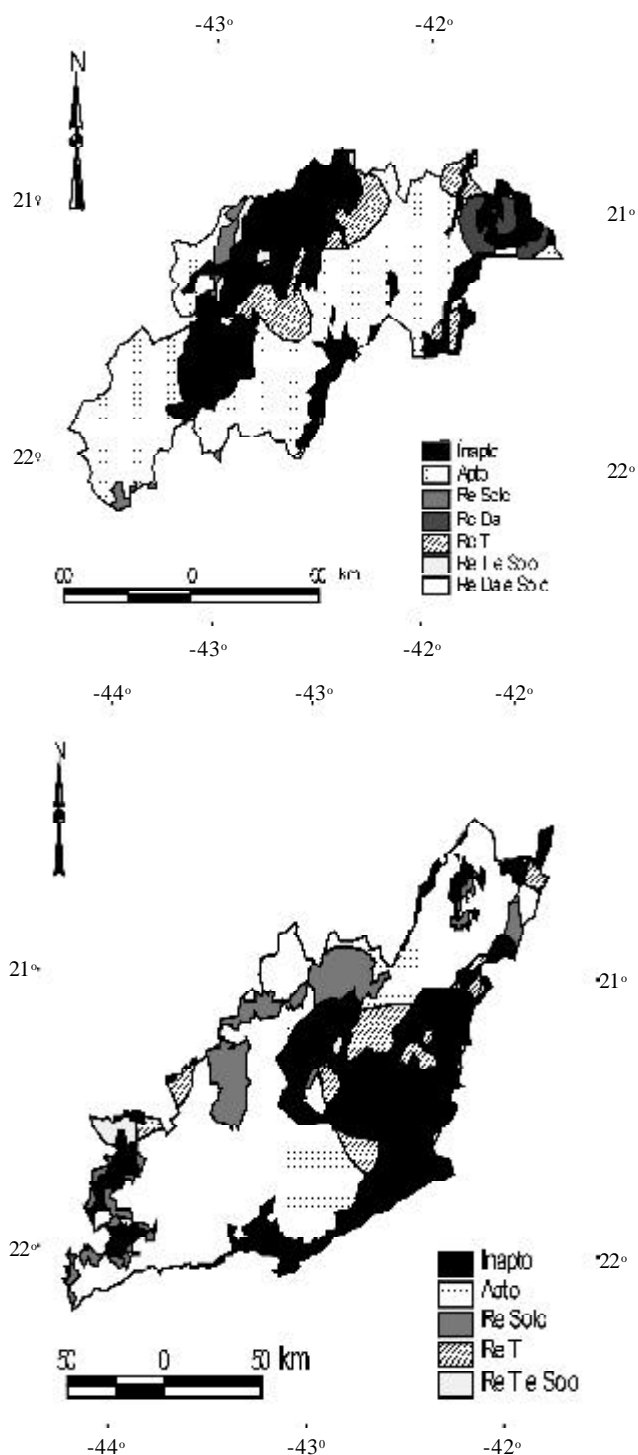


Figura 5. Regionalização do cafeeiro para Zona da Mata, MG, com índices de substituição positivo (A) e negativo (B).

fatores, que não os pedoclimáticos, estão influenciando o resultado. Ressaltam-se como características marcantes da região, a ocupação agrícola antiga, o tradicionalismo da agricultura e a predominância da pequena produção. Observa-se uma correlação posi-

tiva entre o desempenho apresentado por Manhuaçu e a presença de classes climáticas favoráveis, sendo esta a única região que apresenta deficiência hídrica, localizada em sua extremidade nordeste. Apesar dessa restrição, a região nordeste é apresentada por SIMÃO (1999) como sendo de importância econômica. Em sua dissertação de mestrado, a autora gerou um mapa temático da superfície geoeconômica das regiões cafeeiras mineiras, utilizando técnica de estatística multivariada. As variáveis que mais se destacaram foram: área de produção de café em coco, efetivo da plantação, empregos temporários, itens de mecanização, indústria rural e número de propriedades com lavoura permanente. No mapa apresentado na dissertação supracitada, os municípios de Manhuaçu e Caratinga (nordeste) apresentam-se como uma superfície geoeconômica destacada das demais. Isso evidencia que, se o café continuar com tendência de crescimento nessa região. Será necessário rever, de maneira ainda mais criteriosa, os parâmetros utilizados pelo plano diretor para concessão de outorgas, a fim de evitar futuros conflitos relativamente aos recursos hídricos.

Analisando a Figura 5B, referente às classes climáticas da regionalização cafeeíola presentes na região com decréscimo de competitividade (índice de substituição negativo), verifica-se que, para se plantar café, do ponto de vista pedoclimático, a região de Cataguases apresentou a maior redução em área plantada de café (55%), e é praticamente inexpressiva quanto à produção de café. Pode-se inferir que os fatores pedoclimáticos estão altamente correlacionados ao desempenho da área plantada, em Cataguases. Outras duas regiões que apresentaram reduções nas áreas cafeeíolas foram Ubá (-39%) e Juiz de Fora (-33%), ambas também com baixa participação em área total na região da Zona da Mata. Ubá apresenta restrições, principalmente de solo e orográfica, enquanto Juiz de Fora é a mais apta para o plantio do café. Usando estatística multivariada, PEROBELLI (1999) apresenta Juiz de Fora como uma região com potencial agrícola muito alto, destacando-se principalmente a fruticultura (laranja e banana). Uma das razões da baixa expressão cafeeíola de Juiz de Fora está ligada ao estrangulamento da lucratividade, devido aos custos crescentes impostos pelas condições orográficas, pela mão-de-obra e uso de insumos.

O longo período de preços baixos (1991 a meados de 1994), aliados ao crescimento dos custos de produção, em boa parte devido ao encarecimento

da mão-de-obra e à necessidade de maior uso de tecnologia nas novas áreas de produção, seriam mais um dos responsáveis pela descapitalização recente do segmento de produção.

Conclusões

Considerando o objetivo inicial do trabalho e os resultados apresentados, pode-se enumerar as seguintes conclusões:

- 1) A fraca expressão do café em Cataguases e Ubá tem um forte componente climático em sua justificativa.
- 2) Apesar da microrregião de Ponte Nova apresentar condições edafoclimáticas desfavoráveis para o plantio do café, é uma região que apresenta um crescimento positivo da cafeicultura.
- 3) Se o café continuar com tendência ao crescimento, na região nordeste da microrregião de Manhuaçu, será necessário rever, de maneira ainda mais criteriosa, os parâmetros utilizados no plano diretor para concessão de outorgas a fim de evitar futuros conflitos de recursos hídricos.

Referências bibliográficas

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: Fundação Instituto de Geografia e Estatística, 1985 e 1995. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 Abr. 2001
- CURI, W.F. **Eficiência e fontes de crescimento da agricultura mineira na dinâmica de ajustamentos da economia brasileira**. Viçosa: UFV, 1997. 182 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) – Curso de Pós-Graduação em Economia Rural, Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- GEOMINAS. Programa integrado de uso da tecnologia de geoprocessamento pelos órgãos do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.geominas.mg.gov.br>>. acesso em: 10 Abr. 2001.
- MARTINS, R.S. O comportamento da competitividade da soja no Estado do Paraná – 1970/95. **Informe Econômico**: Londrina, v 2, n. 2, p. 21-24, 1995.
- MATIELLO, J.B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo Editora, 1991. 320 p.
- PEROBELLI, F.S., et al.. Potenciais agropecuários em torno do pólo de desenvolvimento de Juiz de Fora - MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., Poços de Caldas 10-14 ago. 1998. Brasília: SOBER, 1998. CD-ROM.
- PEROBELLI, F.S. et al. Evidências do potencial agrícola de regiões selecionadas do Estado de Minas Gerais e Rio de Janeiro: uma aplicação da análise fatorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., Foz do Iguaçu, 1999. Brasília: SOBER, 1999. CD-ROM.
- SANTOS, A.R. **Zoneamento Agroclimatológico para a Cultura do Café Conilon (*Coffea canephora* L.) e Arábica (*Coffea arabica* L.), na Bacia do Rio Itapemirim, ES**. Viçosa: UFV, 1999, 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- SEDIYAMA, G.C.; MELO JÚNIOR, J.C.F. Modelos para Estimativas das Temperaturas Normais Mensais Médias, Máximas, Mínimas e Anual no Estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 57-61, 1998.
- SEDIYAMA, G.C. et al. Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*) no Estado de Minas Gerais In: **Zoneamento Climático da Cultura do Café**. Brasília: EMBRAPA / Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. 2001. (CD-ROM).
- SIMÃO, M. L. R., **Caracterização espacial da produção cafeeira de Minas Gerais: Um estudo exploratório utilizando técnicas de análise espacial e de estatística multivariada**. Belo Horizonte: PUC, 1999. 246 p. Tese (Mestrado em Tratamento da Informação Espacial) - Pontifícia Universidade Católica, 1999.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 10, n.3).

