

ANÁLISE DE CADEIA DE MARKOV COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO¹

JOSÉ NORBERTO MUNIZ² e LÉCIO MARIA RODRIGUES³

RESUMO - O objetivo deste artigo é introduzir o modelo Markov como uma técnica avaliativa. O modelo é desenvolvido em sua forma mais simples, juntamente com a estratégia utilizada para se obter a matriz de transição de probabilidades. A discussão limita-se às pressuposições estáticas do modelo em questão e às imperfeições do desenho da pesquisa, a qual não foi elaborada com o objetivo de ser avaliada através do modelo Markov Chain.

Termos para indexação: pesquisa de avaliação, avaliação de projetos, modelo probabilístico.

MARKOV CHAIN ANALYSIS AS AN EVALUATION TOOL

ABSTRACT - The article considers the Markov Chain analysis as a potential tool for evaluation. The model is developed in its simplest form, as well as in form of the probability transition matrix. The discussion is limited to the static assumptions of the model. In addition, the weakness of the research design, undertaken without considering the specific needs of evaluation through the Markov Chain model is considered.

Index terms: evaluation research, project evaluation, stochastic model.

DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (1976), há um projeto designado como "experimental", dirigido aos agricultores de baixa renda, em Sergipe. Esse projeto tem, como uma de suas metas, a melhoria de produtividade agrícola dos pequenos proprietários. Para tanto, fez-se o delineamento de estratégias, a fim de que elas possam, quando aplicadas, beneficiar os agricultores em termos de produtividade, renda, nutrição e saúde.

A despeito da complexidade do projeto Sergipe, em termos de tratamentos implantados e metas a serem alcançadas, pretende-se desenvolver uma pesquisa de avaliação sobre apenas dois desses tratamentos. Mais especificamente, o tratamento designado como número 1 é carac-

¹ Recebido em 26 de novembro de 1982.

Aceito para publicação em 12 de janeiro de 1983.

² Soc. Rural, Ph.D., Professor Assistente do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570 - Viçosa, MG.

³ Econ. Rural, M.S., Professor Assistente do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570 - Viçosa, MG.

terizado pela ação exclusiva de extensionistas agrícolas e sociais. Há um grupo de nove equipes de extensionistas, cada uma formada por um técnico agrícola, o qual deverá assistir os produtores em grupos de, pelo menos, três agricultores. A intervenção dar-se-á nos setores de produção e de comercialização, e serão utilizados os instrumentos já existentes em termos de crédito rural, preços mínimos, associativismo e assistência técnica. O tratamento número 2 envolve, além dos aspectos elucidados no tratamento 1, a atuação dos orientadores de assistência técnica e extensão rural (ATER) e a inclusão do mecanismo denominado como "compra antecipada da produção" (CAP).

Apenas para esclarecimento, são considerados como orientadores da ATER os pequenos agricultores ou os filhos destes, com escolaridade primária mínima. Cada equipe de extensionistas contará com a participação de, pelo menos, três orientadores, os quais tentarão ampliar a eficácia e a ação dos extensionistas. De acordo com a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (1976), compete aos extensionistas agrícolas: organizar os produtores em núcleos para efeito da realização da CAP, dar assistência técnica, orientar a comercialização e armazenagem; participar dos treinamentos dos orientadores e dirigentes das cooperativas; promover os contatos com os estabelecimentos de crédito, de distribuição de insumos e de comercialização, distribuir material educativo e de divulgação. Os orientadores da ATER, por sua vez, devem manter os extensionistas informados sobre o andamento do projeto; colocar-se à disposição dos grupos, para contatos, para convocação de reuniões e demonstrações; distribuir o jornal rural; visitar as famílias dos agricultores; acompanhar os extensionistas nas reuniões; informar os extensionistas sobre as dificuldades encontradas pelos grupos de agricultores e manter o grupo permanentemente motivado.

A compra antecipada é um mecanismo com vistas a alterar os arranjos usuais entre os produtores e os intermediários, ou seja, é um canal para a comercialização da produção. Os planos da CAP serão feitos de acordo com o plano de produção, o qual também inclui a aquisição de insumos, ferramentas e alimentos necessários para os agricultores. Além disso, para o pagamento da CAP, observar-se-á o seguinte:

- a. cada parcela deverá envolver, pelo menos, os valores correspondentes ao conjunto de atividades em cada fase do ciclo de exploração;
- b. o pagamento da primeira parcela ocorrerá no ato da assinatura do contrato;

- c. os técnicos da EMATER/SE e da COBAL recomendarão o pagamento da parcela seguinte. Deve-se destacar que esses pagamentos poderão ser feitos sob duas formas: por intermédio das cooperativas, que transferirão os recursos da CAP aos associados, ou diretamente aos produtores.

Diante dessas diferentes estratégias de intervenção, que foram colocadas em prática no projeto Sergipe, pretende-se desenvolver um processo avaliativo através do valor da produção por hectare (Cr\$/ha). Portanto, por se tratar de uma pesquisa de avaliação, torna-se necessário especificar as suas características.

Basicamente, o processo avaliativo proposto é determinado pelo modelo a ser aplicado, isto é, o modelo de Markov,⁴ o qual permite a representação do processo de mudança, em termos probabilísticos, e ao longo do tempo. Para tanto, a amostra será inicialmente subdividida em estratos, e os dois grupos em estudo (aqueles que receberam o tratamento 1 e aqueles que receberam o tratamento 2) serão descritos em termos de tendências e valor dos parâmetros encontrados.

É importante enfatizar que esta descrição não implicará comparação entre ambos os grupos. A análise comparativa estará ausente de nossos objetivos pelo fato de o delineamento da pesquisa não permitir este tipo de análise. Isto é, presume-se que, para se desenvolver uma análise comparativa, haja um controle do pesquisador sobre os diferentes tipos de variáveis que possam influenciar os grupos em estudo, de tal forma que apenas a administração do tratamento (variável independente) possa ser responsável pela interferência dos resultados. Como o delineamento da pesquisa, executada no Estado de Sergipe, é vulnerável a este aspecto, isto limitará a nossa análise a uma descrição isolada dos diferentes processos de mudança, inerentes a cada grupo em estudo.

DEFINIÇÃO DOS PROBLEMAS

Esta pesquisa versa sobre a avaliação das estratégias de intervenção, colocadas em prática no projeto Sergipe. Não obstante, o caráter avaliativo do procedimento não expressa que o projeto Sergipe será avaliado. Pelo contrário, o objetivo básico é introduzir o modelo Markov Chain como uma alternativa avaliativa, a qual possui características bem distintas dos modelos normalmente utilizados.

⁴ As considerações mais detalhadas sobre esse modelo matemático serão feitas na parte metodológica deste trabalho.

METODOLOGIA

Os aspectos que serão tratados sob este item serão: **delineamento da amostra, especificação do modelo Markov e definição do critério para a estratificação dos agricultores, em termos da variável valor de produção por hectare.**

Delineamento da amostra

A identificação e o delineamento da amostra, bem como a determinação do Estado de Sergipe, como foco de análise, estão especificados no documento técnico designado como Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (1976). Para o caso em questão, os municípios de Carira, Poço Redondo e Porto da Folha foram beneficiados pelo tratamento 1; e Monte Alegre, Nossa Senhora da Glória e Ribeirópolis receberam o outro tipo de treinamento. Não há critérios explícitos da seleção desses municípios. Entretanto, as unidades de análises (os agricultores) foram selecionados ao acaso, mas a atribuição desses elementos aos tratamentos não obedeceu ao mesmo processo. O número de proprietários rurais, considerados no Tratamento 1, foi de 39; e no tratamento 2, foi de 146. Em ambos os tratamentos, esse número ficou aquém daquele considerado no projeto Sergipe. Isto se deveu à necessidade de ter informação sobre os mesmos proprietários, ao longo dos três anos em estudo.

O Modelo Markov

Este modelo é usado para representar probabilidade de ocorrência ao acaso de um evento ao longo do tempo. O modelo é formado de estágios, e o movimento do evento ocorre entre os estágios. Tal ocorrência é representada por uma probabilidade (Kemeny & Snell 1964). Apenas para ilustração, vamos supor três estratos (os quais são aqui considerados como sinônimos de estágios) de valor da produção/ha (baixo, médio e alto), nos anos de 1977 e 1978. A matriz de probabilidade, no modelo Markov, pode ser da seguinte forma:

		1978		
		baixo	médio	alto
1977	baixo	1-a-b	a	b
	médio		1-c	c
	alto			1

Em outras palavras, a probabilidade estacionária equivale a 1-a-b, enquanto a representa a probabilidade de mudança do estrato, designado como baixo valor da produção/ha em 1977; para o estrato de médio valor de produção/ha, em 1978 etc.

Deve-se enfatizar que o modelo Markov é caracterizado sobretudo pelas pressuposições denominadas de estacionária e de homogeneidade. A primeira indica que a probabilidade de transição de um estágio para outro é constante, e a outra demonstra que todos os indivíduos têm a mesma probabilidade de transição de um estágio para outro (Kemeny & Snell 1964).

De acordo com a definição do problema, destaca-se que esta pesquisa assumirá a proposição estacionária. Para tanto, será empregada uma estratégia que permita a identificação de uma matriz, de modo que a probabilidade de um indivíduo alcançar um estágio no próximo período, não dependa de sua posição nos diferentes estágios precedentes. Supondo que a matriz de transição $P_{t, t+1}$ seja estacionária (isto é, $P_{12} = P_{23} = \dots = P_{t, t+1}$), a probabilidade de um indivíduo mover-se do estágio i , no tempo t , para o estágio j , no tempo $t+1$, pode ser prevista da seguinte forma:

$$P_{13} = P_{12}^2$$

$$P_{14} = P_{12}^3$$

.

.

.

.

$$P_{1, t+1} = P_{12}^t$$

Além disso, por meio da pressuposição da homogeneidade, poder-se-á prever a proporção dos indivíduos em cada estágio e em qualquer tempo. Por exemplo: se se considerar v_{11} como a proporção de indivíduos no estágio um e tempo um, v_{21} , como a proporção de indivíduos no estágio dois e tempo um, e assim por diante, pode-se ter:

$$V_0 = (v_{11}, v_{21}, v_{31})$$

$$V_1 = V_0 P_{12}$$

$$V_2 = V_0 P_{12}^2$$

.

.

.

$$V_{t+1} = V_0 P_{12}^{t+1}$$

Isto significa que V_{t+1} representa um valor que descreve a proporção de indivíduos nos estágios referentes ao tempo $t + 1$. Essa distribuição pode ser calculada, por meio da multiplicação do vetor inicial da distribuição, nos diferentes estágios pela matriz de transição de probabilidade.

Desse modo, pode-se notar que os princípios do modelo Markov podem ser usados para demonstrar o processo de mudança em questão. Deve-se destacar que as probabilidades dessas matrizes são os parâmetros do modelo, os quais são derivados dos dados. Inicialmente, determina-se a proporção dos indivíduos nos estratos e nos diferentes estágios, e, desse conjunto de proporção, calcula-se a probabilidade condicional de estar no estágio j no tempo $t + 1$, dada a ocupação do estágio i no tempo t (Kenemy & Snell 1964).

Com respeito à estratificação dos elementos da amostra, em termos de valor da produção por hectare, há apenas uma tentativa de se obter um entendimento melhor do processo de mudança (Markus 1979). Mais especificamente, o rendimento será avaliado em termos de valor obtido em cruzeiros da produção agrícola da propriedade. É importante deixar explícito que, como não há um critério rígido para a estratificação em si, optou-se por um procedimento que fosse coerente com os objetivos deste estudo. Isto é, desde que há uma amostra comum para os anos de 1977, 1978 e 1979, considerou-se o rendimento por hectare para cada propriedade no longo desses anos, deflacionando esses valores segundo IGP (col. 2) da Fundação Getúlio Vargas.

Assim sendo, assumindo que esta variável é normalmente distribuída na população, decidiu-se por sua estandarização. A partir de então, os estratos foram delimitados em termos de $\pm 0,5$, desvio padrão a partir da média, os quais são evidenciados através da Tabela 1.

TABELA 1. Identificação dos estratos: Tratamento 1 e Tratamento 2.

Estratos	Estratos estandardizados	Estratificação do rendimento/ha			
		Tratamento 1		Tratamento 2	
E_0	$-\infty ; -1$	0	549	0	28
E_1	$-\infty ; -0,5$	549	1.456	28	1.574
E_2	$-0,5; 0$	1.456	2.363	1.574	3.120
E_3	$0 ; 0,5$	2.363	3.270	3.120	4.666
E_4	$0,5; 1$	3.270	4.177	4.666	6.212
E_5	$1 ; \infty$	4.177	∞	6.212	∞

Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 1, a variável "rendimento por hectare" está estratificada em seis classes. Essas classes, demonstradas para os tratamentos 1 e 2, foram obtidas a partir dos estratos estandardizados. Mais especificamente, teoricamente considera-se que a distribuição normal de qualquer variável possui a média igual a zero, e o desvio padrão igual a um. A coluna designada como "estratos estandardizados" reflete esta distribuição ideal, com apenas uma diferença: os estratos são construídos a partir de meio desvio padrão da média. Este critério, quando aplicado sobre a distribuição da variável em estudo, define aqueles estratos do Tratamento 1 e Tratamento 2. O importante, para este estudo, é que, a partir desses estratos, pode-se estimar a matriz de transição para a amostra em estudo, tarefa esta desenhada no item seguinte.

Pode-se notar que a apresentação dos aspectos aqui evidenciados diz respeito apenas aos elementos técnicos do modelo Markov. Segundo Bartos (1967), esta é a forma mais simples do modelo em questão, o qual, não obstante, pode-se tornar mais complicado à medida que se pretende representar uma realidade sócio-econômica mais complexa. Por exemplo, os estudos sobre mobilidade social se constituem em um exemplo típico desse processo de sofisticação técnica. Entre esses estudos McFarland (1970) se interessou pelos indivíduos que não se deslocam entre os estados ao longo do processo. Além disto, Ginsberg (1970), estudando migração, McGinnis (1968), analisando mobilidade ocupacional, Gilbert (1972), estudando mudança residencial e Tress (1976), analisando mobilidade ocupacional, enfatizaram aspectos mais específicos do processo de mudança. Isto é, eles se preocuparam com o

tempo despendido pelos indivíduos em cada estado, o que demonstrou a necessidade de se desconsiderar algumas pressuposições do modelo Markov. Esta reelaboração culminou no modelo designado como Semi-Markov.

Além dessa preocupação nas áreas sociológicas e demográficas, há também estudos interessantes na área econômica. Por exemplo, Krezn (1964) se preocupa com a projeção dos números absolutos de fazendas ao longo de 25 anos. Seguindo o mesmo tipo de análise, Colman (1967) e Colman & Laech (1970) fazem projeções de oferta de produtos selecionados. Além disso, Hiller & Lieberman (1974) destacam que o modelo Markov pode também ser aplicado em estudos sobre decisão, sobre determinação de "políticas adequadas", e sobre problemas nas áreas de inventário, manutenção e programação dinâmica em geral.

Em decorrência, nota-se que o modelo Markov é aplicado em estudos sobre problemas de várias naturezas; e com intensidade diferente de sofisticação técnica. No entanto, a área de pesquisa de avaliação não tem sido contemplada com esta preocupação, o que justifica o tipo de trabalho que aqui se desenvolve. Neste sentido, há a identificação das etapas necessárias para se utilizar o modelo Markov, aqui considerado na sua visão mais simples.

ESTIMATIVA DA MATRIZ DE TRANSIÇÃO DE PROBABILIDADE

Para a estimativa da matriz de transição há a necessidade de definição de uma série de etapas. Como é de esperar, essas etapas estão fundamentalmente dependentes do tipo de problema em questão. Assim sendo, haverá a exposição dessas etapas apenas para a estimativa da matriz de transição para o Tratamento 1, pois o mesmo processo se aplica para o Tratamento 2.

TABELA 2. Classificação da amostra em estudo por ano da coleta de dados e por estratos.

Ano	Estratos						Total de proprietários rurais
	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	
1977	3	10	16	7	2	1	37
1978	5	11	12	5	2	4	39
1979	1	5	12	9	7	5	39

Fonte: dados da pesquisa.

A Tabela 2 demonstra como os 39 proprietários rurais do Tratamento 1 estão distribuídos ao longo dos anos em estudo e de acordo com os estratos anteriormente definidos. Em termos de etapas, para a construção da matriz de transição de probabilidade, a Tabela 2 constitui-se na primeira dessas etapas. A partir desta Tabela, pode-se construir duas matrizes de transição independentes. As Tabelas 3 e 4 evidenciam essas etapas seguintes.

TABELA 3. Matriz de transição de 1977 a 1978.

	Estratos	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	Total
1977	E ₀	2		1				3
	E ₁		4	4			2	10
	E ₂	1	4	6	4	1		16
	E ₃	1	3	1	1		1	7
	E ₄					1	1	2
	E ₅	1						1
	Total	5	11	12	5	2	4	39

Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 3, há uma classificação dos elementos da amostra, em termos dos estratos, que eles ocupam nos anos de 1977 e 1978. Apenas para exemplificar, pode-se dizer que havia quatro proprietários rurais que ocupavam o estrato E₁ em 1977, e que passaram a ocupar o estrato E₂ em 1978. Do mesmo modo, três proprietários rurais ocupavam o estrato E₃ em 1977 e passam para o estrato E₁ em 1978.

A Tabela 4 revela um conjunto de informações semelhante àquelas da Tabela 3. A única diferença reside na identificação dos diferentes anos de transição. Isto é, de 1978 a 1979. O importante é que ambas as tabelas se constituem em etapas essenciais para se obter a matriz de transição de probabilidade estacionária. Para tanto, torna-se necessário somar as matrizes de transição evidenciadas nas Tabelas 3 e 4. Através desta soma, obtêm-se aqueles resultados mostrados na Tabela 5.

Um aspecto importante, concernente à Tabela 5, é que esta matriz não demonstra uma transição de 1977 a 1979. Deve-se deixar explícito que o procedimento, desenvolvido até então, visa à identificação de uma matriz de transição de probabilidade para um período base.

Fato este determinado a dividir os itens individuais da Tabela 5 pelo valor total correspondente em cada linha. A Tabela 6 demonstra esses resultados.

TABELA 4. Matriz de transição de 1978 a 1979.

	Estratos	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	Total
1978	E ₀				1	2	2	5
	E ₁	1	4	3	2	1		11
	E ₂			5	2	3	2	12
	E ₃			3	1		1	5
	E ₄				2			2
	E ₅		1	1	1	1		4
	Total	1	5	12	9	7	5	39

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 5. Soma das matrizes de transição de 1977 a 1978 e de 1978 a 1979.

Estratos	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Total
S ₀	2		1	1	2	2	8
S ₁	1	8	7	2	1	2	21
S ₂	1	4	11	6	4	2	28
S ₃	1	3	4	2		2	12
S ₄				2	1	1	4
S ₅	1	1	1	1	1		5
Total	6	16	24	14	9	9	78

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 6. Estimativa da matriz de transição de probabilidades. Tratamento 1.

Estratos	E_0	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
E_0	0,250		0,125	0,125	0,250	0,250
E_1	0,048	0,381	0,333	0,095	0,048	0,095
E_2	0,036	0,143	0,393	0,214	0,143	0,071
E_3	0,083	0,250	0,333	0,167		0,167
E_4				0,500	0,250	0,250
E_5	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	

Fonte: dados da pesquisa.

Os dados da Tabela 6 refletem uma média de transição entre estratos como uma percentagem de propriedades rurais em cada estrato. Mais especificamente, os coeficientes indicam a percentagem média de propriedades rurais no estrato E_i que estará no estrato E_j , depois de um ano. Em outras palavras, o coeficiente 0,381 indica que 38% das propriedades rurais tendem a permanecer no mesmo estrato por um período de um ano. Por sua vez, 33% das propriedades rurais tendem a mudar-se do estrato E_1 para o estrato E_2 naquele período de tempo e, assim, sucessivamente. É necessário destacar que a soma dos coeficientes, em qualquer linha, deve ser igual a 1.

Além disto, considerando que há também interesse em estudar um outro tipo de tratamento, há a necessidade de deixar explícita a natureza da matriz de transição de probabilidades concernente a este tratamento. Desde que a mesma seqüência de etapas, aplicadas para elaborar a Tabela 7, é semelhante àquelas aplicadas na derivação da Tabela 6, torna-se necessária, apenas, a demonstração dos dados obtidos para o Tratamento 2 (Tabela 7).

TABELA 7. Estimativa da matriz de transição de probabilidades. Tratamento 2.

Estratos	E_0	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
E_0						
E_1		0,333	0,406	0,190	0,071	
E_2		0,274	0,435	0,145	0,065	0,081
E_3		0,200	0,280	0,280	0,280	0,160
E_4			0,166	0,500	0,167	0,167
E_5			0,273	0,273	0,182	0,272

Fonte: dados da pesquisa.

ANÁLISE DOS DADOS

Os dados apresentados nas Tabelas 6 e 7 constituem-se nos elementos mais importantes para o desenvolvimento da análise, sob o modelo Markov. Esta análise pode ser feita de dois modos: um deles consiste em demonstrar a natureza da distribuição da matriz em si, para o período de um ano, e o outro tipo de análise consiste em fazer projeção com a finalidade de avaliar os possíveis movimentos entre os estratos ao longo do tempo. Por conseguinte, alguns aspectos serão, daqui para frente, discutidos em termos daquelas duas possibilidades de análise do modelo. É importante enfatizar que não haverá comparação entre tabelas, pois o desenho da pesquisa não permite a comparação entre Tratamento 1 e Tratamento 2.

Com relação à Tabela 6, há uma dispersão das probabilidades entre todos os estratos, com exceção do Extrato 4. Esta dispersão demonstra que os produtores rurais, absorvidos pelo Tratamento 1, podem permanecer no mesmo estrato, e passar para outro inferior ou superior. Por exemplo, a probabilidade do proprietário permanecer no E_1 é de 0,38, sendo que a probabilidade de transição para os estratos superiores é igual à soma das probabilidades de transição do E_1 para E_2 , E_3 , E_4 e E_5 , ou seja: 0,57. Por sua vez, a probabilidade de transição de E_1 para E_0 é igual a 0,048. Seguindo este raciocínio, pode-se notar que os proprietários rurais que estão até no E_2 têm probabilidade maior de atingir os estratos superiores do que os inferiores. Entretanto, aqueles proprietários que estão nos estratos a partir do E_3 , têm probabilidade de transição maior para os estratos inferiores.

A Tabela 7, a qual diz respeito ao Tratamento 2, demonstra a mesma tendência verificada na Tabela 6, Tratamento 1. A ressalva é apenas quanto à dispersão dos produtores com relação aos estratos. Na Tabela 7, não há nenhum produtor no estrato 0. Este fato, como se verá posteriormente, terá influência na distribuição dos produtores rurais ao longo do tempo.

Um aspecto importante é que a apresentação dessas tendências em termos de ambas as tabelas não implica comparação entre os Tratamentos 1 e 2. Isto é, não há uma ênfase sobre o tratamento como sendo responsável direto pelas tendências. Pelo contrário, pode ser que a dispersão nos estratos em questões seja devida aos tratamentos, mas não somente a eles. Há outras fontes de invalidade que não foram controladas pelo desenho da pesquisa.

O mais interessante é como essas tendências poderão interferir na distribuição dos produtores rurais ao longo do tempo. Para tanto, é interessante analisar as projeções que podem ser feitas através do mo-

delo Markov. O método mais simples, para isto, é multiplicar a matriz de transição de probabilidade por ela mesma, durante n períodos de tempo. O importante é que, ao multiplicar essa matriz, em qualquer período de tempo, pelo vetor que caracteriza a distribuição inicial (ano 1977) dos produtores rurais nos estratos, é possível identificar a proporção de produtores rurais, nos diversos estratos e em qualquer tempo.

Apenas para ilustrar este aspecto, a Tabela 8 mostra a distribuição inicial dos proprietários rurais nos diferentes estratos, bem como as suas disposições posteriores ao longo de 30 anos.

TABELA 8. Projeção da distribuição dos proprietários rurais, por estrato e ao longo de 30 anos. Tratamento 1.

Anos	Projeções do n. ^o de proprietários rurais por estratos					
	E ₀	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
Ano base	3	10	16	7	2	1
Ano base + 1 ano	3	8	12	7	4	5
Ano base + 2 anos	3	7	11	8	5	5
Ano base + 30 anos	3	7	11	8	5	5

Fonte: dados da pesquisa.

Através da Tabela 8, pode-se constatar que a distribuição dos proprietários rurais, os quais receberam o Tratamento 1, sofre alterações substanciais apenas nos dois anos que se seguem ao período base. A partir desses dois anos até o ano base mais 30 anos, não se muda a distribuição dos proprietários rurais nos diferentes estratos. É interessante notar que esta transferência entre estratos ocorre a partir do E₁ em direção ao E₅. Há uma tendência de os proprietários rurais permanecerem no E₀, e não há nenhuma evidência, pelo menos no prazo de 30 anos, de que os proprietários rurais do estrato 1 passem para o estrato zero. Portanto, o tipo de tratamento, dispensado aos proprietários em questões, mantendo-se instável o contexto sócio-econômico em que eles estão inseridos, poderá ser desastroso para aqueles elementos. Além disso, há uma evidência de que a estrutura econômica é excessivamente estática. Os proprietários rurais tendem a se manter muito tempo num mesmo estrato.

Com relação ao Tratamento 2, o processo que caracteriza os proprietários rurais é diferente do anterior. Para demonstrar isto, na Tabela 9 há a apresentação da distribuição desses proprietários ao longo de 30 anos.

TABELA 9. Projeção da distribuição dos proprietários rurais, por estratos e ao longo de 30 anos. Tratamento 2.

Anos	Projeções do n. ^o de proprietários rurais por estrato				
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
Ano base	42	62	25	6	11
Ano base + 1 ano	36	55	30	12	13
Ano base + 2 anos	33	52	33	13	15
Ano base + 3 anos	32	52	33	13	16
Ano base + 4 anos	32	51	34	13	16
Ano base + 5 anos	31	51	34	14	16
Ano base + 30 anos	31	51	34	14	16

Fonte: dados da pesquisa.

A distribuição dos proprietários rurais, nos diferentes estratos, diferencia-se até o quinto ano. Após este período e até 30 anos após o ano base, a estrutura é estática. Um elemento importante, neste processo, é a tendência, nos cinco primeiros anos, de aumentar o número dos proprietários rurais nos estratos superiores. Isto se aplica inclusive para aqueles que estão no estrato 1. No entanto, não se pode superestimar teoricamente este fato, pois a probabilidade de passagem do E₁ para outro estrato qualquer é muito pequena, o que implica em que apenas "alguns" possam desfrutar desta possibilidade. Considerando as características do Tratamento 2, pode-se dizer, dentro das restrições do próprio desenho da pesquisa, que os resultados obtidos são insatisfatórios. Mantendo-se como constante o contexto sócio-econômico em que estes proprietários rurais estão inseridos, a probabilidade de transição entre os estratos com efeitos maiores, apenas a curto prazo, não é suficiente. A longo prazo, não há perspectiva nenhuma para esses elementos. Deste modo, como estratégia política, o Tratamento 2, tal como foi aplicado, é insatisfatório.

Além desses aspectos, é importante dizer que, a partir do quinto ano até o trigésimo, ocorre uma estacionalidade de números de proprietários rurais nos estratos. Isto poderia ser explicado pela ausência de um estrato absorvente na matriz de transição de probabilidade; além da própria característica da matriz em estudo, isto é, há uma tendência de os proprietários, em estratos inferiores, atingirem estratos superiores, e vice-versa. É importante ressaltar que isto se aplica à Tabela 8 também.

COMENTÁRIOS FINAIS

A aplicação do Modelo Markov Chain, para representar o processo em estudo, apresenta algumas vantagens. Não obstante, a discussão do resultado foi limitada às pressuposições estáticas do próprio modelo, bem como às "falhas" metodológicas do desenho da pesquisa. Além disso, há a limitação de se analisar uma série temporal de três anos apenas.

É importante destacar que este trabalho tem objetivos metodológicos apenas. Sob esta perspectiva, pretendeu-se, exclusivamente, aplicar um instrumental estatístico, como alternativa para a avaliação de um programa de assistência técnica. A proposta não é a avaliação do Programa, mas a demonstração do Modelo Markov Chain, como instrumento para o desenvolvimento da atividade avaliativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao "Projeto Experimental de Sergipe – Convênio INAN/EMBRATER/EMATER/SE" pelo uso dos dados, os quais foram coletados pelo Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS

- BARTOS, O.J. *Simple models of group behaviour*. New York, Columbia University Press, 1967.
- COLMAN, D.R. The applications of Markov chain analysis to structural change in the Northwest dairy industry. *J. Agric. Econ.*, 18(3):351-61, 1967.
- COLMAN, D.R. & LEECH, D. A forecast of milk supply in England and Wales. *J. Agric. Econ.*, 21(2): 253-65, 1970.
- EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Brasília, DF. *Projeto Experimental: produção de alimentos e melhoria do estado nutricional em áreas de baixa renda, em Sergipe*. Brasília, 1976. 104p.
- GILBERT, G. Two Markov models of neighborhood housing turnover. *Environ. Planning*, (4):133-46, 1972.
- GINSBERG, R. Semi-Markov process and mobility. *J. Math. Sociol.*, (2): 233-63, 1971.

- HILLER, F.S. & LIEBERMAN, G.J. Operations research. San Francisco Holden-Day, Inc. 1974. 800p.
- KEMENY, J.C. & SNELL, J.L. Finite Markov chain. Princeton. Van Nostrand Company, Inc. 1960. 285p.
- KRENZ, R.D. Projections of farm numbers for North Dakota with Markov chain. *J. Econ. Res.*, 16(3):77-8, 1964.
- MARKUS, G.B. Analysing panel data. In: SAGE UNIVERSITY PAPER. **Series on quantitative applications in the social sciences**. Beverly Hills, London, Sage Publications, 1979. 72p. Series n.º 01-118.
- MACFARLAND, D. Intragenerational social mobility as a Markov process. *Am. Sociol. Rev.*, 35:463-76, 1970.
- MCGINNIS, R. A stochastic model of social mobility. *Am. Sociol. Rev.*, 33:712-22, 1968.
- TRESS, P.H. **A semi-Markov model of mobility in industrial societies**. East Lansing, Michigan State University, 1976. 133p. Tese Doutorado.