
MODELAGEM PARA ESTIMATIVAS DE FLUXOS DE ALGODÃO EM CAROÇO NO ESTADO DO PARANÁ

CÁRLITON VIEIRA DOS SANTOS¹
JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO²
RICARDO SILVEIRA MARTINS³

RESUMO: Este artigo estima os fluxos do algodão em caroço produzido no Estado do Paraná, na safra 1999/00. As estimativas foram operacionalizadas por programação linear, com a elaboração de matrizes de origem-destino. Os resultados mostraram um fluxo inter-zonal de 74,66% do total de algodão produzido e movimentado no Estado. Os maiores fluxos tiveram origem nas principais zonas de produção: Toledo, Goioerê, Ivaiporã e Umuarama, e os principais destinos foram as zonas detentoras de maior parcela de usinas de beneficiamento: Maringá, São João do Ivaí e Ubiratã. Goioerê, apesar de ser uma importante zona de destino, tem seu consumo de algodão em caroço atendido, na sua totalidade, pela produção da própria zona. O estudo chama atenção também para a necessidade de maiores esforços na implementação de estudos desta natureza, principalmente envolvendo o algodão em pluma. O êxito destas iniciativas possibilitaria estudos mais detalhados sobre a logística de transporte entre a produção de algodão, usinas de beneficiamento e as fiações, três importantes elos da cadeia têxtil, em processo de reestruturação no Brasil.

Palavras-Chave: algodão, transporte, programação linear.

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do algodão reveste-se de relevância econômica, considerando-se suas interrelações com a economia. Dentre as inúmeras aplicações, pode-se destacar o algodão como importante matéria-prima da indústria têxtil, tem aplicações nas indústrias de papel e celulose, de películas fotográficas e de material para radiografia; as sementes tem considerável interesse para fins alimentares, através dos óleos comestíveis; o bagaço tem aplicação na alimentação animal; o tegumento é utilizado para fabricação de plásticos e borracha sintética.

Apesar da diversidade de aplicações, a cotonicultura brasileira passou por um período de intensa crise ao longo de boa parte dos anos 1990, principalmente analisada pelas condições de concorrência com o produto importado (Mello Filho et al., 2001). Na trajetória de recuperação da atividade, visível a partir da safra 1997/98 - quando a produção de algodão voltou a crescer - a

¹ Doutorando em Economia Aplicada pela Esalq/USP - Prof. Assistente da Unioeste/Campus de Toledo - E-mail: cvsantos@esalq.usp.br

² Prof. Associado da Esalq/USP - E-mail: jvcaixet@esalq.usp.br

³ Prof. Adjunto da Unioeste/Campus de Toledo - E-mail: ricleimartins@uol.com.br

cotonicultura brasileira experimentou um processo de completa reorganização sob bases mais competitivas a fim de conviver com a realidade de maior concorrência externa. No final da década, a atividade completou seu ciclo de recuperação, marcado por uma mudança na distribuição espacial da cultura, deslocando-se de regiões tidas como tradicionais (estados do Paraná e São Paulo) em direção ao Brasil Central (particularmente estados do Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e no Oeste do Estado da Bahia).

Outra característica que tem marcado esta reorganização da cotonicultura no território nacional é o predomínio de um caráter cada vez mais empresarial da atividade, com níveis crescentes de produtividade e uso intensivo de mecanização em todas as etapas da produção e na colheita.

A “marcha” do algodão em direção ao Brasil Central tem sido acompanhada por um deslocamento das unidades de beneficiamento, enquanto a indústria têxtil nacional não tem, até o momento, apresentado mudanças significativas na sua configuração espacial. Nesse sentido, acredita-se que para garantir a competitividade sustentável da cotonicultura nacional e das atividades a ela atreladas sejam necessários, além da reorganização espacial, ora em curso, de uma infra-estrutura e um serviço de transporte que constituam elo de ligação eficiente entre origem e destino das cargas.

A identificação dos fluxos de algodão - tanto em caroço quanto em pluma - entre origens e destinos assume, com isto, papel relevante na atual configuração da cotonicultura nacional. Contudo, existem enormes dificuldades inerentes ao conhecimento exato dessas grandezas, uma vez que as informações encontram-se pulverizadas ao nível das empresas e as atividades relacionadas ao cultivo e beneficiamento do algodão não se desenvolvem de maneira homogênea nas diversas regiões do País. Esses aspectos tornam onerosos estudos abrangendo a totalidade do território nacional. Assim, acredita-se que esforços na tentativa de implementar estimativas desses fluxos entre origem e destino, mesmo que para subespaços do território nacional, possam ser de grande utilidade para orientar estudos que visem aumentar a eficiência na logística de transporte do algodão no Brasil.

Isto posto, o objetivo deste artigo é estimar uma matriz origem-destino para o algodão em caroço produzido no Estado do Paraná, a partir de dados secundários. Este Estado apresentou, juntamente com São Paulo, as maiores retrações de área cultivada e de produção de algodão com a crise na atividade nos anos 1990.

Na safra 1990/91, o Paraná produziu 1.024.111 t. de algodão em caroço, enquanto na safra 1999/00 a produção limitou-se a 125.444 t. (12,25% da safra 1990/91), de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Quanto ao beneficiamento, dados da Empresa Paranaense de Classificação (CLASPAR), revelam que na safra 1990/91 existiam 92 algodozeiras em operação no Estado. Na safra 1999/00 o número de algodozeiras reduziu-se para 20, as quais beneficiaram 120.200,43 t. algodão. Destes números emergem questões como: 1) São sustentáveis tais atividades no Estado?; 2) Qual o número ótimo de algodozeiras?; 3) Qual a localização ótima das usinas? As respostas a estas questões passam necessariamente pelo conhecimento dos fluxos de algodão em caroço entre as diversas origens e destinos, os quais objetiva-se estimar neste estudo.

Além dessa seção introdutória o artigo é constituído de mais quatro. A seção imediatamente seguinte contém uma sucinta fundamentação teórica sobre matrizes origem-destino. Na seção 3 são apresentados os procedimentos metodológicos adotados no estudo. Na quarta seção são discutidos os resultados. Por fim, as conclusões e considerações finais são apresentadas na quinta seção.

2 MATRIZES ORIGEM-DESTINO⁴

O instrumental básico utilizado para a finalidade deste estudo está associado às matrizes de origem-destino, uma técnica largamente usada na Engenharia de Transportes e que tem ampla

⁴ Esta seção é, em boa parte, baseada no capítulo 4 de Martins (1998).

utilidade para estudos econômicos. As matrizes permitem conhecer os fluxos, efetivos e potenciais, de produtos entre regiões. Martins & Caixeta Filho (1998) fornecem maiores detalhes sobre o uso da técnica.

Segundo Kawamoto (1994), o desconhecimento das informações sobre origens e destinos na atividade de planejamento de transportes pode resultar em oferta insuficiente de transporte, operação ineficiente do sistema, ou irracionalidades de custo. Esta importância da identificação dos fluxos de um produto entre origem e destino é reforçada em GEIPOT (1969), ao afirmar que na avaliação de um sistema de transportes são imprescindíveis dados de volume e de configuração do tráfego entre origens e destinos.

De acordo com Hamerslag & Immers (1988), a matriz origem-destino é um instrumental útil para diversas finalidades relacionadas a estudos de transportes, tais como planejamento, avaliação de alternativas e simulação de fluxos de tráfego. Neste sentido, constitui-se uma ferramenta útil para o tipo de estudo aqui proposto.

Uma matriz origem-destino, em termos de construção e da idéia teórica transmitida, assemelha-se a uma matriz insumo-produto, conforme lembra Martins (1998). As diferenças principais entre ambas é que numa matriz insumo-produto⁵ são representadas **relações monetárias** intersetoriais envolvendo geralmente uma **grande quantidade de produtos**, enquanto numa matriz origem-destino os fluxos são descritos em termos de **quantidades físicas** de um **único produto**.

A forma geral de uma matriz origem-destino é mostrada na Tabela 1. As linhas e colunas representam cada uma das z zonas pertencentes à área sob estudo (incluindo zonas externas)⁶. Os elementos T_{ij} representam determinadas quantidades de fluxo de produto (no caso de cargas) ou de viagens (no caso de passageiros ou veículos) originados na zona i e destinados à zona j . Assim, T_{ij} é o fluxo originado na zona i com destino a j . As células ao longo de cada linha i contêm todos os fluxos originados naquela zona que têm como destino as zonas representadas nas j colunas correspondentes. O_i é o total de fluxo originado na zona i , enquanto D_j é o total de fluxo destinado à zona j . T é o fluxo agregado de um determinado produto entre as origens e destinos considerados. Os elementos da diagonal principal, na forma geral representada na Tabela 1, correspondem aos fluxos intra-zonais, enquanto os demais representam fluxos inter-zonais.

Tabela 1. Forma geral de uma matriz de origem-destino⁷

Origens	Destinos							$\sum_j T_{ij}$
	1	2	3	...	j	...	z	
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	...	T_{1j}	...	T_{1z}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	...	T_{2j}	...	T_{2z}	O_2
3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	...	T_{3j}	...	T_{3z}	O_3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	...	T_{ij}	...	T_{iz}	O_i
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
z	T_{z1}	T_{z2}	T_{z3}	...	T_{zj}	...	T_{zz}	O_z
$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	...	D_j	...	D_z	$\sum_{ij} T_{ij} = T$

Fonte: Ortúzar & Willumsen (1995, p.152).

⁵ Para maiores detalhes a respeito de matrizes insumo-produto sugere-se consultar Miller e Blair (1985).

⁶ Ressalta-se que o número de linhas e de colunas não precisa ser necessariamente igual. Utilizou-se z para representar tanto as zonas de origem quanto as de destino para manter fidelidade à notação empregada em Ortúzar & Willumsen (1995).

⁷ Ortúzar & Willumsen (1995) denominam esta matriz de *trip matrix*.

Uma dificuldade associada ao uso de matrizes origem-destino encontra-se na obtenção de dados necessários à sua construção. Segundo Hoel (1974), os registros dos fluxos de mercadorias entre as cidades estão pulverizados ao nível das empresas transportadoras, tornando-se uma tarefa complexa reuni-los e sistematizá-los. Sendo assim, torna-se difícil a obtenção dos volumes efetivamente movimentados entre as origens e destinos. Ademais, em função da pulverização dessas informações, conforme salientado por Hoel, as tentativas de levantamento de dados primários diretamente juntos a ofertantes e demandantes costumam tornar-se extremamente onerosas e não raramente proibitivas. Em função dessas limitações, a escolha da metodologia para construção de uma matriz origem-destino fica grandemente atrelada à escolha da estratégia mais apropriada à coleta de dados.

Bovy & Stern (1990), salientam que para qualquer que seja a situação, o passo inicial para a construção de uma matriz origem-destino consiste na delimitação da área de estudo (zoneamento)⁸, para que se possa determinar os pontos de origem e destino. Contudo, em situações práticas, pode ocorrer que a área de estudo inicialmente proposta precise ser restringida de forma a se adequar às restrições encontradas na etapa de levantamento de dados.

Visando superar as limitações impostas à construção de matrizes origem-destino associadas à coleta de dados, e reconhecendo a importância dessas informações para estudos de Economia Agrícola, Martins (1998) apresenta uma metodologia alternativa para a construção dessas matrizes origem-destino, a qual utiliza-se unicamente de dados secundários. A metodologia é utilizada pelo autor para estimar o fluxo de grãos e farelo de soja no Estado do Paraná, para o ano de 1995⁹. O presente artigo faz uso dessa mesma metodologia.

O processo de estimação de matrizes origem-destino, conforme mencionado por Martins (1998), se dá por modelo gravitacional ou por programação linear, em que se busca minimizar uma função objetivo sujeita a determinadas restrições. A formulação matemática geral desse tipo de modelo pode ser apresentada como se segue:

Função objetivo:

$$\text{Min } Z = \sum_{p=1}^l \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n I_{ij} X_{ij}^p \quad (1)$$

Sujeito às restrições

$$\sum_{j=1}^n X_{ij}^p \leq O_i^p, \quad \text{para todo } i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij}^p \geq D_j^p, \quad \text{para todo } j \quad (3)$$

$$X_{ij}^p \geq 0, \quad \text{para todo } i \text{ e } j \quad (4)$$

sendo:

Z = valor da função objetivo;

I_{ij} = fator de impedância entre as zonas i e j , por unidade de produto;

⁸ Bovy & Stern (1990) incluem também neste passo inicial a identificação dos agentes que demandam o serviço de transporte e as rotas utilizadas.

⁹ Esta proposta metodológica bem como a aplicação mencionada pode ser encontrada também em Martins e Caixeta-Filho (1998).

X_{ij} = fluxos do produto p com origem na zona i e destino na zona j ;

O_i^p = excesso de oferta do produto p na zona i ;

D_j^p = excesso de demanda do produto p na zona j .

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A área de estudo delimitada para a construção da matriz origem-destino no presente artigo é o Estado do Paraná, e o produto em questão é o algodão em caroço.

Para a quantificação da oferta do produto no Paraná utilizou-se dados do IBGE, relativos a produção agrícola municipal para o ano de 2000. Foi constatada ocorrência de produção de algodão na safra 1999/00 em 178 municípios paranaenses, e as quantidades variaram de 1,5 t. a 6.975 t. Para evitar trabalhar com um número muito grande de zonas de oferta - os 178 municípios, no caso - e com uma grande variância nas quantidades produzidas entre uma zona e outra, optou-se pela agregação desses municípios em Microrregiões Geográficas, conforme metodologia de regionalização utilizada pelo IBGE. De acordo com a metodologia daquele Instituto, o Estado do Paraná é composto de 39 Microrregiões Geográficas. Destas, 16 Microrregiões tiveram produção nula de algodão na safra 1999/00. Assim, a produção estadual ficou limitada a 23 Microrregiões Geográficas. Considerou-se como ponto de origem dos fluxos o município que dá nome a cada uma das 23 Microrregiões de interesse para o estudo. Está implícita aí a pressuposição de que a produção de cada zona (ou de cada Microrregião, no caso) concentra-se nesses municípios antes de ser destinada às usinas de beneficiamento. Por ordem decrescente de volume de produção na safra 1999/00, as zonas de origem para o interesse deste artigo são as que seguem na Tabela 2.

Tabela 2. Produção de algodão em caroço no Estado do Paraná, por Microrregião Geográfica, na safra 1999/00.

Microrregião Geográfica	Produção (em t.)
Goioerê	39.628
Toledo	25.558
Umuarama	15.677
Ivaiporã	13.634
Astorga	8.044
Campo Mourão	6.546
Cascavel	5.413
Foz do Iguaçu	3.268
Paranavaí	3.069
Porecatu	1.134
Jacarezinho	674
Cornélio Procópio	670
Faxinal	613
Cianorte	508
Assaí	292
Pitanga	227
Floraí	143
Apucarana	91
Capanema	75
Guarapuava	74
Francisco Beltrão	47
Londrina	46
Telêmaco Borba	13

Total	125.444
--------------	----------------

Fonte: IBGE (2003).

Martins e Caixeta-Filho (1998) recomendam que no caso de se estudar produtos agrícolas deve-se extrair, dos dados brutos de produção, a parcela que não chega efetivamente ao mercado, como aquelas quantidades associadas a reservas para sementes ou a perdas diversas, seja na colheita ou no pós-colheita. No presente estudo, embora não se ignore esta recomendação, optou-se por um procedimento alternativo, criando uma zona de demanda fictícia que absorveria toda a quantidade necessária para o devido balanceamento entre oferta e demanda e que incluiria todo o montante correspondente a perdas e reservas para sementes. Com este procedimento, ao invés de se efetuar uma aproximação para os desconhecidos valores das perdas e reservas, toda a grandeza referente a estas parcelas estaria sendo incorporada nesta zona fictícia.

Na quantificação do consumo, considerou-se as quantidades efetivamente recebidas de algodão pelas algodozeiras localizadas no Estado do Paraná que operaram no ano 2000. Esses dados foram obtidos do Relatório do Algodão para a safra 1999/00, elaborado pela CLASPAR.

Neste ponto convém fazer uma ressalva importante para complementar a justificativa de se estar trabalhando com dados do ano de 2000 (ou ano-safra 1999/00). O fato é que a CLASPAR mantinha, até aquele ano, o registro de toda a produção de algodão beneficiada no Estado do Paraná, com o detalhamento das quantidades beneficiadas por usina e por município sede, uma vez que a classificação até então era obrigatória, e a empresa era monopolista nesta atividade no Estado. Porém, com a mudança na Lei de Classificação de produtos a partir de 2000, o algodão ficou desobrigado da classificação para a maioria das transações. A nova Lei de Classificação (Lei 9.972, de 25/05/2000) só manteve obrigatória a classificação de produtos: 1) quando fossem destinados diretamente à alimentação humana; quando fossem participar de operações de compra e venda do Poder Público; 3) no caso do algodão, o produto, na importação, passa a estar desobrigado de classificação. Em função desta Lei, o volume de algodão em caroço destinado à classificação reduziu significativamente, e a CLASPAR deixou de publicar os relatórios de classificação do algodão. O último relatório elaborado para a CLASPAR refere-se à safra 1999/00. Para as safras subseqüentes, não só os registros dos fluxos de algodão entre as origens e destinos encontram-se pulverizados ao nível das empresas transportadoras, como também encontram-se pulverizados ao nível das usinas de beneficiamento, as informações relativas às quantidades beneficiadas de algodão, tornando-se uma tarefa complexa reuni-las e sistematizá-las.

De acordo com o Relatório do Algodão da CLASPAR, para a safra 1999/00, 20 usinas de beneficiamento estiveram em operação no Estado, distribuídas por 17 municípios, 14 deles com uma única usina e 3 com duas usinas: Maringá, Goioerê e São João do Ivaí. Na Tabela 3 é feita a descrição do volume de algodão em caroço recebido, por município, no Estado do Paraná, na safra em questão.

Tabela 3. Demonstrativo de recebimento de algodão para beneficiamento no Estado do Paraná, por Município, Safra 1999/00

Município	Recebimento (em t.)
Goioerê	18.118,36
Maringá	16.090,77
Campo Mourão	13.862,26
São João do Ivaí	12.968,18
Ubiratã	12.061,57
Formosa do Oeste	9.169,71
Juranda	7.823,20
Ibiporã	5.744,82

Ouro Verde do Oeste	4.301,45
Astorga	4.007,30
Mariluz	3.268,84
Alto Piquiri	3.245,20
Umuarama	3.118,41
Marechal Cândido Rondon	2.460,07
Santa Amélia	2.292,14
Janiópolis	1.613,76
Cambará	54,38
Total	120.200,43

Fonte: CLASPAR (2003).

Ainda com respeito ao consumo, considerou-se uma zona adicional fictícia que, conforme mencionado, seria responsável pelo balanceamento entre oferta e demanda e para a qual seria alocada toda a parcela correspondente a possíveis perdas e reservas para sementes que poderiam ser, posteriormente, descontadas unicamente desta zona. Dessa forma, tem-se 17 zonas de destino representadas pelos municípios sede das algodozeiras em operação no Paraná no ano 2000, e uma 18ª zona, que no caso é a zona fictícia. Esta 18ª zona foi denominada de Externa, e a ela foi associada uma demanda de 5.243,57 t.

Feito o zoneamento, a formulação matemática específica do modelo pôde ser representada, como segue nas equações e inequações de (5) a (8), considerando-se apenas 1 produto (p), o algodão em caroço, 23 zonas de origem (m) e 18 zonas de destino (n) e utilizando como impedância a distância rodoviária entre os pontos de origem e destino:

Função objetivo:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{23} \sum_{j=1}^{18} d_{ij} X_{ij} \quad (5)$$

Restrições:

$$\sum_{j=1}^{18} X_{ij} \leq O_i, \quad \text{para todo } i \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{23} X_{ij} \geq D_j, \quad \text{para todo } j \quad (7)$$

$$X_{ij} \geq 0, \quad \text{para todo } i, j \quad (8)$$

sendo:

Z = valor da função objetivo;

d_{ij} = distância rodoviária entre a zona de origem i e a de destino j ;

X_{ij} = fluxos de algodão em caroço com origem na zona i e destino na zona j ;

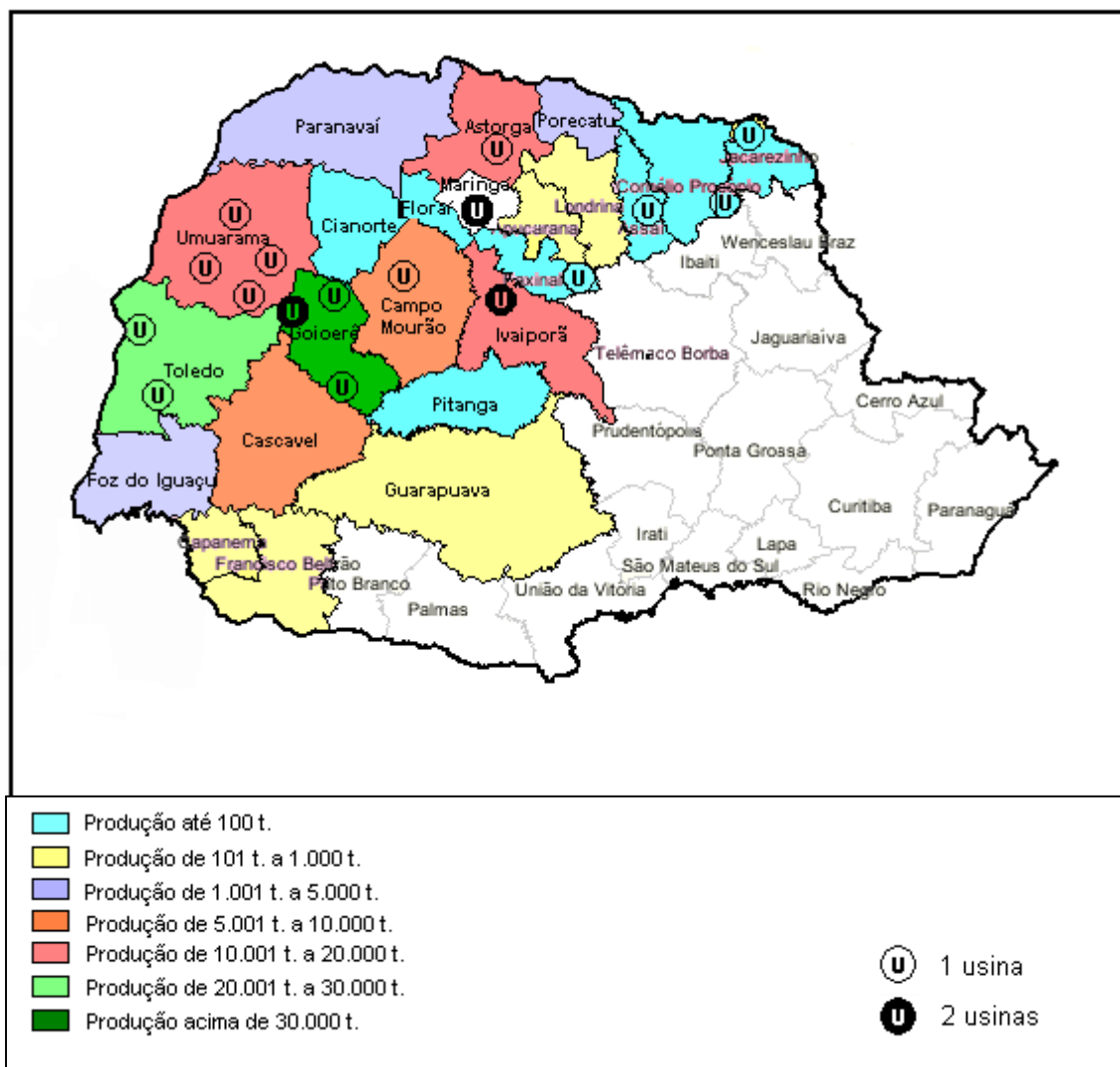
O_i = produção de algodão em caroço na zona i ;

D_j = consumo de algodão em caroço na zona j .

Para processamento do modelo foi utilizado o *software General Algebraic Modelling System* (GAMS).

A Figura 1 sintetiza e complementa as informações relativas à delimitação área de estudo. Esta Figura permite localizar espacialmente a produção e o beneficiamento de algodão no Estado do Paraná na safra 1999/00. As áreas coloridas representam as 23 microrregiões de origem, guardando correspondência com os dados de produção apresentados na Tabela 2. As microrregiões que não apresentaram produção na safra mencionada aparecem em branco na figura. As zonas de destino, que correspondem aos municípios sede das usinas de beneficiamento, de acordo com os dados apresentados na Tabela 3, são identificadas na Figura 1 por um círculo com a letra U em seu interior.

FIGURA 1. Distribuição espacial da produção de algodão em caroço e das usinas de beneficiamento no Estado do Paraná referentes à safra 1999/00.



Fonte: Construída pelos autores a partir de dados do IBGE e da CLASPAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos fluxos intra e inter-zonais estimados para o algodão em caroço produzido no Estado do Paraná são mostrados nas Tabelas 4 e 5. De maneira geral os resultados apresentados indicaram que a formulação do modelo e a solução por programação linear foram apropriadas para distribuição dos fluxos entre as origens e destinos. Esses resultados foram validados através de

informações obtidas diretamente junto a algumas das algodozeiras que operaram no Estado no ano 2000 e que estiveram em operação também na safra 2002/03.

Na Tabela 4, são mostrados os fluxos intra e inter-zonais estimados. Os fluxos intra-zonais indicam que as usinas de beneficiamento localizadas em Astorga e Umuarama são atendidas exclusivamente pela produção da própria Microrregião. Estas duas microrregiões, além de atenderem as usinas localizadas em seu interior, produziram um excedente de algodão que foi movimentado para usinas localizadas em municípios pertencentes a outras microrregiões. No caso da Microrregião de Astorga, 50% da produção de algodão em caroço foi beneficiada no município de mesmo nome, e o restante foi direcionado para o Município de Ibiporã. As duas usinas de Goioerê foram também abastecidas, na totalidade, pela produção da própria microrregião, o mesmo acontecendo com Umuarama. Estas duas microrregiões exportaram, 54,28% e 80,10%, respectivamente, de suas produções para outras zonas de destino, tendo sido, portanto, altamente superavitárias. Por esta ótica, esses resultados sugerem a importância de se implementar estudos com vistas a determinar a localização ótima das usinas de beneficiamento em operação no Estado.

A Tabela 5, mostra os fluxos de maior interesse para o estudo, os inter-zonais. Tais fluxos correspondem, de forma mais realista, à efetiva movimentação do algodão em caroço produzido no Estado do Paraná, por envolverem, obviamente, distâncias maiores que aquelas correspondentes aos fluxos intra-zonais. Levando em consideração os resultados de tal tabela, foi estimado um fluxo total de 93.654,38 toneladas de produto entre as zonas, o que corresponde a 74,66% do total de algodão em caroço produzido no Estado na safra 1999/00. A razão entre o valor da função objetivo e esse fluxo indica que o produto percorreu uma distância média de 69,48 Km entre as origens e destinos dentro do Estado, e as distâncias desses fluxos inter-zonais variaram de 11 a 183 Km, mas predominaram as distâncias até o limite de 70 Km. O confronto desses resultados com informações obtidas junto a profissionais responsáveis pelas operações em duas das usinas investigadas (uma privada e uma cooperativa) validaram os resultados obtidos com o modelo.

Observando mais atentamente os dados de produção e consumo (recebimento), e as informações contidas nas Tabelas 4 e 5, nota-se que os maiores fluxos de algodão tiveram origem na zona Toledo, seguida por Goioerê, Ivaiporã e Umuarama, que foram também as quatro principais zonas de produção. As zonas (ou no caso as microrregiões), de Toledo e Ivaiporã, diferentemente de Goioerê e Umuarama, movimentaram toda a produção para outras zonas de destino, o que pode ter também importantes impactos em estudos de localização ótima das unidades de beneficiamento.

As principais zonas de destino do algodão em caroço para beneficiamento foram, em geral, as que possuem maior número de algodozeiras. Em ordem decrescente estes principais destinos foram: Maringá, São João do Ivaí e Ubiratã. Maringá e São João do Ivaí são municípios que possuem duas usinas de beneficiamento. O município de Goioerê, apesar de ser uma importante zona de beneficiamento, é abastecido, na totalidade, pela produção da própria zona (Microrregião). Campo Mourão, apesar de possuir apenas uma usina, beneficiou a totalidade da produção de algodão da própria Microrregião (6.546 t.) e absorveu ainda 7.316,26 t. proveniente da Microrregião de Goioerê. Da produção da Microrregião de Goioerê, 45,62% foi beneficiada nas usinas do município de Goioerê e o restante produção desta zona, de acordo com o modelo, foi beneficiada nos municípios de Juranda, Campo Mourão, Maringá e Janiópolis.

O transporte do algodão em caroço produzido no Estado do Paraná é realizado, na sua totalidade, por via rodoviária, e há uma grande variabilidade na capacidade de carga dos veículos utilizados no transporte. Conforme, observado por Caixeta-Filho *et al.* (2001), predominava no transporte de algodão no Centro-Sul do Brasil, no final dos anos 1990, o uso de caminhões com capacidade entre 6 e 12 t. Atualmente, segundo informações obtidas junto a uma cooperativa e uma empresa privada que operaram no beneficiamento de algodão no Paraná, na safra 2002/03, a capacidade dos veículos variou de 4,5 t. a 15 t., mas pode-se considerar, segundo tais fontes, um predomínio de uma capacidade média por veículo de 12 t. (800 arrobas). Admitindo-se que no transporte da safra 1999/00 predominaram caminhões deste porte médio, pode-se inferir que foi necessário um número aproximado de 7.804 caminhões (ou viagens) para transportar aquela safra de algodão paranaense entre os locais de produção e as usinas de beneficiamento do Estado. É

importante salientar ainda que a safra do algodão no Paraná ocorre entre fim de fevereiro e o fim de maio (podendo estender-se até junho), coincidindo com a safra da soja e do milho e também com os momentos de maior pressão ascendente sobre o valor dos fretes rodoviários no Estado. Esses elementos sinalizam para a importância de investigações mais aprofundadas sobre temas como a eficiência da logística de transporte do algodão no Estado do Paraná, possibilidades de utilização de caminhões de maior porte e, novamente, melhor localização das unidades de beneficiamento.

Tabela 4. Matriz origem-destino para algodão em caroço no Estado do Paraná em 2000 (em t.), representando os fluxos inter-zonais e intra-zonais.

O/D	PIQ	AST	CAM	MOU	FDO	GOI	IBI	JAN	JUR	RON	LUZ	MAR	OVO	AME	SJI	UBI	UMU	EXT	Total
APU	0	0	0	0	0	0	91,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91,00
ASS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292,00	0	0	0	0	292,00
AST	0	4.007,30	0	0	0	0	4.036,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.044,00
MOU	0	0	0	6.546,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.546,00
CAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75,00	75,00
CAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.413,00	0	0	5.413,00
CIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	508,00	0	0	0	0	0	0	508,00
COR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	670,00	0	0	0	0	670,00
FAX	0	0	0	0	0	0	613,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	613,00
FLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143,00	0	0	0	0	0	0	143,00
FOZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.268,00	3.268,00
BEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,00	47,00
GOI	0	0	0	7.316,26	0	18.118,36	0	1.613,76	7.823,21	0	0	4.756,41	0	0	0	0	0	0	39.628,00
GUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,00	74,00
IVA	0	0	0	0	0	0	521,63	0	0	0	0	144,19	0	0	12.968,18	0	0	0	13.634,00
JAC	0	0	54,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	619,62	0	0	0	0	674,00
LON	0	0	0	0	0	0	46,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46,00
PAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.069,00	0	0	0	0	0	0	3.069,00
PIT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227,00	0	0	0	0	0	0	227,00
POR	0	0	0	0	0	0	436,49	0	0	0	0	0	0	697,51	0	0	0	0	1.134,00
TEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,00	0	0	0	0	13,00
TOL	1.198,17	0	0	0	9.169,71	0	0	0	0	2.460,07	0	0	4.301,45	0	0	6.648,57	0	1.780,02	25.558,00
UMU	2.047,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.268,84	7.243,17	0	0	0	0	3.118,41	0	15.677,00
Total	3.245,20	4.007,30	54,38	13.862,26	9.169,71	18.118,36	5.744,82	1.613,76	7.823,21	2.460,07	3.268,84	16.090,76	4.301,45	2.292,13	12.968,18	12.061,57	3.118,41	5.244,02	125.444,00

Fonte: Estimativas do estudo.

Nota: Por convenção, as Microrregiões Geográficas (origens) e os municípios sede das usinas de beneficiamento (destinos) são referidos na tabela pela abreviação entre parênteses, a saber: Apucarana (APU), Assaí (ASS), Astorga (AST), Campo Mourão (MOU), Capanema (CAP), Cascavel (CAS), Cianorte (CIA), Cornélio Procópio (COR), Faxinal (FAX), Floraí (FLO), Foz do Iguazu (FOZ), Francisco Beltrão (BEL), Goioerê (GOI), Guarapuava (GUA), Ivaiporã (IVA), Jacarezinho (JAC), Londrina (LON), Paranavaí (PAR), Pitanga (PIT), Porecatu (POR), Telêmaco Borba (TEL), Toledo (TOL), Umuarama (UMU); Alto Piquiri (PIQ), Cambará (CAM), Formosa do Oeste (FDO), Ibitiporã (IBI), Janiópolis (JAN), Juranda (JUR), Marechal Cândido Rondon (RON), Mariluz (LUZ), Maringá (MAR), Ouro Verde do Oeste (OVO), Santa Amélia (AME), São João do Ivaí (SJI), Ubitatã (UBI), Externa (EXT).

Tabela 5. Matriz origem-destino para algodão em caroço no Estado do Paraná em 2000 (em t.), representando os fluxos do inter-zonais.

O/D	PIQ	AST	CAM	MOU	FDO	GOI	IBI	JAN	JUR	RON	LUZ	MAR	OVO	AME	SJI	UBI	UMU	EXT	Total
APU	0	0	0	0	0	0	91,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91,00
ASS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292,00	0	0	0	0	292,00
AST	0	-	0	0	0	0	4.036,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.036,70
MOU	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75,00	75,00
CAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.413,00	0	0	5.413,00
CIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	508,00	0	0	0	0	0	0	508,00
COR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	670,00	0	0	0	0	670,00
FAX	0	0	0	0	0	0	613,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	613,00
FLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143,00	0	0	0	0	0	0	143,00
FOZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.268,00	3.268,00
BEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47,00	47,00
GOI	0	0	0	7.316,26	0	-	0	1.613,76	7.823,21	0	0	4.756,41	0	0	0	0	0	0	21.509,64
GUA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74,00	74,00
IVA	0	0	0	0	0	0	521,63	0	0	0	0	144,19	0	0	12.968,18	0	0	0	13.634,00
JAC	0	0	54,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	619,62	0	0	0	0	674,00
LON	0	0	0	0	0	0	46,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46,00
PAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.069,00	0	0	0	0	0	0	3.069,00
PIT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227,00	0	0	0	0	0	0	227,00
POR	0	0	0	0	0	0	436,49	0	0	0	0	0	0	697,51	0	0	0	0	1.134,00
TEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,00	0	0	0	0	13,00
TOL	1.198,17	0	0	0	9.169,71	0	0	0	0	2.460,07	0	0	4.301,45	0	0	6.648,57	0	1.780,03	25.558,00
UMU	2.047,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.268,84	7.243,18	0	0	0	0	-	0	12.559,04
Total	3.245,20	0	54,38	7.316,26	9.169,71	0	5.744,82	1.613,76	7.823,21	2.460,07	3.268,84	16.090,77	4.301,45	2.292,13	12.968,18	12.061,57	0	5.244,03	93.654,38

Fonte: Estimativas do estudo.

Nota: Por convenção, as Microrregiões Geográficas (origens) e os municípios sede das usinas de beneficiamento (destinos) são referidos na tabela pela abreviação entre parênteses, a saber: Apucarana (APU), Assaí (ASS), Astorga (AST), Campo Mourão (MOU), Capanema (CAP), Cascavel (CAS), Cianorte (CIA), Cornélio Procópio (COR), Faxinal (FAX), Floraí (FLO), Foz do Iguazu (FOZ), Francisco Beltrão (BEL), Goioerê (GOI), Guarapuava (GUA), Ivaiporã (IVA), Jacarezinho (JAC), Londrina (LON), Paranavaí (PAR), Pitanga (PIT), Porecatu (POR), Telêmaco Borba (TEL), Toledo (TOL), Umuarama (UMU); Alto Piquiri (PIQ), Cambará (CAM), Formosa do Oeste (FDO), Ibitiporã (IBI), Janiópolis (JAN), Juranda (JUR), Marechal Cândido Rondon (RON), Mariluz (LUZ), Maringá (MAR), Ouro Verde do Oeste (OVO), Santa Amélia (AME), São João do Ivaí (SJI), Ubitatã (UBI), Externa (EXT).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As transformações ocorridas na cotonicultura e na cadeia têxtil como um todo no Brasil na última década, sobretudo no que diz respeito à reorganização espacial das atividades de cultivo e beneficiamento de algodão apontam para uma necessidade de implementar esforços no estudo da logística de transporte de algodão (em caroço e em pluma) e de localização das plantas industriais. Contudo, este enfoque tem sido raro na literatura nacional para o caso das atividades mencionadas. Entende-se que para implementação desse tipo de análise, o conhecimento dos fluxos do produto no território nacional constitui um passo essencial. O intuito deste estudo foi, portanto, dar uma contribuição inicial nesta direção, através da estimativa da movimentação de algodão em caroço no Estado do Paraná a partir de dados secundários.

O modelo utilizado mostrou-se adequado aos objetivos propostos e os resultados foram validados ao serem confrontados com a realidade da atividade no Estado. Os maiores fluxos tiveram origem nas principais zonas de produção, e como destino os municípios detentores de maior parcela das unidades de beneficiamento. Os resultados apontaram ainda para a necessidade e importância de se proceder avaliações detalhadas visando a localização ótima das unidades de beneficiamento, uma vez que algumas zonas produtoras mostraram-se altamente superavitárias.

Por fim, espera-se com este artigo possa estimular novas iniciativas de estudos que visem estimar matrizes de origem-destino não só para o algodão em caroço, mas também para o algodão em pluma, o que seria ainda mais relevante. Espera-se que, com esta iniciativa se possa chegar brevemente a um nível de abrangência tal que permita envolver numa mesma análise todo o território nacional. O êxito destas iniciativas possibilitariam estudos mais conclusivos sobre localização das usinas de beneficiamento e das fiações, e sobre eficiência na logística de distribuição de algodão (em caroço e em pluma) no Brasil, tema de extrema importância para a competitividade da cadeia têxtil nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOVY, P. H. L.; STERN, E. **Route choice: wayfinding in transport networks**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990. Cap. 6.
- CAIXETA-FILHO, J. V. *et al.* Movimentação rodoviária de produtos agrícolas selecionados. In.: CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. **Transporte e logística em sistemas agroindustriais**. São Paulo: Atlas, 2001. p.136-168.
- CLASPAR. Empresa Paranaense de Classificação de Mercadorias. **Relatório do algodão: safra 1999/00**. <http://www.pr.gov.br/claspar/algodao/relsafra99/demomunic.html> (10/02/2003).
- GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte. **Estudo de transportes no Brasil: estudos rodoviários**. Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 1969. (Vol. XII-A. Coordenação dos estudos: princípios, metodologia e procedimentos.
- HAMERSLAG, R.; IMMERS, B. H. Estimation of trip matrices: shortcomings and possibilities for improvement. **Transportation Research Record 1203**, p.27-29, 1988.
- HOEL, L. A. Systems planning and programming methodology freight movement. **TRB – Special Record 146**, 1974.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl1.asp?z=t&o=1>. (15/03/2003).
- JAYO, M.; NUNES, R. Competitividade do sistema agroindustrial do algodão. In.: FARINA, E. M. Q.; ZYLBERSZTAJN (Coord.). **Competitividade no agribusiness brasileiro**. São Paulo: PENSA/FIA/FEA/USP. Jul. 1998. p.251-317.

- KAWAMOTO, E. Verificação da matriz ponto-de-origem/ponto-de-destino de uma linha de transporte coletivo obtida a partir de dados de embarque e desembarque. In.: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 8, Recife, 1994. **Anais**. Recife: ANPET, 1994. p.41-49, v.2.
- MARTINS, R. S. Racionalização da infra-estrutura de transporte no Estado do Paraná: o desenvolvimento e a contribuição das ferrovias para a movimentação de grãos e farelo de soja. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, 1998, 216p. Tese (Doutorado).
- MARTINS, R. S.; CAIXETA-FILHO, J. V. Matrizes de origem-destino como estimativa de fluxos de produtos agrícolas: o caso de grãos e farelo de soja no Estado do Paraná. In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 1998, Poços de Caldas. **Anais**. Brasília: SOBER, V.1, p.931-44, 1998.
- MELLO FILHO, G.; RICHETTI, A.; VIEIRA, R. C. M. T.; OLIVEIRA, A. J.; LOPES, M. R. Cadeia produtiva do algodão: Eficiência econômica e competitividade no Centro-Oeste. In: VIEIRA, R. C. M. T.; OLIVEIRA, A. J.; LOPES, M. R. **Cadeias produtivas no Brasil: análise da competitividade**. EMBRAPA: Brasília, 2001.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1985.
- ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling transport**. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1995.
- REZENDE, G. C.; NONNENBERG, M. J.; MARQUES, M. C. **Abertura comercial, financiamentos externos, crescimento das importações brasileiras e o impacto sobre o setor agrícola**. Rio de Janeiro: IPEA. jul. 1997. (Texto para Discussão, n. 498).
- SANTOS, C. V. dos. O comportamento da cotonicultura brasileira no contexto das políticas públicas nos anos 80 e 90. In: X WORLD CONGRESS OF RURAL SOCIOLOGY AND XXXVIII BRAZILIAN CONGRESS OF RURAL ECONOMY AND SOCIOLOGY, 2000, Rio de Janeiro. **Anais**. Brasília: SOBER, 2000. [CD-ROM].