

ANÁLISE DOS EFEITOS DE MEIOS ALTERNATIVOS DE TRANSPORTE- ARMAZENAMENTO DE TRIGO E SOJA NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL(*)

Aray M. Feldens
Donald W. Larson(**)

SINOPSE

O objetivo central deste trabalho foi o de analisar o desempenho de meios alternativos de transporte e armazenagem da produção de soja e trigo no Rio Grande do Sul, no período 1975/76, em relação à política governamental para o setor. Um modelo de transporte com redes capacitadas foi utilizado como instrumento de análise.

Os resultados principais demonstraram que: a) a utilização dos meios alternativos para o transporte destes produtos agrícolas depende da política de preços a ser seguida; b) a hidrovia passa a ser competitiva com a rodovia e a ferrovia quando os custos portuários são reduzidos apenas a seus custos variáveis.

SUMMARY

The major objective of this paper was to analyse the performance of alternative transport-storage modes for soybeans and wheat, in the State of Rio Grande do Sul, during the period of 1975/76, concerning the governmental policy toward the sector. A transportation network model using the out-of-kilter algorithm was utilized to minimize the total transport-storage costs.

The main results showed that: a) the use of alternative modes of transportation of these agricultural products depends on the price policy followed by the government; b) the use of waterway becomes competitive with the highway and railroad when the transfer costs at the ports are reduced to the variable costs.

(*) Extraído da tese apresentada pelo primeiro autor à The Ohio State University, para a obtenção do título de Ph. D.
(**) Respectivamente: professor adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e professor do Departamento de Economia Agrícola da The Ohio State University.

ANÁLISE DOS EFEITOS DE MEIOS ALTERNATIVOS DE TRANSPORTE-ARMAZENAMENTO DE TRIGO E SOJA NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Aray M. Feldens
Donald W. Larson

1. INTRODUÇÃO

O setor agrícola do Brasil é uma importante fonte de oferta de alimentos para o mercado interno e para receita de exportação do país. A rápida expansão da produção agrícola, principalmente nos estados sulinos do Brasil, aumentou a participação destes produtos nas receitas cambiais. Entretanto, este aumento (principalmente dos grãos) está preocupando as instituições ligadas ao setor, em relação à eficiência da manipulação e transferência desta produção adicional até o seu destino final.

O Estado do Rio Grande do Sul é um dos maiores produtores de soja e de trigo no Brasil. Em 1970, a produção estadual de soja era de 1.024 mil toneladas e em 1976 a produção foi de 5.107 mil toneladas, equivalente a 45% da produção nacional (7 e 8). No mesmo período, a produção de trigo aumentou de 1.424 mil toneladas para 1.794 mil toneladas, representando, então, 55% da produção brasileira (7 e 8). Atualmente, o Brasil é o segundo maior exportador de soja (em grãos), após os Estados Unidos, e exportou quase a mesma quantidade de farelo de soja que os Estados Unidos em 1976 (13).

O sistema atual de transporte-armazenamento de produtos agrícolas no Estado do Rio Grande do Sul poderá transferir mais grãos somente a custos crescentes devido aos limites de capacidade física existentes. A fim de continuar competitivo no mercado mundial, o excedente de produção deverá ser transferido eficientemente para os pontos terminais, tais como as indústrias e os portos de exportação. E a eficiência na transferência de grãos somente será obtida com o aumento da capacidade atual e/ou no uso de meios alternativos de transporte.

2. PROBLEMA E OBJETIVOS

A expansão da produção agrícola, principalmente no que se refere a produtos comerciais, no sul do Brasil, nos últimos anos, ultrapassou a capacidade de

transporte e armazenamento. Assim, o aumento da demanda para esses serviços, a curto prazo, causou um aumento nos custos de transporte e armazenamento.

Comparando-se os custos de produção de soja entre o Brasil e os Estados Unidos, observa-se que, no Brasil, o custo é de Cr\$ 2.132,23 por tonelada, enquanto que nos Estados Unidos o custo é de Cr\$ 2.463,48 por tonelada^{1/}. A diferença de custo entre os dois países é de Cr\$ 331,25, dando ao Brasil uma vantagem relativa nos custos de produção (11). No entanto, ao comparar as margens de comercialização entre os dois países, verifica-se a vantagem para os produtos americanos. As margens de comercialização para soja entre os pontos de produção e o porto de exportação de Rio Grande, no Rio Grande do Sul, são de Cr\$ 906,87 por tonelada, enquanto que essas mesmas margens, para uma distância igual de transporte, para os produtos americanos, são de Cr\$ 110,00 por tonelada.

As razões das maiores margens de comercialização no Brasil, em comparação com os Estados Unidos, basearam-se no fato de que a maioria do transporte da soja no Brasil é feita por rodovias e ferrovias, enquanto que nos Estados Unidos a maior parte da soja para exportação é transportada por hidrovias.

O custo FOB da soja no porto de Rio Grande é de Cr\$ 3.039,00 por tonelada, enquanto que nos Estados Unidos é de Cr\$ 2.573,48. No Rio Grande do Sul, as margens de comercialização representam 29,8% do custo da soja no porto, enquanto que nos Estados Unidos estas mesmas margens representam apenas 4,3% do custo FOB. O alcance da redução destas margens de comercialização para a soja no Brasil é um dos principais objetivos de produtores, cooperativas, indústrias e do governo para aumentarem os seus retornos e a capacidade de competição no mercado internacional.

O Estado do Rio Grande do Sul, que produziu 45% e 55% da produção nacional de soja e trigo, respectivamente, em 1977, está construindo um complexo hidro-rodo-ferroviário para o transporte de grãos. Este complexo está localizado em um ponto intermediário entre as principais regiões de produção de grãos e o mercado de exportação.

A empresa de Portos do Brasil S.A. (PORTOBRÁS) está construindo este novo complexo de transporte e parte já foi utilizada para as safras de 1977 e 1978. A utilização deste complexo irá alterar as relações de custo de transporte entre os pontos de produção, as indústrias de processamento e o mercado de exportação. O uso deste complexo hidro-rodo-ferroviário poderá aumentar, também, a competição entre os meios alternativos de transporte e, assim, a eficiência operacional do transporte de grãos.

O problema central deste trabalho foi o de analisar o desempenho de meios alternativos de transporte e armazenamento, em relação à política governamental para o setor, no Estado do Rio Grande do Sul.

1/ Taxa cambial em julho de 1977: US\$ 1.00 = Cr\$ 14,49.

Os objetivos específicos da investigação foram os de:

- a) determinar o fluxo de soja e trigo que minimize o custo transporte e armazenamento entre os pontos de produção, processamento e postos de exportação;
- b) determinar o efeito no custo total de transporte e armazenamento e fluxo de soja e trigo, à medida que meios alternativos de transporte são incluídos no sistema de transporte-armazenamento;
- c) identificar pontos de estrangulamento e seus custos no sistema, bem como seus efeitos sobre os custos de transporte e armazenamento, à medida que o novo sistema hidro-rod-ferroviário é incluído no modelo.

3. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido no Estado do Rio Grande do Sul, envolvendo a produção de soja, farelo de soja e trigo no período 1975/76. Os totais de 4.828 mil toneladas de soja e 1.161 mil toneladas de trigo foram considerados para a análise do sistema de transporte e armazenamento.

As principais áreas de produção de soja e trigo estão localizadas na região norte e nordeste do estado, enquanto que a maior parte dessa mesma produção é transportada para a região de Porto Alegre e para o porto de exportação localizado em Rio Grande.

Para os propósitos deste estudo, o Estado do Rio Grande do Sul foi dividido em 55 regiões. O critério considerado para esta divisão foi baseado na produção de trigo e soja e na existência de meios alternativos de transporte para grãos. A unidade mínima de cada região foi um município, pelo fato de que os dados relativos à produção são coletados a nível municipal. Todos os municípios do estado foram incluídos na análise como unidades produtoras, e regiões que possuíam indústrias de trigo e soja e portos de exportação foram consideradas regiões consumidoras.

3.1 Indústrias de Trigo e Soja no Rio Grande do Sul

A comercialização do trigo, incluindo seu transporte, a armazenagem e o volume de moagem em cada moinho, é determinada pela Comissão do Trigo Nacional (CTRIN), que, por sua vez, é coordenada pelo Banco do Brasil. A capacidade de moagem de trigo no Estado do Rio Grande do Sul foi de 2.278 mil toneladas, baseada em 24 horas/dia de moagem durante o ano de 1976. Esta capacidade representa duas vezes a produção estadual de trigo do mesmo ano. Esta capacidade de moagem foi recalculada, baseada em 10 horas/dia durante 300 dias do ano, ficando, então, reduzida para 780 mil toneladas, o que representa uma medida mais adequada da capacidade real de moagem. Mesmo assim, o índice de utilização dos moinhos de trigo é de 63%, com base nas cotas de moagem destinadas para cada moinho, segundo a Superintendência Nacional do Abastecimento (12).

A região de Porto Alegre possui 35% da capacidade de moagem, seguida da região de Caxias do Sul com 10%, Santa Maria com 6% e Estrela com 5% (12). Nenhuma dessas regiões é importante produtora de trigo, mas são regiões importantes no que se refere ao volume de farinha de trigo consumida. A localização dos moinhos próxima dos centros consumidores mostra que o trigo em grão é transportado até os pontos de consumo e, então, transformado em farinha.

A comercialização da soja, ao contrário da do trigo, é muito menos regulada. O crescimento das firmas de industrialização de soja acompanhou o incremento na produção obtida nos últimos anos. No período 1969-76, a capacidade de processamento da soja cresceu de 590 mil toneladas para 4.068 mil toneladas anuais. Em 1976, 34 firmas processavam soja e, apesar do grande número de firmas, apenas 3 delas processavam 1.557 mil toneladas, representando 59% do total industrializado. As regiões de Porto Alegre, Pelotas e Ijuí receberam 77% das 2.615 mil toneladas da soja industrializada no período de março de 1976 a fevereiro de 1977, dando um índice de utilização de 64% de capacidade total instalada (3). A localização dessas regiões pode ser visualizada na figura 1.

No processo da industrialização da soja, três subprodutos são obtidos. Em torno de 75% de peso obtém-se o farelo de soja, 18% correspondem a óleo bruto de soja e os restantes 7% são resíduos. No ano de 1976, 2.447 mil toneladas foram industrializadas, que resultaram em 1.859 mil toneladas de farelo de soja e 441 mil toneladas de óleo bruto. Do farelo de soja obtido, 88% foram exportados e 12% foram para o consumo doméstico (3).

3.2 Capacidade de Armazenamento

A capacidade nominal de armazenamento para grãos, no Estado do Rio Grande do Sul, aumentou de 2.900 mil toneladas para 9.676 mil toneladas no período 1970-76. Segundo dados da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (5), apenas 53% do total (5.162 mil toneladas) constituem a capacidade real de armazenamento (5 e 6). Esta diferença entre a capacidade nominal e a real do armazenamento é devida a fatores tais como as condições técnicas de armazenamento, a impossibilidade de armazenar produto nas áreas superiores do silo ou armazém, as subdivisões internas que reduzem a área útil e o peso específico do produto.

O sistema de sucessão de culturas trigo-soja, no Rio Grande do Sul, permite que ocorram duas colheitas durante o ano. Como a capacidade real de armazenamento é inferior ao volume das duas produções de trigo e soja, não é possível armazenar trigo ou soja por um período superior a um ano. Quando o trigo é colhido (outubro-dezembro) a soja estocada anteriormente deve ter sido transferida para outros pontos para dar lugar ao trigo. O mesmo sistema ocorre quando a soja é colhida (março-abril), quando o trigo necessita ser transferido para os moinhos ou enviado para outros estados para o consumo.

A capacidade de armazenamento no estado está concentrada nas regiões de produção, enquanto que as regiões de Porto Alegre e Pelotas, que são os principais

pontos de processamento da soja e da moagem do trigo, possuem ao redor de 17% da capacidade de armazenagem do estado.

3.3 Estrutura do Transporte de Grãos

Os transportes rodoviário, ferroviário e hidroviário são as modalidades, em ordem de importância, disponíveis para o transporte de produtos agrícolas no Rio Grande do Sul. Como as principais regiões de produção de trigo e soja estão localizadas no nordeste e noroeste do estado, e os principais pontos de industrialização, consumo e portos de exportação estão localizados na área sudeste e sul, um grande volume da produção necessita ser transferido por distâncias superiores a 500 quilômetros. Entre as principais rodovias de escoamento da produção agrícola para as regiões de Porto Alegre e Rio Grande destacam-se BR 386, BR 116, BR 392 e BR 293.

A rede ferroviária possuía uma extensão de 3.620 quilômetros em 1976 e transportou 1.081 mil toneladas de soja e 571 mil toneladas de trigo naquele ano. Estas quantidades produzidas destes produtos representaram 48,1% do total de toneladas/quilômetro transportadas pela rede ferroviária no ano de 1976 (1). Os principais pontos de destino foram a região de Porto Alegre e o porto de Rio Grande (vide figura 1).

A construção de uma nova ferrovia que ligue a região de Passo Fundo com o novo porto fluvial de Estrela e Porto Alegre é a mais importante modificação no sistema ferroviário nos últimos anos. Essa nova ferrovia irá encurtar a distância entre Passo Fundo e Porto Alegre em 360 quilômetros; essa ferrovia irá transportar soja, farelo de soja, trigo e outros produtos da região norte do estado para Estrela e Porto Alegre. O produto que for transportado até Estrela será transferido, então, para chatas ou barcaças, que seguirão por via fluvial até Rio Grande. O porto fluvial de Estrela faz parte do complexo hidro-rodoviário que integrará as três modalidades de transporte no Rio Grande do Sul.

O uso de transporte hidroviário para os produtos agrícolas, até recentemente, estava restrito entre Porto Alegre e Rio Grande. Com a construção de comportas nos rios Jacuí e Taquari e o terminal fluvial às margens do rio Taquari, em Estrela, o transporte hidroviário começou a merecer mais atenção dos órgãos públicos e a desempenhar uma função mais importante no sistema de transporte de produtos agrícolas.

A produção agrícola das regiões norte e nordeste do estado será transportada por rodovia e ferrovia até Estrela e neste ponto será transbordada para o transporte fluvial até Rio Grande.

A nova estrada de ferro Passo Fundo-Estrela-Porto Alegre e o complexo hidro-rodoviário de Estrela são as principais modificações no sistema de transporte de produtos agrícolas, que serão analisados neste estudo.

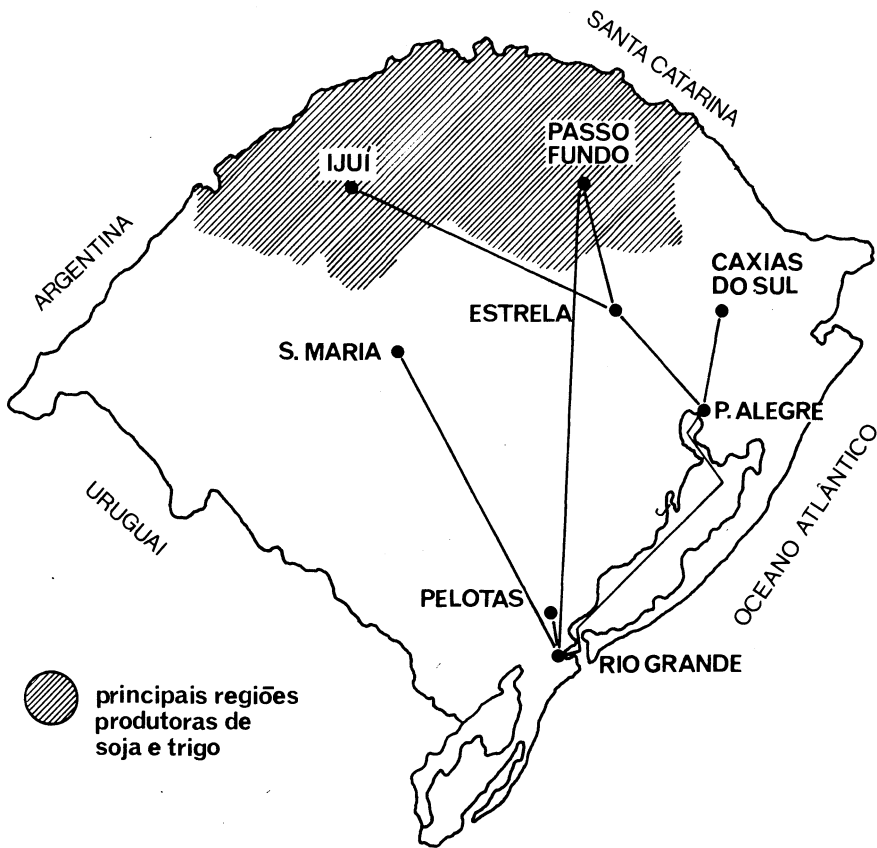


FIGURA 1 – Principais regiões produtoras e pontos de recebimento de soja e trigo no Rio Grande do Sul

4. INSTRUMENTO ANALÍTICO

Para a análise das modificações no sistema de transporte de produtos agrícolas e seu efeito no custo de transporte-armazenamento no Estado do Rio Grande do Sul, um modelo de rede de transporte multiperiódico foi utilizado, tanto para a análise do trigo como para a da soja. Matematicamente, este modelo pode ser representado em forma de programação linear desenvolvido por Fulkerson (4 e 9), como:

$$\min CT = \sum \sum C_{ij} X_{ij}$$

com as seguintes restrições:

a) $l_{ij} \leq X_{ij} \leq U_{ij}$

b) $\sum_j X_{ij} - \sum_j X_{ij} = 0$

onde

C_{ij} = custo unitário de transporte da região i para a região j ;

X_{ij} = quantidade transferida da região i para a região j ;

l_{ij} = quantidade mínima a ser transferida;

U_{ij} = capacidade máxima a ser transferida.

O instrumento analítico apresentado acima é baseado nas seguintes pressuposições:

- a) o produto estudado é homogêneo;
- b) as regiões devem ser representadas por pontos;
- c) a quantidade ofertada e demandada em cada ponto é conhecida;
- d) a competição é perfeita;
- e) o custo de transporte é independente da quantidade transportada.

Uma rede de transporte consiste de um número de nós ou junções, e cada nó é unido a outro nó (um ou mais) por arcos que representam a via de transporte. Cada nó ou junção significa um ponto inicial, intermediário ou final de destino do produto. Cada nó poderá ter um ou mais arcos representando meios alternativos de transporte.

Devido à sazonalidade da colheita e do transporte dos produtos agrícolas, o modelo de transporte foi dividido em quatro períodos. Os três primeiros períodos têm a duração de dois meses cada um, enquanto que o quarto período se estende por seis meses. Os três primeiros períodos correspondem à época da colheita e de transferência do produto e o quarto período representa a entressafra.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, os resultados do modelo de transporte e armazenamento de trigo são apresentados seguidos dos resultados do modelo de soja. No quadro 1, estão sumariados os resultados das simulações do modelo de trigo.

O custo total de transporte-armazenamento da solução básica, conforme apresentado no quadro 1, foi de Cr\$ 141,0 milhões (iteração 1). Esta solução básica representa o fluxo do produto, segundo as condições de meios de transporte e tarifas vigentes dos transportes rodoviário, ferroviário, hidroviário e de armazenamento, no ano de 1976. As iterações de 2 a 6 representam as diversas simulações do modelo básico. Na iteração 2, o novo porto fluvial de Estrela é introduzido no modelo. O custo total permaneceu inalterado e isto demonstra que a introdução da hidrovia Estrela-Porto Alegre e Estrela-Rio Grande não reduzirá os custos de transporte de trigo, de acordo com as condições existentes em 1976.

QUADRO 1. Solução do modelo básico de transporte e armazenamento e simulação das modificações do modelo de trigo

Simulação	Iteração	Custo total	Mudança nos custos	Mudança percentual nos custos
		(Cr\$ 1.000.000)	(Cr\$ 1.000.000)	(%)
Solução básica	1	141,0	–	–
Porto de Estrela	2	141,0	0,0	0,00
Ferrovia para Estrela	3	140,7	–0,3	–0,21
Ferrovia para Porto Alegre	4	140,6	–0,1	–0,10
Custo variável no porto de Estrela	5	140,6	0,0	0,00
Aumento da capacidade de armazenamento	6	140,4	–0,2	–0,14
Redução nos custos			–0,6	–0,42

Fonte: (10).

As iterações 3 e 4 introduzem a nova ferrovia Passo Fundo-Estrela e Estrela-Porto Alegre no modelo. Seu efeito no custo total foi de uma redução de Cr\$ 0,3 milhão com a ferrovia até o porto de Estrela e uma redução adicional de Cr\$ 0,1 milhão com a extensão da ferrovia até Porto Alegre. Mesmo com a introdução da ferrovia Passo Fundo-Estrela, a hidrovía Estrela-Rio Grande não foi economicamente viável com as tarifas vigentes em 1976.

Na iteração 5, o custo de transbordo do trigo, de caminhão ou vagão para as chatas, foi reduzido de Cr\$ 26,00 para Cr\$ 5,00 por tonelada, para verificar-se a possibilidade de utilizar a hidrovía para o transporte de trigo. O custo de Cr\$ 5,00 por tonelada representa apenas o custo variável dos serviços de transbordo do porto de Estrela. Mesmo com esta redução no custo dos serviços do porto, a hidrovía não apareceu na solução ótima que minimiza o custo total de transporte-armazenamento do trigo. O custo total permaneceu o mesmo da iteração 4.

Na solução básica (iteração 1), duas regiões apresentaram limites na capacidade de armazenamento. Na iteração 6, as capacidades de armazenamento dessas regiões (Nova Prata e Caxias do Sul) foram aumentadas, originando uma redução adicional de Cr\$ 0,2 milhão no custo total. A região de Nova Prata necessita uma capacidade adicional de 5.117 toneladas, enquanto que a região de Caxias do Sul necessita um aumento 16.149 toneladas na capacidade atual do armazenamento existente.

Das 5 simulações efetuadas no modelo de trigo, a iteração 3 (ferrovia Passo Fundo-Estrela) foi a mais significativa quanto à redução nos custos totais. A introdução da hidrovía para o transporte de trigo, de acordo com os resultados observados, não afetará os custos totais, de acordo com as condições existentes no período sob análise.

No quadro 2, estão sumariados os resultados do modelo de transporte-armazenamento de soja.

QUADRO 2. Solução do modelo básico de transporte e armazenamento e simulação das modificações do modelo de soja

Simulação	Iteração	Custo total (Cr\$ 1.000.000)	Mudança nos custos (Cr\$ 1.000.000)	Mudança percentual nos custos (%)
Solução básica	1	112,7	—	—
Porto de Estrela	2	112,7	0	0,0
Ferrovia para Estrela	3	108,3	-4,4	-3,9
Ferrovia para Porto Alegre	4	105,7	-2,6	-2,4
Custo variável no porto de Estrela	5	104,8	-0,9	-0,1
Aumento da capacidade de armazenamento	6	99,4	-5,4	-5,1
Aumento da capacidade ferroviária	7	98,1	-1,3	-1,3
Reduções nos custos			-14,6	12,9

Fonte: (10).

As simulações do modelo básico de transporte-armazenamento de soja foram idênticas às simulações efetuadas com o modelo de trigo. O custo total no modelo básico de soja foi de Cr\$ 112,7 milhões (iteração 1). O ponto de estrangulamento mais significativo no sistema de transporte foi a capacidade ferroviária para o porto de Rio Grande nos períodos 2 e 3 do modelo. Além disso, o porto de Porto Alegre também apresentou estrangulamento na capacidade de recebimento de soja no período 2. Das 55 regiões do estado, 21 apresentaram restrições referentes à capacidade de armazenamento. Isto mostra a importância do setor de armazenamento para a redução nos custos totais de transferência da soja até o consumo final.

A iteração 2 simula o novo porto fluvial de Estrela e verificou-se que esta nova alternativa para o transporte de soja para Porto Alegre e Rio Grande por hidrovia não tem efeito no custo total atual. No entanto, a nova ligação ferroviária Passo Fundo-Estrela (iteração 3) já apresentou uma redução de Cr\$ 4,4 milhões no custo total da solução anterior. Entretanto, a utilização da ferrovia Passo Fundo-Estrela foi somente para o transporte de soja, a fim de abastecer as indústrias localizadas na região de Estrela. A extensão da linha ferroviária Estrela-Porto Alegre (iteração 4) causou uma redução adicional de Cr\$ 0,1 milhão no custo total.

Na iteração 5, procedeu-se à redução dos serviços de transbordo do porto de Estrela, de Cr\$ 26,00 para Cr\$ 5,00 por tonelada. Esta mesma simulação foi feita com o modelo de trigo. Mesmo assim, a hidrovia Estrela-Porto Alegre e Estrela-Rio Grande não entrou na solução ótima de minimização dos custos de transporte-armazenamento de soja no estado.

A maior redução nos custos foi obtida com o aumento da capacidade de armazenamento nas 21 regiões que apresentaram limites de capacidade na solução básica. A redução nos custos foi de Cr\$ 5,4 milhões, representando uma redução de 5,1% em relação à solução anterior (iteração 6). Finalmente, a iteração 7 mostrou o efeito do aumento na capacidade ferroviária no transporte de soja para

Rio Grande. A redução no custo total foi de Cr\$ 1,3 milhões. Com as 6 simulações, obteve-se uma redução de Cr\$ 14,6 milhões, a partir do modelo básico de transporte-armazenamento de soja, representando uma redução de 12,3% em relação ao custo total do modelo básico.

Os resultados obtidos nos modelos de trigo e soja demonstraram que o novo complexo hidro-rod-ferroviário construído em Estrela não teria nenhum efeito no custo atual de transporte e armazenamento, de acordo com as condições existentes no período sob análise. Considerando o investimento no porto como um custo fixo e cobrando apenas o custo variável dos serviços de transbordo, o resultado obtido foi que, mesmo assim, a hidrovia não entrou na solução ótima.

Como a hidrovia também pode ser utilizada para transporte de outros produtos, a transferência de farelo de soja também foi incluída no modelo de soja para análise. Neste modelo, o destino final da soja era a indústria, porto de exportação ou armazenamento (transferência para o período seguinte). Ao incluir-se o farelo de soja, este tinha como origem a própria indústria e o destino final, a exportação. Com o modelo de soja alterado (incluindo a transferência do farelo de soja), derivou-se uma curva de demanda para o porto de Estrela.

Variando-se os preços entre Cr\$ 26,00 e Cr\$ 3,00 por tonelada para os serviços de transbordo do porto, obtiveram-se os resultados apresentados no quadro 3. Ao preço de Cr\$ 26,00 por tonelada, o custo total de transporte-armazenamento de soja e farelo de soja, conjuntamente, foi de Cr\$ 686,8 milhões e nenhuma tonelada de produto passa pelo porto. À medida que o preço de serviço do porto é reduzido, no modelo, maiores quantidades passam pelo porto, via hidrovia para Rio Grande. À razão de Cr\$ 5,00 por tonelada, 496.602 toneladas de produto são transportadas por via hidroviária para Rio Grande. O porto de Estrela irá maximizar sua receita, se cobrar uma taxa de serviço entre Cr\$ 9,00 e Cr\$ 12,00 por tonelada para o transbordo, ponto em que a elasticidade de demanda para seus serviços será próxima de 1.

QUADRO 3. Fluxo de produto no porto de Estrela a diferentes custos de serviço

Taxa de serviço (Cr\$/t)	Iteração	Quantidade (t)	Custo total (Cr\$ 1.000.000)	Relações nos custos (Cr\$ 1.000.000)	Elasticidade de demanda
26	1	0	686,8	-	-
15	2	127.884	685,6	-1,2	1,85
12	3	238.893	685,0	-0,6	1,13
9	4	384.497	684,2	-0,8	0,44
7	5	440.297	683,4	-0,8	0,29
5(1)	6	496.602	682,6	-0,8	0,13
3	7	546.707	681,4	-1,2	
Reduções no custo total				-5,4	

Fonte: (10).

(1) Cr\$ 5,00 é o custo variável médio do serviço de transbordo do porto de Estrela.

6. CONCLUSÕES

A conclusão mais importante obtida neste estudo foi de que o novo complexo hidro-rod-ferroviário terá um efeito insignificante no custo de transporte-armazenamento de trigo e soja no Estado do Rio Grande do Sul.

Uma redução de Cr\$ 0,3 milhão foi obtida quando a nova estrada de ferro Passo Fundo-Estrela foi incluída no modelo básico de trigo. A extensão da ferrovia de Estrela até Porto Alegre causou uma redução adicional de Cr\$ 0,1 milhão. Estas duas modificações no modelo de trigo totalizam uma redução de Cr\$ 0,4 milhão, representando apenas 0,3% do custo em relação ao modelo básico.

A hidrovía Estrela-Porto Alegre-Rio Grande não teve nenhum efeito na transferência de trigo por duas razões: primeiro porque apenas 215 mil toneladas de trigo foram exportadas via porto de Rio Grande e segundo, a região produtora de trigo, localizada no sudeste do estado, possui uma vantagem econômica em suprir as necessidades devido às suas proximidades com o porto de Rio Grande.

No modelo de soja, a nova estrada de ferro Passo Fundo-Estrela reduziu o custo total de transporte-armazenamento em Cr\$ 4,4 milhões, representando 3,9% do custo do modelo básico. A ferrovia Estrela-Porto Alegre contribuiu com uma redução de Cr\$ 2,6 milhões. No total, a nova ferrovia reduziu o custo de transporte-armazenamento de soja em Cr\$ 7,0 milhões, representando 6,2% do custo do modelo básico de soja.

A introdução da hidrovía Estrela-Porto Alegre-Rio Grande no modelo de soja não alterou o custo total de transporte-armazenamento e tampouco modificou o fluxo de transferência do produto em comparação com o modelo básico. A principal razão deste fato é que ainda é necessária a utilização de transporte rodoviário ou ferroviário dos pontos de produção até o porto hidroviário de Estrela. Apesar das tarifas hidroviárias entre Estrela e Rio Grande serem inferiores às tarifas rodoviárias e ferroviárias, o custo de manipulação de transbordo no porto elimina, parcialmente, esta diferença no custo comparativo entre a hidrovía com o transporte rodoviário e ferroviário.

As regiões que realmente possuíam uma vantagem econômica na utilização do transporte hidroviário para Rio Grande (como exemplo, a região de Passo Fundo), conforme os resultados do modelo de minimização de custos, transferem sua produção de soja para as indústrias locais de processamento e para as indústrias localizadas na região de Estrela e Porto Alegre.

Mudanças nos preços de energia poderão modificar os resultados. Aumentos nos preços do petróleo irão alterar as relações tarifárias entre os meios alternativos de transporte e com isto tornar a hidrovía mais competitiva. Os resultados obtidos no presente estudo são válidos para as condições existentes em 1976 e mudanças nas localizações das indústrias de processamento e/ou nas tarifas de transportes irão modificar os resultados obtidos.

A transferência do farelo de soja foi incluído no modelo de soja e uma curva de demanda foi derivada para o porto de Estrela.

Conforme foi discutido no início, os Estados Unidos possuem uma vantagem econômica no transporte de soja até o porto devido à utilização do transporte hidroviário. No entanto, com os resultados obtidos neste estudo, mesmo com a possibilidade de utilização da hidrovía no Rio Grande do Sul, o custo total de transporte de soja e trigo entre os pontos de produção e o porto de Rio Grande não será reduzido com a inclusão do complexo hidro-rod-ferroviário.

De acordo com os resultados do fluxo ótimo de soja, as regiões localizadas na área noroeste do estado irão enviar sua produção para o porto de Rio Grande por via rodoviária e ferroviária e as áreas de produção localizadas nas regiões norte e nordeste deverão transferir sua produção para abastecer as indústrias localizadas nas regiões de Estrela e Porto Alegre, que industrializaram 2.702 mil toneladas de soja, representando 55% do total processado no Estado do Rio Grande do Sul em 1976.

7. LITERATURA CITADA

1. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA REDE FERROVIÁRIA FEDERAL. 1976. Rio de Janeiro, 1977.
2. AZAMBUJA, J. L. F. **Estudo de custos do porto fluvial de Estrela**. Porto Alegre, 1977. (Mimeo.).
3. BANCO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO EXTREMO SUL. **Avaliação econômico-financeira da industrialização de soja e alternativas de escoamento da produção de óleo de soja do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1977.
4. BENNINGTON, G. E. Applying network analysis: special report. Network Flow Analysis. *Journal of Industrial Engineering Trade*. New York, **6** (1): 16-25, Jan. 1974.
5. COMPANHIA ESTADUAL DE SILOS E ARMAZÉNS. **Diagnóstico da armazenagem no Rio Grande do Sul – 1976/78**. Porto Alegre, 1976.
6. _____. **Unidades armazenadoras no Estado**. Porto Alegre, 1976.
7. CONJUNTURA ECONÔMICA. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, **25** (2): 17, fev. 1971.
8. _____. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, **31** (2): fev. 1977.
9. DURBIN, E. P. & KROENKE, D. M. **The out-of-kilter algorithm: a primer memorandum RM-5472-PR**. Califórnia, The Rand Corporation, Dec. 1967.
10. FELDENS, A. M. **A transportation storage network analysis of wheat and soybeans in Rio Grande do Sul, Brazil**. Ohio, Ohio State University, 1978. 159p. (Dissertation Ph. D.).
11. PREÇOS MÍNIMOS; Regiões: Centro-Oeste, Sudeste e Sul, Safra 1977/78. Brasília, CFP., p. 150, 1978.
12. SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO (SUNAB). **Cotas de moagem dos moinhos de trigo**. Porto Alegre, 1976. (Mimeo.).
13. USDA. Foreign Agricultural Service. Washington, D.C., FOP 7-77, Apr. 1977.