

MODELO MULTIMODAL-MULTIPRODUTO: UMA APLICAÇÃO UTILIZANDO O SOFTWARE ALOK PARA A ALOCAÇÃO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS DESTINADOS À EXPORTAÇÃO, TENDO COMO ESTUDO A REGIÃO CENTRO-OESTE.

David Leite Carrilho

José Eugênio Leal (orientador)

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio
Departamento de Engenharia Industrial

RESUMO

A pesquisa tem como objetivo encontrar as melhores rotas e combinações de modos de transportes para o escoamento das *commodities*: soja, farelo, algodão, açúcar e milho oriundos da região Centro-oeste para os principais portos de exportação. Para tanto, é usado um modelo de alocação de transporte de cargas multimodal-multiproduto através da utilização do software ALOK, que foi desenvolvido pelo departamento de engenharia industrial da PUC-Rio. Através do modelo de alocação, serão avaliados alguns investimentos propostos pelo governo de forma a apontar melhorias e expor alternativas ao escoamento da produção dessa região. O presente estudo é uma pesquisa inserida no projeto ALOGTRANS, também desenvolvido pelo departamento de engenharia industrial da PUC-Rio em conjunto com outras seis instituições de pesquisa.

1. INTRODUÇÃO

As exportações do setor agropecuário em 2010, no Brasil, superaram o recorde de US\$76,4 bilhões, um aumento de 18% em relação ao registrado em 2009, ano em que as exportações alcançaram US\$64,7 bilhões. Embora tenha apresentado um notável resultado, o setor registrou uma pequena queda das participações no mercado externo, o qual passou de 42,5% (2009) para 37,9% (2010) em consequência da crise financeira iniciada em 2008. Todavia, passada a fase turbulenta da crise, o mercado vem se recuperando ao longo desses três anos, o que pode ser observado com a sensível melhora no volume exportado do setor agropecuário (MAPA, 2011).

Os principais produtos agrícolas exportados nesse período foram a soja, que liderou os itens mais exportados, seguido do açúcar, o qual foi o grande destaque em 2010, devido a sua expansão nas receitas de exportação (açúcar e etanol), que foi de 52%, passando a representar 18% das exportações do agronegócio. As *commodities* algodão e milho também obtiveram um bom desempenho nesse período (CONAB). A exportação prevista para a safra de algodão é de 630 mil/toneladas, sendo um recorde histórico para o País. Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), a exportação do milho pode alcançar 1,18 milhão/toneladas, volume superior ao registrado no ano de 2009 (aumento de 33,42%), ano em que foram embarcadas apenas 749,45 mil/toneladas. Tal volume exportado, de acordo com as estimativas do mercado, poderá aumentar devido à produção dos Estados Unidos (maior produtor de milho do mundo) não ser suficiente para elevar os estoques mundiais em 2011.

O agronegócio no Brasil, que insere toda a cadeia produtiva desde o campo até o consumidor final, é fundamental para a economia, respondendo por 33,3% dos empregos gerados e por 25% do Produto Interno Bruto (PIB). As principais *commodities* brasileiras, soja, milho e algodão são os principais produtos na pauta de exportação, sendo grande parte desses produtos produzida nas regiões Nordeste, Sul e Centro-oeste, destacando-se essa última, que possui 35% de toda produção nacional de grãos.

O Brasil, apesar de ser um dos maiores produtores mundiais de alimentos e de ter ampliado sua participação no mercado, tem perdido competitividade no mercado internacional. O motivo dessa perda se deve ao alto custo do transporte dos centros de produção até o porto de exportação. A região mais afetada com o preço elevado do frete rodoviário é o Centro-oeste, por ser mais distante dos principais portos de exportações, tais como Santos, Paranaguá, Vitória e São Francisco do Sul, que juntos exportam 80% da produção dessa região. As distâncias entre os pontos de produção e os portos variam de 2.100 a 2.200 km, e os preços dos fretes chegam a atingir R\$333,00/tonelada.

Os produtores do Rio Grande do sul, Paraná e Santa Catarina, que estão perto dos portos, possuem os menores custos, os quais variam entre R\$55,00 e R\$70 a tonelada; sendo a média nacional R\$136,6/tonelada, de acordo com a Associação Nacional dos Exportadores de Cereais - ANEC. Observa-se que a infraestrutura logística e o uso predominante do modal rodoviário têm feito com que os custos logísticos aumentem substancialmente, fazendo com que os produtores tenham menores margens de lucro; principalmente os produtores localizados na região centro-oeste.

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo encontrar as melhores rotas e combinações de modais de transportes para o escoamento dos produtos agrícolas da região Centro-oeste aos portos de exportação, visando minimizar os custos envolvidos com o transporte.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para alcançar os resultados esperados, o estudo foi dividido em seis etapas, a seguir:

- Etapa 1: Revisão bibliográfica dos modelos de alocação;
- Etapa 2: Preparação dos dados para a alocação no ALOK;
- Etapa 3: Entrada dos dados no ALOK
- Etapa 4: Montagem dos cenários para análise
- Etapa 5: Realização das alocações para os cenários propostos
- Etapa 6: Análise dos resultados

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS MODELOS DE TRANSPORTE DE CARGAS

A revisão bibliográfica dos principais modelos de transportes de cargas desenvolvidos teve como período de estudo as últimas três décadas do século XX, devido à grande variedade de modelos e aos avanços ocorridos nessa época. Foram utilizados como base os trabalhos realizados pelos seguintes autores: Fernández (1997), Jacques Guélat et. al. (1990), Pompermayer (1997) e Florian & Hearn (1995). Foram apresentados modelos que variaram dos mais simples aos mais robustos, como o modelo de equilíbrio espacial de preço e o modelo de planejamento estratégico multimodal-multiproduto; sendo abordados de forma sucinta suas fundamentações, objetivos e a formulação matemática.

4. SEPARAÇÃO E PREPARAÇÃO DOS DADOS

Os dados usados para fazer a alocação através do modelo multimodal-multiproduto foram obtidos através do banco de informações constituído no projeto ALOGTRANS. Esses dados foram utilizados em conjunto com as informações do planejamento estratégico de desenvolvimento dos principais corredores de exportação de mercadorias do Brasil, realizado

no projeto STAN em 1986/1989 e do Plano Nacional de Logística (PNLT).

Os dados obtidos no planejamento estratégico foram utilizados para simplificar a rede multimodal do PNLT, uma vez que a rede utilizada em tal planejamento apresenta os principais corredores de exportação com suas respectivas informações, tais como: custo, modo de transporte, capacidade do arco, nós transferência, centroides e nós de destinos. A rede multimodal (PNLT) é usada por conter informações recentes, permitindo atualizar e complementar as informações da rede usadas no planejamento estratégico.

O carregamento da rede multimodal (PNLT) foi feito para identificar os respectivos pontos de produção (municípios produtores), destino e transferências de modos de transportes representados do ALOK. Tal identificação tem como objetivo localizar os identificadores de cada nó e arco que constitui a rede, para que possam ser adicionadas as informações complementares. Ao concluir essa etapa, tais informações serão carregadas no software ALOK. O valor dos volumes das *commodities* analisadas será obtido através da matriz (O-D) da quantidade exportada de tais produtos, que é disponibilizado pelo Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo proposto está em fase de andamento e, até o momento, a fase separação e preparação dos dados está sendo concluído para o *input* no ALOK. Decidiu-se pelo o uso do *software* ALOK por ser uma ferramenta de alocação de fluxos multiproduto em uma rede multimodal, cuja alocação é realizada segundo o ótimo do sistema, ou seja, de acordo com o princípio de Wardrop, de forma a obter um padrão de fluxos de custo total mínimo. Outro fator que foi relevante para a escolha desse *software* foi o resultado apresentado através do teste realizado pelo POMPERMAYER (1997), cuja eficácia foi comprovada em relação ao objetivo de se fazer a alocação de fluxos, segundo o ótimo do sistema. Em paralelo, é feita a revisão bibliográfica dos modelos multimodal de transporte de cargas, bem como, a descrição da cadeia de suprimento do agronegócio. Prevê-se que a conclusão do trabalho seguirá o cronograma previsto, sendo encerrado em meados de setembro.

Agradecimentos

Ao professor e orientador José Eugênio Leal por permitir a experiência de trabalhar no projeto ALOGTRANS, o qual foi a fonte inspiradora do presente trabalho. A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Agradeço, também, pela bolsa de mestrado concedida pela CAPES e ao CNPQ, pela bolsa durante o trabalho desenvolvido no projeto ALOGTRANS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Branco, J. E. H. DUARDO HOLLER et. al. (2010) *Desenvolvimento de modelo matemático de otimização logística para o transporte multimodal de safras agrícolas pelo corredor centro-oeste*. Informe GEPEC, v.14, n.1, p.84-100, jan./jun.
- Cranic, T. G. & Kim, H. K. (2007) *Intermodal Transportation*. C. Barnhart and G. Laporte (Eds.), Handbook in OR & MS. Elsevier, v. 14, p467-537.
- Cranic, T. G. & Florian, M. (2008) *National Planning Models and Instruments*. CIBRRELT.
- Fernández L. J. E. & Cea, C. J. (2005) *Modelos de redes de carga: Estado del arte transporte interurbano*. Anais do Actas Del Séptimo Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte.
- Fonseca, A. P. et. al. (2005) *O Transporte na Competitividade das Exportações Agrícolas: Visão Sistêmica na Análise Logística*. Anais do IX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, São Carlos, v. 1, p. 340–351, 2005.
- Guélat, J. et. al. (1990) *A Multimode Multiproduct Network Assignment Model for Strategic Planning of Freight Flows*. Transportation Science. v.24, n°1, 1990.

- Leal, J. E. *et. al.* (2008) *Análise dos Sistemas Logísticos e de Transportes do Corredor Centro-Oeste*. Projeto ALOGTRANS. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.
- Loureiro, C. F. G. (1990) *Modeling Investment Optinos for Multimodal Transportation Networks*. University of Tennessee, Knoxville.
- Florian, M. & Hearn, D. (1995) *Network Equilibrium Models and Algorithms: Itermodal Transportation*. C. Barnhart and G. Laporte (Eds.), Handbook in OR & MS. Elsevier, v. 08, p486-550.
- Florian, M. & Los, M. (1982) *A new look at Static Price Equilibrium Models*. Region Sci. Urban Econ.12, 579-597, 1982.
- Peterson E. R. (1975) *The Railcal Network Models*. Report N° 75-11, Canadian Institute of guided Ground Transport. Queen's University, Kngston, Ontario.
- Pompermayer, F. (1997) *Sistema Para Alocação de Fluxos Multimodal Multiproduto Para Transporte de Carga*. Rio de Janeiro: PUC-RIO. 56p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.

David Leite Carrilho (carrilholeite@gmail.com ou davidleite@aluno.puc-rio.br)

José Eugênio Leal (jel@puc-rio.br)

Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Ri de Janeiro.

Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - 22451-900.