



PORTO ALEGRE, 26 A 30 DE JULHO DE 2009

SOBER 47<sup>o</sup> CONGRESSO  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA,  
ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL

DESENVOLVIMENTO RURAL E SISTEMAS AGROALIMENTARES: OS AGRONEGÓCIOS NO CONTEXTO DE INTEGRAÇÃO DAS NAÇÕES

## LOGÍSTICA DA EXPORTAÇÃO DE CARNE BOVINA: UMA APLICAÇÃO EM PROGRAMAÇÃO LINEAR

[netoalcan@yahoo.com.br](mailto:netoalcan@yahoo.com.br)

*Apresentação Oral-Comercialização, Mercados e Preços*

WALDEMIRO ALCÂNTARA SILVA NETO<sup>1</sup>; JOSE VICENTE CAIXETA FILHO<sup>2</sup>.  
1. USP/ESALQ, PIRACICABA - SP - BRASIL; 2. USP/ESALQ PROFESSOR TITULAR DO  
DPTO DE ECONOMIA, PIRACICABA - SP - BRASIL.

## LOGÍSTICA DA EXPORTAÇÃO DE CARNE BOVINA: UMA APLICAÇÃO EM PROGRAMAÇÃO LINEAR

**Grupo de Pesquisa: Comercialização, Mercados e Preços**

### RESUMO

O agronegócio no Brasil tem avançado significativamente e ganhado importância na economia nacional nos últimos anos. Dentro deste setor da economia tem se destacado a pecuária de corte, com cerca de um terço do valor total da produção, em particular o setor exportador de carne bovina. Diante deste cenário otimista, o objetivo deste trabalho é identificar, qual a melhor opção de transporte rodoviário por tipo de veículo ou qual o melhor conjunto entre as opções disponíveis que minimize os custos de todo o processo da exportação de carne bovina de um frigorífico localizado na cidade de Campo Grande – MS com destino aos portos de Santos ou Guarujá, no Estado de São Paulo. Foi aplicada a técnica de programação linear e dentre os resultados alcançados, a melhor opção é o frigorífico aumentar sua oferta, de forma a minimizar os custos do transporte. Com a adoção desta solução, não haverá estoques nem a possibilidade de subutilização do veículo transportador.

**Palavras-chave:** exportação, carne bovina, frigorífico, programação linear.

### ABSTRACT

The agribusiness in Brazil has advanced significantly and gained importance in national economy in recent years. Within this sector of the economy has been power the beef cattle, around one third of the total value of production, particularly the export sector of beef. In this optimistic scenario, this paper aims to identify, the best option for road transport by type of vehicle or the best among all the options available to minimize the costs of the whole process of export of meat from a refrigerator located in city of Campo Grande - MS destined to the ports of Santos and Guarujá, State of São Paulo. Was used the technique of linear programming and among the results, the best option is to increase its offer refrigerator to minimize the costs of transport. By adopting this solution, there is not inventory or the possibility of under-utilization of carrier vehicle.

**Key-words:** exports, beef, slaughtering plan, linear programming.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o agronegócio tem se revelado fundamental para a economia brasileira. Seu PIB alcançou R\$ 611,80 bilhões em 2007, com um crescimento de 7,89%

em relação ao ano anterior (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2008). No mesmo período, o crescimento do PIB nacional foi de 5,4%.

Sendo responsável por aproximadamente um terço do valor da produção do agronegócio brasileiro, a pecuária mostra-se um setor estratégico para os anseios de crescimento e sustentabilidade da economia. Segundo dados da CNA, o valor bruto da produção da pecuária em 2007 foi de R\$ 212,47 bilhões e é previsto que ela alcance R\$ 263,12 bilhões em 2008.

Um estudo realizado pelo MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - em 2008 revela uma crescente participação do Brasil nas exportações mundiais de carne bovina, chegando a mais de 30% nos dias de hoje. De outro lado, a carne bovina tem posição de destaque entre os agropecuários exportados pelo Brasil, sendo um produto importante quando se busca a geração de superávits na balança comercial (MIRANDA, 2001).

O aumento das exportações brasileiras de carne bovina ocorre de forma mais expressiva a partir de 2002 e as projeções de crescimento até 2018 são de 2,48% ao ano (MAPA, 2008). A quantidade efetiva de bovinos existentes no território brasileiro em 2006 ultrapassou 160 milhões de cabeças, considerando de forma conjunta a pecuária de corte e de leite. Do total de bovinos, os de corte representam 79,40% naquele ano (ANUALPEC, 2007).

Os maiores criadores encontram-se no eixo Centro-Sul, nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás, com participação conjunta de cerca de 45%. O número de estabelecimentos nos estados da Região Centro Oeste é pequeno comparativamente ao dos demais estados, o que mostra, considerando a grande produção do Centro Oeste, que nesta região existem grandes latifúndios. Segundo dados preliminares do Censo Agropecuário de 2006, fornecidos pelo IBGE (2008), o número total de estabelecimentos envolvidos com a pecuária no Brasil é cerca de 2,65 milhões. O tamanho médio dos estabelecimentos no Centro Oeste é de 275 hectares, contra 65 do resto do país.

No Brasil existem atualmente dez grandes frigoríficos<sup>1</sup> e, segundo o CEPEA – Centro de Estudos Avançadas em Economia Aplicada e CNA (2008), os cinco maiores frigoríficos são responsáveis por aproximadamente 38% da capacidade instalada de abate. A tecnologia de processamento avançou significativamente ao longo do tempo e hoje essas plantas são comparáveis, se não superiores, às americanas e européias. Grupos brasileiros estão realizando investimentos em países como Estados Unidos, Argentina e Uruguai. Em maio de 2007, o grupo brasileiro JBS, dono do frigorífico Friboi, adquiriu a empresa americana Swift e tornou-se o maior conglomerado do mundo no setor de proteína de origem bovina e a maior empresa brasileira de alimentos (ANUALPEC, 2007). Outro grupo de grande destaque no setor é o Bertin. Sua área de atuação está avançando rapidamente, tendo adquirido uma planta industrial no Uruguai em 2007 e inaugurado uma indústria de biodiesel na região de Lins-SP, que usa como insumo o sebo bovino.

Diante do significativo avanço da pecuária de corte no Brasil e sua expressiva importância no comércio internacional, estudos sobre o setor são relevantes e necessários. Como já mencionado, o estado do Mato Grosso do Sul é um importante *trader* no setor,

---

<sup>1</sup> Segundo Macedo (2006), houve forte inversão neste segmento nos anos 90, quando os maiores frigoríficos não conseguiram se reestruturar e fecharam.

com grande produção, tamanho do rebanho e frigoríficos atuantes. Deste modo, o objetivo deste artigo é identificar, diante da capacidade instalada de produção, qual a melhor opção de transporte rodoviário por tipo de veículo ou qual o melhor conjunto entre as opções disponíveis que minimize os custos de todo o processo.

Diante do objetivo, é importante ressaltar algumas especificidades no transporte de carnes com contêiner. Onde este, deve ser refrigerado, que exige o chão de alumínio, portas de aço reforçadas, revestimento de aço inoxidável e encaixe para gerador de energia. Deste modo, os caminhões devem possuir capacidade de manter estes containeres devidamente resfriados. Além disso, o frete é mais caro que o a granel realizado por caminhões tipo graneleiros ou os de carretas tipo baú refrigeradas, onde não é pago o valor de retorno. No caso do container, a exigência de retirada do “vazio” no terminal portuário (porto de origem) torna este serviço com um maior custo.

Sobre o porto de Santos, uma de suas características é o grande volume de containeres movimentados. Isso torna a disponibilidade de containeres no padrão exigido<sup>2</sup> pelos exportadores, mais fácil, barato e ágil. Segundo a CODESP (Companhia das Docas do Estado de São Paulo, 2008) o total de containeres para exportação movimentados em 2007 no porto de Santos foi de 53,85 milhões.

Além desta introdução, este artigo ainda trará no próximo capítulo a revisão de literatura sobre a relevância do tema. No segundo, a descrição do material e métodos usados. No terceiro capítulo os resultados obtidos e por fim, no último as conclusões.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Setor Exportador de Carnes no Brasil**

O setor exportador de carne bovina no Brasil ocupa lugar de destaque, seja como gerador de emprego e renda e/ou de superávits comerciais. Tsunehiro & Martins (2006) relatam que a carne bovina é o principal produto agropecuário na pauta de exportações, com um valor agregado total de aproximadamente R\$ 27 milhões, representando cerca de 17% do valor total da agropecuária.

A figura a seguir, traz um organograma da estrutura da cadeia de carne bovina. Onde o objeto de estudo deste artigo, esta na logística do transporte que vai do subsistema industrialização, em particular a indústria de 1ª transformação (os frigoríficos), ao subsistema de comercialização, denominado de agente atacadista ou exportador. Trata-se de uma cadeia extremamente complexa, com uma gama enorme de agentes envolvidos e cada vez mais especializados.

---

<sup>2</sup> Neste caso é exigido um container padrão alimento, onde não deve haver pontos de ferrugem, pontos de luz e nenhum tipo de odor ou vestígio de carga geral.

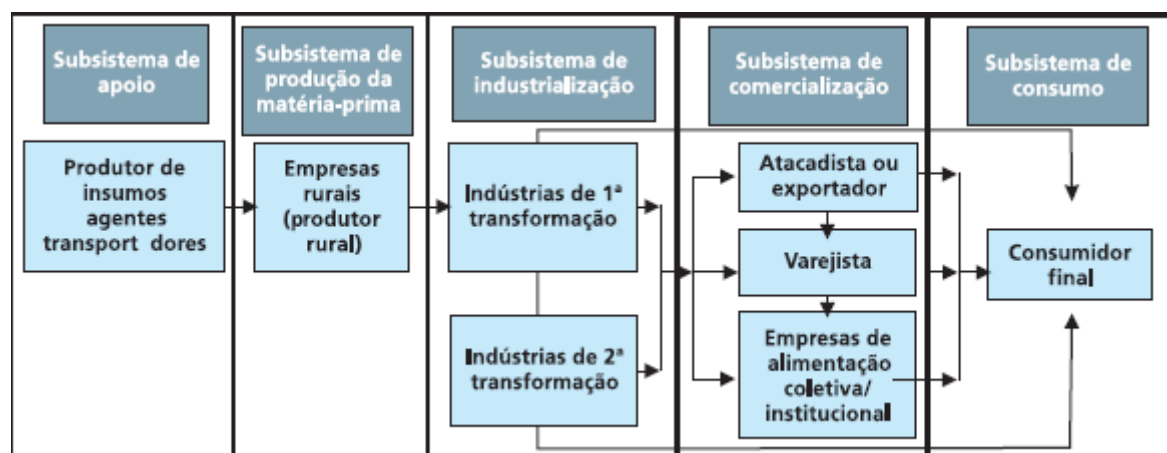


Figura 1: Estrutura da cadeia de carne bovina

Fonte: MAPA (2008, p. 19)

Segundo estudo realizado pelo MAPA *et. all.* (2008), houve um grande crescimento nas exportações a partir de 2002 e as projeções de crescimento até 2018 são de 2,48% ao ano. No ano de 2003, o Brasil passou a ser o maior exportador mundial, conforme a tabela a seguir:

Tabela 1: Exportações Mundiais de Carne Bovina (mil toneladas)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007*	Var. (06/02)
Brasil	1.006	1.301	1.854	2.198	2.200	2.420	118,69%
Austrália	1.366	1.264	1.394	1.413	1.420	1.495	3,95%
Índia <sup>1</sup>	417	439	499	627	750	800	79,86%
N. Zelândia	486	558	606	589	540	570	11,11%
EUA	1.110	1.142	2.009	317	523	680	-52,88%

Fonte: USDA; <sup>1</sup>Inclui Búfalo; \*Previsão; Elaboração CNA.

Além de grande exportador, é importante também ter uma pauta elevada de produtos e não basta apenas ter um grande número de países compradores. O fato de se exportar para um grande número de países reduz o risco associado as grandes variações na demanda interna dos países compradores. Ainda sobre o estudo realizado pelo MAPA *et. all.* (2008), há um alerta de que os melhores clientes são aqueles que compram em grande quantidade e também numa pauta diversificada de itens. A tabela a seguir, mostra a relação dos principais importadores de carne brasileira em 2005, com destaque ao Reino Unido quanto ao valor, e a Arábia Saudita no que diz respeito a diversificação na pauta. Quanto ao valor médio por mil toneladas em milhões de dólares, o destaque é a Suécia.

Tabela 2: Principais destinos das exportações de carne bovina, 2005.

País	Pauta	Valor (US\$ milhões)	Quantidade (mil toneladas)	Valor médio (US\$ milhões/mil toneladas)*
Reino Unido	4	249,70	99,40	2,51



Rússia	6	242,60	158,30	1,53
Holanda	6	229,90	54,50	4,22
Chile	4	199,90	105,10	1,90
Estados Unidos	5	197,60	55,60	3,55
Itália	4	157,40	48,60	3,24
Irã	1	102,10	63,60	1,61
Alemanha	6	95,30	23,80	4,00
Hong Kong	7	78,30	54,00	1,45
Espanha	6	78,00	20,40	3,82
Arábia Saudita	9	75,00	43,20	1,74
Argélia	3	61,70	38,80	1,59
Israel	7	44,30	24,80	1,79
Suécia	3	34,70	7,20	4,82

Fonte: MAPA (2007, p.47) \*Com a inclusão de informações adicionais pelos autores

Os 14 principais importadores da carne bovina brasileira em 2005 são responsáveis por 80% do total exportado em valor. Trata-se de uma expressiva concentração diante do total de 106 países importadores. O produto de destaque é a carne bovina desossada e congelada, seguida pela fresca ou resfriada. Sendo assim, há um cenário otimista ao setor exportador, pois existe uma elevada gama de destinos à carne bovina, restando agora um trabalho intensivo em aumentar o volume de produto. Talvez o mais importante, a maior barreira já foi vencida: o fato de o Brasil exportar para um grande número de países significa que já existem atendimentos sanitários estabelecidos com o país importador, o que significa maior facilidade e conhecimento desses mercados compradores. (MAPA *et. all*, 2008, p. 47)

No que diz respeito aos preços da arroba do boi gordo, o cenário é bom. O gráfico 1 mostra o comportamento dos preços diários de Campo Grande (objeto do estudo) e do contrato futuro negociado na BM&F, de janeiro de 2007 à 30 de julho de 2008. Há uma tendência de elevação nos preços recebidos e esperados pelos produtores.

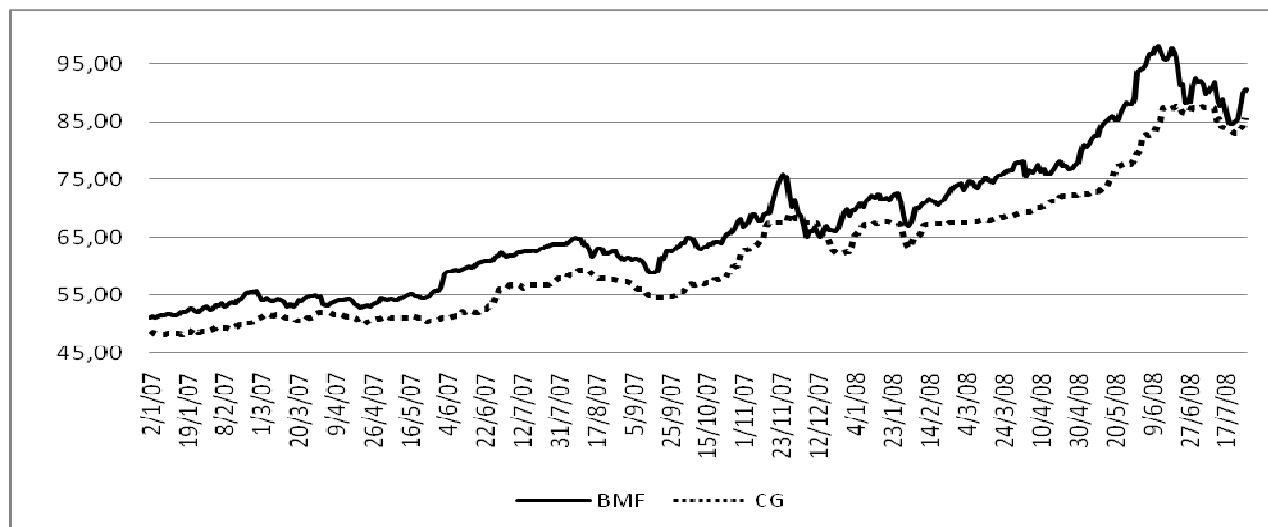


Gráfico 1: Preços diários da arroba do boi gordo, físico em Campo Grande e futuro BM&F.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da BM&F e CEPEA (2008).

Fica evidente que há um cenário otimista à pecuária de corte brasileira, tanto no que diz respeito ao volume exportado, a consolidação no mercado internacional, às compras de plantas em países estratégicos e também nos preços recebidos.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

#### 3.1 Programação Linear

Problemas que envolvam programação linear têm sido vastamente aplicados a questões de otimização, seja de maximização ou minimização. Simon & Blume (2004, pgs 407, 421) considera o problema de otimização dentre os mais importantes da teoria econômica. Tendo em vista que muitas vezes a Economia é definida como o estudo da alocação ótima de recursos escassos, a palavra “ótima” e a “escassa” tem um aspecto fundamental. A segunda remete ao fato de que os objetos de otimização não podem assumir quaisquer valores, estão condicionados ou restritos. E sendo assim, o termo “ótima” exige a melhor utilização possível deste recurso, de forma a maximizar (lucro, produção, utilização, etc) ou minimizar (custos, tempo, operações, etc) a função objetivo.

Diante da questão da otimização, varias aplicações são feitas por técnicas de programação matemática. Segundo Caixeta Filho (1997, p.5) “... técnicas de programação matemática, em particular programação linear (PL, ou LP – mais uma combinação de letras!) se enquadra sobre a ótica de modelagem normativa”. Para este autor, a programação linear nada mais é do que um aprimoramento de uma técnica de “resolução de sistema de equações lineares via inversões sucessivas de matrizes (...) com a vantagem de incorporar uma equação linear adicional representativa de um dado comportamento que deva ser otimizado”.

A propagação e uso se deu principalmente após a segunda grande guerra. Segundo Caixeta-Filho (1997, pgs.5,6) alguns passos, na resolução e aplicação de modelos de programação linear, devem ser observados, dentre eles:

1. Definir o objetivo básico do problema: maximização ou minimização;
2. Definir as variáveis de decisão envolvidas o modelo, como: área a ser cultivada, tipos de culturas, classes de investimento, dentre outras; e
3. Restrições do problema, como: capital disponível, capacidade de produção, disponibilidade de mão-de-obra, entre outros.

Outra questão de suma importância é a de que todas as expressões devem ser lineares, já que se trata de um problema de programação linear. Caixeta-Filho (1997, p.6) chama atenção de que respeitada esta questão, a estrutura matemática se torna mais simples, mas perde no tocante a representação da realidade de fenômenos que não se comportam de forma linear.

Questões de cunho econômico, que envolva programação linear tem sido amplamente utilizada na literatura brasileira. Caixeta-Filho *et. all.* (2002), aplicou a metodologia para o problema da otimização do planejamento de produção e da comercialização de lírios. A questão era maximizar o lucro respeitando as oportunidades do mercado (sazonalidade no consumo de flores) e gerenciar de forma eficiente o ciclo de



produção e de comercialização. Diante do crescimento da empresa em questão, ficou praticamente impossível ao gestor da empresa, planejar todas as atividades envolvidas desde a compra dos bulbos<sup>3</sup> até a entrega ao comprador. Tornou-se necessário a utilização de ferramentas que o auxiliassem a tomada de decisões e otimizasse todo o processo.

Marques *et. all.* (2004) estudaram a ocupação econômica de uma área agrícola de 500ha em Piracicaba-SP com culturas irrigadas, cujo objetivo era analisar situações diante da disponibilidade de água. Dentre estas situações, uma era a de tentar maximizar algum índice de performance e a outra minimizar algum custo envolvido. Os resultados mostraram a necessidade de planejamento no uso deste recurso escasso.

Oenning *et. all.* (2004) estudaram a aplicação da teoria das restrições e programação linear sob o enfoque da otimização da produção. Estes autores buscavam maximizar o resultado em uma empresa, e para isso a necessidade de maximizar os processos envolvidos.

Xavier *et. all.* (2007) aplicou modelos de programação linear em um problema de localização de frigoríficos no estado do Mato Grosso do Sul. Através de uma programação linear mista, os autores chegaram à uma redistribuição ótima das plantas frigoríficas naquele estado, mas também concluíram que a atual distribuição é boa. Além desta primeira conclusão, no que tange a capacidade instalada de abate, haviam plantas com capacidade superdimensionada e também outras localidades com capacidade subdimensionada.

Brunetti & Reis (2008) fizeram um estudo com o objetivo de realocar as plantas dos frigoríficos bovinos no estado do Mato Grosso do Sul, rever as capacidades de abates e também a quantidade de animais necessários para atender a demanda final. Os autores construíram dois cenários, o primeiro foi baseado em fretes baixos e altas distâncias e o segundo, baseou-se em fretes altos e baixas distâncias.

Da breve revisão de literatura realizada, observa-se uma variedade grande de possibilidades de aplicações de problemas que envolvam a programação linear. No entanto, observa-se escassez de trabalhos que envolvam o objetivo aqui proposto. Ainda mais, que envolve uma questão extremamente usada pelo mercado e que será muito útil para melhor compreender o problema.

### 3.2. Descrição do Processo Logístico

O objetivo do modelo adotado é o de minimizar o custo da logística envolvida. Não se trata apenas de alcançar o mínimo custo do transporte, pois no processo estão envolvidas outras variáveis, como: estufagem do contêiner, retirada do “vazio”, depósito do “cheio” e os prazos envolvidos. Por isso, estratégias que não se limitam apenas ao transporte devem ser adotadas, se aproximando muito mais de um problema logístico.

O esquema descrito na figura 2 traz o problema a ser estudado. Um frigorífico, situado em Campo Grande – MS têm duas opções de escoar seu produto de exportação: transportá-lo via cavalo mecânico acoplado a uma carreta tipo baú refrigerado com capacidade de 21,5 toneladas ou via cavalo mecânico engatado em carreta tipo porta contêiner (40 pés, refrigerado) com capacidade de carga de 27 toneladas. Há ainda a possibilidade de exportar via porto de Santos ou Guarujá. No entanto, adotou-se como

<sup>3</sup> Organismo que dá origem as flores, importado da Holanda.

fornecimento via relação contratual, um total de 300 toneladas ao dia. Além dessa restrição, somente é possível estufar um total de cinco contêineres ao dia.

### **3.2.1 Transporte via carreta tipo baú refrigerado**

A adoção desta opção de transporte tem suas vantagens. Em primeiro, não há necessidade de nenhum profissional do frigorífico com prática ou treinamento especializado em estufar um contêiner, que exige uma amarra da carga diferente, tendo em vista o interior de um contêiner não ser iguala de um baú. A capacidade de carga deste veículo é de 21,5 toneladas, contra 27 de um contêiner. O processo, no caso em Campo Grande, será mais ágil tendo em vista a especialização da equipe logística em carregar as carretas do tipo baú.

A questão da estufagem seria transferida ao armazém/depósito localizado em Santos, que por sua vez, é especializado neste tipo de serviço. O receptor desta carga fica encarregado de descarregar o produto originado da indústria frigorífica, carregar o contêiner, lacrá-lo, informar o número do laço ao despachante aduaneiro e por fim dar a ordem para que o mesmo seja entregue no terminal portuário, que pode ser Santos ou Guarujá. Este processo está descrito na figura 2 através dos fluxos de transporte: C; D e E (porto do Guarujá) ou F e G (porto de Santos). Um fator importante é o custo da estufagem (processo de transferir a carga para o interior do contêiner) que deverá ser pago ao armazém/depósito localizado em Santos, que para fins do trabalho terá um custo estimado em R\$ 700,00 por contêiner.

### **3.2.2 Transporte via carreta tipo porta contêiner**

A outra forma de transporte é a utilização de carreta tipo porta-contêiner. Neste caso, é retirado o contêiner refrigerado no terminal portuário (Santos ou Guarujá), o veículo segue vazio até o frigorífico, onde será estufado e lacrado, e em seguida será entregue diretamente no terminal portuário onde o mesmo foi retirado. Com este processo, não há a necessidade da utilização do armazém/depósito em Santos. A particularidade é que neste caso, necessariamente deverá haver profissionais especializados no frigorífico em verificar as condições do contêiner, como pontos de ferrugem ou de luz, adequado funcionamento do sistema de refrigeração e se as portas estão em acordo quanto ao fechamento e abertura. A princípio, parece um processo simples, mas na verdade é muito particular diante do cliente destinatário (país de destino da carga), e nenhuma falha poderá haver sob pena de não aceitação da carga e incorrer em altos custos envolvidos além de problemas contratuais pertinentes.

Diante de todas estas exigências, a prioridade de carregamento no frigorífico muitas vezes passará a ser o contêiner em detrimento aos demais veículos, onde qualquer tipo de falha poderá atrasar todo o escoamento da produção. Por estas razões, o custo de estufagem será estipulado em R\$ 1.000,00 por contêiner e a capacidade diária do frigorífico será de cinco estufagens ao dia.



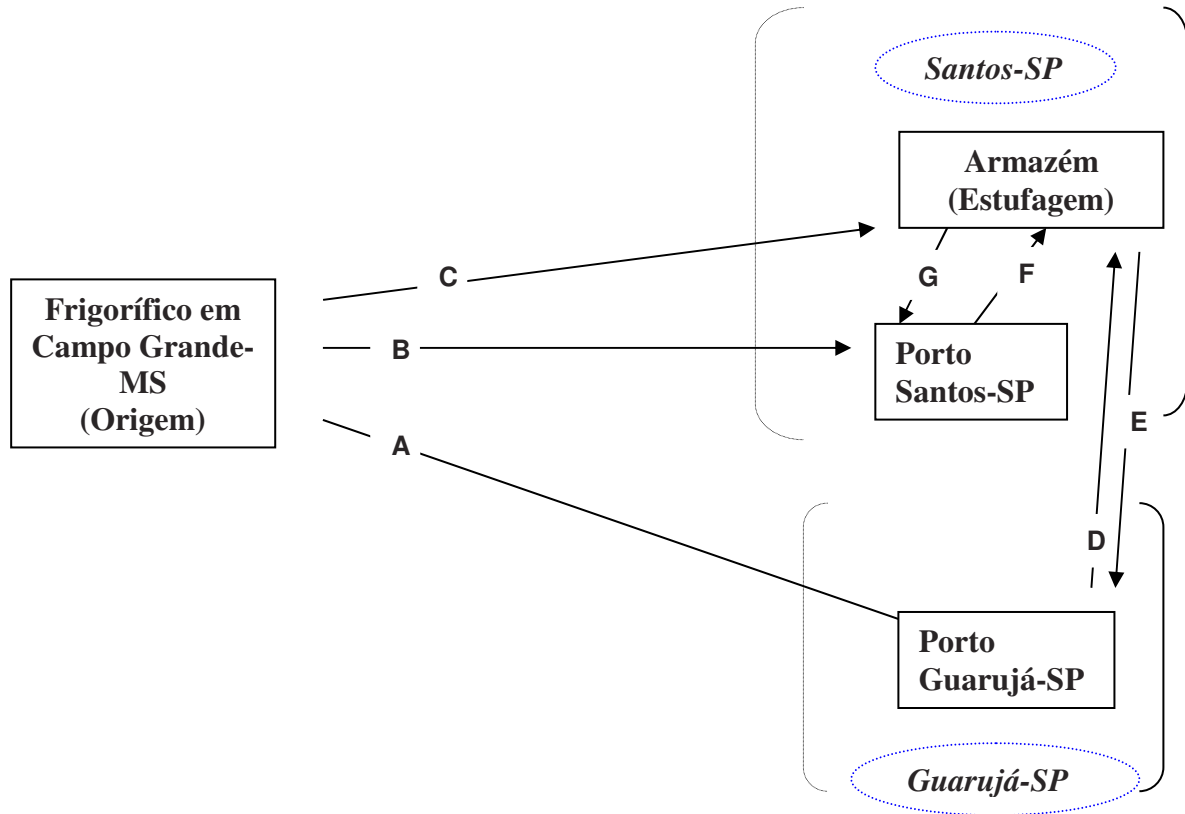


Figura 2: Esquema das possibilidades de exportação de carnes.

Fonte: Elaboração dos autores.

#### Fluxos de Transporte:

- Fluxo A: Container 40" refrigerado, Guarujá X Campo Grande X Guarujá;
- Fluxo B: Container 40" refrigerado, Santos X Campo Grande X Santos;
- Fluxo C: Carreta baú refrigerado, Campo Grande X Santos;
- Fluxo D: Container 40" refrigerado "vazio", Guarujá X Armazém;
- Fluxo E: Container 40" refrigerado "cheio", Armazém X Guarujá;
- Fluxo F: Container 40" refrigerado "vazio", Santos X Armazém; e
- Fluxo G: Container 40" refrigerado "cheio", Armazém X Santos.

### 3.3. Modelo Matemático

O objetivo do modelo será o de minimizar os custos do processo de exportação que envolve diretamente o transporte e estufagem. Sendo possível com o resultado alcançado, tomar a decisão de qual será o melhor porto e tipo de veículo adotado para a realização do transporte. O software utilizado para resolução do problema foi o GAMS (*General Algebraic Modeling System*). A estrutura do modelo é a seguinte:

### Índices

- $i$  porto de destino: Santos e Guarujá;
- $j$  tipo de veículo: carreta tipo baú e carreta tipo porta contêiner;

### Demais variáveis no modelo:

- $W_{ij}$  custo do transporte ao porto 'i' pelo veículo 'j';
- $X_{ij}$  quantidade transportada ao destino 'i' pelo veículo 'j';

### Função Objetivo:

$$MIN \quad \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 W_{ij} X_{ij}$$

### Sujeito às restrições:

- Produção mínima, determinada via contrato, em determinada unidade de tempo:

$$21,5 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^1 X_{i,j} + 27,0 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=2}^2 X_{i,j} \geq 300$$

- Capacidade de estufagem de contêineres no frigorífico por unidade de tempo:

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 X_{i,j} \leq 5$$

- Capacidade de carga dos veículos:
  - Carreta tipo baú: 21,5 ton
  - Carreta porta contêiner: 27 ton

### 3.3. Dados

O problema irá tratar do custo total do transporte dado à capacidade de estufagem e produção diária do frigorífico. Sendo assim serão necessários os preços dos fretes de todos os fluxos envolvidos e também o custo de estufagem da carga. O frete da carreta tipo baú refrigerado de Campo Grande à Santos foi coletado junto ao SIFRECA – ESALQ-LOG. Os demais fretes foram coletados em pesquisa realizada junto à três transportadoras especializadas na cidade de Santos. A capacidade e os custos de estufagem foram estimados.

## 4 RESULTADOS

Como resultados do modelo obtiveram-se o menor custo de transporte de carnes para exportação e também qual o melhor conjunto por tipos de veículos dado a capacidade produtiva do frigorífico e o limite máximo de estufagens de contêineres. Tanto o arquivo de entrada quanto o de saída estão nos anexos deste artigo. Os custos envolvidos no transporte para cada um dos tipos de veículos estão descritos na tabela 3.

Tabela 3: Custos dos fretes rodoviários

	Santos (R\$)	Guarujá (R\$)
Contêiner: Campo Grande (Fluxos A e B)	5.350,00	5.600,00
Contêiner: Santos (Cheio) (Fluxos G e E)	420,00	550,00
Contêiner: Santos (vazio) (Fluxos F e D)	200,00	350,00
Carreta Baú Refrigerada (Fluxo C)	4.085,00	—

Fonte: SIFRECA e pesquisa realizada pelos autores.

Na tabela 4 constam as quantidades ótimas de cada tipo de veículo, respeitando-se as restrições já discutidas anteriormente.

Tabela 4: Quantidade ótima transportada por tipo de veículo.

	Contêiner		Carreta	
	Quantidade (und)	Carga Total (Ton)	Quantidade (und)	Carga Total (Ton)
Santos	5	135	8	172
Guarujá	0	0	0	0

Fonte: Resultados da Pesquisa

A partir dos resultados da tabela, têm-se uma questão essencial: o total em toneladas de carnes está acima da estabelecida via contrato entre as partes, de 300 toneladas. O total transportado em contêineres e carretas é de 307 toneladas. Por outro lado, é a melhor opção, a que minimiza os custos da logística envolvida para o total da carga. Os valores da função objetivos, para os fluxos descritos na tabela foram de R\$ 74.990,00.

Diante do exposto na tabela 4, o melhor porto de destino é o de Santos em detrimento ao de Guarujá. Do total transportado, cinco veículos do tipo porta contêiner deverá sair de Santos, seguir para o frigorífico em Campo Grande, estufar e seguir viagem novamente, agora carregado até o terminal portuário também em Santos, para entregar a mercadoria. Nesta opção, não houve a necessidade de utilização do armazém e o fluxo é descrito pela alternativa B na figura 2. Quanto as oito carretas, obrigatoriamente deverão seguir até o armazém e descarregar a carga. Outros veículos porta contêiner, deverão completar o transporte até o terminal portuário em Santos. Estes fluxos de transporte estão descritos na figura 2, pelos caminhos C (carretas) e F e G (contêineres).

Acerca da restrição de capacidade do frigorífico, a opção otimizada está resumida na tabela 5, a seguir. Ao respeitar esta restrição, a quantidade transportada deverá ser 5 contêineres e 7,67 carretas do tipo baú refrigerado.

Tabela 5: Quantidade ótima transportada por tipo de veículo.

	Contêiner		Carreta	
	Quantidade (und)	Carga Total (Ton)	Quantidade (und)	Carga Total (Ton)
Santos	5	135	7,67441	165
Guarujá	0	0	0	0

Fonte: Resultados da Pesquisa

Ocorre que não é viável economicamente transportar fracionada de carga em um veículo, seja ele qual for. O ideal, sempre é utilizar a capacidade máxima permitida por veículo. Sendo assim, esta opção não é a ideal minimizadora de custos, o que força a utilizar apenas sete carretas, tendo em vista que o uso de oito, conforme a tabela 4 ultrapassa o limite de produção do frigorífico. A adoção deste número de carretas dado pela tabela 5, mais os cinco contêineres geram um total de 285,50 toneladas, ficando um resíduo a transportar de 14,50 toneladas. Os fluxos (figura 2), para este problema são os mesmo indicados pelos resultados da tabela 4, já descritos anteriormente. O custo total deste fluxo de transporte, incluído o transporte fracionado de um veículo (0,67441), é R\$ 73.230,33.

Diante do exposto pelos resultados até o momento, têm-se um importante impasse: incorrer em uma opção não minimizadora de custos ou em produto não transportado? A resposta a esta questão está na tabela 4, onde o ideal é o transporte de 307 toneladas, ou seja, caso haja capacidade do frigorífico em aumentar a oferta em 7 toneladas, acima do estabelecido via contrato.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste artigo indicam que não é uma opção minimizadora de custos o uso do porto da cidade do Guarujá, seja o transporte realizado por carreta tipo baú ou porta contêiner. Um dos limitadores de se utilizar esta opção é que apenas está disponível a possibilidade de se estufar as carretas tipo baú na cidade de Santos, a outra é o frete mais caro até o Guarujá. Uma das opções verificadas foi a de aumentar a capacidade do frigorífico para 307 toneladas, o que irá possibilitar uma saída de 5 carretas do tipo porta contêiner e 8 carretas baú, o que gerou um custo total de R\$ 74.990,00. Caso não seja possível elevar a capacidade da planta frigorífica, têm-se duas possibilidades: transportar todo o volume produzido e usar uma carreta com quantidade ociosa de carga ou optar por usar 7 carretas e incorrer em um resíduo de produto de 14,5 toneladas, que seriam transportadas em um fluxo posterior.

O importante deste trabalho, mesmo que incipiente, foi o de identificar um problema real no transporte de carnes para exportação. A questão da adoção do tipo de veículo sempre é uma decisão importante e constante que o gestor logístico no frigorífico deve fazer. Quanto a limitação da pesquisa, a principal é a necessidade de se adotar dados reais, como: capacidade de abate, volume destinado à exportação e ao mercado interno, disponibilidade de frota própria (o que torna necessário a maximização de seu uso), capacidade de estufagem do armazém e também os custos de se escoar a carga via Santos e Guarujá, que vai ser um condicionante na decisão.

Quanto a pesquisas futuras, é um tema relevante e pouco explorado. Com a disponibilidade dos dados necessários e citados anteriormente, é possível, através da programação linear, determinar a quantidade e o conjunto de veículos que minimize os custos totais envolvidos.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC - Anuário Brasileiro da Pecuária. São Paulo, **FNP: Consultoria & Comércio**, 2007.

APPA, Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina < <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/> > acessado em 17 de novembro de 2008.

BRUNETTI, L. REIS, J. D. Realocando os Frigoríficos no Estado do Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 46. **Anais**. Rio Branco, 2008.

CAIXETA-FILHO, J.V; **Pesquisa Operacional Aplicada ao Sistema Agroindustrial**. Ed. Atlas, São Paulo, 1997.

CAIXETA-FILHO, J.V; SWAAY-NETO, J.M; WAGEMAKER, A.P. Optimization of the Production Planning and Trade of Lily Flowers at Jan de Wit Company. *Interfaces Informes*, 2002, vol 32, nº1, p. 35-46.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADAS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA); CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNA). **Ativos da Pecuária de Corte**. Ano 2, Ed. 5, Abril de 2008, Piracicaba-SP.

CNA, Confederação Nacional da Industria. < <http://www.cna.gov.br> > acessado em 17 de novembro de 2008.

CODESP, Companhia das Docas do Estado de São Paulo < <http://www.portodesantos.com/codesp.php> > acessado em 17 de novembro de 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. < <http://www.ibge.gov.br> > acessado em 17 de novembro de 2008.

MACEDO, L.O.B. Modernização da Pecuária de Corte Bovina no Brasil e a Importância do Crédito Rural. **Informações Econômicas**. Vol. 36, nº7, p. 84-95, 2006, São Paulo-SP.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. < <http://www.agricultura.gov.br> > acessado em 17 de novembro de 2008.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, SPA – Secretaria de Política Agrícola, IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. **Cadeia Produtiva de Carne Bovina**. Série Agronegócios, vl 8, jan. 2007.

MARQUES, P. A. A.; CAIXETA FILHO, J. V.; FRIZZONE, J. A. Estudo da ocupação

econômica de área agrícola através de programação linear incluindo risco para Piracicaba/SP (Compact disc). In: 33º. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais**. São Pedro, 2004.

MIRANDA, S.H.G. **Quantificação dos efeitos das barreiras não-tarifárias sobre as exportações brasileiras de carne bovina**. 2001. p. 233. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

MDIC, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior <  
<http://www.desenvolvimento.gov.br>> acessado em 17 de novembro de 2008.

OENNING, V; RODRIGUES, L.H; CASSEL, R.A; ANTUNES JUNIOR, J.A.V. Teoria das Restrições e Programação Linear. Uma Análise Sobre o Enfoque da Otimização da Produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24. Florianópolis, 2004.

SIMON, C.P; BLUME, L. **Matemática Para Economistas**. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2004.

TSUNECHIRO, A. & MARTINS, V. A. Valor da produção agropecuária do Brasil em 2003, por Unidade da Federação. In: **Informações Econômicas**, volume 36, n. 2, Fevereiro/2006.

XAVIER C.E.O., CANO C.J.Z, CRUZ JUNIOR J.C., CAIXETA FILHO J.V, Localização ótimas de frigoríficos no Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 45. **Anais**. Londrina, 2007.