

Sazonalidade nos fretes e preferências dos embarcadores no mercado de transporte de grânéis agrícolas¹

Ricardo S. Martins

Pós-Doutorando em Economia Regional no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/FACE/UFMG). Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Pesquisador do Grupo de Pesquisa em Transporte, Logística e Modelagem de Sistemas (Translog). Rua Curitiba, 832 9º andar 30.170-120 Belo Horizonte - MG – ricleimartins@uol.com.br

Débora da Silva Lobo

Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Transporte, Logística e Modelagem de Sistemas (Translog).
Cx. Postal 520 85.900-970 Toledo PR – dslobo@uol.com.br

Maria da Piedade Araújo

Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e Doutoranda em Economia Aplicada pela ESALQ/USP. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Agronegócio e Desenvolvimento Regional (GEPEC) Cx. Postal 520 – Toledo PR mparaujo@carpa.ciagri.usp.br

Resumo

Neste artigo, foram estudadas algumas características do mercado de transporte para cargas do agronegócio paranaense, tais como a ocorrência de variações cíclicas sazonais no valor do frete e os atributos relevantes do serviço do transportador, sob o ponto de vista do embarcador. Os métodos consistiram no uso da Análise harmônica e da Preferência declarada, tendo por base os fretes do Sifreca e pesquisa de campo. Embora graficamente tenha sido bastante perceptível as variações cíclicas dos fretes, não se obteve êxito na comprovação estatística da ocorrência da sazonalidade. O tamanho e as características da amostra, os impactos de outras variáveis na formação do frete, as variações na produção e nas estratégias dos embarcadores podem ter prejudicado um melhor resultado estatístico. Quanto aos atributos, “garantia” foi o mais desejável na contratação dos serviços. Estas prioridades dos embarcadores orientaram na elaboração de novas estratégias de contratação de fretes, partindo para prestadores de serviço mais formalizados, com relação contratual.

Palavras-chave: Frete; Logística; Agronegócio brasileiro; Análise harmônica; Preferência Declarada.

Abstract

In this paper, they had been studied some characteristics of the Paraná's agribusiness freight market, as the occurrence of season cyclical variations in the value of the freight rate and the relevant attributes of the transporter service, under the point of view of the shipper. The methods had consisted of the use of the Harmonic analysis and the Stated preference, using the Sifreca data base of freight rate and interviews with shippers. Although graphically it has been sufficiently perceivable the cyclical variations of the freights, success in the evidence was not gotten statistics of the occurrence of the seasonality. The size and the characteristics of the sample, the impacts of others variables in the formation of the freight rate, the variations in the production and the strategies of the shippers can have wronged the one best one resulted statistician. About to the attributes, "guarantee" was the most desirable one in the act of contract of the services. These priorities of the shippers had guided in the elaboration of new strategies of act of contract of freights, looking for legalized rendering of service, with contractual relation.

Key-words: freight rate; logistics; Brazilian agrobusiness; Harmonic analysis; Stated Preference.

¹ Com base nos resultados de projeto financiado pela Fundação Araucária, Conv. 016/2003, intitulado *Logística agroindustrial paranaense: estudo dos fretes*.

Sazonalidade nos fretes e preferências dos embarcadores no mercado de transporte de grãos agrícolas

Resumo

Neste artigo, foram estudadas algumas características do mercado de transporte para cargas do agronegócio paranaense, tais como a ocorrência de variações cíclicas sazonais no valor do frete e os atributos relevantes do serviço do transportador, sob o ponto de vista do embarcador. Os métodos consistiram no uso da Análise harmônica e da Preferência declarada, tendo por base os fretes do Sifreca e pesquisa de campo. Embora graficamente tenha sido bastante perceptível as variações cíclicas dos fretes, não se obteve êxito na comprovação estatística da ocorrência da sazonalidade. O tamanho e as características da amostra, os impactos de outras variáveis na formação do frete, as variações na produção e nas estratégias dos embarcadores podem ter prejudicado um melhor resultado estatístico. Quanto aos atributos, "garantia" foi o mais desejável na contratação dos serviços. Estas prioridades dos embarcadores orientaram na elaboração de novas estratégias de contratação de fretes, partindo para prestadores de serviço mais formalizados, com relação contratual.

Palavras-chave: Frete; Logística; Agronegócio brasileiro; Análise harmônica; Preferência Declarada.

Abstract

In this paper, they had been studied some characteristics of the Paraná's agribusiness freight market, as the occurrence of season cyclical variations in the value of the freight rate and the relevant attributes of the transporter service, under the point of view of the shipper. The methods had consisted of the use of the Harmonic analysis and the Stated preference, using the Sifreca data base of freight rate and interviews with shippers. Although graphically it has been sufficiently perceivable the cyclical variations of the freights, success in the evidence was not gotten statistics of the occurrence of the seasonality. The size and the characteristics of the sample, the impacts of others variables in the formation of the freight rate, the variations in the production and the strategies of the shippers can have wronged the one best one resulted statistician. About to the attributes, "guarantee" was the most desirable one in the act of contract of the services. These priorities of the shippers had guided in the elaboration of new strategies of act of contract of freights, looking for legalized rendering of service, with contractual relation.

Key-words: freight rate; logistics; Brazilian agrobusiness; Harmonic analysis; Stated Preference.

1. Introdução

Os estudos nas áreas dos transportes têm aplicações relevantes na atual realidade da economia brasileira, haja vista severas restrições, principalmente, de estradas, ferrovias, hidrovias e portos, em quantidade e qualidade. Uma dessas aplicações refere-se aos estudos da logística utilizada pelo conjunto de negócios formados a partir do processamento da matéria-prima de origem agropecuária, dada a extrema sensibilidade da competitividade dos produtos dos agronegócios aos custos de movimentação de materiais e produtos. Estima-se que, em média, a participação dos custos de transporte, no preço final dos produtos agrícolas no atacado, seja mais que duas vezes maior em relação aos produtos manufaturados.

Há que se considerar também que os custos de transporte se tornam mais significativos nas cadeias agroindustriais, considerando-se a crescente interdependência entre o setor de produção agropecuária e as demais atividades ex-ante e ex-post. Além disso, os custos de transporte devem ser considerados como a composição dos fretes associados aos custos associados às características de qualidade dos serviços, que incluem

velocidade e tempo total de entregas, confiabilidade, flexibilidade, rotas e outros indicadores da logística.

Mello (1984) chama atenção para as especificidades que envolvem o agronegócio e os transportes. Dadas algumas peculiaridades da matéria-prima agrícola, como sazonalidade da produção e conseqüentemente sobre a demanda de transporte, perecibilidade de seus produtos, forte sensibilidade aos preços internacionais e produção pulverizada espacialmente, as estratégias de aumento de produção agrícola, requerem planos concomitantes de escoamento e armazenagem da produção. Dessa forma, sistemas de transporte eficientes e de baixo custo são forças competitivas de grande relevância nos mercados agrícolas e de produtos agroindustrializados.

No aspecto qualitativo, os sistemas de transporte devem disponibilizar serviços dentro das expectativas dos embarcadores. Além de ser um diferencial competitivo a favor do transportador atento a estas demandas, o aprimoramento da qualidade no transporte pode reverter em redução do custo do produto final, resultado da redução dos custos de transação ou das perdas, por exemplo.

Em linhas gerais, a melhor compreensão de aspectos do mercado de fretes, tais como a possibilidade de previsão dos preços desse insumo (transporte) e as preferências dos usuários dos serviços de transporte, os embarcadores, têm a finalidade de sinalizar para o mercado informações tanto para a elaboração de suas estratégias de comercialização quanto na identificação das necessidades e desenvolvimentos esperados no setor de transporte de cargas.

Assim, o objetivo geral da presente pesquisa foi investigar a existência de sazonalidade dos fretes e sua eventual localização temporal e fazer um levantamento com embarcadores de grãos agrícolas com vistas a identificar os atributos relevantes, sob o ponto de vista do embarcador, em relação aos serviços oferecidos pelo transportador.

2. A formação de preço do transporte

Pode-se sistematizar os fatores que interferem na determinação dos fretes em dois grupos. O primeiro consiste de fatores que afetam a demanda por transporte diretamente. O segundo grupo consiste de fatores que afetam os custos da prestação dos serviços, afetando a demanda de forma indireta, resultando em alterações nos custos de transporte e preços e nos serviços oferecidos. Dentre os fatores do primeiro grupo, pode-se destacar a performance da economia, de forma que a demanda por transporte é normalmente referenciada como uma “demanda derivada”. Segundo Ramanathan (2001), na Índia, a movimentação de cargas cresce a uma taxa superior ao crescimento industrial, tendo sido estimada uma elasticidade de 1,183. A elasticidade-renda dos serviços de transporte no Brasil foi estimada em 0,57 por Malliagos (1997) e 1,08 por Geipot (1999).

Outras variáveis também exercem influência sobre a movimentação de cargas, tais como algumas estratégias empresariais, como localização, gestão da produção, política de estoques e centralização de armazéns; acordos internacionais de comércio, como o Mercosul e o Nafta, materiais para embalagens (inovações em materiais mais leves); fluxos reversos (por exemplo, com a finalidade de reciclagem).

Alguns fatores, porém, influenciam a demanda por transporte através dos custos e dos serviços, tais como a regulação/desregulamentação, preços dos combustíveis, inovações nos veículos e limites de peso e congestionamentos.

Conforme Janelle e Beuthe (1997), a demanda por transporte incorporou alguns aspectos que respondem a era da globalização, como linhas mais longas e específicas, maior sensibilidade ao tempo gasto nas operações, embarques, desembarques, maior confiabilidade nas redes de comunicação e redes de computadores, velocidades nos movimentos e transações e padronização de equipamentos e procedimentos.

Alguns estudos evidenciaram estes novos impactos sobre a demanda por transporte. Na Europa, Nielsen et al. (2003) relata que, na última década, a estrutura de crescimento da demanda por transporte mudou de diversas formas, sendo a mais importante delas a perda de cargas do trem para o caminhão e o crescimento das redes logísticas. Uma explicação para isso pode-se relacionar com as mudanças na demanda induzida por razões logísticas, especialmente o aumento da flexibilidade das estruturas de produção e distribuição e a melhoria da infra-estrutura.

O novo padrão dos sistemas de produção requer nova e crescente demanda por transporte. Deste modo, os custos de transporte não podem ser vistos como um elemento isolado, como anteriormente abordados pelas teorias de localização, mas, sim, como parte integrante do processo de produção. Por exemplo, Arcelus e Rowcroft (1993) relatam que a implementação de suprimentos nos moldes *just in time* muitas vezes são inviabilizados pelos acréscimos nos custos logísticos totais ocorridos em função do encarecimento dos fretes unitários (\$/t), à medida em que diminuem-se os volumes embarcados.

Por outro lado, os diferentes modais de transporte devem ser vistos como partes da cadeia de transporte – disponibilizando serviços como estoque, embalagem, expedição e seguros.

Assim, atualmente, os transportes estão integrados nos processos de produção, distribuição e consumo (Pedersen, 2001). Desta forma, como sistematizado por Nielsen et al. (2003), os sistemas de transporte são pensados como uma parte integrante da cadeia de suprimentos e submetem-se aos objetivos agregados, relacionados aos níveis regional ou industrial.

O que Pedersen (2001) destacou como cadeia logística pode ser uma ferramenta para uma abordagem mais ampla nos estudos sobre o setor de transporte. A cadeia logística consiste de uma série de conexões que juntas movimentam uma matéria-prima do produtor ao consumidor final. As conexões individuais na cadeia podem consistir de diferentes

modais de transporte, diferentes atividades de processamento, embalagem e armazenamento.

2.1 Determinação do frete: evidências para o agronegócio

Na busca de variáveis explicativas, pode-se localizar uma concentração em torno da abordagem da estrutura dos fretes praticados, considerando-se a distância como principal fator de determinação de valores, independentemente do modal utilizado.

Todas as variáveis são levadas em consideração na determinação dos preços de frete, mas o principal mecanismo a ser considerado é a negociação entre os agentes. A demanda de serviços nesse mercado, na maioria dos casos, detém o poder de negociação frente à oferta de serviço de transporte, criando assim um sistema no qual há um grande número de empresas disputando um mercado composto por um pequeno número de demandantes importantes, situação teórica descrita no conceito de oligopsonio.

Correa Júnior *et al.* (2001), citando Beilock *et al.* (1996), afirmam também que, de modo geral, estudos que procuram identificar os determinantes dos fretes rodoviários são, primeiramente, dependentes das distâncias e ajustados por outros fatores. A distância percorrida influi no valor unitário do transporte, ou seja, no frete por tonelada (R\$/t), implicando a sensibilidade do valor em relação à quilometragem rodada.

Alguns estudos estimaram coeficientes que mensuravam esta relação para o caso brasileiro. Castro (2002) relata os coeficientes estimados para os impactos da distância na formação do frete de 0,0366 para o transporte rodoviário, 0,0154, para o ferroviário, e 0,0328 para o hidroviário na formação dos fretes. Correa Júnior (2001) encontrou a relação 0,036 na formação do frete rodoviário da soja. Teixeira Filho (2001) estimou a relação frete-distância para lotes como sendo 0,0135 para o modal rodoviário e 0,6253 para o ferroviário.

Veja-se exemplo do agronegócio brasileiro, Tabela 1. Maiores distâncias implicam fretes unitários superiores (R\$/t). Porém, pode-se também observar que a remuneração do quilômetro percorrido (R\$/t.km), o momento do transporte, caminha em trajetória inversa.

Tabela 1: Fretes rodoviários para a movimentação da soja em novembro de 2003

Origem	Destino	km	R\$/t.	R\$/t.km
Jataí – GO	Mairinque – SP	976	60,00	0,0615
Jataí – GO	São Simão – GO	187	24,00	0,1283

Fonte: Informe Sifreca, 7(80), dezembro de 2003.

Os custos operacionais podem influenciar o preço do frete praticado. Porém, há evidências de ocorrência de movimentos em intensidade bastante diferenciada uma vez que as diferenças regionais na interação entre forças da demanda e da oferta de serviços de

transporte podem impedir que o impacto da elevação de custos operacionais sobre os valores dos fretes seja direto e homogêneo em todas as regiões. Neste caso, regiões com melhores estruturas de armazenamento deverão pressionar menos o mercado nos períodos de safra, provocando menor sazonalidade nos preços praticados no mercado de fretes, assim como regiões bem servidas por mais que um modal.

Por sua vez, a existência de possibilidade de carga de retorno faz com que diminua o preço do frete. Mas, o uso deste expediente somente é interessante caso a carga esteja disponível logo que a carga principal seja descarregada. Para viagens com destino a Ponta Grossa, por exemplo, o frete da soja é mais barato, pois, existe grande possibilidade de obtenção de carga de retorno, principalmente, calcário (Tabela 2), pois a região concentra as usinas exploradoras desse insumo agrícola que é levado para as regiões produtoras.

Tabela 2: Fretes rodoviários para a movimentação da soja em fevereiro de 2003

Origem	Destino	km	R\$/t.	R\$/t.km
Campina da Lagoa – PR	Ponta Grossa – PR	339	24,93	0,0735
Jataí – GO	Itumbiara – GO	276	30,25	0,1096

Fonte: sifreca.esalq.usp.br

Castro (2002) reafirma esta hipótese de que os usuários pagam tarifas maiores em rotas e/ou destinos com menores probabilidades do transportador encontrar frete de retorno ou equivalente.

O mercado de fretes também é sensível à especificidade dos ativos. Por exemplo, os embarcadores do óleo de soja e do suco de laranja exigem caminhões específicos para o transporte. Os ofertantes consideram a especificidade, o risco e a frequência da prestação do serviço. Dessa forma, os fretes refletem as exigências da carga, conforme é mostrado na Tabela 3, pois há a necessidade de remunerar o ativo específico, o caminhão tanque. No caso de cargas sensíveis, que apresentam altos volumes de perdas, remunera-se também o serviço mais especializado.

A sazonalidade da demanda também tem influência em relação ao frete. Kavussanos e Alizadeh-M (2002) encontraram fretes maiores nos meses de novembro e dezembro, mas que sofrem quedas nos meses de março a abril, para o transporte de óleo nos Estados Unidos, identificando períodos em que o mercado busca o produto enquanto fonte de aquecimento para diversas aplicações. Por exemplo, no Brasil, nos períodos da safra o valor é bem maior: no mês de março (pico da safra de verão) o frete se torna mais caro em relação à entressafra, no mês de novembro, como mostra a Tabela 4.

Tabela 3: Fretes rodoviários para a movimentação de alguns produtos, novembro de 2003

Produto	Origem	Destino	Distância	R\$/t
Ativos de transporte com baixa especificidade				
Açúcar sacas	Sud Menucci (SP)	Santos (SP)	63	60,00
Soja (granel)	Nova Mutum (MT)	Alto Taquari (MT)	50	48,67
Ativos de transporte para cargas refrigeradas				
Carne bovina	Bataiporã (MS)	São Paulo (SP)	63	108,00
Carga sensível				
Mamão	Linhares (ES)	Rio de Janeiro (RJ)	72	129,60
Tomate	Itaperuna (RJ)	São Paulo (SP)	40	96,58
Ativo de transporte específico para granéis líquidos				
Óleo de soja (granel)	Rio Verde (GO)	Contagem (MG)	93	71,00

Fonte: Informe Sifreca, 7(80), dezembro de 2003.

Tabela 4: Fretes rodoviários para movimentação da soja em novembro de 2003 e março de 2004

Origem	Destino	R\$/t	R\$/t.km	Meses
Jataí (GO)	Uberlândia (MG)	32,33	0,0787	Nov/03
Jataí (GO)	Uberlândia (MG)	41,73	0,1015	Mar/04

Fonte: Informe Sifreca, 7(80), dezembro de 2003 e 8(84), abril de 2004

Embora seja sensível na análise gráfica, comprovar estatisticamente a sazonalidade não é uma tarefa fácil. Foram feitos testes para vários produtos e para diversas faixas de quilometragem, não tendo sido obtido êxito significativo na identificação de comportamentos sazonais. Isso ocorre em função das características das séries temporais disponíveis, uma vez que dispõe-se de conjunto de dados de abrangência temporal restrita e com pequena disponibilidade de informações em faixas de quilometragem, sendo estes dados ainda impactados pelas variáveis anteriormente discutidas.

Todas as variáveis são levadas em consideração na determinação dos preços de frete, mas o principal mecanismo a ser considerado é a negociação entre os agentes. A demanda de serviços nesse mercado, na maioria dos casos, detém o poder de negociação frente à oferta de serviço de transporte, criando assim um sistema no qual há um grande número de empresas disputando um mercado composto por um pequeno número de demandantes importantes, situação teórica descrita no conceito de oligopsônio.

Dessa forma, Soares e Caixeta-Filho (2001), citam que o mercado de fretes é bastante competitivo e o preço determinado pelas interações de determinado tipo de demanda, oferta e ambiente faz com que os fretes técnicos, calculados com base em uma estimativa dos custos variáveis e fixos, têm-se distanciado bastante dos valores efetivamente praticados para o transporte de *commodities* agrícolas.

No contexto brasileiro, além desses aspectos, há também um viés que pode elevar o preço do frete, fruto do reduzido grau de competitividade intermodal no país, advindo da peculiaridade da prestação de serviços porta-a-porta desenvolvido pelo modal rodoviário, e principalmente, devido ao sub-aproveitamento do potencial de modais alternativos como o ferroviário e o hidroviário, o que colabora para a redução da concorrência entre os modais.

3. Procedimentos metodológicos

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos relativos à identificação de sazonalidade dos fretes no transporte de produtos selecionados do agronegócio paranaense e para a pesquisa de preferência declarada.

3.1 Sazonalidade e fretes

Para a análise dos fretes, foram feitas consultas ao Sistema de Fretes para Cargas Agrícolas (SIFRECA), do Centro de Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, que relaciona os fretes entre inúmeros pares de origem-destino no Brasil para cargas agrícolas. Com base nas informações de fretes (2000 a 2003), atualizados com o Índice Geral de Preços (IGP) de dezembro de 2003 e organizados por faixa de quilometragem.

A análise de sazonalidade desenvolvida nesta pesquisa está baseada na série temporal do valor do frete para os produtos café, soja, farelo e trigo para diferentes rotas no Paraná e outras que tenham localidades do estado como pontos de origem e destino. Objetiva-se avaliar se o valor do frete para estes produtos está sujeito a variações cíclicas, sazonais além, do elemento de tendência. Caso estes elementos estejam presentes, em que período é predominante, podendo-se com isto fazer previsões de preço.

De maneira geral, as séries temporais se caracterizam por quatro componentes que determinam sua variação:

- i) Tendência: mostra o comportamento da série em estudo, podendo ser crescente, decrescente ou constante;
- ii) Variação Sazonal: mostra as flutuações ocorridas dentro de um ano. A sazonalidade pode refletir diferentes estações do ano ou bem como período de safra e entressafra dos produtos agropecuários;
- iii) Variações Cíclicas: são flutuações que se repetem a intervalos bem definidos;
- iv) Variações Aleatórias: são causadas por fatores que não obedecem a nenhum critério de regularidade. Podem ocorrer devido a flutuações climáticas, guerras, intervenções governamentais, etc.

Conforme Kavussanos e Alizadeh-M (2002), uma série de dados é dita sazonal quando contém componentes com comportamento sistemático dentro de determinado período, que podem ser reflexos de condições do tempo, calendário, comportamento dos agentes, e no caso deste estudo, de safras agrícolas.

O comportamento sazonal pode ser de três formas: estocástico, determinístico ou uma combinação destas. A sazonalidade é dita determinística quando tem o mesmo comportamento sazonal (picos e vales) repetindo-se periodicamente. Por sazonalidade estocástica entende-se a série de dados que segue um padrão de comportamento que altera-se ao longo do tempo: por exemplo, uma série de preços que em alguns anos apresenta alta sistemática no verão, e que em outros anos altera esse período de alta para o inverno (KAVUSSANOS E ALIZADEH-M,2002).

O estudo dos elementos sazonais e cíclicos foi fundamentado na análise harmônica. A escolha de uma técnica apropriada para avaliar sazonalidade dependerá então se a mesma é vista como determinística ou estocástica. Se a pressuposição é de sazonalidade determinística, a mesma pode ser modelada pelo uso de variáveis binárias ou pelo uso de componentes harmônicos. De acordo com Diebold (1998), se o padrão sazonal é reconhecido ser estocástico o modelo ARIMA é o mais apropriado.

No caso dos fretes em estudo, a especificação do modelo foi conduzida pressupondo que o comportamento da série seguia um padrão sazonal determinístico, feito a partir da inspeção gráfica. Desta forma, optou-se pelo uso da análise harmônica para testar a existência ou não de sazonalidade nos fretes para os diferentes produtos.

Segundo Hoffmann (1995), freqüentemente a variável dependente em uma análise de regressão apresenta variações cíclicas, podendo o ciclo se fechar, por exemplo, em um trimestre ou ano, de acordo com a variável em estudo. Dentro de um ciclo, pode também ocorrer variações estacionais, relacionadas principalmente às diferentes estações do ano. Estas variações podem ser captadas utilizando-se variáveis binárias ou através de uma análise de regressão usando a função co-seno. A partir da representação de uma cossenóide tem-se os componentes harmônicos e estes são utilizados para representarem variações cíclicas.

A análise harmônica tem muitas aplicações em estudos econométricos. Okawa (1985) utilizou componentes harmônicos em uma análise das variações de preços e quantidades de sardinha fresca no mercado atacadista de São Paulo. Através de dados

semanais, ele mostrou a existência de dois tipos de variação cíclica nos preços e quantidades de sardinha: a estacional com período de 52,14 semanas, e a lunar, com período de 29,53 dias. Kassouf (1988) através da utilização de componentes harmônicos em modelos de análise de regressão fez previsões de preços na pecuária de corte do Estado de São Paulo. Os componentes harmônicos foram de grande utilidade para captar as variações cíclicas plurianuais, com período em torno de seis anos, associadas às variações no estoque de matrizes.

Segundo Rojas (1996), diz-se que uma série estacionária é periódica, quando suas flutuações se repetem a dado intervalo de tempo. As variações sazonais e cíclicas geralmente apresentam padrões de comportamento regular. Se isto ocorre, as séries temporais podem ser expressas em forma de uma função periódica. De acordo com o mesmo autor, uma série periódica é composta pelo somatório de infinitas séries temporais, e pode ser expressa por uma função trigonométrica, como mostrado na equação (1).

$$f(t) = m + \sum_{i=1}^{\infty} \left[\alpha_i \cos \frac{2\pi i t}{T} + \beta_i \sin \frac{2\pi i t}{T} \right] \quad (1)$$

em que;

m = valor médio

π = constante (3,1415927)

t = tempo

T = variações cíclicas. Se os dados são mensais T = 12.

α e β = parâmetros a serem estimados.

Esta função trigonométrica é caracterizada pela soma de elementos harmônicos que são representados pelo seno e co-seno de cada período.

Com as definições feitas anteriormente, pode-se representar uma série de tempo periódica estacionária através da expressão (2):

$$Y_t = m + A \cos \left(\frac{2\pi}{T} t - \theta \right) \quad (2)$$

As funções periódicas podem, por facilidade, ser expressas em termos de frequência angular (ω), medida em radianos por unidade de tempo. Sendo $\omega = \frac{2\pi}{T}$ que é a velocidade angular. Substituindo a frequência angular na expressão (2) tem-se:

$$Y_t = m + A \cos(\omega t - \theta) \quad (3)$$

A expressão $A \cos(\omega t - \theta)$ pode ser representada pelas funções seno e co-seno da seguinte forma:

$$A (\cos \omega t \cos \theta + \sin \omega t \sin \theta) \quad (4)$$

Ou, na forma,

$$A \cos(\omega t - \theta) = \alpha \cos \omega t + \beta \sin \omega t \quad (5)$$

sendo, $\alpha = A \cos \theta$ e $\beta = A \sin \theta$. Tem-se que α e β são parâmetros a serem estimados.

Substituindo a expressão (5) na expressão (3), obtém-se a seguinte expressão:

$$Y_t = m + \alpha \cos \omega t + \beta \sin \omega t \quad (6)$$

Elevando-se ao quadrado ambos os elementos das expressões

$$\alpha = A \cos \theta \quad e$$

$$\beta = A \sin \theta$$

e somando os resultados, membro a membro, tem-se:

$$\alpha^2 + \beta^2 = A^2 (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta) \quad (7)$$

Sendo $\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$, tem-se que:

$$A^2 = \alpha^2 + \beta^2 \quad (8)$$

Por outro lado, dividindo a expressão $\alpha = A \cos \theta$ por $\beta = A \sin \theta$, obtém-se:

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \operatorname{tg} \theta \quad (9)$$

Esta relação trigonométrica pode ser facilmente calculada: $\operatorname{arc} \operatorname{tg} \alpha/\beta = \theta$.

Os parâmetros A e θ são, respectivamente, a amplitude e a fase da série temporal.

Um modelo de série temporal estacionária é constituído pelo somatório de infinitas séries temporais periódicas mais a média. Obtém-se, desta forma, a seguinte equação:

$$Y_t = m + \sum_{i=1}^h \alpha_i \cos \omega_i t + \sum_{i=1}^k \beta_i \sin \omega_i t \quad (10)$$

em que;

O índice i corresponde à i-ésima série temporal periódica

$h = k(T-1)/2$ quando T for ímpar; e

$h = T/2$ e $k = (T/2)-1$ quando T for par.

Ressalte-se que o número total de parâmetros (m , α_i e β_i) no modelo (10) é igual a T.

Para estimar a tendência e verificar a ocorrência de variações estacionais no valor do frete para os diferentes produtos, será utilizada uma função periódica como a que segue:

$$Y_t = \mu + \gamma T + \sum_{i=1}^h \alpha_i \cos \omega_i t + \sum_{i=1}^k \beta_i \sin \omega_i t + u_t \quad (11)$$

em que;

Y_t = variável dependente (preço médio do frete para diferentes produtos);

μ = termo constante da regressão;

T = variável tendência (linear);

t = tempo em meses.

γ , α_i , β_i = parâmetros a serem estimados. γ é o parâmetro do componente tendência e α_i e β_i são parâmetros dos componentes sazonais

u_t = termo aleatório com média zero e variância constante.

Com o objetivo de determinar a tendência da série será incluído um termo linear em T:

- a) com $T = 1$ para janeiro de 1998 para a série de dados referentes aos produtos trigo granel em rotas que incluem pontos do Paraná como origem ou destino na faixa de quilometragem de 400 a 700 km, trigo granel em rotas no Paraná na faixa de quilometragem de 200 a 400 km, trigo em rotas que incluem pontos do Paraná como origem ou destino na faixa de quilometragem acima de 700, soja em rotas que incluem pontos do Paraná como origem ou destino na faixa de quilometragem acima de 700, soja em rotas no Paraná na faixa de quilometragem de 0 a 200 km e soja em rotas no Paraná na faixa de quilometragem de 200 a 400 km;
- b) $T = 1$ para janeiro de 1999 para a série de dados referente ao produto café e $T = 1$ para janeiro de 2000 para a série de dados referentes aos produtos farelo em rotas que incluem pontos do Paraná como origem ou destino na faixa de quilometragem acima de 700 km e soja em rotas que incluem pontos do Paraná como origem ou destino na faixa de quilometragem entre 400 a 700 km.

Os parâmetros do modelo (11) foram estimados pelo Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Os produtos que possuem período de safra e entre-safra ao longo do ano, podendo-se perceber variações sazonais no processo produtivo. O valor do frete por sua vez, pode ou não ser influenciado pelo comportamento sazonal do processo produtivo, uma vez que todos os produtos podem ser comercializados ao longo do ano, caso os mesmos sejam armazenados.

Assim, pode-se esperar um comportamento cíclico do valor do frete para os diferentes produtos agrícolas refletindo o comportamento sazonal da produção dos produtos em análise. O valor do frete sofre variações de intensidade dependendo da época do ano e do volume produto a ser transportado, em razão da pequena capacidade estática para armazenagem nas propriedades, cooperativas e cerealistas.

Nesta pesquisa, o estudo das variações dos fretes dos diferentes produtos foi feito por meio de modelos de regressão através do *Proc Reg* do *Statistical Analysis System* (SAS), utilizando-se o modelo de análise harmônica para determinar a amplitude e os ângulos fase dos preços.

3.2 Preferências dos usuários do sistema

Nesta seção, são apresentadas as estruturas teóricas que nortearam a pesquisa de campo desenvolvida com embarcadores no Paraná, para um melhor discernimento da dinâmica do mercado de fretes.

As preferências são as ações dos usuários diante de um conjunto de opções disponíveis. Existem métodos matemáticos variados para a obtenção das

informações relevantes junto aos usuários de um serviço. As técnicas de preferência revelada e de preferência declarada são métodos bastante utilizados (Lobo, 2003).

As técnicas de preferência revelada buscam obter as decisões reais tomadas pelos usuários diante de um serviço a ser analisado. Para isso, podem ser utilizados métodos como entrevista aos usuários sobre a utilização recente ao serviço ou observação direta do comportamento dos usuários. Dentre as limitações apresentadas por estas técnicas, segundo Kroes e Sheldon (1988), podem ser citadas a possibilidade de correlação entre as variáveis estudadas, a dificuldade de análise do impacto de mudanças em variáveis qualitativas e a dificuldade de identificar as possíveis decisões aos usuários diante de situações novas.

Portanto, para alguns tipos de análise, como mudanças no serviço oferecido, implantação de um serviço desconhecido e identificação de cenários, estas técnicas tornam-se pouco eficazes.

Nesse caso, as técnicas de preferência declarada tornam-se atrativas, por serem mais flexíveis (Kroes e Sheldon, 1988). Elas permitem analisar situações não necessariamente existentes e identificar as características relevantes para os usuários no serviço estudado. Podem ser usadas em estudos de marketing, por exemplo, para analisar o impacto da introdução de um novo produto no sistema.

Com as técnicas de preferência declarada, é possível identificar a importância relativa de cada característica frente às demais. Isto possibilita uma posterior configuração do serviço mais próxima dos anseios dos usuários. Como desvantagem, estas técnicas apresentam o fato dos usuários não necessariamente virem a fazer o que disseram que fariam pois a expressão é pontual, carregada de boa dose de situações da conjuntura.

Ainda assim, para o desenvolvimento deste trabalho, estas técnicas apresentam-se mais adequadas. Pois, como já citado, é possível analisar o comportamento dos usuários diante de um cenário diferente do real. Desta forma, determinam-se as características do serviço que são de fato relevantes para o usuário, mas que ainda não estão implementadas, ou não estão disponíveis nas empresas prestadoras de serviço.

3.2.1 Técnicas de Preferência Declarada²

Matematicamente, pode-se definir técnicas de preferência declarada como sendo uma família de técnicas que estimam uma função utilidade a partir das

² Com base em Lobo (2003).

respostas individuais sobre a preferência dos entrevistados (Kroes e Sheldon, 1988). Segundo Almeida e Gonçalves (2001), este conjunto de opções pode ser hipotético, mas deve ser viável se efetivada, permitindo aos entrevistados imaginá-los com facilidade.

A pesquisa consiste dos três passos básicos: elaboração, execução e análise. Na etapa de elaboração, devem ser definidos os atributos do serviço que serão estudados e analisados no experimento, bem como quantos níveis cada um destes atributos deverá conter. A determinação destes atributos pode ser feita através de uma pesquisa prévia junto aos usuários, ou ser fruto da experiência dos pesquisadores. A complexidade do experimento cresce conforme aumenta o número de atributos e seus níveis. O número total de alternativas do experimento também está relacionado com o número de atributos e níveis, sendo uma combinação destes valores (Lobo, 2003).

Nesse trabalho, foram utilizados os resultados de Araújo e Martins (2002), em que foram entrevistados executivos de embarcadores de graneis agrícolas. Os atributos citados como mais importantes formaram o conjunto de atributos a serem avaliados na pesquisa de preferência declarada.

Desta forma, na pesquisa de preferência declarada, foram considerados os atributos detalhados na Tabela 5. Estes atributos justificam-se com base nos seguintes critérios do mercado:

- **Confiabilidade:** uma vez contratado o serviço de transporte, o embarcador entende que o serviço será prestado conforme o combinado. Ou seja, ele pretende minimizar suas preocupações ao utilizar o serviço especializado de terceiros;
- **Disponibilidade:** o embarcador deseja que a gestão da frota do parceiro sempre disponibilize veículos. Ou seja, a cada contrato fechado e necessidade de transporte, o risco de não ter veículos disponíveis no mercado deve ser minimizado, às vezes, com a manutenção de frota própria para parte das necessidades;
- **Consistência de desempenho:** o serviço prestado deve ter um desempenho regular, com pouca variância. Isto é, o embarcador quer que sempre o serviço seja prestado com regularidade e dentro do nível de serviço acordado. Variações nos prazos de entrega causam transtornos logísticos, como filas de caminhões, falta de condições de armazenar adequadamente o produto, perdas de vendas e multas, por exemplo;
- **Garantia:** infra-estrutura e respaldo para garantir que a carga será entregue nos termos acordados e no caso da ocorrência de imprevistos e sinistros, o transportador agirá rápida e eficientemente para colocar o serviço novamente no seu ritmo combinado;
- **Rapidez:** tempo gasto entre a contratação do frete e o descarregamento no ponto de entrega. Esta variável é relevante, considerando-se a insuficiente estrutura de armazenagem disponível nas propriedades, regiões produtoras e portos, fazendo com que, muitas vezes, veículo torne-se o armazém, sendo a carga vendida durante a viagem. Por outro lado, a escassez de infra-estrutura para armazenagem nos portos também condiciona o transporte direto da empresa para o porão do navio, sendo que esta pressa tem a ver com a programação da chegada deste navio.

Tabela 5: Atributos e respectivos níveis utilizados na entrevista com embarcadores de grãos

Atributo	Nível - Especificação
Confiabilidade	0–Confiável
	1–Muito confiável
Disponibilidade	0–Complicada
	1–Fácil
Consistência de desempenho	0–Variável
	1–Sempre bom
Garantia	0–Não é seguro
	1–É seguro
Rapidez	0–Quase sempre rápido
	1–Sempre rápido

Fonte: Dados da pesquisa

Para determinar os níveis de cada um dos cinco atributos, foi necessário analisar as possibilidades de variedade de cada um deles. Concluiu-se que apenas dois níveis de escolha para cada um dos cinco atributos eram suficientes para cobrir as opções existentes.

Quando o número total de alternativas é muito grande, é possível reduzi-lo. Nesse caso, o conjunto de todas as alternativas foi dividido em grupos menores obtidos por técnicas de confundimento ou de blocos incompletos balanceados. Esses grupos foram apresentados aos entrevistados na etapa da execução.

Na etapa de elaboração do experimento, fez-se ainda necessário determinar a forma de apresentação das alternativas aos entrevistados. Um método muito utilizado, devido à facilidade de elaboração e ao custo não muito elevado, é apresentar as alternativas em forma de cartões de escolha contendo os atributos e níveis. A confecção destes cartões requer bastante atenção pois devem conter informações claras, precisas e de fácil compreensão para os entrevistados.

Na etapa de execução o entrevistado deve ser bem esclarecido sobre o procedimento que executará com o conjunto de cartões que lhe é apresentado. Há

três maneiras de se obter a informação da preferência do entrevistado: *choice*, onde o entrevistado escolhe a melhor alternativa, *rating*, onde o entrevistado atribui notas às alternativas, e *ranking*. Nesse trabalho optou-se pela forma *ranking*, em que o entrevistado ordena as alternativas segundo suas preferências.

A obtenção das preferências por ordenamento, ranking, é bastante utilizada (Lobo, 2003; Almeida e Gonçalves, 2001; Lima e Gonçalves, 2001). O estudo desenvolvido por Camargo (2000) verificou que o ordenamento é a metodologia menos cansativa para os entrevistados nas condições apresentadas. Nesse método, os blocos incompletos de cartões são apresentados de forma aleatória e o entrevistado os ordena a partir da alternativa que mais lhe agrada e desperte maior utilidade.

O número de alternativas apresentadas varia conforme a situação trabalhada. Em geral, este número fica entre quatro e nove cartões. Quanto mais cartões são apresentados aos entrevistados, mais complexo fica o ordenamento dos mesmos, mas o número pode ser alterado de acordo com a população alvo.

A calibração dos coeficientes de uma função utilidade é feita na etapa de análise de dados. A função utilidade é uma quantificação matemática das preferências (satisfação) do usuário. Este fica satisfeito ao utilizar um serviço que apresente características que ele considere importante e que lhe seja útil.

Ao fazer o ordenamento das alternativas apresentadas o usuário dará prioridade às mais atrativas. Portanto, a função utilidade expressa matematicamente as preferências dos usuários. Geralmente, é usada uma forma linear aditiva cuja forma matemática é dada por:

$$U_{in} = \sum \beta_k X_{ink} \quad (12)$$

em que

U_{in} é a utilidade da alternativa i para o indivíduo n ;

X_{ink} é o valor do atributo k para a alternativa i para o indivíduo n ;

β_k é o coeficiente do modelo para o atributo k ;

K é a quantidade de atributos das alternativas.

Admitindo-se que o termo aleatório da função utilidade seja regido por uma distribuição tipo Gumbel (Almeida, 1999), chega-se ao modelo Logit Multinomial (Bem Akiva e Lerman, 1985) que pode ser escrito como:

$$P_n(i) = \frac{e^{\beta_k X_{ink}}}{\sum_{j \in C} e^{\beta_k X_{jnk}}} \quad (13)$$

em que $P_n(i)$ é a probabilidade da alternativa i ser escolhida pelo indivíduo n dentro de um conjunto de possibilidades C .

Para pesquisas com ordenamento das alternativas, para o ajuste dos dados pode-se usar o Modelo Logit Multinomial Explodido.

$$P_n(1,2,\dots,J) = \prod_{i=1}^{J-1} \frac{e^{\beta X_{in}}}{\sum_{j \in C} e^{\beta X_{jn}}} \quad (14)$$

em que C é o conjunto de possibilidades de escolha das alternativas e $P_n(1,2,\dots,J)$ é a probabilidade de se obter como ordem de classificação a alternativa 1 sendo preferida a 2, esta preferida a 3, e assim sucessivamente.

Este modelo é normalmente calibrado pelo procedimento de maximização da função de verossimilhança.

Quando feitas N observações, ordenadas de forma decrescente de preferência por cada entrevistado, a função de verossimilhança é dada pela equação (15).

$$L^*(\beta) = \prod_{n=1}^N \prod_{i=1}^{J-1} \frac{e^{\beta X_{in}}}{\sum_{j \in C} e^{\beta X_{jn}}} \quad (15)$$

Os resultados estimados para os parâmetros permitiram uma análise dos interesses dos usuários, além de permitirem uma análise comparativa entre as características relevantes do serviço.

A pesquisa foi aplicada *in loco* aos agentes que atuavam em empresas embarcadoras no Estado do Paraná que comercializam grãos, em sua maioria, em toda o território nacional.

4 Sazonalidade nos fretes

A seguir, são apresentadas as equações estimadas para os valores de fretes dos produtos cujos modelos foram significativos.

O ajustamento de todas as equações foi feito tanto com a variável dependente em seus valores observados como com sua transformação logarítmica. O melhor ajustamento se deu com a transformação logarítmica. Os resultados são apresentados com a aplicação do anti-log de todas as variáveis.

Ressalte-se que os modelos para os produtos café e trigo granel para rotas que incluem pontos de origem ou destino no Paraná para a distância entre 400 e 700 km, soja para distância acima de 700 km e farelo de soja para a distância acima de 700 km não foram significativos a níveis de significância inferiores a 10% de probabilidade.

A estimativa do frete para soja em rotas rodoviárias no estado do Paraná na faixa de 0-200 km foi feita pela equação 15.

$$\hat{F}(t) = 13,55 + 0,9966T + 0,9706\cos\frac{2\pi}{12} + 1,06\text{sen}\frac{2\pi}{12} + 1,0177\cos\frac{4\pi}{12} + 1,018\text{sen}\frac{4\pi}{12} + \quad (15)$$

$$0,9911\cos\frac{6\pi}{12} + 1,027\text{sen}\frac{6\pi}{12} + 0,9634\cos\frac{8\pi}{12} + 1,039\text{sen}\frac{8\pi}{12} + 0,9748\cos\frac{10\pi}{12} +$$

$$0,9624\text{sen}\frac{10\pi}{12} + 1,0015\cos\frac{12\pi}{12}$$

Ressalte-se que a variável tendência é significativa ao nível de significância de 0,01 de probabilidade. Nenhuma estimativa dos componentes harmônicos se mostraram significativamente diferentes de zero a níveis de significância inferiores a 0,10 de probabilidade. O modelo teve um ajustamento de 38% ao nível de significância de 0,05 de probabilidade.

A Figura 1 mostra o comportamento comparativo entre o valor real e estimado para o frete da soja no estado do Paraná para a distância entre 0 e 200 km.

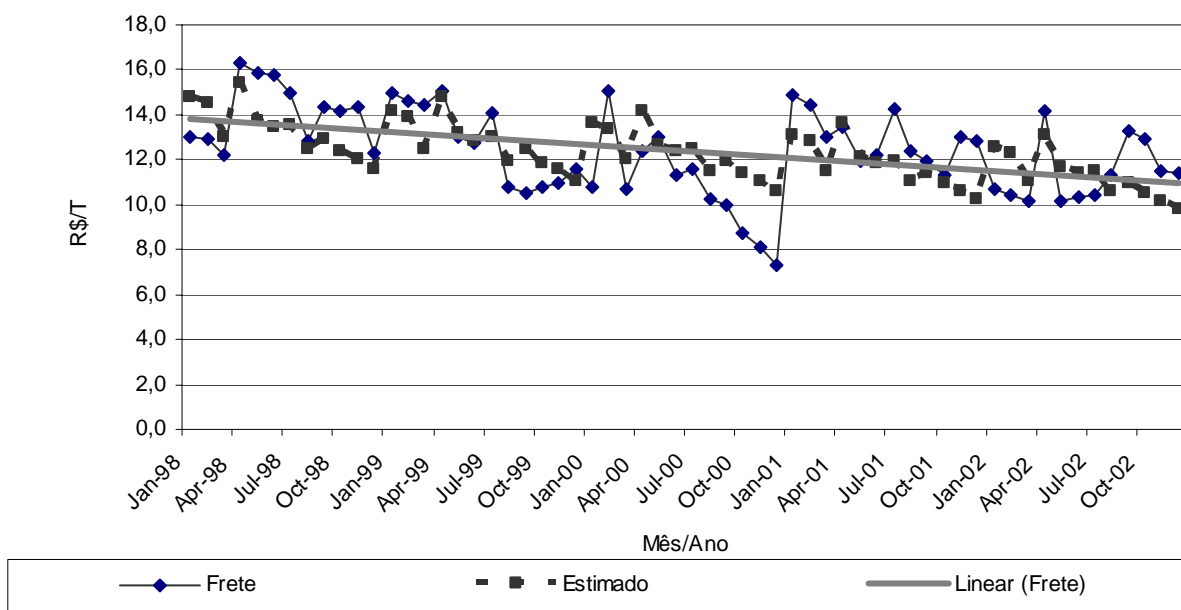


Figura 1: Fretes real, estimado e tendência - Soja em rotas rodoviárias no estado do Paraná na faixa de 0-200 km

Fonte: Resultados da pesquisa

Dado que nenhum coeficiente associado a pares de componentes harmônicos foi significativo, não é possível afirmar que existam ciclos anuais nesta série de dados. Pela Figura 1 é possível verificar que não só para os valores reais como também para os estimados não há um comportamento padrão dentro do ano, tampouco ao longo dos anos.

A variável tendência por sua vez mostrou-se significativa e com inclinação negativa, indicando que em termos reais o valor do frete para este produto e para esta

distância específica tem tendência de queda dos fretes, que pode ser provocada por eventos de mercado, tais como excesso de oferta em determinadas regiões, frota própria de algumas cooperativas e contratos.

A estimativa do frete para soja em rotas rodoviárias no estado do Paraná na faixa de 200-400 km foi feita pela equação 16.

$$\begin{aligned} \hat{F}(t) = & 28,71 + T + 0,987 \cos \frac{2\pi t}{12} + 1,077 \operatorname{sen} \frac{2\pi t}{12} + 0,945 \cos \frac{4\pi t}{12} + 0,884 \operatorname{sen} \frac{4\pi t}{12} \quad (16) \\ & + 1,078 \cos \frac{6\pi t}{12} + 1,029 \operatorname{sen} \frac{6\pi t}{12} + 0,956 \cos \frac{8\pi t}{12} + 1,009 \operatorname{sen} \frac{8\pi t}{12} + 0,988 \cos \frac{10\pi t}{12} \\ & + 0,965 \operatorname{sen} \frac{10\pi t}{12} + 0,995 \cos \frac{12\pi t}{12} \end{aligned}$$

Ressalte-se que a variável tendência não se mostrou significativa a níveis de significância relevantes. Isto implica que mesmo observando-se variações no sentido positivo e negativo nos valores dos fretes, em média não houve alteração em termos reais destes valores. Os componentes harmônicos $\cos \frac{2\pi t}{12}$ e $\cos \frac{6\pi t}{12}$ foram significativos ao nível de significância de 0,01 de probabilidade. Os componentes harmônicos $\operatorname{sen} \frac{2\pi t}{12}$, $\cos \frac{4\pi t}{12}$ e $\operatorname{sen} \frac{4\pi t}{12}$ foram significativos ao nível de significância de 0,05 de probabilidade. Os demais componentes harmônicos não se mostraram significativamente diferentes de zero a níveis de significância inferiores a 0,10 de probabilidade. O modelo teve um ajustamento de 39% ao nível de significância de 0,05 de probabilidade.

A Figura 2 mostra o comportamento comparativo entre o valor real e estimado para o frete com distância entre 200 e 400 km.

A despeito da contribuição do componente harmônico referente ao mês de março ter sido menor que o do mês de fevereiro, para esta série de dados existem dois pares de variáveis com coeficientes significativos: $\cos \frac{2\pi t}{12} + \operatorname{sen} \frac{2\pi t}{12}$ e $\cos \frac{4\pi t}{12} + \cos \frac{6\pi t}{12}$. Este resultado indica que os ciclos nestas variáveis repetem-se anualmente, havendo, portanto dois ciclos nos valores dos fretes ao longo do ano. Os ciclos se repetem nos meses de janeiro e fevereiro e nos meses de março e abril. Os resultados mostram que a contribuição do primeiro par de componente harmônico é maior que a do segundo, refletindo um resultado contrário ao esperado, pois o valor do frete nos meses de março e abril tendem a ser mais elevado devido à maior procura por este serviço.

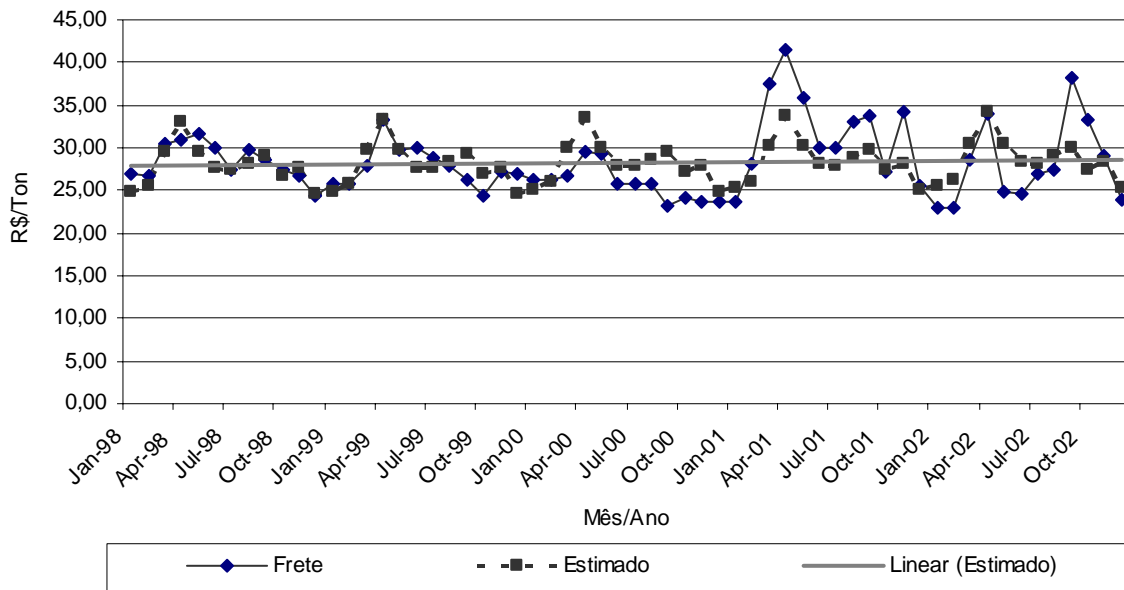


Figura 2: Fretes real, estimado e tendência - Soja em rotas rodoviárias no estado do Paraná na faixa de 200-400 km

Fonte: Resultados da pesquisa

Além de um ciclo anual, observa-se também a presença de um ciclo sazonal. Pela figura 3 é possível observar este comportamento. A sazonalidade esteve associada ao componente harmônico referente ao mês de maio.

A estimativa do frete para o produto soja em rotas rodoviárias que contemplem localidades do Paraná como pontos de origem ou destino na faixa de 400 a 700 km foi feita pela equação 17.

$$\begin{aligned} \hat{F}(t) = & 38,13 + T + 0,901 \cos \frac{2\pi t}{12} + 1,04 \operatorname{sen} \frac{2\pi t}{12} + 0,932 \cos \frac{4\pi t}{12} + 1,017 \operatorname{sen} \frac{4\pi t}{12} + \\ & + 1,037 \cos \frac{6\pi t}{12} + 0,979 \operatorname{sen} \frac{6\pi t}{12} + 0,959 \cos \frac{8\pi t}{12} + 1,0756 \operatorname{sen} \frac{8\pi t}{12} + 0,9788 \cos \frac{10\pi t}{12} + \\ & + 9842 \operatorname{sen} \frac{10\pi t}{12} + 99,48 \cos \frac{12\pi t}{12} \end{aligned} \quad (17)$$

Ressalte-se que a variável tendência é significativa ao nível de significância de 0,01 de probabilidade, as estimativas dos parâmetros dos componentes harmônicos $\cos \frac{2\pi t}{12}$, $\cos \frac{4\pi t}{12}$ e $\operatorname{sen} \frac{8\pi t}{12}$ foram significativos ao nível de significância de 0,05 de probabilidade.

As demais estimativas não se mostraram significativamente diferentes de zero a níveis de significância inferiores a 0,10 de probabilidade. O modelo teve um ajustamento de 64% ao nível de significância de 0,01 de probabilidade.

A Figura 3 mostra o comportamento comparativo entre o valor real e estimado para o frete da soja em rotas rodoviárias no estado e fora do Paraná na faixa de 400-700 km.

Constata-se que nenhum coeficiente associado a pares de componentes harmônicos foi significativo. Neste caso, não é possível afirmar que existam ciclos anuais nesta série de dados. Um importante fator que pode ter contribuído para este resultado desfavorável é o tamanho da série de dados. Obteve-se para a soja em rotas rodoviárias no estado e fora do Paraná na faixa de 400-700 km apenas fretes referentes a 3 anos, o que é consideravelmente pouco para se avaliar a presença de comportamentos cíclicos ou sazonais. Observou-se uma grande variabilidade nos resíduos com valores extremos variando de -7,78 a 11,44. Apesar das estimativas dos parâmetros de três componentes harmônicos indicarem a princípio ciclos sazonais, mas o número reduzido de observações pode estar viesando este resultado.

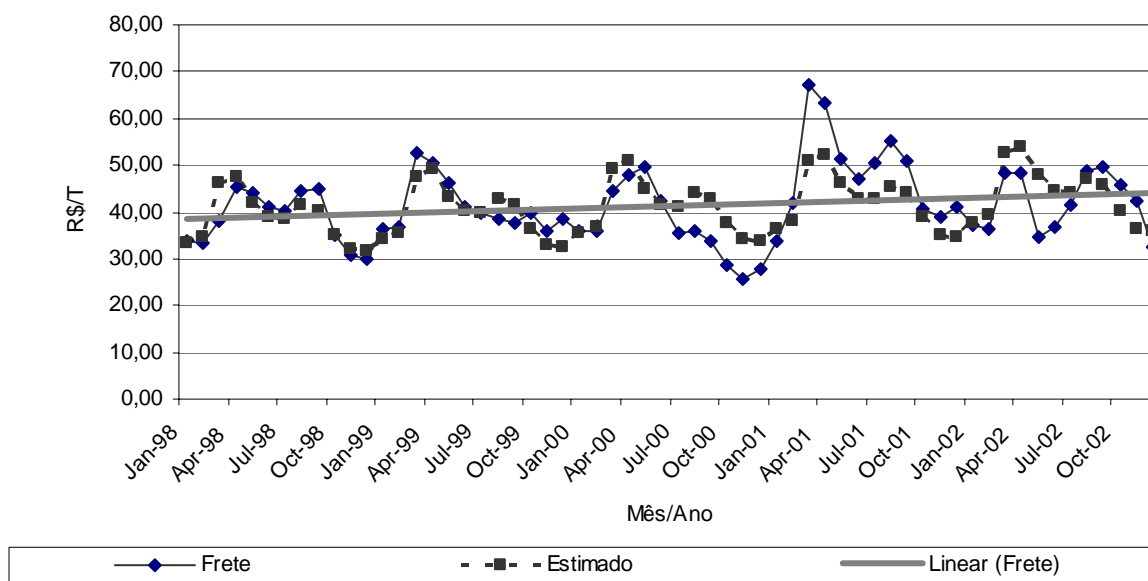


Figura 3: Fretes real, estimado e tendência - Soja em rotas rodoviárias no estado e fora do Paraná na faixa de 400-700 km

Fonte: Resultados da pesquisa

A variável tendência por sua vez mostrou-se significativa e positiva, indicando que em termos reais o valor do frete para este produto e para esta distância específica vem subindo, implicando impacto de variáveis que interferem na formação do preço do frete, conforme realçado em Correa Júnior *et al* (2001), tais como elevação dos custos operacionais, principalmente, óleo diesel, e desequilíbrios no mercado, com a soja concorrendo com produtos industrializados na obtenção de veículos no mercado.

Embora graficamente se pôde observar os picos de fretes referentes aos meses de abril, a comprovação estatística da sazonalidade, para este período, também pode ter sido prejudicada alterações observadas recentemente neste mercado.

Uma dessas alterações diz respeito a conjuntura bastante instável, que estimulou diferentes estratégias de mercado para negociações das safras. Períodos de safras elevadas não plenamente esperadas (“super safras”) implicam significativo aumento de demanda de transporte, como ocorreu em 2001, pela reduzida capacidade estática de armazenagem. O excesso de produção tem que ser comercializado obrigatoriamente no momento da colheita, sobrecarregando o mercado.

Por outro lado, safras que ocorrem dentro das expectativas e no volume programado de comercialização, porém com preços em ascensão ou condições cambiais favoráveis, provocam retenção de produção, aguardando que as condições continuem a melhorar para a venda do produto, implicando estratégias de esvaziamento de armazéns que podem estar ocupados com milho e farelo, como ocorreu em 2002 no Paraná.

Os grandes embarcadores, com atuação nacional, definiram a estratégia logística de investimento em estruturas de armazenagem para receber a safra, principalmente na região Centro-Oeste. Como resultado, as rotas mais curtas estão movimentando volumes crescentes.

Os embarcadores também definiram novas estratégias de contratação de fretes. Aumentos de custos generalizados, dentre eles, o frete e pedágios, conjugados com inflexibilidade nos preços internacional e insuficiência de estruturas de armazenagem nos portos, estimularam as empresas a fazer nova gestão da contratação dos fretes, buscando prestadores de serviço mais formalizados, com menos negociação com carreteiros, e oferecendo cargas com frequência durante todo o ano, contra uma relação contratual, viabilizada pela estratégia logística implementada.

Como resultado dessa nova gestão, sinaliza-se para que os fretes fiquem menos instáveis nas próximas safras, gerando picos menos salientes, salvo exceções de superprodução não prevista.

A estimativa do frete para o produto soja em rotas rodoviárias no estado Paraná na faixa de 400 a 700 km foi feita pela equação 18.

$$\begin{aligned} \hat{F}(t) = & 38,00 + T + 0,85 \cos \frac{2\pi t}{12} + 1,083 \operatorname{sen} \frac{2\pi t}{12} + 0,9064 \cos \frac{4\pi t}{12} + 0,9508 \operatorname{sen} \frac{4\pi t}{12} + \\ & + 1,057 \cos \frac{6\pi t}{12} + 1,014 \operatorname{sen} \frac{6\pi t}{12} + 1,00 \cos \frac{8\pi t}{12} + 1,018 \operatorname{sen} \frac{8\pi t}{12} + 0,988 \cos \frac{10\pi t}{12} + \\ & 1,012 \operatorname{sen} \frac{10\pi t}{12} + 0,9912 \cos \frac{12\pi t}{12} \end{aligned} \quad (18)$$

Ressalte-se que a variável tendência é significativa ao nível de significância de 0,05 de probabilidade. As estimativas dos parâmetros associadas aos componentes harmônicos $\cos \frac{2\pi t}{12}$ e $\cos \frac{4\pi t}{12}$ foram significativas ao nível de significância de 0,01 de

probabilidade. A estimativa do parâmetro associada ao componente harmônico $sen\frac{2\pi t}{12}$ foi significativa ao nível de significância de 0,05 de probabilidade e o componente harmônico $\frac{\cos 6\pi t}{12}$, ao nível de significância de 0,10 de probabilidade. As demais estimativas não se mostraram significativamente diferentes de zero a níveis de significância inferiores a 0,10 de probabilidade. O modelo teve um ajustamento de 54% ao nível de significância de 0,01 de probabilidade.

A despeito da contribuição do componente harmônico referente ao mês de março ter sido menor que o do mês de fevereiro, para esta série de dados existe um par de variáveis com coeficientes significativos: $\cos\frac{2\pi t}{12} + sen\frac{2\pi t}{12}$. Este resultado indica que os ciclos nestas variáveis repetem-se anualmente, havendo, portanto um ciclo nos valores dos fretes ao longo do ano.

A Figura 4 mostra o comportamento comparativo entre o valor real e estimado para o frete.

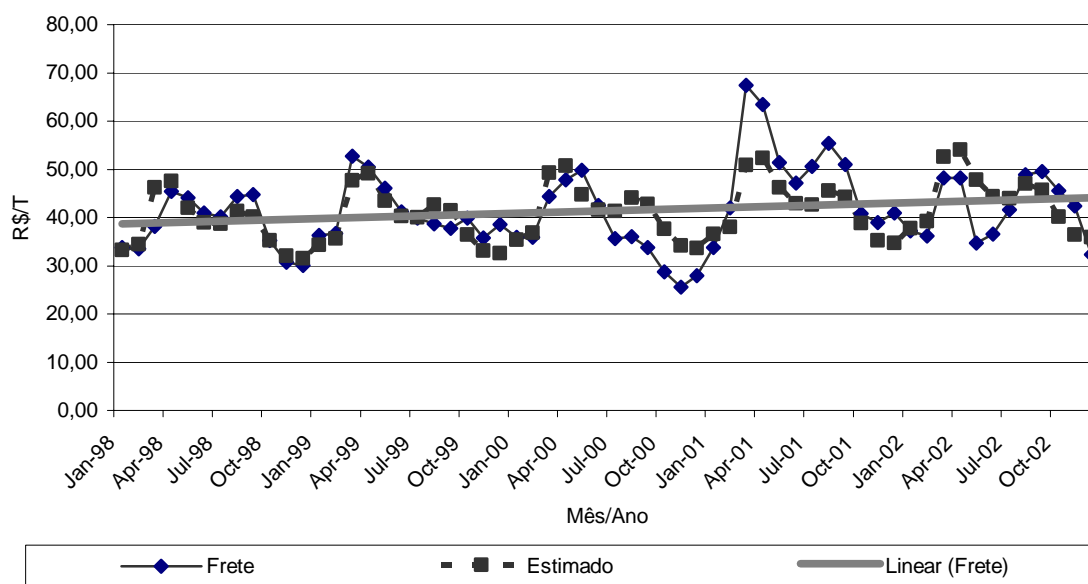


Figura 4: Fretes real, estimado e tendência - Soja em rotas rodoviárias no estado do Paraná na faixa de 400-700 km

Fonte: Resultados da pesquisa

Além de um ciclo anual, observa-se também a ocorrência de um ciclo sazonal. Pela Figura 4 é possível observar este comportamento. A sazonalidade esteve associada ao componente harmônico referente ao mês de março. Este comportamento pode estar refletindo o período de comercialização da soja.

A variável tendência por sua vez mostrou-se significativa com leve inclinação positiva, indicando que em termos reais o valor do frete para este produto e para esta distância específica teve tendência de ganho para os transportadores.

5 Atributos relevantes sob o ponto de vista dos embarcadores

No delineamento do experimento, optou-se por não apresentar todas as combinações possíveis de níveis e atributos aos entrevistados, ou seja, utilizar o fatorial fracionário. As alternativas totalmente dominante e totalmente dominada foram excluídas, ficando o experimento com 24, das 32, alternativas possíveis. Este número ainda é alto para a capacidade de interpretação do ser humano (Miller, 1956, *apud* Souza, 1999). Fez-se, então, necessário dividir este conjunto de alternativas em grupos menores. Esta divisão pode ser feita através da técnica de confundimento. Neste trabalho, adotou-se o processo empírico utilizado em Bastos (1994) e Freitas (1995), por exemplo.

No experimento, os 24 cartões foram divididos em grupos de 4 alternativas, sendo que a listagem destes grupos encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6: Listagem dos cartões utilizados na aplicação dos questionários na técnica de preferência declarada

0 1 0 1 1
1 0 0 1 1
0 1 1 0 0
1 0 1 0 0
0 0 1 1 1
1 0 0 1 0
0 1 0 0 1
1 1 1 0 0
0 0 0 1 1
0 1 1 1 0
1 1 0 1 0
1 0 1 0 1
0 1 0 1 0
1 0 1 1 0
1 1 1 0 1
1 1 0 0 1
1 1 1 1 0
1 0 1 1 1
0 1 1 0 1
1 0 0 0 1
0 0 1 1 0
1 1 0 1 1
0 0 1 0 1
1 1 0 0 0

Fonte: Dados da pesquisa

Em todos os cartões, os atributos foram apresentados na mesma ordem, sendo ela: rapidez, consistência de desempenho, confiabilidade, garantia e disponibilidade.

Para fazer o cálculo dos valores dos coeficientes apresentados anteriormente, utilizou-se o programa LMPC (Logit Multinomial com Probabilidade Condicional), de Souza (1999). Os resultados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Resultados obtidos pelo programa LMPC

Atributo	Coefficiente	Erro	Teste t-student
Rapidez	0,4490	0,1901	2,3616
Consistência de desempenho	0,7237	0,2116	3,419
Confiabilidade	0,4441	0,1936	2,2938
Garantia	2,4413	0,2755	8,8620
Disponibilidade	0,5369	0,2170	2,4735

Fonte: Resultados da pesquisa

Além destes resultados, o software também fornece condições para se analisar a equação

$$-2[F(0) - F(B)] \quad (19)$$

em que $F(0)$ representa o valor da função log-verossimilhança para todos os coeficientes nulos e $F(B)$ representa o valor otimizado da função.

O valor obtido por esse teste indica que é possível rejeitar a hipótese da nulidade de todos os parâmetros simultaneamente.

Já o teste rho que apresenta um valor de 0,3014, considerado um valor excelente por Ortúzar e Willumsen (1994).

Conforme pode-se constatar na Figura 5, os embarcadores refletem a preocupação da precariedade da infra-estrutura, buscando mais garantias de que o serviço contratado será cumprido. O atributo “garantia” é o mais desejável na contratação dos serviços, querendo dizer infra-estrutura e respaldo do transportador para garantir que a carga será entregue nos termos acordados e no caso da ocorrência de imprevistos e sinistros, o transportador agirá rápida e eficientemente para colocar o serviço novamente no seu ritmo combinado.

O segundo item na preferência dos embarcadores, consistência de desempenho, também tem relação com estas preocupações, querendo dizer que o serviço prestado deve ter um desempenho regular, com pouca variância. Isto é, o embarcador quer deseja que sempre o serviço seja prestado com regularidade e dentro do nível de serviço acordado. Variações nos prazos de entrega causam transtornos logísticos, como filas de caminhões,

falta de condições de armazenar adequadamente o produto, perdas de vendas e multas, por exemplo.

Scherer e Martins (2003) haviam identificado esta tendência na preocupação dos embarcadores ao pesquisarem os atributos desejados na contratação de operadores logísticos.

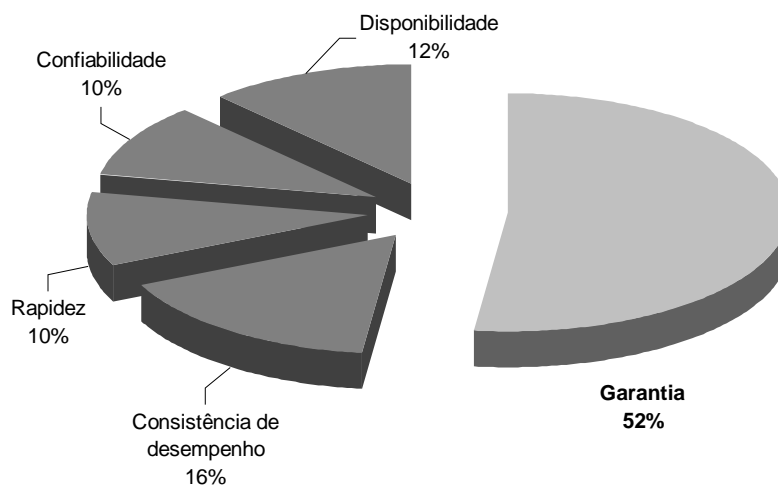


Figura 5: Percentuais de preferência atribuídos aos atributos para granéis agrícolas.

Fonte: Resultados da pesquisa

6. Considerações finais

Neste estudo, foi avaliada a ocorrência de sazonalidade no mercado de fretes para cargas do agronegócio paranaense (café, soja, farelo e trigo) e identificados os atributos relevantes, sob o ponto de vista do embarcador, em relação aos serviços oferecidos pelo transportador. Em linhas gerais, os resultados buscados podem servir como informações importantes na elaboração de estratégias no mercado de transportes: pelo lado do embarcador, a comprovação da sazonalidade é uma das variáveis relevantes nas estratégias de comercialização, e pelo lado do transportador, o conhecimento das preferências dos usuários representa a possibilidade de diferenciação com agregação de valor aos serviços oferecidos.

Interpreta-se a sazonalidade como efeito da insuficiência da infra-estrutura e da oferta de serviços logísticos de transporte e armazenagem. Nestes casos, o desequilíbrio momentâneo causado por um excesso de demanda de transporte, como reflexo de falta de estruturas de armazenagem suficientes para os volumes produzidos, provoca elevação do frete, que perdura enquanto houver o interesse em comercializar a safra colhida imediatamente.

Embora tivesse sido bastante sensível na análise gráfica, a comprovação estatística da ocorrência da sazonalidade não foi tarefa fácil. Foram feitos testes para vários produtos e para diversas faixas de quilometragem, não tendo sido obtido êxito significativo na

identificação sistemática de comportamentos sazonais. Isso ocorre em função das características das séries temporais disponíveis, uma vez que se dispõe de conjunto de dados de abrangência temporal restrita e com pequena disponibilidade de informações em faixas de quilometragem, sendo estes dados ainda impactados por outras variáveis que têm influência no valor final do frete.

Por outro lado, a comprovação estatística da sazonalidade, para este período, também pode ter sido prejudicada por alterações observadas nas estratégias observadas na gestão dos armazéns, do transporte e da comercialização. Estas estratégias são condicionadas por volumes de produção, preço internacional e câmbio dentre outras. Por exemplo, super safras implicam significativo aumento de demanda de transporte e elevação do frete, como ocorreu em 2001. Já em 2002, as condições excepcionais dos preços e cambiais favoráveis provocam retenção de produção, estratégias de esvaziamento de armazéns que podem estar ocupados com milho e farelo.

Ou seja, os dados disponíveis sobre frete, as oscilações na produção e as estratégias diferenciadas utilizadas pelos embarcadores ano-a-ano tornam um desafio significativo desenvolver mecanismos de previsibilidade do frete para produtos do agroengócio.

Os atributos relevantes foram levantados sob o fundamento técnico da preferência declarada, na forma de *ranking*, utilizando o método de confundimento na aplicação dos cartões aos embarcadores de grãos no estado do Paraná.

Os resultados sinalizaram para uma preocupação significativa com o cumprimento dos contratos com clientes e com compromissos nos portos e navios. Conforme pôde-se constatar, os embarcadores refletem a preocupação da precariedade da infraestrutura, buscando mais garantias de que o serviço contratado será cumprido. O atributo “garantia” é o mais desejável na contratação dos serviços, querendo dizer infra-estrutura e respaldo do transportador para garantir que a carga será entregue nos termos acordados e no caso da ocorrência de imprevistos e sinistros, o transportador agiria rápida e eficientemente para colocar o serviço novamente no seu ritmo combinado.

O segundo item na preferência dos embarcadores, consistência de desempenho, também tem relação com estas preocupações, querendo dizer que o serviço prestado deve ter um desempenho regular com pouca variância. Isto é, o embarcador quer deseja que sempre o serviço seja prestado com regularidade e dentro do nível de serviço acordado. Variações nos prazos de entrega causam transtornos logísticos, como filas de caminhões, falta de condições de armazenar adequadamente o produto, perdas de vendas e multas, por exemplo.

Esses atributos substituem a preferência de outros tempos, que era depositada no atributo rapidez.

Estas prioridades dos embarcadores orientaram na elaboração de novas estratégias de contratação de fretes. Os embuscando estão buscando prestadores de serviço mais

formalizados, com menos negociação com carreteiros, e oferecendo cargas com frequência durante todo o ano, contra uma relação contratual.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, M. P., MARTINS, R. S. Logística de transporte de cargas do agronegócio brasileiro: evidências para uma interpretação à luz da teoria dos custos de transação In: LV CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2002, Passo Fundo. **Anais do ...**, 2002.

ALMEIDA, L. M. W. Desenvolvimento de uma metodologia para análise de sistemas educacionais usando modelos de interação e espacial e indicadores de acessibilidade. Florianópolis, 1999. Tese de doutorado - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

ALMEIDA, L. M. W.; GONÇALVES, M. B. A methodology to incorporate behavioral aspects in trip-distribution models with an application to estimate student flow. **Environment and Planning A**, volume 33, p. 1125-1138, 2001.

ARCELUS, F. J.; ROWCROFT, J. E. Freight rates for small shipments. **International Journal of Production Economics**, 30-31: 571-577, 1993.

BASTOS, L.C. Planejamento da rede Escolar:: uma abordagem utilizando técnicas de preferência declarada. Florianópolis, 1994. Tese de doutorado em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina.

BEILock, R.; BONEVA, P.; JOTOVA, G.; KOSTADINOVA, K.; VASSILEVA, D. Road conditions, border crossing and freight rates in Europe and Western Asia. **Transportation Quarterly**, v. 50, n. 1, p. 79-90, Winter 1996.

BEM-AKIVA, M. E.; LERMAN, S. R. **Discrete choice analysis: theory and application to travel demand**. Cambridge: MIT Press, 1985 (MIT Press Series in Transportation Studies)

BORGES, G. M. B. Soja: problemas de escoamento. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n.61, p.9-38, out.-dez./1977.

CAMARGO, Odaír. Identificação dos principais atributos considerados no transporte de cargas: estudo de caso no oeste paranaense. 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CASTRO, N. P. **Expansão agrícola nos cerrados: o papel das políticas de preços mínimos, de crédito rural e de transportes**. IPEA, 2001. (Relatório de pesquisa).

CORREA JÚNIOR, G. Principais determinantes de preço do frete rodoviário para o transporte de soja em grãos em diferentes estados brasileiros: uma análise econométrica. 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo.

CORREA JUNIOR, G., REZENDE, M. L., MARTINS, R. S., CAIXETA FILHO, J. V. Oferta de transportes: fatores determinantes do valor do frete e o caso das centrais de carga **In: CAIXETA FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. Gestão logística do transporte de cargas.** 1ª ed. São Paulo : Atlas, 2001. Cap. 4 p. 88-107.

DIEBOLD, F. X. (1998). Elements of Forecasting, South-Western College. Publishing, Cincinnati.

FERREIRA, L. R.; BURNQUIST, H. L.; AGUIAR, D. R. D. **Infraestrutura, comercialização e competitividade da agricultura brasileira.** Rio de Janeiro: IPEA, 1993. 63p. (Textos para discussão, 318)

FREITAS, A. A. F. Modelagem comportamental dos decisores através de técnicas de preferência declarada: uma aplicação no setor imobiliário de Florianópolis. Florianópolis, 1995. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina.

GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Corredores estratégicos de desenvolvimento** - Relatório Final. Brasília: GEIPOT, 1999.

HOFFMANN, R. Análise harmônica. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1995. 27p. (Série Didática, 99)

JANELLE, D. G.; BEUTHE, M. Globalization and research issues in transportation. **Journal of Transport Geography.** Vol. 5(3), pp.199-206, 1997.

KASSOUF, A. L. Previsão de preços da pecuária de corte do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1988. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

KAVUSSANOS, M. G.; ALIZADEH-M, A. H. Seasonality patterns in tanker spot freight rate markets. **Economic modelling**, 19: 742-782, 2002.

KROES, E. P.; SHELDON, R. J. Stated Preference Methods. **Journal of Transport Economics Policy**, v.22, n.1, p.11-20, jan. 1988.

LIMA, M. L. P.; GONÇALVES, M. B. O uso dos conceitos de taxa marginal de substituição e elasticidade a partir de um experimento de preferência declarada num corredor de transporte de cargas agrícolas. XV CONGRESSO DE ENSINO E PESQUISA EM TRANSPORTES, 2001, Campinas. **Anais do...**, Campinas, 2001. V.2, p. 299-307.

LOBO, D. S. Dimensionamento e otimização locacional de unidades de educação infantil, Florianópolis, 2003. Tese de doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina.

MALLIAGROS, T. G. O impacto da infra-estrutura sobre o crescimento da produtividade do setor privado e do produto brasileiro: análise empírica e evolução histórica. Rio de Janeiro, Escola de Pós-Graduação em Economia/Fundação Getúlio Vargas, 1997.

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, 1998. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo.

MARTINS, R. S. Prognósticos da demanda por transportes para grãos e estrangulamentos na infra-estrutura no estado do Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília: v.39, n.2, p.51 - 80, 2001.

MELLO, J. C. **Transportes e desenvolvimento econômico**. Brasília: EBTU, 1984.

ORTUZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G.. **Modelling transportation**. John Wiley and Sons: Chischester England, 1994.

NIELSEN, L. D.; JESPERSEN, P. H.;PETERSEN, T.; HANSEN, L. G. Freight transport growth – a theoretical and methodological framework. **European Journal of Operational Research**, 144: 295 –305, 2003.

OKAWA, H. Análise harmônica da variações dos preços e das quantidades de sardinha fresca no mercado atacadista de São Paulo 1981/82. Piracicaba, 1985. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

PEDERSEN, P. O. Freight transportation under globalisation and its impact on Africa. **Journal of Transport Geography**, 9: 85-99, 2001.

RAMANATHAN, R. The long-run behaviour of transport performance in Índia: a cointegration approach. **Transportation Research Part A**, 35: 309-320, 2001

ROJAS, J. A . R. Análise das variações dos preços e quantidades das principais culturas do Peru visando orientar políticas agrícolas. Piracicaba, 1996. 88p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SCHERER, A.; MARTINS, R. S. Atributos da prestação de serviços para operações logísticas de commodities agrícolas na visão dos embarcadores. **Economia e Agronegócios**. Viçosa, UFV , v.1, n.4, p.461 - 488, 2003.

SCHMITZ, R. et alli. Avaliação de tempos salvos por usuários de veículos privados. - XIII ANPET - CONGRESSO DE ENSINO E PESQUISA EM TRANSPORTES, 1999. São Carlos/ SP. **Anais do** São Carlos: ANPET e UFSCAR, 1999, v.II, p. 717-727

SOARES, M. G.; CAIXETA-FILHO, J. V. Caracterização do mercado de fretes rodoviários para produtos agrícolas. In: CAIXETA FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. (Orgs.) **Transporte e logística em sistemas agroindustriais**. São Paulo: Atlas, 2001.

SOUZA, O. A. Delineamento experimental em ensaios fatoriais utilizados em preferência declarada. 1999. Tese de doutorado em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina.

TEIXEIRA FILHO, J. L. L., Modelos analíticos de fretes cobrados para o transporte de carga, 2001 Dissertação (Mestrado) – Instituto Militar de Engenharia.

WILKINSON, J. Competitividade da agroindústria brasileira. **Agricultura em São Paulo**, v.42, n.1, p.27-57, 1995.

WRIGHT, C. L. **Análise econômica de transporte e armazenagem de grãos:** estudo do corredor de exportação de Paranaguá. Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 1980. 187p.