



ANÁLISE DOS DETERMINANTES DO VALOR DO FRETE DE GRÃOS NA REGIÃO CENTRO-SUL DO BRASIL

Andréa Leda Ramos de Oliveira

Faculdade de Engenharia Agrícola (UNICAMP)

Bruno Miyamoto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)

Jamile de Campos Coleti

Instituto de Economia (UNICAMP)

RESUMO

Em um contexto econômico altamente competitivo, o agronegócio brasileiro é considerado o setor que insere o Brasil nas dinâmicas globais. A safra de grãos tem aumentado a cada ano que passa, porém, uma infraestrutura logística não tem acompanhada o crescimento da produção o que acaba acarretando dificuldades no escoamento da produção. Este artigo foi elaborado com o objetivo de analisar os principais determinantes do preço do frete de grãos no Brasil. Para cumprir este objetivo foi construído um modelo econométrico utilizando as variáveis independentes: período de safra, preço do óleo diesel, distância da rota e qualidade da via. Os resultados mostraram que o valor do óleo diesel tem alta influência sobre o preço do frete., assim como o período de safra. Além do modelo de Regressão Linear Múltipla, regressões quantílicas foram projetadas a fim de obter resultados frente às variações nas faixas de preço de frete.

ABSTRACT

In a highly competitive economic context, Brazilian agribusiness is considered the sector that inserts Brazil into the global dynamics. The grain harvest has increased with each passing year, however, a logistic infrastructure has not accompanied the growth of production, which is causing difficulties in the flow of production. This article was elaborated with the objective of analyzing the main determinants of the price of grain freight in Brazil. To achieve this objective, an econometric model was constructed using the independent variables: harvesting period, diesel oil price, route distance and road quality. The results showed that the value of diesel oil has a high influence on the freight price, as well as the harvest period. In addition to the Multiple Linear Regression model, quantile regressions were designed in order to obtain results against the variations in the freight price ranges.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o crescimento econômico e o aumento da produção agrícola, o Brasil vêm se destacando como um importante player do agronegócio. Os níveis de produtividade vêm se expandido a cada ano, porém o sistema logístico nacional não tem conseguido acompanhar às novas necessidades para escoar a produção e as dificuldades enfrentadas têm influenciado negativamente na competitividade do setor.

De acordo com Contini (2014), até 2004 o Brasil era considerado um país fechado ao comércio internacional, porém desde 2011 as exportações totais brasileiras ultrapassam o valor de US\$ 240 bilhões, sendo que só o agronegócio é responsável por cerca de 40% das exportações nos últimos anos (AGROSTAT, 2014).

Num primeiro momento a necessidade por melhorias no sistema de transporte nacional pode ser justificado no sentido de diminuir os custos logísticos a fim de tornar a produção mais competitiva internacionalmente, mas além disso, com as melhorias a produção agrícola ficaria mais acessível ao mercado interno.

De 1975 a 2013, a colheita de grãos no Brasil aumentou 315% passando de 45 milhões de toneladas em 1975 para 187 milhões em 2013. Segundo dados do Departamento de



Agricultura dos Estados Unidos - USDA (2015), na safra 2014/15, o país foi o segundo maior produtor e exportador de soja no mundo e atualmente é o produto agrícola mais exportado no país.

Sendo assim, este estudo busca responder à seguinte pergunta: Qual o comportamento do frete rodoviário de grãos frente as alterações nas principais variáveis determinantes?

Os grãos milho e soja foram os produtos escolhido para este estudo devido a grande importância ao agronegócio, pois além liderarem o mercado interno de grãos, existe uma perspectiva positiva em relação à elevação de consumo devido ao aumento na demanda de seus subprodutos: óleo, farelo e biocombustíveis.

O frete de retorno com foco no produto fertilizantes foi escolhido justamente por o Brasil ser quase 100% dependente de importações dos compostos químicos para sua fabricação, que chega via porto de Santos. Então os caminhões seguem da região produtora de soja para Santos carregados com os grãos brasileiros com destino à exportação e retornam do Porto de Santos para as regiões produtoras de soja e milho com fertilizantes.

2. O SISTEMA DE TRANSPORTE BRASILEIRO

O sistema logístico brasileiro é caracterizado pela forte presença do modal rodoviário, de acordo com dados do Instituto ILOS (2013) cerca de 65% do transporte de cargas no território nacional é realizado através do modal rodoviário.

De acordo com Oliveira (2011) o modal rodoviário é indicado para curtas distâncias, para fazer a ponta rodoviária entre um modal e outro, porém não é isso que vem ocorrendo nos últimos anos no Brasil. Devido à baixa disponibilidade dos demais modais, os caminhões com soja acabam percorrendo rotas de mais de 1.000 quilômetros carregados, atravessando uma malha viária em péssimas condições e pagando fretes abusivos.

Sobre as condições da via, a última pesquisa da Companhia Nacional de Transportes (CNT, 2016) revelou que apenas 12% da malha viária brasileira encontra-se pavimentada e que a idade média da frota varia entre 18 e 20 anos para empresas privadas e autônomos respectivamente.

Uma malha viária nessas condições aliada às longas distâncias percorridas acabam causando perdas do produto durante o trajeto, acarretando prejuízos que poderiam ser facilmente evitados se houvesse um melhor planejamento do sistema logístico nacional.

A baixa presença dos modais ferroviário e hidroviário que são mais indicados para o transporte de grãos é fruto das políticas adotadas pelos governantes que priorizaram o investimento no modal rodoviário, sendo que dos anos 1980 até 2016 a disponibilidade de ferrovias regrediu mostrando um intenso sucateamento da malha (CNT, 2016).

Schroeder e Castro (2014) afirmam que a escolha pela modalidade rodoviária como principal meio de transporte de carga é um fenômeno que se observa a nível mundial desde a década de 50, tendo como ponto inicial a expansão da indústria automobilística juntamente com os baixos preços dos combustíveis derivados do petróleo no período.



No Brasil essa priorização ocorreu no mesmo período que o resto do mundo, de forma que além da implementação da indústria automobilística, a mudança da capital para o Centro-Oeste implicou numa expansão na construção de rodovias ao longo de todo território nacional (SCHROEDER e CASTRO, 2014). Observa-se através da **Figura 1** que a priorização dos investimentos públicos no transporte rodoviário é uma tendência seguida até os dias atuais.

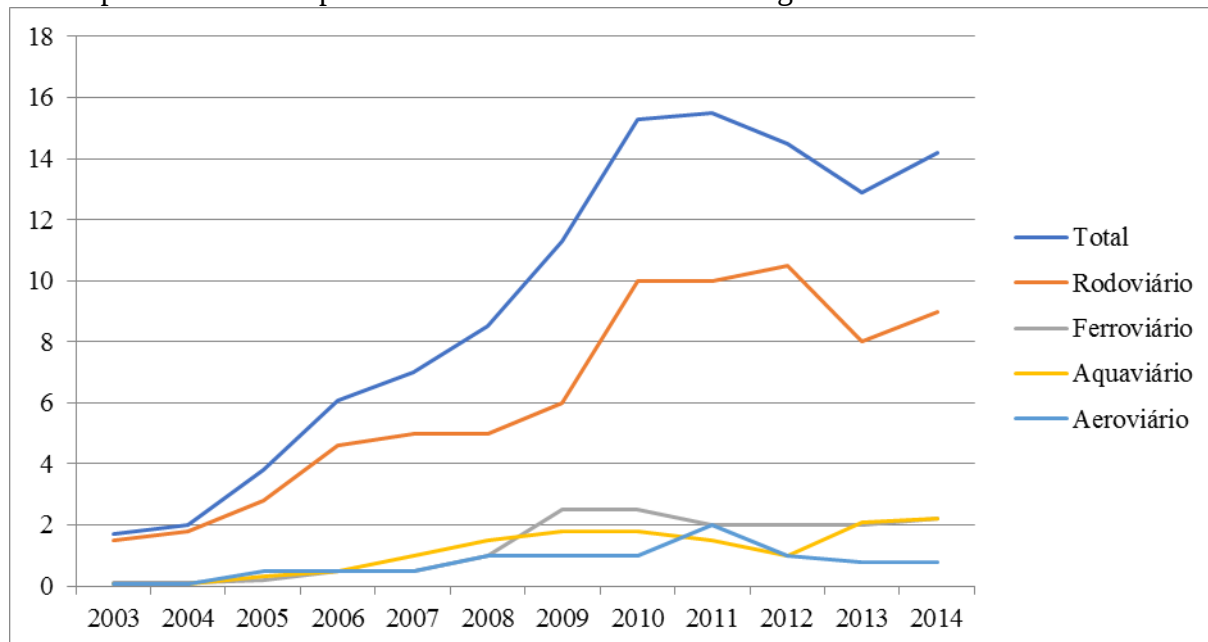


Figura 1: Evolução do Investimento Público Total em Infraestrutura de Transporte - Total
Pago (R\$ bilhões correntes)
Fonte: CNT (2014).

O desequilíbrio entre os modais de transporte do Brasil demonstra uma fragilidade no nosso sistema de transporte, fato que prejudica o escoamento da produção. Além da limitação em relação à escolha do modal, os principais portos de exportação do Brasil enfrentam problemas diários com superlotação acarretando o pagamento de diárias e taxas extras por atrasos de carregamento, afetando a competitividade da produção agrícola nacional.

A produção de grãos no Brasil atualmente está concentrada na região Centro-Sul, a logística de movimentação de grãos inicia-se no local de produção e é escoada até o destino final ou até o terminal portuário onde é realizado o embarque marítimo para em seguida ser enviado para o próximo país, a maior parte dos grãos são exportados através do Porto de Santos localizado no estado de São Paulo. De Sorriso (maior cidade produtora de soja) até o Porto de Santos os caminhões carregados com soja percorrem uma distância de mais de 2.000 km. De acordo com dados do Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária (IMEA, 2015) o custo do frete impacta em aproximadamente 20% nos preços pagos aos produtores de Sorriso/MT, o polo produtor de grãos no estado do Mato Grosso.

3. MÉTODOS

Os modelos de regressão linear múltipla contemplam a análise do relacionamento entre múltiplas variáveis explicativas e, em alguns casos, múltiplas variáveis dependentes. Grande parte das pesquisas delineadas para examinar o efeito exercido por duas ou mais variáveis independentes sobre uma variável dependente utiliza a análise de Regressão Múltipla (ABBAD e TORRES, 2002).



Wooldridge (2010) afirma que em um modelo de regressão linear múltipla, os coeficientes angulares $\beta's$ são responsáveis por captar o efeito parcial de uma variável independente sobre a variável dependente. Ou seja, qual seria a variação marginal em Y para uma variação unitária em X_j , mantendo-se constante as demais variáveis independentes.

O modelo de regressão múltipla permite maior manipulação explícita de outros fatores, ao mesmo tempo afetando simultaneamente a variável explicada (y) (WOOLDRIDGE, 2010).

A utilização do modelo de regressão linear múltipla é justificada pelo fato desses modelos usarem de múltiplas variáveis independentes que podem, por vezes, estar correlacionadas inferindo assim na causalidade nos casos em que a análise de regressão simples seria enganosa. Outra vantagem a mais que a análise de regressão múltipla pode incorporar ao modelo é uma maior flexibilidade, que pode ser utilizado para construir modelos mais robustos e capazes de prever com mais exatidão a variável explicada (WOOLDRIDGE, 2010).

O resultado final de uma regressão linear múltipla é sempre representado por uma equação da reta que ilustra a melhor predição de uma variável dependente a partir de uma série de variáveis independentes. Abbad e Torres (2006) apontam que esta equação representa um modelo aditivo, no qual as variáveis preditoras somam-se na explicação da variável critério. Sendo que a inclusão de novas variáveis na equação de ajuste pode ser feita para aumentar o grau de correlação entre os dados teóricos e reais (SASSI *et al*, 2012). A equação da regressão linear pode ser usualmente apresentada por:

$$\hat{Y}_i = \alpha + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + \dots + b_k X_{ki} + \epsilon_i \quad (1)$$

Em que:

$\hat{Y}_i$ = a variável dependente;

α = a constante, ou o intercepto entre a reta e o eixo ortogonal;

b_i = determina os efeitos (contribuição) das variáveis independentes X_k (coeficiente de inclinação);

$X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}$ = são as variáveis independentes preditoras

ϵ = é o erro ou resíduo, que se refere à diferença entre os valores observados e os previstos.

Hair *et al.* (2005), explicam que o coeficiente ajustado de determinação (R^2), é a medida que considera o número de variáveis independentes incluídas na equação de regressão e no tamanho da amostra, esta estatística é importante pois pode representar o número de observações que são enquadrados no modelo.

3.1 Descrição dos dados

As variáveis inseridas no modelo foram: *logfrete*, *xretorno*, *XSAFRA*, *Xlogdistkm*, *xlogqualirota* e *Xlogdiesel*, explicadas em seguida.

A variável *logfrete* representa o logaritmo natural do valor do frete rodoviário medido em reais por tonelada (R\$/ton) entre região de origem e destino, referente ao ano de 2014 para os produtos soja, milho e fertilizantes disponibilizados pelo Informe SINFRECA.

A segunda variável analisada foi *xretorno* que representa a binária criada para verificar o



impacto do frete de retorno na variável *logfrete*. Assume valor 1 caso a rota praticasse frete de retorno e 0 caso contrário.

A variável *XSAFRA* representa uma binária criada para verificar o impacto do período de safra no *logfrete*. Foi ajustada considerando o período de safra de cada cultura (milho e soja) em cada unidade da federação presente na base (MT, MS, SP, PR, GO). Atribuiu-se valor 1 caso a data associada a rota estivesse vinculada ao período safra e 0 caso contrário.

A variável *Xlogdistkm* representa o logaritmo da distância da rota medida em quilômetros.

A variável *xlogqualirota* representa o logaritmo do índice de qualidade da rota. O índice de qualidade da rota foi calculado pelos autores a partir do Relatório de qualidade da via do ano 2014 disponibilizado pelo CNT (Companhia Nacional de Transportes). Esse indicador foi desenvolvido a partir do estado geral da via, pavimentação, sinalização e geometria da via. Foi atribuído um valor entre 0 a 10 através da média ponderada desses fatores e o resultado é mostrado na **Figura 2**.

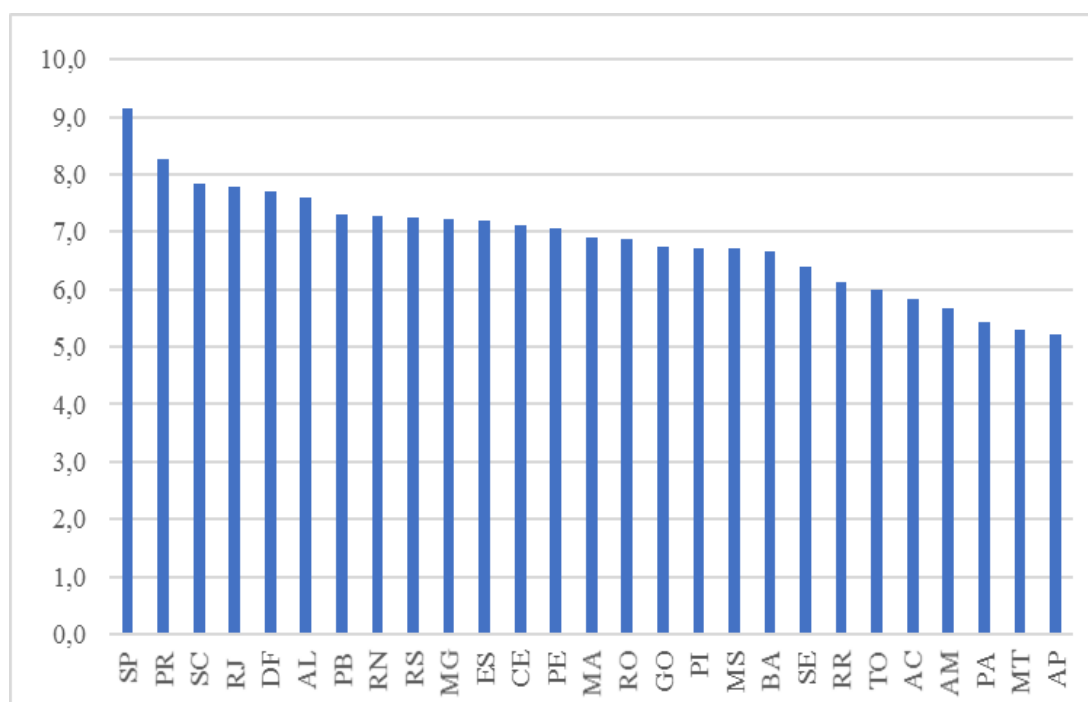


Figura 2: Indicador de qualidade da via por estado no Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A variável *Xlogdiesel* representa o logaritmo do preço médio do litro do diesel na rota em R\$. O preço médio do litro do diesel na rota foi obtido por uma média simples entre o preço médio do diesel na UF de origem e o preço médio do litro do diesel na UF de destino.

A variável dependente (y) utilizada foi *logfrete* e as demais variáveis foram inseridas nos ajustes como variáveis independentes (x_i). Para avaliar o efeito das variáveis independentes no valor médio de *logfrete* foi ajustado uma modelo de regressão linear múltipla. Já para avaliar o impacto das variáveis independentes em diferentes faixas de valores de frete foram realizados ajustes quantílicos. Esses ajustes foram efetuados para os percentis ou quantis 25%,



50% (mediana) e 75% da variável *logfrete*. Ou seja, procurou-se verificar os diferentes efeitos das variáveis independentes nos menores valores de frete (primeiro quartil), valores de frete intermediários (segundo quartil) e nos valores de frete mais altos (terceiro quartil).

O software *R* foi utilizado para a obtenção dos resultados a partir do modelo de regressão linear múltipla; uma ferramenta do software serviu como subsídio para essa análise.

4. RESULTADOS E DICUSSÃO

O modelo de regressão linear mostrou-se significativo a 1% (p-value: $< 2.2e-16$). Todas as variáveis inseridas também foram significativas a 1%, com exceção de *xretorno* que foi significativa a 5%. O ajuste possui um bom poder explicativo, com um valor de R quadrado ajustado de aproximadamente 87%.

A variável contínua com maior impacto em *logfrete* foi *xlogdiesel*. O que significa que a cada 1% de aumento no preço do óleo diesel leva a um aumento de aproximadamente 2,4% no valor do frete.

As variáveis *xlogdistkm* e *xlogiqualirota* também se mostraram representativas. Para cada 1% de aumento na distância da rota e no índice de qualidade da rota, espera-se respectivamente um aumento de 0,7% e 0,5% no valor do frete. O impacto positivo da qualidade da rota no valor do frete pode ser atribuído ao fato de rodovias melhores cobrarem pedágios mais elevados, que é o que se observa no indicador criado pelos autores, já que o estado de São Paulo possui maior quantidade de rodovias privatizadas, mas consequentemente com melhor qualidade. Os índices são observados na **Tabela 1**.

Tabela 1: Resultados Análise a partir da Regressão Linear Múltipla

Resíduos	
Min	-2,12
1Q	-0,13
Média	0,00118
3Q	0,12672
Max	1,10854

Coeficientes	Estimativas	Erro	Valor t	Pr ($> t $)
Intercepto	-3,578658	0,589698	-6,069	1.49e-09
Xretorno	0,022534	0,011205	2,011	0,0444
Xsafra	0,125531	0,009142	13,732	$<2e-16$
Xlogdistkm	0,706071	0,005888	119,925	$<2e-16$
xlogiqualirota	0,580919	0,108249	5,366	8,77E-08
Xlogdiesel	2,403254	0,41814	5,747	1,02E-08

R ²	0,8757
R ² ajustado	0,8754



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

As binárias *XSAFRA* e *xretorno* também apresentaram efeito positivo em *logfrete*. O fato do transporte de grão ocorrer em período de safra torna o valor do frete em média 12,5% mais elevado. Além disso, se a rota possuir frete de retorno com carga de fertilizantes pode-se esperar um valor de frete de grãos 2,25% mais elevado. Isso pode ser explicado pelo fato de que as rotas que possuem frete de retorno também são as mais longas, que geralmente tem como partida o local de origem da carga de grãos e como destino o porto de Santos ou de Paranaguá, o que também torna essas rotas as mais caras. Isso faz com que o frete de retorno esteja associado as rotas mais caras e longas da base de dados utilizada no trabalho.

4.1 Regressões Quantílicas:

Nas regressões quantílicas todas as variáveis foram significativas para explicar o comportamento de *logfrete*, com exceção de *xretorno*, que foi significativa apenas no ajuste referente ao quantil 25%. A variável *xlogdiesel* e a binária *xSAFRA* possuem impactos crescentes a medida que se avança para as distribuições de valores de frete mais altas.

Na categoria mais elevada de valor de frete (quantil 75%) um aumento de 1% no preço do óleo diesel gera um aumento de 2,91% no valor do frete, enquanto que na categoria inferior (quantil 25%), um aumento de 1% no valor do diesel geral uma elevação de 2% no valor do frete.

A qualidade da rota também se mostrou mais importante para valores de frete maiores. Uma elevação de 1% no índice de qualidade da rota (*xlogqualirota*) nos percentis 50% e 75%, produz respectivamente um aumento de 0,66% e 0,65% no valor do frete. Já uma elevação similar no índice de qualidade da rota para o percentil 25% gera um aumento no valor do frete (*logfrete*) de 0,62%.

Já a distância da rota apresentou impacto menor nas distribuições mais elevadas de valor de frete. Em outras palavras, quanto maior o valor do frete menor o impacto da distância da rota em sua composição. Nos percentis 75% e 50%, um aumento de 1% na distância percorrida (*xlogdistkm*) gera respectivamente uma elevação de 0,71% e 0,73% no valor do frete (*logfrete*).

Já na categoria de valores de fretes mais baixos (percentil 25%) uma elevação de 1% na distância percorrida produz uma elevação no valor do frete de 0,76%. Isso sugere que quanto menor o valor do frete, maior é o espaço para que os ajustes de preço em função da distância sejam elevados. Ou então, sendo o valor do frete proporcional à distância percorrida, rotas com distâncias menores possuem preços de frete por quilômetro maiores do que as rotas mais longas. Os índices podem ser observados nas tabelas abaixo:

Tabela 2: Resultados apresentado no primeiro quartil (25%)

Coeficiente	Valor	Std. Erro	Valor t	Pr(> t)
Intercepto	-3,78878	0,71645	-5,2883	0
Xretorno	0,04856	0,0122	3,97943	0,00007
xSAFRA	0,10612	0,01082	9,81066	0
Xlogdistkm	0,765	0,00733	104,41881	0
Xlogqualirota	0,62117	0,13046	4,76148	0



Xlogdiesel	2,00842	0,50743	3,95802	0,00008
------------	---------	---------	---------	---------

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Tabela 3: Resultados apresentado no segundo quartil (50%)

Coeficiente	Valor	Std. Erro	Valor t	Pr(> t)
Intercepto	-3,91365	0,60225	-6,49833	0
Xretorno	0,01783	0,00957	1,86201	0,06272
xSAFRA	0,11977	0,00861	13,91024	0
Xlogdistkm	0,73482	0,00688	106,81841	0
Xlogiqualirota	0,6667	0,11198	5,95395	0
Xlogdiesel	2,38334	0,42863	5,56039	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Tabela 4: Resultados apresentado no terceiro quartil (75%)

Coeficiente	Valor	Std. Erro	Valor t	Pr(> t)
Intercepto	-4,0804	0,64381	-6,33798	0
Xretorno	-0,00584	0,01015	-0,57536	0,5651
xSAFRA	0,12491	0,0087	14,35294	0
Xlogdistkm	0,70899	0,00733	96,6649	0
Xlogiqualirota	0,65201	0,11993	5,43674	0
Xlogdiesel	2,91309	0,45833	6,35581	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Sendo assim, esse artigo foi importante para que identificarmos os efeitos de diversas variáveis no valor do frete de grãos. Conhecer o comportamento das variáveis permite uma maior liberdade de negociação no momento da contratação do serviço de transporte, o que pode tornar o produto mais competitivo. Para estudos futuros e melhor entendimento do mercado de fretes para o mercado de grãos outras variáveis podem ser exploradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbad, G.; Torres, C. V. (2002). Regressão múltipla stepwise e hierárquica em Psicologia Organizacional: aplicações, problemas e soluções. *Estudos de Psicologia*, n. 7 (Número Especial), P. 19-29.
- AGROSTAT (2014). Foreign Trade Statistics of Brazilian Agribusiness. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>. Acesso em 10 ago. 2014.
- BRASIL (2014). CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Boletim Estatístico – CNT – Jan, 2014. Disponível em < http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins_Detalhes.aspx?b=3> Acesso : Jan, 2017.
- BRASIL (2016). CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Boletim Estatístico – CNT – Jan, 2017. Disponível em: < http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins_Detalhes.aspx?b=3> Acesso : Jan, 2017.
- Contini, E. (2014). Exportações na dinâmica do agronegócio brasileiro: oportunidades econômicas e responsabilidade mundial. In: “O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola.”. Brasília, EMBRAPA. Part 1, cap. 3, p. 149-173.
- Hair, JR., J. H.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (2005). *Análise multivariada de dados*. 5ª ed. Porto Alegre. Bookman.
- ILOS (2014). Custos logísticos no Brasil. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/custos-logisticos-no-brasil/>. Acesso: mar, 2017.
- IMEA. (2010). Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. Boletim Semanal – Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/2010_12_17_BSSoja.pdf>. Acesso: mai, 2017.
- Oliveira, A. L. R. (2011). *O sistema logístico e os impactos da segregação dos grãos diferenciados: desafios*



- para o agronegócio brasileiro*. 79 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- Sassi, C. P. ; Perez, F. G. ; Myazato, L. ; YE, X. ; Ferreira-Silva, P. H. ; Louzada, F. (2012). Modelos de regressão linear múltipla utilizando os softwares R e Statistica: uma aplicação a dados de conservação de frutas. São Carlos: *ICMC-USP*, nº 377.
- Schroeder, E. M.; Castro, J. C. de. (2014). Transporte Rodoviário de Carga: Situação Atual e Perspectivas. Disponível em http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/carga.pdf>. Acesso: jan 2017.
- USDA (2013). Department of Agriculture. USDA agricultural projections to 2022. Washington, DC. Disponível em http://www.ers.usda.gov/publications/oce-usda-agricultural-projections/oce131.aspx#.U_eYrfdVqU. Acesso: jun, 2017.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning.

Andrea Leda Ramos de Oliveira (andrea.oliveira@feagi.unicamp.br)
Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas
Av. Cândido Rondon, 501 - Cidade Universitária, Campinas - SP, Brasil
Bruno Miyamoto (bruno.miyamoto@ifrs.edu.br)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)
R. Princesa Isabel, 60, Feliz – RS, Brasil
Jamilé de Campos Coleti (jamilé.coleti@gmail.com)
Instituto de Economia – Universidade Estadual de Campinas
R. Pitágoras, 353 - Cidade Universitária, Campinas - SP, Brasil.