



Andrea Leda Ramos de Oliveira<sup>(a)</sup>, Bruna Fernanda Ribeiro Lopes<sup>(b)</sup>

(a) FEAGRI-UNICAMP, andrea.oliveira@feagri.unicamp.br

(b) FCA-UNICAMP, brufribeiro@yahoo.com.br

## **ESTRATÉGIA LOGÍSTICA DO MILHO BRASILEIRO E A PRÁTICA DA INTERMODALIDADE: UMA AVALIAÇÃO DE ROTAS SELECIONADAS**

### **RESUMO**

*Nas últimas safras o Brasil vem se tornando um importante ator no mercado mundial de milho. A despeito do avanço das tecnologias para promover o aumento da produção e da produtividade deste grão, os custos com transporte e armazenagem ainda se apresentam como um dos principais fatores que limitam o potencial competitivo deste produto. Isto posto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a distribuição logística do milho e apontar os possíveis ganhos competitivos através da prática da intermodalidade para rotas selecionadas. Para tanto, um modelo de regressão linear foi aplicado para os fretes dos modais rodoviário e ferroviário. Para o caso rodoviário o  $R^2$  foi de 0,9262, o que indica que 92,62% da variável dependente "custo do frete" é explicada pelo modelo. Com o apoio do método proposto foi possível identificar elementos que apontam que a intermodalidade é uma das melhores formas para se obter uma maior eficiência na cadeia produtiva do milho. Além de reduzir os custos com frete, poderá refletir em vantagens competitivas no mercado internacional.*

**Palavras-chave:** Transporte, Rotas logísticas, Intermodalidade.

## **STRATEGY LOGISTICS OF BRAZILIAN CORN AND INTERMODALITY: AN ANALYSIS OF SELECTED ROUTES**

### **ABSTRACT**

*In recent years Brazil has become an important player in the corn market. Despite the advancement of technologies to promote expansion in production and productivity of this grain, transportation costs and storage still stand as major barriers that limit the competitive potential of this product. Thus, the aim of this study is to evaluate the corn logistics distribution and to point the possible gains through the practice of intermodal transportation for selected routes. Therefore, a linear regression model was applied to the freight of road and rail modals. For the road case, the  $R^2$  was 0.9262, which indicates that 92.62% of the dependent variable "shipping cost" is explained by the model. The intermodality is the best ways to achieve greater efficiency in the corn production chain. Besides, it reduces freight costs and may reflect in a competitive advantage in the international market.*

**Keywords:** Inventory management. Warehouse organization. Performance objectives.

## 1. Introdução

A emergência de um ambiente altamente competitivo resultante da globalização dos mercados, faz com que o Brasil tente estabelecer estratégias para maior inserção no mercado mundial. Nesse contexto, a agricultura passou a figurar como principal setor capaz de promover o processo de estabilização econômica. Alguns dos aspectos intrínsecos associados ao agronegócio, tais como a elevada participação no PIB, a importância na pauta de exportações e a contribuição para o controle da inflação, evidenciam sua importância para o bom desempenho da economia brasileira (ALVES e ROCHA, 2010; BARROS, 2014).

A mudança no arranjo espacial da produção agrícola brasileira é um fenômeno recorrente. Os negócios agropecuários foram ocupando novas fronteiras, a exemplo da região Centro-Oeste e parte do Nordeste, por meio de atividades que incorporam modernas tecnologias de produção. Dessa maneira, fornecedores de insumos, armazenadores e indústria de processamento aglomeram-se ao redor dessas zonas de produção com vistas à minimização dos custos logísticos, principalmente os custos com transporte.

A produção de milho no Brasil, juntamente com a de soja, contribui aproximadamente com 85% da produção de grãos no país. De acordo com dados da Duarte (2011), o milho tem sua produção voltada para o abastecimento interno, sendo utilizado em torno de 77% para fabricação de rações, 10,4% para consumo industrial, e apenas em torno 2% para consumo humano. Além disso, as exportações desse cereal vêm sendo realizadas em quantidades expressivas e contribuindo para maior sustentação dos preços internos do milho. Atualmente, o Brasil está em terceiro lugar no ranking mundial de produção de milho, ficando apenas atrás de Estados Unidos e China (USDA, 2014).

Segundo Duarte (2011), a importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Além disso, o milho está incorporado à cadeia de bioetanol, sendo sua matéria-prima principal nos Estados Unidos, diferentemente do Brasil que utiliza a cana-de-açúcar. Ele compõe ainda parte da alimentação humana de famílias de baixa renda.

Embora seja versátil em seu uso, a produção de milho tem acompanhado basicamente o crescimento da produção de

suínos e aves. Um aspecto relevante que deve ser destacado é a localização das unidades industriais de suínos e aves no Brasil. A região Sul ainda concentra a produção desses animais e vem apresentando crescimento dessas atividades criatórias. Recentemente a produção de suínos e de frangos na região Centro-Oeste tem apresentado forte expansão, vinculada à crescente produção de soja e milho nessa região. Essa tendência é plenamente justificável em razão do peso que representa o milho e a soja no custo final da ração.

Mas um contraponto dessa migração produtiva para o Centro-Oeste precisa ser mencionado. O custo de transporte, especialmente no Brasil onde são precárias as condições de infraestrutura, acaba por onerar o bem movimentado com implicações diretas quanto ao custo de produção do milho quando transportado a longas distâncias. Por um lado, há uma tendência de se consumir o milho o mais próximo possível das áreas de produção, mas por outro lado, quando se analisa as exportações do milho, observa-se as longas distâncias até os principais portos brasileiros, superiores a mil quilômetros da região Centro-Oeste (OLIVEIRA e SILVEIRA, 2013).

Apesar do avanço das tecnologias para promover o aumento da produção e da produtividade do milho, os custos com transporte e armazenagem ainda se apresentam como principais fatores que limitam o potencial competitivo deste produto. Dessa forma, a questão que se coloca é se a redução nos custos logísticos poderá refletir ganhos de competitividade para a cadeia produtiva do milho e, ainda, de que maneira essa redução poderá ser realizada.

Esta pesquisa parte da premissa que a redução nos custos logísticos, mais especificamente com transporte através da prática da intermodalidade, pode promover o aumento da competitividade do milho no cenário internacional.

Assim, o objetivo do presente trabalho é avaliar a distribuição logística do milho e apontar os ganhos competitivos através da intermodalidade para rotas selecionadas. Para tanto, um modelo de regressão linear foi aplicado para os fretes dos modais rodoviário e ferroviário. Uma análise das principais rotas de transporte praticadas para a movimentação do milho com destino aos portos de exportação também foi realizada.

Na seção dois são explorados dados e informações para analisar a oferta e demanda do milho. Na seção três é feita a caracterização do

sistema logístico em que o milho está inserido, identificando os modais utilizados e as rotas praticadas para o escoamento. Na seção quatro é apresentada a metodologia utilizada para o cálculo das rotas selecionadas e nas seções cinco e seis são apresentados os resultados e conclusões, respectivamente.

## 2. Dinâmica do mercado do milho

Na safra 2013/14, os maiores produtores mundiais de milho foram os Estados Unidos, China e Brasil. A produção norte-americana atingiu 353,7 milhões de toneladas, enquanto que a produção chinesa foi de 218,5 milhões de toneladas. A brasileira, por sua vez, chegou a 79,9 milhões de toneladas (USDA, 2014).

Mas em termos de abastecimento do mercado mundial, este quadro se altera. Na safra 2013/14, a demanda foi atendida por quatro países: Estados Unidos (50,5 milhões de toneladas), Brasil (22,1 milhões de toneladas), Ucrânia (20 milhões de toneladas) e Argentina (12,5 milhões de toneladas).

Uma das vantagens dos Estados Unidos e da Argentina diz respeito à logística. No caso dos Estados Unidos, os ganhos de competitividade neste mercado estão associados à matriz de transporte equilibrada, porque priorizam o uso dos modais hidroviário e ferroviário para a movimentação de longas distâncias. Já no caso da Argentina, as vantagens referem-se às dimensões continentais e a proximidade das zonas produtoras aos portos de exportação.

O Brasil, por outro lado, apesar de figurar entre os principais exportadores, tem sua competitividade afetada em função das longas distâncias a serem percorridas e da infraestrutura de transporte deficitária, prejudicando o país na busca de uma presença maior e constante no comércio internacional de milho.

O milho vem mantendo posição de destaque na produção brasileira de grãos. Na safra 2013/14 o milho representou cerca de 40% da produção nacional de grãos e cereais, totalizando 79,9 milhões de toneladas (CONAB, 2014). Os principais estados produtores são: Mato Grosso com 18,6 milhões de toneladas (23% da produção nacional), Paraná com 15,6 milhões de toneladas (20%), e Mato Grosso do Sul 8,0 milhões de toneladas (10%).

No estado do Paraná, a produção de milho abastece o mercado da avicultura e suinocultura. Já no Mato Grosso, a indústria processadora e o mercado internacional são os principais destinos.

Em 2013, somente o estado do Mato Grosso foi responsável por 64% das exportações brasileira. As exportações mato-grossenses totalizaram 6,1 milhões, seguido pelo estado do Paraná com 1,5 milhões, ou 16% das exportações. (BRASIL, 2014).

Ainda com relação às exportações, a dinâmica portuária concentrou-se no Porto de Santos com 45% da saída para o mercado internacional (11,9 milhões de toneladas) e no Porto de Paranaguá com participação de 17% das exportações (4,6 milhões de toneladas). Juntos foram responsáveis, portanto, por 62% das saídas brasileiras (BRASIL, 2014).

Embora seja versátil em seu uso, a produção de milho tem acompanhado basicamente o crescimento da produção de suínos e aves, tanto no Brasil como no mundo. Um aspecto relevante que deve ser destacado é a localização das unidades industriais de suínos e aves no Brasil. A região Sul ainda concentra a maioria da produção desses animais e vem apresentando crescimento dessa atividade.

O estado de Santa Catarina é o principal produtor de carne suína, em 2013 a produção atingiu 770,5 mil toneladas (25% da produção nacional), seguido pelo Rio Grande do Sul (677,6 mil toneladas) e Paraná (606,4 mil toneladas) (IBGE, 2014). Em termos de produção de carne de frango, o destaque ficou com o estado do Paraná, com 3,3 milhões de toneladas (27% da produção nacional), seguido por Santa Catarina (2,1 milhões de toneladas) e o Rio Grande do Sul, com 1,9 milhões de toneladas (IBGE, 2014).

## 3. Logística de transporte

O aproveitamento do potencial de expansão da produção de grãos depende do estabelecimento de um sistema eficiente de transporte. Tal sistema terá de comportar volumes maiores a custos menores, permitindo, assim, que o setor de grãos aumente a sua contribuição no abastecimento interno de alimentos e mantenha sua posição no mercado internacional (OLIVEIRA, 2014).

Para Batalha (2010), uma forma de avaliar a economia dos países desenvolvidos e daqueles em desenvolvimento é comparar sua matriz de transporte e o papel que essa desempenha nas atividades. Raramente encontrar-se-á um país desenvolvido com um sistema de transporte ineficiente e/ou um país em desenvolvimento com um sistema de transporte eficiente. Um sistema de transporte eficiente contribui para

gerar maior competição, economia de escala e redução de preços.

Em geral, países com pequena extensão territorial vocacionam o seu transporte no modal rodoviário, enquanto países com grandes extensões, com exceção do Brasil, priorizam o transporte através dos modais ferroviário e hidroviário, dado que esses modais possuem uma maior eficiência e competitividade no transporte de longas distâncias.

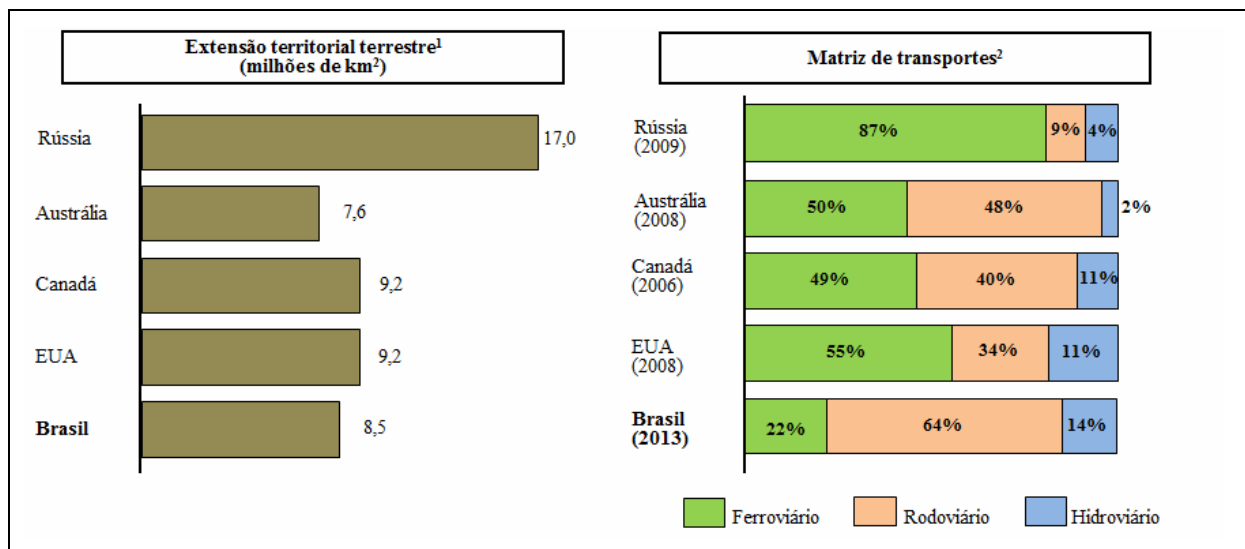
Segundo Caixeta Filho (2010), o que é observado na economia agrícola brasileira nas ultimas décadas é a verdadeira revolução em seu arranjo espacial, onde o agronegócio ocupou fronteiras como Norte e Centro-Oeste, e avançando para o Nordeste. Em geral, esta nova espacialização se deu por meio de atividades que incorporam modernas tecnologias de produção. Dessa forma, é introduzido toda uma cadeia de apoio para o negócio principal, ou seja, fornecedores de insumos, armazenadores e indústrias de processamento que se aglomeram ao redor das zonas de produção com o objetivo

de minimizar custos de transporte, atendendo os princípios de racionalidade econômica.

Ainda conforme Caixeta Filho (2001), a distância média percorrida pelas cargas agrícolas das regiões de fronteira chega a ser superior à 1.600 km. Além disso, considerando o total de cargas movimentadas pelas ferrovias, a distância média percorrida chega a ser inferior a 500 km.

Este cenário ilustra o reduzido uso do sistema ferroviário para a movimentação de longa distância, que é consequência de alguns fatores, dentre os quais: falta de infraestrutura logística, problemas com armazenagem em terminais de transbordo ferroviário, custo relativamente baixo das terras e distância cada vez maior entre polos produtores e consumidores.

Conforme os dados da CNT (2014), a modalidade de transporte rodoviário tem absorvido mais da metade dos transportes de cargas no Brasil. Em 2014, foi responsável por 64% das movimentações, contra 22% do transporte ferroviário e 14% do transporte hidroviário (Figura 1).



**Figura 1. Extensão territorial e transporte de carga, países selecionados.**

Notas: 1) Extensão territorial total descontadas das áreas cobertas por água

2) Não considera transporte dutoviário e aéreo.

Fonte: OLIVEIRA (2014).

No Brasil, a partir da segunda metade dos anos 1950, os investimentos em infraestrutura de transporte foram direcionados ao desenvolvimento e expansão do modal rodoviário. As justificativas foram as de que o investimento na construção de rodovias era menor comparado com o das ferrovias e também que existe maior flexibilidade do transporte rodoviário (serviço de porta a porta). Por outro lado, a pressão das montadoras automobilísticas que estavam se instalando no Brasil também foi

grande. A malha ferroviária hoje existente foi implantada, em sua maior parte, antes da década de 50, e sua manutenção não foi adequada, enquanto as hidrovias permaneceram abandonadas por longos períodos (LICIO, 1995).

A falha desse processo foi a ausência de um projeto de longo prazo, em que não foi considerado o perfil dos produtos transacionados e a pauta exportadora do Brasil. Em sua maioria, são produtos de baixo valor agregado, grandes volumes e com os centros produtivos distantes

dos portos de exportação. A vocação natural de transporte para esse grupo de produtos são os modais ferroviário e hidroviário (OLIVEIRA e SILVEIRA, 2013).

Segundo Batalha (2010), o efeito dos altos custos fixos e baixos custos variáveis nos transportes ferroviário e hidroviário podem ser diluídos sobre os volumes maiores ou sobre as longas distâncias, reduzindo o custo por unidade (R\$/t.km), gerando assim a chamada oportunidade de economia de escala. Pode-se dizer que esses modais são os mais indicados para transportar grandes volumes em longas distâncias (STEADIESEIF *et al.*, 2014).

A predominância do modal rodoviário no transporte de cargas pode ser explicada ainda pelas dificuldades que outras modalidades de transporte enfrentam para atender eficientemente aos aumentos de demanda em áreas mais afastadas do país, as quais não são providas de ferrovias ou hidrovias.

Também conforme Batalha (2010), é possível traçar uma relação entre característica dos produtos e modal de transporte. O Quadro 1 demonstra a relação entre produtos transportados versus tipo de modal.

Quadro 1. Modais de transporte e principais produtos transportados.

Modal	Principais produtos transportados
Ferrovário	<i>Commodities</i> agrícolas, Minerais, Matéria-prima de baixo valor agregado.
Hidroviário	<i>Commodities</i> agrícolas, Veículos automotores, Produtos químicos.
Rodoviário	Produtos agrícolas perecíveis, Produtos refrigerados, Produtos de alto valor agregado, Carga fracionada.
Aeroviário	Produtos de alto valor agregado, Produtos perecíveis e produtos urgentes.
Dutoviário	Petróleo, gás natural, Combustíveis em geral, água, Minérios.

Fonte: BATALHA (2010).

Para Steadieseif *et al.* (2014), o usuário do sistema de transporte deve escolher o modal, ou uma combinação de modais, que forneça o melhor balanço entre custo e a qualidade de serviço. Entretanto, a disponibilidade do modal e aspectos como origem-destino também devem ser considerados.

### 3.1. Caracterização das rotas logísticas do milho brasileiro

De acordo com Oliveira (2014), o fator escoamento da produção impacta na comercialização, formação de preço e também na competitividade do produto.

O Quadro 2 apresenta os principais fluxos de movimentação do milho. Os estados do Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais são regiões de oferta de milho e abastecem o mercado interno de São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, complementando o abastecimento desses estados que são demandantes de milho. Parte do milho originário dos estados ofertantes tem como destino o mercado internacional, o que origina os fluxos com destino aos principais portos de exportação.

Os fluxos do mercado doméstico são feitos através de caminhões, uma vez que se trata de volumes menores e pulverizados pelo território nacional. As principais rodovias do Centro-Oeste são as BR-163 e BR-364.

A primeira rodovia liga as áreas produtoras ao Sul do país e também ao porto de Paranaguá (PR). Já a BR-364 interliga o Mato Grosso e Mato Grosso do Sul a Rondônia e no sentido contrário ao interior paulista (SP) e ao Porto de Santos (SP). Já a BR-381 interliga Minas Gerais a São Paulo e Santos (SP).

Para os fluxos de exportação existem as opções intermodais. A opção rodoferroviária com a ALL (América Latina Logística) faz a ligação do Mato Grosso ao Porto de Santos. O milho parte das regiões produtoras por caminhão até o município de Alto Araguaia (MT) e parte deste município, no qual se localiza o terminal ferroviário da ALL, por ferrovia para o Porto de Santos. No Mato Grosso do Sul, o milho é transportado por caminhão até Campo Grande (MS) e segue por trem ao Porto de Santos ou ao Porto de Paranaguá ou, ainda, ao Porto de São Francisco (OLIVEIRA, 2014).

Uma rota alternativa utilizada principalmente pelo norte do MT é a Hidrovia do Madeira. O milho segue de caminhão até Porto Velho (RO)<sup>1</sup>, onde se localiza o terminal de transbordo hidroviário, e deste ponto segue por hidrovia para o Porto de Santarém (AM) ou Porto de Manaus (AM). Ainda para os estados do Centro-Oeste, outra opção logística que vem sendo utilizada também é a opção rodoferroviária com a ALL. O milho segue de caminhão dessas regiões produtoras até Maringá (PR) e segue de ferrovia aos portos da região sul (OLIVEIRA, 2014).

Quando o destino é o Porto de Vitória, a opção também é a rodoferroviária através da FCA (Ferrovia Centro Atlântica). O produto vai de caminhão até a estação ferroviária localizada em Uberlândia (MG), de onde segue para o Porto de Vitória.

Quadro 2. Principais rotas do milho, mercado interno e exportação

Origem	Destino	
PR	Chapecó (SC)	RD
	Concórdia (SC)	RD
	Maringá (PR)	RD
	Passo Fundo (RS)	RD - RF
	Interior de SP (SP)	RD
	Paranaguá (PR)	RD - RF
	São Francisco (SC)	RD - RF
MT	Chapecó (SC)	RD
	Passo Fundo (RS)	RD
	Alto Araguaia (MT)	RD
	Uberlândia (MG)	RD
	Interior de SP (SP)	RD
	Paranaguá (PR)	RD - RF
	Santos (SP)	RD - RF
	Santarém (AM)	RH
	Vitória (ES)	RD - RF
MS	Chapecó (SC)	RD
	Passo Fundo (RS)	RD
	Maringá (PR)	RD
	Interior de SP (SP)	RD
	Paranaguá (PR)	RD - RF
	Santos (SP)	RD - RF
	São Francisco (SC)	RD - RF
GO	Uberlândia (MG)	RD
	Interior de SP (SP)	RD
	Paranaguá (PR)	RD - RF
	Santos (SP)	RD - RF
	Vitória (ES)	RD - RF
MG	Interior de SP (SP)	RD
	Santos (SP)	RD - RF
	Vitória (ES)	RD - RF

LEGENDA: RD rodoviário direto / RF rodoferroviário / RH rodohidroviária

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Oliveira (2014).

## 4. Metodologia

Com vistas a avaliar os custos logísticos envolvidos na movimentação do milho brasileiro e obter um parâmetro para o cálculo dos custos de transporte de algumas rotas de destaque para este grão, um modelo de regressão linear foi desenvolvido para os modais rodoviário e ferroviário.

Este modelo descreve a relação entre uma variável explanatória  $x$  e uma variável de resposta  $y$ . Os fretes rodoviários foram estimados por meio de uma equação linear baseada nas distâncias e nos fretes praticados entre os pontos de origem do milho (com base nos principais estados brasileiros produtores do grão) e os de recepção/destinos (com base nos

principais estados brasileiros consumidores e portos exportadores).

O comportamento do custo rodoviário (variável de resposta) foi qualificado através da regressão de um banco de dados de fretes praticados em 2012 em todo o território brasileiro. A hipótese adotada para o comportamento dos fretes em função da distância foi de 500 quilômetros e superior.

No caso do custo ferroviário, o modelo empregado foi o mesmo, mas a hipótese para o comportamento dos fretes em função da distância foi de 800 quilômetros e superior.

Já para o modal hidroviário, o número de observações disponíveis não foi suficiente para gerar um modelo com estatísticas significativas. Entretanto, o modal apresentou um

comportamento regular durante o ano com preços constantes para as distâncias envolvidas.

Desta forma, para o modal rodoviário partiu-se da hipótese de existir um comportamento diferenciado para fretes com distâncias de até 500 quilômetros e superiores (variáveis explicativas). Assim, para o modal rodoviário tem-se:

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

$$y = \beta_0 + \beta_1\delta X + \beta_2(1 - \delta)X + \varepsilon \quad (2)$$

$$\delta = \begin{cases} 1 & \text{se distância} \geq 500 \\ 0 & \text{se distância} < 500 \end{cases}$$

Em que:

$Y$  = frete em R\$/t.

$X$  = distância em km.

$\beta$  = coeficiente da regressão.

$\delta$  = variável binária.

$\varepsilon$  = erro aleatório.

O modelo linear de custo foi implementado no programa estatístico SAS *Statistical Analysis System* (2006).

Os fretes rodoviários, ferroviários e hidroviários tiveram como base os dados do SIFRECA(2012), enquanto os dados referentes ao transbordo e as tarifas portuárias para todos os portos analisados foram baseados em Oliveira (2011).

As rotas avaliadas foram:

- Terra Roxa (PR) - Paranaguá (PR): rota rodoviária direta e rota rodoferroviária via Terminal de Transbordo de Guarapuava (PR);
- Castro (PR) - Passo Fundo (RS): via rodoviária direta e via rodoferroviária via Terminal de Transbordo de Ponta Grossa (PR);
- Sapezal (MT) - Santos (SP): rota rodoviária direta e rota rodoferroviária via Terminal de Transbordo de Alto Araguaia (MT);
- Sapezal (MT) - Santarém (PA): rota rodohidroviária via Terminal de Transbordo de Porto Velho (RO);
- Sorriso (MT) - Amparo (SP): rota rodoviária direta e rota rodoferroviária via Terminal de Transbordo de Alto Araguaia (MT) e Araraquara (SP).

## 5. Resultados e discussão

De acordo com Steadieseif *et al.* (2014), em função das diferentes características entre os

modais de transporte, como custos, capacidade de movimentação e outros aspectos qualitativos, pode ser economicamente desejável que o transporte de uma determinada mercadoria seja feito por mais de um modal. Isto caracteriza a intermodalidade em que são utilizadas as vantagens inerentes a cada tipo de transporte, o que resulta num serviço de menor custo e/ou de melhor qualidade.

Os fretes rodoviários foram estimados através de uma equação linear com base nas distâncias e nos fretes praticados entre diferentes origens e destinos do território nacional. As estimativas estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3. Estatísticas resultantes para o modal rodoviário.

Variáveis	Coefficiente	Teste T <sup>1</sup>
Interceptor	15,181477	17,52
$\delta=1$	0,049121	72,62
$\delta=0$	0,053540	17,96

<sup>1</sup> Significativo a 0,1%.

$\delta=1$  - distâncias superiores ou iguais a 500 km.

$\delta=0$  - distâncias inferiores a 500 km.

$R^2 = 0,9262$

$N = 553$

Para o modal rodoviário, os coeficientes do modelo linear são significativamente diferentes de zero, dado que a estatística T para esses coeficientes indica pouca evidência estatística em favor da hipótese nula, de que o coeficiente é igual a zero. Desta forma, as variáveis explicativas utilizadas no modelo de regressão são importantes para explicar a variável custo. O ajuste medido pelo  $R^2$  indica que 92,62% da variância da variável custo é explicada pela regressão, ou seja, 92,62% da variância do custo se deve à regressão, restando 7,38% decorrente de causas não determinísticas (aleatórias).

Na composição do frete, uma parcela fixa é representada pelo Intercepto. O comportamento dos preços mostrou-se diferenciado, apresentando um coeficiente com peso maior para distâncias inferiores a 500 km e peso menor para distâncias superiores a 500km.

Ao analisar os fretes rodoviários praticados para o milho, observa-se que além do comportamento diferenciado para os fretes para distâncias de até 500 quilômetros e superiores, o modal rodoviário apresenta-se mais competitivo para curtas distâncias (Figura 2).

Da mesma forma, o Quadro 4 apresenta as estatísticas da regressão para o modal ferroviário.

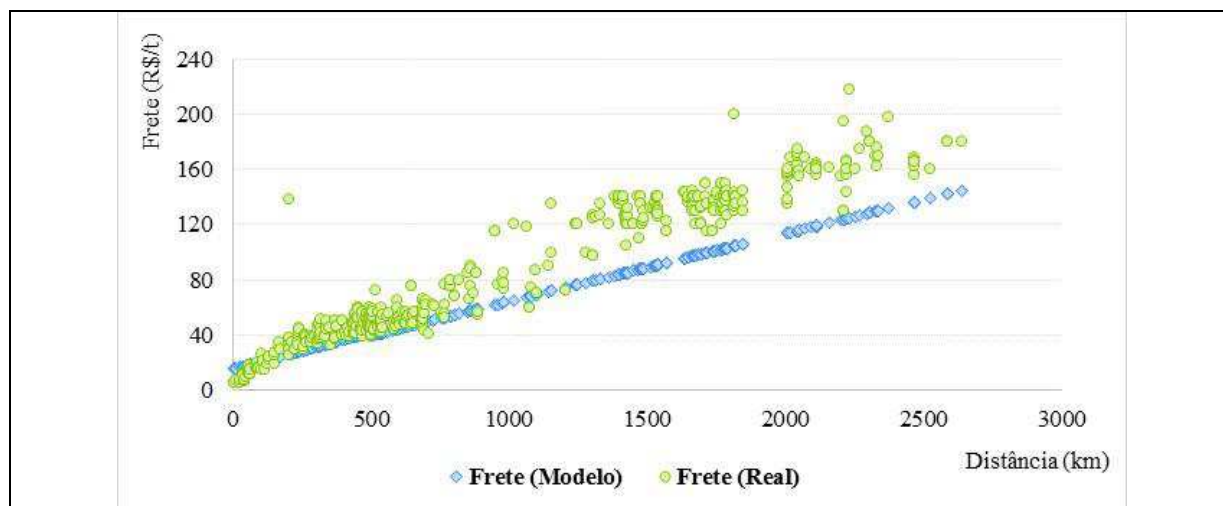


Figura 2. Dispersão dos fretes rodoviários por quilômetro, 2012.

Para o modal ferroviário, os coeficientes do modelo linear são significativamente diferentes de zero, sendo que em todos os casos a estatística T para cada coeficiente indica pouca evidência estatística em favor da hipótese nula, a de que o coeficiente é igual a zero. Deste modo, as variáveis explicativas utilizadas no modelo de regressão são importantes para explicar a variável custo. O ajuste medido pelo  $R^2$  indica que 81,04% da variância da variável custo é explicada pela regressão.

Quadro 4. Estatísticas resultantes para o modal ferroviário.

Variáveis	Coefficiente	Teste T <sup>1</sup>
Interceptor	7,15977	15,26
$\delta=1$	0,01659	93,55
$\delta=0$	0,01991	14,32

<sup>1</sup> Significativo a 0,1%.

$\delta=1$  - distâncias superiores ou iguais a 800 km.

$\delta=0$  - distâncias inferiores a 800 km.

$R^2 = 0,8104$

N= 207.

Tabela 1. Rotas logísticas para o milho, regiões selecionadas, 2012.

Origem	Destino	Rota	Distância (km)			Custos Logísticos (US\$/t)				
			Rodo	Ferro	Hidro	Rodo	Ferro	Hidro	TB+TP	TOTAL
Terra Roxa (PR)	Paranaguá (PR)	Rodoviária direta	890	-	-	35,19	-	-	7,50	42,69
		Rodoferroviária via	380	490	-	21,22	10,11	-	9,00	40,63
Castro (PR)	Passo Fundo (RS)	Rodoviária direta	667	-	-	28,64	-	-	-	28,64
		Rodoferroviária via	42	806	-	10,41	12,27	-	1,50	24,18
Sapezal (MT)	Santos (SP)	Rodoviária direta	2.088	-	-	70,34	-	-	7,00	77,34
		Rodoferroviária via	917	1.320	-	35,98	17,36	-	8,50	61,84
	Santarém	Rodohidroviária via	933	-	1.115	36,45	-	16,13	5,50	58,08
Sorriso (MT)	Amparo (SP)	Rodoviária direta	1.820	-	-	62,48	-	-	-	62,48
		Rodoferroviária via	760+220	910	-	37,83	13,30	-	3,0	54,13

TB+TP: Transbordo + Tarifa Portuária

Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

Com base na Tabela 1, verifica-se a redução dos custos logísticos totais através da prática da intermodalidade. No caso do milho originado na região de Terra Roxa, importante polo produtor do Oeste Paranaense, observa-se uma redução de 5,5% na logística de exportação com destino ao Porto de Paranaguá. A rota intermodal que pode ser utilizada para escoar a produção, parte do polo produtor via caminhão até o terminal ferroviário localizado em Guarapuava (PR), onde é realizada uma

operação de transbordo. Ali a carga é embarcada na ferrovia operada pela América Latina Logística (ALL) com destino ao Porto de Paranaguá.

Da mesma forma, a simulação do custo logístico realizado para a região de Castro, localizada na região norte do Paraná, apresentou ganhos com a prática da intermodalidade. O milho destinado ao abastecimento da região de Passo Fundo (RS), importante produtor de frango, por meio da rota rodoferroviária com

transbordo em Ponta Grossa (PR), teve uma redução de 15,6%.

Com relação ao milho produzido na região de Sapezal, localizada na parte noroeste do estado do Mato Grosso, a intermodalidade através da Hidrovia do Madeira implicou em uma redução de custo de 6,1% em relação à opção rodoferroviária via ALL para o Porto de Santos. Constatou-se uma diminuição ainda maior, em relação a opção rodoviária também com destino ao Porto de Santos, de 24,9%.

Para o milho com origem em Sorriso (MT) e destino Amparo (SP), onde se concentra grande parte da avicultura paulista, a melhor opção logística foi a rota rodoferroviária. Nesse caso, o milho parte de Sorriso por caminhão até o terminal ferroviário de Alto Araguaia (MT), seguindo por ferrovia até o terminal de Araraquara. Desse terminal é feita uma nova operação de transbordo para os caminhões que seguem até Amparo (SP).

Apesar da operação de transbordo ser necessária para a realização da intermodalidade, esta não representou um custo que fosse capaz de inviabilizar o transporte. Isso porque, conforme Oliveira (2011), o transbordo que antes se apresentava como fator limitante na operação de transporte, hoje dispõe de equipamentos modernos que agilizam a operação e reduzem os custos associados. O custo dessa operação é de aproximadamente US\$1,50/t, variando entre 2,0 - 4,0% nos custos totais das opções logísticas apresentadas.

No caso do milho do Oeste Paranaense, a opção rodoferroviária implicou em uma redução de US\$2,06/t. Para compreender a representatividade desta diminuição, se tomarmos como exemplo as exportações do milho em 2012 do estado do Paraná com saída pelo Porto de Paranaguá (2.893 mil toneladas) e considerando que esta redução representa a média do estado, caso a intermodalidade fosse amplamente implementada esta economia representaria ganhos da ordem de US\$ 5,96 milhões.

## 6. Considerações finais

Desde a abertura econômica, a agricultura brasileira tem apresentado um bom desempenho advindo das safras recordes, dos ganhos de produtividade e da expansão da fronteira agrícola. Os avanços do agronegócio estão sendo acompanhados com sincronia pelos demais agentes que compõem este importante segmento da economia. Contudo, quando se analisa a questão logística, diversas fragilidades são

reveladas, seja pela falta de infraestrutura para escoar a produção, seja pela incapacidade de armazenar de forma adequada a safra nacional.

Com o estudo realizado, pôde-se verificar que o Brasil vem se tornando um importante ator no mercado do milho, mas que os custos logísticos ainda constituem um componente relevante no preço final do produto. Isso em função da dispersão espacial da produção e das longas distâncias envolvidas no comércio intra e inter-regional.

No Brasil, o transporte rodoviário ainda é o principal modal utilizado para movimentação de cargas, tanto agrícolas como industriais. Essa predominância do modal rodoviário pode ser explicada pelas dificuldades que outras modalidades de transporte enfrentam para atender eficientemente os aumentos de demanda em áreas mais afastadas do país, as quais não são providas de ferrovias ou hidrovias.

Além da escassez de malha ferroviária, aspectos como o uso de vagões inadequados, a pequena oferta de material rodante e a baixa qualidade do mesmo, promovem ainda mais a ineficiência do setor.

O Brasil apresenta um imenso potencial para utilização da navegação fluvial, com mais de 40 mil quilômetros potencialmente navegáveis. No entanto, a navegação comercial ocorre em pouco mais de 13 mil quilômetros, com significativa concentração na Amazônia (ANTAQ, 2009). Soma-se a isso a baixa capacidade de intermodalidade e comboio, além de oferecer pouca atratividade de investimentos devido às barreiras ambientais, o que gera um quadro limitante para o desempenho desse modal.

A intermodalidade é uma das melhores formas para se obter uma maior eficiência na cadeia do milho, além de reduzir os custos com frete. Desde que se busque combinar os modais que se mostrem mais eficientes conforme o trecho a ser utilizado, a intermodalidade se reflete em ganhos de competitividade no mercado internacional.

De acordo com os resultados obtidos, reduções nos custos logísticos em importantes polos produtores de milho através da intermodalidade foram observadas, ao se considerar rotas rodoferroviárias e rodohidroviárias. No Oeste Paranaense a redução no custo logístico pode chegar a 5,5% na logística de exportação com destino ao Porto de Paranaguá. Já a rota que abastece o mercado interno do Rio Grande do Sul a redução que pode ser obtida é de 15,6%. Com relação ao milho produzido na região de Sapezal (MT), em

consequência da utilização da intermodalidade, os ganhos podem atingir 24,9%.

Para ilustrar a relevância do uso racional das modalidades de transporte e tomando como exemplo as exportações do milho paranaense, economia logística representaria ganhos da ordem de US\$ 5,96 milhões.

Dessa forma, a infraestrutura logística brasileira, da forma como se apresenta hoje, acarreta perda de competitividade com a elevação do "Custo Brasil", que descreve o conjunto de dificuldades estruturais, burocráticas e econômicas que encarecem os investimentos no país.

O aproveitamento do potencial da produção de milho e outros grãos agrícolas dependem do estabelecimento de um sistema viário eficiente. Para tanto, é preciso à viabilização e integração dos corredores de transporte intermodal (rodovia, ferrovia, hidrovia) para aumentar a competitividade dos produtos, unindo as áreas de produção aos centros consumidores e o mercado internacional.

## Bibliografia

- ALVES E.; ROCHA D. P. Ganhar tempo é possível? In GASQUES, J. G; VIEIRA FILHO, E. R.; NAVARRO, Z. (Eds). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010, Brasil. pp. 275-290.
- ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Panorama Aquaviário 2009**. Brasília: ANTAQ, 2009. 97 p.
- BARROS, G. S. C. Agricultura e indústria no desenvolvimento brasileiro. In: Buainain, A. M.;
- ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. F. J.; NAVARRO, Z. (Orgs.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. 1ed. Brasília: Embrapa, 2014, v. 1, pp. 79-116.
- BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. 3ed. São Paulo, SP: Atlas, 2010. vol 1.
- BRASIL. MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Estatísticas do Comércio Exterior – Sistema Aliceweb**. Disponível em: <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: out. 2014
- CAIXETA FILHO, J. V. Especificidade das modalidades de transporte para a movimentação de produtos agrícolas. In: CAIXETA- FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. (Org.). **Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais**, 2001, São Paulo: Atlas, 218p.
- CAIXETA FILHO, J. V. Logística para a agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Comércio Exterior**, 2010, n. 103, Abril/Junho, p. 18-30.
- CNT. Confederação do Transporte Nacional. **Boletim Estatístico**. Disponível em: <[http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins\\_Detalhes.aspx?b=3](http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins_Detalhes.aspx?b=3)>. Acesso em: out. 2014.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Previsão de Safras**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: out. 2014
- DUARTE, J. O. Importância econômica do milho. In: CRUZ, J. C. **Cultivo do Milho**, 2011. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_7ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_7ed/index.htm)>. Acesso em: nov. 2012.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados – Pecuária**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo9.asp?e=c&p=AX&z=t&o=24>>. Acesso: out. 2014.
- LÍCIO, A. Os eixos estruturadores e dos corredores de transportes. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.9, n.4, p.3-4, 1995.
- OLIVEIRA, A. L. R. A logística do agronegócio: para além do apagão logístico. In: Buainain, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M. F. J.; NAVARRO, Z. (Orgs.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. 1ed. Brasília: Embrapa, 2014, v. 1, pp. 337-370.
- OLIVEIRA, A. L. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Restructuring of the corn supply chain in Brazil: facing the challenges in logistics or regulation of biotechnology. **The International Food and Agribusiness Management Review**, v. 16, p. 1-24, 2013.
- SIFRECA. Sistema de Informações de Fretes. **Frete Rodoviários e Ferroviários – Milho**, 2012. Disponível em: <<http://sifreca.esalq.usp.br/sifreca/pt/index.php>>. Acesso em: jan. 2013.
- STEADIESEIFI, M.; DELLAERT, N. P.; NUIJTEN, W.; VAN WOENSEL, T.; RAOUF, R. Multimodal freight transportation planning: a literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 233, p. 1-15, 2014.
- USDA. United States Department of Agriculture. **Commodities and Products**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/commodities>> <<http://www.usdabrazil.org.br/home/>>. Acesso em: abr. 2014.