



Revista de Economia e Agronegócio - REA  
ISSN impresso: 1679-1614  
ISSN online: 2526-5539  
Vol. 16 | N. 3 | 2018

**Fernando Vinícius da  
Rocha<sup>1\*</sup>**  
**Abner Matheus João<sup>2</sup>**  
**Rodrigo de Moraes  
Santos<sup>3</sup>**  
**José Vicente Caixeta  
Filho<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo,  
Escola Superior de Agricultura "Luiz  
de Queiroz", Grupo de Pesquisa e  
Extensão em Logística  
Agroindustrial, Piracicaba - SP,  
Brasil.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo,  
Escola Politécnica, Grupo de  
Pesquisa e Extensão em Logística  
Agroindustrial, São Paulo - SP,  
Brasil.

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo,  
Escola de Engenharia de São  
Carlos, Grupo de Pesquisa e  
Extensão em Logística  
Agroindustrial, São Carlos - SP,  
Brasil.

\* [fernando.vinicius.rocha@usp.br](mailto:fernando.vinicius.rocha@usp.br)

## A ARMAZENAGEM DE GRÃOS NO BRASIL: QUAL A MELHOR ESTRATÉGIA PARA OS EXPORTADORES?

---

### RESUMO

O agronegócio é um setor de destaque na economia brasileira e os custos devido à falta ou inadequação de infraestruturas logísticas impactam na receita obtida pelos produtores. No Brasil, é evidente a falta de infraestrutura de armazenagem de grãos, operação logística esta que pode trazer benefícios comerciais aos produtores. O presente artigo, utilizando o Método de Simulação de Monte Carlo, discute a possibilidade de utilização da armazenagem por parte dos produtores de soja como forma de aumentar a receita obtida com a venda da produção. Os resultados evidenciam que a armazenagem possibilita a obtenção de receitas extras, sendo essa operação mais indicada para a soja colhida no mês de fevereiro. Para a colheita no mês de janeiro, os benefícios trazidos com a utilização da armazenagem são menores, dado o maior risco associado ao comportamento dos preços no mercado internacional.

**Palavras-chave:** Agronegócio; Armazenagem; Comercialização.

---

### ABSTRACT

Agribusiness is an important sector for the Brazilian economy and the costs due to lack or inadequacy of logistics infrastructures affect the revenue of the farmers. In Brazil, it is evident the lack of grain storage infrastructure, a logistics operation that can bring commercial benefits to producers. This paper, using Monte Carlo Simulation Method, discusses the possibility of soybean producers to use the storage process as a way of increasing the revenue obtained from the sale of production. The results highlighted that the storage usage allows the farmers to obtain extra revenues, being this operation more indicated for the soybean harvested in the month of February. For the January's harvest, the economic benefits are smaller, given the greater risk associated with the behavior of prices in the international market.

**Keywords:** Agribusiness; Storage; Trade.

**JEL Code:** Q13; Q17.

Recebido em: 22/08/2017  
Revisado em: 02/04; 23/08; 21/11/2018  
Aceito em: 30/11/2018

## INTRODUÇÃO

O agronegócio, nos últimos anos, tem sido destaque em termos de geração de divisas ao Brasil. A importância de tal setor está associada ao fato de este ser responsável por 25% do Produto Interno Bruto brasileiro (CEPEA, 2016). Nesse contexto, destaque é dado à cadeia de soja (SILVA et al., 2011), cujo volume exportado foi superior a 67 milhões de toneladas no ano de 2016 (MDIC, 2016).

Apesar dos ganhos obtidos na produção, a falta ou inadequação de infraestruturas logísticas reduzem a competitividade do produto brasileiro no mercado internacional. Segundo Caixeta-Filho (2001), o termo “logística” pode traduzir-se em fazer com que os produtos cheguem no lugar certo, na hora certa, em condições adequadas, gastando-se o menos possível com isso. O estudo da logística, nessa abordagem, compreende as atividades de transporte, armazenagem e distribuição, sendo os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário os utilizados no escoamento da soja (CAIXETA-FILHO et al., 1998).

No que diz respeito ao sistema de armazenagem de grãos no Brasil, dados da CONAB (2018) indicam um déficit bastante significativo em relação à produção nacional. Oliveira et al. (2015) concluem que o estado do Mato Grosso, maior produtor de grãos do país, não possui estruturas de armazenagem suficientes para atender a produção atual, além de não conseguir se igualar ao crescimento potencial da produtividade. Nos estados do Sudeste, o déficit de armazenagem também é presente (Pazzini e Miranda, 2006) e, no Tocantins, que registrou crescimento em participação na produção nacional nos últimos anos, seria necessário que houvesse investimentos para aumentar a capacidade de armazenagem em mais de 2,5 milhões de toneladas, para que surgisse a possibilidade de armazenar toda a produção de grãos do estado (Silva e Dalchiavon, 2018).

A armazenagem pode ser utilizada como estratégia de comercialização por parte dos produtores e exportadores brasileiros, a fim de conseguirem uma receita superior com a venda da produção.

Inserido nesse contexto, o presente trabalho tem o objetivo de discutir, sob a ótica dos produtores rurais, quais são os benefícios trazidos pela comercialização tardia da safra de soja, através da utilização da armazenagem. Diferente dos demais trabalhos encontrados na literatura, as análises deste artigo inserem os riscos atrelados às variações no preço da soja no mercado internacional, que impactam diretamente na lucratividade dos produtores e na decisão sobre a utilização da armazenagem.

De modo específico, o trabalho objetiva responder as seguintes questões: qual o ganho (ou perda) estimado para cada uma das possibilidades de comercialização encontradas para os produtos após a colheita? E qual a probabilidade de o produtor rural ter acréscimo na receita a partir da utilização da armazenagem? Para responder essas perguntas, o estudo tem como objeto de análise o caso de um produtor de soja localizado na cidade

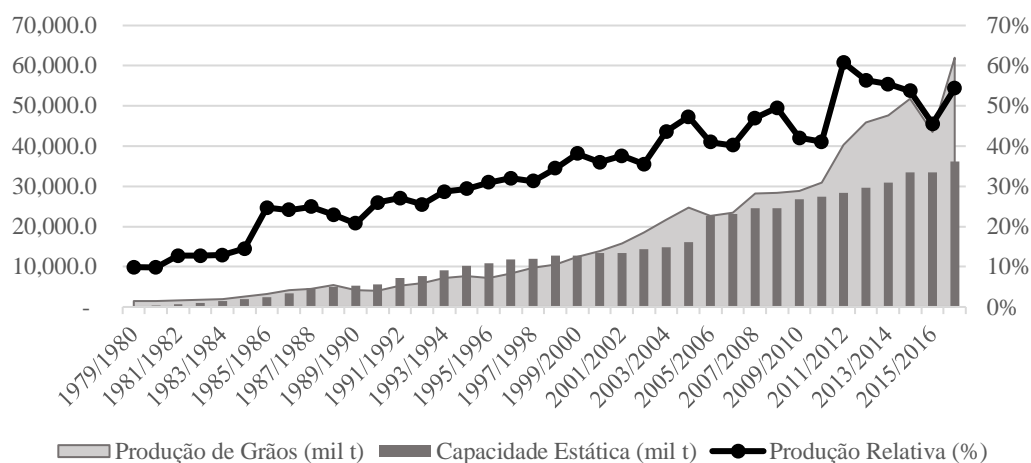
de Sorriso (MT), que utiliza armazéns terceirizados para armazenagem da produção.

Além desta introdução, o artigo apresenta, na segunda parte, discussões sobre a armazenagem de grãos no Brasil e algumas aplicações do Método de Monte Carlo para a simulação de problemas reais. Na terceira seção, são descritos os dados e o método de análise utilizados no trabalho. Na quarta, são apresentados os resultados e, por fim, são discutidas as conclusões na quinta seção.

## REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2016), o resultado da safra 2015/2016 manteve o Brasil como segundo maior produtor de soja do mundo, sendo responsável por 34,23% da produção mundial. Os estados com maior representatividade são o Mato Grosso e o Paraná, representando 27,25% e 16,88% da produção nacional, respectivamente (EMBRAPA, 2016).

A produção de grãos no estado do Mato Grosso cresceu desde sua implantação em meados da década de 1970, como apresentado na Figura 1. Em termos absolutos, houve um crescimento de mais de 41 vezes entre a safra de 1979/1980 (aproximadamente 1,47 milhão de toneladas) e a safra de 2016/2017, sendo recordista com cerca de 62 milhões de toneladas.



**Figura 1. Evolução da produção de soja no estado do Mato Grosso (produção total e produção relativa) e da capacidade estática**

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da CONAB (2018).

A participação da produção mato-grossense no total produzido no país também aumentou significativamente, passando de 10% para mais de 54% nos mesmos períodos (CONAB, 2018), já tendo alcançado 61% (na safra 2011/2012). Contudo, o aumento da produção não foi acompanhado pela ampliação nas instalações de armazéns. De 2000 a 2017, a produção de grãos cresceu em 394%, já o aumento da capacidade estática foi de 185%.

Nos últimos anos, esse índice é ainda mais alarmante, sendo que, de 2010 a 2017, o crescimento da produção foi de 115%, já o da capacidade de armazenagem, no estado, foi de apenas 35%, fazendo com que a média da capacidade de armazenagem da safra de grãos de 2012 a 2017 fosse de apenas 66%.

Cabe o destaque de que tal déficit existente para o armazenamento de grãos é também observado em outras regiões produtivas no Brasil. Tomando como exemplo o estado de Goiás, nota-se um déficit de aproximadamente 38% para o armazenamento de grãos. Nesse estado, as mesorregiões noroeste, norte e leste são as mais afetadas pela falta de armazéns, sendo que a insuficiência de investimentos nessas regiões ajuda a agravar o problema (Silva Neto et al., 2016). No Paraná, a capacidade estática gira em torno de 77,4% da produção de grãos nos últimos cinco anos (CONAB, 2018).

Jesus, Marjotta-Maistro e Brugnaro (2015) apontam que as maiores necessidades de expansão nos armazéns brasileiros estão concentradas nas regiões de fronteira agrícola, como no Norte e Nordeste. Para os autores, o monitoramento da situação da armazenagem no Brasil é necessário, uma vez que os benefícios trazidos por esse tipo de infraestrutura podem auxiliar no crescimento da produção agrícola, dada a qualidade dos produtos armazenados, e no possível aumento da rentabilidade do produtor. Sob o ponto de vista dos exportadores e produtores, a armazenagem pode, portanto, ser utilizada como uma estratégia para o aumento da receita com a venda da produção.

Lai et al. (2003) elucidam o potencial de ganhos econômicos com a utilização da armazenagem em um momento em que os preços sobem após o período de colheita, entretanto, não deixam de considerar os riscos atrelados à volatilidade nos preços das commodities. Através de um modelo dinâmico estocástico, os autores concluíram que a estratégia de combinar a venda no momento da colheita com a armazenagem de parte da produção é mais rentável, além de provarem que a decisão pela distribuição das vendas é determinada pelo grau de aversão ao risco do produtor, pelos custos de armazenagem, pelas taxas de juros e pela probabilidade subjacente da distribuição dos preços.

Fillipi et al. (2017) também demonstraram a necessidade de viabilização da instalação de novos armazéns em todo o país, dando foco à região de fronteira agrícola supracitada, uma vez que a participação dos estados do Norte e Nordeste na produção é bastante significativa. Os autores corroboram a afirmação de que o crescimento da capacidade estática não acompanha o crescimento da produção brasileira, reduzindo ainda mais a potencial competitividade do produto nacional.

Rocha et al. (2012) analisaram a possibilidade da obtenção de ganhos logísticos no mercado de soja, pela utilização da armazenagem em diferentes períodos ao longo dos anos de 2009 a 2011 para a região de Sorriso (MT). Através da análise histórica dos preços de frete, de armazenagem e da saca de soja, os resultados apontaram que houve vantagem para o produtor que optou pelo armazenamento durante quatro

meses no ano de 2009, entretanto, o mesmo não ocorreu para o ano de 2010 e 2011.

Entre os motivos, tem-se que: no ano de 2010, o preço da commodity apresentou-se menor do que nos dois outros anos da análise, de modo que houvesse maior opção pela armazenagem do produto. Porém, com o frete em altos patamares, os ganhos obtidos no processo de armazenagem seriam subtraídos pelo alto preço pago pelo transporte do produto no momento do escoamento; em 2011, os preços dos fretes foram mais altos e o preço do produto acabou demorando mais para se recuperar após o pico da safra, em comparação com os dois anos anteriores. Com isso, também não houve ganhos econômicos com a armazenagem do grão.

Tal resultado é condizente com o de Marques e Aguiar (1990), que mostram que o produtor só deverá armazenar a produção se a receita esperada no período futuro for superior à receita obtida com a venda do produto no momento da colheita. Além disso, Gallardo et al. (2009) expõem que a armazenagem, além de possibilitar a obtenção de preços melhores, está associada à redução de filas e congestionamentos na cadeia logística.

Por sua vez, Cunningham et al. (2007), através de um estudo das estratégias de venda dos produtores norte-americanos, notaram duas abordagens diferentes: a mecânica (na qual o produtor não altera sua estratégia ano a ano) e a ativa (nesta, há alteração no modelo de negócios de ano em ano). Além de exporem as diferenças entre os métodos estudados e os efetivamente utilizados pelos produtores na decisão quanto à venda da produção, os autores concluíram que não aparenta haver benefícios a ideia de os produtores enfrentarem o mercado e manterem o produto armazenado, estando isso relacionado a: (i) falta de instrução dos produtores; (ii) falta de aplicabilidade de boa parte dos estudos e (iii) evidência de que a maior parte dos produtores mantém sua produção armazenada por muito tempo.

Já nos países em desenvolvimento com viés agroexportador, é comum a busca por aumento nos ganhos de escala como forma de aumentar a lucratividade nas negociações, uma vez que o preço da commodity é definido de forma exógena, por ser um mercado muito próximo da competitividade perfeita. Na Índia, os esforços também estão direcionados para o aumento na capacidade de armazenagem, através de incentivos governamentais ao setor privado (Pattanaik e Tripathi, 2016). Para isso, o direcionamento das políticas está alocado na modernização do sistema de manuseio e armazenamento de grãos e na entrada de capital privado para a construção de silos, principalmente (Pattanaik e Tripathi, 2016).

Rocha et al. (2014) demonstram que há interesse por parte do produtor no investimento em infraestrutura de armazenagem, pelo consentimento de que essa operação logística pode trazer maiores ganhos econômicos no momento de comercialização. Entretanto, mesmo com os incentivos governamentais, os investimentos não são de fato concluídos. Os autores entendem que o baixo investimento em infraestrutura de armazenagem por parte dos produtores, apesar da existência de linhas de financiamento,

está relacionado ao excesso de burocracia para a obtenção do financiamento, aos elevados custos de implementação da infraestrutura e ao risco do retorno do investimento (Rocha et al., 2014).

Martin et al. (2005) afirmam que com a utilização da armazenagem é possível que o produtor possa esperar por um momento de comercialização mais vantajoso, com menor impacto do mercado de fretes e menores possibilidades de se deparar com problemas nos armazéns portuários. Contudo, a necessidade de fluxo de caixa para o produtor se preparar para a próxima safra também deve ser levada em conta no momento de se optar por armazenar parte da produção. Ademais, 51% dos agentes do mercado de grãos concordam que o marketing (estratégia de venda) tem maior importância quanto ao aumento na renda do produtor frente à estratégia de produção (Pope e Hallam, 1986 apud Hagedorn et al. 2005).

Em suma, diversos autores mostram que, apesar dos benefícios comerciais trazidos pela utilização da armazenagem, existe um risco atrelado à utilização desse serviço. Esse risco é consequência da dinâmica dos preços do produto no mercado internacional e do transporte rodoviário. De acordo com dados do CEPEA (2017), o preço da soja, no ano de 2016, apresentou uma amplitude de R\$ 358,58 por tonelada, enquanto que dados do SIFRECA (2017) apontam que o frete do grão teve uma amplitude de R\$ 116,40 por tonelada nesse mesmo ano. Nesse contexto, é importante destacar que os estudos anteriores que se propuseram a analisar estratégias de armazenagem de commodities não consideraram os riscos associados à essa volatilidade de preços.

Para incorporar o risco envolvido em uma série de análises, diversos trabalhos utilizam a técnica da Simulação de Monte Carlo. Tal método é utilizado com o intuito de simular a ocorrência de determinado evento, considerando a distribuição de probabilidade com que este está associado, de modo a compreender um fenômeno de interesse (Gentle, 1998). Esse mecanismo é utilizado em trabalhos que inseriram a incerteza, por exemplo, na análise de viabilidade econômica de projetos portuários para a movimentação de celulose (Souza et al., 2015), da produção de arroz (Rigo, 2016), da produção de frutas (Ponciano, 2004), da produção pecuária (Simões et al., 2006) e da produção de lactíneos (Pamplona e Silva, 2005).

## **DADOS E METODOLOGIA**

Como supracitado, o presente trabalho faz uso do Método de Simulação de Monte Carlo para identificar a probabilidade de obtenção de ganhos econômicos por produtores localizados no estado do Mato Grosso (região do município de Sorriso), que exportam soja a partir da utilização da armazenagem, levando em consideração os riscos associados à volatilidade dos preços de comercialização e dos custos com frete. O ganho econômico com a utilização da armazenagem ocorre se a receita líquida obtida com a venda no período futuro for superior à receita líquida

obtida com a venda da produção no momento da colheita (Marques e Aguiar, 1990). Neste artigo, tal relação é representada por  $R_f$  (receita líquida obtida com a comercialização da produção em um período futuro) e  $R_c$  (receita líquida obtida com a comercialização logo após a colheita).

O cálculo de  $R_f$  tem relação direta com o preço de venda da soja no Porto de Paranaguá, o custo de transporte do produto até o destino final (nesse caso, representado pelo Porto de Paranaguá), o custo de armazenagem e o custo de oportunidade associado à opção de não venda da produção logo após a colheita. A representação matemática desse indicador de receita líquida oriunda da comercialização futura é apresentada pela Equação 1. É importante destacar que, para a realização dos cálculos, os preços de comercialização e fretes foram deflacionados com base no Índice Geral de Preços (IGP-DI), tendo como referência o mês de janeiro de 2006.

$$R_f = p_f - c_{tr} - c_{arm} - c_j \quad (1)$$

Em que:

$R_f$ : receita líquida obtida com a comercialização da produção em um período futuro;

$p_f$ : preço local de venda no período futuro;

$c_{tr}$ : custo de transporte até o destino final;

$c_{arm}$ : custo de armazenagem;

$c_j$ : custo de oportunidade associado à manutenção do produto estocado.

Por sua vez,  $R_c$  é definido a partir do preço do produto praticado no mercado no período de colheita da soja e do custo de transporte da produção até o destino final, conforme demonstrado na Equação 2.

$$R_c = p_c - c_{tr} \quad (2)$$

Em que:

$R_c$ : receita líquida obtida com a comercialização da produção no período de colheita;

$p_c$ : preço local de venda no período da colheita;

$c_{tr}$ : custo de transporte até o destino final.

O Método de Monte Carlo foi utilizado neste estudo para a simulação dos preços de comercialização da soja e dos custos com o transporte em cada mês do ano. Como supracitado, tal método é utilizado para simular a ocorrência de determinado evento, baseado no padrão de distribuição com melhor ajuste. A Tabela 01 sintetiza os resultados obtidos pelos testes de ajuste de distribuição (Delignette-Muller e Dutang, 2015), evidenciando o padrão mais adequado em cada um dos períodos considerados na análise. Dados reais de preços de comercialização foram obtidos junto ao CEPEA (2017), ao passo que os valores de fretes foram coletados junto à base de dados do Sistema de Informações de Fretes (SIFRECA, 2017). Foram considerados dados mensais do período entre os anos de 2006 e 2016, conferindo ao artigo uma abrangência de onze anos de análise.

**Tabela 1. Padrão de distribuição com o melhor ajuste**

Mês	Preço	Frete
Janeiro	Log-normal	Log-normal
Fevereiro	Normal	Log-normal
Março	Normal	Log-normal
Abril	Normal	Log-normal
Maio	Normal	Log-normal
Junho	Normal	Log-normal
Julho	Normal	Log-normal
Agosto	Log-normal	Log-normal
Setembro	Log-normal	Log-normal
Outubro	Log-normal	Normal
Novembro	Log-normal	Log-normal
Dezembro	Log-normal	Log-normal

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da definição dos padrões de distribuição, os dados referentes à média e ao desvio-padrão do preço e do frete, cujos valores mensais são apresentados na Tabela 2, foram necessários para a realização das simulações.

**Tabela 2. Média e desvio-padrão dos preços de soja e dos fretes**

Mês	Frete (R\$/t)		Preço (R\$/t)	
	Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão
Janeiro	229,84	28,41	1.075,56	223,59
Fevereiro	250,15	32,16	1.048,51	189,44
Março	262,73	30,25	1.005,49	224,89
Abril	254,24	33,24	1.006,77	242,55
Maio	238,47	21,85	1.033,51	256,49
Junho	236,59	25,91	1.080,76	288,86
Julho	240,72	25,33	1.094,21	285,76
Agosto	242,19	24,52	1.102,46	290,72
Setembro	240,33	29,13	1.115,33	290,77
Outubro	231,74	33,86	1.084,45	247,94
Novembro	229,38	33,53	1.093,91	241,90
Dezembro	227,28	35,37	1.092,14	247,98

Fonte: CEPEA (2017) e SIFRECA (2017).

A geração de números aleatórios para a simulação dos preços e dos fretes foi realizada no software *R*. Além disso, cabe destacar que, para cada mês - de janeiro a dezembro -, foram gerados um total de 10.000 números pseudoaleatórios para a análise de ambas as variáveis.

No tocante aos custos associados ao armazenamento da produção ( $C_{arm}$ ), utilizou-se os indicadores do Sistema de Informações de Armazenagem (SIARMA, 2017). Tais custos, realizados entre um e seis meses de armazenagem, estão apresentados na Tabela 3.



**Tabela 3. Custo de armazenagem de soja (R\$/t) conforme o período de armazenamento (em meses)**

Período de armazenamento da produção (meses)	Custo (R\$/t)
1	27,84
2	30,45
3	34,57
4	38,69
5	42,81
6	46,93

Fonte: Sistema de Informações de Armazenagem (2017).

Pertinente ao custo de oportunidade ( $c_j$ ), este corresponde ao produto entre a taxa básica de juros de 0,617% ao mês<sup>1</sup> (BCB, 2017), o preço da soja no mês de colheita e o número de meses em que ficou armazenada.

Três cenários foram analisados, cada um com uma especificidade no que diz respeito ao período de colheita. O Cenário 01 se refere à tomada de decisão de um produtor exportador que realiza a colheita no mês de janeiro, havendo como possibilidade a venda da produção em todos os meses do ano analisado. O Cenário 02 corresponde ao caso de um produtor que realiza a colheita no mês de fevereiro, havendo a opção de venda da produção entre os meses de fevereiro e dezembro do mesmo ano. Por fim, o Cenário 03 retrata uma situação em que a colheita ocorre no mês de março e o escoamento da produção, entre os meses de março e dezembro. A Tabela 4 sintetiza as possibilidades de comercialização em cada um dos cenários analisados neste trabalho.

**Tabela 4. Cenários analisados e respectivas possibilidades de comercialização da produção**

Cenário	Mês de colheita	Possibilidades de comercialização analisadas
Cenário 01	Janeiro	Venda da produção nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro
Cenário 02	Fevereiro	Venda da produção nos meses de fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro
Cenário 03	Março	Venda da produção nos meses de março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro

Fonte: Elaborado pelos autores.

<sup>1</sup> Taxa básica de juros (SELIC) igual a 7,40% ao ano. Taxa praticada no mês de dezembro de 2017.

Adicionalmente, foi calculado o Valor Esperado (VE) de cada uma das possibilidades de comercialização de acordo com o período de colheita. A Equação 3 demonstra a formulação matemática para o cálculo de VE

$$VE = g * p \quad (3)$$

Em que:

VE: o valor esperado da estratégia de comercialização analisada, em R\$/t;

g: o ganho associado à estratégia de comercialização analisada, em R\$/t.

Este indicador é obtido a partir da subtração entre  $R_f$  e  $R_c$ ;

p: a probabilidade da obtenção de ganho (g) ou perda de receita estimada.

Se g for maior do que zero, p é a probabilidade de g ser positivo. Se g for menor do que zero, p é a probabilidade de g ser negativo.

## RESULTADOS

Nesta seção do artigo, são discutidos os resultados obtidos a partir das análises realizadas em cada um dos cenários, apresentadas de forma separada.

A análise dessa série de dados, demonstrada na Tabela 2, deixa evidente a sazonalidade existente no mercado de transporte de grãos no Brasil. Nota-se, entre os meses de fevereiro e abril, um frete médio mais elevado sendo praticado no mercado brasileiro, consequência da maior demanda por ativos de transporte nessa época do ano. Março e abril são os meses que apresentam os maiores valores de frete ao longo do ano, o que gera um impacto maior na precificação do produto nessa época – quanto maiores os custos de transporte, menor é o preço recebido pelo produto no local de produção. Destaca-se ainda a amplitude entre o maior e o menor valor de frete praticado no mercado, a qual é superior a R\$ 35,00 por tonelada do grão transportada.

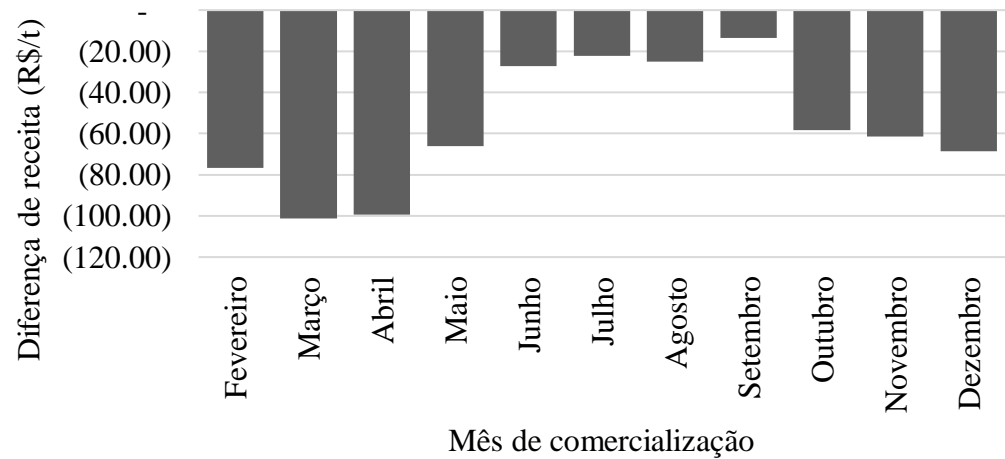
A sazonalidade também é observada nos preços da soja. Os meses de março e abril são caracterizados pelos menores patamares de valor no mercado, decorrência da maior oferta de produto. Por outro lado, no segundo semestre, passado o pico de colheita da oleaginosa, nota-se um reajuste positivo dos preços. Tal comportamento do mercado acarreta uma amplitude de R\$ 109,84 por tonelada.

Tais informações evidenciam que, no momento da colheita, os produtores recebem um preço menor pelo produto no mercado e pagam fretes mais elevados para a movimentação da mercadoria. Devido a esse fato, uma análise combinada desses dois indicadores aponta a possibilidade de obtenção de receitas adicionais em uma comercialização tardia, desde que os custos atrelados à operação de armazenagem e ao capital sejam compensados.

Como supracitado, o Cenário 01 se refere a uma situação em que a colheita da soja ocorre no mês de janeiro. Dado o conjunto de possibilidades apresentado na Tabela 4, a partir da análise do preço médio obtido com a venda da produção em cada um dos meses ( $R_c$  e  $R_f$ ), a armazenagem não

se mostra como uma estratégia de comercialização que traz incrementos de receita aos produtores.

A receita média obtida com a venda da produção no mês de janeiro, logo após a colheita, é de R\$ 841,65 por tonelada de soja comercializada. Ao armazenar por um mês e escoar a produção em fevereiro, a receita média obtida passa a ser de R\$ 765,00 por tonelada –aproximadamente 9% menor, em comparação com a comercialização imediata. Diferenças negativas de receita são observadas em todos os meses subsequentes, conforme ilustrado pela Figura 2.



**Figura 2. Resultados do Cenário 01: diferença de receita obtida com a venda da produção colhida em janeiro**

Fonte: Resultados da pesquisa.

O mês de março é o pior período de comercialização para os produtores que colhem a soja em janeiro. Em termos médios, os produtores que optarem por essa estratégia de venda teriam uma redução de R\$ 101,23 por tonelada na receita obtida. Patamar similar é observado para a comercialização no mês de abril.

No início do segundo semestre, apesar de o período ser caracterizado por elevação do preço da soja praticado no mercado, a diferença de receita continua sendo negativa: da ordem de R\$ 22,20 por tonelada para o mês de julho e R\$ 13,65 por tonelada para o mês de setembro. Tais dados evidenciam que, em média, o aumento do preço de comercialização normalmente obtido no segundo semestre não é suficiente para compensar os custos com o armazenamento da produção para o cenário analisado.

Adicionalmente, os resultados obtidos com a simulação estão apresentados na Tabela 5, evidenciando o percentual de casos em que a armazenagem trouxe incremento de receita com a comercialização tardia. Os dados mostram que os meses de junho, julho e setembro se caracterizam como os de maior probabilidade para obtenção de ganhos econômicos por parte do produtor que realiza a colheita da soja no mês de

janeiro – para esses três meses, nota-se uma probabilidade de obtenção de receita adicional da ordem de 48%. No extremo oposto, os meses de março e abril se mostram como os menos favoráveis – 37% e 39%, respectivamente.

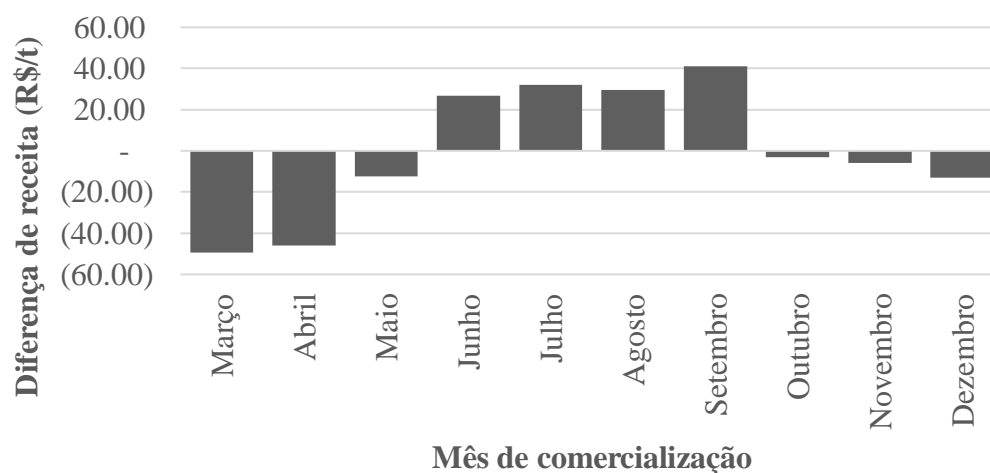
**Tabela 5. Resultados obtidos com a aplicação do Método de Monte Carlo no Cenário 01**

Mês de Comercialização	Percentual de casos em que foi observado aumento da receita com a utilização da armazenagem (%)
Fevereiro	41,07%
Março	37,13%
Abril	38,78%
Mai	43,23%
Junho	48,15%
Julho	48,46%
Agosto	46,50%
Setembro	48,10%
Outubro	42,77%
Novembro	42,49%
Dezembro	41,99%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Dado o padrão de variação dos preços de comercialização e do frete praticado no mercado de transporte, nota-se que, ao optar por armazenar a soja colhida em janeiro, o produtor tem maior probabilidade de obter retornos financeiros positivos se vender a soja no início do segundo semestre. Ainda assim, é importante destacar que tal probabilidade é pequena, o que caracteriza a operação de armazenagem como uma estratégia arriscada para os produtores que colhem soja no mês de janeiro.

O Cenário 02 se refere à tomada de decisão de um produtor de soja que realiza a colheita no mês de fevereiro. Entre o conjunto de possibilidades de comercialização (Tabela 4), a análise mostra que a utilização da armazenagem traz ganhos econômicos a partir do quarto mês de estocagem. Conforme ilustra a Figura 3, a receita obtida com a venda tardia da produção ( $R_f$ ) é superior à receita que o produtor obtém com a venda da produção no mês da colheita ( $R_c$ ), nos meses de junho, julho, agosto e setembro, mesmo com a incidência dos custos associados ao serviço de armazenagem. O oposto é verificado para o escoamento da produção nos meses de março, abril, maio, outubro, novembro e dezembro.



**Figura 3. Resultados do Cenário 02: receita líquida obtida com a venda da produção entre os meses de fevereiro e julho**

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em termos médios, ao colher e vender a produção no mês de fevereiro, o produtor tem uma receita líquida da ordem de R\$ 798,03. O escoamento da produção nos meses de março, abril e maio acarretaria perdas de receita para os produtores – estimadas em R\$ 49,54 por tonelada (redução de 6,21% em relação à receita obtida no mês de colheita), R\$ 45,89/t (5,75%) e R\$ 12,30/t (1,54%), respectivamente. Tais dados mostram que, apesar de o preço do produto nesses meses ser maior que o praticado no mercado no mês de fevereiro, essa diferença não é suficiente para cobrir os custos com a armazenagem, inviabilizando a utilização desse serviço por parte dos produtores.

A partir do mês de junho, a comercialização tardia proporciona incremento na receita líquida recebida pelo produto com a venda da produção ( $R_f$  é maior do que  $R_c$ ). O ganho médio estimado é de R\$ 26,83/t para o mês de junho, sendo que o maior lucro potencial é observado para a comercialização no mês de setembro – R\$ 41,17 por tonelada de soja.

Os resultados da simulação também evidenciam a probabilidade de se obter receita superior com cada uma das estratégias de comercialização. Ao optar por comercializar a sua produção no mês de março, o produtor que colheu a soja em fevereiro tem 42,58% de chance de obtenção de receita superior. Julho é o mês no qual o produtor tem a maior probabilidade de obter receita superior com a utilização da armazenagem (53,76%), seguido pelos meses de junho (53,30%) e setembro (53,09%), conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6. Resultados obtidos com a aplicação do Método de Monte Carlo no Cenário 02**

Mês de Comercialização	Percentual de casos em que foi observado aumento da receita com a utilização da armazenagem (%)
Março	42,58%
Abril	43,40%
Maió	48,42%
Junho	53,30%
Julho	53,76%
Agosto	52,02%
Setembro	53,09%
Outubro	48,03%
Novembro	48,06%
Dezembro	46,42%

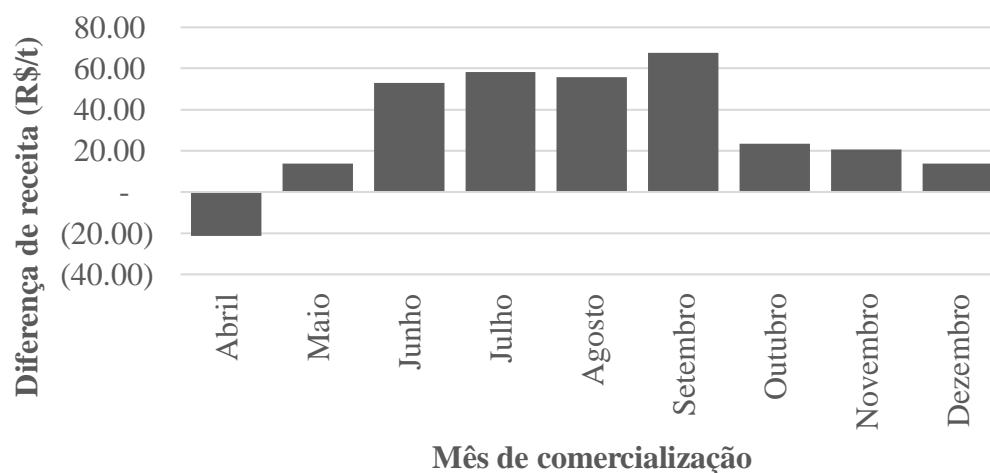
Fonte: Resultados da pesquisa.

Ao retratar a possibilidade de ganhos para cada uma das estratégias de comercialização no Cenário 02, os dados acima apresentados evidenciam que os meses de junho, julho, agosto e setembro tendem a caracterizar uma janela favorável para a venda da produção. Nesse caso, a probabilidade de obtenção de receita superior com a venda futura e o retorno médio são indicativos de que a armazenagem pode, de fato, ser utilizada como estratégia de comercialização, visando ao aumento da receita.

Especificamente sobre o Cenário 03, ao colher a soja em março e optar pela utilização do serviço de armazenagem, em termos médios, o produtor obtém retornos financeiros superiores em praticamente todos os meses do ano, com exceção do mês de abril. Neste, a receita futura média é R\$ 21,48 por tonelada menor do que a receita com a comercialização logo após a colheita.

Para os demais meses do ano, o comportamento dos mercados (do preço da soja no mercado internacional e do frete para a movimentação dos grãos) proporciona a obtenção de receitas futuras superiores à receita no momento da colheita. Há, nesses casos, uma compensação dos custos associados ao armazenamento da produção.

No mês de maio, por exemplo, a diferença de receita média entre  $R_f$  e  $R_c$  é de R\$ 13,73 por tonelada. O mês de setembro se mostra o mais favorável à comercialização, com uma diferença média de receita superior a R\$ 67,00 por tonelada. A Figura 4 apresenta a estimativa da diferença de receita média com a venda da produção para cada um dos meses.



**Figura 4. Resultados do Cenário 03: receita líquida obtida com a venda da produção entre os meses de março e julho**

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados da simulação a partir do Método de Monte Carlo mostram que a probabilidade de obtenção de retornos financeiros superiores com a utilização da armazenagem da soja colhida em março é maior que 50% para todos os meses, com exceção de abril. Verificou-se que, ao optarem por armazenar a produção e vendê-la no mês de abril, apenas 44,7% dos produtores obtiveram retornos financeiros superiores, em relação à venda da produção no mês da colheita.

A partir do mês de maio, a probabilidade de incremento na receita dos produtores é superior a 50%. No mês de maio, 52,8% dos casos analisados pela simulação obtiveram retornos financeiros superiores. Para os meses de junho e julho, isso aconteceu em 61,0% e 63,7% dos casos, respectivamente. A Tabela 7 sintetiza as probabilidades de obtenção de receita futura superior, conforme resultados das simulações realizadas.

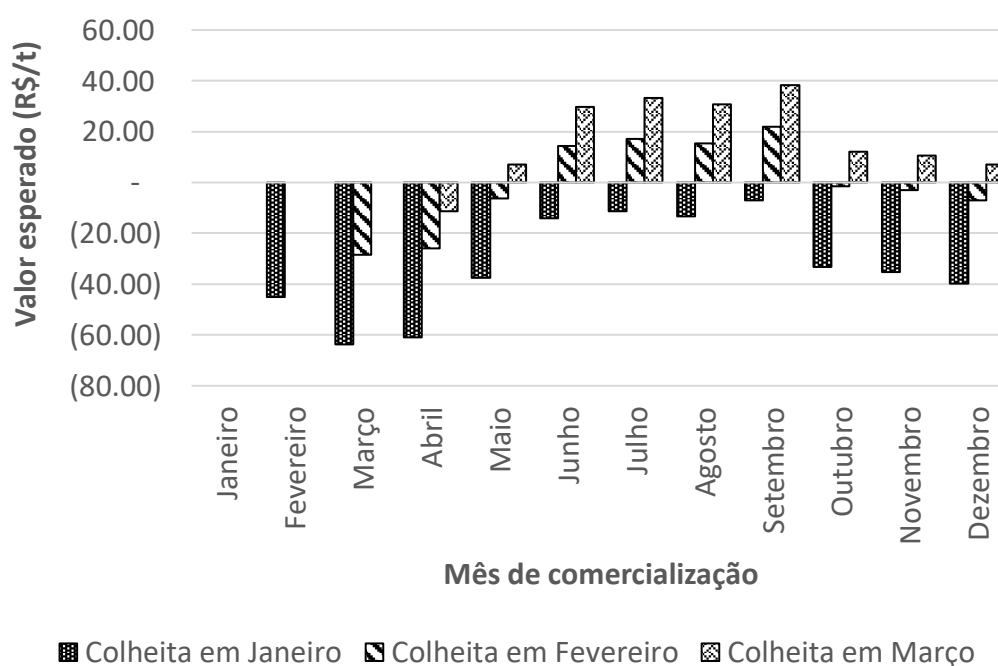
**Tabela 7. Resultados obtidos com a aplicação do Método de Monte Carlo no Cenário 03**

Mês de Comercialização	Percentual de casos em que foi observado aumento da receita com a utilização da armazenagem (%)
Abril	47,18%
Maio	52,16%
Junho	56,18%
Julho	57,01%
Agosto	54,89%
Setembro	56,53%
Outubro	52,06%
Novembro	51,06%
Dezembro	50,25%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados do Cenário 03 mostram que a armazenagem pode ser utilizada como uma estratégia de venda pelos produtores de grãos localizados no Mato Grosso. Diferente do observado nos demais cenários analisados por este trabalho, os produtores que colhem no mês de março têm uma ampla janela de comercialização, que se estende de maio a dezembro. Nota-se, nesse caso, uma chance maior de esses produtores terem sucesso com a adoção da estratégia de comercialização tardia da produção. Uma análise conjunta dos três cenários demonstra que a utilização da armazenagem é mais indicada para a soja colhida na segunda metade do período de colheita.

Ainda pertinente à análise comparativa dos três cenários analisados, os resultados dos cálculos de VE para cada possibilidade de comercialização são apresentados na Figura 5.



**Figura 5. Valor esperado (VE) das possibilidades de comercialização, de acordo com o período de colheita**

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tais resultados reconfirmam a discussão acima apresentada de que a armazenagem da soja colhida em janeiro (soja precoce) tem menor probabilidade de trazer benefícios econômicos aos produtores. Nesse caso, não é recomendado a comercialização tardia da produção colhida em janeiro, visto que o aumento nos preços de venda do produto não é suficiente para compensar os gastos com a operação de armazenagem. Pela Figura 5, nota-se que o VE tem valor negativo em todos os meses de comercialização.

Para a soja colhida em fevereiro, a comercialização tardia através da utilização da armazenagem passa a ser uma estratégia interessante. Nesse



caso, os produtores têm chances de obterem receita futura superior em comparação com a do período de colheita. Destaque é dado para o mês de setembro, em que o VE é igual a R\$ 21,86 por tonelada. Ou seja, adotando essa mesma estratégia de comercialização por sucessivos anos, o produtor teria, em média, uma receita adicional superior a R\$ 21,00 por tonelada. Valores em patamares próximos são observados para o VE dos meses de junho, julho e agosto – R\$ 14,30, R\$ 17,25 e R\$ 15,38 por tonelada, respectivamente.

Para uma colheita tardia (em março, representada pelas análises do Cenário 03), destaca-se o maior potencial de benefício oriundo da utilização da armazenagem – em termos de remuneração adicional média e probabilidade de obtenção de ganhos. Destaque também é dado ao mês de setembro como o mais indicado para a comercialização. Nesse cenário analisado, o VE tem valor igual à R\$ 38,22 por tonelada.

Além disso, ainda no que diz respeito ao Cenário 03, os meses de junho, julho e agosto também apresentam VE em patamares elevados: R\$ 29,75, R\$ 33,24 e R\$ 30,70 por tonelada, respectivamente. Para os meses de maio e dezembro, nota-se um risco maior da utilização da armazenagem, visto que os respectivos valores de VE giram em torno de R\$ 7,00 por tonelada.

## CONCLUSÕES

A partir das análises apresentadas na seção anterior deste artigo, o trabalho mostra que a utilização da armazenagem possibilita aos produtores a obtenção de receitas superiores. A estratégia que garante o melhor resultado depende do dinamismo do preço pago aos produtores na região em que o agente está inserido.

De modo a responder as questões de pesquisa propostas neste trabalho – qual o ganho (ou perda) estimado para cada uma das possibilidades de comercialização encontradas para os produtos após a colheita? E qual a probabilidade de o produtor rural ter acréscimo na receita a partir da utilização da armazenagem? –, verifica-se que o potencial e a probabilidade de obtenção de receitas adicionais têm relação direta com o período de colheita da soja. As análises evidenciaram que para a soja precoce, colhida ao longo do mês de janeiro, a melhor estratégia para o produtor é vender a produção nesse mesmo mês, sem utilizar a armazenagem. As simulações mostram que é reduzido o número de casos em que a armazenagem trouxe benefícios para esses produtores.

Por outro lado, com a colheita acontecendo a partir do mês de fevereiro, a armazenagem passa a ser uma estratégia comercial com potencial para trazer benefícios econômicos. Nesse caso, o mês de setembro é apontado como o período ideal para a venda da produção, sendo o ganho estimado da ordem de R\$ 41,17 por tonelada de soja vendida. Tal estratégia de comercialização tem uma probabilidade de 53,09% de trazer ganhos econômicos aos produtores.

A comercialização em setembro também é a estratégia com maior potencial de ganhos para os produtores que colhem a soja em março. A

receita adicional estimada é de R\$ 67,61 por tonelada, sendo a probabilidade de obtenção de ganhos econômicos igual a 56,53%.

A utilização da armazenagem, portanto, tem maior potencial de trazer benefícios econômicos aos produtores de soja que realizam a colheita nos meses de fevereiro e março e deve ser considerada como uma possível estratégia de comercialização. O mês de setembro é apontado como o período ideal para a realização da venda da produção, porém, é importante destacar que existe um nível de incerteza associado a essa tomada de decisão, dado o comportamento do preço e do frete nos respectivos mercados.

Como avanços deste trabalho, destaca-se a incorporação dos riscos provenientes da volatilidade dos mercados de commodities e fretes, através da utilização do padrão de distribuição que representa o melhor ajuste, mediante análise mensal, agrupando os onze anos verificados. Ademais, o estudo tratou da possibilidade de comercialização da produção em todos os meses do ano, incorporando os períodos de safra e entressafra de grãos, sendo o último aquele que representa maiores chances de valorização no preço dos produtos.

Sendo o Brasil caracterizado por uma taxa de crescimento da produção superior à taxa de aumento da capacidade estática para o armazenamento de grãos, o estudo demonstrou que é possível afirmar que a utilização da armazenagem para a cultura da soja possibilita a obtenção de rendas adicionais pelos produtores, dado o potencial dessa operação como estratégia comercial.

Como limitação, cabe destacar que este trabalho não considera a possibilidade de o produtor armazenar apenas parte da sua receita, optando, nesse caso, pela escolha de diferentes estratégias comerciais, uma vez que existem outras variáveis que podem influenciá-lo quanto à opção de venda adotada. Adicionalmente, o trabalho não considerou outros estados brasileiros além do Mato Grosso, os quais podem ter um comportamento distinto no que diz respeito aos ganhos potenciais apresentados nos resultados.

Como sugestões para trabalhos futuros, avanços importantes na mensuração dos riscos atrelados à utilização da armazenagem podem ser obtidos ao se considerar o investimento em infraestrutura por parte dos produtores brasileiros. Dessa forma, através da realização de estudos que incorporem os custos do investimento em infraestrutura de armazenagem própria, diferente da terceirizada, seria possível demonstrar se a viabilidade da utilização dos armazéns seria mantida. Nesse novo contexto, a análise, considerando os riscos comerciais, poderia dissertar sobre o retorno (*payback*) dos investimentos.

**REFERÊNCIAS**

- BANCO CENTRAL DO BRASIL – BCB. *Taxa Selic*. Brasília, 2017.
- CAIXETA-FILHO, J. V. et al. *Competitividade no Agribusiness: a questão do transporte em um contexto logístico*. Piracicaba, 1998.
- CAIXETA FILHO, J.V.; MARTINS, R. S. (org.). *Gestão Logística do Transporte de Carga*. São Paulo, Editora Atlas, 2001.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. *PIB do agronegócio brasileiro*. Piracicaba, 2016.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. *Soja: preços*. Piracicaba, 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. *Séries Históricas*. Brasília, 2018.
- CUNNINGHAM, L. T.; WADE BRORSEN, B.; ANDERSON, K. B. Cash Marketing Styles and Performance Persistence. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 89, i. 3, Agosto, 2007. p. 624–636.
- DELINETTE-MULLER, M. L. fitdistrplus: An R Package for Fitting Distributions. *Journal of Statistical Software*, v. 64, n. 4. 2015. p. 1-34.
- EMBRAPA. *Soja em números (safra 2015/2016)*. Brasília, 2016.
- FILLIPI, A. C. G. et al. Evolução da produção de grãos e armazenagem: perspectivas do agronegócio brasileiro para 2024/25. *Informe GEPEC*, Toledo, Paraná, v. 21, n. 1, p. 28-47, jan./jun. 2017.
- GALLARDO, A.P. et al. *Avaliação da Capacidade da Infraestrutura de Armazenagem para os Granéis Agrícolas Produzidos no Centro-Oeste Brasileiro*. Centro de Estudos em Gestão Naval – CEGN. São Paulo, SP. 2009.
- GENTLE, J. E. *Random Number Generation and Monte Carlo Methods*. Nova York: Springer. 1998.
- HAGEDORN, L. A. et al. Does the Performance of Illinois Corn and Soybean Farmers Lag the Market?. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 87, i. 5, Dezembro, 2005. p. 1271–1279.
- JESUS, A. D. F.; MARJOTTA-MAISTO, M. C.; BRUGNARO, C. Avaliação da Capacidade Estática de armazenagem de grãos no Brasil. *Revista Científica do Centro Universitário de Araras "Dr. Edmundo Ulson"*, Araras, v. 10, 2015.
- LAI, J.; MYERS, R. J.; HANSON, S. D. Optimal on-farm grain storage by risk-averse farmers. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, v. 28, i. 3. Dezembro, 2003. p. 558-579, 2003.
- MARQUES, P. V.; AGUIAR, D. R. D. *Comercialização de produtos agrícolas*. São Paulo: Edusp, 1990.
- MARTINS, Ricardo Silveira et al. Decisões estratégicas na logística do agronegócio: compensação de custos transporte-armazenagem para a soja no estado do Paraná. *Revista de Administração Contemporânea*. Curitiba, v. 9, n. 1, p. 53-78, mar. 2005.

- MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS – MDIC. *Estatísticas de exportação de soja*. Brasília, 2016.
- OLIVEIRA, M. A. et al. Análise espacial da produção da soja e capacidade estática de armazenamento no estado do Mato Grosso. *Revista de Estudos Sociais*. Cuiabá, v. 17, n. 35. 2015.
- PAMPLONA, E. O. ; SILVA, Wander Fonseca da. Contribuição da Simulação de Monte Carlo na Projeção de Cenários para Gestão de Custos na Área de Laticínios. In: IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS. Florianópolis, SC, Brasil, 28 a 30 de novembro de 2005.
- PATTANAIK, B.B.; TRIPATHI, R.K. Grain storage research: handling and storage of food grains in India. *Indian Journal of Entomology*, v, 78, p. 17-27. 2016.
- PAZZINI, H. S.; MIRANDA, A. C. Análise do déficit de armazenagem de grão na região sudeste. In: 44º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Fortaleza, 2006.
- PONCIANO, Niraldo José et al . Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte Fluminense. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Brasília , v. 42, n. 4, p. 615-635, dez. 2004.
- RIGO, P. D. *Análises de viabilidade econômica na produção de arroz em São Gabriel – RS por meio da simulação Monte Carlo*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- ROCHA, F. V. et al. Avaliação dos ganhos logísticos com a utilização da armazenagem entre os anos de 2009 e 2011. In: 50º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Vitória, 2012.
- ROCHA, F. V. et al. Fatores que afetam a decisão do produtor em investir em novos armazéns agrícolas. In: XVII SEMEAD – SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO. São Paulo, 2014.
- SILVA NETO, W. A.; ARRUDA, P. N.; BASTOS, A. C. O Déficit na Capacidade Estática de Armazenagem de Grãos no Estado de Goiás. *Gestão & Regionalidade*. São Caetano do Sul, v. 32, n. 96, p. 151-169. 2016.
- SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. In: V ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE. Florianópolis, 2011.
- SILVA, R. Alves da; DALCHIAVON, F. Carlos. Déficit de armazenagem da produção agrícola do Tocantins. *Revista IPecege*. Piracicaba, v. 4, n. 1, p. 19-27, mar. 2018.
- SIMÕES, A. R. P.; DE MOURA, A. D.; DA ROCHA, D. T. Avaliação econômica comparativa de sistemas de produção de gado de corte sob condições de risco no Mato Grosso do Sul. *Revista de Economia e Agronegócio*. Viçosa, v. 5, n. 1, 2015.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ARMAZENAGEM - SIARMA. *Indicadores de preços para o armazenamento de grãos*. Piracicaba, 2018.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE FRETES - SIFRECA. *Indicadores fretes para o mercado de grãos*. Piracicaba, 2018.

SOUZA, G. M. et al. Incerteza da viabilidade econômica de um projeto portuário: uma aplicação da simulação Monte Carlo. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*, v. 06, 2015.