

# ANÁLISE QUANTITATIVA DO RISCO DE MERCADO DO BOI GORDO, ESTADO DE SÃO PAULO, 2015<sup>1</sup>

Samira Aoun<sup>2</sup>

## 1 - INTRODUÇÃO

O risco é um elemento inerente a toda atividade econômica. As condições de mercado, as mudanças nos ambientes políticos e econômicos, entre outras, podem afetar negativamente o resultado esperado em um investimento. No agronegócio o risco adquire contornos de maior imprevisibilidade porque, além dos fatores mencionados, a agropecuária é susceptível à ocorrência de fenômenos climáticos adversos, a ataques de pragas e ocorrência de doenças.

As principais fontes de risco do agronegócio são: risco de produção, cujas medidas de mitigação são zoneamento agrícola, seguro agrícola e tecnologia; risco de preço, cujas medidas de mitigação são os contratos futuros, a termo e de opções; risco de crédito cujas medidas de mitigação são cadastro, garantias, seguro, novos títulos, certificação positiva; e risco de contratos, mitigados por cláusulas de arbitragem, etc. (OZAKI, 2012).

O risco é definido como a impossibilidade de um agente econômico prever o valor ou a magnitude de determinada variável relevante em certo momento futuro (NELSON, 1961). Assim, o risco é a possibilidade de que a empresa venha a incorrer em perdas, quer seja por um impacto negativo no crescimento de suas receitas ou venha a defrontar-se com dificuldades.

Dessa forma, o risco ocorre quando os resultados da receita possuem muita variabilidade e que não são igualmente desejáveis. No agronegócio os resultados indesejáveis de receita estão associados a baixos preços na colheita, baixas produtividades ou ambos.

O risco de preços, também conhecido como risco de mercado, resulta de alterações nos preços e nas relações de preços entre o momento

da tomada de decisão de produzir e o período em que a venda da produção é realizada.

Especificamente, o risco de preços ocorre por causa da volatilidade dos preços de *commodities* agrícolas. Essas volatilidades são causadas porque a produção tem seu tempo de maturação e as elasticidades da demanda são baixas. As elasticidades da demanda em curto prazo são baixas devido ao fato de o preço de *commodities* agrícolas terem baixo valor agregado e haver alto grau de substituição entre matérias-primas. A decisão de produção é feita antes que os preços sejam conhecidos. Estas decisões dependem mais de preços esperados do que de preços realizados. Daí decorre um dos principais fatores de risco no agronegócio. Para tanto, as técnicas de gerenciamento de preços agrícolas têm um potencial de melhorar o funcionamento da oferta agrícola em economias em desenvolvimento (DANA; GILBERT, 2008). Para evitar ou reduzir os riscos existe o *hedge*, que é uma operação de proteção em que o agente toma determinada posição para evitar ou diminuir variações de preços e, portanto, de sua renda.

Entender e medir possíveis perdas devido às flutuações do mercado é importante; identificar e quantificar o mais corretamente possível as volatilidades e as correlações dos fatores que impactam a dinâmica do preço do ativo. De acordo com Schouchana, Sheng e Decotelli (2013), a gestão de risco de mercado exige a quantificação da potencialidade de perda de um valor. A disponibilidade de uma base de dados confiável é de grande importância para esse tipo de análise.

Com a finalidade de reduzir os riscos de mercado, está em execução desde 2013 o Projeto Financiamento do Custeio Agropecuário Atrelado a Contrato de Opção do Governo do Estado de São Paulo mediante a celebração de convênio da

---

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, IE-24/2016.

<sup>2</sup>Economista, Mestre, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: samira@iea.sp.gov.br).

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e o Banco do Brasil (SÃO PAULO, 2013b). O projeto objetiva ampliar a utilização de mecanismos de proteção de preço via contrato de opção agropecuária pelos produtores rurais do Estado de São Paulo, a fim de minimizar os riscos de preços inerentes à volatilidade das *commodities* agropecuárias; garantir ao produtor rural um preço mínimo de venda da sua produção; disseminar e desenvolver a cultura de redução de risco de preço, por meio de contratos de opções; incentivar a utilização de mecanismos de proteção de preço, realizados em Bolsas de Mercadorias e Futuros; fortalecer a economia local; e contribuir para implantação de políticas de desenvolvimento econômico e social sustentável (SÃO PAULO, 2013a).

O lançador das opções padronizadas para boi gordo na BM&FBOVESPA é o Banco do Brasil (BB). Os beneficiários são os produtores rurais, pessoas físicas ou jurídicas, diretamente ou por meio de suas cooperativas e associações, por eles autorizadas, que conduzam o empreendimento agropecuário no Estado de São Paulo e contratem suas operações de financiamento e de proteção de preços em agências do BB no Estado de São Paulo; possuam operações de crédito rural formalizadas com o BB, em agências no Estado de São Paulo; e efetuem operações de proteção de preço via contrato de opção, intermediada pelo BB, através de agências do Estado de São Paulo.

A Subvenção contemplada no projeto é de 50% do valor do prêmio do contrato de opções, com recursos do Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista (FEAP/BANAGRO), para os clientes que comprovarem o enquadramento no projeto, na forma descrita acima. Assim sendo, o benefício é concedido ao produtor rural, por intermédio do BB, mediante ressarcimento de 50% do custo da proteção de preços via contrato de opções. O prêmio é negociado entre as partes no pregão eletrônico da BM&FBOVESPA.

O valor máximo de subvenção por beneficiário para o ano agrícola 2015/16 é de até R\$24.000,00, dentro do limite de até 50% do custo para proteção de preço via contrato de opções, excluídos os custos operacionais da BM&FBOVESPA. Em termos globais, o montante de recursos é da ordem de R\$7,0 milhões, conforme disponibilidade de recursos orçamentários e financeiros.

Para se evitar ações especulativas de mercado, o Governo do Estado de São Paulo somente subvenciona essa operação casada ao crédito de custeio da produção agropecuária e, portanto, o prêmio cobrado será um custo operacional da contratação do financiamento.

Esta modalidade de *hedge* é negociada em bolsa de valores e, portanto, não se refere aos contratos privados de opção de venda e prêmio de risco de opção privada (PROP), subvencionados pelo governo federal e que são operacionalizados por leilões.

### 1.1 - Objetivos

Devido às especificidades desse mercado e da execução desta política pública para o Estado de São Paulo, o objetivo deste trabalho é analisar o mercado do boi gordo para dar subsídios aos produtores rurais na tomada de decisão no gerenciamento de risco. Especificamente, pretende-se:

- 1) Quantificar o risco de mercado dos produtores de boi gordo no Estado de São Paulo.
- 2) Analisar a produtividade em termos de arbores por hectare ano do boi gordo no Estado de São Paulo.
- 3) Estimar a receita bruta por hectare dos produtores de boi gordo no Estado de São Paulo.
- 4) Estimar a probabilidade de valores esperados para a receita por hectare por ano de boi gordo no Estado de São Paulo.

## 2 - MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados os preços diários recebidos pelos produtores de boi gordo no período de 2006 a 2015, levantados pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2016), de São Paulo. Estes preços referem-se aos valores obtidos na transação de venda de produtos agropecuários pelo produtor para o primeiro comprador do sistema de comercialização no Estado de São Paulo. As cotações são coletadas diariamente e divulgadas por Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDR) para aqueles que são principais produtores de cada produto. Foram escolhidas para análise as regiões do Estado de São Paulo de Presidente Prudente e Aracatuba e para o agregado do Estado de São Paulo.

Estes preços foram anualizados pela média simples. As médias anuais dos preços diários de cada região, do período de 2006 a 2015, foram deflacionadas pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), do período para a data base de 2015 (IBGE, 2016).

Para o cálculo da produtividade, utilizou-se das informações de área de pastagem, natural e cultivada, e peso total de bovino para abate, de 2006-15, do IEA.

Foram utilizados dois métodos de análise: o histórico e o de simulação de Monte Carlo. A medida estabelecida para dimensionar o risco é o desvio padrão e a probabilidade de ocorrência de situações adversas que impactam na receita do produtor.

Histogramas que mostram a frequência em que os preços ocorrem foram construídos para estimar a probabilidade de ocorrência de possíveis situações adversas aos preços ao produtor.

A estimativa das probabilidades associadas a várias classes de receita bruta por hectare dos produtores de boi gordo é propiciada pela simulação de Monte Carlo (MOORE; WEATHERFORD, 2005). A análise de dados estatísticos de preços e produtividade de boi gordo dos pecuaristas é necessária para alimentar o processo de análise de risco com informações mais acuradas possíveis.

Merece esclarecer que o método de Monte Carlo é apropriado para contornar as dificuldades de curse of dimensionality e curse of modeling para a solução de problemas reais complexos (DIAS, 2006). Muitas vezes é usado para calcular o valor esperado de uma variável que é função de várias variáveis estocásticas em um ambiente de incertezas.

As estimativas feitas com a simulação de Monte Carlo não possuem um padrão bem definido de convergência para o valor verdadeiro. O erro das estimativas diminui com o tamanho das amostras. Portanto, é necessário obter amostras muito grandes para atingir uma precisão aceitável.

Dessa forma, foram feitas 10 amostras de 10.000 simulações de preços e produtividades para cada região. Com os resultados das médias das 10 amostras de preços e de produtividades para cada região, calcularam-se as probabilidades por classes de receita bruta por hectare bem como as médias e desvio padrão.

Para estimar a receita bruta considerou-se que os preços seguem uma distribuição discreta e a produtividade uma distribuição normal. A receita bruta por hectare por ano foi estimada, então, pela multiplicação dos preços pelas produtividades. Na estratificação da receita foi usado o critério de Scott (1979) para estabelecer o número de classes, que é a raiz cúbica de duas vezes o número de simulações. A geração de dados aleatórios da planilha de cálculo do Excel foi usada na simulação de Monte Carlo.

Esta metodologia foi utilizada por Aoun (2014, 2015a, 2015b, 2015c) para analisar o projeto Financiamento do Custeio Agropecuário Atrelado ao Contrato de Opção do milho, café e soja em São Paulo. Pesquisa análoga feita por Plato (1989) utilizou de metodologia semelhante para estimar o efeito de um programa de opção de venda subsidiada sobre os riscos e rendimentos dos agricultores nos Estados Unidos.

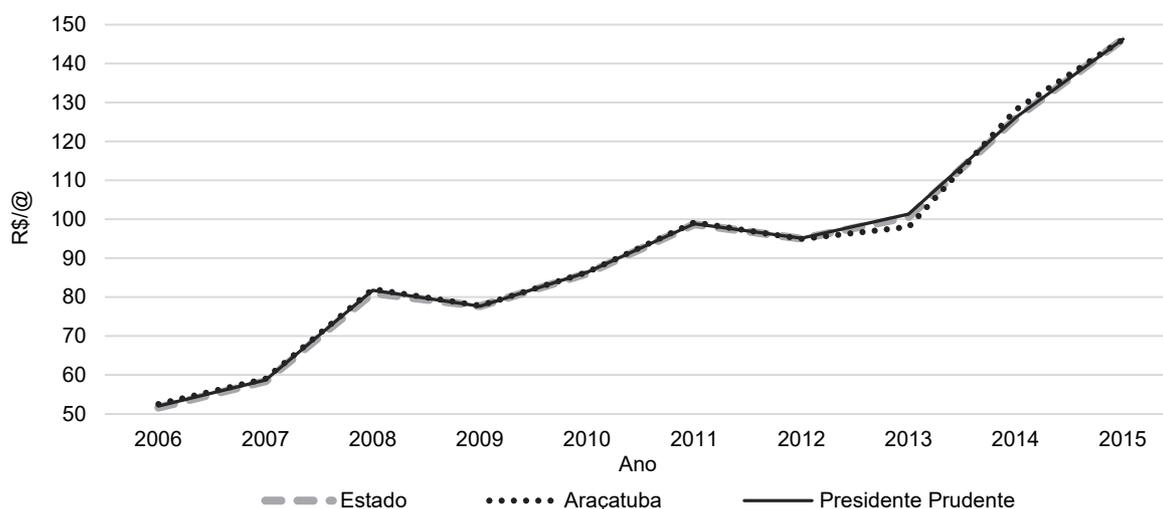
### **3 - ANÁLISE HISTÓRICA DO RISCO DE PREÇO DE BOI GORDO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

#### **3.1 - Análise Histórica dos Preços do Boi Gordo em São Paulo**

Os preços recebidos pelos pecuaristas paulistas pela venda de boi gordo apresentaram crescimento nominal acentuado no período de 2006 a 2015. O aumento nos preços foi de 2,8 vezes de 2006 a 2015. Observa-se uma aderência dos preços no Estado de São Paulo principalmente aos preços da região de Presidente Prudente, que é a maior produtora de boi gordo (Figura 1).

Ao se deflacionar esses preços pelo IPCA, na data-base de 2015, o crescimento nos preços reais de boi gordo foi 1,7 vez no período de 2006 a 2015.

Este comportamento nos preços foi causado principalmente pelo abate de matrizes ocorrido em 2006 diante dos baixos preços verificados naquele ano. A oferta mais restrita do produto associada a uma crescente demanda em São Paulo, que é o maior centro consumidor de carne bovina, conduziu a elevação dos preços verificada na figura 1. Ao se considerar que o ciclo da pecuária é de 5 a 6 anos de maturação era esperado que estes



**Figura 1** - Evolução dos Preços Nominais Recebidos pelos Pecuaristas Paulistas, 2006 a 2015<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Data-base: 2015.

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados IEA (2016) e IBGE (2016).

preços se reduzissem com o aumento da oferta (CARVALHO, 2011).

Este comportamento pode ser observado ao se analisar os preços reais recebidos pelo boi gordo no estado e regiões. Em 2012 houve redução dos preços reais motivada pelo aumento da oferta. Entretanto este comportamento não se manteve e diante das dificuldades econômicas que se fizeram sentir em 2014, os pecuaristas retiveram seu produto como reserva de valor (Figuras 2 a 4).

A análise descritiva dos preços médios reais recebidos pelos produtores de boi gordo, no período 2006 a 2015, mostra que as diferenças de preços nas duas regiões do Estado de São Paulo são discretas (Tabela 1). Este indicador mostra que as diferenças de comportamento entre os preços recebidos pelos produtores entre regiões no estado são pouco significativas.

Os preços médios reais de boi gordo do período 2006 a 2015 são de R\$118,51 a arroba na região de Presidente Prudente, de R\$118,60 a arroba na região de Araçatuba, com uma média de preços para o Estado de São Paulo de R\$118,23 a arroba. A amplitude de oscilação das médias anuais dos preços reais, que mostra a diferença entre preços máximos e mínimos, é maior na região de Presidente Prudente, de R\$59,43 a arroba e de R\$58,50 a arroba na região de Araçatuba. No estado a amplitude de variação de preços reais é pouco acima de R\$60,02 a arroba. Preços médios reais máximos de R\$146,27 por arroba foi recebi-

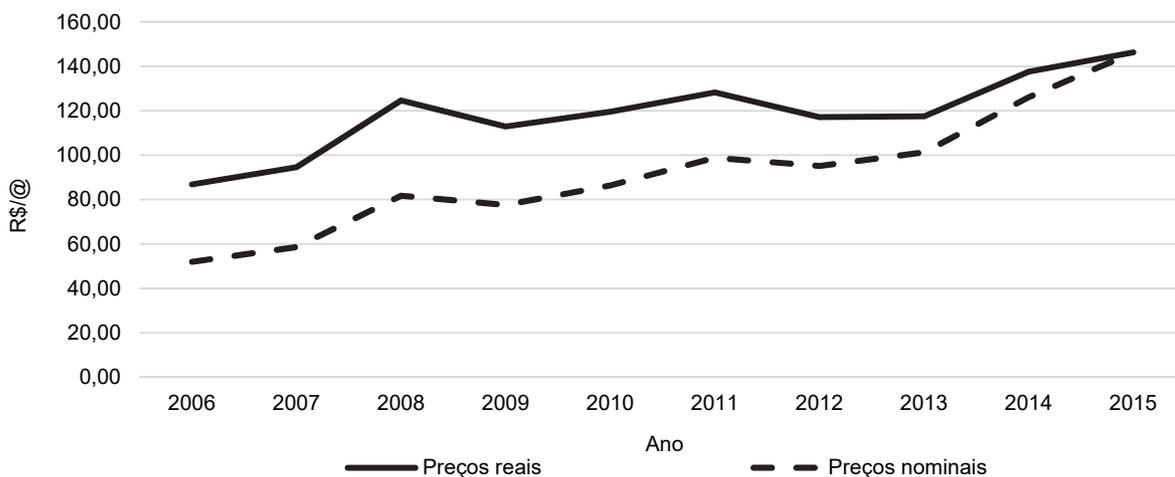
do por pecuaristas da região de Presidente Prudente, o mesmo para a média do estado.

Preços anuais reais mínimos de R\$86,25 por arroba foi obtido para o Estado de São Paulo, sendo que na região de Araçatuba, os preços mínimos são mais elevados, de R\$87,72 a arroba.

Os dados mostram a magnitude de variabilidade nos preços anuais reais do boi gordo no período analisado.

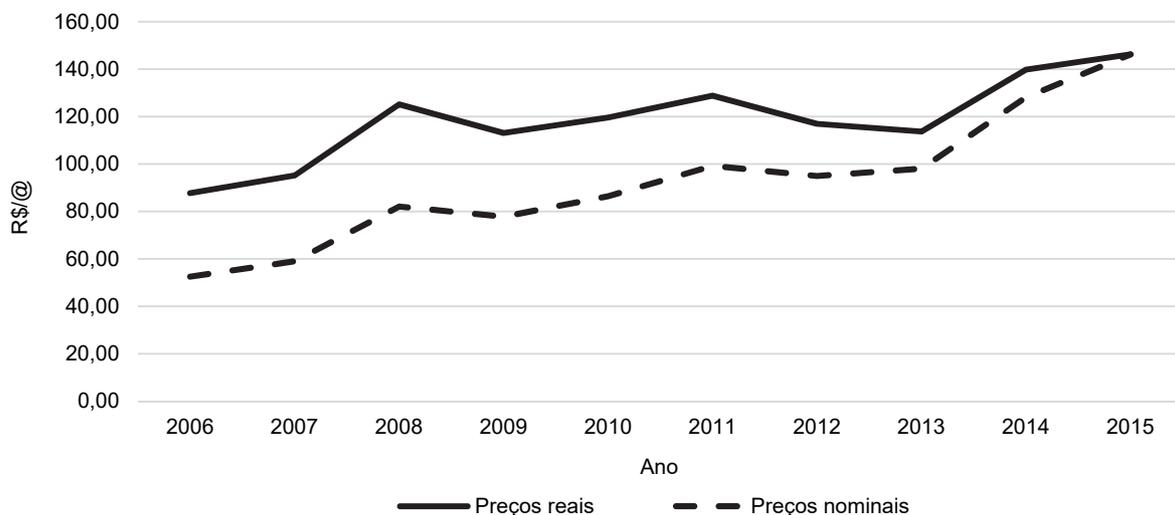
A variabilidade dos preços, medida pelo desvio padrão, que representa o risco de preços ao produtor rural de boi gordo resultou em R\$17,89 por arroba na região de Presidente Prudente, em R\$16,08 por arroba na região de Araçatuba. No Estado de São Paulo, como um todo, o risco de preços do boi gordo é de R\$16,84 por arroba. Isso significa que, em média, os produtores de boi gordo podem ter seus preços diminuídos de R\$16,00 a R\$18,00 a arroba de um ano para o outro, o que representa de 14% a 15% dos preços médios.

A frequência em que cada um dos preços médios reais recebidos pelos produtores de boi gordo no Estado e nas regiões, do período 2006 a 2015, foi sintetizado nos histogramas. Eles mostram, por blocos de preços, a frequência em que cada observação de preços ocorre e é interpretada como a probabilidade de ocorrência dos preços. Para efeito de apresentação dos blocos os preços foram arredondados (Figuras 5 a 7).



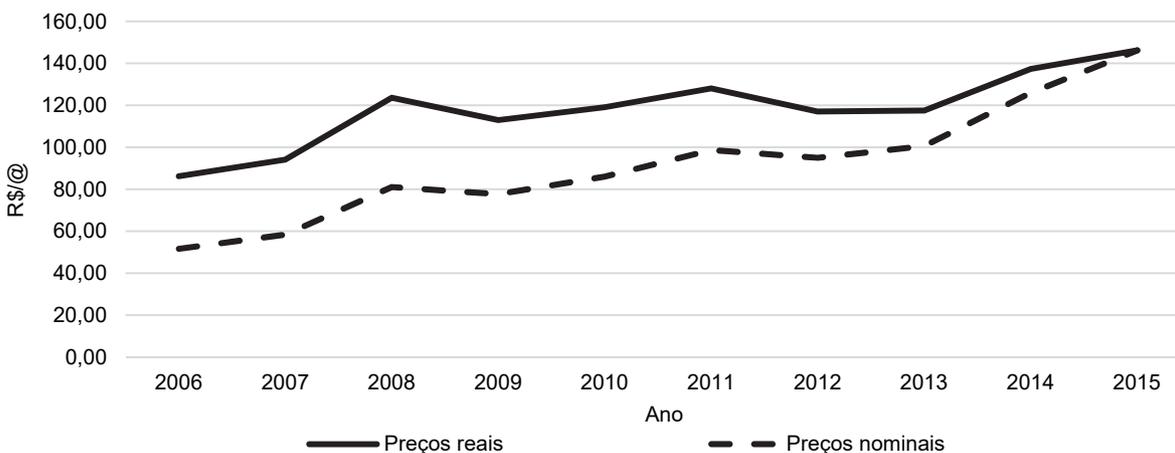
**Figura 2** - Evolução dos Preços do Boi Gordo Recebidos pelos Pecuaristas de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados do IEA (2016) e IBGE (2016).



**Figura 3** - Evolução dos Preços do Boi Gordo Recebidos pelos Pecuaristas de Araçatuba, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados do IEA (2016) e IBGE (2016).



**Figura 4** - Evolução dos Preços do Boi Gordo Recebidos pelos Pecuaristas do Estado de São Paulo, 2006 a 2015.

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados do IEA (2016) e IBGE (2016).

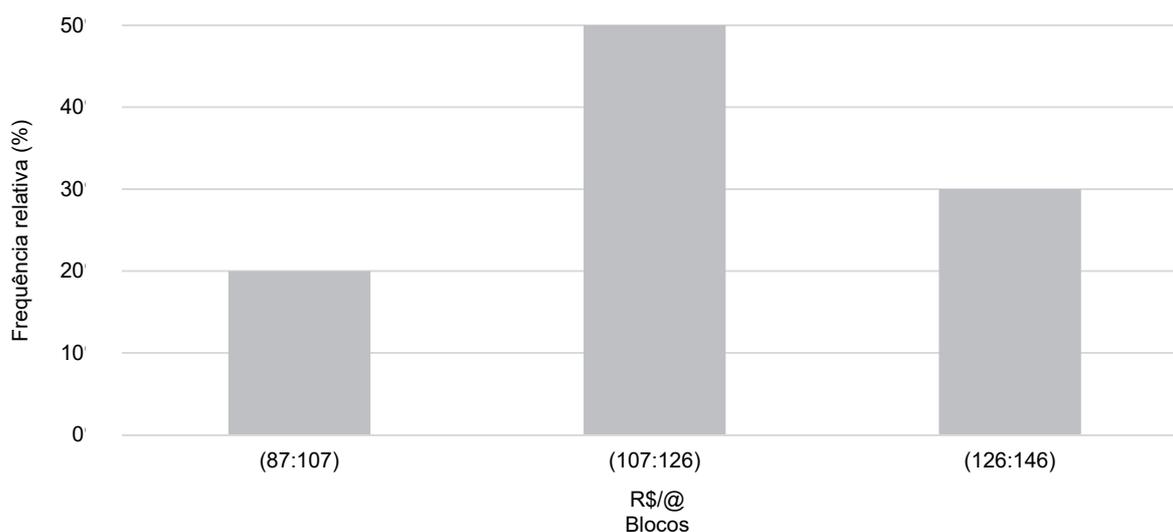
TABELA 1 - Estatísticas de Preços Reais de Boi Gordo para Regiões Seleccionadas do Estado de São Paulo, 2006 a 2015<sup>1</sup>

(em R\$/@)

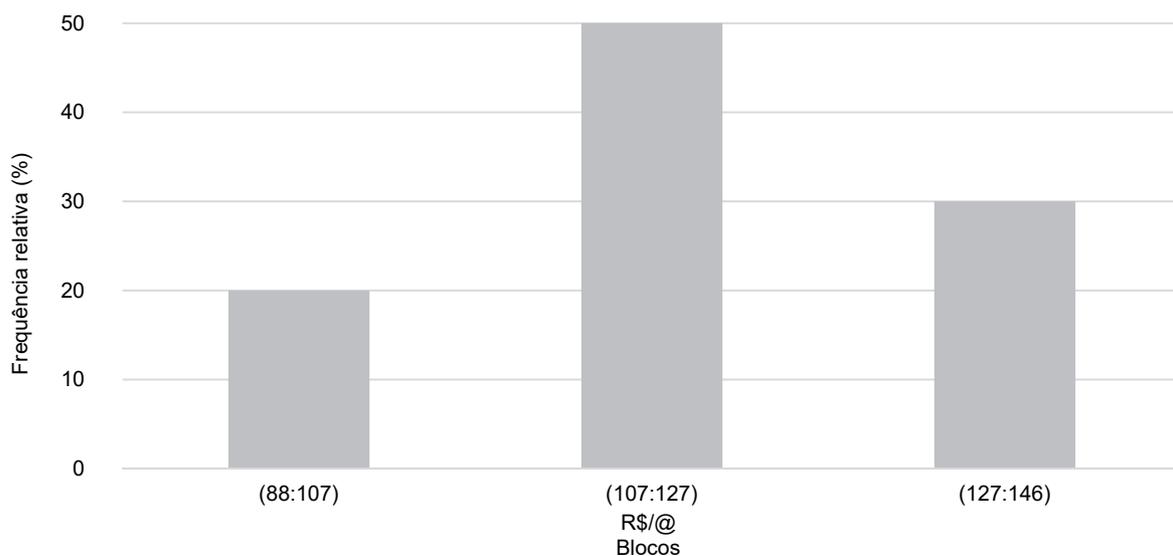
Item	Presidente Prudente	Araçatuba	Estado de São Paulo
Preços médios reais	118,51	118,60	118,23
Preços máximos	146,27	146,22	146,27
Preços mínimos	86,84	87,72	86,25
Amplitude dos preços	59,43	58,50	60,02
Desvio padrão	17,89	16,08	16,84
Coefficiente variação (%)	15,10	13,56	14,24

<sup>1</sup>Data-base: 2015.

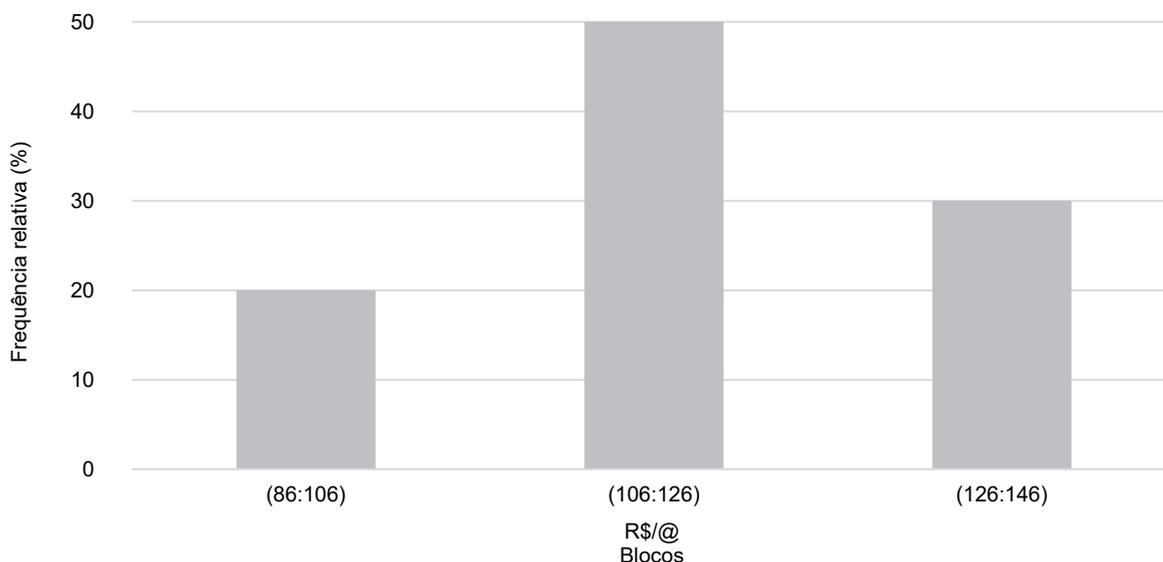
Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 5** - Histograma de Preços Reais de Boi Gordo, Região de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.

Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 6** - Histograma de Preços Reais de Boi Gordo, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.

Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 7** - Histograma de Preços Reais de Boi Gordo, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.  
Fonte: Dados da pesquisa.

Na região de Presidente Prudente, a distribuição de frequência dos preços reais recebidos pelos produtores de boi gordo, no período 2006 a 2015, mostra que preços reais entre R\$87,00 e R\$107,00 a arroba ocorrem em 20% dos anos. Em 50% dos anos, os preços reais estiveram no intervalo de R\$107,00 a R\$126,00 a arroba. É este intervalo que contém a média, de R\$118,51 a arroba. Em 30% dos anos, os preços estiveram no intervalo de R\$126,00 a R\$146,00 a arroba, ou seja, preços reais médios entre este intervalo ocorrem em 30% dos anos (Figura 5).

Na região de Araçatuba, o comportamento dos preços reais é semelhante ao observado na região de Presidente Prudente. O intervalo de preços mais baixos, entre R\$88,00 e R\$107,00 a arroba, ocorre em 20% dos anos; em 50% dos anos, os preços reais estiveram em torno da média de R\$118,60 a arroba, entre R\$107,00 e R\$127,00. Em 30% dos anos os preços reais se situaram em intervalo de preços maiores, de R\$127,00 a R\$146,00 a arroba (Figura 6).

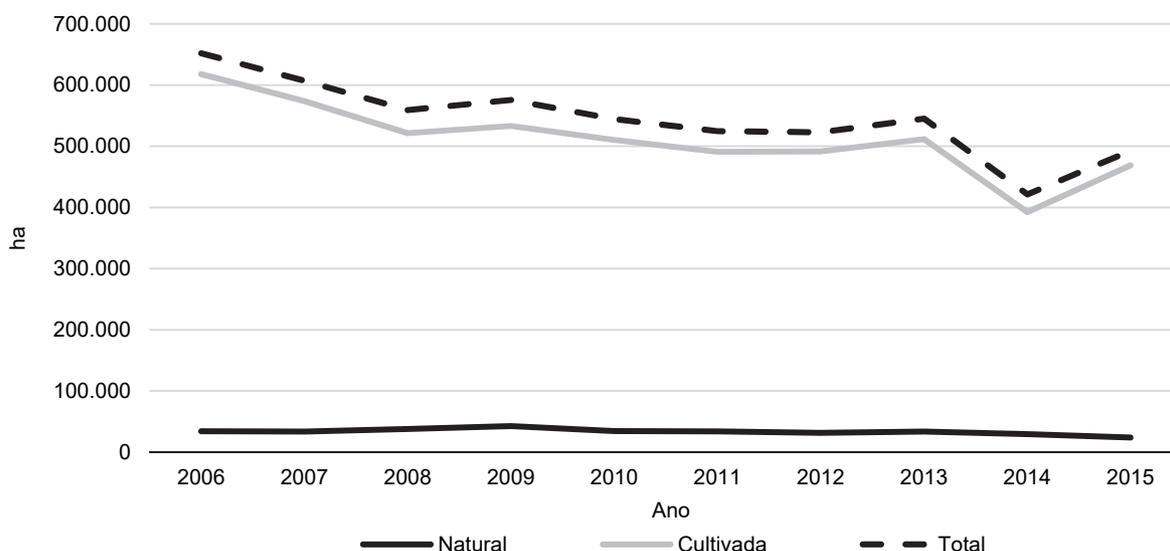
No Estado de São Paulo, que considera todas as regiões produtoras de boi gordo a distribuição de frequência dos preços médios reais também é semelhante. A distribuição de frequência dos preços reais recebidos pelos produtores de boi gordo, no período 2006 a 2015, mostra que em 20% dos anos ocorreram preços reais de boi gordo na faixa de preços mais baixos, de R\$86,00 a R\$106,00 a arroba. Dentro do limite do intervalo

intermediário, de R\$106,00 a R\$126,00, a ocorrência é de 50%. É neste intervalo que contém a média estimada de R\$118,23 a arroba. No intervalo de preços maiores, entre R\$126,00 e R\$146,00, a frequência é de 30% (Figura 7).

Estes resultados complementam a análise do desvio padrão. Indicam com que frequência os preços reais recebidos pelos produtores de boi gordo, no Estado de São Paulo e regiões, ocorrem abaixo da média. Esta frequência não é desprezível, o que pode colocar o produtor em dificuldades financeiras em seus resultados totais das safras de ano para ano.

### 3.2 - Análise Histórica da Produtividade de Boi Gordo no Estado de São Paulo

Os dados de área de pastagem no Estado de São Paulo e regiões mostram como se comportou a pastagem, cultivada e natural, no período 2006 a 2015. Na região de Presidente Prudente, a área de pastagem natural foi reduzida de 34 mil hectares em 2006 para próximo de 24 mil em 2015. A área de pastagem cultivada foi reduzida de 618 mil hectares em 2006 para 469 mil em 2015. No total, a redução de área destinada para a pecuária foi de 652 mil em 2006 para 493 em 2015. Na região de Presidente Prudente, portanto, há uma contínua redução da área de pastagem, tanto natural quanto cultivada (Figura 8).



**Figura 8** - Área de Pastagem, Natural e Cultivada, Região de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados de produção de carne bovina na região de Presidente Prudente mostram a evolução do peso total de bovinos para abate no período de 2006 a 2015. Observa-se uma oscilação na produção de carne bovina que vai de 5.809 mil arrobas em 2006, atinge um mínimo de 4.793 mil arrobas em 2009, um máximo de 5.430 mil arrobas em 2012 e em 2015 foi de 5.190 mil arrobas (Figura 9). Isso confirma a análise efetuada para o comportamento dos preços do boi gordo. No ano de 2012 houve um aumento na oferta do produto que reduziu os preços. Embora tenha havido um aumento na oferta em 2015, este não foi suficiente para reduzir os preços reais, crescendo menos.

Disso resulta ser a produtividade do boi gordo, medido pela produção de carne bovina por hectare total de pastagem, crescente no período de 2006 a 2015, causada principalmente pela redução de área destinada à pecuária (Figura 10).

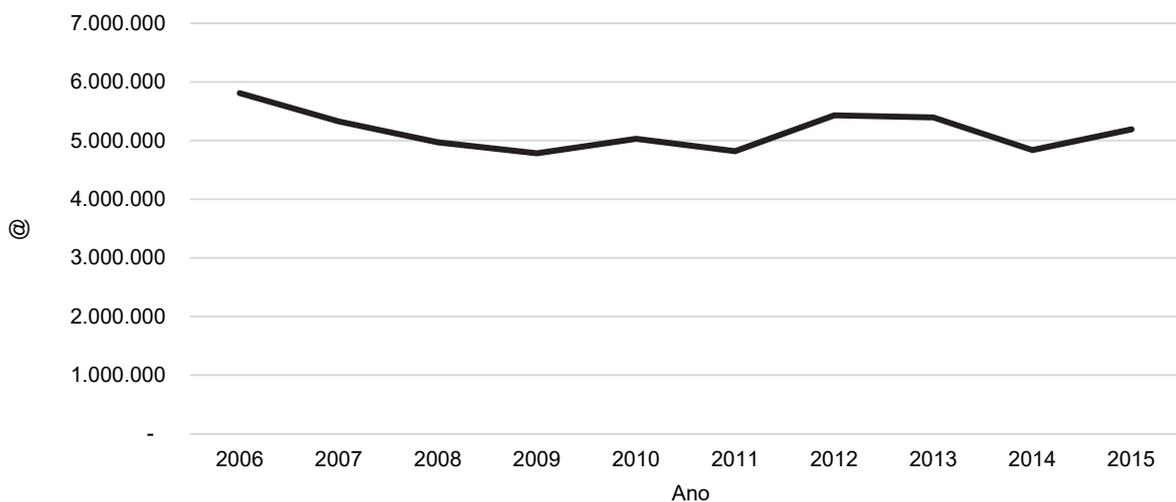
Na região de Araçatuba, a área de pastagem natural foi reduzida de 4 mil hectares em 2006 para próximo de 1,8 mil em 2015. A área de pastagem cultivada foi reduzida de 319 mil hectares em 2006 para 197 mil em 2015. No total, a redução de área destinada para a pecuária foi de 323 mil em 2006 para 199 em 2015. Na região de Araçatuba, portanto, há uma contínua redução da área de pastagem, tanto natural quanto cultivada, sendo mais acentuada a redução na área cultivada até 2008 (Figura 11).

Os dados de produção de carne bovina na região de Araçatuba mostram a evolução do peso total de bovinos para abate no período 2006 a 2015. Observa-se uma oscilação na produção de carne bovina na região de Araçatuba que vai de 4.194 mil arrobas em 2006 a 1.997 mil arrobas em 2015 (Figura 12).

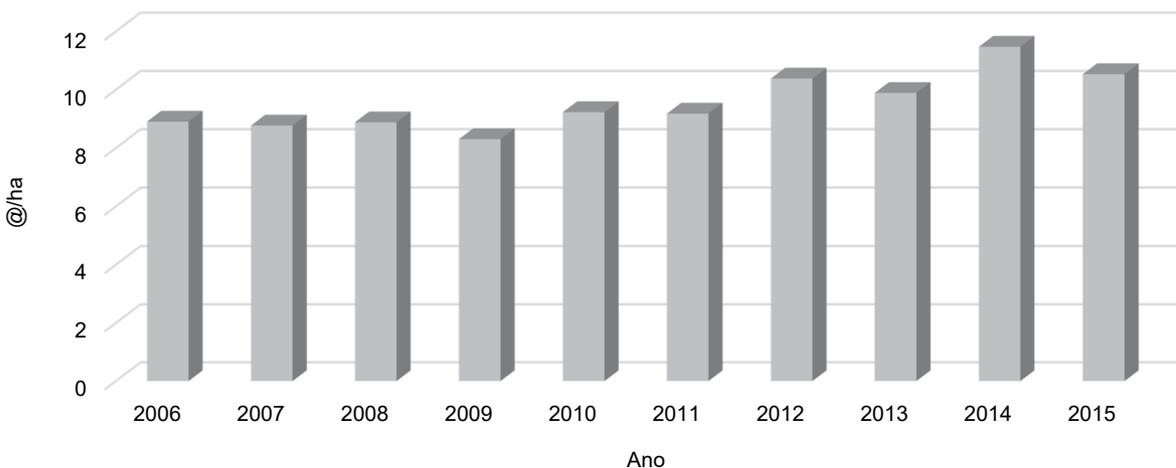
A produtividade do boi gordo na região de Araçatuba mostra, no período 2006 a 2015, uma oscilação maior do que na região de Presidente Prudente (Figura 13).

Os dados de área de pastagem no Estado de São Paulo mostram como se comportou a pastagem, cultivada e natural, no período 2006 a 2015. A área de pastagem natural foi reduzida de 1.611 mil hectares em 2006 para 924 mil em 2015. A área de pastagem cultivada foi reduzida de 8.095 mil hectares em 2006 para 5.925 mil em 2015. No total, a redução de área destinada para a pecuária foi de 9.706 mil em 2006 para 6.849 mil em 2015. No Estado de São Paulo, portanto, há uma contínua redução da área de pastagem, tanto natural quanto cultivada, sendo mais acentuada a redução na área cultivada (Figura 14).

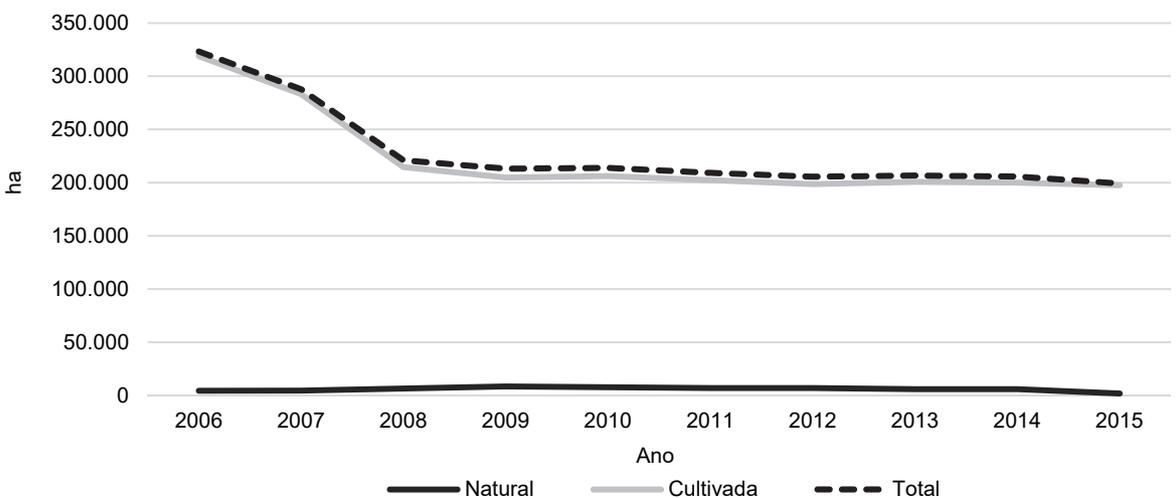
Os dados de produção de carne bovina no estado mostram a evolução do peso total de bovinos para abate no período 2006 a 2015. Observa-se um declínio contínuo do peso total dos bovinos para abate até 2011, de 73.465 em 2006 para 59.316 mil arrobas em 2011; seguido por um



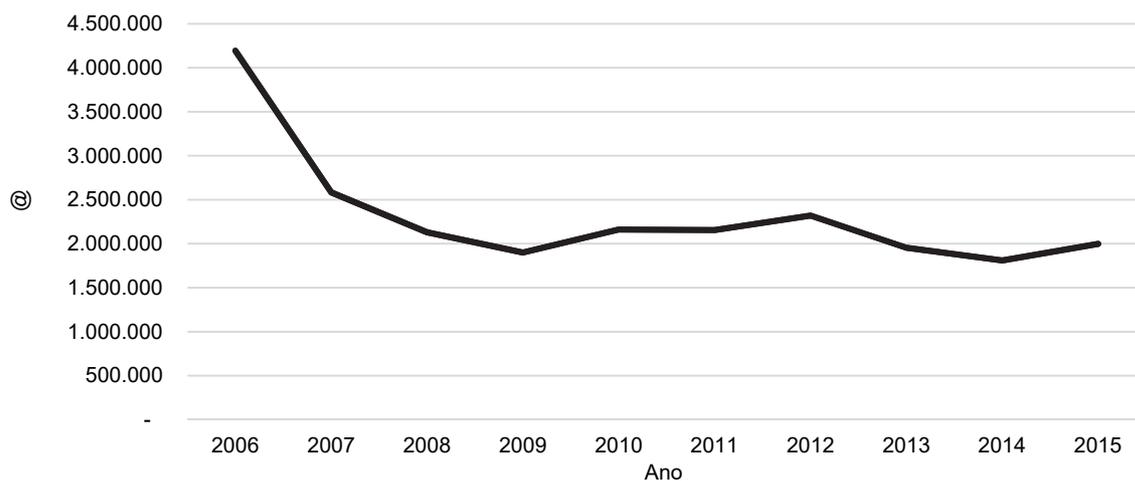
**Figura 9** - Produção de Carne Bovina na Região de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.  
Fonte: Dados da pesquisa.



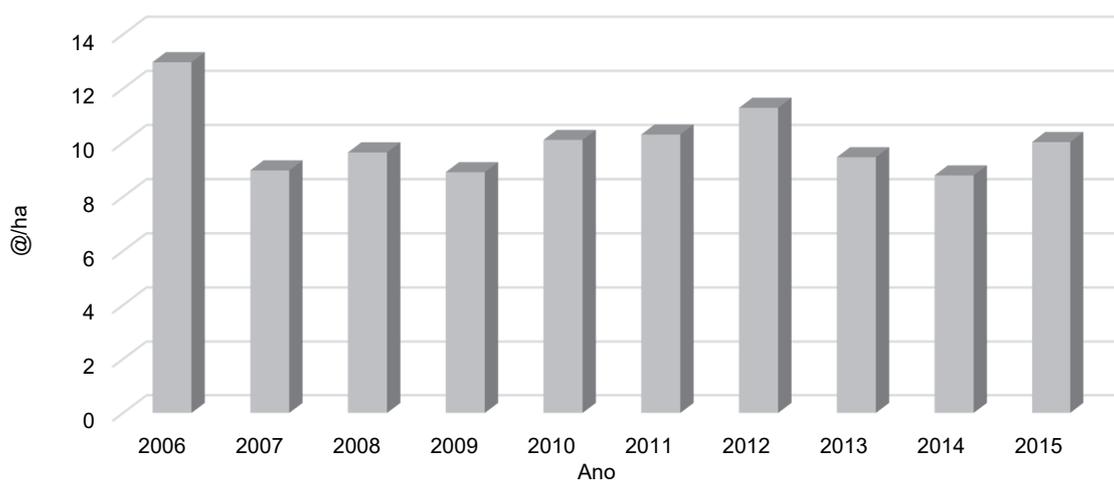
**Figura 10** - Produtividade do Agronegócio do Boi na Região de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.  
Fonte: Dados da pesquisa.



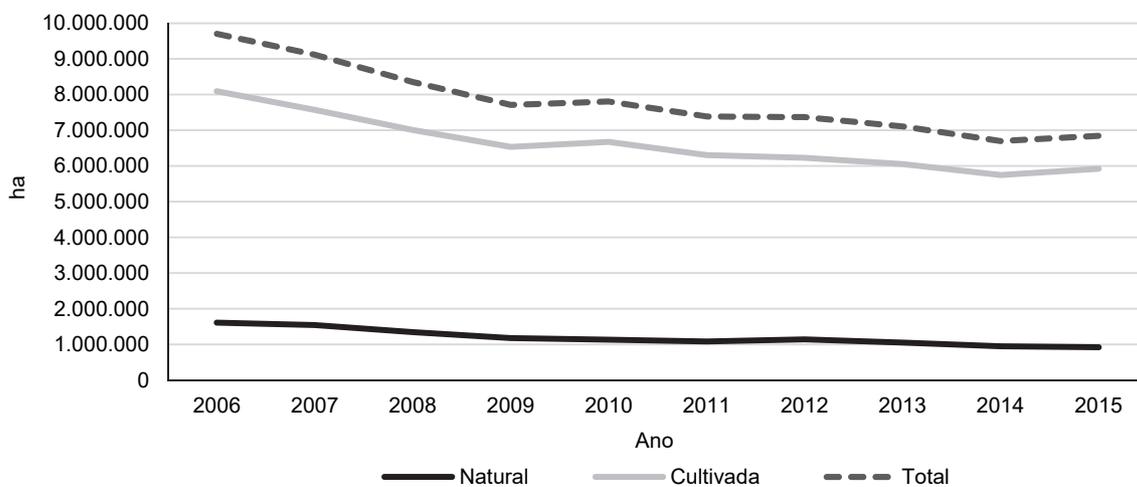
**Figura 11** - Área de Pastagem, Natural e Cultivada, na Região de Araçatuba, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.  
Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 12** - Produção de Carne Bovina na Região de Araçatuba, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.  
Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 13** - Produtividade do Agronegócio do Boi na Região de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.  
Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 14** - Área de Pastagem, Natural e Cultivada, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.  
Fonte: Dados da pesquisa.

período de oscilação na produção de carne bovina que vai de 69.791 mil arrobas em 2012, para 60.886 mil arrobas em 2015 (Figura 15).

A produtividade do boi gordo, no Estado de São Paulo, é crescente no período 2006 a 2015, causada principalmente pela redução de área destinada à pecuária (Figura 16).

A análise estatística da produtividade de boi gordo do período 2006 a 2015 no Estado de São Paulo e regiões pode ser visualizada na tabela 2.

A produtividade média de boi gordo na região de Presidente Prudente é de 9,56 arrobas por hectare, que oscila de um máximo perto de 11,47 arrobas por hectare e um mínimo de 8,31 arrobas por hectare. Disso resulta ser a amplitude de variação da produtividade superior a 3 arrobas por hectare, o que denota uma grande variabilidade no período analisado.

O risco de produtividade, medido pelo desvio padrão dos dados de 2006 a 2015, na região de Presidente Prudente é de 0,98 arroba por hectare. Isso significa que a produtividade de boi gordo na região de Presidente Prudente pode ser reduzida em próximo de uma arroba por hectare de um ano ao outro, o que dá um coeficiente de variação de 10,3%.

Na região de Araçatuba, a produtividade média de boi gordo, do período 2006 a 2015, é de 10 arrobas por hectare, com máximo de 13 arrobas por hectare e mínimo 8,8 arrobas por hectare e amplitude de variação da produtividade de 4,18 arrobas por hectare. Disso resulta um risco de produtividade na região de Araçatuba de 1,28 arroba por hectare, maior do que na região de Presidente Prudente. O coeficiente de variação da produtividade, que é calculado pelo quociente entre o desvio padrão pela média, de 12,71%, mostra um risco maior na região de Araçatuba.

O comportamento da produtividade média no Estado de São Paulo mostra o resultado do agregado da atividade. A média de 8,18 arrobas de boi gordo por hectare com uma oscilação de 9,47 arrobas a 7,11 arrobas por hectare resulta numa amplitude de 2,36 arrobas de boi gordo no período 2006 a 2015. A magnitude do risco de produtividade de boi gordo no Estado de São Paulo, que é de 0,73 arroba por hectare que representa 9% da média estimada no período.

Da observação dos três coeficientes de

variação pode-se dizer que há diferenças de produtividade por região no Estado de São Paulo.

#### **4 - SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO: Estimativa da Receita Bruta por Hectare de Boi Gordo no Estado de São Paulo**

Os resultados para a receita bruta por hectare foram obtidos por meio da multiplicação dos preços e das produtividades simulados (Figuras 17 a 19). No eixo horizontal está especificada a receita bruta por classes e no eixo vertical está a probabilidade acumulada associada a cada uma das 27 classes de receita. Da mesma forma, a estimativa da receita média por hectare é a média da receita gerada a partir do processo de simulação dos preços e das produtividades e não se refere à receita obtida com os dados médios do período 2006 a 2015.

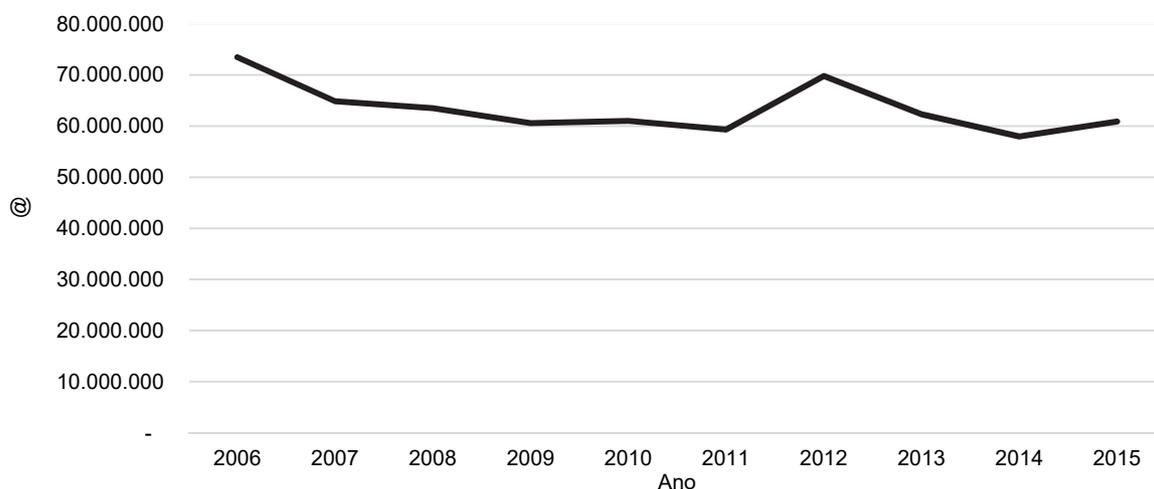
Na região de Presidente Prudente, a receita bruta por hectare ficou estimada entre R\$930,00 e R\$1.365,00 por hectare, com uma média de R\$1.133,00. A probabilidade de a receita bruta por hectare ser menor ou igual a cada estrato de receita é indicada ao pecuarista na figura 17. Assim, a probabilidade de a receita por hectare ser menor ou igual a R\$1.133,00 é de 50% na região de Presidente Prudente. A probabilidade de a receita por hectare ser menor ou igual a R\$1.365,00 é de 100% na região de Presidente Prudente (Figura 17).

O desvio padrão dos resultados da simulação efetuada para a receita bruta por hectare é de R\$ 55,70 por hectare com um coeficiente de variação de 5%.

Na região de Araçatuba, a receita bruta por hectare foi estimada entre R\$975,00 e R\$1.441,00, com uma média de R\$1.195,00 por hectare. A probabilidade de a receita bruta por hectare ser menor ou igual ao valor médio é obviamente de 50% e de ser menor do que R\$1.441,00 é de 100% (Figura 18).

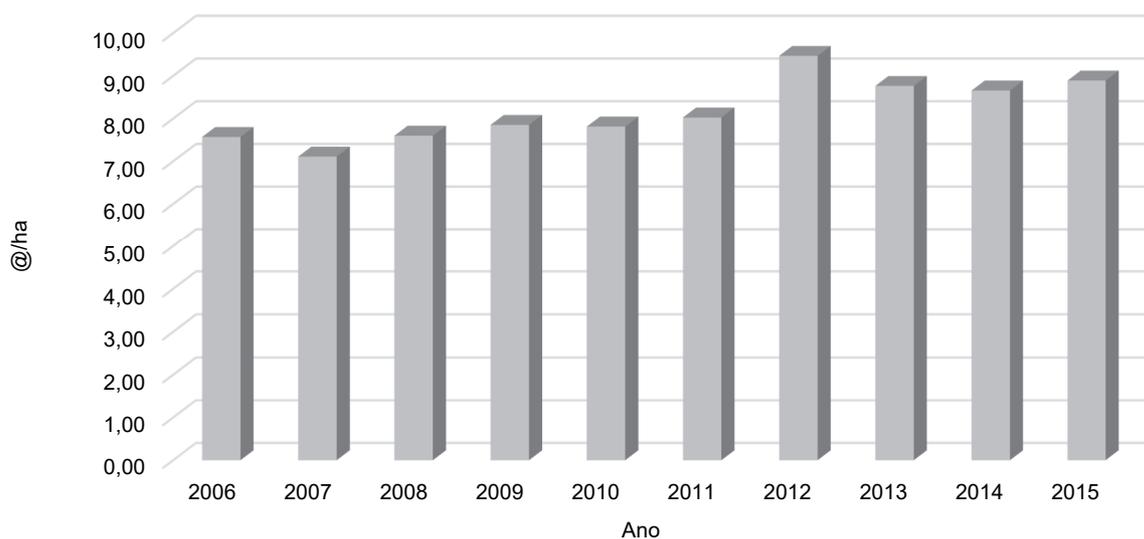
Neste processo o desvio padrão foi calculado em R\$65,00 por hectare com um coeficiente de variação da receita bruta por hectare de 5,5% na região de Araçatuba.

No Estado de São Paulo a receita bruta foi estimada entre R\$800,00 e R\$1.125,00 por hectare, com uma média de R\$966,00 por hec-



**Figura 15** - Produção de Carne Bovina, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.

Fonte: Dados da pesquisa.



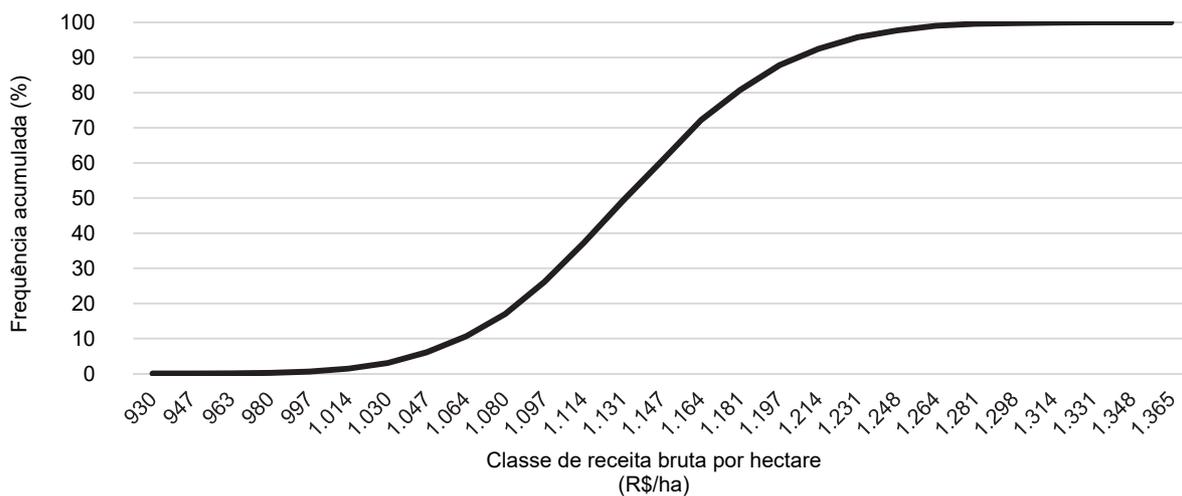
**Figura 16** - Produtividade do Agronegócio do Boi, Estado de São Paulo, 2006 a 2015.

Fonte: Dados da pesquisa.

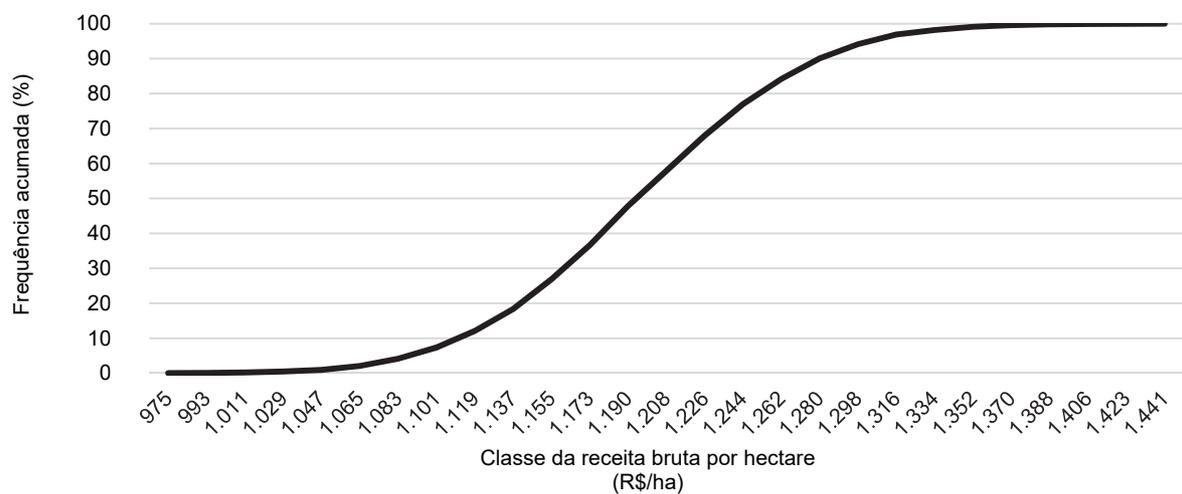
**TABELA 2** - Estatísticas de Produtividade de Boi Gordo para Regiões do Estado de São Paulo, 2006-2015 (em R\$/@)

Item	Presidente Prudente	Araçatuba	Estado de São Paulo
Produtividade média	9,56	10,05	8,18
Produtividade máxima	11,47	12,97	9,47
Produtividade mínima	8,31	8,79	7,11
Amplitude	3,17	4,18	2,36
Desvio padrão	0,98	1,28	0,73
Coefficiente variação (%)	10,30	12,71	8,98

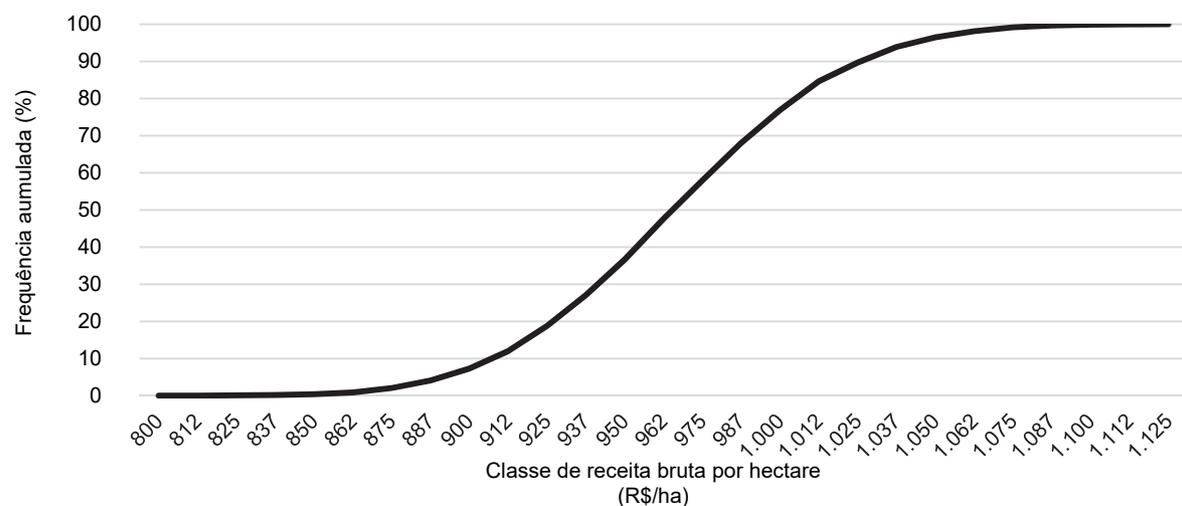
Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 17** - Estimativa de Receita Bruta de Boi Gordo por Classe, Região de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, 2006 a 2015. Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 18** - Estimativa de Receita Bruta de Boi Gordo por Classe, Região de Araçatuba, Estado de São Paulo, 2006 a 2015. Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 19** - Estimativa de Receita Bruta de Boi Gordo por Classe, Estado de São Paulo, 2006 a 2015. Fonte: Dados da pesquisa.

tare. A probabilidade de a receita bruta por hectare ser menor ou igual ao valor esperado para a média é de 50% e para R\$1.125,00 por hectare é de 100% no Estado de São Paulo (Figura 19).

O desvio padrão calculado pelos valores da receita estimado pelo processo de simulação de Monte Carlo é de R\$46,00 por hectare no Estado de São Paulo. Este é o valor do risco de receita bruta na produção de boi gordo no Estado de São Paulo. O coeficiente de variação da receita bruta por hectare é de 5%.

Dessa análise pode-se identificar um crescimento dos preços reais do boi gordo no período de 2006 a 2015 causado por uma redução da produção de carne bovina.

Identificou-se também um movimento decrescente de área destinada à pecuária no Estado de São Paulo no período de 2006 a 2015. A área deixada pela pecuária tem sido ocupada pela cultura de cana-de-açúcar e por florestas, principalmente.

A produtividade do boi gordo no Estado paulista elevou-se no período de 2006 a 2015 como resultado da redução de área principalmente.

A receita por hectare da atividade de engorda do boi em São Paulo foi então estimada considerando as condições vigentes no período. Estas condições podem ser alteradas diante das incertezas existentes na economia brasileira e mundial. As probabilidades de ocorrência de situações que comprometam o resultado ao pecuarista foram calculadas e devem ser levadas em consideração na tomada de decisão.

## 5 - CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi quantificar o risco de mercado de boi gordo do ponto de vista de seus produtores do Estado de São Paulo. Procurou-se estimar o risco de preços, produtividade e de receita bruta por hectare dos produtores de boi gordo do Estado de São Paulo e regiões de

Presidente Prudente e Araçatuba. Foram analisadas as médias anuais dos preços diários recebidos pelos pecuaristas de cada região, no período de 2006 a 2015, deflacionados pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

A análise quantitativa do risco de mercado de boi gordo, do ponto de vista dos pecuaristas do Estado de São Paulo, foi feita para fornecer informações para a melhor gestão de risco no agronegócio e auxiliar na adoção de práticas de *hedge* que proteja contra a volatilidade dos preços. Foram analisadas as médias anuais dos preços reais recebidos pelos produtores de cada região do período 2006 a 2015. A medida do risco de mercado do boi gordo no Estado de São Paulo foi estimada em cerca de R\$17,00 por arroba com uma expectativa de preços abaixo da média calculada de R\$118,00, em mais de 20%. A medida de risco de produtividade do boi gordo para o Estado é de a 0,73 arroba por hectare. Foi estimada em 50% a probabilidade de a receita bruta por hectare ser menor ou igual ao valor esperado para a média, de R\$966,00, no Estado de São Paulo. Esse resultado indica o nível de incerteza no agronegócio do boi gordo dado que a receita média por hectare apresenta grande amplitude de variação.

Os resultados mostram que a adoção de técnicas de gerenciamento de risco pode auxiliar na obtenção de maior receita por hectare aos pecuaristas e reduzir os riscos de mercado no Estado de São Paulo.

O gerenciamento adequado de risco pelo produtor pode minimizar perdas ou elevar retornos. A adoção de práticas de *hedge*, como a proposta de utilização de contratos de opção estimulados pela subvenção oferecida em São Paulo pode ser ferramenta importante. Se associada à diversificação da produção na forma de integração, com lavouras e/ou floresta, seus retornos podem ser mais elevados. Alternativas de confinamento também podem ser consideradas na tomada de decisão pelo produtor paulista.

## LITERATURA CITADA

AOUN, S. Análise quantitativa de risco de mercado de milho no estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 23-31, mar./abr. 2014.

AOUN, S. Gestão de risco do agronegócio em São Paulo. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 38-51, abr./maio/jun. 2015a.

\_\_\_\_\_. Medida de risco de mercado de soja no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 45, n. 3, p. 39-48, maio/jun. 2015b.

\_\_\_\_\_. O risco de mercado de café no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 48-56, jan./fev. 2015c.

CARVALHO, T. C. Agronegócio do boi. Piracicaba: PECEGE-ESALQ/USP, 2011. 98 p.

DANA, J.; GILBERT, C. L. Managing agricultural price risk in developing countries. In: GEMAN, H. (ed.). **Risk management in commodity markets: from shipping to agriculturals and energy**. England: Wiley, 2008. pp. 207-236.

DIAS, M. A. G. Simulação de Monte Carlo e uso em derivativos/opções reais. In: \_\_\_\_\_. **Análise de investimento com opções reais**. Rio de Janeiro: PUC, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Séries Históricas**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc\\_ipca/defaultseriesHist.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm)>. Acesso em: 10 fev. 2016.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Banco de dados**. São Paulo: IEA. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

MOORE, J. H.; WEATHERFORD, L. R. **Tomada de decisão em administração**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 644 p.

NELSON, R. R. Uncertainty, prediction and competitive equilibrium. **Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, Vol. 75, pp. 41-62, Feb. 1961.

OZAKI, V. A. **Análise e gestão de risco agrícola**. Piracicaba: PECEGE-ESALQ/USP, 2012. 119 p.

PLATO, G. E. **Effects of a subsidized put option program and forward selling on farmers' revenue risks**. Washington: Usda/Economic Research Service, 1989. 26 p.

SÃO PAULO (Estado). Deliberação CO - 6, de 6 de maio de 2013. Estabelece os critérios, condições e limites globais e individuais da subvenção para o Projeto Financiamento do Custeio Agropecuário Atrelado a Contrato de Opção - Anos Agrícolas 2012/2013 e 2013/2014. **Diário Oficial do estado de São Paulo**, São Paulo, v. 123, n. 86, 9 maio 2013a. Seção 1, p. 35

\_\_\_\_\_. Extrato de Convênio, de 4 de maio de 2013. Partícipes: Secretaria de Agricultura e Abastecimento e Banco do Brasil S/A. Convênio celebrado entre os partícipes com o objetivo de estabelecer condições necessárias ao desenvolvimento do Projeto Financiamento do Custeio Agropecuário Atrelado a Contrato de Opção, como incentivo à proteção de preço, via contrato de opções agropecuárias, inclusive no tocante à aplicação e gestão dos recursos destinados à subvenção do projeto no âmbito do Estado de São Paulo. **Diário Oficial do estado de São Paulo**, São Paulo, v. 123, n. 83, 4 maio 2013b. Seção 1, p. 27.

SCHOUGHANA, F.; SHENG, H. H.; DECOTELLI, C. A. Gestão de riscos no agronegócio. Rio de Janeiro: FGV, 2013. 188 p.

SCOTT, D. W. On optimal and data-based histograms. **Biometrika**, London, Vol. 66, Issue 3, pp. 605-610, Dec. 1979.

**ANÁLISE QUANTITATIVA DO RISCO DE MERCADO DO  
BOI GORDO, ESTADO DE SÃO PAULO, 2015**

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi quantificar o risco de mercado de boi gordo do ponto de vista dos produtores do Estado de São Paulo. Estimou-se o risco de preços, produtividade e de receita bruta dos produtores de boi gordo em São Paulo e regiões de Presidente Prudente e Araçatuba. Dados de preços diários recebidos pelos produtores e produtividade do período de 2006 a 2015 foram coletados do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo. Utilizou-se de metodologia de análise para quantificar o risco, que é medido pelo desvio padrão, e de simulação de Monte Carlo para estimar a probabilidade de ocorrência de situações adversas nas receitas dos produtores de boi gordo. Os resultados obtidos mostram que o risco de preços para as regiões do Estado de São Paulo se situa em cerca de R\$17,00 a arroba do boi gordo e a probabilidade de a receita por hectare ser menor ou igual a R\$966,00 é de 50%.

**Palavras-chave:** hedge, risco de preços, risco de receita, métodos quantitativos, análise probabilística.

**QUANTITATIVE ANALYSIS OF SLAUGHTER  
CATTLE MARKET RISK IN SÃO PAULO STATE, BRAZIL, 2015**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to quantify risk in the slaughter cattle market from the viewpoint of São Paulo state's producers. It estimated price, productivity and gross income risks of cattle producers in São Paulo state and in the Presidente Prudente and Araçatuba regions. Data on daily price data received by producers and productivity from 2006 to 2015 were collected from Brazil's Institute of Agricultural Economics (IEA). A risk analysis methodology was developed to quantify the risk, measured by standard deviation, and Monte Carlo simulation was run to estimate the probability of adverse situations in cattle producers' revenues. The results show that: 1) price risk for regions of São Paulo state is around 5.20 USD per arroba of slaughter cattle, and 2) there is a 50 percent likelihood that per hectare revenue will be lower than or equal to 295 USD.

**Key-words:** hedge, price risk, revenue risk, quantitative methodology, probabilistic analysis.

---

Recebido em 04/08/2016. Liberado para publicação em 03/01/2017.