

**USO DE SÉRIES TEMPORAIS NO ESTUDO DO MERCADO DE TRIGO****Mirian Oliveira de Souza**

Embrapa Sede

Parque Estação Biológica - PqEB s/n, Brasília, DF - Brasil  
mirian.souza@embrapa.br**Daniela Vieira Marques**

Embrapa Sede

Parque Estação Biológica - PqEB s/n, Brasília, DF - Brasil  
daniela.marques@embrapa.br**Rosaura Gazzola**

Embrapa Sede

Parque Estação Biológica - PqEB s/n, Brasília, DF - Brasil  
rosaura.gazzola@embrapa.br**Renner Marra**

Embrapa Sede

Parque Estação Biológica - PqEB s/n, Brasília, DF - Brasil  
renner.marra@embrapa.br**RESUMO**

Existem diversas metodologias com base em dados de séries temporais aplicáveis a estudos de modelos de previsão. Com o intuito de analisar a evolução do mercado de trigo foram utilizados dois desses modelos, Arima e Espaço de Estados, para previsão das séries: produção, consumo e importação de trigo do Brasil. As séries observadas compreendem o período 1972-2008 e as previsões se estendem até 2018. Taxas de crescimento também foram calculadas para as séries analisadas. Os resultados obtidos mostram que as projeções da produção e da importação foram as que melhor se ajustaram aos dados. As estimativas indicam perspectivas de crescimento para a produção, o consumo e a importação de trigo. A maior taxa de crescimento foi encontrada para a produção. Conclui-se que o Brasil não conseguirá se tornar auto-suficiente na produção de trigo, mantendo sua dependência em relação aos mercados exportadores, uma vez que o consumo continuará aumentando.

**PALAVRAS-CHAVES. Espaço de Estados. Arima. Trigo. Área de Classificação Principal: Estatística (EST)**

**ABSTRACT**

There are several methodologies based on time series data applicable to studies of forecasting models. Aiming to analyze the evolution of the wheat market were used two of these models, Arima and State Space for preview series: production, consumption and imports of wheat in Brazil. The observed series comprise the period 1972-2008 and forecasts extend to 2018. Growth rates were also calculated for the analyzed series. The results show that forecasts of production and imports were the ones that best fit the data. The estimates indicate growth prospective for production, consumption and imports of wheat. The highest growth rate was found for production. It is concluded that Brazil cannot become self-sufficient in wheat production, maintaining its dependence on export markets, since consumption will keep increasing.

**KEYWORDS. State Space. Arima. Wheat. Main area: Statistics**

## 1. Introdução

Mundialmente, o trigo é um dos grãos mais importantes para a alimentação, uma vez que se trata de um cereal muito utilizado na produção de pães, biscoitos e massas. A comercialização, em geral, se faz *in natura* ou então beneficiado, adquirindo assim, maior valor de troca no mercado nacional e internacional. No caso do Brasil o trigo tem sido destinado basicamente à produção de farinha (75%) e de farelo (25%).

O trigo é de fundamental importância no sistema de produção agrícola da Região Sul do Brasil por ser considerada uma das culturas economicamente viáveis no período de inverno, fazendo com que os Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul sejam os maiores produtores desse produto.

Em 2009, esses estados foram responsáveis por 86% de toda a produção brasileira (IBGE, 2010). Fatores como clima e solo contribuíram para tal concentração. No entanto, a produção do trigo continua aquém da demanda interna.

Em alguns estados do Brasil, onde se poderia produzir trigo no inverno, o milho oferece melhores retornos (USDA, 2009a). Além disso, o alto custo da produção interna e a baixa qualidade do trigo nacional, juntamente com os altos custos de transporte, devido às grandes distâncias entre os centros produtores e consumidores, são fatores que levam o Brasil a ser um grande importador de trigo. Com relação ao consumo, as Regiões Sul e Sudeste são as que apresentam as maiores demandas desse cereal.

A produção de produtos agropecuários, como o trigo, depende de fatores instáveis que vão desde questões ambientais, oferta e demanda interna e externa, até comercialização, que impõem dificuldades no planejamento da produção e no abastecimento de mercados.

Nesse contexto, o comportamento do mercado de trigo fornecido pela previsão de produção, consumo e importação, torna-se um instrumento de grande relevância na tomada de decisão de produtores, compradores, investidores e governo.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as previsões das variáveis descritas para os próximos 10 anos, gerando assim, informações que darão suporte ao processo de tomada de decisão.

Para a obtenção das projeções foram utilizados os modelos ARIMA e de espaço de estados. No desenvolvimento deste estudo foi utilizado o horizonte 1972-2008 e as previsões visaram o período de 2009 a 2018.

A discussão procede como segue: Referencial Metodológico, Mercado do Trigo, Resultados e Discussão, e Conclusão.

## 2. Referencial Metodológico

Há uma extensa variedade de modelos aplicáveis a estudos de modelos de previsão com base em dados de séries temporais: modelos de Redes Neurais Artificiais (RNA), Auto-regressivos de Médias Móveis Integrados (ARIMA) de Box e Jenkins (1976), de Espaço de Estados, entre outros, como pode ser visto em Costa e Baidya (2001), Calôba, Calôba e Saliby (2002), Kirchner, Souza e Ziegelmann (2008), Gazzola et al (2006).

Os Modelos RNA se diferenciam dos modelos tradicionais de previsão por serem modelos não-paramétricos, envolvendo algoritmos de aprendizado. Tais algoritmos buscam imitar a estrutura de interconexões do cérebro humano, com o intuito de incorporar o padrão de comportamento de uma série temporal de modo a prever, da maneira mais eficiente possível, valores futuros dessa série (TURBAN, 1993).

Estes modelos podem ser interpretados como uma classe de modelos de regressão não-linear, que permite ao analista ajustar grande número de parâmetros e testar diferentes configurações para um ajuste. (CHATFIELD, 1996)

A escolha da estrutura ideal da RNA é uma tarefa difícil, envolvendo desde a definição do número de observações a ser utilizado até a determinação dos componentes da camada oculta. (BRESSAN, 2004)

Conforme destacou Chatfield (1996), a obtenção de um bom ajuste da rede não é garantia de previsões precisas, o que se deve à incerteza quanto à estrutura ideal da rede.

Portugal e Fernandes (1996) traçaram um paralelo entre os Modelos RNA e os Modelos Econométricos tradicionais. Enquanto os Modelos Econométricos estimam parâmetros para explicar o comportamento de uma variável endógena a partir de variáveis exógenas, os Modelos RNA produzem um padrão de comportamento (variável endógena) a partir das informações obtidas nos dados (variáveis exógenas) e das ponderações (similares aos parâmetros do modelo econométrico tradicional).

Os Modelos RNA não contam com uma base estatística predeterminada, ou seja, não trabalham com variáveis aleatórias que possuem determinada distribuição de probabilidade, apenas com entradas e saídas de informações. A ausência de uma base estatística impede, nesse sentido, a construção de intervalos de confiança para previsões resultantes dos Modelos RNA. (BRESSAN, 2004)

Os modelos ARIMA inicialmente formulados por Box e Jenkins (1976), baseiam-se na idéia de que uma série temporal não-estacionária pode ser modelada a partir de  $d$  diferenciações e da inclusão de um componente auto-regressivo e de um componente média móvel.

Séries não-estacionárias, em que as observações são descritas por tendências estocásticas são conhecidas como séries não-estacionárias homogêneas de acordo com Abraham e Ledolter, 1983 (apud BRESSAN, 2004). Tomando sucessivas diferenças  $\nabla y_t, \nabla^2 y_t, \dots$ , a série não-estacionária homogênea  $y_t$  pode ser convertida em uma série estacionária  $z_t$ , como segue:

$$z_t = \nabla^d y_t = (1 - B)^d y_t$$

$z_t$  é um processo que pode ser descrito por meio de uma modelagem ARMA ( $p, q$ ) da seguinte forma:

$$\phi_p(B)z_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t$$

A diferenciação  $d$  de  $Y_t$  corresponderá a um modelo ARIMA ( $p, q, d$ ) como:

$$\phi_p(B) (1 - B)^d y_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t$$

onde:

$\phi_p(B) (1 - B)^d y_t$  é o operador auto-regressivo AR( $p$ ) e

$\theta_0 + \theta_q(B)a_t$  representa o operador média móvel MA( $q$ ), sendo  $a_t$  um ruído branco.

Se  $\theta_0$  for diferente de zero, a série integrada apresentará uma tendência determinística, ou seja, tendência crescente ou decrescente, independente dos distúrbios aleatórios (PINDYCK e RUBENFIELD, 1991 apud BRESSAN, 2004).

Com relação à série diferenciada, logo estacionária,  $z_t$  tem a equação na sua forma generalizada dada por:

$$a_t = \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q} + z_t - \phi_1 z_{t-1} - \dots - \phi_p z_{t-p}$$

sendo  $a_t$  independente e representado por uma distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

A modelagem ARIMA consiste basicamente em quatro etapas: identificação, estimação, verificação e previsão do modelo, sendo que a etapa mais importante é a primeira e uma das tarefas mais difíceis também.

Com a abordagem de espaço de estados o usuário é responsável tão somente por tornar as séries estacionárias o que pode, tipicamente, ser obtido via operações de diferenças. Além disso, os processos vetoriais auto-regressivos de médias móveis integrados (ARIMA)

enquadram-se nesta classe de modelos, como pode ser visto em Akaike (1976).

A representação em espaço de estados fornece uma abordagem menos restritiva para a análise de uma série temporal multivariada e um meio automático de identificação do processo gerador da série temporal.

A eficiência do método e a representação via espaço de estados são equivalentes às dos modelos VARMA. A limitação do primeiro diz respeito ao uso de transformação para a estacionariedade que se resume a diferenciação. Cointegração de séries não pode ser avaliada na representação de Akaike (1976).

A representação em espaço de estados de uma série temporal estacionária multivariada de dimensão  $r$  pode ser vista em detalhes em Brocklebank e Dickey (2004). Um modelo de espaço de estados para uma série temporal  $x_t$  de dimensão  $r$  tem a representação:

$$z_t = Fz_{t-1} + Ge_t,$$

onde  $z_t$  é um processo estocástico vetorial de dimensão  $s > r$ , cujas  $r$  primeiras componentes coincidem com  $x_t$  e as demais  $s - r$  contêm toda a informação necessária para a previsão de valores futuros de  $z_t$ .  $F$  é uma matriz de transição  $s \times s$ ,  $G$  é uma matriz  $s \times r$  e  $e_t$  é um vetor de erros ou choques, de dimensão  $r$ . A seqüência  $e_t$  é um ruído branco multivariado com vetor de médias nulo e matriz de variâncias-covariâncias  $\sigma$ .

Os parâmetros da representação em espaço de estados são estimados por máxima verossimilhança supondo-se que o vetor de choques residuais tem distribuição normal multivariada. O procedimento inicia-se com a identificação do vetor de espaço de estados. Isto é feito com o auxílio de uma aproximação via um AR( $k$ ) multivariado de ordem suficientemente elevada. O critério de informação de Akaike é utilizado na escolha da ordem desse processo inicial. O AR( $k$ ) aproximante é utilizado então no cálculo de uma matriz de variância-covariância  $M$  entre valores atuais e passados e entre valores atuais e futuros da série temporal. Neste contexto dois fatos são relevantes:

–os preditores (futuro) são combinações lineares de  $x_t, x_{t-1}, x_{t-2}, \dots$ . Para efeitos práticos esta lista pode ser truncada na defasagem  $k$ .

–a covariância entre o preditor  $x_{1,t+j|t}$  e o vetor  $x_t$  ou  $x_{t-i}$  é a mesma que entre  $x_{t+j}$  e  $x_t$  ou  $x_{t-i}$ . Akaike (1976) mostra que a análise da matriz  $M$  é equivalente à determinação da forma do vetor de espaço de estados. Isto é feito via a Análise de Correlação Canônica.

A representação em espaço de estados é descrita como segue. Para obter o vetor  $z_t$  considera-se inicialmente  $x_t$  como uma componente de  $z_t$ . A seguir verifica-se para a primeira componente  $x_{1t}$ , da série temporal, se o preditor do tempo  $t + 1$  com base na informação disponível para o período  $t$ ,  $x_{1,t+1|t}$ , pode ou não ser escrito como uma combinação linear de  $x_t$ . Se isto ocorrer nenhuma informação adicional está incluída em  $x_{1,t+1|t}$  e este preditor não é incluído no vetor de espaço de estados. Caso contrário atualiza-se o vetor de espaço de estados  $z_t$  para o vetor  $(x_t, x_{1,t+1|t})$ .

A próxima questão é determinar se  $x_{2,t+1|t}$  deve ser incluído ou não no vetor de espaço de estados. A inclusão ocorre se e somente se o preditor não puder ser escrito como uma combinação linear dos elementos já incluídos no vetor de espaço de estados. Proceda-se deste modo com todas as componentes de  $x_t$ .

Suponha que todos os preditores para o período  $t+1$  tenham sido incluídos. Considere agora o teste de inclusão no vetor de espaço de estados para  $x_{1,t+2|t}$ . Se este vetor não for incluído demonstra-se que  $x_{1,t+j|t}$  não será incluído para qualquer  $j > 2$ . Neste ponto pare de considerar preditores para a componente  $x_{1,t}$ . Continue deste modo para todas as componentes de  $x_t$  até completar o vetor de espaço de estados.

A representação em espaço de estados é ilustrada, considerando como em Brocklebank e Dickey (2004) o processo ARMA (1,1) de dimensão 2:

$$\begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,3 \\ 0,3 & 0,5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{t-1} \\ y_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_{1,t} \\ e_{2,t} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_{1,t-1} \\ e_{2,t-1} \end{pmatrix}$$

Tem-se, portanto:

$$\begin{aligned} x_t &= 0,5x_{t-1} + 0,3y_{t-1} + e_{1,t} - 0,2e_{1,t-1} - 0,1e_{2,t-1}, \\ y_t &= 0,3x_{t-1} + 0,5y_{t-1} + e_{2,t}. \end{aligned}$$

Segue que:

$$\begin{aligned} x_{t+1|t} &= 0,5x_t + 0,3y_t - 0,2e_{1,t} - 0,1e_{2,t}, \\ y_{t+1|t} &= 0,3x_t + 0,5y_t, \\ x_{t+2|t} &= 0,5x_{t+1|t} + 0,3y_{t+1|t} = 0,5x_{t+1|t} + 0,3(0,3x_t + 0,5y_t) \\ &= 0,5x_{t+1|t} + 0,09x_t + 0,15y_t. \end{aligned}$$

Note que  $x_{t+1|t}$  não pode ser escrito como combinação linear das variáveis da série e, portanto, deve ser incluído no vetor de estado do período  $t$ . Portanto segue que  $z_t = (x_t, y_t, x_{t+1|t})$  e a representação do VARMA (1,1) em espaço de estados é:

$$\begin{pmatrix} x_{t+1} \\ y_{t+1} \\ x_{t+2|t+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0,3 & 0,5 & 0 \\ 0,09 & 0,15 & 0,5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \\ x_{t+1|t} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0,3 & 0,2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_{1,t+1} \\ e_{2,t+1} \end{pmatrix}$$

Nesse estudo, foram utilizados modelos de séries temporais multivariados classificados como processos com representações em espaço de estados e os modelos autorregressivos de médias móveis integrados (ARIMA). Tais abordagens estatísticas foram implementadas no software SAS v. 9.2, via procedimentos STATESPACE e ARIMA.

Projeções para o mercado de trigo foram produzidas com base nos dados da Conab (2008), Ipea (2008), Brasil (2008, 2009b), IBGE (2008), FAO (2009) e Marra e Contini (1988).

O período de 1972 a 2008 constituiu a base das projeções e o foco de análise compreendeu o horizonte 2009-2018. As projeções foram realizadas para produção, consumo e importação brasileira de trigo.

Atenção especial deve ser dada ao tamanho do horizonte projetado, posto que quanto maior ele for, maiores serão os erros de previsão.

Taxas anuais de crescimento da produção, do consumo e da importação do trigo também foram calculadas. Essas taxas foram estimadas estatisticamente por meio de um modelo de regressão linearizável com forma funcional  $y = ab^t$ , onde  $t$  representa o ano e  $y$  a produção, o consumo e a importação anual. Aplicando logaritmos neperianos, obtém-se  $\log y = \alpha + \beta t$  onde  $\alpha = \log a$  e  $\beta = \log b$ . A taxa de crescimento anual é dada por  $e^\beta - 1$ .

Todas as taxas de crescimento das séries foram testadas estatisticamente quanto à hipótese nula  $H_0: b - 1 = 0$  (taxa de crescimento igual a zero). Os desvios padrão das taxas foram determinados via método delta através de expansão de Taylor (SOUZA, 1998).

### 3. Mercado do Trigo

A produção mundial de trigo, em 2009, segundo dados do USDA (2010b), foi de aproximadamente 700 milhões de toneladas. A União Européia dominou essa produção, com mais de 150 milhões de toneladas produzidas nesse ano, seguida da China (112 milhões de toneladas) e Índia (78 milhões de toneladas).

Os principais consumidores de trigo em 2009 foram União Européia, com 127 milhões de toneladas, a China, com 102 milhões de toneladas e, com 71 milhões de toneladas, a Índia, representando 47% do consumo mundial de trigo. (USDA, 2010b)

A baixa razão dos preços de trigo e de milho durante a maior parte do período de projeção permite ao trigo competir efetivamente com o milho destinado à alimentação animal, em certo número de países, USDA (2010a).

Os principais países exportadores de trigo são: Estados Unidos, Austrália, União Européia, Argentina e Canadá. Estes países reduzirão sua participação de 70% para 55% no comércio mundial em 2019, conforme as previsões do USDA (2010a).

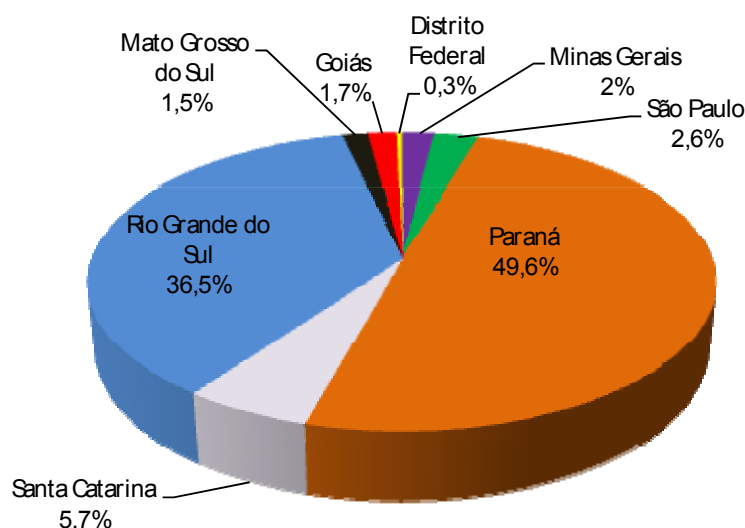
Baixo custo de produção, novos investimentos na agricultura e clima favorável a partir de 2001 permitiram a entrada de novos e significantes países no comércio mundial de trigo, tais como Rússia, Ucrânia, Cazaquistão e China.

Em 2009, o Brasil ocupou a terceira posição das importações de trigo, com aproximadamente 6 milhões de toneladas, ficando atrás do Egito com 9,9 milhões e da União Européia com 7,7 milhões de toneladas (USDA, 2010b).

Os países em desenvolvimento são a principal fonte de crescimento da demanda e do comércio mundial de alimentos, como o trigo. A demanda dos países em desenvolvimento é ainda reforçada por taxas de crescimento populacional que são quase o dobro daquela dos países desenvolvidos. Os principais mercados importadores incluem África Subsaariana, Egito, Paquistão, Argélia, Indonésia, dentre outros.

As importações de países em desenvolvimento na África e no Oriente Médio aumentaram 13,2 milhões de toneladas, representando mais de 50% do aumento total no comércio mundial de trigo. A Arábia Saudita adotou uma política de eliminação progressiva da produção de trigo até 2016 por causa da escassez de água, e as importações devem subir para mais de 3 milhões de toneladas em 2019.

Com relação ao mercado interno, a produção do trigo está concentrada em apenas três regiões brasileiras (Sul, Sudeste e Centro-Oeste), sendo que apenas oito estados dessas regiões têm participação efetiva nessa produção. Dentre estes estados, o Paraná, maior produtor nacional de trigo, responsável por 49,6% da produção e o segundo maior, Rio Grande do Sul, com 36,5%, contribuem para que a Região Sul lidere, com 92%, a produção brasileira de trigo, de acordo com a Figura 1. (IBGE, 2010).



**Figura 1.** Distribuição da produção de trigo no Brasil.

Fonte: Elaborado pela Secretaria de Gestão Estratégica a partir de dados do IBGE.

As Regiões Sul e Sudeste são as maiores consumidoras de trigo do país, fato que pode ser explicado pela influência dos hábitos alimentares dos imigrantes nessas regiões.

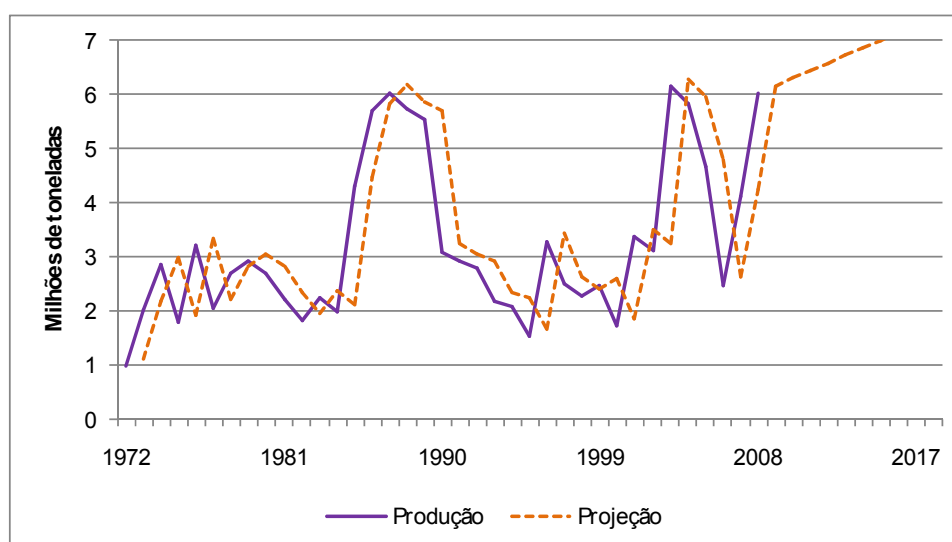
O Brasil, como um dos maiores importadores de trigo, tem a Argentina como seu principal fornecedor. De 2006 a 2008, as importações brasileiras de trigo, oriundas da Argentina, caíram em torno de 29%, saindo de 5,9 milhões, em 2006, para 4,2 milhões de toneladas, em 2008 (BRASIL, 2009a).

## 4. Resultados e Discussão

As Figuras 2 a 4 mostram as observações juntamente com suas projeções referentes à produção, consumo e importação brasileira do trigo. O período das observações compreendeu os anos de 1972 a 2008 e as projeções visaram o horizonte de 2009-2018. Os modelos utilizados para realizar as projeções do trigo foram: ARIMA e Espaço de Estados. Todas as projeções foram obtidas após estacionarização das séries.

### 4.1 - Produção

A Figura 2 mostra os dados observados e as projeções da produção de trigo, para as quais foi utilizado o modelo de espaço de estado. Pode-se ainda observar um bom ajuste entre a observação e a projeção da série que mostra a evolução da produção no período de 10 anos.



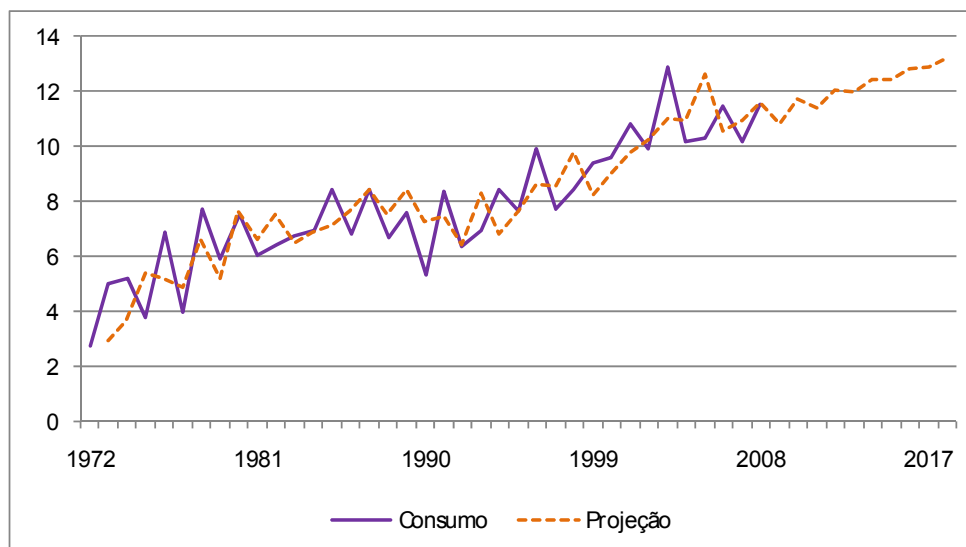
**Figura 2.** Produção do trigo: dados originais e projeção.

Fonte: Elaborado a partir de dados da Secretaria de Gestão Estratégica.

### 4.2 - Consumo

Na Figura 3 são apresentadas as projeções do consumo do trigo, com base na série observada. O modelo ARIMA foi utilizado para mostrar o crescimento do consumo ao longo do período projetado.





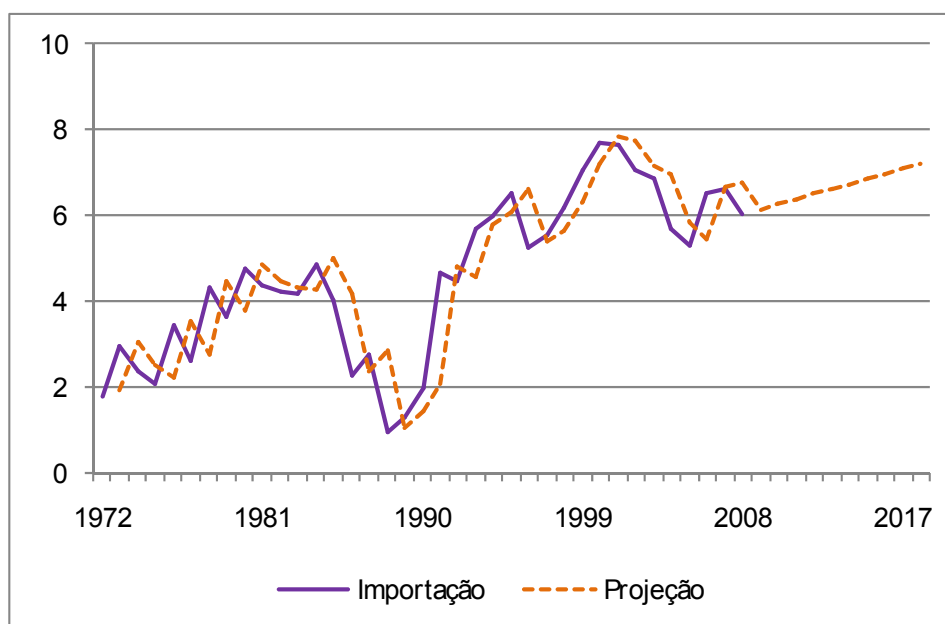
**Figura 3.** Consumo do trigo: dados originais e projeção.

Fonte: Elaborado a partir de dados da Secretaria de Gestão Estratégica.

#### 4.3 - Importação

As séries observadas e as projeções relativas às importações brasileiras do trigo são apresentadas na Figura 4. Nesse caso, o modelo utilizado foi o de espaço de estados.

Como pode ser visto na figura, as projeções estão bem ajustadas às observações e mostram um aumento das importações desse produto nos próximos 10 anos.



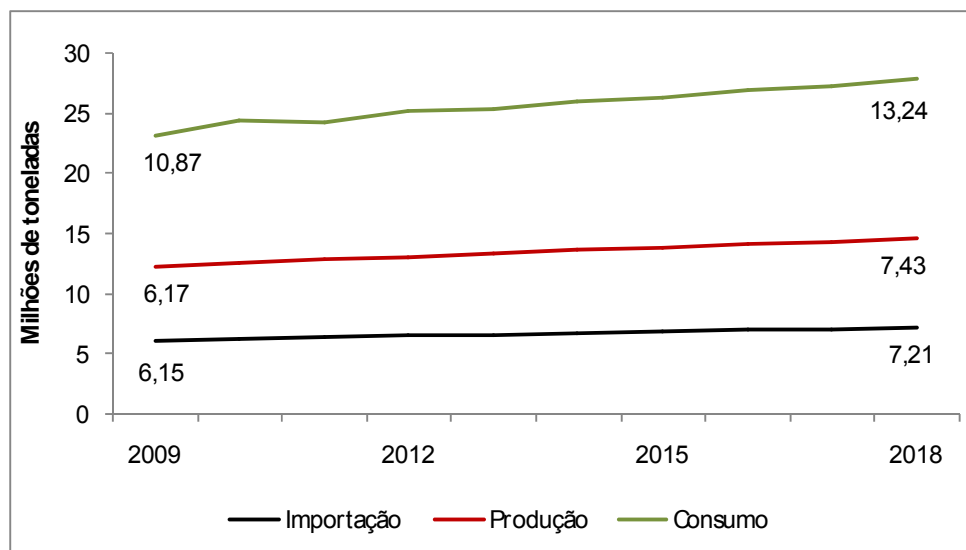
**Figura 4.** Importação do trigo: dados originais e projeção.

Fonte: Elaborado a partir de dados da Secretaria de Gestão Estratégica.

#### 4.4. Síntese dos Resultados

As projeções realizadas para todas as variáveis analisadas do trigo apresentaram um potencial de crescimento nos próximos 10 anos, como pode ser visto na Figura 5.





**Figura 5.** Síntese dos resultados: Importação, Produção e Consumo de trigo

Fonte: Elaborado a partir de dados da Secretaria de Gestão Estratégica.

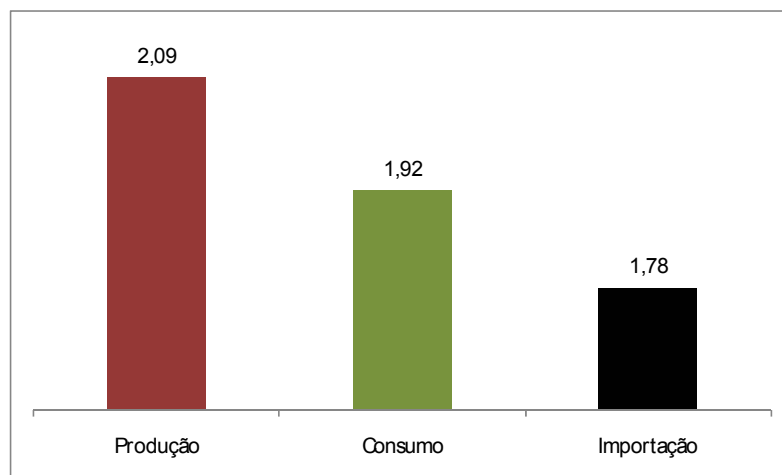
A Tabela 1 mostra o comportamento das variáveis, importação, produção e consumo de trigo no período de 2009 a 2018. Nesse intervalo de tempo, as importações alcançarão, 7,21 milhões de toneladas, em 2018, o que representa pouco mais de 1 milhão de toneladas em relação ao valores de 2009, fato este que deve suprir a demanda de trigo no mercado interno. A produção por sua vez crescerá aproximadamente 1,3 milhões de toneladas, enquanto o consumo deverá ter um aumento de 2,4 milhões de toneladas.

**Tabela 1.** Projeções da importação, da produção e do consumo brasileiro de trigo, em milhões de toneladas.

Ano	Importação	Produção	Consumo
2009	6,15	6,17	10,87
2010	6,27	6,31	11,77
2011	6,39	6,45	11,45
2012	6,50	6,59	12,08
2013	6,62	6,73	11,98
2014	6,74	6,87	12,44
2015	6,86	7,01	12,47
2016	6,97	7,15	12,83
2017	7,09	7,29	12,93
2018	7,21	7,43	13,24

Fonte: Elaborado a partir de dados da Secretaria de Gestão Estratégica.

As taxas de crescimento das variáveis analisadas são apresentadas na Figura 6. Como pode ser visto, o trigo apresenta, para o período de 2009 a 2018, uma taxa anual de 2,09% para a produção, de 1,92% para o consumo e para a importação a taxa será de 1,78% ao ano.



**Figura 6.** Taxa anual de crescimento do trigo para a produção, o consumo e a importação.  
Fonte: Elaborado a partir de dados da Secretaria de Gestão Estratégica.

## 6. Conclusão

O mercado internacional do trigo tem sido liderado pela União Européia na produção e no consumo, pelos Estados Unidos na exportação e pelo Egito na importação.

No caso brasileiro o domínio da produção cabe à Região Sul e, particularmente, ao Estado do Paraná, embora o volume dessa produção não atenda as necessidades internas. Para suprir essa demanda interna de consumo, o Brasil tem importado trigo principalmente da Argentina. As principais regiões consumidoras de trigo são a Sul e a Sudeste.

No presente estudo foram utilizados os modelos ARIMA e de espaço de estados, com base em dados de séries temporais, com o intuito de analisar projeções da produção, do consumo e da importação para o mercado brasileiro do trigo, mostrando sua evolução para os próximos 10 anos.

Os resultados indicam que os melhores ajustes foram obtidos para a produção e a importação do trigo. As estimativas mostraram perspectivas de crescimento para todas as séries analisadas ao longo do período projetado.

Com relação às taxas de crescimento, a produção foi a variável que apresentou o maior crescimento anual.

Conclui-se que o Brasil, segundo as projeções desse estudo, não conseguirá se tornar auto-suficiente na produção de trigo, mantendo sua dependência em relação aos mercados exportadores desse produto, uma vez que o consumo continuará aumentando.

## Referências Bibliográficas

**Akaike, H.** (1976), Canonical correlations analysis of time series and the use of an information criteria. In: *Advances and case Studies in System Identification*, Mehra, R.; Lainotis, D. G. (Eds), Academic Press, New York.

**Box, G. E. P.; Jenkins, G. M.** (1976), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco, Holden Day.

**Brasil.** (2008), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC. *Portal do Exportador*. Disponível em <<http://www.portaldoexportador.gov.br>> Acesso em: 20

\_\_\_\_\_. (2009a), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA. Intercâmbio comercial do agronegócio: principais mercados de destino, MAPA, Brasília.

\_\_\_\_\_. (2009b), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC. *Balança Comercial do agronegócio – AgroStat*. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 25 mar. out.

**Bressan, A. A.** (2004), Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. *RAE-eletrônica*, v. 3, n. 1, Art. 9, jan./jun. 2004. Disponível em: <<http://www16.fgv.br/rae/electronica/index.cfm>> Acesso em: 16 out.

**Brocklebank, J. C.; Dickey, D. A.** (2004), *SAS system for forecasting time series*. 2 ed. Cary: SAS Publishing. 420 p.

**Calôba, G. M.; Calôba, L. P.; Saliby, E.** (2002), Cooperação entre redes neurais artificiais entre técnicas ‘clássicas’ para previsão de demanda de uma série de vendas de cerveja na Austrália. *Pesquisa Operacional*, v. 22, n. 3, 345-358.

**Chatfield, C.** (1996), Model Uncertainty and Forecast Accuracy. In.: *Journal of Forecasting*, vol. 15, p.495-508.

**Conab.** (2008), Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb>>. Acesso em: 20 out.

**Costa, P. H.; Baidya, T. K. N.** (2001), Propriedades estatísticas das séries de retornos das principais ações brasileiras. *Pesquisa Operacional*, v. 21, n. 1, 61-87.

**FAO.** (2009), Food And Agriculture Organization Of The United Nations. *FaoStat*. Disponível em: <<http://faostat.fao.org> > Acesso em: 02 abr.

**Gazzola, R., Coelho, C. H. M., Souza, G. S e, Marra, R. Oliveira, A. J.** (2006), Mercado de carnes: aspectos descritivos e experiências com o uso de modelos de equilíbrio parcial e de espaço de estados, *Revista de Política Agrícola*, CONAB, Brasília, 15, 1, jan./mar., 84-101.

**IBGE.** (2008), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: junho a novembro.

**IBGE.** (2010), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 abr.

**Ipea.** (2008), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?1797827593/>> Acesso em: 20 out.

**Kirchner, R. M.; Souza, R. C.; Ziegelmann, F. A.** (2008), Identificação de estruturas não-lineares de séries temporais através de regressão linear local e modelos aditivos. *Pesquisa Operacional*, v. 28, n. 1, 45-57

**Marra, R. e Contini, E.** (1998), *Informações e Índices básicos da economia brasileira*: subsídio para o economista agrícola. Brasília, DF: Departamento de Publicações- Embrapa. 90p.

**Portugal, M. S., Fernandes, L. G. L.** (1996), Redes neurais artificiais e previsão de séries econômicas: uma introdução. *Nova Economia*, v.6, n.1, p.51-73.

**Souza, G. da S.** (1998). *Introdução aos Modelos de Regressão Linear e Não-Linear*. Brasília: Embrapa, SPI. 505p.

**Turban, E.** (1993), *Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems*. New York, MacMillan. 832p.

**USDA.** (2010a), United States Department of Agriculture. *USDA Agricultural Projections to 2019*. World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Long-term Projections Report OCE-2010-1, 100 pp. Feb.

**USDA.** (2010b), United States Department of Agriculture. *Foreign Agricultural Service. World supply and distribution online*. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline>> Acesso em: 15 abr.