

PREVISÃO DO VOLUME DO CONSUMO DE ÁGUA NA CIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

*Rogério Boza Medeiros¹
Jorge Marcelo Wohlgemuth²*

RESUMO

O estudo realizado tem como objetivo encontrar um modelo de previsão confiável para o consumo de água na cidade de Santa Cruz do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul para o ano de 2014, 2015. Pois sabe-se que cada vez há um maior consumo e desperdício de água, também sabe-se que cada vez mais os lençóis de água estão sendo contaminados. A partir daí surgiu o interesse de demonstrar a quantidade de consumo de água na cidade de Santa Cruz do Sul. Os dados utilizados para a previsão foram retirados do Plano de Saneamento de Santa Cruz do Sul, e utilizados dados mensal de consumo, do período de 2011 a 2014. Para realização das previsões do consumo de água da cidade de Santa Cruz do Sul foi utilizada Metodologia Box & Jenkins. Através desta metodologia calculou vários modelos, mas por meio dos Critérios AIC e BIC, escolheu-se o melhor modelo para a série, sendo ideal o modelo ARI (2,1).

Palavras-chave: Previsão. Água. Modelos. Box & Jenkins.

ABSTRACT

The study aims to find a reliable forecast model for water consumption in the city of Santa Cruz do Sul, state of Rio Grande do Sul for the year 2014, 2015. For we know that every time there is a greater water consumption and waste, it is also known that increasing the water table being contaminated. From there arose the interest of showing the amount of water consumption in the city of Santa Cruz do Sul. The data used for forecasting were removed from the Plan of Sanitation Santa Cruz do Sul, and used monthly consumption data, the period of 2011 to 2014. to perform the predictions of water consumption in the city of Santa Cruz do Sul was used Methodology Box & Jenkins. Through this methodology estimated several models, but through the criteria AIC and BIC, the best model was chosen for the series, ideal ARI model (2.1).

Keywords: Forecast. Water. Models. Box & Jenkins

1 INTRODUÇÃO

¹ Acadêmico da Especialização em Gestão Local do Saneamento Público das Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT – Taquara/RS. rogerio.bmedeiros@corsan.com.br

² Professor Orientador das Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT – Taquara/RS. jmw@faccat.br.

A transformação na avaliação através de modelos matemáticos de uma região, já esta sendo discutida há algum tempo, mas no mundo contemporâneo, tornou-se de vital importância, sendo uma dos maiores fatores de transformação de uma sociedade, contribuindo assim para uma forte mudança na economia de recursos das mesmas. O principal agente nesse de mudança econômica e na produção de novos processos e produtos por uma comunidade, é a transferência de conhecimento, que vai gerar a transferência tecnológica. A análise matemática passa a ser um fator de transformação, quando reduzir o tempo de transformação de do conhecimento em riquezas de uma região de maneira incomum, passando a fixar as melhores mentes produzidas na região para que elas sejam o agente transformador, dos valores locais.

O modelo de gestão através de levantamento de dados e posterior tratamento estatístico no atual estado da arte passam a ser o foco de crescimento regional em vários países, principalmente nos emergentes

O que nos leva a realizar esta pesquisa com cunho regional, mas com um caráter universal, é responder questões como: Porque uma região que tem universidades ainda não consegue realizar a transferência dos seus saberes científicos e tecnológicos as suas empresas em forma de processos e produto.

Santa Cruz do Sul é uma cidade com, aproximadamente, 140.000 habitantes situada a 150 km de Porto Alegre em uma linha centro sul entre Porto Alegre a Santa Maria. Há muito vem se mostrando com uma aceleração de crescimento acima da media gaúcha. Baseada fortemente na indústria do tabaco e com grandes empreendimentos em condomínios residenciais e expansão de moradias uni e multifamiliar, trás nesses eventos todos, grande desafio no saneamento básico, desde a distribuição de água tratada até uma gestão atualizada do destino de esgoto.

Segundo dados registrados na Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN, empresa pública de economia mista, que atualmente presta serviço ao Município tem em seu cadastro 46.000 economias (figura 1) que demandam em termos de volume disponibilizado de água tratado por mês a media 1.200.000 m³ (figura 2) demonstrando, claramente também, que existe uma perda de água tratada e disponibilizada em torno 60%, ficando, portanto, 20% acima da media nacional que é 40 %.

Figura 1: Cadastro de economias

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO
DIRETORIA COMERCIAL
Economias em Cadastro - Últimos 12 Meses
SANTA CRUZ DO SUL

ÁGUA

QUANTIDADE DE ECONOMIAS	2013/05	2013/04	2013/03	2013/02	2013/01	2012/12	2012/11	2012/10	2012/09	2012/08	2012/07	2012/06
C1	2.279	2.256	2.254	2.247	2.241	2.239	2.225	2.201	2.197	2.181	2.156	2.135
COM	2.431	2.419	2.415	2.408	2.406	2.369	2.366	2.359	2.359	2.351	2.324	2.317
IID	315	298	293	284	284	281	283	276	274	270	271	271
IID1												
PUB	208	206	207	207	207	207	207	206	205	206	204	203
BP	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
RA												
RA1	669	661	663	666	668	682	697	662	677	683	687	706
RB	40.706	40.531	40.409	40.313	40.224	40.097	40.036	39.873	39.777	39.639	39.229	39.023
TOTAL	46615	46378	46248	46132	46037	45882	45821	45584	45496	45337	44878	44662

Fonte: CORSAN (2013).

1.1 Cadastro Técnico

O cadastro técnico é um conjunto de informações que apresenta as características do sistema de abastecimento de água como redes, equipamentos e acessórios, resultando em um conjunto de informações para profissionais que tenham necessidade de acesso às informações técnicas do sistema.

Procura-se reunir informações da situação atual do sistema, bem como projetos futuros e implantações previstas. Geralmente, o acervo técnico reúne um conjunto de plantas e relatórios em mapotecas, com o avanço tecnológico, toda esta documentação deve ser substituída pelo meio digital, agilizando tanto a consulta quanto eventuais atualizações.

Geralmente, as empresas de saneamento tem um setor de cadastro técnico responsável pela atualização e manutenção das plantas cadastrais, à partir de informações que vêm de diversos outros setores como planejamento, projetos, obras, manutenção e operação. Esta atualização é imprescindível para as ações cotidianas na área da operação e manutenção. Um cadastro desatualizado torna-se um problema cada dia maior, uma vez que a perda da confiabilidade gera um ciclo vicioso, onde quem consulta passa a não confiar e

para utilizar quem executa, sabendo que o dado não será utilizado, não dá à atenção ao cadastro, que se torna cada vez mais desatualizado.

Figura 2: Volume de água tratada por mês

178 - SANTA CRUZ DO SUL

Indicadores Primários	Abr/2012	Mar/2012	Fev/2012	Jan/2012	Dez/2011	Nov/2011	O
Índice de Perdas na Distribuição - IPD (%)	56,25	59,19	56,07	59,03	58,68	58,50	
Índice de Perdas por Ligação - IPL ((L/dia)/lig.)	725,72	781,89	740,07	783,15	764,68	757,24	
Índice de Macromedicação - IM (%)	11,48	11,58	11,46	11,52	11,45	11,47	
Volume Disponibilizado - VD (m³)	1.214.134	1.281.180	1.194.660	1.278.162	1.252.209	1.200.353	1.
Volumes Operacionais (m³)	0	0	0	0	0	0	
Volumes Especiais (m³)	0	0	0	0	0	0	
Volume Utilizado - VU (m³)	531.204	522.803	524.856	523.614	517.353	498.117	
Volume Disponib. Unitário - VDu (m³/Eco.)	27,35	28,98	27,09	29,07	28,93	27,73	
Volume Importado (m³)	0	0	0	0	0	0	
Volume Exportado (m³)	0	0	0	0	0	0	
Volume Macromedido (m³)	139.393	148.305	136.909	147.291	143.346	137.628	
Volume Utilizado Unitário - VUu (m³/Eco.)	11,97	11,83	11,90	11,91	11,95	11,51	
IPD Média 12 Meses (%)	59,61	59,60	59,82	59,83	59,34	59,27	
IPL Média 12 Meses ((L/dia)/lig.)	769,26	767,57	769,30	768,24	760,69	757,81	
Indicadores Operacionais	Abr/2012	Mar/2012	Fev/2012	Jan/2012	Dez/2011	Nov/2011	O
Intervenções em Ramais	400	501	432	480	421	416	
Consertos de Rede até 150 mm	75	101	82	85	73	56	
Consertos de Rede acima de 150 mm	7	10	8	4	2	0	
Expurgos	0	0	0	0	0	2	
Intervenções em Adutoras	0	0	0	0	1	2	
Tempo de Intervenções em Adutoras (hh:mi)	0:00	0:00	0:00	0:00	7:00	10:50	

Fonte: CORSAN (2013)

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Abordagem metodológica

Devido ao tema dos modelos de gestão baseados em sistemas de medição de desempenho estar associado à gestão de instituições de ciência e tecnologia, a pesquisa realizada se caracterizou como exploratória e descritiva. O estudo exploratório foi útil pelas questões de pesquisa serem inicialmente levantamentos de dados e também por existir pouca teoria disponível para orientar as previsões, utilizando-se esse princípio para melhor compreensão do estudo. O estudo descritivo é definido por Oliveira (2002) como um tipo de estudo que permite ao pesquisador melhor compreensão do comportamento de diversos fatores e elementos que influenciam determinado fenômeno, sua ordenação e classificação. A pesquisa foi caracterizada como sendo de natureza descritiva porque utilizou critério estruturado e especificamente criado para medir características descritas envolvendo as seguintes atividades

Os métodos de procedimento mais comuns para coletar dados na pesquisa qualitativa são a observação participativa, a entrevista semiestruturada e o exame de documentos. Pela análise das alternativas conhecidas, é possível concluir que a abordagem qualitativa é a mais adequada para o desenvolvimento da presente pesquisa, sendo que os critérios que mais contribuíram para essa escolha foram adequação aos conceitos envolvidos e adequação aos objetivos da pesquisa. A seleção da unidade de análise da presente pesquisa foi considerada, como sendo a comunidade da região das missões.

2.2 Conjunto de dados

O conjunto de dados utilizado neste trabalho provém do site da CORSAN e refere-se a uma série mensal de venda mensal (em m³) de água no período de agosto de 2011 até julho de 2014.

2.3 Método

Conforme enfoque de Morettin e Tolo (2004), uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo, que devido a essa ordenação cronológica, surge o efeito da autocorrelação entre as observações.

A análise de séries temporais é feita com dois objetivos: analisar o passado, tentando retirar conhecimento útil do mesmo; prever o futuro, tentando através da análise dos dados, construir um modelo que permita antever a evolução futura da série temporal, segundo Oliveira (2007).

Uma metodologia bastante utilizada na análise de uma série temporal é *Box e Jenkins*. Conforme (Tápia, 2000), a utilização de séries temporais pelo método *Box e Jenkins* é representada pelo conjunto de processos estocásticos ARIMA (do inglês *Autoregressive Integrated Moving Average*) representado pelas letras (p, d, q) , em que p indica o número de parâmetros autorregressivo, d representa o número de diferenças efetuadas na série para que se possa tornar estacionária e q indica o número de parâmetros de médias móveis.

De acordo com Gujarati (2000), um processo é estocástico ou aleatório quando se tem um conjunto de variáveis aleatórias ordenadas no tempo. Denomina-se um processo estocástico estacionário aquele no qual sua média e variância são constantes ao longo do tempo e quando o valor de sua covariância entre dois períodos de tempo depende apenas da distância da defasagem, ou seja:

- Média $\rightarrow E(Z_t) = \mu$
- Variância $\rightarrow \text{Var}(Z_t) = E(Z_t - \mu)^2 = \sigma^2$
- Covariância $\rightarrow \gamma_k = E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)]$

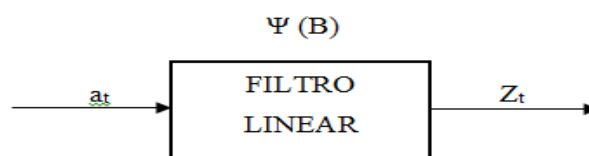
Onde, γ_k é a covariância ou autocovariância na defasagem k (covariância entre os valores de Z_t e Z_{t+k}).

Assim uma série temporal é estacionária e sua média, variância e covariância permanecem constantes, independente do período que foram analisadas, ou seja, elas não variam no decorrer do tempo.

Um processo de grande importância das séries temporais estocásticas discretas é a presença de ruído branco. De acordo com Bueno (2008, p.19), “uma sequência $\{a_t\}$ é definido como um ruído branco, se cada valor apresentar média zero e variância constante, além de ser independente de qualquer realização da própria série, ou seja, autocorrelação igual a zero”.

Os modelos autorregressivos integrados e de médias móveis (ARIMA) são lineares e univariados. Estes modelos podem ser autorregressivos (AR), de médias móveis (MA), autorregressivos e de médias móveis (ARMA), ou ainda processos integrados mistos (ARIMA), dependendo do comportamento da série analisada, Andrade (2009).

Segundo Morettin e Tolo (2004), um processo linear, pressupõe que uma série temporal é gerada a partir de um filtro linear (ou sistema linear), cuja entrada é um ruído branco conforme ilustra figura 3.

Figura 3 - Filtro linear com entrada a_t , saída Z_t 

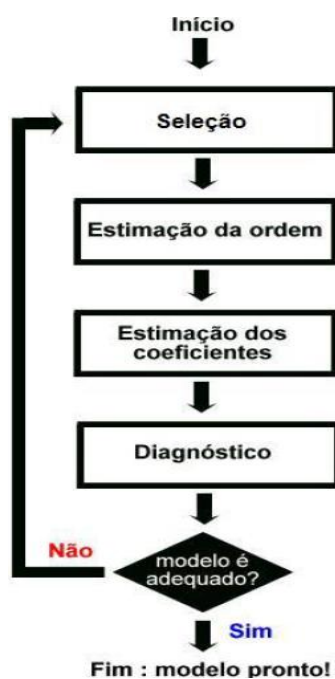
Fonte: Morettin e Toloi (2004).

A construção do modelo usando séries temporais segue um ciclo iterativo da metodologia de *Box e Jenkins*, é composto pelas quatro etapas, conforme Gujarati (2000):

- Identificação: descobrir os valores apropriados para os parâmetros. Para determinar suas ordens e valores, a função de autocorrelação (FAC) e a função de autocorrelação parcial (FACP) auxiliam nessa tarefa;
- Estimação: estimar os parâmetros dos termos autorregressivos;
- Verificação de diagnóstico: nessa etapa procura-se atestar se o modelo identificado e estimado é adequado, ou seja, se ele descreve adequadamente a série de dados. A forma de verificação comumente utilizada é a realização da análise dos resíduos do modelo;
- Previsão: consiste em realizar a previsão, mas é importante verificar a potencialidade de previsão do modelo.

A figura 4 a seguir representa o fluxograma de um modelo a partir da metodologia *Box e Jenkins*.

Figura 4: Fluxograma de um modelo a partir da metodologia *Box e Jenkins*.



Fonte: Box e Jenkins (1970)

A análise de séries temporais, segundo Box & Jenkins, tem como objetivo principal a realização de previsão. Essa metodologia permite que valores futuros de uma série sejam previstos tomando por base apenas seus valores presentes e passados. Isso é feito através da correlação temporal existente entre os valores existentes.

A realização do processo temporal pelo método de Box & Jenkins é representada por um conjunto de processos estocásticos denominados modelos ARIMA (autoregressive integrated moving average) onde, em cada instante de tempo t , existe um conjunto de valores q .

Ao se modelar uma série temporal se pressupõe a utilização de uma série estacionária, de modo que no período de estimação de seus parâmetros sejam representativos de toda a série que será estimada.

Assim há duas características para os modelos, uma é quando a série já se encontra estacionária, representada pelo modelo ARMA. A outra é quando se faz necessário estacionarizar a série para após aplicar a modelagem, este se denomina ARIMA. Ambos os modelos são designados genericamente por ARIMA (p, d, q) . A seguir serão apresentados alguns modelos de séries temporais.

A ST (Z_t) pode ser discreta, contínua, univariada, ou multivariada e o tempo (T) identificado como unidimensional ou multidimensional.

A análise de séries temporais apresenta como objetivo principal, a realização de previsões futuras, adotando por base seus valores presentes e/ou passados, por meio da correlação temporal que existe geralmente entre os valores exibidos pela série.

Uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo. Como os dados são coletados sequencialmente ao longo do tempo, espera-se que ela apresente correlação seriada no tempo. A análise de séries temporais tem como objetivo: investigar o mecanismo gerador da série temporal; fazer previsões de valores futuros da série; descrever o comportamento da série; procurar periodicidades relevantes nos dados.

Segundo o autor Lima, a finalidade da análise de séries temporais é a verificação de previsões. Sendo assim, utiliza-se uma metodologia que estabelece mecanismos onde:

Valores futuros de uma série possam ser previstos com base apenas em seus valores presentes e passados. As técnicas desse processo de previsão fundamentam-se na exploração da correlação temporal que pode existir entre os valores exibidos pela série. (LIMA *et al*, 2010, p.189).

Diante do objetivo de conhecer o processo gerador da série temporal, encontram-se necessárias a identificação da série, para a realização das previsões a horizontes futuros, na qual se utilizam os dados históricos.

Recomenda-se a utilização de ST estacionárias, pois só assim tornam-se os efeitos sazonais aditivos e a variância residual constante garantindo a ergodicidade (representatividade) do processo. (SOUZA, 2006).

De acordo com Morettin e Tolo, (2004), a série a ser estudada deve ser estacionária, isto quer dizer, a série deve se distribuir aleatoriamente em torno de uma média constante, admitindo certa estabilidade ao longo do tempo. Dessa forma, garante-se que os parâmetros estimados para essa série sejam válidos, e confiáveis.

Para auxiliar os estudos e análises das séries temporais George Box e Gwilyn Jenkins em 1976 desenvolveram um método de análise de séries temporais que se tornou mundialmente conhecido como metodologia de Box

&Jenkins, sendo que a previsão é um dos principais fatores da popularidade deste modelo. (Souza et al., 2011).

Conforme Bueno (2008), para distinguir os possíveis modelos devemos analisar a função da autocorrelação (FAC) e a função de autocorrelação parcial (PACF). Conforme tabela 1.

Tabela 1: Identificação dos modelos AR(p) e MA(q)

Modelo	FAC	FACP
AR(p)	Decaimento exponencial	Truncada na defasagem p
MA(q)	Truncada na defasagem q	Decaimento exponencial
ARMA (p, q)	Decai exponencialmente se j > q	Decai exponencialmente se j > q

Fonte: Bueno (2008).

A tabela acima explica como se identifica o modelo por meio da função de autocorrelação (FAC) e função de autocorrelação parcial (FACP).

Um processo aleatório linear simples é o processo autoregressivo AR(p) em que $p = 1$. O modelo AR(p) correspondente ao processo autoregressivo de 1ª ordem ou 2ª ordem.

O modelo autoregressivo genérico AR(p) escreve-se:

$$\tilde{Z}_t = \varphi_1 \tilde{Z}_{t-1} + \varphi_2 \tilde{Z}_{t-2} + \dots + \varphi_p \tilde{Z}_{t-p} + a_t$$

Na verdade, como o nome indica, AR(p) modela uma autoregressão da variável Y_t com essa mesma variável, defasada ($Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$), para os “p” períodos de defasagem em que a autocorrelação parcial entre as variáveis é significativa. Onde o p indica a ordem do modelo, ou o número de defasagens.

Já o MA(q) quer dizer modelo de médias móveis de ordem “q” significa que o Z_t é uma função soma algébrica ponderada dos a_t , que se movem no tempo, Z_t não é média, visto que os parâmetros θ ' s não somam, obrigatoriamente, a unidade. No modelo MA (q) onde “q” determina a ordem do modelo e θ é um parâmetro. (SOUZA, 2006).

2.3.1 AR

Um modelo ou processo autorregressivo (AR) é caracterizado quando uma variável aleatória está relacionada com os próprios valores passados e com os erros aleatórios. A forma genérica de um modelo autorregressivo, sendo denotado por AR(p), onde p indica a ordem do modelo, é definido por:

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + e_t$$

Onde ε_t segue um processo independente e identicamente distribuído com média zero e variância constante e ϕ_p são os parâmetros do modelo AR para $n=1,2, \dots, p$ [WU05].

O modelo AR(1) é representado pela expressão

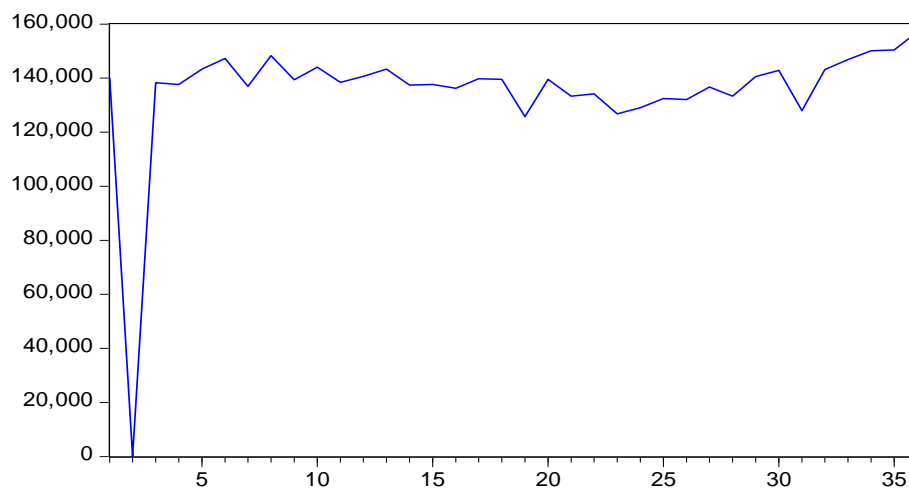
$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + e_t$$

3 RESULTADO

Para analisar o comportamento da Série do volume de consumo de água- Santa Cruz do Sul - Rio Grande do Sul, utilizou-se dados de agosto de 2011 a julho de 2014, desenvolveu-se um Gráfico da Série Original, que possibilitou observar o comportamento ao longo do período de análise.

Na figura 5, foi possível observar que as Séries não assumem um comportamento estacionário por apresentar uma tendência crescente e picos. Como a análise visual não é comprobatória recorreu-se aos testes Dick-Fuller (ADF) e KPSS, através da análise das Funções de Autocorrelação de cada Série Original, e aos testes de significância, para se concluir se as Séries apresentam tendência.

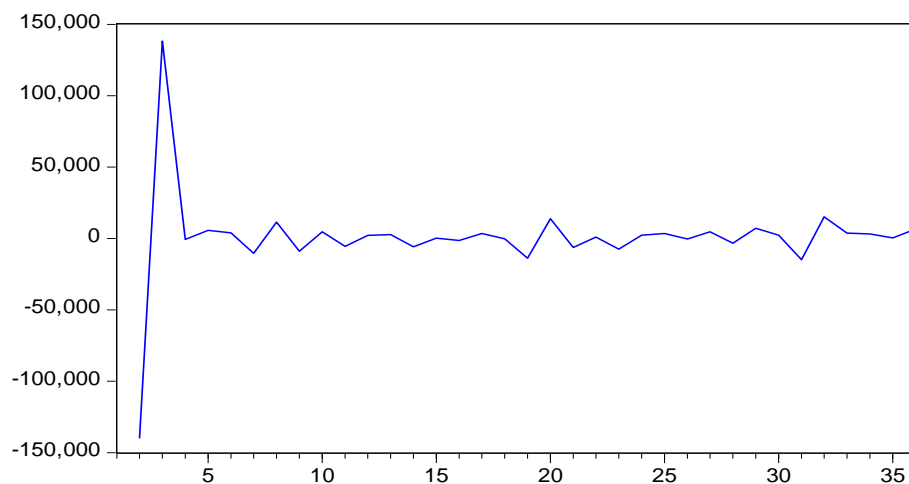
Figura 5: Verificação de estacionariedade
VOLUME MACROMEDIDO (m3)



Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Na figura 5, visualmente identifica-se que a série não é estacionária, portanto devemos aplicar uma diferença, mas para confirmarmos esta não estacionariedade fizemos o teste de estacionariedade Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS), e o Teste da raiz unitária Augmented Dickey-Fuller (ADF).

Figura 6: Paralelo do gráfico da verificação de estacionariedade, com aplicação da diferença
D(VOLUME)



Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Depois de aplicada esta diferença pode observar na figura 6 que a série ficou estacionária, mas para confirmação aplicaremos os testes ADF e KPSS, para assim comprovar que a série se tornou estacionária.

Tabela 2: Teste da raiz unitária Augmented Dickey-Fuller (ADF)

	Em nível	Em primeira diferença
Valor crítico do ADF	-0,235	-17,366
5%	-1,954	-2,9511
<i>p-valor</i>	0,816	0,0001

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

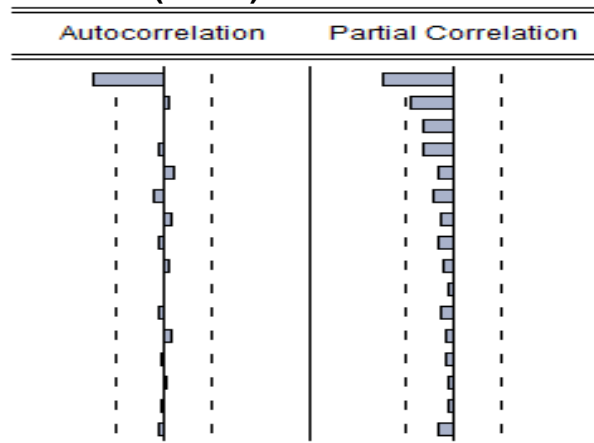
Tabela 3: Teste de estacionariedade Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS)

	Em nível	Em primeira diferença
Valor crítico do KPSS	0,2727	0,5000
5%	0,4630	0,4630
<i>p-valor</i>	0,0000	0,9341

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Analisada a série diferenciada, o próximo passo é identificação dos modelos significativos que representam o comportamento do Preços. Através da estimação de vários modelos, observou-se os modelos significativos encontrados bem como seus parâmetros. Como regra de decisão para optar pelo melhor modelo, usou os Critérios o AIC e o BIC, que definem os modelos parcimoniosos, por meio dos menores valores encontrados. Tais valores encontram-se na tabela 2. Encontrados os modelos significativos, o próximo procedimento é a verificação das Funções de Autocorrelação (FAC) e Autocorrelação Parcial (FACP) de cada modelo verificando se os resíduos não se apresentam autocorrelacionados. As FAC e FACP (Figura 7) satisfizeram esta condição e encontraram-se dentro dos limites de confiabilidades.

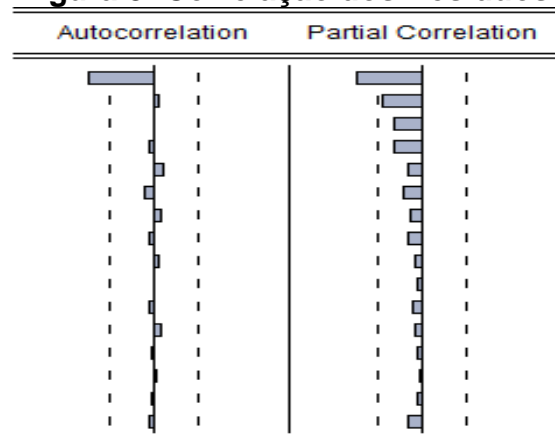
Figura 7: Função de Autocorrelação (FAC) e Função de Autocorrelação Parcial (FACP)



Fonte: Dados da pesquisa (2015).

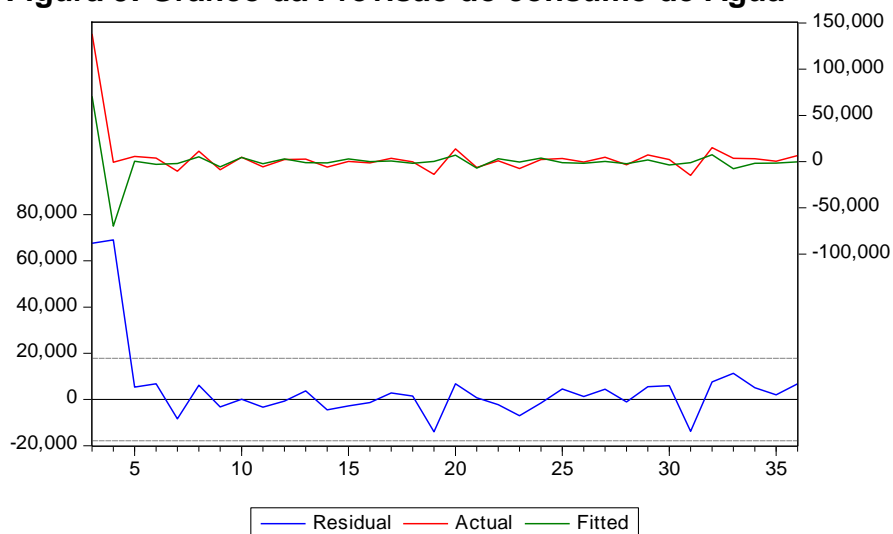
A FAC apresentou ϕ_1 negativo e a FACP decai exponencialmente, mas esta apresentando sinais positivos e negativos denominando uma parte do modelo como autorregressivo .

Figura 8: Correlação dos Resíduos



Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Conforme a figura 8 ela descreve que os resíduos são ruídos branco, foi realizada a análise dos resíduos assim como no primeiro modelo e todas as suposições foram verificadas. Auxiliando na escolha do melhor modelo. Portanto o modelo representativo da série está em negrito na tabela abaixo:

Figura 9: Gráfico da Previsão do consumo de Água

Na Figura 9 observa-se o gráfico das previsões do consumo de água, para ano de 2014 e 2015. Destacamos que o consumo futuro não se distanciará do consumo passado

Tabela 4 - Modelos significativos para a Série

MODELO	AIC	BIC	PROB.
ARI (2,1)	20,56	20,61	0,43
ARIMA(1,1,1)	22,06	22,15	0,03
ARI(1,1)	22,44	22,48	0,00

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Na tabela 4 está demonstrado os modelos, onde o mais aceitável para a realização da previsão é o modelo ARI, e a partir deste se realizou as previsões.

4 CONSIDERAÇÕES

A análise descritiva do consumo de água que o maior consumo ocorreu no período de 2014 na cidade de Santa Cruz do Sul, estado do Rio Grande do Sul. A metodologia Box & Jenkins proporcionou um eficiente papel para representar as séries em estudo, captando os efeitos sazonais ocorridos nos preços e descrevendo o comportamento da série.

O estudo realizado teve como objetivo encontrar um modelo de previsão confiável para o consumo de água, no Estado do Rio Grande do Sul no ano de 2014 e 2015, pois como se sabe cada vez há um maior consumo de água, a partir daí surgiu o interesse em demonstrar a quantidade de consumo utilizada na cidade.

Assim através dos resultados obtidos verifica-se que a previsão de melhor qualidade ou que melhor se ajustou aos dados, segundo os critérios utilizados neste presente estudo, foi o modelo ARI (1,1).

Com isso chega-se à conclusão de que a consumo de água pode se beneficiar da utilização de métodos de previsão a partir de séries temporais, pois esta metodologia possibilitou efetuar a análise das informações tentando retirar conhecimento útil das mesmas e assim predizer o futuro, por meio da análise dos dados estudados e com isso construir um modelo que permita antever a evolução futura da série temporal.

REFERENCIAS

ANDRADE, Wany Leydiane Souza. Estimação de modelos ARIMA/ARIMAX e aplicação em inferência de perdas de propano. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Natal/RN, 2009. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp115809.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2015.

BOX, G. E. O.; JENKINS, G.M. *Time series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day, 1970. Disponível em: <<http://robjhyndman.com/papers/BoxJenkins.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

BUENO, R. L. S. *Econometria de Séries Temporais*. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

GUJARATI, D. N. *Econometria Básica*. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

LIMA, C, R; Góis, R M; Ulises, C. *Previsão de preços futuros de Commodities agrícolas com diferenciações inteira e fracionária, e erros heteroscedásticos*. Rev. Econ. Sociol. Rural. v. 45, n. 3. Brasília, July/Sept. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032007000300004&script=sci_arttext>. Acesso em: 06 jun. 2014.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de Séries Temporais*. São Paulo: Edgard Blucher. 2004.

OLIVEIRA, P. C. *Séries Temporais: Analisar o Passado, Predizer o Futuro*. Departamento de Engenharia Informática, Universidade de Coimbra, Portugal,

2007. Disponível em:

<https://student.dei.uc.pt/~pcoliv/reports/ct_timeseries.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2014.

PEREIRA, Zulema L.; Requeijo, José G., *Planejamento e Controle Estatístico dos Processos*, Prefácio, 2008.

SOUZA, Francisca Mendonça; ALMEIDA, Silvana Gonçalves; SOUZA, Adriano Mendonça; LOPES, Luis Felipe Dias; ZANINI, Roselaine Ruviaro. *Previsão do preço da gasolina para a região sul do Brasil*. IJIE – Ibero american Journal of industrial Engineering. v.3, n.1, pg 234-248, julho, 2011. Disponível em: <<http://ecoinovar.com.br/cd2014/arquivos/artigos/ECO446.pdf>>. Acesso em: 02 mar 2015.

SOUZA. Mendonça, Francisca. *Modelos Box & Jenkins Aplicados a Previsão de Demanda de Leitos Hospitalares*. Monografia de Especialização. UFSM, 2006.

TÁPIA, Milena, *Redes Neurais Artificiais: Uma Aplicação na Previsão de Preços de Ovos*, Dissertação de mestrado, UFSC, 2000.