



Área 2 – Economia Social Subárea: Bem-estar Econômico

**A PERDA DE BEM ESTAR SOCIAL DA POPULAÇÃO DE
JUAZEIRO DO NORTE COM O DESPERDÍCIO DE ÁGUA
POTÁVEL**

Joelice Alexandre de Oliveira. Economista (URCA). joeliceoliveira17@yahoo.com.br
(88)99911 0746

Wellington Ribeiro Justo. Professor Associado do Curso de Economia da URCA.
Professor do PPGECON (UFPE). Doutor em Economia pelo PIMES (UFPE).
justowr@yahoo.com.br (81) 98848 1898

A PERDA DE BEM ESTAR SOCIAL DA POPULAÇÃO DE JUAZEIRO DO NORTE COM O DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL

RESUMO

A exploração desenfreada dos recursos naturais tem gerado graves consequências para o planeta. Destaca-se a escassez de água potável, problema que já preocupa várias cidades e metrópoles em todo o mundo. O desperdício de água tratada, ocasionado pela distribuição ineficiente, é apontado como maior vilão da escassez. A alocação eficiente deste recurso natural eleva o bem-estar social. Nesse contexto, surge a necessidade de conhecer o impacto do desperdício de água potável no bem-estar social da população. O objetivo deste trabalho é mensurar os efeitos do desperdício de água tratada no bem-estar social da população de Juazeiro do Norte. Para atender esse objetivo, trabalhou-se com dados secundários fornecidos pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, unidade de Juazeiro do Norte, no período compreendido entre janeiro de 2006 e dezembro de 2013. A metodologia utilizada neste trabalho é a análise de Séries Temporais, através da abordagem de Box-Jenkins. De acordo com a metodologia, o modelo escolhido foi o AR (12) MA (1). Após efetuar os testes e realizar as análises, os resultados obtidos, atendendo as perspectivas iniciais, mostraram que a população de Juazeiro do Norte está perdendo bem-estar social em virtude do desperdício de água proporcionado pela CAGECE. Essa perda ultrapassou R\$ 6,2 milhões em 2014, a perspectiva é que ela cresça e aproxime-se de R\$ 6,3 milhões em 2015. Conclui-se, então, que a escassez de água potável é um problema de alta relevância e que o caso do desperdício precisa de maior atenção pelos agentes tomadores de decisão, essencialmente neste momento de escassez hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: Desperdício de água; Eficiência de Pareto; modelos ARIMA; abordagem de Box-Jenkins; Bem-Estar Social.

ABSTRAT

The unbridled exploration of natural resources has generated serious consequences for the planet. The shortage of drinking water stands out a problem that worries many towns and cities around the world. The treated water waste caused by inefficient distribution is named as greatest villain of shortage. The efficient allocation of this natural resource raises the social welfare. In this context, arises the need to know the impact of drinking water waste in the social welfare of the population. The objective of this study is to measure the effects of treated water waste in the welfare of Juazeiro population. To meet this goal, we worked with secondary data provided by the Ceará' Water and Sewerage Company - CAGECE, Juazeiro unit in the period between January 2006 and December 2013. The methodology used in this work is the analysis of Time Series, by Box-Jenkins approach. According to the methodology, the AR (12) MA (1) model was chosen. After performing the tests and accomplish the analyzes, the gotten results, met the initial perspectives, showed that the population of Juazeiro is losing welfare due to the waste of water provided by CAGECE. This loss exceeded R\$ 6.2 million in 2014, the prospect is it to grow and approach to R\$ 6.3 million in 2015. It follows, then, that the shortage of drinking water is a highly relevant issue and that the case of waste needs greater attention by decision maker agents, essentially this time of water scarcity.

Keywords: Water waste; Pareto Efficiency; ARIMA models; Box-Jenkins approach; Social Welfare.

JEL:Q1, C5.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, quase todos os países têm se voltado para a preocupação com a preservação do planeta, o que se chama de Desenvolvimento Sustentável – uso consciente dos recursos naturais, preservação da fauna, da flora, bem como do meio ambiente como um todo. Conferências como a Rio+20¹ vêm acontecendo com a finalidade de discutir o problema e traçar metas, coletivas e individuais, para conciliar o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente nas próximas décadas. Nesse contexto, muito se tem falado em economia sustentável e em uso consciente dos recursos naturais (ONU, 2012a).

Muitas empresas vêm dando atenção especial ao assunto e têm criado setores específicos para cuidar desta causa, a exemplo da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, que tem demonstrado uma preocupação constante com o meio ambiente. Recentemente, a mesma empresa criou a Gerência de Meio Ambiente e implantou o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), em três de suas principais Estações de Tratamento de Água (ETAs), visando compatibilizar suas atividades com a preservação ambiental dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável (CAGECE, 2014).

Dentre os problemas gerados pela exploração infrene dos recursos naturais está a escassez de água doce que, por sua vez, está diretamente relacionada com o desperdício. Algumas cidades já sofrem as consequências advindas do mau uso da água, como é o caso de São Paulo, que ultimamente tem sofrido com o problema da falta de água potável. A falta de água na capital paulista é, na maior parte, gerada pela ineficiência da distribuição, que conta com uma tubulação de mais de trinta anos de uso para mais de 51% de sua totalidade, fato que aumenta os casos de vazamentos – maior vilão do desperdício (SANTOS, 2014).

Segundo Santos (2014), em 2013 a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) perdeu 31,2% da água produzida entre a estação de tratamento e as caixas d'água dos consumidores, o que representa uma perda de cerca de 950 bilhões de litros. O problema de escassez levou o governador de São Paulo a tomar medidas como estipular multas para o consumo excessivo de água e oferecer descontos para quem poupar na tentativa de mitigar o problema.

A água é um bem precioso e indispensável à sobrevivência do planeta. Por isso, faz-se necessário o seu uso consciente e a sua preservação, para que problemas de escassez não se alastrem pelo mundo e a sua falta venha causar maiores danos ao planeta como um todo (ONU, 2012b).

No contexto da preocupação com o meio ambiente e sustentabilidade, e considerando que, segundo Varian (2012), a alocação eficiente eleva o bem-estar social, assim como, segundo Santos (2014) a distribuição ineficiente produz escassez de água que traz graves consequências para a população. Daí surge a necessidade de conhecer qual é o impacto do desperdício de água potável para o bem-estar social de uma comunidade? A hipótese é de que o desperdício de água potável causa um impacto negativo no bem estar social da população. O tema em debate é de grande relevância. Seu estudo justifica-se pelo fato que, o conhecimento sobre os efeitos do desperdício de água tratada e suas dimensões poderá ajudar no combate à escassez. Para conhecer melhor o assunto e descobrir os efeitos do desperdício de água sobre uma comunidade, elegeu-se a cidade de Juazeiro do Norte como área de estudo.

¹ A Rio + 20, Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, ocorreu entre os dias 13 a 22 de junho de 2012 na cidade do Rio de Janeiro. Um de seus maiores legados foi o compromisso por prefeitos das maiores cidades do mundo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 12% até 2016, e em 1,3 bilhão de tonelada até 2030.

Além desta introdução o artigo tem mais quatro seções. A seção seguinte faz-se uma discussão sobre a sustentabilidade e Recursos hídricos, escassez e abastecimento de água em juazeiro. A terceira seção traz a metodologia. A seção seguinte os resultados e por fim as conclusões.

2. SUSTENTABILIDADE E RECURSOS HÍDRICOS

A preocupação com o uso sustentável dos recursos hídricos ganhou peso em todo o mundo desde a Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente², acontecida em Dublin (Irlanda) nos dias 26 a 31 de janeiro de 1992, situação em que ficou evidente que a água é um recurso finito e vulnerável, essencial para manutenção da vida, do desenvolvimento e do meio ambiente. E, partindo do princípio que água sustenta a vida, ficou claro que a gestão dos recursos hídricos requer uma abordagem holística que integre o desenvolvimento econômico e social com a proteção dos ecossistemas naturais, e que sua gestão efetiva integra o uso do solo com os usos da água no âmbito da bacia de drenagem ou do aquífero subterrâneo (SANTILLI, 2000).

Segundo Santilli (2000), os recursos hídricos são indispensáveis para a manutenção da existência das espécies vivas e, portanto, merecem o devido cuidado e preservação. A necessidade de proteção das águas contra as diversas formas de poluição, contra o uso inadequado e o desperdício traduziu-se em normas legais que pretendem planejar, regular e controlar sua utilização, de acordo com padrões e critérios definidos por meio de uma Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e implementados por um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). A instituição de uma Política Nacional de Recursos Hídricos e a criação de um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, pela primeira vez na história do Brasil, é o que objetivou a Lei n. 9.433/97 (Lei das Águas). A qual afirma que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos objetiva:

- ✓ reconhecer a água como um bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu valor real;
- ✓ incentivar a racionalização do uso da água;
- ✓ obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídrico.

A Lei das Águas permite um preço para a água que é hoje captada de graça dos corpos d'água. Atualmente, o usuário paga apenas o custo do tratamento e da distribuição. Embora com um atraso de 30 anos em relação aos países mais avançados, como a França, a Lei das Águas brasileira incorpora os instrumentos mais adequados de gestão, tendo se beneficiado das experiências internacionais na administração dos recursos hídricos. Considera-se que a legislação existente é mais do que suficiente para o desenvolvimento da gestão. Porém, é de se esperar que leve um tempo para ser implementada (PEIXOTO FILHO e BONDAROVSKY, 2000).

Segundo a referida Lei, esse instrumento tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a este recurso, disciplinando a sua utilização e compatibilizando demanda e disponibilidade hídrica (SILVA e MONTEIRO, 2010).

² A Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE), acontecida em Dublin, Irlanda, nos dias 26 a 31 de janeiro de 1992, contou com quinhentos participantes, incluindo especialistas designados pelo governo, de cem países e representantes de oitenta organismos internacionais, intergovernamentais e não governamentais (SANTILLI, 2000).

Em 17 de julho de 2000 a Lei n. 9.984 criou a Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo regras para sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos. Uma vez que está estabelecido na Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, (Art. 20, III e 26, I) que as águas de lagos, rios e as águas subterrâneas constituem bens ou da União ou dos Estados, e mesmo se admitindo a existência de águas particulares, estas teriam a sua utilização sempre condicionada e limitada pelo interesse público, como todos os bens ambientais (SANTILLI, 2000).

Os diversos usos da água – abastecimento humano, saciedade animal, irrigação, indústria, geração de energia elétrica, aquicultura, preservação ambiental, paisagismo, lazer, navegação, etc. – podem ser concorrentes, gerando conflitos entre setores usuários e impactos ambientais. Nesse sentido, gerir recursos hídricos é uma necessidade premente e que tem o objetivo de ajustar as demandas econômicas, sociais e ambientais por água em níveis sustentáveis, de modo a permitir, sem conflitos, a convivência dos usos atuais e futuros da água (SILVA e MONTEIRO, 2010).

2.1 A Escassez de Água

Segundo MMA, MEC e IDEC (2005), a ameaça da falta de água, em níveis que podem até mesmo inviabilizar a nossa existência, pode parecer exagero, mas não é. Os efeitos na qualidade e na quantidade da água disponível, relacionados com o rápido crescimento da população mundial e com a concentração dessa população em megalópoles, já são evidentes em várias partes do mundo. Dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) revelam que quase metade da população mundial (2,6 bilhões de pessoas) não conta com serviço de saneamento básico e que uma em cada seis pessoas (cerca de 1,1 bilhão de pessoas) ainda não possui sistema de abastecimento de água adequado. As projeções da Organização das Nações Unidas indicam que, se a tendência continuar, em 2050 mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão garantir a cota diária mínima de 50 litros de água por pessoa. Com base nestes dados, em 2000, os 189 países membros da ONU assumiram como uma das metas de desenvolvimento do milênio reduzir à metade a quantidade de pessoas que não têm acesso à água potável e saneamento básico até 2015.

A escassez é uma realidade efetiva em algumas grandes cidades e metrópoles dos países em desenvolvimento, que padecem de forma crônica ou sazonal de déficits significativos no abastecimento de água potável. É o caso, por exemplo, da Grande São Paulo, como também das regiões metropolitanas como a de Fortaleza, de Recife e de Vitória. Algumas cidades de grande e médio porte do interior, também, vêm enfrentando há alguns anos problemas de descontinuidade no abastecimento de água. Trata-se de um problema que tem sido evitado nas metrópoles dos países desenvolvidos mediante planejamento adequado, interconexão de sistemas e mecanismos de financiamento estáveis para o setor (VARGAS, 1999).

[...] “a questão da escassez dos recursos hídricos não pode ser vista apenas em termos geofísicos e quantitativos, sendo uma questão eminentemente social relacionada também a padrões de desenvolvimento econômico, de demanda e de qualidade das águas” (VARGAS, 1999, p. 3).

Mesmo países que dispõem de recursos hídricos abundantes, como o Brasil, não estão livres da ameaça de uma crise. A disponibilidade varia muito de uma região para outra. Além disto, nossas reservas de água potável estão diminuindo. Entre as principais causas da diminuição da água potável estão o crescente aumento do consumo, o desperdício e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura (MMA; MEC e IDEC, 2005).

“A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo” (MMA; MEC e IDEC, 2005, p. 40).

2.2 O Desperdício de Água

Quando se fala em desperdício sempre se evidencia os maus hábitos da população, mas ele também ocorre no sistema de abastecimento e na agricultura. O consumo humano de água em coisas básicas como saciar a sede, banhar-se, lavar a roupa e cozinhar é relativo e pode variar muito, dependendo da disponibilidade de acesso ao abastecimento e de aspectos culturais da população. Alguns estudos mostram que, por dia, uma pessoa no Brasil gasta de 50 litros a 200 litros de água. Então, com 200 litros/dia utilizando-se de forma racional vive-se confortavelmente. A quantidade de água economizada dentro de casa vai depender tanto do número de pessoas consumidoras, quanto das instalações hidráulicas de funcionamento e, principalmente de como ela é usada. Para se ter uma ideia dos maus hábitos com relação ao consumo, aproximadamente 75% da água consumida em casa é gasta no banheiro (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

A população brasileira ainda mantém hábitos absurdos em relação ao desperdício de água. Quilômetros e quilômetros de calçadas seguem sendo lavados diariamente, até que a última folhinha caída da árvore seja empurrada por jatos de mangueira ao meio-fio. Nem sempre o consumidor tem o cuidado de impedir vazamento em aparelhos sanitários ou torneiras. Inúmeros postos de combustíveis oferecem duchas gratuitas como brinde para quem abastecer por lá, com água extraída dos lençóis freáticos para os quais não pagam tarifa de esgoto (ESTADÃO, 2014).

O Programa de Uso Racional de Água (PURA), desenvolvido na Grande São Paulo pela SABESP em parceria com a USP, mostra que os desperdícios da água utilizada atingem níveis jamais imaginados. Os exemplos mais frequentes de desperdícios são: tomar banhos muito prolongados; lavar calçadas, pátios e carros com o jato da mangueira; usar bacias sanitárias que necessitam de 18 a 20 litros de água por descarga – quando, no mercado, já existem modelos modernos que necessitam de apenas 6 litros; utilização de equipamentos sanitários obsoletos – como, por exemplo, torneira de rosca e mictórios do tipo gamela – como descarga de água permanentemente aberta; utilização de água tratada em atividades que não exigem água potável, como para irrigar gramados esportivos públicos ou privados ou utilização de água potável em atividades industriais, tais como em torres de resfriamento (REBOUÇAS, 2003).

“As maiores vilãs do desperdício nas instalações prediais são as válvulas convencionais de descarga. Cada segundo que uma pessoa permanece com o dedo na descarga são dois litros de água desperdiçados. As válvulas de descarga, particularmente as mais antigas, são responsáveis por 40% de toda a água consumida dentro de uma residência. Entretanto, esse consumo é pouco se comparado com os 1.650 litros de água para produzir 1 kg de soja, 1.900 para 1 kg de arroz, 3.500 para 1 kg de aves e 15 mil para 1 kg de carne bovina. O mesmo ocorre com produtos industrializados. São 10 litros de água para 1 de gasolina, 95 para 1 kg de aço, 324 para 1 kg de papel e 600 litros para 1 kg de cana-de-açúcar voltada para a produção do etanol. Na agricultura, o desperdício de água também é muito grande: apenas 40% da água desviada é efetivamente utilizada na irrigação. O desperdício gira em torno de 60%, porque se aplica água em excesso, se aplica fora do período de necessidade da planta, em horários de maior evaporação do dia, pelo uso de técnicas de irrigação inadequadas ou, ainda, pela falta de manutenção desses sistemas de irrigação” (CARVALHO JÚNIOR, 2014, p. 1).

Também se perde muita água no sistema de abastecimento. Essa perda pode ser classificada em dois tipos: a física e a não física. A perda física é a água perdida em vazamentos, aquela que não chega ao consumidor. A perda não física é a água usada pelos consumidores, mas que não é medida pela empresa de abastecimento de água, como as

ligações clandestinas e outros tipos de fraudes. A perda total nos sistemas públicos de abastecimento do Brasil equivale, em média, 40 a 45% da água produzida. Para evitar o desperdício, o distribuidor deve procurar a otimização do rendimento da sua rede de distribuição, principalmente na detecção de vazamentos com instrumentos adequados, bem como definir a política de medição da água, concretamente, no que se refere a algumas das condições que determinam o nível da qualidade da medição (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

Segundo MMA, MEC e IDEC (2005), a o Brasil registra um elevado desperdício: de 20% a 60% da água tratada para consumo se perde na distribuição, dependendo das condições de conservação das redes de abastecimento. Além dessas perdas de água no caminho entre as estações de tratamento e o consumidor, o desperdício também é grande nas residências, envolvendo, por exemplo, o tempo necessário para se tomar um banho, a própria forma de se tomar banho, a utilização de descargas no vaso sanitário que consomem muita água, a lavagem da louça com água corrente, no uso da mangueira como vassoura na limpeza de calçadas, na lavagem de carros etc.

Para tentar reverter esse quadro, a conservação da água, riqueza natural mais preciosa do futuro, é necessário o desenvolvimento e o emprego de técnicas e instrumentos cada vez mais sensíveis e precisos para fazerem a medição do seu consumo e do seu uso (industrial, comercial, residencial e agrícola). Porém, a conservação da água depende, sobretudo, de ações educativas junto à comunidade, que deve ser esclarecida com relação à necessidade de redução dos desperdícios. Assim como também depende de uma série de leis e regulamentos que as autoridades devem implantar. Com essas medidas, é possível evitar os desperdícios de água, propiciando a sua utilização dentro do estritamente necessário para a sobrevivência humana e o desenvolvimento sustentável (CARVALHO JÚNIOR, 2014).

2.3 O Abastecimento de Água em Juazeiro do Norte

A cidade de Juazeiro do Norte tem sua rede de abastecimento de água, que se sustenta em águas subterrâneas, proveniente de poços tubulares construídos pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará e pela prefeitura local, ou até mesmo de cunho particular. A distribuição é de responsabilidade da CAGECE, uma vez que os poços construídos pela prefeitura possuem caráter de distribuição restrita, isto é, são utilizados apenas em chafarizes e em lavanderias públicas não chegando a ser utilizados para o consumo doméstico. Por sua vez, os poços de cunho particular são, na maioria, pertencentes a empresas e utilizados apenas para uso próprio. A CAGECE utiliza uma bateria de poços tubulares de diferentes profundidades e vazões para a captação de água subterrânea no município (SILVA *et al*, 2012).

De acordo com os dados do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) do Ministério da Saúde, 92,9% da população do município de Juazeiro do Norte usufruem do benefício da rede de abastecimento de água da CAGECE em seus domicílios. Outros 5,9% usam água advinda de poços particulares e 1,1% contam com outros meios de abastecimento de água. Segundo os dados do SIAB, o número percentual de famílias com rede de abastecimento de água vem evoluindo nos últimos anos e os números municipais estão sempre acima dos nacionais (DEEPASK, 2014).

Segundo Lopes *et al* (2002), em agosto de 2000 todos os poços da cidade forneciam um volume mensal de 1.622.994 m³ de água dos quais apenas 732.909 m³ eram registrados pelos mediadores de águas instalados o que significava uma perda de 54,84% do volume distribuído. Perda essa, que poderia significar problemas na tubulação, vazamentos ou até mesmo ligações clandestinas feitas por usuários diversos, os famosos “jacarés”.

Segundo a CAGECE (2014), esses números vêm se modificando ao longo do tempo. Entre 2006 e 2013, período em estudo, o Índice de Água Não Faturada (IANF), em percentual médio anual, em Juazeiro do Norte oscilou entre 29,7 e 38,19%, como pode ser visto na Figura 4.

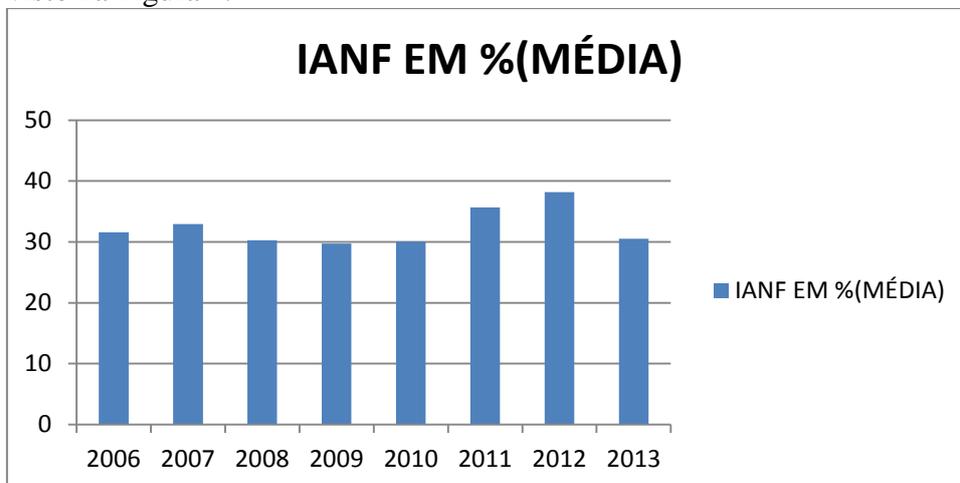


Figura 4: Índice de Água Não Faturada (IANF) em Juazeiro do Norte.
Fonte: elaborado pela autora com base nos dados fornecidos pela CAGECE.

3 MATERIAL E MÉTODOS³

3.1 Juazeiro do Norte: características e dados

Situada a 533 quilômetros da capital do estado, com uma população estimada de 263.704 habitantes, uma área de 248,832 km² e densidade demográfica de 1004,45 hab/km², Juazeiro do Norte é a terceira maior cidade do Ceará e está localizada no extremo sul do estado, na Região Metropolitana do Cariri. Juazeiro do Norte é a cidade mais importante da região e tem um forte comércio que atende, também, cidades circunvizinhas. Possui ainda um grande número de indústrias, das quais cabe destaque para o setor calçadista – terceiro no *ranking* nacional – bem como para o de folheados, têxtil, alumínio etc. A cidade hoje atrai muitos investimentos de outras regiões, nacionais e internacionais, devido a seu forte crescimento nos últimos anos (IBGE, 2014).

³ A fundamentação teórica do trabalho tem como base a teoria do Bem estar social. Segundo Pindyck e Rubinfeld (2013), a atuação dos consumidores, bem como dos produtores, pode gerar custos ou benefícios que não serão refletidos nos preços de mercado. São as chamadas externalidades. Quando existem externalidades, o preço de um bem não reflete necessariamente seu valor social. Pois, as mesmas não são refletidas nos preços de mercado, podendo, portanto, causar a ineficiência econômica. As externalidades podem surgir entre produtores e entre consumidores, ou ainda entre produtores e consumidores. Elas podem ser positivas, quando a ação de uma parte gera benefício para a outra, ou negativa, quando a ação de uma parte gera prejuízo para a outra.

3.3 Os Modelos ARIMA e a Abordagem de Box-Jenkins

Os modelos ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Averages), que em português significa Modelos Auto-Regressivos Integrados de Médias Móveis, sistematizados por Box e Jenkins, são resultantes da combinação de três filtros denominados: componente auto-regressivo (AR), filtro de integração (I) e componente de médias móveis (MA). São modelos robustos do ponto de vista conceitual e estatístico, proporcionam previsões probabilísticas e são de fácil implementação, desde que se tenha os recursos computacionais adequados. Os mesmos representam uma generalização dos diversos métodos de análise de séries temporais (GOMES, 1989).

Segundo Gomes (1989), fórmula geral de um modelo ARIMA (p.d.q.) pode ser representada da seguinte forma:

$$\mathbf{W}_t = \mu + \frac{\Theta(B)}{\Phi(B)} \mathbf{a}_t \quad (1)$$

Onde:

t – índice do tempo;

\mathbf{W}_t – d'ésima diferença da variável de interesse Z_t ;

μ – “ponto de referência” do nível do processo;

$\Theta(B)$ – operador de “médias-móveis”: $\Theta(B) = (1 - \Theta_1 B^1 - \Theta_2 B^2 - \dots - \Theta_q B^q)$;

$\Phi(B)$ – operador auto-regressivo: $\Phi(B) = (1 - \phi_1 B^1 - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$;

B^p – operador de retrocesso: $B^p Z_t = Z_{t-p}$;

\mathbf{a}_t – “ruído branco” ou erro aleatório.

Para Gomes (1989), de maneira mais clara, o modelo ARIMA (p.d.q.), ou modelo auto-regressivo-médias-móveis integrado de ordem (p.d.q.), acima estabelecido de forma sintética, pode ser expandido da seguinte maneira:

$$\mathbf{W}_t = \theta_0 + \phi_1 \mathbf{W}_{t-1} + \dots + \phi_p \mathbf{W}_{t-p} + \mathbf{a}_t - \theta_1 \mathbf{a}_{t-1} - \dots - \theta_q \mathbf{a}_{t-q} \quad (2)$$

Onde: $\theta_0 = \mu (1 - \phi_1 - \dots - \phi_p)$

Segundo Gomes (1989), de uma forma geral, os modelos ARIMA postulam que as séries temporais (z_t) podem ser representadas por uma sequência de "choques" aleatórios (\mathbf{a}_t) submetidos a três operações de "filtragem" (médias-móveis, auto-regressiva e integração). Intuitivamente, pode-se afirmar que os modelos ARIMA representam as séries temporais como uma ponderação dos próprios valores e/ou erros passados da série. Um modelo ARIMA (p.d.q.) possui $p+q+2$ parâmetros desconhecidos, que podem ser estimados a partir dos dados, a saber:

- a) μ , i.e. o “ponto de referência” do nível do processo;
- b) p , parâmetros auto-regressivos $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$;
- c) q , parâmetros médias-móveis $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$;
- d) σ^2 , a variância do ruído branco \mathbf{a}_t .

O propósito da modelagem ARIMA é estabelecer uma relação entre o valor presente de uma série temporal e seus valores passados de modo que as previsões possam ser feitas somente com base nos valores que constam no histórico da própria variável (GOMES, 1989).

A modelagem Box-Jenkins (B-J) baseado em séries temporais, é indicada para fazer previsões futuras. Esta metodologia é considerada a mais popular das técnicas quantitativas de previsão, realizada a partir de uma série temporal univariada⁵. Ela é baseada apenas no passado da própria variável para fins de previsões, isto é, não utiliza a

⁵ Segundo Lopes (2002), séries temporais univariada são aquelas que desprezam a possibilidade de existirem relações entre a variável de interesse e outras variáveis econométricas.

história de quaisquer outras variáveis. Ou seja, os dados falam por si mesmo, espera-se que a série apresente uma correlação seriada no tempo (MARTINS E JUSTO, 2014).

Segundo Martins e Justo (2014), uma série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo. Sua representação é $\{y_t | t \in T\}$, em que y é a variável⁶ da série e t (tempo) é o índice⁷ pertencente ao conjunto T . A composição de uma série temporal é feita por quatro elementos: a tendência cujo objetivo é verificar o sentido de deslocamento da série e mostra redução, aumento ou estabilização dos dados; o ciclo que descreve o movimento ondulatório de tendência periódica; a sazonalidade que mostra o movimento ondulatório de curta duração, e segue um padrão temporal e está relacionada às influências climáticas, datas festivas etc.; e o erro que compreende a variabilidade intrínseca aos dados, que resulta de fatos excepcionais, como tragédias, mudanças conjunturais no país e crises mundiais, os quais não podem ser previstos, portanto esse elemento não pode ser modelado.

Segundo Martins e Justo (2014), a modelagem Box-Jenkins consiste em ajustar modelos, a uma dada série temporal. A proposta é que seja selecionado, em três estágios, o modelo mais apropriado para realizar a previsão do conjunto de dados disponíveis. A sequência desses estágios é a seguinte:

- ✓ primeira fase – transformação dos dados e identificação do modelo;
- ✓ segunda fase – estimação dos parâmetros e verificação se o modelo é ou não adequado;
- ✓ terceira fase – previsões (caso o modelo seja adequado)

O processo de escolha pode se repetir várias vezes. Uma forma de simplificar a previsão é identificar alguns modelos para estimação e verificação, encontrando-se um entre esses procede-se com a previsão (MARTINS e JUSTO, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Identificação do Modelo

Na análise de modelos com séries temporais⁸ é importante um exame visual das variáveis para identificar possíveis padrões de comportamento que podem indicar a necessidade de modelar a presença de determinados padrões como tendência, ciclos e sazonalidade e se há indícios que as séries sejam estacionárias. Embora o foco seja a perda de água do sistema de distribuição no Município de Juazeiro do Norte, serão apresentadas inicialmente as séries do volume total distribuído, faturado o Índice de Água Não Faturado (IANF). Desta forma, tem-se uma ideia mais apurada da representatividade da perda de água no sistema bem como correlações entre estas séries.

A Figura 5 mostra a média mensal do volume de água distribuído, faturado e o IANF em Juazeiro do Norte, compreendendo o período de janeiro de 2006 a dezembro de 2013. Observa-se que não há indícios de sazonalidade nestas séries.

⁶ A variável pode ser discreta ou contínua, univariada ou multivariada (LOPES, 2002).

⁷ O índice pode ser discreto ou contínuo, unidimensional ou multidimensional, mas no geral é discreto, unidimensional e observado em intervalos iguais (GOMES, 1989).

⁸ Segundo Morretin e Toloí (2006) uma série temporal é um 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.

Para Santana, Russo e Figueroa (2012) a análise de séries temporais objetiva investigar o mecanismo gerador da série temporal; fazer previsões de valores futuros da série; descrever o comportamento da série e procurar periodicidades relevantes nos dados.

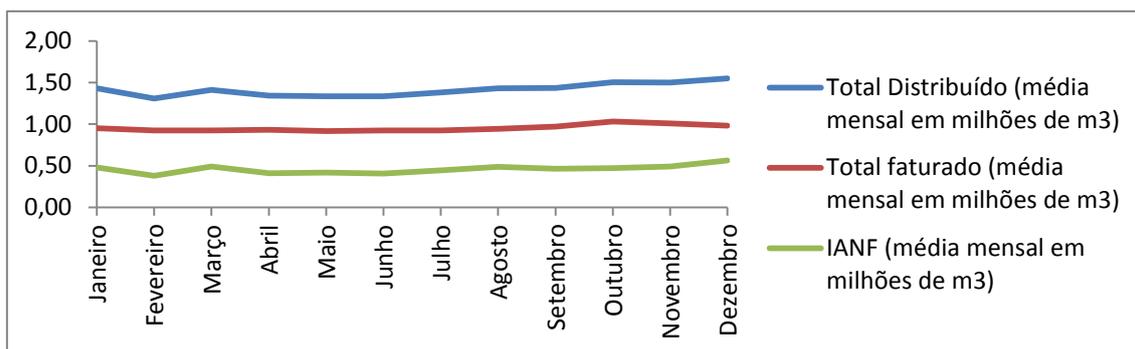


Figura 5: Média mensal do volume de água distribuído, faturado e IANF em milhões de m³.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE.

Na Figura 6 tem-se a média anual do volume de água distribuído, faturado e o IANF em Juazeiro do Norte de 2006 a 2013. Observa-se uma ligeira tendência no crescimento destas variáveis e ausência de indicações de presenças de ciclos. O crescimento é esperado em virtude da política de expansão da rede de distribuição de água e do crescimento da população ao longo do período.

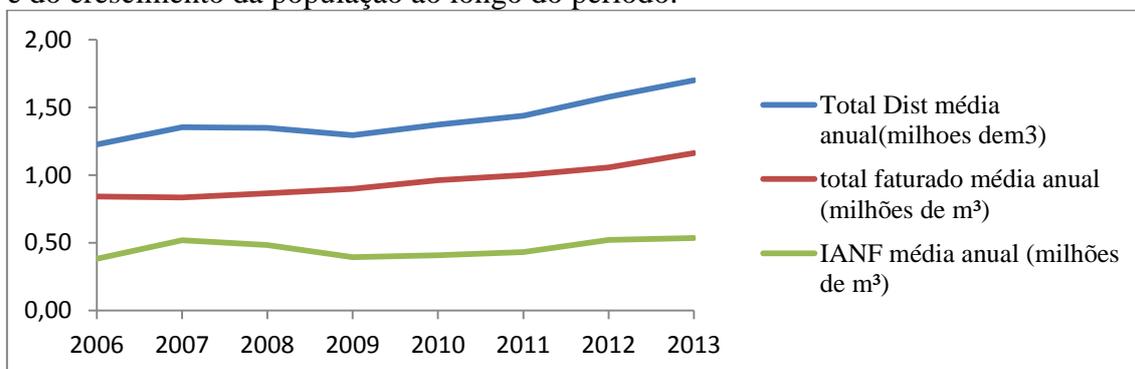


Figura 6: Média anual do volume de água distribuído, faturado e IANF em milhões de m³: 2006 a 2013.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE (2014).

A Figura 7 apresenta as séries temporais do volume de água distribuído, faturado pela CAGECE e o Índice IANF em Juazeiro do Norte no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2013 em milhões m³. A análise visual sugere uma maior correlação entre o IANF e o volume de água distribuído. Há indícios de que as séries de volume de água distribuído e do IANF não sejam estacionárias. Contudo, serão realizados testes formais de identificação da estacionariedade.

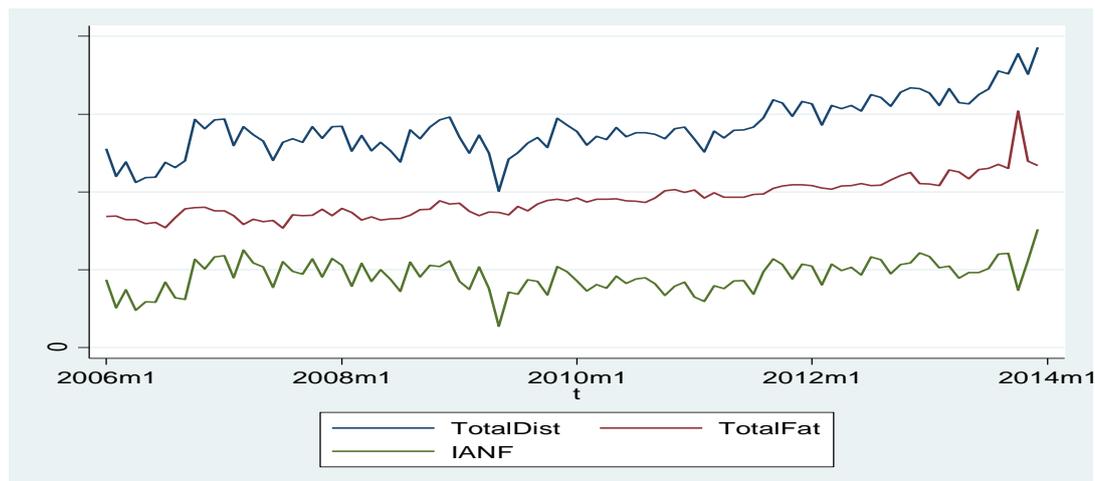


Figura 7: Volume de água distribuído, faturado e IANF em milhões de m³.
 Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE.

A utilização das séries em logaritmos pode, em muitas situações, tornar as séries estacionárias. Desta forma, a Figura 8 traz as séries do volume de água distribuído, faturado e IANF em logaritmo. Ressalta-se que para os testes de estacionaridade e para a seleção dos modelos de previsão será utilizada a série do IANF em logaritmo.

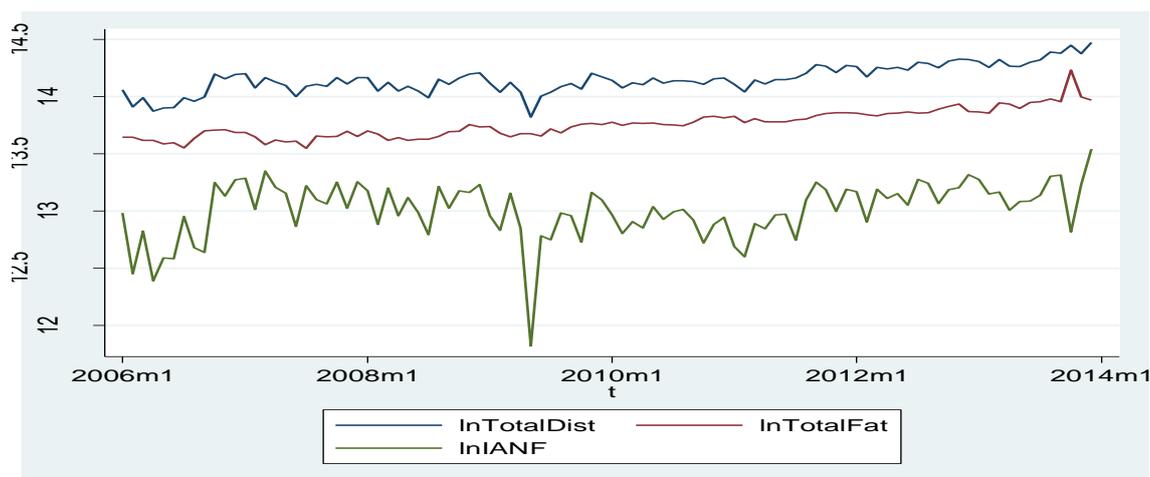


Figura 8: Logaritmo do volume de água distribuído, faturado e o IANF em Juazeiro do Norte: Janeiro de 2006 a Dezembro de 2013.
 Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE (2014).

Na análise de modelos de previsão é importante a realização de testes que permitam identificar se a série é estacionária. Contudo, há necessidade da realização de testes que apontem o número de defasagens que devem ser incluídas no modelo. Segundo Baum (2013) se forem introduzidas muitas defasagens perdem-se muitos graus de liberdade. Por outro lado, se forem incluídas poucas defasagens pode ocasionar erro de especificação do modelo e autocorrelação dos resíduos. Desta forma, faz-se necessária a utilização de testes para identificar a quantidade ótima de defasagens no modelo. De acordo com o Quadro 1, a maioria dos testes aponta para a necessidade de incorporar três defasagens. Desta forma o modelo estimado incorpora três defasagens da série do logaritmo do IANF.

O Quadro 1 mostra o resultado do teste de identificação do número ótimo de defasagens antes da realização dos testes de estacionaridade. Os resultados apontam para a necessidade de incorporar três defasagens nas séries.

Quadro 1: Identificado o número de defasagens para fazer o teste de raiz unitária.

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|-----|---------|---------|----|-------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | 3.56519 | | | | .055374 | -.055765 | -.044702 | -.028354 |
| 1 | 12.4042 | 17.678 | 1 | 0.000 | .046698 | -.226178 | -.204052 | -.171357* |
| 2 | 13.4637 | 2.119 | 1 | 0.145 | .046639 | -.227471 | -.194282 | -.145239 |
| 3 | 16.7617 | 6.5959* | 1 | 0.010 | .044367* | -.277427* | -.233174* | -.167784 |
| 4 | 16.8871 | .25088 | 1 | 0.616 | .045221 | -.258415 | -.203099 | -.121361 |

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE (2014).

Depois de identificado o número de defasagens para fazer o teste da raiz unitária e o mesmo apontar para a utilização de 3 lags, realizou-se o teste de Dickey-Fuller (DF) para identificar se a série é estacionária em nível ou em diferença, e percebeu-se que a 5% a série logaritimizada não é estacionária como pode ser visto na tabela 1, tendo em vista que o valor absoluto calculado é menor que o valor crítico a 1%.

Tabela 1: Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller Aumentado

| DF | Valor Crítico 1% | Valor Crítico 5% | Valor Crítico 10% | Z (t) |
|---------|------------------|------------------|-------------------|--------|
| - 3.044 | - 3.521 | - 2.896 | - 2.583 | 0.0310 |

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CAGECE (2014).

De acordo com a Tabela 2 o teste de Phillips-Perron também apontou que a série do IANF em logaritmo também não é estacionária. Novamente, os absolutos valores calculados são menores que os valores críticos a 1% e a 5%. Daí partiu-se para a diferenciação da série e realização novamente dos respectivos testes de estacionaridade.

Tabela 2: Teste de Raiz Unitária Phillips-Perron

| Phillips-Perron | Valor Crítico 1% | Valor Crítico 5% | Valor Crítico 10% | Z (t) |
|-----------------|------------------|------------------|-------------------|--------|
| - 10.178 | - 19.710 | - 13.660 | - 10.970 | 0.0900 |
| - 2.879 | - 3.517 | - 2.894 | - 2.582 | |

Fonte: elaboração própria com base nos dados da CAGECE (2014).

Segundo Granger e Newbold (1977) os modelos Box-Jenkins são excelentes modelos de previsão de curto prazo. Análises com estes modelos mostram que as melhores previsões são obtidas com 5 a 10 anos com dados mensais. Contudo, a importância da série ser estacionária é a possibilidade de fixar parâmetros do modelo válidos para a utilização em previsões futuras a partir do passado.

Foi realizada a diferenciação da série do logaritmo do IANF e realizados os testes de estacionaridade novamente. Conforme a Tabela 3, observa-se que os testes apontam que a série diferenciada é estacionaria. Assim, tem-se que houve a remoção da não estacionaridade após a diferenciação da série.

Na Tabela 3 pode-se observar que o teste de Dickey-Fuller e o de Phillips-Perron indicam que a série do IANF logaritimizada em primeira diferença é estacionária. Daí, parte-se para a etapa seguinte do modelo de previsão de Box-Jenkins.

Tabela 3: Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuler e Phillips-Perron para a Série em Logaritmo Diferenciada.

| Phillips-Perron | Dickey-Fuler | V. Crítico 1% | V. Crítico 5% | V. Crítico 10% | Z (t) |
|-----------------|--------------|---------------|---------------|----------------|--------|
| - 18.802 | - 15.466 | - 3.518 | - 2.895 | - 2.582 | 0.0000 |

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CAGECE (2014).

Uma vez identificada a estacionaridade da série, partiu-se para a identificação do modelo que melhor se ajusta à série do IANF. Inicialmente buscou-se analisar as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial para identificar o modelo adequado. A análise sugere que há um possível processo AR (1 2) e um MA (1) como pode ser visto na Figura 9. Desta forma, parte-se para a seleção dos modelos.

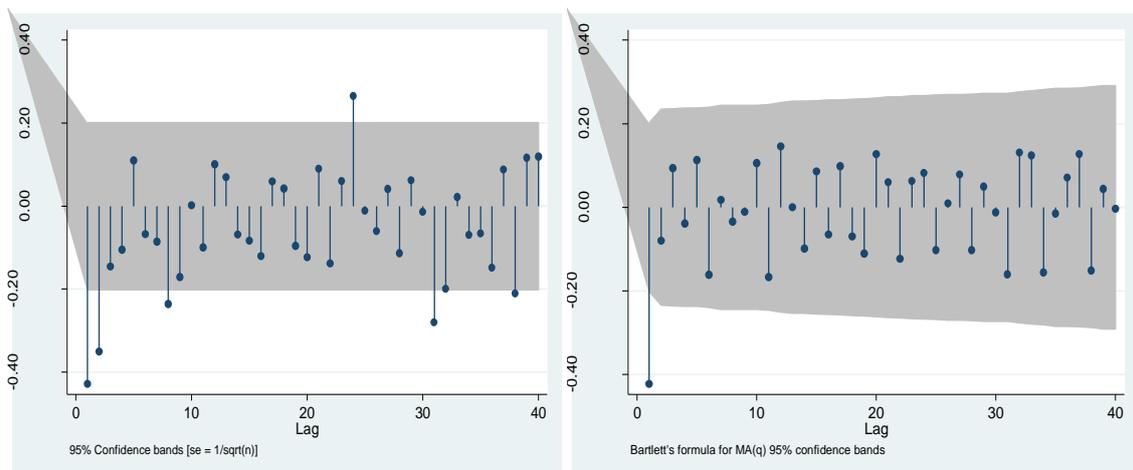


Figura 9: Funções de Autocorrelação e Autocorreção Parciais da Série de IANF em Juazeiro do Norte.

Fonte: elaboração própria com base nos dados da CAGECE (2014).

A escolha do modelo deve ser parcimoniosa, ou seja, deve-se $\min \{p, q\}$, isto é, deve-se utilizar o menor conjunto de parâmetros possível para o ajustamento do modelo selecionado. Os parâmetros p e q representam o número de parâmetros relativos aos comprimentos de defasagem em que se observam valores significativos das autocorrelações e que correspondem a particularidades do sistema de geração das séries que devem ser explicadas pelo modelo (pois correspondem a um padrão de geração). O processo gerador dos dados da série é dito aleatório linear se o modelo ajustado Y_t pode ser descrito como uma combinação linear de valores defasados de Y_t e ϵ_t .

Após a estimação de diversos modelos foram selecionados os modelos que são apresentados na Tabela 4. De acordo com os critérios de AIC (Akaike Information Criterion) e BIC (Bayesian information criterion) o modelo mais apropriado para a previsão do IANF é o modelo AR(1 2) MA (1) pois apresenta os menores valores do AIC e BIC e os coeficientes são significantes.

Tabela 4: Características dos Modelos Propostos.

| ARMA | AR(1) | AR(1 2) | MA(6) | Ar(1 2) MA(6) | AR(1 2) MA (1) |
|-------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| L.ar | -0.444*** (-6.07) | -0.604*** (-5.39) | | -0.169 (-0.83) | -0.638*** (-5.21) |
| L2.ar | | -0.362*** (-4.96) | | -0.154 (-1.20) | -0.425*** (-5.29) |
| L6.ma | | | -0.148 (-1.14) | | -0.261 (-1.70) |
| L.ma | | | | -0.506** (-2.85) | |
| Sigma | | | | | |
| _cons | 0.235*** (23.05) | 0.221*** (21.13) | 0.258*** (21.91) | 0.217*** (20.38) | 0.214*** (20.17) |
| N | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| AIC | 0.905 | -9.076 | 18.43 | -9.679 | -12.47 |
| BIC | 8.566 | 1.140 | 26.09 | 3.090 | 0.297 |

Fonte: elaboração própria com base nos dados da CAGECE (2014).

Nota: t statistics in parentheses * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

Um teste posterior à escolha do modelo para verificar a adequação do modelo selecionado é o teste de Portmanteuu. Com os valores gerados pelo modelo, obtêm-se os resíduos. Se o ajuste feito pelo modelo à série em questão for adequado, a série dos resíduos gerados é um ruído branco. Conforme pode ser visto no Quadro 2, de fato, o modelo é adequado. Não se rejeita a hipótese nula de que os resíduos são ruído brancos.

Quadro 2: Teste de Portmanteuu de Ajuste do Modelo selecionado Portmanteau test for white noise

Portmanteau (Q) statistic = 44.5907
Prob > chi2(40) = 0.2848

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE (2014).

Nota: Ho: H0 = no serial correlation, if we reject it, then the errors are correlated and not white-noise.

Pelo resultado do teste de Portmanteuu não se rejeita H0. Os erros são ruídos brancos. Assim, tem-se que o modelo selecionado é adequado.

Outra forma de testar se o modelo ajustado é adequado é analisar novamente a FAC e FACP após a estimação do modelo selecionado. Assim, analisando a Figura 10 observa-se, que, de fato, o modelo atende as exigências da metodologia, haja vista que os resíduos estão dentro do intervalo de confiança.

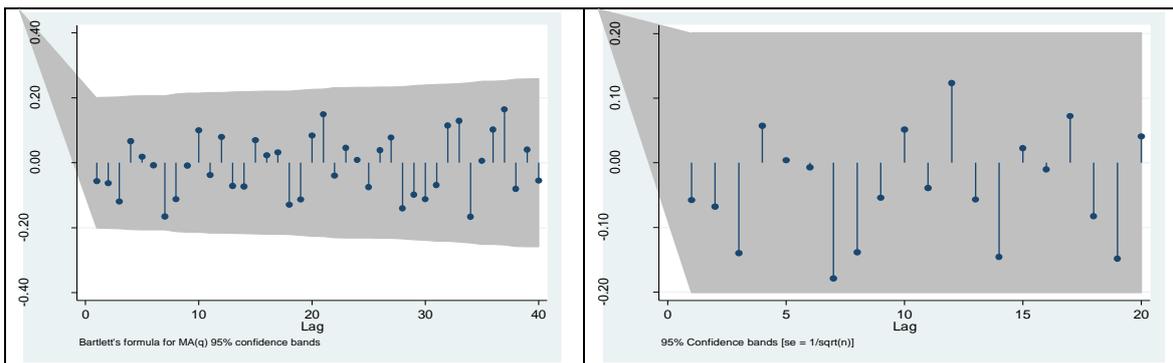


Figura 10: FAC e FACP após a estimação do modelo.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE (2014).

Uma vez identificado o modelo, segue-se para a etapa seguinte da metodologia de Box-Jenkins que é a previsão de acordo com o modelo selecionado. Em princípio, foi feita a previsão *ex-ant*. Conforme a Figura 11 percebe-se que o modelo selecionado é adequado para a série, pois, a previsão é bem próxima da série original indicando um bom ajuste.

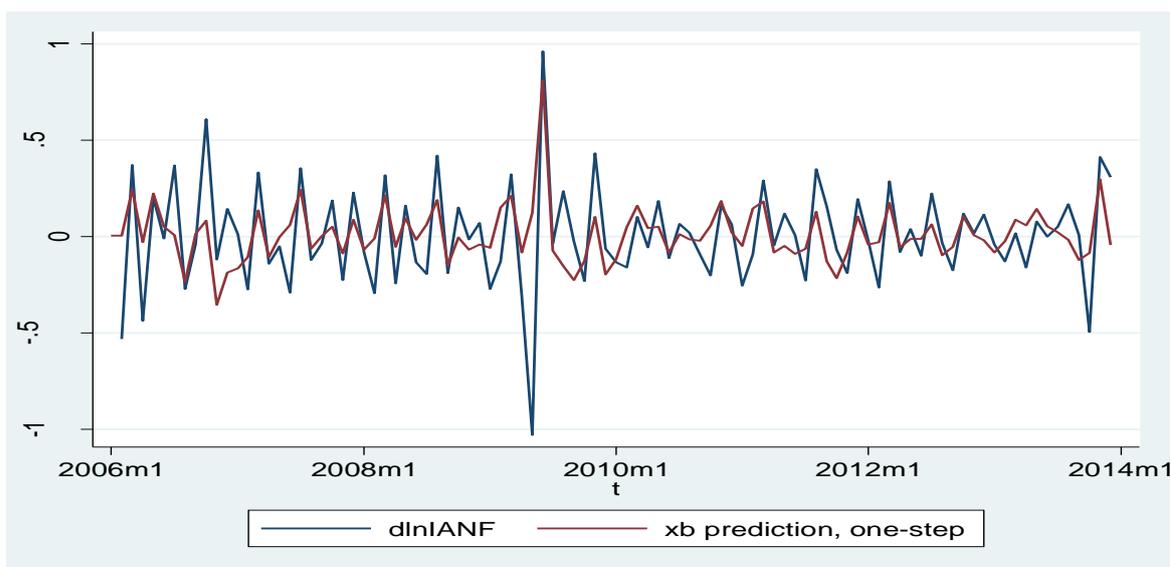


Figura 11: Previsão *ex ant* com o modelo AR (1 2) MA (1) para o IANF em Juazeiro do Norte.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CAGECE (2014).

Em seguida, partiu-se para a previsão *ex post*. Conforme se vê na Figura 12 a previsão para período posterior aos dados é bem ajustada corroborando com a previsão *ex-ant* de que o modelo selecionado é bem adequado aos dados.

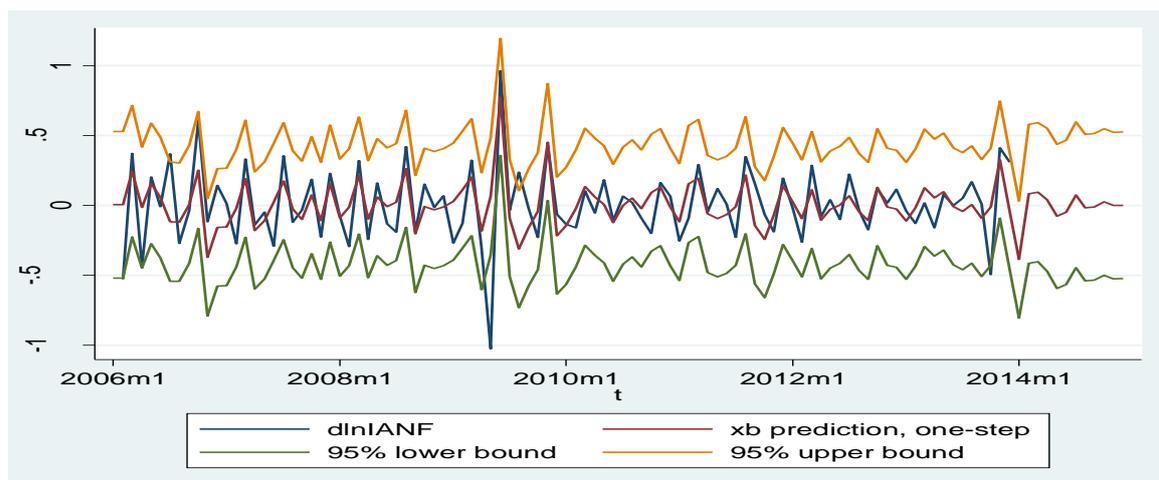


Figura 12: Previsão ex post com os intervalos de confiança com o modelo AR (1 2) MA (1) para o IANF em Juazeiro do Norte.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da CAGECE.

4.2 Estimação da Perda de Bem Estar Social com o Desperdício de Água em Juazeiro do Norte

Como já apresentado anteriormente, o bem público e a presença de monopólio pode não permitir a eficiência no sentido de Pareto. Ou seja, o uso além da quantidade ótima por parte dos agentes envolvidos pode gerar ineficiência do ponto de vista social. Por outro lado, o preço cobrado pelo monopolista também pode gerar ineficiência. Daí a necessidade de regulação por parte do governo. O bem aqui em foco é a utilização da água tratada fornecida por uma empresa que atua como monopolista através de concessão pública. No entanto, a análise se dá através da estimação da perda de bem estar social, por intermédio do desperdício de água tratada pela CAGECE em Juazeiro do Norte.

Anteriormente, foi discutido que este desperdício tem várias fontes, tais como, ligações clandestinas, vazamentos pela tubulação, entre outros. Assim, a perda de bem estar será calculada com base no IANF, uma vez que a empresa internaliza os custos do desperdício e repassa para os consumidores. Ou seja, os consumidores que recebem água da referida empresa acabam por bancarem, nos preços cobrados, o custo do desperdício. Desta forma, caso não houvesse desperdício, uma vez que a empresa é regulada por agência reguladora que tenta minimizar o efeito do monopólio no momento da estimação do preço cobrado, parte significativa da redução dos custos da empresa com o fim dos desperdícios seria repassada para os consumidores na forma de menores preços o que permitiria que elevasse a renda líquida destes elevando o seu bem estar. Aqui será levado a efeito que todo o custo com o desperdício seria repassado para os consumidores através da redução no preço da água fornecida.

De acordo com a seção anterior observou-se que em Juazeiro do Norte o padrão de desperdício está dentro dos padrões para o Nordeste brasileiro e abaixo dos padrões da região Norte, como pode ser visto na figura 13.

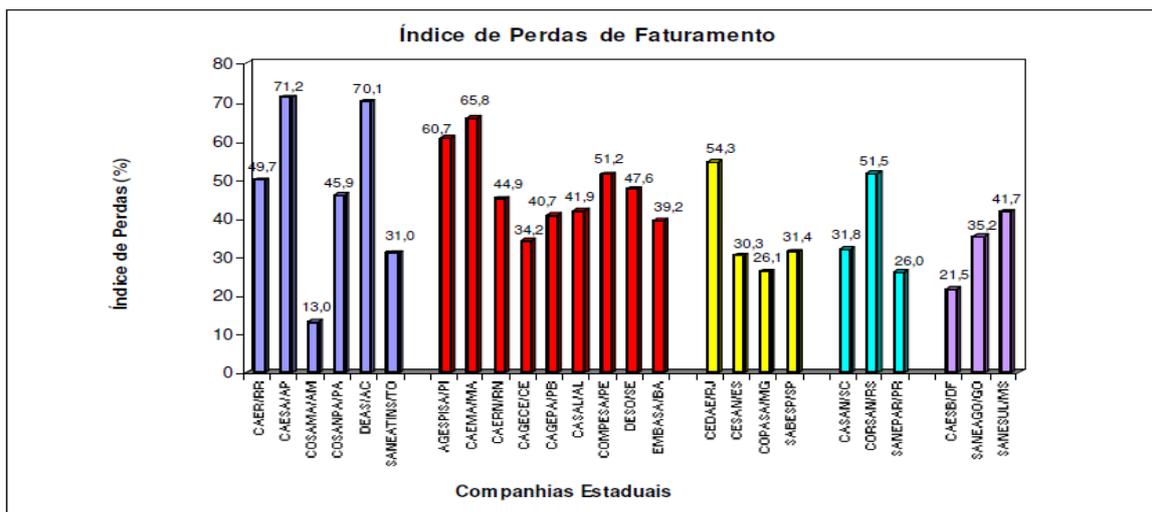


Figura 13: Índice de perdas de faturamento para as concessionárias de água e esgoto para o ano de 2000. Fonte: Elaborado por Neto (2003) a partir de SINS (2000).

Observa-se que para a CAGECE, os padrões de desperdícios são bastante similares ao que vêm ocorrendo em Juazeiro do Norte no período Analisado. Ainda pela Figura 13, tem-se que na região Norte estes desperdícios chegam a ultrapassar 70%.

A estimação da perda de bem-estar foi feita com base nos dados de preços apenas para o ano de 2014 que foram os dados de valores de tarifas cobradas pela CAGECE em Juazeiro do Norte de acordo com o tipo de consumidor e as faixas de consumo fornecidos pela empresa. Uma vez que estes preços fazem parte dos preços administrados, isto é, regulados pelo governo estadual que autoriza os reajustes anuais, parte-se da hipótese que estes preços estejam atualizados. Para previsões futuras da perda de bem estar foram utilizadas as previsões de acordo com o modelo estimado e considerando estes preços fornecidos pela empresa. Assim, tem-se que os valores futuros estão em Reais de 2014.

Para se chegar a estimativa de valores consumidos de água e os valores desperdiçados por domicílio foram utilizados alguns procedimentos. Por exemplo, para o consumo per capita em litros por dia adotou-se os parâmetros propostos por Querido (2000), que podem ser vistos na Tabela 5.

Tabela 5: Consumo de água de acordo com a classe Social

| Classe social | Percentual na População (%) | Consumo pcp (l/dia) |
|---------------|-----------------------------|---------------------|
| A | 2,6 | 218 |
| B | 13,6 | 217 |
| C | 20,2 | 153 |
| D | 26,8 | 133 |
| E | 36,8 | 126 |

Fonte: Elaborado de acordo com Querido (2000).

Multiplicou-se a população urbana pelo percentual da população com água encanada em Juazeiro do Norte de acordo com dados do PNUD (2013) obtendo-se um total de 217.628 habitantes. Daí distribuiu-se essa população de acordo com as classes sociais conforme a tabela 5. Em seguida multiplicou-se a quantidade de habitantes pelo consumo diário e por 30 dias e obteve-se o consumo mensal em litros. Dividindo-se este valor por mil tem-se o volume de água consumida por classe social em m³. Este procedimento teve alta aderência, haja vista que a soma total correspondeu a 98,5% do volume médio mensal

faturado pela CAGECE em Juazeiro do Norte. Assim, fez-se o ajuste do volume real distribuído proporcionalmente às classes sociais. Segundo o IPECE (2015) há em Juazeiro do Norte 66.731 domicílios urbanos. Manteve-se o mesmo padrão de distribuição conforme a tabela 5 para chegar as estimativas de consumo mensal de água em m³ por domicílio. Assim, chegou-se aos valores conforme a tabela 6.

Tabela 6: Consumo mensal e tarifa média por classe social em Juazeiro do Norte

| Classe social | Volume de água Ajustado (m ³) | Número de Domicílios | Consumo Mensal (m ³) | Tarifa média/ (m ³) em R\$ |
|---------------|---|----------------------|----------------------------------|--|
| A | 36.472,59 | 1.735 | 21,02 | 32,45 |
| B | 189.904,55 | 9.075 | 20,93 | 29,24 |
| C | 198.874,70 | 13.480 | 14,75 | 12,69 |
| D | 229.362,90 | 17.884 | 12,83 | 7,82 |
| E | 298.369,96 | 24.557 | 12,15 | 6,20 |
| Total | 952.984,70 | 66.731 | | |

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE (2014) e IPECE (2015).

Com esses dados e considerando que a razão IANF/Faturado é de 0,482, tem-se a estimativa de perda de bem estar para 2014 e, utilizando-se a previsão do modelo ajustado na seção anterior, obteve-se a projeção desta perda para o ano de 2015 como pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7: Estimativa da perda de Bem estar por Classe social em Juazeiro do Norte em virtude do desperdício de Água

| Classe social | Valor Faturado (R\$) (A) | IANF/Faturado (B) | Perda de Bem Estar (R\$) (AxB) 2014 | Perda de Bem Estar (R\$) 2015 |
|---------------|--------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| A | 1.183.535,46 | 0,482 | 570.464,09 | 576.274,73 |
| B | 5.552.809,11 | 0,482 | 2.676.453,99 | 2703.715,83 |
| C | 2.523.719,92 | 0,482 | 1.216.433,00 | 1.228.823,35 |
| D | 1.793.617,87 | 0,482 | 864.523,81 | 873.329,68 |
| E | 1.849.893,76 | 0,482 | 891.648,79 | 900.730,95 |
| Total | 12.903.576,11 | 0,482 | 6.219.523,69 | 6.282.874,55 |

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da CAGECE (2014) e IPECE (2015).

Assim, a perda de bem estar social estimada com o desperdício de água em Juazeiro do Norte é de R\$ 6,2 milhões. A Tabela 7 traz a estimativa desta perda de bem estar por classe social.

Como foi dito anteriormente, esta seria a estimativa considerando que todo o valor que seria economizado com os desperdícios fosse repassado para os consumidores na forma de redução do preço das tarifas. Obviamente, que por se tratar de empresa monopolista ainda que regulada por agência pública, parte deste montante seria apropriado pela empresa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ameaça da falta de água em níveis que possam inviabilizar a existência humana não é exagero. Os efeitos do desperdício nas águas potáveis distribuídas já são evidentes em varias partes do mundo. A escassez de água é uma realidade efetiva em muitas cidades

e metrópoles de países em desenvolvimento, que padecem de forma crônica ou sazonal de déficits significativos no abastecimento de água potável.

O desperdício de água potável precisa ser evitado o máximo possível para que se possa afastar o fantasma da escassez. Para isso, as distribuidoras de água precisam buscar a otimização das suas redes de distribuição, principalmente, em se tratando de detectar vazamentos e definir políticas de medição de água. Pois, a água é um recurso natural indispensável à existência da vida, decisivo para o progresso econômico e social e essencial para o bem-estar humano, por isso não se pode colocá-lo em risco.

De acordo com os dados da pesquisa, mesmo sendo uma empresa bem conceituada, eleita destaque nacional por apresentar índices de produtividade elevados, menor tarifa em serviço por metro cúbico faturado, produção mais barata e menor índice de perda da Região Nordeste, receber vários prêmios e ser reconhecida nacionalmente como uma das melhores prestadoras de serviço público do país em inovação e qualidade, como toda empresa monopolista, a CAGECE ainda deixa a desejar no quesito eficiência econômica. E isso atinge diretamente o bem-estar social dos consumidores.

Segundo os dados fornecidos pela própria CAGECE, dos 952.912,5 m³ de água (média mensal) que são distribuídos na cidade de Juazeiro do Norte, aproximadamente 32,4% são desperdiçados no caminho percorrido entre as estações de tratamento e os hidrômetros dos consumidores finais. As externalidades geradas com o desperdício de água são internalizadas nos preços e repassadas para os consumidores que acabam pagando mais do que consomem.

Utilizando-se a análise de Série Temporal, por meio da modelagem de Box-Jenkins, num processo criterioso, que compreende todas as etapas necessárias desde a transformação dos dados e identificação do modelo, a estimação dos parâmetros e verificação se o modelo é ou não adequado até chegar à previsão, constatou-se que os consumidores de água em Juazeiro do Norte estão perdendo bem-estar social em função do desperdício proporcionado pela distribuidora CAGECE.

A julgar pelos resultados obtidos, a perda de bem-estar social da comunidade de Juazeiro do Norte ocasionada pelo desperdício de água é bastante significativa. As classes mais afetadas pelo desperdício de água em Juazeiro do Norte em 2014 são as classes “C” e “D” que perderam respectivamente R\$ 2.676.453,99 e R\$ 1.216.433,00.

O valor total da perda de bem-estar social da população de Juazeiro do Norte em 2014 foi de R\$ 6.219.523,69. Valor esse, que se fosse repassado, ainda que parcialmente, aos consumidores poderia ser convertido em benefícios que poderiam fazer muita diferença, principalmente para a classe mais pobre daquela população. A estimativa é que essa perda cresça ainda mais em 2015, chegando a atingir quase R\$ 6,3 milhões.

Num mundo em que tanto se tem falado de uso consciente dos recursos naturais, sustentabilidade, e em que a escassez de água já é uma realidade efetiva para tantas cidades e metrópoles, o caso do desperdício de água precisa de maior atenção, não só por parte da CAGECE e das demais distribuidoras de água, mas pelas autoridades competentes e por toda a população. Pois, o que é desperdiçado hoje, além de atingir o bolso do consumidor, poderá vir a faltar amanhã.

Por essa razão, faz-se necessário que os governantes adotem medidas preventivas no combate ao desperdício de água. Uma providência cabível seria investir mais em campanhas de conscientização que ajudasse a população a tomar conhecimento da magnitude que tem o problema de escassez de água potável no mundo. Pois, infelizmente nem todos têm conhecimento do problema e, muitos ainda acham que a escassez de água, em níveis que possam inviabilizar a existência humana, é exagero. Outra medida a ser considerada, seria uma maior fiscalização, também por parte do governo, das distribuidoras

de água. A adesão de Taxas de juros diferenciadas nos empréstimos para as empresas com menor índice de desperdício poderiam tornar as distribuidoras mais eficientes.

As distribuidoras de água, por sua vez, poderiam melhorar as redes de distribuição que em média, no Brasil, estão além da sua vida útil. Para tanto, o investimento em novas tecnologias seria indispensável. A detecção de vazamento com hastes de escuta capazes de detectar até os vazamentos mais ocultos, tecnologia desenvolvida na Alemanha, poderia ser de grande utilidade nessa jornada. Essa técnica já se mostrou muito eficaz em muitas cidades e metrópoles dos países desenvolvidos, pois além de detectar os vazamentos ocultos ajuda na identificação de ligações clandestinas.

Por fim, cada indivíduo pode fazer sua parte. Pequenas atitudes como manter a torneira e o chuveiro fechados enquanto escova os dentes e se ensaboa no banho, lavar as calçadas com balde ao invés da mangueira, utilizar a máquina de lavar louças ou roupas apenas quando estiver com a capacidade máxima etc. pode fazer a diferença. Se essas três instâncias – o governo, as distribuidoras e a população – agissem em conjunto, as chances de êxito seriam maiores e todos sairiam ganhando. Replicar esse trabalho, com dados de outras empresas concessionárias na região e outros municípios do estado, trará uma visão maior dessa problemática em nível regional e estadual e poderá ajudar na resolução do problema.

REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle, in Petrov, B. & Csaki, F. (eds). Second International Symposium on Information Theory, 267-281. 1973.

ATLAS PERFIL DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013.**

BAUM, C. VAR, SVAR and VECM models. **EC 823: Applied Econometrics.** Boston College, Spring 2013.

BILAS, Richard A. **Teoria Microeconômica: uma análise gráfica**/Richard A. Bilas; [Tradução de Paulo Neuhaus e Hélio Oliveira Portocarrero de Castro: revisão técnica de L. A. Madeira Coimbra]. – 12ª ed. – Rio de Janeiro: Forense universitária, 1991.

DICKEY, P.A.; FULLER, W.A. Distribution of estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 74, pp. 427-431, 1979.

CAGECE, Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Unidade Juazeiro do Norte. 26 de maio de 2014.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Gestão no Campo 2014. Site Eletrônico Permanente.** Disponível em: <<http://www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/o-desperdicio-da-agua/>> Acessado em: 12 de setembro de 2014.

GOMES, Francisco Carlos. **Os Modelos ARIMA e a Abordagem de Box-Jenkins: Uma Aplicação na Previsão do IBOVESPA a Curtíssimo Prazo.** Revista de Administração de Empresas: Paulo, Abr./Jun. 1989.

GRANGER, C. W. J.; NEWBOLD, P. **Forecasting economic time series.** Academic Press, New York, 1977.

GuiaJUANORTE. **Site Eletrônico Permanente.** Disponível em: <<http://www.juanorte.com.br/guialocalizacao.html>> Acesso em: 15 de junho de 2014.

IBGE CIDADES. **Site Eletrônico Permanente.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=230730&search=ceara|juazeiro-do-norte|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em: 11 de outubro de 2014.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal.** Disponível em:

<http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/index_perfil_basico.htm>. Acesso em: 10 de março de 2015.

LOPES, Artur C. B. da Silva. **Modelização Univariada de Séries Temporais: uma Introdução**. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/780/1/tapocap4.pdf>> Acesso em: 05 de junho de 2014.

LOPES, Cícero Roberto Martins *et al.* **As Águas Subterrâneas para o Abastecimento Público de Juazeiro do Norte, Região do Cariri, Ceará – Brasil**. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22855>> Acesso em: 04 de junho de 2014.

MARTINS, G. N.; JUSTO, W. R. **Previsão pelo Serviço de Fornecimento de Água no Semiárido Brasileiro: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins**. R. Pol. Públ., São Luís, v. 18, n. 2, p. 631-646, jul./dez. 2014.

Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério da Educação (MEC); Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC). **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. Brasília, 2005.

MORRETIN, P. A. E TOLOI, C. M. **Análise de Séries Temporais**. Ed Edgard Blucher. São Paulo, 2006.

NETTO, M.A.C. **A Previsão Com Metodologia de Box-Jenkins**. IE:UFRJ, 2015.

NETO, M. F. L. **Avaliação de parâmetros intervenientes no consumo *per capita* de água: estudo para 96 municípios do estado de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte: UFMG, 2003, 146p.

ONU (a). **Rio + 20 o Futuro que Queremos**. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/temas-agua/>>. Acesso em: 6 de junho de 2014.

ONU (b). **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf> Acesso em: 01 de junho de 2014.

PEIXINHO, Frederico Cláudio. **Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos**, 2010.

PEIXOTO FILHO, Aser Cortines; BONDAROVSKY, Sandra Helena. **Água, Bem Econômico e de Domínio Público**. Brasília, 2000.

PEREIRA, Adriana Camargo; SIVA, Gibson Zucca; CARBONARI, Maria Elisa Ehrhardt. **Sustentabilidade, Responsabilidade Social e Meio Ambiente**. São Paulo: Saraiva, 2012.

PORTAL CAGECE. **Site Eletrônico Permanente**. Disponível em: <<http://www.cagece.com.br/>> Acesso em: 12 de maio de 2014.

PINDYCK, R.; RUBINFELD, D. **Microeconomia**. 8ª Edição. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

QUERIDO, J.G. Caracterização da Cota per capita de Consumo de Água de Abastecimento Público em Função da Classe Social Consumidora. Porto Seguro. In: **Anais do IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Porto Seguro: ABES, 2000.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez**. Bahia Análises e Dados, 2003. Disponível em: <<file:///F:/abundabras%20-%20desperdicio%20-%20agua.pdf>> Acesso em: 13 de setembro de 2014.

SANTANA, L. V. R.; RUSSO, S.L.; FIGUEROA, M.L. Aplicação da Metodologia Box-Jenkins na Previsão da Produção da Cana-de-Açúcar. In: **Anais do Congresso de Matemática Aplicada e Computacional (CMAC)**. Natal, 2012.

SANTILLI, Juliana. **Aspectos Jurídicos da Política Nacional de Recursos Hídricos**. 2000.

SANTOS, Juliana; LOIOLA, Rita. **A Falta de Água em São Paulo Tem Solução?** Disponível em: < <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/a-falta-de-agua-em-sao-paulo-tem-solucao>>. Acesso em: 7 de junho de 2014.

SCHWARZ, G. Estimating the Dimensions of a Model, **Annals of Statistics**, **6**, 444-464, 1978.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS – **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 1999**. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, v. 5, 2000.

SILVA, Carla Maria Salgado Vidal *et al.* **A Qualidade das Águas Subterrâneas Usadas no Abastecimento do Município do Juazeiro do Norte**. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23304/15398Ac>> Acesso em: 02 de junho de 2014.

SILVA, L. M. C. da; MONTEIRO, R. A.. **Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos: uma das possíveis abordagens**. 2010.

TOSTO, S. G.; PAIVA SOBRINHO, R.; PEREIRA, L. C.; MARQUES, J. F.; ROMEIRO, A. R.; ANDRADE, D. C. **Sustentabilidade Ambiental do Uso das Terras no Município de Araras, SP**. São Paulo, 2009.

VARGAS, Marcelo Coutinho. **O Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos como Problema Socioambiental**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X1999000200009> Acessado em: 15 de setembro de 2014.

VARIAN, Hal R., **Microeconomia: uma abordagem moderna**. 8ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

YAFFEE, R.A. Forecast evaluation with Stata. **United Kingdom Stata Users Group Conference London School of Hygiene and Tropical Medicine**, 2010

YASSUDA, Eduardo Riomey. **Gestão de Recursos Hídricos: fundamentos e aspectos institucionais**. Revista de Administração Pública: Rio de Janeiro, Abr./Jun. 1993.