

ESTUDO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL DE UM MUNICÍPIO DO OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Mara Lúcia Grando¹

Ricardo Do Prado²

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo estudar a empresa responsável pelo abastecimento de água potável de um município localizado na região oeste do Estado de Santa Catarina. Através da previsão de demanda baseada nos dados históricos de consumo dos últimos 48 meses pretende-se prever o consumo para o próximo período de 12 meses. Para que assim possa ser solucionado o problema de falta de água potável que vem ocorrendo em períodos de estiagem nos últimos anos. O método de previsão aplicado na pesquisa foi o de regressão linear de séries temporais, pois foi o que mais se adequou ao estudo. Assim com a aplicação do método obteve-se a previsão de consumo, dados estes que podem complementar possíveis ações para sanar este problema social.

Palavras-Chave: Previsão de demanda, abastecimento de água, falta de água.

1 INTRODUÇÃO

Para qualquer empresa é importante um planejamento adequado, para que o produto ou serviço seja disponibilizado ao cliente de forma eficiente, ou seja, entregue no prazo e com as especificações requisitadas pelo pedinte. Assim todas as empresas devem ter conhecimento de quanto e quando comprar de matéria-prima ou materiais, e contratar colaboradores para conseguir produzir com eficácia. Com o abastecimento de água, o controle e planejamento são essenciais para um bom funcionamento do mesmo.

Na região oeste de Santa Catarina, há um grande problema no abastecimento de água, onde o clima é uns dos principais fatores causais, pois em períodos de estiagem acaba comprometendo o volume de água de seus principais reservatórios. Assim, deixando centenas de famílias sem um dos recursos naturais primordiais que o ser humano necessita.

Assim, prever o consumo de água do município em questão para os próximos 12 meses pode nortear e alertar a concessionária responsável pelo abastecimento de água a tomar iniciativas e ações possam ser providenciadas, evitando com que a população fique em água.

¹ Docente da graduação e pós-graduação da UCEFF Faculdades. E-mail: maralucia35@gmail.com.

² Acadêmico da Engenharia da Produção UCEFF Faculdades. E-mail: ricardo.doprado@yahoo.com.br.

Este estudo de previsão de demanda busca prever o consumo de água potável em uma cidade do Oeste de Santa Catarina, analisando dentre as diversas técnicas de previsão a que mais se adequa ao estudo. Posteriormente através dos dados históricos retroativos dos últimos quatro anos, realiza-se a previsão para o próximo ano futuro, dando uma noção de quanto será o volume de água a ser consumido no município, e consequentemente precaver a concessionária responsável pelo serviço para que não ocorra mais a falta de água.

2 PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão de demanda “é o processo sistemático e racional de conjecturar acerca das possíveis vendas futuras dos produtos ou serviços da empresa” (RUSSOMANO, 2000, pág. 127). O fato da demanda oscilar em determinados produtos ou serviços não é satisfatório, mas ter conhecimento da taxa de variação é essencial para o planejamento do negócio (SLACK, 2009, pg. 171).

Segundo Corrêa (2011) é importante que as empresas saibam usufruir de todas as ferramentas possíveis para que obtenham a demanda futura de forma antecipada. Isso pode envolver a utilização de dados históricos de vendas, assim como informações relevantes sobre o comportamento no passado, isso também inclui fatores internos, como promoções, e posteriormente os externos, como as condições econômicas e climáticas.

De acordo Jacobs (2009) o objetivo da previsão de demanda é controlar e ordenar as origens da demanda para que as ferramentas utilizadas no processo sejam capazes de entregar o produto dentro do prazo. Ainda explana que há duas origens básicas de demanda, a dependente, que ocorre quando o produto ou serviço depende de outros fornecedores, e a independente, que classifica-se por a demanda não poder ser obtida de outros produtos.

2.1 Métodos de previsão de demanda

Os métodos podem ser utilizados em qualquer eventualidade, mas depende de alguns fatores como a disponibilidade de dados, tempo e recursos, e o horizonte de previsão. O primeiro geralmente envolve dados matemáticos, exigindo um vasto volume de dados conciliando com profissionais com conhecimentos do método. No segundo pode variar de acordo com o período de previsão, há métodos que atendem melhor a períodos mais curtos, e outros que aplicados às unidades de tempo maiores rendem melhores resultados (MOREIRA,

2011, pg. 294). “Os métodos ou modelos de previsão podem ser qualitativos ou quantitativos, por natureza” (GAITHER, FRAZIER, 2012, pág. 54).

2.1.1 Método qualitativo

Neste método Araujo (2009) aborda que os dados históricos de venda da empresa nem sempre estão disponíveis para se desenvolver o planejamento ou até mesmo no lançamento de um novo produto. As previsões de demanda podem se basear de modo intuitivo, no conhecimento e experiência dos gestores, consumidores e fornecedores da empresa ou até mesmo em uma pesquisa de mercado.

Segundo Moreira (2011), os métodos qualitativos são embasados na experiência e conhecimento, e na avaliação das pessoas para com os eventos futuros de sua importância. Assim o uso da avaliação dos dados não se resume apenas a demanda, mas podendo auxiliar no comércio exterior, tecnologia, economia, tendência de novos produtos e política. Existem algumas técnicas e ferramentas de abordagem mais usuais para se obter a previsão através do método qualitativo.

2.1.1.1 Delphi

Uma delas é o *Delphi*, este método delimita as pessoas a se influenciarem umas às outras. Geralmente é feito através de formulários de perguntas e respostas que é enviado por cartas ou *e-mail* aos especialistas. As respostas são avaliadas e remetidas de forma anônima a todos os membros, assim cada membro mantém a sua opinião. O processo é refeito várias vezes consecutivamente, até que um senso comum seja identificado, as dificuldades nesta técnica estão ligadas ao questionário adequado e a seleção de pessoas (SLACK, 2009, pg. 176).

2.1.1.2 Consenso do comitê executivo

Neste método os executivos com conhecimento e capacidade de tomar decisões formam um comitê com membros de diversos setores da organização, a fim de desenvolver uma previsão de vendas. Assim analisam os dados obtidos e conciliam com os seus conhecimentos, essas ações formam uma previsão de compromisso, não demonstrando as tendências caso estivessem sido feitas por uma única pessoa (GAITHER, FRAZIER, 2012,

pg. 57).

2.1.1.3 Planejamento de cenário

Neste modelo trabalha-se com situações de imprecisão, usualmente é aplicado em longo prazo e com auxílio de um painel de dados. Assim os membros do cenário são requisitados a imaginar uma série de cenários futuros, em cada um deles são debatidos os riscos do planejamento. Ao contrário do modelo *delphi*, no planejamento de cenário não restringe chegar a um senso comum, apenas a decidir pelo cenário mais pretendido através de ações de planejamento (SLACK, 2009, pg. 176).

2.1.2 Método quantitativo

No método quantitativo, segundo Gaither, Frazier (2012) são utilizados modelos matemáticos baseados em dados históricos de vendas (séries temporais), que podem ser relevantes para efetuar uma previsão de demanda. Este método ainda pode ser dividido em outros modelos quantitativos, tais como, regressão linear, média móvel, média ponderada móvel, exponencial móvel e exponencial móvel com tendência.

2.1.2.1 Regressão linear simples ou múltipla

Neste modelo, que usa o chamado método dos mínimos quadrados para identificar a relação entre variáveis, sendo elas dependentes e independentes, contidas em um conjunto de observações históricas. A diferença entre a regressão linear simples e a múltipla, é que na simples existe apenas uma variável independente, quando na múltipla a mais de uma variável deste tipo (GAITHER, FRAZIER, 2012, pág. 58).

2.1.2.2 Média móvel

A média móvel baseia-se na demanda real de períodos anteriores, podendo ser dias, semanas e meses, então se calcula a média entre esses períodos que por consequência se considera a demanda futura. Este método é mais utilizado para previsões de curto prazo

(SLACK, 2009, pg. 177).

2.1.2.3 Média móvel ponderada

A semelhança entre este método e o anterior, é que os períodos recebem pesos diferentes, assim os períodos anteriores mais recentes recebem um peso maior. Por exemplo, se pretende obter a demanda dos últimos 3 períodos, o mais distante receberia um peso 0,1; em seguida 0,2 e o último período seria 0,3 (MOREIRA, 2011, pg. 312).

2.1.2.4 Média móvel exponencial

Este método é mais aprimorado que os anteriores, onde calcula-se a demanda para o próximo período considerando a demanda real do período atual e a previsão realizada antes para o período atual, aderindo uma constante de suavização (SLACK, 2009, pg. 178).

2.1.2.5 Média Móvel Exponencial com Tendência

Também conhecido como suavização exponencial dupla, ele é semelhante ao método anterior, porém utilizam-se duas constantes de amortecimento. Outra particularidade é que o cálculo é aplicado sobre a média móvel exponencial (GAITHER, FRAZIER, 2012, pág. 58).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada foi realizada com base em uma pesquisa bibliográfica sobre previsão de demanda e técnicas de previsão, baseada nos seguintes autores: Marco Antonio de Araujo, Henrique Luiz Corrêa, Norman Gaither, Greg Frazier, F. Roberto Jacobs, Daniel Augusto Moreira, Victor Henrique Russomano, Nigel Slack e Stuart Chambers.

Em seguida foram coletados os dados, cedido pelo setor gerência operacional da concessionária responsável pela captação, tratamento e distribuição de água na cidade de foco do estudo.

Analisando os dados obtidos, observou-se um crescimento no consumo de água, juntamente com uma oscilação no consumo mensal, podendo variar para mais ou para menos. Assim através do modelo de análise de regressão linear de séries temporais (GAITHER, FRAZIER, 2012), foi desenvolvido o estudo e encontrado os valores mensais de consumo de água para o próximo período de 12 meses.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterizações do processo produtivo da empresa

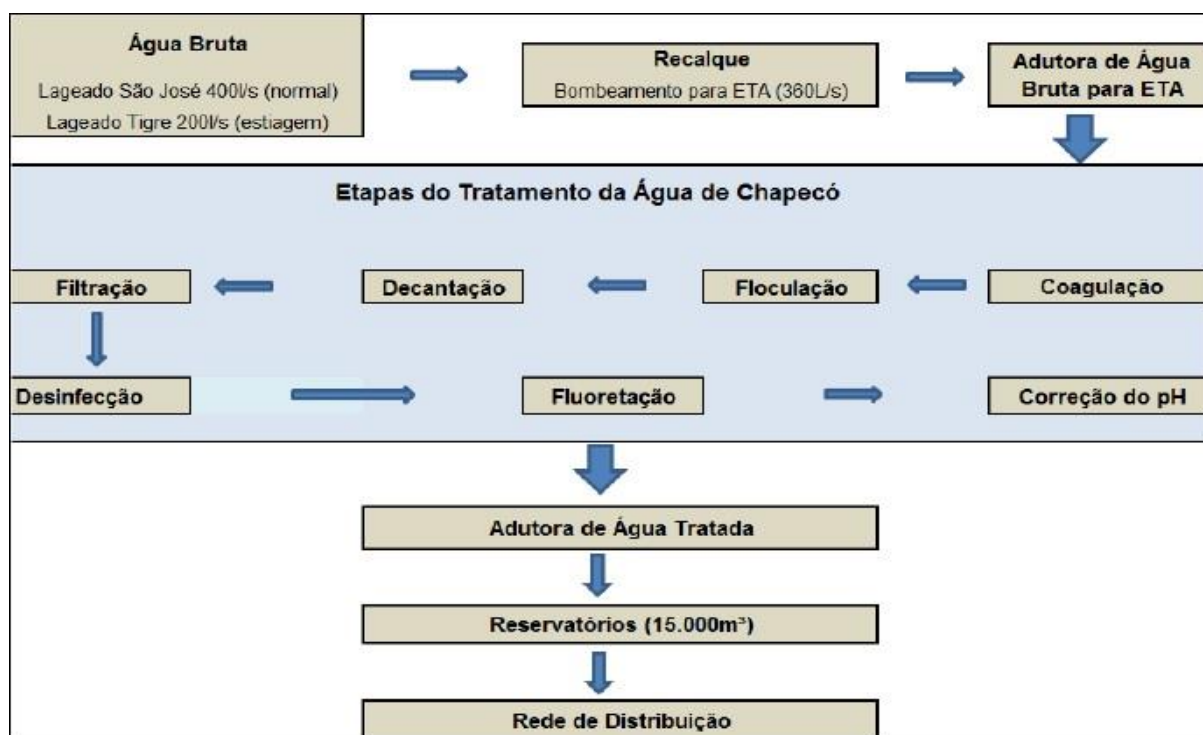
A concessionária responsável pelo serviço foco do estudo foi criada em 1970 e que tem como missão fornecer água tratada, coletar e tratar esgotos sanitários, promovendo saúde, conforto, qualidade de vida e desenvolvimento sustentável. A empresa atua por meio de convênios de concessão firmados com as prefeituras municipais, atualmente os serviços prestados cobrem quase todo o Estado de Santa Catarina. Com uma de suas sedes regionais na cidade foco do estudo.

O sistema de tratamento de água, atualmente pode variar entre 400 a 450 L/s (litros por segundo), segundo informações de técnicos da empresa. O reservatório da barragem Engenho Braun situado no Lageado São José, tem capacidade de suprir em períodos normais, a demanda média municipal de 400 L/s e em períodos de estiagem diminui sua capacidade fornecendo cerca de 200 L/s.

Nos períodos de estiagem ocorridos no verão, o reservatório Santa Terezinha situada no Lajeado Tigre, passa a ser utilizado fornecendo 200 L/s sendo necessários para atender a demanda municipal.

Após a etapa de captação da água ocorre o tratamento da mesma, que é realizado na Estação de Tratamento de Água (ETA), visando a potabilização para posterior distribuição à população, como pode ser visualizado através da figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de tratamento da água



Fonte: Prefeitura Municipal de Chapecó (2013).

4.2 Processos de planejamento e controle de produção

O planejamento e controle de produção neste estudo são delicados, pois se trata de um recurso natural, que para a manutenção do estoque de matéria prima precisa-se de uma boa gestão ambiental e principalmente de uma responsabilidade social por parte da empresa e uma boa conscientização da população, que são os principais beneficiários deste processo. Ainda tem outro fator primordial que o clima, onde em épocas de estiagem pode comprometer o nível dos reservatórios, e por sua vez prejudicando todo o sistema.

O estoque de matéria prima, ou seja, os reservatórios dependem da água da chuva e das nascentes para manter seu abastecimento. Assim é difícil prever a falta ou a superlotação dos reservatórios, respectivamente ocorridos na estiagem e na época de chuvas.

A etapa de tratamento, onde a água preparada para o consumo, a eficiência do processo é imprescindível, pois falhas mecânicas, elétricas e vazamentos, podem comprometer a distribuição do produto.

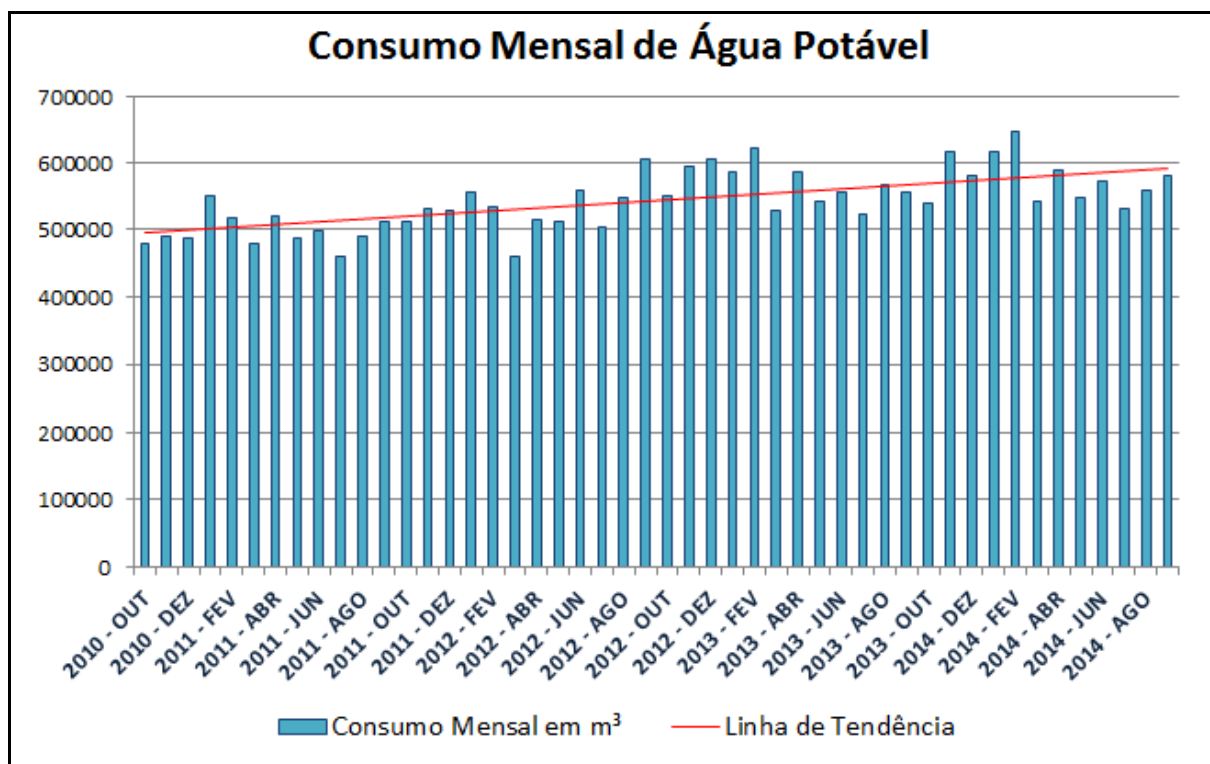
Devido ao grande consumo e a necessidade de se manter a qualidade do produto, o estoque de produto acabado se torna inviável. A distribuição do produto ocorre então por meio de tubo e canos, aonde ela chega até as residências dos clientes. A quantificação do volume consumido é feita na unidade metros cúbicos (m^3) que é realizada através de um contador, onde mensalmente é feito a leitura e emitida a fatura de cobrança a cada consumidor.

4.3 Análises dos dados históricos de consumo de água potável

Os dados históricos foram fornecidos pelo setor de gerência operacional da sede municipal da concessionária. Estes dados mostram o volume mensal consumindo de água potável no período de outubro de 2010 a setembro de 2014, na cidade foco do estudo.

O método de previsão de demanda utilizado no estudo foi o método quantitativo de análise de regressão linear de séries temporais de Gaither e Frazier (2012). Assim ao observar o gráfico da figura 2, pode-se perceber que há um aumento no decorrer dos anos, facilmente identificado pela linha de tendência. Esse aumento é devido ao crescimento populacional da cidade que diretamente contribui para a elevação do consumo.

Figura 2 – Histórico de consumo de água potável



Fonte: Elaborado pelos autores.

O primeiro passo foi organizar os dados de consumo mensal, que podem ser visualizados na tabela 1, para em seguida realizar os cálculos de análise de regressão linear de séries temporais.

Tabela 1 – Dados históricos de consumo de água em metros cúbicos

MÊS	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
OUTUBRO	480356	510961	549746	538945
NOVEMBRO	490928	531335	595836	617522
DEZEMBRO	486602	527584	606028	580817
JANEIRO	549309	554775	586834	615769
FEVEREIRO	516393	535291	623177	648638
MARÇO	481601	461262	527490	542570
ABRIL	519501	515486	585420	589365
MAIO	486809	512865	543611	546631
JUNHO	498601	557718	556755	573106
JULHO	461358	503694	522848	532457
AGOSTO	488491	546554	568263	558672
SETEMBRO	512484	604690	557061	582354
TOTAL	5972433	6362215	6823069	6926846

Fonte: Elaborado pelos autores

No próximo passo foi feita uma regressão linear dos dados históricos, e posteriormente a previsão de demanda para o próximo período (12 meses), que se pode analisar através da tabela 2.

Tabela 2 – Tabela de regressão linear

ANO/MÊS	CONSUMO (Y)	PERÍODO DE TEMPO (X)	X²	XY
2010 – OUT	480356	1	1	480356
2010 – NOV	490928	2	4	981856
2010 – DEZ	486602	3	9	1459806
2011 – JAN	549309	4	16	2197236
2011 – FEV	516393	5	25	2581965
2011 – MAR	481601	6	36	2889606
2011 – ABR	519501	7	49	3636507
2011 – MAI	486809	8	64	3894472
2011 – JUN	498601	9	81	4487409
2011 – JUL	461358	10	100	4613580
2011 – AGO	488491	11	121	5373401
2011 – SET	512484	12	144	6149808
2011 – OUT	510961	13	169	6642493
2011 – NOV	531335	14	196	7438690
2011 – DEZ	527584	15	225	7913760
2012 – JAN	554775	16	256	8876400
2012 – FEV	535291	17	289	9099947
2012 – MAR	461262	18	324	8302716
2012 – ABR	515486	19	361	9794234
2012 – MAI	512865	20	400	10257300
2012 – JUN	557718	21	441	11712078
2012 – JUL	503694	22	484	11081268
2012 – AGO	546554	23	529	12570742
2012 – SET	604690	24	576	14512560
2012 – OUT	549746	25	625	13743650
2012 – NOV	595836	26	676	15491736
2012 – DEZ	606028	27	729	16362756
2013 – JAN	586834	28	784	16431352
2013 – FEV	623177	29	841	18072133
2013 – MAR	527490	30	900	15824700
2013 – ABR	585420	31	961	18148020
2013 – MAI	543611	32	1024	17395552

2013 – JUN	556755	33	1089	18372915
2013 – JUL	522848	34	1156	17776832
2013 – AGO	568263	35	1225	19889205
2013 – SET	557061	36	1296	20054196
2013 – OUT	538945	37	1369	19940965
2013 – NOV	617522	38	1444	23465836
2013 – DEZ	580817	39	1521	22651863
2014 – JAN	615769	40	1600	24630760
2014 – FEV	648638	41	1681	26594158
2014 – MAR	542570	42	1764	22787940
2014 – ABR	589365	43	1849	25342695
2014 – MAI	546631	44	1936	24051764
2014 – JUN	573106	45	2025	25789770
2014 – JUL	532457	46	2116	24493022
2014 – AGO	558672	47	2209	26257584
2014 – SET	582354	48	2304	27952992
TOTAIS	$\sum Y = 26084563$	$\sum X = 1176$	$\sum X^2 = 38024$	$\sum XY = 658470586$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após encontrar os valores na tabela acima, bastou substituir os valores encontrados nas fórmulas abaixo para calcular os valores de **a**, que representa o ponto onde a reta toca os eixos x e y, e **b** representa a linha de inclinação de regressão.

$$a = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Após revolver as equações, foi encontrado o valor para **a** igual á 491835,8626 e **b** igual á 2105,817683. Em seguida substituem-se os valores de **a** e **b** na equação de regressão linear descrita abaixo.

$$Y = a + bx = 491835,8626 + 2105,817683X$$

Para encontrar os valores da previsão de demanda para o próximo período de 12 meses, foi substituído por X o valor do período de tempo (meses) que se deseja calcular, que respectivamente correspondem ao intervalo de 49 á 60.

Por fim, utilizam-se os dados gerados até o momento para se calcular o período futuro, que corresponde à previsão do estudo. Sendo estes dados em unidade de medida de metros cúbicos, para compreender melhor os dados eles foram distribuídos na tabela 3.

Tabela 3 – Previsão de demanda para o próximo período

PERÍODO	PERÍODO DE TEMPO	PREVISÃO DE DEMANDA
2014 – OUT	49	595020,9291
2014 – NOV	50	597126,7468
2014 – DEZ	51	599232,5644
2015 – JAN	52	601338,3821
2015 – FEV	53	603444,1998
2015 – MAR	54	605550,0175
2015 – ABR	55	607655,8352
2015 – MAI	56	609761,6529
2015 – JUN	57	611867,4705
2015 – JUL	58	613973,2882
2015 – AGO	59	616079,1059
2015 – SET	60	618184,9236

Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalizando, é possível observar os cálculos realizados através da fórmula de regressão linear na tabela 3, cujo representam a previsão de demanda para o período futuro que corresponde ao intervalo de outubro de 2014 á setembro de 2015.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelas análises feitas através de dados de séries temporais dos últimos 48 meses, foi percebido que o consumo de água potável em uma cidade do Oeste de Santa Catarina, se dá tendencialmente, ou seja, sua demanda sofre variações em determinados períodos específicos e conseqüentemente tende a crescer com o passar dos anos.

Depois de aplicar o modelo de previsão adotado, percebe-se que a demanda atual de abastecimento de água pode ser comprometida em épocas de estiagem, pois segundo os dados de previsão, os meses em que normalmente ocorre este fator climático há um aumento significativo no seu consumo, relacionado com as altas temperaturas do período.

E por consequência disso podem deixar a população da cidade em alerta para as situações que possam ocorrer futuramente. A concessionária em questão responsável pelo serviço pode com base no resultado deste estudo, monitorar e desenvolver medidas que minimizem o problema de falta de água. Órgãos responsáveis pela fiscalização deste serviço também podem tomar as medidas plausíveis a este tipo de anormalidade, assegurando uma qualidade de vida melhor a população da cidade foco deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <ana.gov.br>. Acesso em: 07/10/2014.

ARAUJO, Marco Antônio de. **Administração de Produção e Operações: Uma Abordagem Prática**. Rio De Janeiro: Editora Brasport, 2009.

CASAN, **Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**. Disponível em: <www.casan.com.br>. Acesso em: 29/09/2014.

CORRÊA, Henrique Luiz. **Planejamento, Programação e Controle de Produção**. 5ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

GAITHER, Norman, FRAZIER, Greg. **Administração de Produção e Operações**. 8ª edição. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2012.

JACOBS, F. Robert. **Administração da Produção e Operações: O Essencial**. 1ª Edição. Porto Alegre: Editora ARTMED, 2009.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2ª Edição revista e ampliada. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CHAPECÓ. Disponível em: <http://www.chapeco.sc.gov.br>. Acesso em: 19/11/2014.

RUSSOMANO, Víctor Henrique. **PCP: Planejamento e Controle da Produção**. 6ª edição revista. São Paulo: Editora Pioneira, 2000.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração Da Produção**. 3ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2009.