

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE HOLT NA PREVISÃO DE DADOS DE ÁGUA DA CIDADE DE RONDONÓPOLIS-MT

Alterêdo Oliveira Cutrim¹ & Aldo da Cunha Rebouças²

Resumo - O conhecimento prévio dos volumes de água de qualquer sistema de abastecimento é uma informação indispensável para o planejamento de demandas de água. Desse modo, este trabalho objetiva avaliar o método de previsão AEBH, aplicado a dados de água do abastecimento público da cidade de Rondonópolis e a dados da população dessa cidade. Esse sistema de abastecimento utiliza águas subterrâneas e superficiais, cujos volumes foram coletados no período de 1987 a 2002 para avaliar o método AEBH no período de 2003 a 2010. Para o período de 2003 a 2010 as previsões indicam que o volume de água subterrânea aumentará 2%, a água superficial reduzirá 4%, o consumo crescerá 34%, a perda reduzirá 19% e a população crescerá 21%. O método produziu previsões coerentes com as tendências das séries de dados reais. Essas previsões podem ser úteis para a elaboração de plano de abastecimento de água da cidade e para a orientação de gestão integrada das águas subterrâneas e superficiais.

Abstract - The forecasting of water's volume of any supplying system is very important information for planning of water demand. However, the purpose of this research is evaluate the forecasting method AEBH, applied to data of water's volume of the public supplying of Rondonópolis's city, and to data of the population of that city. The public supplying Rondonópolis's system, using groundwater and surface water, such water's volume was collected on the period from 1987 to 2002 for evaluate this forecasting method, in the period of 2003 to 2010. In the period of 2003 to 2010, the forecasting indicates what the groundwater's volume will increase 2%, the surface water will decrease 4%, the consumption will increase of 34%, the loss will decrease of 19%, and the population will increase of 21%. The method produced forecasting coherent with the tendency of the real data's series. Beyond, the forecasting can be useful for plans elaboration of water's supplying of the city and to orientation of integrate management of groundwater and surface water.

¹ Prof. Do Depto. Geologia Geral – ICET/UFMT – alteredo@cpd.ufmt.br - Av. Madri, 151 – BL A2 – Apto. 102 – Residencial Ana Paula – Senhor dos Passos, 78048-070 – Cuiabá – MT. Fone/Fax: (0xx65) 615-8752

² Prof. Colaborador do Inst. de Geociências – IGc/USP – aldoreb@osite.com.br - Rua Eduardo da Silva Magalhães, 510 – Parque Continental- 05324-000 – São Paulo – SP.

Palavras-Chave - Método de previsão AEBH; previsões de água e de população.

INTRODUÇÃO

Os sistemas públicos de abastecimento de água no Brasil têm grandes dificuldades para atender as demandas de água, principalmente nos grande centros urbanos. Tais dificuldades envolvem, além de outros fatores, a falta de uma boa previsão sobre os volumes de água, dados importantes para a elaboração de planejamento coerente com a realidade sócio-econômica das cidades. No Brasil, poucas cidades utilizam dados de previsão na formulação dos seus planos de abastecimento de água.

Normalmente, as previsões de água são realizadas por meio de métodos que usam séries temporais, onde a opção pelo método é determinada pelas características da série. Talvez, o pouco uso de previsões de volumes água, no Brasil, esteja vinculado à escassez de séries de dados confiáveis e à complexidade dos métodos de previsão, tradicionalmente usados no nosso País.

Nesta pesquisa foi aplicado o método AEBH - Alisamento Exponencial Biparamétrico de Holt que realizar previsões usando série temporal não-sazonal com tendência. Este método foi aplicado a dados de volumes de águas subterrâneas e superficiais do sistema de abastecimento público da cidade de Rondonópolis, e a dados da população dessa cidade.

O objetivo desta pesquisa é avaliar o desempenho do AEBH e realizar previsões desses volumes de água e da população até o ano 2010.

A cidade de Rondonópolis localiza-se no sudeste do Estado de Mato Grosso, entre as latitudes de 16º08' e 17º06' e longitudes 55º e 54º 43' (Figura 1). Essa cidade, em 2000, tinha uma população de aproximadamente 140.000 hab, e é um dos principais núcleos urbanos do Estado. No período de 1987 a 2002, Rondonópolis apresentou um grande crescimento, e encontra-se em franca expansão, devido à intensa atividade agropecuária e agroindustrial do município. Como decorrência, a demanda de água aumentou de modo que o volume de água superficial captado do Rio Vermelho vem sendo complementado com um volume cada vez maior de água subterrânea do Aquífero Furnas (CUTRIM; REBOUÇAS, inédito).



Figura 1 - Localização do município de Rondonópolis.

METODOLOGIA

Nesta pesquisa foi aplicado o método AEBH - Alisamento Exponencial Biparamétrico de Holt (MORETTIN; TOLOI, 1986). Este método faz previsões usando série temporal não-sazonal com tendência linear, constituída localmente pela soma de nível, tendência e resíduo aleatório com média zero e variância constante, como a seguir:

$$Z_t = \mu_t + T_t + e_t, \quad t = 1, \dots, N. \quad (1)$$

onde: μ_t = parâmetro desconhecido (nível); T_t = tendência e e_t = resíduo aleatório.

Como a série de observações Z_1, \dots, Z_n , apresenta uma tendência linear, então Z_t pode ser expressa por:

$$Z_t = a + b \cdot t + e_t, \quad t = 1, \dots, N. \quad (2)$$

O AEBH estima o nível e a tendência da série aplicando constantes de alisamento diferentes para o nível e para a tendência. As estimativas do nível e da tendência, no instante t , são realizadas através das equações abaixo:

$$\bar{Z}_t = \gamma \cdot Z_t + (1 - \gamma) \cdot (\bar{Z}_{t-1} - \bar{T}_{t-1}), \quad 0 < \gamma < 1 \text{ e } t=2, \dots, N \quad (3)$$

$$\bar{T}_t = \beta \cdot (\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot \bar{T}_{t-1}, \quad 0 < \beta < 1 \text{ e } t=2, \dots, N \quad (4)$$

onde

γ = constante de alisamento do nível \bar{Z}_t

β = constante de alisamento da tendência \bar{T}_t

N = número de dados da série.

As equações (3) e (4) permitem modificar previsões anteriores usando novas observações.

A previsão é realizada somando-se ao valor básico (\bar{Z}_t) a tendência (\bar{T}_t) multiplicada pelo número de passos (h) à frente que se deseja prever, conforme a equação a seguir:

$$\hat{Z}_t(h) = \bar{Z}_t + h \cdot \bar{T}_t, \quad h=1,2,\dots \quad (5)$$

As previsões podem ser atualizadas usando-se as equações (3) e (4), tendo-se uma nova observação Z_{t+1} , de acordo com as seguintes expressões:

$$\bar{Z}_{t+1} = \gamma \cdot Z_{t+1} + (1 - \gamma) \cdot (\bar{Z}_t - \bar{T}_t),$$

$$\bar{T}_{t+1} = \beta \cdot (\bar{Z}_{t+1} - \bar{Z}_t) + (1 - \beta) \cdot \bar{T}_t,$$

e a nova previsão será obtida por:

$$\hat{Z}_{t+1}(h-1) = \bar{Z}_{t+1} + (h-1) \cdot \bar{T}_{t+1} \quad (6)$$

Na utilização das equações acima, considera-se $\bar{T}_2 = Z_2 - Z_1$ e $\bar{Z}_2 = Z_2$.

O procedimento para escolher os melhores valores para as constantes de alisamento γ e β , consiste em usar o vetor (γ, β) que minimiza a soma dos erros quadráticos das previsões, dados pela equação a seguir.

$$Q = \sum_{t=1}^N (Z_t - \hat{Z}_{t-1})^2, \quad (7)$$

Na avaliação das previsões foram utilizadas a variância eq.(8), o desvio padrão eq.(9) e o intervalo de confiança eq.(10) para 95% de certeza das previsões, expressas a seguir:

$$\text{var} = \frac{\sum_{k=1}^{np} (\hat{Z}_k - Z_m)^2}{np}, \quad (8)$$

$$\text{Onde } Z_m = \frac{\sum_{h=1}^{np} \hat{Z}_h}{np} \text{ e } np = \text{número de previsões.}$$

$$dvp = \sqrt{\text{var}}, \quad (9)$$

$$(\hat{Z}_h - 1.96 \cdot dvp, \hat{Z}_h + 1.96 \cdot dvp). \quad (10)$$

Na aplicação do método AEBH a série de dados Z_N é dividida em três partes, $Z_1, \dots, Z_L, \dots, Z_M, \dots, Z_N$. Os valores de Z_1, \dots, Z_L são utilizados para eliminar o efeito dos valores iniciais $\bar{Z}_1 = Z_2 - Z_1$ e $\bar{Z}_2 = Z_2$. Os dados Z_{L+1}, \dots, Z_M são usados para escolher as constantes de alisamento. Os dados Z_{M+1}, \dots, Z_N são utilizados para calcular o erro quadrático médio, a variância, o desvio padrão e o intervalo de confiança das previsões para esse período.

A escolha dos valores de L e M deverá atender os critérios da escolha das constantes de alisamento do método.

As previsões H passos à frente de Z_N , com origem em Z_N , são realizadas utilizando-se as constantes de alisamento selecionadas. Para estas previsões são calculados a variância, o desvio padrão e o intervalo de confiança.

Para possibilitar rapidez e praticidade no processo previsional foi desenvolvido um programa em Fortran 77, o qual permite obter previsões em qualquer tempo ou período de tempo. As constantes de alisamento γ , β são escolhidas automaticamente, pelo programa, através da minimização da equação (7). Este programa foi desenvolvido com base nos programas apresentados em MORETTIN; TOLOI (1986).

O método foi aplicado a dados de água consumida, perdida, subterrânea e superficial usados no abastecimento público da cidade de Rondonópolis, e a dados de população dessa cidade.

Os dados de água foram obtidos junto à Companhia de Abastecimento Público – SANEMAT, correspondentes ao período de 1987 a 1997, e junto ao Departamento de Água e Esgoto de Rondonópolis - DAE para o período de 1998 a 2002. Estes dados foram utilizados para realizar um estudo do desempenho do método AEBH, e fazer um prognóstico de 2003 a 2010, sobre esses volumes de águas.

Os dados sobre a população da cidade foram obtidos através dos Censos do IBGE do período de 1987 a 2000. Com essas informações de cinco em cinco anos estimou-se a população anual, para esse período, através de interpolação linear. Essa população anual foi utilizada para realizar a previsão anual da população de 2001 a 2010, usando-se o método AEBH.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todas as previsões realizadas estão considerando que tanto o sistema de produção de água (poços e a Estação de Tratamento de Água) quanto o consumo e a perda conservem o mesmo comportamento do período das séries dos dados usados para este fim.

As séries de dados anuais de águas subterrânea, superficial, consumida e perdida, utilizadas para realizar as previsões estão apresentadas na figura 2, enquanto os dados de população estão contidos na figura 3. Observa-se que todas as séries são não estacionárias e com tendência linear.

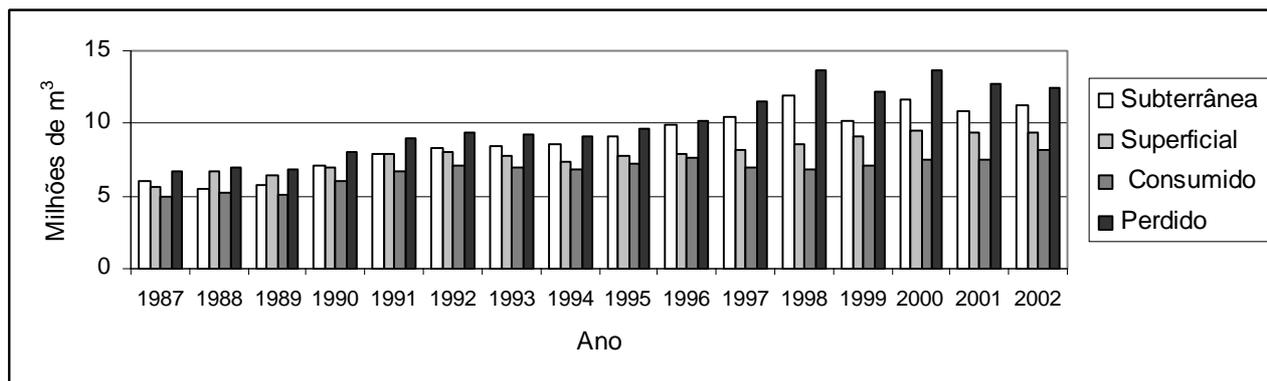


Figura 2 - Volumes de água do sistema de abastecimento público da cidade de Rondonópolis no período de 1987 a 2002.

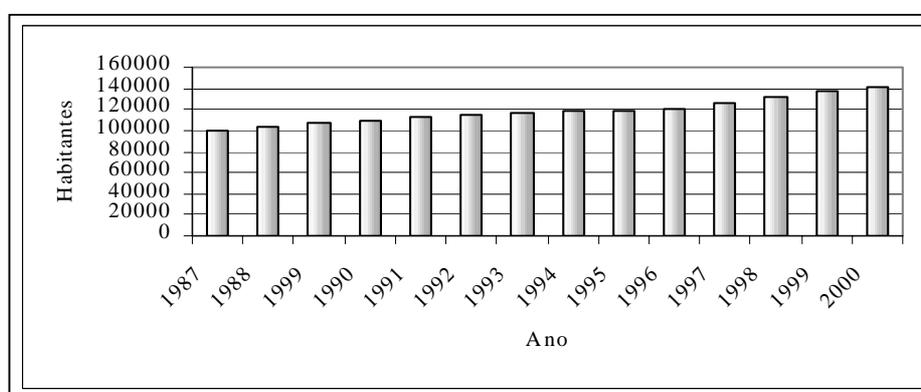


Figura 3 – Evolução da população da cidade de Rondonópolis.

Os volumes de água superficial previstos para o período de 2003 a 2010, estão apresentados no quadro 1 e na figura 4. Essas previsões oscilaram entre $9,28 \times 10^6 \text{m}^3$ em 2003 e $8,95 \times 10^6 \text{m}^3$ em 2010, significando uma redução de 3.6%. O método produziu previsões com tendência decrescente, preservando a tendência final dos dados reais (figura 4). Esse intervalo de confiança relativamente amplo é devido ao desvio padrão considerável, decorrente da variação das previsões (quadro 1).

Quadro 1 - Previsões de água superficial para o período de 2003 a 2010, com L=3 e M=7.

Ano	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{Variância} = 118,26 \times 10^8 \text{ e Desvio padrão} = 108751$		
	Previsão(m ³)	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior(m ³)	Superior(m ³)
2003	9284112	9070959	9497265
2004	9236649	9023496	9449802
2005	9189186	8976033	9402339
2006	9141723	8928570	9354876
2007	9094260	8881107	9307413
2008	9046797	8833644	9259950
2009	8999334	8786181	9212487
2010	8951871	8738718	9165024

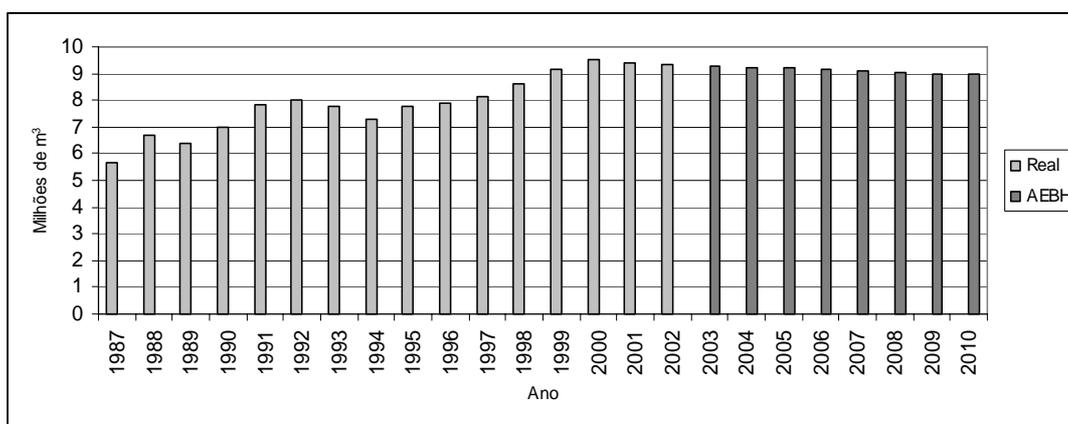


Figura 4 – Dados reais e previstos de água superficial.

As previsões de água subterrânea para o período de 2003 a 2010 estão apresentadas no quadro 2 e na figura 5. Essas previsões estão variando de $10,902 \times 10^6 \text{ m}^3$ em 2003 a $11,154 \times 10^6 \text{ m}^3$ em 2010, refletindo um aumento de 2%. Elas acompanham a tendência final da série dos dados originais (figura 5). Além disso, o bom valor do desvio padrão contribuiu para um bom intervalo de confiança, mostrando a variação suave das previsões (quadro 2).

Quadro 2 - Previsões de água subterrânea para o período de 2003 a 2010, com L=3 e M=7.

Ano	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{Variância} = 678,79 \times 10^7 \text{ e Desvio padrão} = 82388$		
	Previsão (m ³)	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior (m ³)	Superior (m ³)
2003	10902550	10741060	11064030
2004	10938500	10777020	11099980
2005	10974460	10812980	11135940
2006	11010420	10848940	11171900
2007	11046380	10884890	11207860
2008	11082330	10920850	11243810
2009	11118290	10956810	11279770
2010	11154250	10992770	11315730

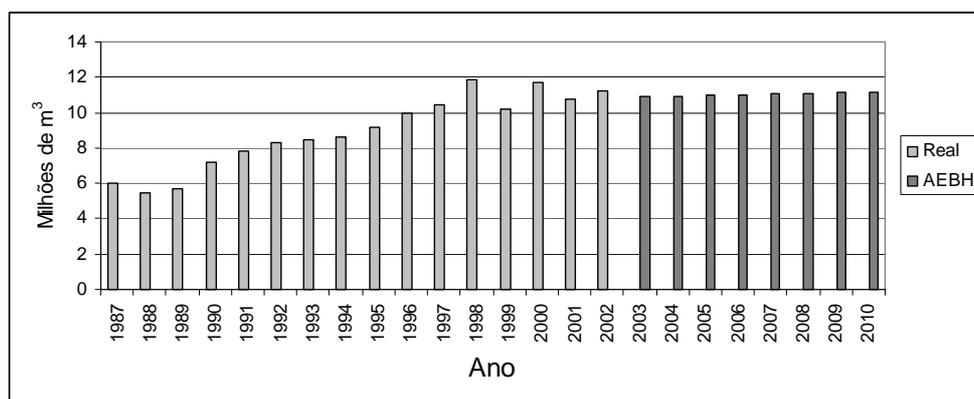


Figura 5 – Dados reais e previstos de água subterrânea.

As previsões do consumo de água para o período de 2003 a 2010 estão apresentadas no quadro 3 e na figura 6. Essa previsões variam entre $8,72 \times 10^6 \text{ m}^3$ em 2003 e $11,68 \times 10^6 \text{ m}^3$ em 2010, correspondendo a um aumento de 33.9%. Porém elas acompanham a tendência final da série dos dados originais (figura 6). Por outro lado, o valor relativamente elevado do desvio padrão contribuiu para um intervalo de confiança considerado amplo, refletindo a variação relativamente elevada das previsões (quadro 3).

Quadro 3 - Previsões de consumo de água para o período de 2003 a 2010, com $L=3$ e $M=7$.

Ano	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{variância} = 93,85194 \times 10^{10}$ e desvio padrão = 968772		
	Previsão	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior(m^3)	Superior(m^3)
2003	8720903	6822110	10619700
2004	9143710	7244917	11042500
2005	9566517	7667724	11465310
2006	9989324	8090531	11888120
2007	10412130	8513337	12310920
2008	10834940	8936144	12733730
2009	11257740	9358951	13156540
2010	11680550	9781758	13579340

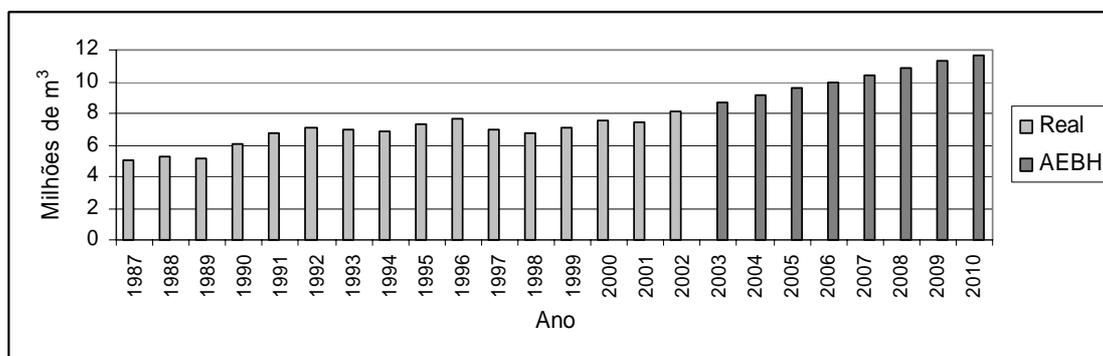


Figura 6 - Dados reais e previstos de consumo de água.

O quadro 4 e a figura 7 mostram os resultados das previsões da perda de água para o período de 2003 a 2010. As previsões variam de $11,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ em 2003 a $9,56 \times 10^6 \text{ m}^3$ em 2010, evidenciando uma redução de 19%. Por outro lado, o método forneceu previsões compatíveis com a tendência da série dos dados originais (figura 7). O intervalo de confiança considerado amplo é função do desvio padrão um tanto elevado decorrente da elevada variação das previsões (quadro 4).

Quadro 4 – Previsões de Perda de água para o período de 2003 a 2010, com $L=3$ e $M=7$.

Ano	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{Variância} = 54,01414 \times 10^{10}$ e Desvio padrão = 734943		
	Previsão(m^3)	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior(m^3)	Superior(m^3)
2003	11806420	10365930	13246910
2004	11485670	10045180	12926160
2005	11164910	9724423	12605400
2006	10844160	9403668	12284650
2007	10523400	9082912	11963890
2008	10202650	8762157	11643140
2009	9881890	8441401	11322380
2010	9561135	8120647	11001620

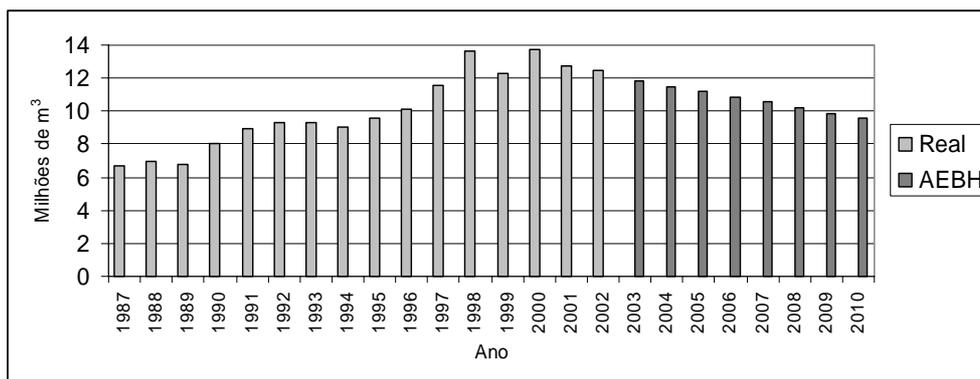


Figura 7 – Dados reais e previsões de perda de água.

Os resultados das previsões da população para o período de 2001 a 2010 estão apresentadas no quadro 5 e na figura 8. As previsões variam de 146.833 hab em 2001 a 177.592 hab em 2010, correspondendo a um aumento de 21%, no entanto, as previsões acompanham a tendência final da série dos dados originais (figura 8). O intervalo de confiança relativamente amplo é devido ao desvio padrão elevado, decorrente da variação elevada das previsões (quadro 5).

Quadro 5 - Previsões de população para o período de 2001 a 2010, com $L=3$ e $M=7$.

Ano	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{Variância} = 96365730 \text{ e Desvio padrão} = 9816$		
	Previsão(m ³)	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior(m ³)	Superior(m ³)
2001	146833	127592	166073
2002	150250	131010	169491
2003	153668	134428	172909
2004	157086	137845	176326
2005	160503	141263	179744
2006	163921	144681	183162
2007	167339	148098	186579
2008	170757	151516	189997
2009	174174	154934	193415
2010	177592	158351	196833

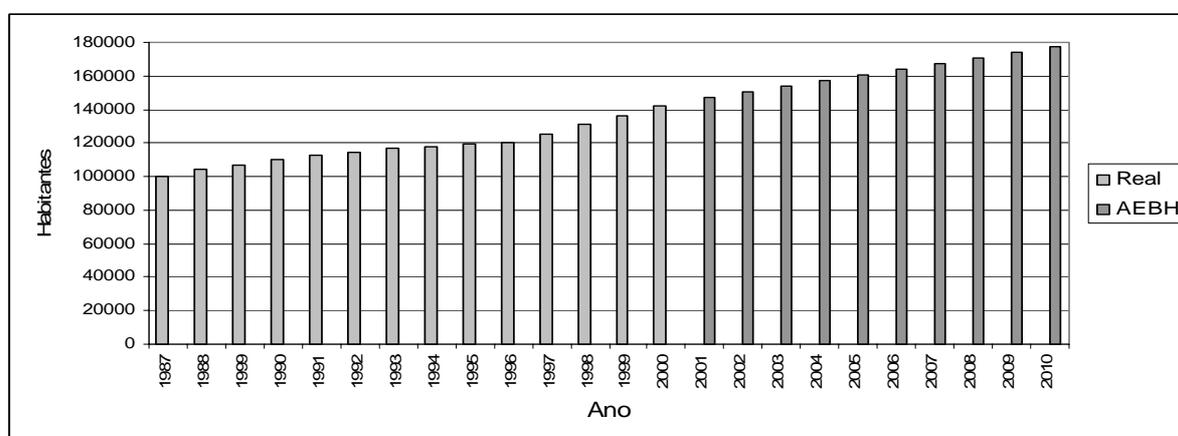


Figura 8 – Dados reais e previstos de população.

Avaliação do Método AEBH

Para avaliar o desempenho do método AEBH foram realizadas previsões com os últimos N-M dados reais e calculados o erro percentual de previsão, o erro quadrático médio, a variância, o desvio padrão e o intervalo de confiança. Além disso, foi comparada a tendência da série dos dados reais com a tendência da série das previsões.

O quadro 6 e a figura 9 mostram os resultados das 6 N-M previsões de água superficial para o período de 1997 a 2002. Observa-se que o método apresentou desempenho muito bom (erro de previsão menor que 10%). Esse comportamento pode ser verificado através dos parâmetros estatísticos do quadro 6. A figura 4 mostra que as previsões preservam a tendência final da série dos dados reais, demonstrando assim o bom desempenho do método.

Quadro 6 - Previsões de água superficial para o período de 1997 a 2002, com L=3 e M=7.

Ano	Valor Real (m ³)	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{Variância} = 69,14 \times 10^9, \text{Desvio padrão} = 262944 \text{ e EQM} = 30,47 \times 10^{10}$			
		Previsão (m ³)	Erro de previsão (%)	Intervalo de confiança (95%)	
				Inferior (m ³)	Superior (m ³)
1997	8120000	8193428	0,90	7678056	7678056
1998	8587050	8347393	2,79	7832021	7832021
1999	9128824	8501358	6,87	7985986	7985986
2000	9526420	8655323	9,14	8139951	8139951
2001	9426501	8809287	6,55	8293915	8293915
2002	9353481	8963252	4,17	8447880	8447880

EQM = erro quadrático médio.

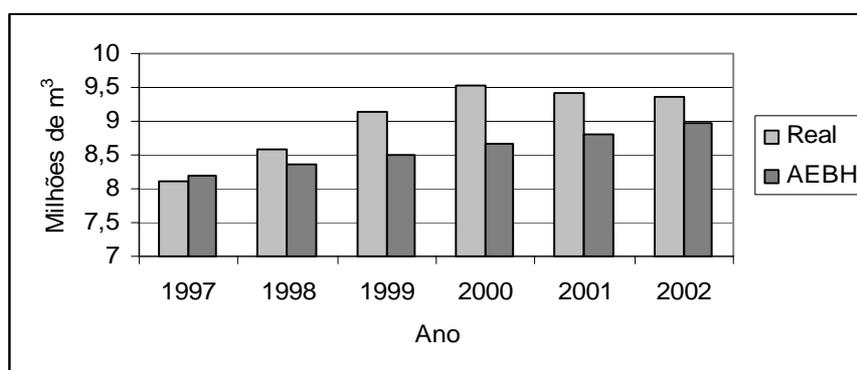


Figura 9 - Previsão de água superficial para o período de 1997 a 2002.

No quadro 7 e figura 10 estão contidos os resultados das 6 N-M previsões de água subterrânea para o período de 1997 a 2002. Das seis previsões apenas duas têm erro acima de 10% (22% e 26,5%). Considerando estes 6 dados reais, o método não preservou a tendência da série real (figura 10), no entanto, as previsões produzidas para o período de 2003 a 2010 apresentam a mesma tendência dos dados reais (figura 5).

Quadro 7- Previsões de água subterrânea para o período de 1997 a 2002, com L=3 e M=7.

Ano	Valor Real (m ³)	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{Variância} = 64 \times 10^8, \text{Desvio padrão} = 79404 \text{ e EQM} = 217,95 \times 10^{10}$			
		Previsão	Erro de previsão (%)	Intervalo de confiança (95%)	
				Inferior (m ³)	Superior (m ³)
1997	10450000	10952100	4,80	9090207	12814000
1998	11869340	11508330	3,04	9646438	13370230
1999	10185030	12064570	7,28	10202670	13926460
2000	11685040	12620800	8,01	10758900	14482690
2001	10794670	13177030	22,06	11315130	15038930
2002	10849990	13733260	26,57	11871370	15595160

EQM = erro quadrático médio

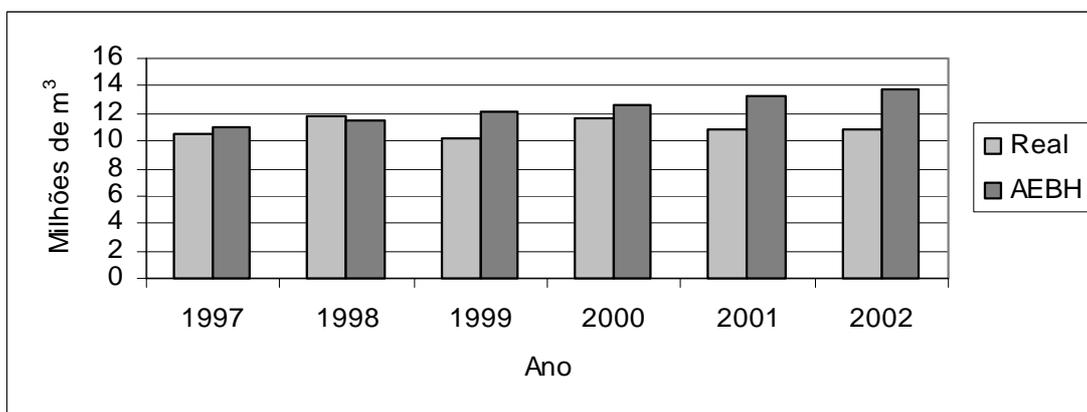


Figura 10 – Dados reais e previsões de água subterrânea para o período de 1997 a 2002.

Os resultados das previsões de consumo de água usando os 6 N-M dados de 1997 a 2002 estão apresentados no quadro 8 e na figura 11. Somente uma previsão apresentou erro superior a 10% (14%), mostrando o bom desempenho do método, o qual pode ser verificado através dos parâmetros estatísticos do quadro 8. além disso, as previsões para o período de 2003 a 2010 preservam a tendência dos dados reais (figura 6).

Quadro 8 - Previsões de consumo de água para o período de 1997 a 2002, com L=3 e M=7.

Ano	Valor Real (m³)	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{Variância} = 63,050 \times 10^8, \text{Desvio padrão} = 79404 \text{ e EQM} = 217,95 \times 10^{10}$			
		Previsão (m³)	Erro de previsão (%)	Intervalo de confiança (95%)	
				Inferior (m³)	Superior (m³)
1997	6985329	7181730	2.81	7026098	7337362
1998	6794604	7135236	5.01	6979604	7290868
1999	7061257	7088742	0.39	6933110	7244374
2000	7495022	7042247	6.04	6886615	7197879
2001	7452483	6995753	6.12	6840121	7151385
2002	8102955	6949259	14.23	6793627	7104891

EQM = erro quadrático médio.

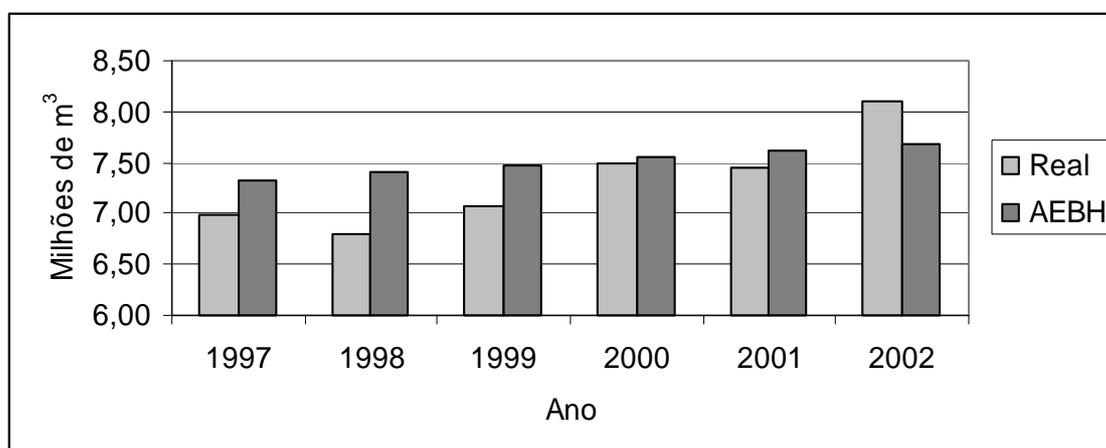


Figura 11 – Dados reais e previstos de consumo de água para o período de 1997 a 2002.

O quadro 9 e a figura 12 apresentam os resultados das 6 N-M previsões de perda de água para o período de 1997 a 2002. Das seis previsões, três produziram erros acima de 10% (16%, 17% e 26%), além disso, os resultados apresentaram tendência contrária à dos dados reais (figura 12). Esse mau desempenho do método pode ser constatado nos parâmetros estatísticos do quadro 9. Considerando as previsões do período de 2003 a 2010 o método produziram resultados compatíveis com a tendência decrescente dos dados reais (figura 6).

Quadro 9 - Previsões de perda de água para o período de 1997 a 2002, com $L=3$ e $M=7$.

Ano	Valor Real (m ³)	$\gamma = 0.7, \beta = 0.5, \text{Variância} = 16,64 \times 10^{11}, \text{Desvio padrão} = 1289943 \text{ e EQM} = 369,9934 \times 10^{11}$			
		Previsão (m ³)	Erro de previsão (%)	Intervalo de confiança (95%)	
				Inferior (m ³)	Superior (m ³)
1997	11584671	11961470	3,25	9433175	14489750
1998	13661785	12716780	6,92	10188490	15245070
1999	11652597	13472090	15,61	10943800	16000380
2000	13716440	14227410	3,72	11699120	16755690
2001	12768689	14982720	17,34	12454430	17511010
2002	12491043	15738030	25,99	13209740	18266320

EQM = erro quadrático médio.

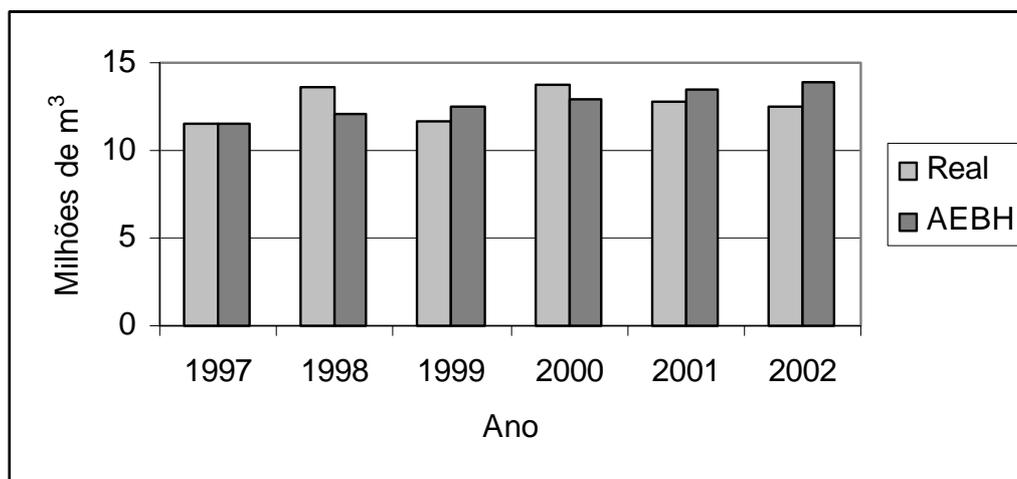


Figura 12 – Dados reais e previstos de perda de água do período de 1997 a 2002.

Os resultados das previsões da população usando os quatro últimos dados de 1997 a 2000 estão apresentados no quadro 10 e na figura 13. Em todas as previsões os erros foram menores que 10%, mostrando o bom desempenho do método, e ainda, que as previsões do período de 2003 a 2010 estão coerentes com a tendência crescente dos dados reais (figura 7).

Quadro 10 - Previsões da população para o período de 1997 a 2000, com $L=3$ e $M=7$.

Ano	Valor Real	$\gamma = 0.7$ e $\beta = 0.5$			
		Previsão	Erro de previsão (%)	Intervalo de confiança (95%)	
				Inferior	Superior
1997	125560	127033	1.17	121395	132671
1998	130950	129606	1.02	123968	135244
1999	136580	132179	3.22	126541	137816
2000	141838	134751	4.99	129114	140389

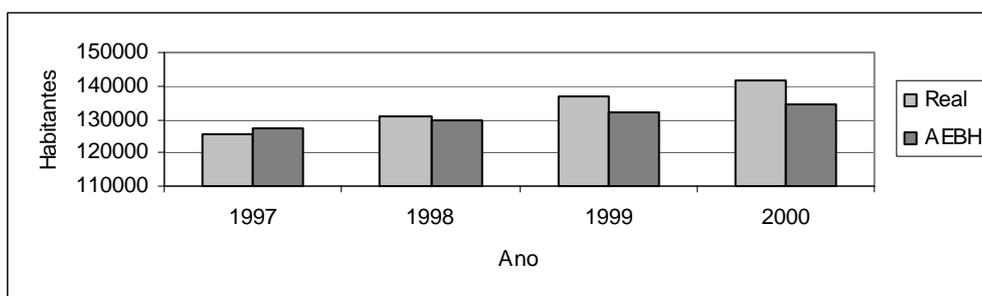


Figura 13 – Dados reais e previstos da população do período de 1997 a 2000.

De modo geral o método AEBH apresentou erros de previsão maior que 10% (14%, 16%, 17%, 22% e 26%) em apenas seis previsões, incluindo todas as séries de dados, demonstrando assim que o método apresenta um bom desempenho, porém apresenta sensibilidade regular às oscilações das séries.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

O método AEBH produziu previsões muito boas, em quase todas as aplicações. Os casos onde o método não apresentou bom desempenho são, exatamente, aqueles que a série de dados reais não apresenta uma tendência bem regular. Portanto, o desempenho do método será tanto melhor quanto mais regular for a tendência da série dos dados reais.

As previsões indicam que no período de 2003 a 2010 os volumes de água subterrânea aumentarão em torno de 2%, enquanto os volumes de água superficial terão uma redução de aproximadamente 4%. O consumo de água terá um aumento aproximado de 34% e a perda de água terá uma redução em torno de 19%. A população da cidade aumentará 21%. Este quadro indica que haverá problemas no suprimento da demanda de água da cidade, e uma alternativa bastante coerente e viável será a redução da perda de água em pelo menos 15%, o que geraria até mesmo um superávit sem grandes investimentos.

Este cenário mostra que este método é de grande utilidade para geração de informações úteis para a elaboração de planos de abastecimento de água de cidades, indústrias, etc. Além disso, o

método pode ser aplicado com extrema facilidade, pois o software é de fácil utilização e pode ser usado em qualquer microcomputador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. **Séries Temporais**. Atual Editora Ltda.,1986.
- [2] CUTRIM, A. O; REBOUÇAS, A.C. Fontes de Abastecimento de Água da Cidade de Rondonópolis-MT, (Inédito).