

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores**

**ESTIMATIVA DA DEMANDA E DA OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS PARA O ANO DE 2015, FRENTE ÀS PERSPECTIVAS DE EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA E ECONÔMICA NO ESTADO DO PARANÁ**

**ESTIMATE OF DEMAND AND SUPPLY OF WATER RESOURCES FOR THE YEAR 2015 OUTLOOK TO FRONT OF ECONOMIC AND DEMOGRAPHIC CHANGE IN STATE PARANÁ**

Olimar Carlos de Souza, João Serafim Tusi da Silveira, Attus Pereira Moreira, Rozelaine de Fátima Franzin, Roberto Carlos Dalongaro e Eliziane Pivoto Mello

**Resumo**

O incremento persistente do consumo de recursos hídricos no Estado do Paraná tem motivado preocupações diante da dificuldade de abastecimento e escassez de água, em determinadas regiões. Neste trabalho objetivou-se avaliar se a oferta de água no Estado será suficiente para atender a expansão crescente do consumo, dado o expressivo desenvolvimento econômico e demográfico, previsto até 2015. Para projetar o consumo total de água, utilizaram-se modelos econométricos agregados e desagregados de produção inversa, do tipo linear, Cobb-Douglas e exponencial. Os resultados obtidos mostraram que a quantidade de água existente no Estado em 1998, se mantida constante, seria suficiente para atender a expansão crescente do consumo até 2015, frente às perspectivas de evolução demográfica e econômica. Todavia, não se podem negligenciar os graves problemas de escassez na região metropolitana de Curitiba e norte do Estado. Por fim, a adoção dos modelos e tentativas para quantificar o consumo agropecuário e a disponibilidade global de água, mostrou-se eficaz e inovador diante dos resultados conseguidos e do fato de ainda não se ter encontrado na literatura registro sobre alguma aplicação semelhante. Essas inovações são instigantes, motivadoras e suscitam possibilidades de pesquisas futuras.

**Palavras-chave:** Demanda de água; Recursos hídricos; Estado do Paraná.

**Abstract**

The persistent increase in the consumption of water resources in the State of Paraná has motivated concerns due to the difficulty of supply and water shortages in certain regions. This study aimed to evaluate whether the water supply in the state will be sufficient to meet the growing expansion of consumption, given the significant economic and demographic forecast up to 2015. To project the total water consumption, we used econometric models aggregated and disaggregated of inverse production, linear type, Cobb-Douglas and exponential. The results showed that the amount of water in the state in 1998, if held constant, would be sufficient to meet the growing expansion of consumption by 2015, compared to the prospects of economic and demographic change. However, one can not overlook the serious shortages in the metropolitan region of Curitiba and upstate. Finally, the adoption of models and attempts to quantify the agricultural consumption and overall availability of water, proved effective and innovative on the results achieved and the fact has not yet been found in the literature any record of similar application. These innovations are exciting, motivating and raise possibilities for future research.

**Keywords:** Water demand; water resources; State of Paraná.

## 1. Introdução

Notícias publicadas nos últimos dez anos sobre a redução do volume de água doce disponível vêm causando apreensão na população mundial. A preocupação cresceu depois que cientistas liderados por Easterling (1992) revisaram modelos matemáticos para examinar as mudanças passadas e futuras nos extremos climáticos e a disponibilidade dos recursos hídricos, frente ao uso perdulário da população, decorrente do desordenado crescimento demográfico e econômico.

No Paraná, as dificuldades de abastecimento de água para a população em pontos específicos do Estado, aliadas a períodos de estiagem verificados nos últimos quinze anos, têm sido motivo de preocupações das instituições governamentais diretamente envolvidas com o planejamento econômico, a movimentação da população e conseqüentemente, a demanda e da oferta de água.

O Paraná é considerado um celeiro nacional a nível de atividade do setor primário e tem contribuído, fortemente, com o volume de recursos gerados pela pauta de exportações do país, principalmente nos complexos soja, madeireiro e papelero. Esses produtos e outros necessitam de água durante o ciclo vegetativo e/ou durante o processamento industrial.

Por outro lado, nos últimos dez anos constata-se o crescimento do setor secundário provocado, principalmente, pela implantação do parque automotivo na região metropolitana de Curitiba. Esse crescimento também é motivado pelo desenvolvimento dos parques industriais de Ponta Grossa, Londrina, Maringá, Marechal Cândido Rondon e Pato Branco. Somados a esses, ainda há a ampliação do setor terciário através de arrojado plano de incentivo ao turismo e ao desenvolvimento de tecnologias da informação.

Desde o início da década de oitenta, quando a economia brasileira foi atingida por uma profunda recessão, o processo recessivo não foi tão intenso no Estado do Paraná. Esse fato pode ser explicado devido a diferenças existentes na sua estrutura produtiva quando comparada a nacional. Nesse sentido, a Análise Conjuntural do Iparde (1991) constata que “Cerca de 60% do Produto Interno Bruto resulta do esforço produtivo da Agropecuária e gêneros industriais a ela vinculados, do Comércio, cuja dinâmica está também intimamente associada a atividades rurais e da Construção Civil e seus fornecedores industriais”.

A expansão da oferta agropecuária do Estado nos anos 80, segundo a Organização das Cooperativas do Estado do Paraná (OCEPAR, 1996) foi provocada pelo avanço das atividades de fiação do algodão, complexos soja, cafeeiro, alcooleiro, abate de aves e produtos derivados de milho, entre outros. E, ainda, pela maturação de investimentos em aumento da capacidade produtiva efetuados por empresas integrantes do complexo metal-mecânico, cimento, papel, madeira e café solúvel. No entanto, a estiagem de 1985-86 provocou quebras na produção da safra na agricultura e na pecuária, devido à ausência de água e de pasto. O estudo cita que mais de oitenta por cento da queda na Agropecuária deveu-se à redução na produção de café, algodão, milho e soja, fatos que vêm se repetindo nos demais períodos em que a seca castiga o Estado.

O Paraná também utiliza água na geração de energia elétrica, sendo as usinas hidrelétricas distribuídas em pontos estratégicos para beneficiar as indústrias instaladas no Estado. Quando falta água, os efeitos do racionamento de energia elétrica refletem-se sobre as atividades industrial e comercial.

Além de tudo isso, os dados levantados pelos censos demográficos evidenciam forte mobilidade da população rural em direção às áreas urbanas. Os migrantes estabelecem-se na periferia dos centros mais desenvolvidos, criando a necessidade de que esses locais sejam

constantemente melhorados em termos de infra-estrutura para assegurar qualidade de vida adequada, sendo básica a oferta de água.

Em função do valor da água nas atividades agropecuárias, industriais, hospitalares, instituições governamentais e no abastecimento público é urgente a existência de pesquisas capazes de responder três questionamentos norteadores: a) quanto está sendo demandado no presente; b) quais as necessidades futuras e c) quanto o Estado tem a oferecer.

Em nível estadual já existem vários registros importantes a respeito de problemas recentes com a água no Paraná.

Umuarama, no noroeste do Estado, em março de 1998, ficou praticamente sem água depois das chuvas. O rio Piava, único que abastece a cidade, foi devastado e a sua profundidade, que era de 80 centímetros, passou para 20 centímetros (França, 2000).

Desde meados de 1999, a cidade de Jardim Alegre, na região do Vale do Ivaí, enfrenta problemas de escassez de água. A solução foi perfurar um poço e atingir o aquífero Botucatu, um dos maiores do mundo. No entanto, a vazão conseguida revelou-se insuficiente para atender à demanda.

A cidade de Ponta Grossa, localizada a 110 Km da capital, é abastecida pela Região dos Alagados, tanto para consumo do parque industrial quanto para o doméstico. Em 2000, após um período de estiagem, a solicitação de racionalização ganhou os meios de comunicação, cogitando-se, inclusive, a idéia de racionamento.

A cidade de São José dos Pinhais, distante 12 Km de Curitiba, experimentou um crescimento populacional de 16,48% entre 1996 e 1999 (maior percentual do Estado nesse período), fruto do desenvolvimento industrial promovido pelo recém-criado parque automobilístico. Uma das consequências desse fenômeno foi a invasão irregular de áreas ribeirinhas, provocando prejuízos à qualidade e à quantidade da água captada no local. Isso obrigou a companhia de saneamento a buscar o recurso hídrico a 23 km de distância para garantir o abastecimento da população.

A cidade de Colombo, situada a 15 quilômetros da capital, com crescimento populacional de 15,74% entre 1996 e 1999 (segundo maior do Estado no referido período), vem enfrentando desde 2000 o problema de abastecimento de água potável. O rodízio no abastecimento chegou a atingir 83.000 pessoas que tiveram, intercalado, o fornecimento por 42 horas com sua suspensão por 30 horas (FAVRETTO, 2000). O reaprofundamento de seis poços para a exploração de água subterrânea do Aquífero Karst foi a solução encontrada. Contudo, as vazões obtidas mostraram-se insuficientes para atender a demanda.

As dificuldades com os recursos hídricos na capital paranaense e região podem ser sintetizadas na constatação de que “Basta uma estiagem mais demorada e a região metropolitana de Curitiba é ameaçada de racionamento” (ANGELO *et al.*, 2000, p.53).

Diante das evidências a respeito do problema em questão, a nível do Estado do Paraná, crescem significativamente as especulações sobre a possibilidade de ocorrer escassez de água em um horizonte não muito distante. Em busca de soluções, a sociedade organizada traça planos e diretrizes, por meio dos órgãos governamentais e não governamentais, como a reunião realizada em Foz do Iguaçu em outubro de 1999 para discutir a gestão dos recursos hídricos.

Os inúmeros casos envolvendo escassez de recursos hídricos e necessidade de subsídios que possam contribuir com a gestão futura dos recursos hídricos no Estado do Paraná, propôs-se o presente estudo. Nessa perspectiva, objetivou-se avaliar se a oferta de água no Estado do Paraná será suficiente para atender à expansão crescente do consumo, dado o expressivo desenvolvimento econômico e demográfico previsto até 2015.

## 2. Metodologia

A pesquisa envolveu, inicialmente, fontes secundárias de dados e informações, bem como, consultas a especialistas na temática abordada. Foram compiladas diversas informações sobre a distribuição da água no mundo e os percentuais utilizados pelas diferentes atividades produtivas.

A seguir, verificaram-se os aspectos conceituais referentes à função de produção convencional e à função de produção inversa, sob diferentes formas funcionais. Além disso, procurou-se conhecer os modelos existentes na literatura para projeção da demanda e da oferta de água e os métodos de mensuração das variáveis envolvidas.

Nos levantamentos seguintes da investigação, centraram-se esforços nos procedimentos para quantificar o consumo agrícola de água, levando em consideração o volume requerido pelas diversas culturas, oriundo dos rios, fontes, barragens, poços, e também da chuva. A divisão geofísica de bacias foi utilizada para determinar as vazões médias em estações fluviográficas e estimar a oferta de água.

As constatações extraídas até aqui remeteram aos modelos econométricos agregados e desagregados de produção inversa.

Nos modelos agregados de produção inversa, o consumo total (lado esquerdo da equação) foi colocado como função de cada um dos produtos setoriais da economia e do contingente populacional rural e urbano (lado direito).

Para os modelos desagregados de produção inversa, especificou-se, de forma desagregada, os diferentes tipos de consumo (lado esquerdo da equação), como função de cada um dos produtos setoriais da economia e do contingente populacional rural e urbano (lado direito).

Na estimação dos modelos especificados, utilizaram-se dados anuais de abrangência estadual referentes ao período 1980-98. Os modelos agregados foram estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinários (*ordinary least squares* – OLS) e para os modelos desagregados empregou-se o método de regressão canônica (*canonical correlation analysis* – CCA).

O modelo canônico tipo Cobb-Douglas de produção inversa foi utilizado na projeção da demanda de água até 2015. Nessas projeções, adotaram-se em um cenário (A), as maiores taxas médias anuais e, no outro (B), as menores, dentre as estimativas do PIB setorial e da população, produzidas pela Secretaria de Planejamento do Estado do Paraná.

Do lado da oferta, a projeção foi realizada com base em estudos nos mapas do Atlas de Recursos Hídricos da Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Paraná e em parâmetros sobre a disponibilidade *per capita* de água.

### 3. Resultados e Interpretação

#### 3.1. Definição das variáveis e da abrangência do estudo

A água está incluída entre os principais insumos na geração dos diferentes tipos de produtos da economia e no atendimento à população.

Pode-se considerar que são escassas as possibilidades de sua substituição por outro insumo, principalmente no setor da agricultura.

O consumo de água varia entre os diferentes setores, sendo que o consumo pela área agrícola é marcadamente superior ao dos demais setores da economia.

Os diferentes tipos de consumo de água são explicados pelos níveis da atividade econômica em cada setor da economia e pelas necessidades de água para abastecimento das populações urbana e rural.

Para os diferentes tipos de consumo, pode-se dividir as variáveis em:

$Y_1$  Consumo do setor agropecuário;

- Y<sub>2</sub> Consumo do setor industrial;
- Y<sub>3</sub> Consumo do setor doméstico;
- Y<sub>4</sub> Consumo de outros setores e
- YT Consumo total.

Para os diferentes tipos do produto e da população, as variáveis são:

- X<sub>1</sub> PIB do setor primário;
- X<sub>2</sub> PIB do setor secundário;
- X<sub>3</sub> PIB do setor terciário;
- X<sub>4</sub> População urbana e
- X<sub>5</sub> População rural.

A definição da abrangência geográfica e temporal do estudo é função direta da disponibilidade de dados para todas essas variáveis. As séries históricas do PIB só foram encontradas para o nível geral do Estado, o que inviabilizou qualquer outra abrangência geográfica para a análise. Já, a abrangência temporal (1980-1998), foi demarcada no maior período contínuo das duas últimas décadas, em que foi possível resolver os casos de ausência de dados e de informações.

Não obstante terem sido especificadas abrangências geográfica e temporal convenientes, ainda restaram dois problemas deveras limitantes, no tocante aos dados. Um deles foi a inexistência de dados sobre o consumo industrial de água para toda a série histórica utilizada. Para contornar essa situação, empregaram-se estimativas por extrapolação, com base na participação do referido consumo no consumo total em 1993. Outro problema foi a disponibilidade somente total das quantidades consumidas em cada ano, obrigando a consulta verbal acerca da participação de cada um dos setores em termos percentuais. Esse fato gerou cálculos estimativos sobre os consumos.

Na determinação do consumo agrícola de água, empregou-se a quantidade média necessária durante o ciclo total de desenvolvimento das principais culturas, dimensionada com base na respectiva área colhida. Esse procedimento, para o professor Dr. Amir Pissaia do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Paraná, é uma das formas frequentemente utilizadas para se obter tais estimativas.

Os dados brutos referentes à área colhida, seus totais anuais e os percentuais comparativos foram extraídos do Acompanhamento da Situação Agropecuária do Paraná (DERAL-SEAG, Departamento de Economia Rural da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento). As culturas de alho, aveia, centeio, cevada, mamona e rami não foram consideradas no cálculo do consumo de água, devido à inexistência de informações confiáveis a respeito dos seus ciclos de desenvolvimento. As áreas compreendidas por essas culturas são insignificantes perante as demais. Desse modo, as 13 culturas incluídas no cálculo do consumo, em nenhum ano do período considerado, deixaram de abranger, no mínimo, 97% da área colhida total.

Os parâmetros para cálculo do consumo agrícola de água por cultura foram extraídos de Bernardo (1995), de Reichardt (1987) e do Programa Nacional de Irrigação do Ministério da Irrigação (1987). Os valores dos cálculos foram comparados com os obtidos utilizando parâmetros de Doorenbos e Kassam (1994, p. 10-17), concluindo-se que o total do consumo de água pela agricultura é muito próximo aos adotados pelas demais fontes.

### **3.2. Estimação dos modelos de análise**

Para as funções agregadas foram utilizados os estimadores de mínimos quadrados convencionais, determinados através do método dos mínimos quadrados ordinários (*ordinary*

least squares - OLS). Para as funções desagregadas foram empregados os estimadores de regressão canônica (*canonical correlation analysis* – CCA).

Ambos os procedimentos de estimação foram processados através do *software* STATISTICA for Windows (Release 4.5 F, versão de 1993). No primeiro caso, utilizou-se o módulo de regressão múltipla (*Multiple Regression*); no segundo, o de regressão canônica (*Canonical Analysis*).

### 3.3. Modelos agregados de produção inversa

Os resultados abaixo foram extraídos das saídas originais do STATISTICA. Os asteriscos colocados como superescritos nos coeficientes de correlação canônica (R) traduzem o resultado dos testes de significância, indicando em cada caso:

- \* estatisticamente significativa a 1%;
- \*\* estatisticamente significativa a 5%;
- \*\*\* estatisticamente significativa a 10% e
- NES não estatisticamente significativa

#### 3.3.1. Modelo linear

$$\begin{aligned}
 YT_t = & 356,113^* + 0,199^{**} X_{1t} + 0,152^{NES} X_{2t} - \dots \\
 & \dots 0,313^{NES} X_{3t} - 1,096^{**} X_{4t} - 1,504^{**} X_{5t} + \varepsilon_t \\
 R^2 = & 0,760^{**}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

#### 3.3.2. Modelo Cobb-Douglas

$$\begin{aligned}
 YT_t = & 1,858E + 09^{**} \cdot X_{1t}^{0,213^{***}} \cdot X_{2t}^{-0,066^{NES}} \cdot \dots \\
 & \dots X_{3t}^{0,428^{NES}} \cdot X_{4t}^{-2,451^*} \cdot X_{5t}^{-1,756^{NES}} \cdot \varepsilon_t
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

na forma original, ou

$$\begin{aligned}
 LnYT_t = & 21,343^{**} + 0,213^{***} \cdot LnX_{1t} - 0,066^{NES} \cdot LnX_{2t} + \dots \\
 & \dots 0,428^{NES} \cdot LnX_{3t} - 2,451^* \cdot LnX_{4t} - 1,756^{NES} \cdot LnX_{5t} + Ln\varepsilon_t \\
 R^2 = & 0,712^{***}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

na forma linearizada.

#### 3.3.3. Modelo exponencial

$$\begin{aligned}
 YT_t = & 1252,629^* \cdot 1,002^{**X_{1t}} \cdot 1,0018^{NESX_{2t}} \cdot \dots \\
 & \dots 0,996^{NESX_{3t}} \cdot 0,990^{**X_{4t}} \cdot 0,985^{**X_{5t}} \cdot e^{\varepsilon_t}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

na forma original, ou

$$\begin{aligned} \ln Y_t = & 7,133^* + 0,002^{**} \cdot X_{1t} + 0,0018^{NES} \cdot X_{2t} - \dots \\ & \dots 0,004^{NES} \cdot X_{3t} - 0,01^{**} \cdot X_{4t} - 0,015^{**} \cdot X_{5t} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (5)$$

$$R^2 = 0,751^{**}$$

na forma linearizada.

### 3.4. Modelos desagregados de produção inversa

Os resultados abaixo foram extraídos das saídas originais do STATISTICA e referem-se à solução de maior correlação canônica entre as combinações lineares dos conjuntos de variáveis Y e X.

Os coeficientes canônicos correspondentes ao conjunto de variáveis situado do lado esquerdo das equações e os interceptos (lado direito), não são apresentados porque não são utilizados na elaboração das projeções de demanda de água.

#### 3.4.1. Modelo linear

$$\begin{aligned} \alpha_1 Y_{1t} + \alpha_2 Y_{2t} + \alpha_3 Y_{3t} + \alpha_4 Y_{4t} = & \beta_0 - 0,004 X_{1t} - \dots \\ & \dots 0,114 X_{2t} + 0,625 X_{3t} - 0,841 X_{4t} + 0,671 X_{5t} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (6)$$

$$R = 0,9996^*$$

#### 3.4.2. Modelo Cobb-Douglas

$$\begin{aligned} Y_{1t}^{\alpha_1} \cdot Y_{2t}^{\alpha_2} \cdot Y_{3t}^{\alpha_3} \cdot Y_{4t}^{\alpha_4} = & \beta_0 \cdot X_{1t}^{0,046} \cdot \dots \\ & \dots X_{2t}^{-0,377} \cdot X_{3t}^{0,410} \cdot X_{4t}^{1,415} \cdot X_{5t}^{0,498} \cdot \varepsilon_t \end{aligned} \quad (7)$$

na forma original, ou

$$\begin{aligned} \alpha_1 \cdot \ln Y_{1t} + \alpha_2 \cdot \ln Y_{2t} + \alpha_3 \cdot \ln Y_{3t} + \alpha_4 \cdot \ln Y_{4t} = & \dots \\ & \dots \ln \beta_0 + 0,046 \cdot \ln X_{1t} - 0,377 \cdot \ln X_{2t} + \dots \\ & \dots 0,410 \cdot \ln X_{3t} + 1,415 \cdot \ln X_{4t} + 0,498 \cdot \ln X_{5t} + \ln \varepsilon_t \end{aligned} \quad (8)$$

$$R = 0,998^*$$

na forma linearizada.

#### 3.4.3. Modelo exponencial

$$\alpha_1^{Y_{1t}} \cdot \alpha_2^{Y_{2t}} \cdot \alpha_3^{Y_{3t}} \cdot \alpha_4^{Y_{4t}} = \beta_0 \cdot 0,996^{X_{1t}} \dots$$

$$\dots 0,892^{X_{2t}} \cdot 1,868^{X_{3t}} \cdot 0,431^{X_{4t}} \cdot 1,956^{X_{5t}} \cdot e^{\varepsilon_t} \quad (9)$$

na forma original, ou

$$\text{Ln}\alpha_1 \cdot Y_{1t} + \text{Ln}\alpha_2 \cdot Y_{2t} + \text{Ln}\alpha_3 \cdot Y_{3t} + \text{Ln}\alpha_4 \cdot Y_{4t} = \text{Ln}\beta_0 - \dots$$

$$\dots 0,004X_{1t} - 0,114X_{2t} + 0,625X_{3t} - 0,841X_{4t} + 0,671X_{5t} + \varepsilon_t \quad (10)$$

$$R = 0,9996^*$$

na forma linearizada.

### 3.5. Verificação econométrica das funções estimadas

Os testes de significância dos coeficientes evidenciaram que todos os modelos agregados de produção inversa têm, pelo menos, dois coeficientes estatisticamente não significantes.

Além disso, existem problemas, identificados pelo sinal negativo nas funções linear e exponencial. Na primeira, com relação aos coeficientes das variáveis  $X_3$ ,  $X_4$  e  $X_5$ , ou seja, o PIB do setor terciário e as populações urbana e rural, respectivamente. Na segunda, nos referentes a  $X_1$  e  $X_4$ , ou seja, ao PIB primário e a população urbana.

O sinal negativo de  $X_2$  (PIB industrial) não está incoerente. Ele reflete o uso crescente de tecnologias mais eficientes quanto à reutilização e à redução de uso da água na fabricação, que resultam em diminuição da demanda. Também, paralelamente, pode estar ocorrendo um aumento da captação de água dos rios, fontes, poços etc., que não é capturado pelas estatísticas oficiais.

Por sua vez, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) embora significativos, variaram entre 0,71 e 0,76, revelando sempre um poder de explicação moderado em todas as equações.

No caso dos modelos desagregados, todos os coeficientes de correlação canônica ( $R$ ) foram excelentes, praticamente iguais a 1, porém persistiram os problemas de sinal negativo. No entanto, ao contrário dos modelos agregados, eles são de menor gravidade porque se concentram nos coeficientes das variáveis  $X_1$  e  $X_4$ , respectivamente, correspondendo ao PIB do setor primário e a população urbana, nas equações linear e exponencial. Outro aspecto importante dos modelos desagregados é o fato da variável  $X_2$ , ou seja, o Produto Interno Bruto do setor secundário, ter apresentado o sinal negativo em todas as três equações estimadas. Isso é uma evidência muito forte da efetiva ocorrência de redução do consumo industrial de água potável (devido à reutilização, economia e produção própria).

Assim sendo, com satisfatório grau de confiança, pode-se concluir que os modelos agregados são de qualidade estatística bem inferior a dos modelos desagregados. E, dentre estes, o que melhor explica o comportamento das variáveis envolvidas é, sem dúvida, a função Cobb-Douglas.

### 3.6. Simulações e projeções

Com base no modelo (7), ou seja:

$$Y_{1t}^{\alpha_1} \cdot Y_{2t}^{\alpha_2} \cdot Y_{3t}^{\alpha_3} \cdot Y_{4t}^{\alpha_4} = \beta_0 \cdot X_{1t}^{0,046} \cdot \dots \\ \dots X_{2t}^{-0,377} \cdot X_{3t}^{0,410} \cdot X_{4t}^{1,415} \cdot X_{5t}^{0,498} \cdot \varepsilon_t$$

elaborou-se a projeção da demanda total de água para o ano de 2015.

Essa projeção foi realizada para dois cenários. Para simular cada um deles, adotaram-se as melhores (cenário A) e as piores (cenário B) taxas de crescimento.

Para efetuar todos esses procedimentos, foi construída uma planilha no Excel, que permite a realização imediata de tantas previsões de demanda quantas forem as simulações feitas sobre o desenvolvimento econômico e demográfico paranaenses.

As projeções realizadas, de acordo com essa metodologia, foram da ordem de 64 bilhões de m<sup>3</sup> de consumo total de água no ano de 2015.

#### 4. Considerações finais

Este estudo mostra que, em termos globais, a quantidade de água disponível no Estado em 2000, uma vez mantida constante até 2015, será suficiente para atender à expansão crescente do consumo, frente às perspectivas de evolução demográfica e econômica do Paraná, até aquele ano.

Entretanto, a pesquisa bibliográfica realizada revelou graves problemas localizados referentes à escassez, notadamente na região metropolitana de Curitiba e no norte do Estado. Esses e outros registros de real falta de água no Paraná, não foram investigados isoladamente.

A análise de ocorrências pontuais requer uma abordagem espacial a nível de região/bacia, cuja delimitação não foi possível adotar.

Não obstante ter sido especificada uma abrangência geográfica conveniente, ainda restaram dois problemas deveras limitantes no tocante aos dados.

Um deles foi a inexistência de informações sobre o consumo industrial de água para toda a série, que somente se conseguiu contornar por extrapolação. O outro problema residiu na estatística da SANEPAR (1999), pela qual o consumo global é rateado de acordo com percentuais estimados sobre a participação de cada tipo de consumo no consumo total.

Na medida em que não se encontrou na literatura nenhuma aplicação dos modelos de análise, conforme a realizada neste estudo, elevou-se consideravelmente a importância de sua contribuição metodológica. Por outro lado, também, parece ser uma inovação a tentativa de quantificar o consumo agropecuário e a disponibilidade global de água (oferta).

Todas estas questões são instigantes e motivadoras e, sem dúvida, abrem amplas possibilidades para a realização de pesquisas futuras, como por exemplo:

- 1º) analisar as modificações ocorridas com o regime de chuvas, mais especificamente nos últimos cinco anos, porque os períodos de estiagem têm se intensificado;
- 2º) observar o efeito do fenômeno El Niño no Estado;
- 3º) estudar e medir as vazões de descarga das bacias não contempladas por estações fluviográficas;
- 4º) determinar o consumo de água do setor secundário ou industrial e
- 5º) analisar os recentes avanços da indústria no sentido de reuso da água e seus respectivos avanços tecnológicos.

## 5. Referências Bibliográficas

ANGELO, C.; MELLO, M.; VOMERO, M. F. **A era da falta d'água**. Revista Super Interessante. v.14, n.7, p.53, jul. 2000.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Revisada e ampliada. Viçosa: UFV. Impr. Univ., p.53, 1995, 657 p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeitos da água no rendimento das culturas**. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33. Campina Grande: UFPB, 1994, p. 10-17, 306p.

EASTERLING D. R. **Eventos climáticos extremos tendem a continuar**. Centro Nacional de Dados Climáticos do NOAA. Asheville. N.C.,1992.

FAVRETTO, V. **Rodízio de água em Colombo deve acabar**. Curitiba: Jornal Gazeta do Povo. 7 mai. 2000, p. 8.

FRANÇA, A. **Mobilização para salvar o Piava. Nossos rios**. Curitiba: Jornal Gazeta do Povo, 12 jul. 2000, p. 4.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Imagens estatísticas do Paraná 1990**. Curitiba: IPARDES, 1991.

MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO. PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO (PRONI). **Tempo de irrigar: manual do irrigante**: São Paulo: Mater, 1987.

OCEPAR. **Cooperativas caminhos macroeconômicos para as cooperativas paranaenses**. Curitiba, 1996.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Ed. Manole, 1987, p.159, 188p.

SANEPAR **Plano diretor dos sistemas de água e esgotos de Curitiba e Região Metropolitana**. Curitiba. 1999.

SANEPAR. **Manual para elaboração de plano de manejo e gestão de bacia de mananciais do Estado do Paraná**. 2. ed. rev., Curitiba: 1999, p. 54-55, 184 p.