

IV-214 – COEFICIENTES TÉCNICOS DO USO DA ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO HUMANO NAS BACIAS RECEPTORAS DO EIXO NORTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO SÃO FRANCISCO

Malu Pinto Rocha da Silva⁽¹⁾

Estudante da graduação em Economia da UFPE.

Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes⁽²⁾

Pós-Doutora em Engenharia Ambiental pela University of Illinois at Urbana-Champaign UIUC/ EUA (2010-2011), Doutora em Economia pela UFPE (2003), obteve o mestrado em 1997 em Engenharia de Sistemas com ênfase em Pesquisa Operacional e a graduação em 1987, em Engenharia Elétrica.

Ana cristina⁽³⁾

Aluna (Bolsista CNPQ) do Doutorado em Economia PIMES/UFPE. Mestre em Economia pela UFPB – 2010.

Endereço⁽¹⁾: Av. Beberibe, 875, apt 1501 – Arruda – Recife – PE – CEP:52.041-430 – Brasil. TEL: (81) 9990-1381. Email: mmalu.pinto@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Av. 17 de Agosto, 2665. Apto 2101. Monteiro. CEP:52061-540. Recife-PE. Brasil.

Endereço⁽³⁾: Rua Marechal Rondon 323 apt 801 – Casa Forte - Recife - PE - CEP: 51061-050 - Brasil - Tel: +55 (81) 92969452 - - e-mail:anacristinagc@gmail.com

RESUMO

O projeto de Integração do São Francisco (PISF) é uma obra do governo federal, que pretende levar água para a região semiárida do nordeste do Brasil. A obra prevê uma construção de mais de 600 km de canais de concreto, entre os estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte (eixo norte/sul), e está orçado em cerca de oito bilhões de reais. As águas que serão transferidas usando o eixo Norte beneficiarão duas grandes e importantes bacias do Nordeste brasileiro: a Piranhas - Açú, que se encontra parte no estado da Paraíba e parte no Rio grande do Norte, e a Jaguaribe, no Ceará. Neste trabalho obtêm-se coeficientes técnicos de uso direto da água nas referidas bacias para os principais setores econômicos associados ao abastecimento urbano – Comércio/Serviços e Administração Pública -, que são nas diferentes regiões das bacias, os mais importantes economicamente e ao mesmo tempo os maiores consumidores de água..

De uma forma geral, os valores e o comportamento dos coeficientes técnicos para os dois setores mostraram-se bastante similares em todas as RHE's estudadas, apresentando-se inicialmente crescentes com o aumento da urbanização e a partir de um certo ponto tornando-se decrescentes. Em outras palavras, a partir de um certo nível de urbanização, as quantidades de água utilizadas crescem mais que o produto econômico associado ao setor. Sabe-se mesmo que associado a maiores níveis de atendimento, menos valor é atribuído ao recurso e mais desperdícios e perdas devem ocorrer.

Comparando os valores *per se* com os coeficientes obtidos em Comércio/Serviços, os da Administração Pública são maiores para todas as RHE's. Isto é reflexo do coeficiente de consumo de água usado, baseado em número de empregados por setor, que é menor na Administração Pública do que no setor de comércio/ serviços.

Os valores de coeficientes técnicos no uso da água nos diversos setores da economia e em diferentes regiões hidrográficas trazem importantes subsídios na decisão de diferentes políticas de alocação de água, pois propiciam a associação de retornos econômicos às mesmas. Dessa forma, podem ser mensurados os Efeitos Diretos na economia Regional das diferentes limitações no insumo água, dados por diferentes políticas de alocação. Ademais, o cálculo destes efeitos torna-se ainda mais importante dado que no caso das bacias estudadas parte da água virá de uma outra bacia doadora.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficientes técnicos, Agricultura Irrigada, Projeto de Integração do rio São Francisco, Abastecimento Humano

INTRODUÇÃO

Segundo a CBH-Piranhas, a bacia hidrográfica do rio Piranhas – Açú abrange um território de 42.900 km² onde vivem aproximadamente 1.552.000 mil habitantes, em 147 municípios (102 na Paraíba e 45 no Rio Grande do Norte). É a maior bacia hidrográfica do estado do Rio Grande do Norte, ocupando uma superfície de 17.500 km², correspondendo a 32,8 % do território estadual. Na Paraíba a bacia ocupa mais de 50% do

território do estado. São diversos os usos da água proveniente desta bacia como irrigação difusa, irrigação em perímetros públicos, abastecimento humano, subsistência de animais, lazer, produção energética e aquíicultura. Já a bacia hidrográfica Jaguaribe está situada em sua quase totalidade dentro dos limites do estado do [Ceará](#), com 81 municípios, ocupa cerca de 50% da área total do estado, o que equivale a, aproximadamente, 75.669 km² (IBGE, 1999). Os recursos hídricos da bacia são utilizados para diversos fins como: indústria, agricultura irrigada, abastecimento humano, administração pública, instalação de tanques para carcinicultura, lazer, transporte, navegação, entre outros.

O uso do fator primário água como insumo pelos diversos setores econômicos é dado pelos Coeficientes Técnicos de Uso Direto da Água, que é um dos chamados Coeficientes de Insumos Exógenos (Kondo, 1999). A associação destes coeficientes técnicos de uso direto com as relações interssetoriais da economia (Matriz de Insumo-Produto de um estado ou País) resulta na água embutida em cada unidade produzida dos diferentes setores econômicos (a chamada Água Virtual).

Usando os referidos coeficientes pode-se mensurar os efeitos na Economia de uma limitação no recurso hídrico, resultante de mudanças na gestão de oferta ou de demanda das bacias hidrográficas. Dessa forma, poderão ser mensurados os Efeitos Diretos e Indiretos na economia Regional das diferentes limitações no insumo água, dados por diferentes políticas de alocação.

Os coeficientes técnicos de uso direto da água serão obtidos neste estudo para os principais setores econômicos associados ao abastecimento urbano nas duas bacias receptoras do Eixo Norte do PISF. Os coeficientes serão obtidos para diferentes regiões da bacia, que terão características diversas tanto do ponto de vista hidrológico, como econômico e que por isso chamaremos regiões hidro – econômicas (RHEs), a saber: na bacia do Jaguaribe: alto Jaguaribe, médio Jaguaribe, Banabuiú e baixo Jaguaribe e Piranhas-Açu: Coremas, Montante do reservatório Armando Ribeiro e Baixo-Açu). Estes coeficientes técnicos permitirão calcular os retornos econômicos da água alocada para diferentes RHEs e portanto poderão mensurar os efeitos de diferentes políticas de alocação entre as mesmas.

MÉTODO

Para obter os coeficientes técnicos do uso da água, dividiremos os insumos necessários para produção em insumos endógenos e exógenos. Os insumos endógenos são os econômicos e os exógenos são os ambientais, nesse trabalho o ‘insumo água’.

$$Processo = \left(\frac{Insumo}{Produto} \right) = \left(\frac{x'_i}{x'} \right) \quad (1)$$

Onde: x'_i = i's insumos endógenos;

z'_i = i's insumos exógenos (como água);

x' = produção do bem x;

w' = produção de poluentes.

Se dividirmos os insumos endógenos e exógenos pela produção teremos a quantidade média de insumo necessária para a produção de uma unidade do produto final. Ou seja, a_i é a quantidade média do insumo endógeno x'_i necessária para produção de uma unidade de x, e b_i é a quantidade média do insumo exógeno z'_i necessária para produção de uma unidade de x.

$$a_i = \frac{x'_i}{x'}; \quad (2)$$

$$b_i = \frac{z'_i}{x'_i}, \quad b_i = \frac{z_i}{x_i}. \quad (3)$$

Como todos os insumos, endógenos e exógenos, são necessários para a produção de um produto final, então por suposição $x_i > 0$ e $z_i > 0$, para todo i . E, por definição, $a_i > 0$ e $b_i > 0$. Reescrevendo:

$$x'_i = a_i \cdot x'_i; \quad (4)$$

$$z'_i = b_i \cdot x'_i. \quad (5)$$

Porém a hipótese $a_i > 0$ é necessária, o que significa que $x'_i < x'$, ou seja, o montante de insumo tem que ser menor que o montante do produto, mas não é uma condição suficiente. Se $a_i \geq 1$ o montante de produto não excede o montante de insumo usado na produção, logo o processo não é eficiente. Logo, a condição suficiente é $0 < a_i < 1$. Considere um modelo com n setores. Dividindo a demanda em intermediária e final tem-se:

$$x_j = x_{ij} + y_j. \quad (6)$$

$$x_j = a_{ij} \cdot x_j + y_j. \quad (7)$$

Onde $a_{ij} \cdot x_j$ é a demanda intermediária do bem j e y_j a demanda final pelo bem j . Organizando:

$$(1 - a_{ij}) \cdot x_j = y_j. \quad (8)$$

$$x_j = (1 - a_{ij})^{-1} y_j. \quad (9)$$

Já em relação aos insumos exógenos:

$$z_i = b_{ij} x_j. \quad (10)$$

Como: $x_j = (1 - a_{ij})^{-1} y_j$

Então: $z_i = b_{ij} (1 - a_{ij})^{-1} y_j \quad (11)$

Onde $(1 - a_{ij})^{-1}$ é o coeficiente da inversa de Leontief. Que significa o quanto do produto x_j é necessário para suprir a demanda y_j . Em termos matriciais:

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (12)$$

$$Z = B(I - A)^{-1} Y \quad (13)$$

Onde:

X = Matriz (vetor) de Produção Total;

Y = Matriz (vetor) Demanda Final.

$(I - A)^{-1}$ = Matriz de Impacto ou Matriz de Leontief.

Z = Vetor Demanda por Insumos Exógenos;

A = Matriz Coeficientes de Insumos Endógenos ($n \times n$);

B = Matriz Coeficientes de Insumos Exógenos ($1 \times n$);

Quando o elemento B corresponde à água, então a aplicação da equação acima no modelo insumo-produto permite o cálculo da “virtual water”.

Para estimar os coeficientes diretos de uso da água (a matriz de coeficientes exógenos B relativa a água) foi usado como base os coeficientes de uso da água catalogados pelo IWR-MAIN1, que serão explicados na seção tratamento de dados. No entanto, os insumos exógenos/ambientais normalmente são escassos, logo tem sua oferta limitada. Substituindo a Equação (12) na Equação (13) tem-se $Z=BX$. Considerando que Z é escasso:

$$X \leq B^{-1}Z \quad (14)$$

Ou seja, a produção é limitada pelo insumo água. Uma realocação da água entre os setores muda o produto de cada setor. Além disso, essa realocação também vai provocar uma variação na demanda final. Reescrevendo a Equação (13), tem-se:

$$Y = (I - A)(B)^{-1}Z \quad (15)$$

Dessa forma, é possível perceber que uma realocação do insumo escasso água, (que será obtida a partir de diferentes modelos de alocação de água representativos de diferentes políticas) irá provocar uma variação na produção, X, e na demanda final Y (Kondo, 2009), que podemos considerar como sendo os efeitos diretos e indiretos na Economia Regional respectivamente, da limitação do insumo água.

TRATAMENTO DOS DADOS

Como já foi dito, as bacias foram divididas em regiões, chamadas de regiões hidro - econômicas (RHE's). O critério para a divisão das bacias foi definido a partir da área de contribuição aos hidrossistemas, de acordo com considerações definidas no modelo de alocação a ser utilizado. Estas regiões recebem diferentes quantidades de água para os diversos setores econômicos devido a diferentes decisões de alocação. Usando os coeficientes técnicos de uso direto do setor e da RHE (vetor B) mensura-se o produto econômico máximo (vetor X) resultante de cada estratégia de alocação, conforme equação (14).

Os hidrossistemas foram inicialmente associados às otobacias² de maior nível, a partir do trecho da calha principal respectivo. Usando um fator de proporcionalidade (ver Anexo 1 para os fatores da Bacia Piranhas-Açu e Anexo 2 referente à Bacia Jaguaribe) de área geográfica relacionando os municípios às otobacias (conforme FUNARBE, 2011), pôde-se relacionar então os municípios a cada região hidrográfica. E assim, regionalizar todas as variáveis econômicas dadas em nível municipal para cada RHE.

Para mensurar o consumo de água, utilizou-se como base neste trabalho, os dados catalogados pelo IWR-MAIN³. A rotina computacional deste programa emprega uma série de equações matemáticas de projeção de uso da água. Os coeficientes de uso da água para o setor não-residencial, catalogado no IWR-MAIN pelo código SIC (Standard Industrial Classification) do Departamento do Comércio, existem agrupados em atividades econômicas de maior relevância, e resultaram de 10 anos de esforços de pesquisa determinados a coletar dados de emprego e uso da água em mais de 7.000 estabelecimentos, envolvendo as oito tipologias econômicas, em todos os Estados Unidos, como apresentado na figura 1.

¹ IWR-MAIN é um programa de computador baseado no MAIN II, programa desenvolvido sob patrocínio do Departamento de Interior Americano no ano de 1969. Em 1982, o Corpo de Engenheiros do Exército Americano (US Army Corps of Engineers) adotou o MAIN II como ferramenta para gestão de Recursos Hídricos. Em 1987, o IWR-MAIN Versão 1.5 foi disponibilizado para uso em computadores.

² Consiste numa malha com a representação gráfica dos limites das bacias hidrográficas correspondentes a rede hidrográfica presente na Carta Internacional ao Milionésimo e codificada segundo metodologia proposta pelo engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter. (FUNARBE, 2011)

³ A Matriz de Recursos Hídricos do MMA (FUNARBE, 2011) não incluiu setores econômicos associados ao abastecimento urbano. Foram levantados coeficientes de uso direto apenas para dois setores: o setor Industrial e o da Agricultura Irrigada.

Atividades econômicas mais representativas	Código ISIC	Coeficientes de uso da água (litros. empregado ⁻¹ . dia ⁻¹)*	
Construção	15 – 17	78,4	(244)
Manufatura	20 – 39	500,8	(2784)
Transporte, Comunicações e Utilidades (TCU)	40 – 49	186,2	(225)
Comércio atacadista	50 – 51	162	(750)
Comércio Varejista	52 – 59	352,4	(1041)
Finanças, seguros, mercado imobiliário	60 – 67	268	(233)
Serviços	70 – 89	520,5	(1870)
Administração Pública	91 – 97	400,1	(25)

*Os números em parênteses representam o espaço amostral de estabelecimentos que foram consultados para o cálculo do coeficiente. Fonte: Planning and Management Consultants, LTD (1996) apud BAUMANN et al. (1997).

Figura 1 - Coeficientes técnicos de uso direto da água para o setor não-residencial catalogados no IWR-MAIN. Fonte: Extraído de FUNARBE (2011)

A questão do uso do número de empregados na construção dos coeficientes de uso direto é discutida especialmente no setor industrial. Espera-se, no entanto, maior correlação positiva em processos produtivos que usem pouca água ou naqueles em que a maior fração de água seja usada em atividades de uso geral (FUNARBE, 2011). Este é o caso das atividades que serão associadas ao Abastecimento Urbano, a saber: Comerciais, de Serviços e Administração Pública. A escolha destes setores foi feita de forma a conciliá-los com as categorias de consumo das Companhias de Abastecimento (Industrial, Comercial e Pública respectivamente), para as quais haveria resultados de alocação. Como os percentuais da indústria nas Companhias de Abastecimento foram quase nulos, apenas foram obtidos coeficientes para os outros dois setores.

Um problema no uso destes coeficientes como base, refere-se ao fato dos mesmos não terem sido levantados para o Brasil. Na verdade, encontraram-se apenas alguns poucos resultados pontuais existentes para o estado de São Paulo, os quais apresentaram resultados com a mesma ordem de grandeza do Comércio Varejista do IWR-MAIN (padaria/lanchonete: 233 litros. empregado⁻¹. dia⁻¹ e postos de gasolina: 366 litros. empregado⁻¹. dia⁻¹). Entretanto, usar um coeficiente baseado em número de empregados se mostrou conveniente (o número de empregados é uma informação confiável e de fácil acesso, no nosso caso foram utilizados dados do IBGE(2012). Assim, decidiu-se usá-lo, deixando claras as incertezas dos resultados e a possibilidade de obtenção de novos valores, desde que mais dados sejam levantados para o Brasil.

OBTENÇÃO DOS COEFICIENTES TÉCNICOS DO USO DIRETO DA ÁGUA PARA OS SETORES ECONÔMICOS ASSOCIADOS AO ABASTECIMENTO URBANO

Os coeficientes de Uso Direto foram obtidos seguindo a seguinte relação:

$$\text{Coeficiente de Uso Direto do Setor por Região} = \frac{\text{Indicador}^4 \text{ representativo da produção na RHE do setor econômico associado Abastecimento Urbano (milhões de Reais Anuais)}}{\text{Consumo Anual de água das RHE com o setor econômico associado ao Abastecimento Urbano (M3)}}$$

As figuras 2 e 3 que seguem abaixo mostram o processo utilizado para construir cada termo da equação acima.

⁴ O indicador utilizado foi o Valor Adicionado Bruto (VAB), dado que era o único indicador associado a produção disponibilizado nas Contas Regionais em 2010, tanto em nível municipal, quanto por setor econômico de uma forma agregada para o estado. Como $VAB = VP_{pb} \cdot CI$, e considerando que nos setores associados ao Abastecimento Urbano (Comércio/ serviços e Administração Pública) os valores de Consumo Intermediário(CI) não são significativos, pôde-se considerar o mesmo representativo de VP_{pb} , que é o valor da produção a preços básicos.



Figura 2 – Fluxograma representativo da obtenção da produção do setor econômico associado ao Abastecimento Urbano regionalizados para as RHE's.

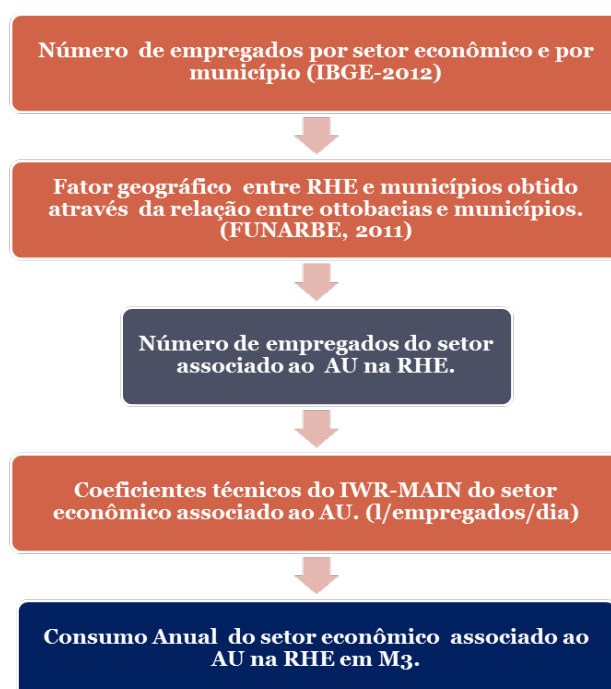


Figura 3 – Fluxograma representativo da obtenção do consumo de água nos setores econômicos associados ao Abastecimento Urbano regionalizados para as RHE's.

Para regionalizar estes valores nas diversas RHE's, partiu-se dos valores do VAB por município, que foram distribuídos por setor econômico usando o número de empregados associado (IBGE, 2012). Essa distribuição foi então regionalizada para as RHEs através do fator geográfico entre municípios e otobacias (FUNARBE, 2011). Dessa forma, obteve-se os valores dos VABs por RHE e setor econômico. Deve-se ressaltar que a distribuição dos VABs entre os setores econômicos, usando o número de empregados do setor, foi totalizada para o estado para ser comparada com o valor encontrado nas Contas Regionais de 2010 por setor econômico, e os resultados foram mais satisfatórios para o setor de comércio/ serviços, especialmente no caso da Paraíba e Rio Grande do Norte.

Os valores do VAB de Comércio/ Serviços distribuídos entre os setores, através dos empregos, na PB e RN foram respectivamente 12,518 e 13,509 milhões. Enquanto os valores dados nas Contas Regionais para os mesmos estados dos referidos setores foram 11,375 e 13,115 milhões. Já no estado do Ceará, os VAB distribuídos através do emprego do setor de comércio/ serviços foram 31,764 milhões contra 33,754 milhões das Contas Regionais. Pode-se considerar que a distribuição no setor de comércio/ serviços usando os empregos aproxima bem os valores, com alguma sub-estimação no caso do Ceará. No setor de Administração Pública, os valores para a PB e RN distribuídas por emprego foram respectivamente 6,091 e 6,360 milhões, enquanto as Contas mostraram para este setor valores bem maiores de 9,539 e 8,094 milhões. No Ceará, distribuídos usando os empregos o setor de Administração Pública computou 12,006 milhões enquanto as Contas apresentaram 15,485 milhões. Assim, para os três estados no caso do setor de Administração Pública a distribuição usando os empregos apresenta algum sub-dimensionamento que deve ser considerado ao analisar-se os coeficientes obtidos para este setor nas RHEs.

RESULTADOS

PIRANHAS-AÇU

Tabela 1: Coeficientes Técnicos do uso da água para a Bacia Hidrográfica de Piranhas-Açu.

Abastecimento Urbano	RHE1 (Coremas)	RHE2' (Montante do ARG - PB)	RHE2'' (Montante do ARG - RN)	RHE3 (Baixo-Açu)
Comércio/serviços	76,07	92,92	93,05	136,88
Administração Pública	85,30	98,72	102,81	152,33

Observando os coeficientes obtidos para o setor de comércio/ serviços, pode-se notar que numa primeira faixa maiores valores dos mesmos refletem uma maior urbanização. Compare-se por exemplo, a região menos urbanizada RHE1 com uma mais urbanizada RHE3: O produto econômico da RHE1 no setor de comércio/ serviços representa 8,75% da produção deste setor na bacia e 2,13% do estado associado. Já a produção de comércio/ serviços da RHE3 representa 14,74% do setor na bacia e 3,11% do estado. Assim, o coeficiente maior da RHE3 refletiria esta maior urbanização. No entanto, a partir de uma determinada faixa, começa-se a observar que ao se intensificar a urbanização os valores dos coeficientes passam a cair. Compare RHE3 agora com RHE2''. Esta última representa 28,49% do setor na bacia e 6,01% do estado, o que implica numa maior urbanização em relação a RHE3, e no entanto apresenta um coeficiente menor do que o deste último. Finalmente a RHE2', a região mais urbanizada com 48,02% do setor na bacia e 11,69% no estado com um coeficiente ainda um pouco menor do que o associado a RHE2''.

Como foi usado o mesmo coeficiente de uso da água para o setor em todas as RHE's, função do número de empregados, o valor médio da produção em relação ao recurso água (R\$/ m³) segue a mesma lógica da variação da produção com o número de empregados. Sabe-se da teoria econômica que a curva de produção total em relação ao insumo trabalho pode apresentar numa primeira faixa com menores níveis de produção, taxas marginais e valores médios crescentes e então a partir de um ponto de inflexão passar a ter taxas marginais e valores médios decrescentes. Da mesma forma, os nossos coeficientes mensuram entre as RHEs, dentro deste mesmo setor econômico, o valor médio da produção em função do recurso água. Espera-se que inicialmente para maiores níveis de produto econômico os valores médios aumentem, no entanto à medida que os níveis de urbanização aumentem as produtividades marginais da água e os valores médios passem a ser decrescentes. Em outras palavras, a partir de um certo nível de urbanização, as quantidades de água utilizadas

crecem mais que o produto associado ao setor. Sabe-se mesmo que associado a maiores níveis de atendimento, menos valor é atribuído ao recurso e mais desperdícios e perdas devem ocorrer.

A mesma análise pode ser usada para os coeficientes do setor de Administração Pública das diversas RHE's. Numa primeira faixa, um maior nível de urbanização implica em valores de coeficientes associados maiores. A RHE3 apresenta um maior coeficiente em relação ao RHE1, pois representa, 15,19% deste setor na bacia e 2,66% no estado contra 13,16% deste setor na bacia e 1,95% no estado. À medida que a urbanização se acentua, o coeficiente, ou o valor médio passa a cair. A produção deste setor em RHE2" representa 25,33% da bacia e 4,43% do estado e apresenta um coeficiente menor do que o associado ao RHE3, o q comprova ter se passado para uma faixa de taxas marginais e valores médios decrescentes. Finalmente, a região mais urbanizada - RHE2' – com 46,31% do setor na bacia e 6,87% do setor ainda apresenta um menor coeficiente em relação a estes últimos.

Percebe-se assim comportamento similar relativo aos valores médios da produção desse setor com a água inicialmente crescentes, e então a partir de um certo nível de produção passando a ser decrescentes. Ao se passar de uma região com menores níveis de atendimento para as de maiores dentro de um determinado intervalo observa-se um aumento de valor médio ou um maior coeficiente. A partir de um determinado nível de urbanização, passa-se a ter valores médios decrescentes. Comparando os valores *per si* com os coeficientes obtidos em Comércio/Serviços, os da Administração Pública são em geral maiores. Isto é reflexo do coeficiente de consumo usado por empregado para este setor (ver Figura 1) que é menor do que a média dos usados para comércio e serviços. Ademais, deve-se lembrar que os valores do VAB usados para obter os coeficientes da Administração Pública ficaram sub-dimensionados em relação às Contas Regionais (valores reais do estado) e portanto estes coeficientes provavelmente são ainda maiores do que os valores apresentados.

JAGUARIBE

Tabela 2: Coeficientes Técnicos do uso da água para a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.

Abastecimento Urbano	RHE 1 (Alto Jaguaribe)	RHE 2 (Médio Jaguaribe)	RHE 3 (Banabuiu)	RHE 4 (Baixo Jaguaribe)
Comércio/serviços	77,78	80,69	83,88	115,61
Administração Pública	82,17	88,94	92,55	126,15

O comportamento de taxas marginais e valores médios crescentes da produção do setor de comércio/ serviços com o recurso água, num intervalo inicial de aumento da urbanização, volta a acontecer na bacia do Jaguaribe. A RHE2 com 10% da produção do setor na bacia e 0,66% do estado apresenta um coeficiente menor do que os associados a RHE3 e RHE4 (26,16% do setor na bacia e 1,74% do estado; 28,30% da bacia e 1,88% do estado respectivamente). Assim, neste intervalo de aumento da produção, os coeficientes aumentam com a urbanização, mostrando que um maior nível de atendimento nestas regiões devem elevar o produto econômico. A partir daí, ao se passar para um patamar maior de produção (RHE1 apresenta 35,55% da produção do setor da bacia e 2,36% do estado), nota-se uma redução no valor do coeficiente, mostrando que passou-se para uma faixa na curva de produção com retornos marginais e valores médios decrescentes. Da mesma forma que no Piranhas-Açú isto pode ser explicado pelas maiores perdas e desperdícios associados aos maiores níveis de atendimento.

O mesmo ocorre no setor de Administração Pública entre as RHEs. Numa primeira faixa, os coeficientes se elevam à medida que a participação do setor aumenta: o coeficiente de RHE2 com 12,09% do setor na bacia e 0,77% do estado é menor do que o de RHE4(24,67% da bacia e 1,58% do estado). Observa-se entre uma e outra região um aumento expressivo no retorno por unidade de água, evidenciando haver nesta faixa retornos marginais e valores médios crescentes. A partir daí, a curva de produção passa a ter valores médios decrescentes (retornos marginais decrescentes). Observe-se que na RHE3, que possui uma maior produção no setor (27,18% da bacia e 1,74% do estado) em relação a RHE4, o valor do coeficiente é menor. Finalmente, a RHE1 com maior participação no setor (36,05% da bacia e 2,31% do estado) é a que apresenta menores retornos no setor de administração pública por unidade de água.

Da mesma forma que no Piranhas-Açu, os coeficientes deste setor, se compararmos com os de Comércio/Serviços região por região, são sempre maiores. Na verdade como já explicado, o coeficiente de consumo ($l. empregado^{-1}.dia^{-1}$) aqui usado é menor do que a média dos usados em comércio e serviços.

CONCLUSÕES

Comparando os valores *per si* com os coeficientes obtidos em Comércio/Serviços, os da Administração Pública são maiores para todas as RHE's. Isto é reflexo do coeficiente de consumo usado por empregado para este setor (ver Figura 1) que é menor do que a média dos usados para comércio e serviços. De uma forma geral, os valores e o comportamento dos coeficientes técnicos mostraram-se bastante similares em todas as RHE's estudadas, apresentando-se inicialmente crescentes com o aumento da urbanização e a partir de um certo ponto tornando-se decrescentes. Em outras palavras, a partir de um certo nível de urbanização, as quantidades de água utilizadas crescem mais que o produto econômico associado ao setor. Sabe-se mesmo que associado a maiores níveis de atendimento, menos valor é atribuído ao recurso e mais desperdícios e perdas devem ocorrer. Finalmente, relativo a análise da ordem de grandeza destes valores comparativamente a medidas equivalentes na literatura, deve-se salientar que estes coeficientes ainda não são comumente encontrados na literatura brasileira. Sendo assim, não foram encontrados valores para comparação dos coeficientes ora obtidos, associados aos setores de Comércio, Serviços e Administração Pública. Espera-se que esses números iniciais sirvam de referência para futuros trabalhos e estimulem essa linha de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CBH-Piranhas – Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Piranhas. Acessado em 19/09/2012. Disponível em: <http://www.piranhasacu.cbh.gov.br/>
2. Febraban – Fundação de Apoio a Universidade de Viçosa. Desenvolvimento da Matriz de Coeficientes técnicos para recursos hídricos no Brasil. 2011.
3. IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diagnóstico Ambiental da Bacia do rio Jaguaribe. 1999.
4. IBGE (2012). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico - 2010: Resultados da Amostra. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/>
5. Kondo, Y. and Nalamura, S. Waste Input-Output Analysis – Concepts and Application to Industrial Econology. Springer. 2009.
6. MAIA NETO, R.F. Água para o desenvolvimento sustentável. A Água em Revista, Belo Horizonte, n.9, p.21-32, 1997.
7. PAZ V.P.S., TEODORO R., MENDONÇA R. Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, p.465-473, 2000. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.
8. Plano de Gerenciamento das águas da Bacia do Rio Jaguaribe, Governo do estado do Ceará.

ANEXOS

Anexo 1: Proporções dos municípios na Bacia do Piranhas-Açú

RHE1 (PB)			
Água Branca	0.9278	Malta	0.0228
Aguiar	0.9407	Manáira	0.9679
Boa Ventura	1.0000	Nazarezinho	0.0132
Bonito de Santa Fé	0.1032	Nova Olinda	1.0000
Igaracy	0.9995	Olho d'Água	0.8952
Cajazeirinhas	0.0067	Patos	0.0108
Carrapateira	0.2243	Pedra Branca	0.9223
Catingueira	0.9320	Piancó	0.9070
Conceição	0.9070	Princesa Isabel	0.9688
Condado	0.0589	Santa Inês	0.7554
Coremas	0.5929	Santana de Mangueira	0.9742
Curral Velho	0.9882	Santana dos Garrotes	0.9464
Diamante	0.9046	Santa Teresinha	0.2880
Emas	0.8329	São José da Lagoa Tapada	0.0533
Ibiara	1.0000	São José de Caiana	1.0000
Imaculada	0.5758	São José de Piranhas	0.1157
Itaporanga	0.9839	São José de Princesa	0.9945
Juru	0.8428	Serra Grande	0.7988
Mãe D'Água	0.0184	Tavares	0.9594
RHE 2' (PB)			
Aguiar	0.0002	Nazarezinho	0.9832
São João do Rio do Peixe	0.9015	Nova Palmeira	0.9661
Aparecida	0.9923	Olivedos	0.0003
Areia de Baraúnas	0.9801	Passagem	0.9782
Assunção	0.0646	Patos	0.8860
Baraúna	0.1685	Paulista	0.9582
Barra de Santa Rosa	0.0010	Pedra Lavrada	0.8823
Belém do Brejo do Cruz	0.9271	Picuí	0.8469
Bernardino Batista	0.9988	Poço Dantas	0.6910
Bom Jesus	0.9859	Poço de José de Moura	0.9833
Bom Sucesso	0.9454	Pombal	0.9296
Bonito de Santa Fé	0.8891	Quixabá	1.0000
Brejo do Cruz	0.9805	Riacho dos Cavalos	0.9680
Brejo dos Santos	0.7412	Salgadinho	0.7593
Cachoeira dos Índios	0.6077	Santa Cruz	0.8331
Cacimba de Areia	0.9852	Santa Helena	0.9488
Cacimbas	0.3149	Santa Luzia	0.9553
Cajazeiras	0.9461	Joca Claudino	0.8330

Cajazeirinhas	0.9854	Santa Teresinha	0.5675
Carrapateira	0.2376	Santarém	
Catingueira	0.0119	São Bento	0.7698
Catolé do Rocha	0.8772	São Bentinho	0.8409
Conceição	0.0095	São Domingos de Pombal	0.9466
Condado	0.8988	São Francisco	0.9303
Coremas	0.2542	São José da Lagoa Tapada	0.9043
Cubati	0.8541	São José de Espinharas	0.9781
Desterro	0.0348	São José de Piranhas	0.8230
Vista Serrana	1.0000	São José do Bonfim	0.9455
Emas	0.0165	São José do Brejo do Cruz	0.9239
Frei Martinho	0.8732	São José do Sabugi	1.0000
Imaculada	0.2053	São Mamede	0.9794
Jericó	0.9448	Seridó	0.7433
Juazeirinho	0.2693	Serra Grande	0.2012
Junco do Seridó	0.3460	Sossêgo	0.0667
Lagoa	1.0000	Sousa	0.9529
Lastro	0.9779	Taperoá	0.0166
Mãe D'Água	0.8857	Teixeira	0.7859
Malta	0.9772	Tenório	0.5284
Marizópolis	0.8963	Triunfo	0.9497
Mato Grosso	0.9944	Uiraúna	0.9662
Maturéia	0.9742	Várzea	0.8603
Monte Horebe	0.9563	Vieirópolis	0.9295
RHE 2" (RN)			
Acari	0.9885	Jucurutu	0.9350
Açu	0.0323	Lagoa Nova	0.8767
Alexandria	0.0523	Luís Gomes	0.0440
Almino Afonso	0.0361	Messias Targino	0.3862
Augusto Severo	0.0146	Ouro Branco	0.9007
Baraúna	0.1685	Paraná	0.0391
Bodó	0.9086	Paraú	0.0091
Bom Jesus	0.9859	Parellhas	0.8670
Caicó	0.9436	Passagem	0.9782
Campo Redondo	0.0257	Patu	0.2857
Carnaúba dos Dantas	0.9809	Santa Cruz	0.8331
Cerro Corá	0.1650	Santana do Matos	0.7498
Coronel Ezequiel	0.0097	Santana do Seridó	1.0000
Cruzeta	0.9983	São Fernando	0.8534
Currais Novos	0.9145	São João do Sabugi	0.9541
Equador	0.9598	São José do Seridó	0.9779
Fernando Pedro	0.0000	São Rafael	1.0000

Florânia	0.8589	São Vicente	0.9702
Ipueira	1.0000	Serra Negra do Norte	0.9710
Itajá	0.5016	Tenente Ananias	0.0549
Jaçanã	0.0797	Tenente Laurentino Cruz	1.0000
Jardim de Piranhas	0.9745	Timbaúba dos Batistas	0.9787
Jardim do Seridó	0.9076	Triunfo Potiguar	0.1051
João Dias	0.3278	Venha-Ver	0.0450
RHE3 (RN)			
Açu	0.8015	Lajes	0.0164
Afonso Bezerra	0.8890	Macau	0.3246
Alto do Rodrigues	0.8715	Paraú	0.8832
Angicos	0.9477	Pedro Avelino	0.5459
Augusto Severo	0.1349	Pendências	0.8615
Carnaubais	0.8772	Porto do Mangue	0.1810
Fernando Pedro	0.9227	Santana do Matos	0.1758
Ipanguaçu	0.9870	Serra do Mel	0.4028
Itajá	0.2043	Triunfo Potiguar	0.7847
Jucurutu	0.0019	Upanema	0.0387

Anexo 2: Proporções dos municípios na Bacia do Jaguaribe

RHE 1 Orós (Alto Jaguaribe)			
Acopiara	0.8754	Jaguaribe	0.0155
Aiuaba	0.8894	Jucás	0.8888
Altaneira	0.5196	Mombaça	0.0316
Antonina do Norte	0.9851	Nova Olinda	0.9855
Araripe	0.7822	Orós	0.8067
Arneiroz	0.8965	Parambu	0.9073
Assaré	0.8769	Pedra Branca	0.0163
Campos Sales	0.8736	Piquet Carneiro	0.0080
Caririaçu	0.1030	Potengi	0.9919
Cariús	0.9388	Quiterianópolis	0.0089
Catarina	0.8772	Quixelô	0.9415
Cedro	0.0079	Saboeiro	0.9703
Crato	0.1096	Salitre	0.7536
Deputado Irapuan Pinheiro	0.0564	Santana do Cariri	0.8416
Farias Brito	0.8964	Solonópole	0.0111
Granjeiro	0.0031	Tarrafas	0.8863
Icó	0.0194	Tauá	0.8846
Iguatu	0.9144	Várzea Alegre	0.1596
Independência	0.0027		
RHE 2 Castanhão (Médio Jaguaribe)			
Acopiara	0.0036	Morada Nova	0.0084
Alto Santo	0.6346	Orós	0.0771
Banabuiú	0.0049	Pereiro	0.8858
Deputado Irapuan Pinheiro	0.7859	Piquet Carneiro	0.0096
Ererê	0.8870	Potiretama	0.8959
Icó	0.3939	Quixelô	0.0171
Iracema	0.9732	Quixeramobim	0.0001
Jaguaretama	0.5201	São João do Jaguaribe	0.7367
Jaguaribara	0.7690	Senador Pompeu	0.0000
Jaguaribe	0.8740	Solonópole	0.9308
Limoeiro do Norte	0.0011	Tabuleiro do Norte	0.0176
Milhã	0.4994		
RHE 3 Banabuiú			
Acopiara	0.0157	Milhã	0.4809
Arneiroz	0.0046	Mombaça	0.9284
Banabuiú	0.9505	Monsenhor Tabosa	0.7411
Boa Viagem	0.9315	Morada Nova	0.4540
Canindé	0.0044	Pedra Branca	0.9183
Choró	0.0090	Piquet Carneiro	0.9234
Deputado Irapuan Pinheiro	0.0604	Quixadá	0.7599

Ibaretama	0.1366	Quixeramobim	0.9534
Ibicuitinga	0.4893	Santa Quitéria	0.0272
Independência	0.0052	São João do Jaguaribe	0.0040
Itatira	0.7957	Senador Pompeu	0.9812
Jaguetama	0.3862	Solonópole	0.0049
Jaguaribara	0.0344	Tamboril	0.0027
Limoeiro do Norte	0.0103	Tauá	0.0162
Madalena	0.9536		
RHE 4 Baixo Jaguaribe			
Alto Santo	0.2375	Limoeiro do Norte	0.8625
Aracati	0.5295	Morada Nova	0.2587
Fortim	0.3808	Palhano	0.5931
Ibaretama	0.0009	Quixeré	0.5752
Ibicuitinga	0.3641	Russas	0.8580
Itaíçaba	0.9293	São João do Jaguaribe	0.2413
Jaguaruana	0.7519	Tabuleiro do Norte	0.7776