

IMPACTOS ECONÔMICOS DA ALOCAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SOB MUDANÇAS DE CLIMA NO NORDESTE SEMI-ÁRIDO

Márcia Ma. G. Alcoforado de Moraes^{1} & Guilherme Marques²*

Resumo – A alocação da água é uma questão crítica, da qual depende a sustentabilidade do crescimento econômico. A avaliação econômica de alternativas de alocação é importante para identificar formas de adaptação a mudanças e incertezas futuras. O presente trabalho empregou os resultados de um modelo de alocação da água, que reproduziu regras de um sistema real associadas a cenários presentes e futuros, e os combinou com coeficientes técnicos de uso da água para os principais setores econômicos da bacia. A partir da regionalização dos coeficientes, foram avaliados os impactos econômicos de diferentes estratégias de alocação da água e uso de infraestrutura hídrica. A bacia de estudo foi o Piranhas-Açú, nos estados da PB e RN. No cenário presente, foram dominantes as estratégias que combinaram maior oferta hídrica via infraestrutura adicional e operação menos conservadora dos reservatórios. A alteração na estrutura atual de prioridades trará ganhos para a agricultura irrigada, às custas de tradeoffs variáveis conforme o clima futuro. Resultados permitem concluir que estratégias alternativas para a alocação da água na bacia apresentam potencial de melhorar a adaptação à mudanças climáticas e hidrológicas futuras e que algumas estratégias são claramente inferiores.

Palavras-Chave – Economia de recursos hídricos, alocação da água, mudanças climáticas

ECONOMIC IMPACT OF WATER RESOURCES ALLOCATION UNDER CLIMATE CHANGES IN SEMI ARID NORTHEASTERN BASIN RIVER.

Abstract – Water allocation is a critical issue. The sustainability of economic development depends on it. The economic evaluation of different water allocation strategies is very important in order to identify ways for future change adaptation. This paper uses the results of a water allocation model, that simulates a real system operation in present and future scenarios. These results were combined with technical water use coefficients for the main economic sectors and regions of a basin river. Then an economic evaluation of different water allocation strategies in basin was obtained. The study area is Piranhas-Açú basin river, located in two northeastern states. In the present scenario, water allocation strategies that were dominant were the ones that combined higher hydric supply and additional infra-structure with less conservative reservoir operation. It has shown that changes in the water use priority policy will result in gains for irrigated agriculture sector, with a variable trade-off for urban use that will depend on future climate. Results also had shown that more flexible water allocation policies should have potential for improving climate and hydrologic change adaptation. Also the results showed that some water strategies currently used are inferior related to benefits for both economic sectors.

Keywords – water resources economics; water allocation; climate change.

1. INTRODUÇÃO

A alocação da água em bacias hidrográficas é uma questão crítica, da qual depende a estabilidade econômica e o aproveitamento de oportunidades de crescimento. Para apoiar a escolha

¹ Afiliação: Departamento de Economia. Universidade Federal de Pernambuco. marciagamoraes@yahoo.com.br e marcia.alcoforado@ufpe.br.

² Afiliação: Departamento de Engenharia Civil. CEFET – Minas Gerais.

* Autor Correspondente: Av. dos Economistas s/n. Cidade Universitária. Recife-PE. Brasil..

de uma política de alocação racional que leve a estratégias de uso da água sustentável, bem como estabelecer prioridades para a reforma de instituições e determinação de incentivos, é necessário desenvolver ferramentas analíticas que determinem a efetividade de mecanismos de alocação alternativos. Estas ferramentas devem ser capazes de simular o sistema real e as possíveis estratégias de alocação bem como possibilitar a sua avaliação através da mensuração dos seus principais impactos, a saber: econômicos, ambientais, de produtividade e de equidade.

Dentre estes, a mensuração dos impactos econômicos diretos e indiretos associados a diferentes estratégias de alocação é fundamental para o processo de tomada de decisão nos seus diferentes níveis. Isto é ainda mais importante em economias caracterizadas por escassez de água e necessidades de transferências crescentes, como é o caso do Nordeste (NE) do Brasil.

As incertezas associadas às mudanças climáticas e seus desdobramentos para a disponibilidade hídrica no nordeste Brasileiro trazem ainda mais um nível de complexidade para a alocação da água. Destaca-se o foco das análises de mudanças climáticas tradicionalmente nos impactos físicos (disponibilidade de água) de diferentes previsões climáticas, com uma representação ainda limitada da dinâmica sócio-econômica dentro dos sistemas hídricos.

Este trabalho faz parte de uma Assistência Técnica³ dada pelo Banco Mundial à Agência Nacional de Águas (ANA), na qual foi incorporada a componente econômica da alocação da água, permitindo a mensuração dos impactos econômicos de diferentes estratégias de alocação diante da oferta hídrica atual e futura nas bacias estudadas. É elaborado um diagnóstico atual e futuro considerando o valor econômico da água para a região, além de apresentar o potencial das metodologias utilizadas e os principais resultados obtidos na bacia do Piranhas-Açú.

2. METODOLOGIA

O uso dos fatores primários como insumo pelos diversos setores econômicos é dado pelos Coeficientes Técnicos de Uso Direto do fator, também chamados Coeficientes de Insumos Exógenos (Kondo e Nakamura, 2009). A associação destes coeficientes técnicos de uso direto com as relações interssetoriais da economia (Matriz de Insumo-Produto) permite a obtenção da quantidade do fator primário embutido no produto de um determinado setor econômico. No caso do insumo primário água, este valor, obtido a partir dos Coeficientes de Uso Direto da Água para cada setor econômico e da matriz Insumo-Produto de um estado ou País, resulta na água embutida em cada unidade produzida dos diferentes setores econômicos (a chamada Água Virtual) da região.

A partir desse conceito, pode-se mensurar os efeitos na Economia de uma limitação em qualquer desses fatores primários ou exógenos, dado que os mesmos em geral representam recursos ambientais e escassos. A proposta do estudo foi utilizar as quantidades do insumo primário água fornecida para cada setor econômico, resultante das simulações do modelo de alocação da água, (cada simulação representando uma estratégia de alocação diferente) na avaliação econômica. Nestas, empregam-se então os coeficientes técnicos de uso direto da água e a matriz Insumo-Produto para as regiões estudadas, o que permitiria mensurar Efeitos Diretos e Indiretos na economia regional das diferentes limitações no insumo água.

Dado que os Efeitos Indiretos necessitam das matrizes Insumo-Produto dos estados associados, e que as mesmas não foram disponibilizadas durante o estudo, a análise aqui se limitou aos impactos econômicos diretos. Quando disponíveis, as matrizes insumo-produto dos estados do Nordeste deverão permitir a inclusão do impacto indireto, resultando no impacto total regional no nível de bem estar econômico da sociedade diante da limitação do fator água.

2.1. Os coeficientes técnicos de uso direto da água na Agricultura Irrigada

Para estimar os coeficientes de uso direto da água no caso da Agricultura Irrigada, utilizou-se como base a Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil publicado pelo

³ *Non Lending Technical Assistance* (NLTA). Título: “O Planejamento de recursos hídricos e adaptação à variabilidade e mudança climáticas em bacias hidrográficas selecionadas no nordeste do Brasil.”

Ministério do Meio-Ambiente (MMA) em 2011. Esta matriz foi resultado de FUNARBE (2011), incluindo uma matriz com vazões de retirada, consumo e retorno para o setor industrial e agricultura irrigada. Mais especificamente, é uma base de dados bem detalhada do uso da água no Brasil, com detalhes como a retirada de água por município ou por ottobacia, por mês, por cultura (no caso de agricultura irrigada), entre outros.

Para a utilização dos coeficientes produzidos em (FUNARBE, 2011) no presente estudo, foi necessária uma etapa de regionalização dos valores para a área de estudo (bacia do Rio Piranhas-Açu), já que a região a ser avaliada não é federativa e sim constituída de bacias hídricas. Foi feita a regionalização dos coeficientes técnicos de uso direto para cada uma das regiões hidrográficas, doravante chamadas de hidro-econômicas (RHE's), parte da bacia estudada. Cada RHE pode receber, conforme as diferentes estratégias de alocação simuladas, diferentes quantidades de água para os setores econômicos considerados (agricultura irrigada e abastecimento urbano). Os coeficientes técnicos de uso direto da agricultura irrigada de cada RHE (termos monetários) obtidos neste estudo foram usados para a mensuração dos respectivos produtos econômicos setoriais diretos máximos.

2.2. Os coeficientes técnicos de uso direto da água no Abastecimento Urbano

Para a obtenção dos coeficientes técnicos de uso direto dos setores associados ao uso de abastecimento urbano, foi usada uma outra estratégia pois a Matriz de Recursos Hídricos do MMA (FUNARBE, 2011) não incluía este setor.

Foram utilizados como base para regionalização no caso do Abastecimento Urbano, os dados catalogados pelo IWR-MAIN⁴. Para o abastecimento urbano, o cálculo dos coeficiente técnicos baseou-se no número de empregados do setor. Embora exista grande discussão sobre a construção dos coeficientes de uso direto a partir desses dados, espera-se 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 como banheiros, refeitórios e limpeza (FUNARBE, 2011). Este é o caso das atividades que associaremos ao Abastecimento urbano, a saber: Comerciais, de Serviços e Administração Pública.

A figura 1 apresenta a região de estudo com as subdivisões em regiões hidro-econômicas, em rosa, marrom e verde representando respectivamente RHE1, 2 e 3. A RHE2 subdivide-se em RHE2'(PB) e RHE2''(RN) dependendo do estado a que pertencem.

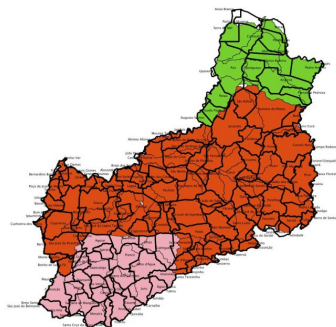


Figura 1 Bacia do Piranhas-Açu e as suas 3 RHE's

3. RESULTADOS

Os coeficientes técnicos de uso direto para os diferentes setores econômicos obtidos para a bacia do Piranhas-Açu são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Coeficientes técnicos de uso direto de água em termos monetários para as RHEs do Piranhas-Açu.

⁴ 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. Após cinco anos de pesquisa, a Planning and Management Consultants, Ltd (PMCL, empresa patrocinada pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano) atualizou o MAIN II e disponibilizou o IWR-MAIN Versão 5.1 com a atualização dos modelos existentes e interfaciável para uso em computadores pessoais

| Coeficientes de uso direto por setor econômico em cada RHE | (Reais anuais / m ³ alocado no ano) | | | |
|--|--|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | RHE 1 (Montante de Coremas-PB) | RHE 2' (Montante de ARG -PB) | RHE 2'' (Montante de ARG - RN) | RHE 3 (Baixo-Açú- RN) |
| <i>Abastecimento urbano</i> | | | | |
| Comércio / Serviços | 76,07 | 92,92 | 93,05 | 136,88 |
| Administração Pública | 85,30 | 98,72 | 102,81 | 152,33 |
| <i>Agricultura Irrigada</i> | 0,47 | 0,43 | 1,98 | 1,37 |

De uma forma geral, os coeficientes de uso obtidos para a agricultura irrigada nas diferentes RHE's obtidos neste estudo para esta bacia foram bem menores do que os associados ao Abastecimento Urbano. As duas RHE's pertencentes a Paraíba (RHE1 e RHE2') apresentam os menores coeficientes de uso direto da Agricultura Irrigada em R\$/m³ alocado. Analisando as culturas lá cultivadas e os seus coeficientes individuais (R\$ pago ao produtor/ m³ alocado) percebe-se nas mesmas, percentuais grandes da água consumida na irrigação aplicada em culturas com baixos retornos econômicos. Dentre as culturas com os maiores coeficientes na PB, aquelas com potencial de melhoria pela redução no consumo da água representam pouco mais de 5% do uso da água. Isto mostra que, para estas regiões, um aumento no valor econômico da produção requer mudança no mix de culturas irrigadas, antes de mudanças no consumo.

No caso do abastecimento urbano, os coeficientes de uso para um mesmo setor, sendo um valor médio, mostraram-se inicialmente crescentes e à medida que aumentavam os níveis de produção e abastecimento de água, passaram a partir de um certo ponto a ser decrescentes.

3.1 Impactos Econômicos Diretos das Estratégias de Alocação na bacia do Piranhas-Açú – Resultados no Diagnóstico Atual

Os impactos econômicos diretos foram calculados a partir de resultados do modelo de alocação da água. Dentre os vários cenários investigados por esse modelo no trabalho de Assistência Técnica (NLTA), são aqui apresentados os referentes à demanda e clima presentes (cenário atual). Os resultados das diferentes estratégias de alocação da água incluem séries temporais de 30 anos de duração de quantidade de água alocada às demandas representadas no modelo (as quais incluíram os setores de agricultura irrigada e abastecimento urbano). Essas séries temporais foram usadas para o cálculo dos retornos econômicos médios ao longo dos 30 anos. Os resultados são apresentados nas curvas de compromisso das figuras a seguir. Estas curvas representam, para uma mesma estratégia de alocação da água (representada por um único ponto no gráfico) os diferentes retornos econômicos, um em cada eixo do gráfico. É possível visualizar dessa forma estratégias de alocação dominantes e dominadas, o que significa respectivamente aquelas que apresentam maiores benefícios em ambos os eixos considerados e as que não são superiores em nenhuma delas., Pode-se ainda mensurar potenciais ganhos e perdas (*trade-offs*), ou compromisso, ao mudarmos de uma estratégia de alocação da água para outra.

Nos resultados a seguir, cada estratégia de alocação é representada por um código "EAXY" onde o índice "X" representa as diferentes prioridades de alocação simuladas nos estudo de alocação, e o índice "Y" representa diferentes estratégias de operação do reservatório. Dessa forma cada estratégia representa uma combinação diferente de prioridade de alocação e operação de infraestrutura. A Figura 2 mostra um desses gráficos representando a RHE2 da Paraíba, contrapondo retornos econômicos associados aos setores da Agricultura Irrigada e os setores associados ao Abastecimento Urbano.

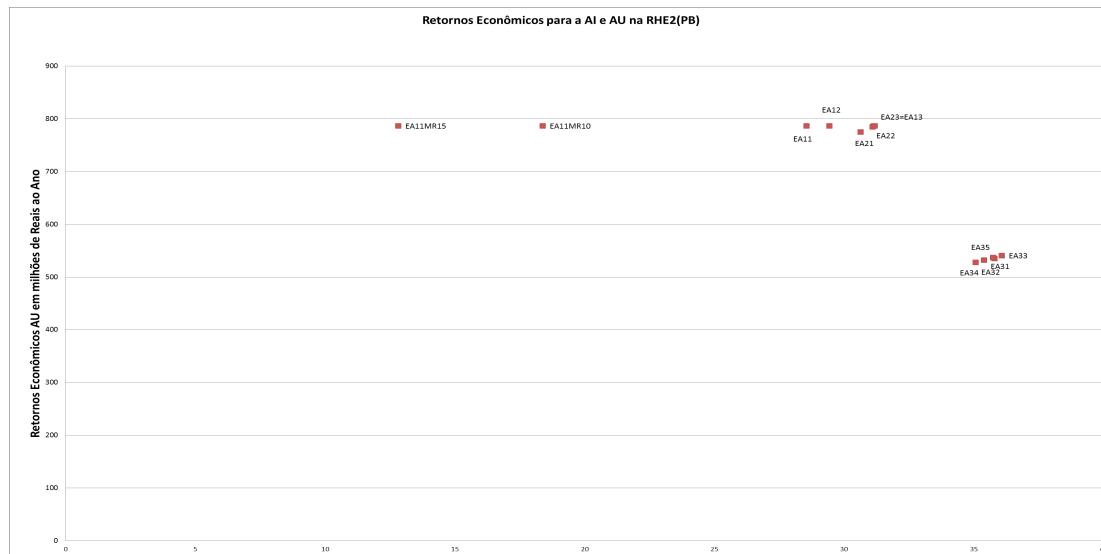


Figura 2 – Retornos Econômicos para os dois Usos(o eixo x representa os retornos econômicos da Agricultura irrigada) na RHE2(PB) para cada Estratégia de Alocação

Percebe-se na Figura 2 a dominância de estratégias com segundo índice de EAXY em 3, o que significa presença de projeto de transposição de águas do Rio São Francisco (PISF), e reservatórios locais operados com meta de armazenamento em 10% do volume útil). Tais estratégias podem proporcionar melhores condições de oferta hídrica e maiores retornos aos dois usos. Porém, percebe-se um trade-off ao se passar de estratégias com prioridade absoluta ao abastecimento urbano(AU) (EA13 e EA23) para uma não-absoluta (EA33). Ganha-se na Agricultura Irrigada, mas perde-se bastante no Abastecimento Urbano.

Outros pontos interessantes no gráfico são os que mostram estratégias referentes à representação de um marco regulatório fixando fluxos mínimos de água na fronteira da PB para RN (limites institucionais). Essas estratégias são as que trazem os piores retornos econômicos, resultando em perdas bastante significativas apenas para a agricultura irrigada, sem praticamente nenhum ganho para o AU.

Ao se contrapor os retornos econômicos entre as Regiões dos estados da PB e RN, percebe-se que as estratégias que priorizam a irrigação apresentam-se como dominadas, sendo dominantes as que estabelecem prioridade absoluta para AU e estratégia de operação de reservatório menos conservadora aliada à transposição de águas. Este é um comportamento esperado, já que os retornos econômicos totais são constituídos em sua maior parte pelo retorno das atividades urbanas.

Quando se contrapõem os retornos econômicos apenas da Agricultura Irrigada para as regiões dos dois estados(ver Figura 3), percebe-se que as estratégias com prioridade maior pra irrigação (primeiro índice de EAXY em 3) passaram a ser dominantes, sendo aquela com operação de reservatório menos conservadora aliada a transposição a melhor (EA33). Comparando duas estratégias com mesma prioridade para irrigação, porém menor volume meta para o reservatório aliada a transposição de águas (EA21 vs. EA23), percebe-se que ao operar os mesmos com menor volume meta e considerar a transposição existe um ganho, embora pequeno (0,726 milhões, ou 1,9%) na AI da PB, enquanto já a AI do RN percebe um ganho bem mais significativo (2,063 milhões, ou 2,43%). Esse resultado é compatível com o fato dos usuários do RN estarem a jusante no sistema. Há ganhos também para o AU, pelo fato de haver maior disponibilidade hídrica, sendo que para este setor, os ganhos são quase os mesmos para a Paraíba e o Rio Grande do Norte (aproximadamente 13 milhões de Reais anuais).

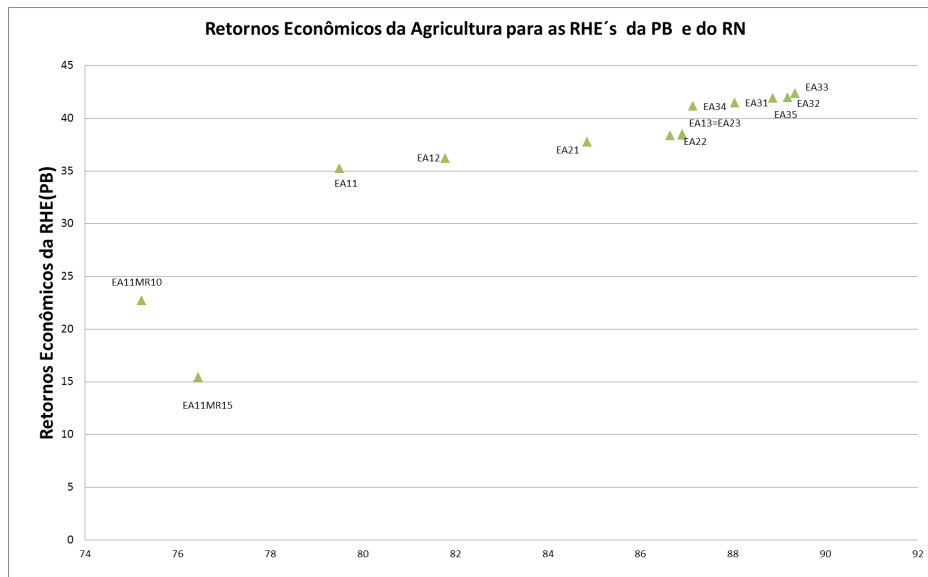


Figura 3 - Retornos Econômicos da Agricultura Irrigada para as RHE's dos dois estados (o eixo x representa os retornos econômicos das RHE's do RN) para cada Estratégia de Alocação

As estratégias de limites institucionais fixos são claramente dominadas e percebe-se um trade-off entre o limite atual (EA11MR10) e o que vem sendo discutido (EA11MR15). Os retornos agrícolas ganhos no RN com o aumento do limite é pequeno diante das perdas impostas ao estado da Paraíba, mesmo na situação atual em que as RHE's na Paraíba possuem baixos coeficientes técnicos na Agricultura Irrigada.

3.2 Impactos Econômicos Diretos das Estratégias de Alocação na bacia do Piranhas-Açú – Resultados nos Cenários Futuros

O próximo passo no estudo foi a aplicação dos coeficientes técnicos de uso direto dos Recursos Hídricos (representativos da economia atual) para avaliar o impacto sobre a estrutura da economia atual de outras situações de disponibilidade hídrica, possíveis de ocorrer no futuro. Assim, ressalta-se que tal análise não se constitui em previsão de impactos econômicos futuros, mas de avaliação de impactos econômicos atuais na economia regional de diferentes configurações de disponibilidade de água. A disponibilidade hídrica foi obtida a partir dos resultados de simulações de diferentes modelos climáticos (MIMR, INCM3, BCM2) processados em modelos chuva-deflúvio em estudo de impacto do clima na hidrologia, realizado no âmbito da Assistência Técnica. Para cada modelo climático, foram selecionados os respectivos resultados de disponibilidade hídrica considerando-se o pior e o melhor (dois extremos) cenários futuros possíveis. A análise busca então avaliar diferentes estratégias de alocação, e por meio da mensuração dos seus impactos econômicos, identificar aquelas de menor impacto sob potenciais futuras restrições de disponibilidade. Para isso considerou-se a estratégia EA12, representativa da estratégia tradicional (business as usual) como referência. Essa estratégia considera o abastecimento urbano com prioridade absoluta, opera os reservatórios com os níveis de segurança correntes (volume meta de 30%) e considera a transposição nos seus volumes de transferência mínimos. A Tabela 2 apresenta a comparação dos retornos econômicos nessa estratégia, diante do melhor e pior cenário no futuro. Os retornos econômicos totais são da ordem de 1,8 bilhões de reais/ano, sendo em sua grande maioria resultante do abastecimento urbano e um pouco maiores para disponibilidade hídrica segundo resultados do modelo INCM3. Usando como referência os resultados do modelo INCM3⁵ para o presente, nota-se que as perdas ocorrem apenas no pior cenário e concentram-se na Agricultura Irrigada, chegando a R\$ 54,73 milhões de reais anuais, totalizando redução nos retornos econômicos da ordem de R\$ 16,67 milhões na Paraíba e R\$ 38,06 milhões no Rio Grande do Norte. Os valores das perdas são

⁵ O clima presente no item anterior (item 3.1) foi representado pelas saídas do modelo MIMR.

um pouco menores se o clima presente usado for a saída do modelo MIMR, mas continuam na mesma ordem de grandeza.

Tabela 2. - Retornos Econômicos Médios Anuais por RHE e setor econômico para a estratégia de alocação EA12 na bacia do Piranhas- Açú– piores e melhores cenários – critério frequência abaixo do volume meta e atendimento da demanda

| Retornos Econômicos em Milhões de Reais por ano (valor médio ao longo dos 30 anos) | Presente | | | | | | | | futuro | | | | | | | |
|--|-------------------------|-----------|-----------|--------|-----------------------|-----------|-----------|--------|-------------------------|-----------|-----------|--------|----------------|----------|----------|--------|
| | business as usual(EA12) | | | | | | | | business as usual(EA12) | | | | | | | |
| | Usando modelo MIMR- | | | | Usando o modelo INCM3 | | | | Pior cenário | | | | Melhor cenário | | | |
| | A2-MIMR-EA12 | | | | B1-INCM3-EA12 | | | | | | | | | | | |
| | RHE1 | RHE2 (PB) | RHE2 (RN) | RHE3 | RHE1 | RHE2(PB) | RHE2(RN) | RHE3 | RHE1 | RHE2 (PB) | RHE2 (RN) | RHE3 | RHE1 | RHE2(PB) | RHE2(RN) | RHE3 |
| Agricultura Irrigada | 6,85 | 29,43 | 38,55 | 43,57 | 7,02 | 30,55 | 40,37 | 45,80 | 3,78 | 17,12 | 22,66 | 25,45 | 7,15 | 30,95 | 40,73 | 46,14 |
| Abastecimento urbano | 156,81 | 786,60 | 475,14 | 278,43 | 156,8 | 786,6 | 475,14 | 278,43 | 156,8 | 786,60 | 475,14 | 278,43 | 156,81 | 786,60 | 475,14 | 278,43 |
| Total | 163,65 | 816,04 | 513,69 | 322,00 | 163,8 | 817,15 | 515,51 | 324,23 | 160,5 | 803,72 | 497,79 | 303,88 | 163,96 | 817,55 | 515,86 | 324,57 |

Assim, caso não haja mudança de estratégia na alocação no futuro, espera-se então, no pior cenário de disponibilidade, perdas concentradas na Agricultura Irrigada que representam aproximadamente 38% do valor da produção atual deste setor da bacia, sendo distribuídas de forma mais ou menos similar entre os estados, ou seja, 37% da produção do setor na porção paraibana da bacia e 39% no Rio Grande do Norte. Diante do melhor cenário, observam-se pequenos ganhos no setor agrícola em relação aos dois cenários de clima presente, sendo possível que diante de demandas futuras esta situação não se mantenha.

De modo a considerar uma possível estratégia alternativa a EA12 para o futuro, foi configurada a EA22. Essa estratégia altera a hierarquia de prioridades das demandas, considerando a agricultura irrigada com prioridade superior ao armazenamento meta no reservatório, porém mantendo ainda a prioridade absoluta ao abastecimento urbano. Comparando ambas as estratégias no futuro, diante dos melhores e piores cenários (ver Tabela 3), percebe-se a possibilidade de melhoria para a agricultura irrigada, mas no pior cenário há uma contrapartida nos retornos do abastecimento urbano, que sofre reduções significativas.

No entanto, é no cenário mais pessimista que estes ganhos agrícolas introduzem perdas no Abastecimento Urbano. Com a estratégia EA22, este cenário impõe ao abastecimento urbano(AU) uma redução no retorno econômico de aproximadamente R\$ 276 milhões anuais, sendo R\$40,93 milhões (RHE1), R\$171 milhões (RHE2’), sem perdas na RHE2’’ e R\$64,69milhões (RHE3). Ou seja, R\$211 milhões na Paraíba e R\$64,69 milhões no Rio Grande do Norte. Estas perdas representam 6% do valor da produção deste setor(AU) na bacia, sendo 9% da produção do setor na porção paraibana e 4% da produção na parte potiguar. Outro resultado interessante que pode ser observado na Tabela 3 é que sob a estratégia EA22 a diferença entre o valor econômico da Agricultura Irrigada no cenário de futuro mais otimista para o mais pessimista é menor, o que implica numa menor incerteza para este setor. Ao mesmo tempo, a estratégia aumenta a incerteza para o setor de abastecimento urbano. Esses resultados indicam que (a) a ordem de grandeza dos retornos econômicos para o abastecimento urbano é bem superior à da agricultura irrigada na economia atual, (b) Estratégias alternativas de alocação da água e operação do sistema podem reduzir as perdas econômicas e as incertezas para a agricultura irrigada e (c) As estratégias aqui testadas diante da economia atual implicam em trade-offs elevados para o Abastecimento Urbano.

Tabela 3. - - Retornos Econômicos Médios Anuais por RHE e setor econômico para a estratégia de alocação EA22 na bacia do Piranhas - Açú– piores e melhores cenários – critério atendimento demanda e volume-meta.

| Retornos Econômicos em Milhões de Reais no ano (valor médio ao longo dos 30 anos) | futuro | | | | | | | | futuro | | | | | | | |
|---|--------------------------|-----------|-----------|--------|----------------|----------|----------|----------|--------------|-----------|-----------|--------|----------------|----------|----------|--------|
| | EA12 (business as usual) | | | | | | | | EA22 | | | | | | | |
| | Pior cenário | | | | Melhor cenário | | | | Pior cenário | | | | Melhor cenário | | | |
| | A2-MIMR-EA12 | | | | B1-INCM3-EA12 | | | | A2-MIMR-EA22 | | | | B1-INCM3-EA22 | | | |
| | RHE1 | RHE2 (PB) | RHE2 (RN) | RHE3 | RHE1 | RHE2(PB) | RHE2(RN) | RHE3 | RHE1 | RHE2 (PB) | RHE2 (RN) | RHE3 | RHE1 | RHE2(PB) | RHE2(RN) | RHE3 |
| Agricultura Irrigada | 3,78 | 17,12 | 22,66 | 25,45 | 7,15 | 30,95 | 40,73 | 46,14 | 4,94 | 22,33 | 28,64 | 31,93 | 7,28 | 31,19 | 40,77 | 46,14 |
| Abastecimento urbano | 156,81 | 786,60 | 475,14 | 278,43 | 156,81 | 786,60 | 475,14 | 278,43 | 115,88 | 615,56 | 475,14 | 213,74 | 156,81 | 786,60 | 475,14 | 278,43 |
| Total | 160,59 | 803,72 | 497,79 | 303,88 | 163,9609 | 817,5567 | 515,8683 | 324,5712 | 120,82 | 637,88 | 503,78 | 245,68 | 164,09 | 817,79 | 515,91 | 324,57 |

Análises agregadas como estas são importantes para avaliar e mensurar economicamente os efeitos da gestão de demanda e da oferta, diante de diversos cenários de disponibilidade hídrica (por exemplo mudanças climáticas). Destaca-se que outras estratégias devem ser exploradas pelo modelo de alocação, especialmente as que introduzem modificações na operação de reservatório, dado que foram as que se mostraram com maiores retornos no diagnóstico atual do item anterior.

3. CONCLUSÕES -

A partir dos coeficientes regionalizados de uso direto da água foram avaliadas diferentes estratégias de alocação da água para a bacia do Piranhas-Açú. Obteve-se como estratégias dominantes (maiores retornos econômicos em ambos os setores) para a bacia aquelas que consideram a transposição de águas do São Francisco, combinadas com a operação menos conservadora dos reservatórios e prioridade absoluta para o AU. A estratégia em que a irrigação passa a ter maior prioridade em relação a uma parcela do AU apresenta um trade-off (ganho na irrigação associado a perdas no AU), que de uma forma agregada é pequeno se comparado às perdas imputadas ao comércio e administração pública. Finalmente a estratégia de estabelecimento de limites institucionais fixos, seja o nível atual ou aumentado são as que trazem os piores retornos econômicos, pois reduzem sobremaneira os ganhos com a irrigação da bacia como um todo.

Com relação a análise futura, caso seja mantida a estratégia atual de alocação da água, as perdas ocorrem no cenário mais pessimista e concentram-se na agricultura Irrigada, representando aproximadamente 38% do valor da produção atual deste setor da bacia, sendo distribuídas de forma mais ou menos similar entre os estados, ou seja, 37% de perdas na produção do setor na porção paraibana da bacia e 39% no Rio Grande do Norte. Nessa situação, a incerteza para o setor da agricultura irrigada é maior que para o abastecimento urbano. Dado que estes impactos econômicos são os atuais, e que há potencial em todas as RHEs para aumento nos coeficientes, em vista de mudanças na produção agrícola, existe a possibilidade de que os retornos econômicos resultem em perdas ainda maiores no setor neste cenário, considerando-se a estratégia de alocação atual.

REFERÊNCIAS

- FUNARBE – Fundação de Apoio a Universidade de Viçosa. Relatório 6 – Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada. Desenvolvimento da Matriz de Coeficientes técnicos para recursos hídricos no Brasil. Brasília, DF. Fundação Banco do Brasil. Ministério do Meio-Ambiente. Outubro de 2011.
- IBGE (2012). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico - 2010: Resultados da Amostra. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/>
- KONDO, Y.; NAKAMURA, S. **Waste Input-Output Analysis** – Concepts and Application to Industrial Econology. Springer. 2009
- RAIS/MTE - Relação Anual de Informações Sociais/ Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: www.mte.gov.br. Acesso em Fevereiro de 2012.