

**Apoio à Elaboração de Análise de Custo-benefício (ACB) de Medidas de Adaptação em Bacia Hidrográfica e Avaliação de Uso de Instrumentos Econômicos na Gestão de Recursos Hídricos**

**Agência Nacional de Águas - ANA**

**Apêndice: Para além da ACB**

**14 de junho de 2017**

## FICHA TÉCNICA

|   |   |
|---|---|
| Objeto do Contrato                      | Apoio à Elaboração de Análise de Custo-benefício (ACB) de Medidas de Adaptação em Bacia Hidrográfica e Avaliação de Uso de Instrumentos Econômicos na Gestão de Recursos Hídricos |
| Data de Assinatura do Contrato          | 16 de dezembro de 2015  |
| Prazo de Execução (Contrato + Aditivos) | 18 (dezoito) meses  |
| Contratante                             | Agência Nacional de Águas - ANA   |
| Contratada                              | Fundação Getulio Vargas   |
| Coordenador Geral                       | Mario Prestes Monzoni Neto  |

## SUMÁRIO

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>CONTEXTUALIZAÇÃO E PREMISSAS DE APLICAÇÃO .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>ALTERAÇÃO DAS PRIORIDADES DE ABASTECIMENTO E RESTRIÇÃO DE DEMANDA PARA SETORES USUÁRIOS.....</b> | <b>6</b>  |
| <b>1.2</b> | <b>NOVAS REGRAS OPERATIVAS DE RESERVATÓRIOS.....ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>                   |           |
| <b>1.3</b> | <b>ALTERAÇÃO (FUNDAMENTAL) DOS PERFIS DE CONSUMO NA BACIA.....</b>                                  | <b>13</b> |
| <b>1.4</b> | <b>ABASTECIMENTO RURAL POR CAMINHÕES-PIPA .....</b>   | <b>21</b> |

## LISTA DE QUADROS

|   |          |
|---|----------|
| <b>QUADRO 1.1 – MANUTENÇÃO DO VALOR ECONÔMICO GERADO.....</b>           | <b>4</b> |
| <b>QUADRO 1.2 – HORIZONTE DE ANÁLISE E ABRANGÊNCIA TERRITORIAL.....</b> | <b>5</b> |

## 1 Contextualização e premissas de aplicação

---

A análise conduzida no presente trabalho também possui um caráter exploratório e, assim, propôs-se a simulação de outras medidas que não se inserem na avaliação convencional proposta, e sim expandem a compreensão para além da ACB. Isso significa que tais medidas se diferenciam por não serem alternativas viáveis no curto-prazo, seja por representarem ações de gestão apenas, ou por dependerem de diversos fatores complexos e pouco mapeáveis sob a ótica da aplicação de uma medida adaptativa tal como a implantação de uma barragem. De fato, são quadros hipotéticos que superam, em muito, a gestão do recurso hídrico, demandando a suposição de diferentes arranjos sociais e econômicos na Bacia do PPA.

A ideia deste bloco de simulações é avaliar o efeito potencial máximo (dentro de situações hipotéticas) que um conjunto de medidas de natureza mais abstrata e/ou ousada podem ter, para, posteriormente, considerar sua incorporação no conjunto de medidas possíveis. Caso se mostrem como alternativas de efeito significativo, pode-se discutir em que âmbito poderiam ser implantadas, a partir de parâmetros que melhor se comuniquem com a realidade e com a plausibilidade de implantação. Os quadros aqui compostos se dividem em três categorias de abordagens possíveis, sendo elas:

- ▣ Alteração das prioridades de abastecimento e restrição de demanda para setores usuários;
- ▣ Alteração (fundamental) dos perfis de consumo na bacia, e;
- ▣ Abastecimento rural por caminhões-pipa.

A consideração de tais quadros almeja revelar o potencial de economia hídrica e monetária que modificações desta natureza seriam capazes de gerar, avaliando, inclusive, suas capacidades em promover a resiliência da bacia. Conseqüentemente, é possível refletir acerca do perfil e contexto da bacia e da forma como esta é afetada pelas condições climáticas, bem como identificar futuras áreas de estudo e direcionamento de esforços. O **Quadro 1.1** e o **Quadro 1.2** trazem as premissas gerais adotadas nesta etapa de análise.

### Quadro 1.1 – Manutenção do valor econômico gerado.

Para estimativa dos benefícios dessas medidas parte-se da lógica da reordenação de atividades econômicas na Bacia do PPA, no intuito de gerar valor econômico equivalente ao que se gera atualmente, porém, fazendo uso de uma combinação entre menores demandas de água, maior resiliência às estiagens, e maior eficiência econômica. Como premissa básica para estas simulações, tem-se justamente a manutenção do valor econômico gerado, anotando-se as conseqüências das mudanças impostas no uso da água. Isto é, assume-se, por exemplo, que o valor gerado por uma nova cultura agrícola será idêntico ao gerado com a cultura atualmente plantada na bacia, porém com consumo inferior de água.

### Quadro 1.2 – Horizonte de análise e abrangência territorial.

A simulação dos quadros é conduzida a partir do primeiro ano de análise, ou seja, em 2016. Na prática, as modificações hipotéticas não seriam possíveis e nem ocorreriam em tal momento. Não obstante, a premissa de adoção generalizada e imediata decorre do fato de que os quadros são hipotéticos por concepção, o que faz da simulação pelo período completo da análise uma aliada na demonstração do resultado que se almeja: um teste do potencial efeito desse tipo de alteração de padrão econômico na resiliência da bacia frente a eventos de escassez em diferentes cenários climáticos.

Nesse sentido, também se assumiu a aplicação das situações hipotéticas ao longo de todo o território da bacia e sempre em sua abrangência máxima potencial. Isto significa que não foram feitas ressalvas a respeito da capacidade do sistema e/ou interesse dos usuários e seus efeitos na aderência da medida. Tal escolha metodológica representa a intenção apresentada para este bloco de medidas, quantificar, de forma preliminar, o benefício potencial máximo associado a determinada prática, para posteriormente se examinar em que medida ela pode ou deve ser perseguida através de uma aplicação prática.

Observa-se que a interpretação dos resultados deve considerar diferentes dimensões de análise. Os valores aqui apresentados compreendem apenas as apreensões do agregado maior de tempo e espaço: o total na bacia para o período de 50 anos. Conclusões mais aprofundadas devem levar em conta aspectos específicos de cada medida, sendo possível e desejável o entendimento dos resultados de forma a extrapolar a mera perspectiva do benefício líquido, gerado ou não.

## 1.1 Alteração das prioridades de abastecimento e restrição de demanda para setores usuários

A primeira classe de medidas de caráter exploratório diz respeito à alteração das prioridades de abastecimento entre diferentes setores usuários. A alteração da prioridade de abastecimento na bacia pode ser considerada como uma proxy para um mercado de direitos ou alocações de água. Dessa maneira, quaisquer custos de transação seriam arcados e recebidos por usuários na própria bacia, sendo zero em termos líquidos.

Caso houvesse de fato um mercado, ou qualquer outra forma de realocação de água na bacia, é provável que custos de transação fossem também observados (custos relativos à fiscalização das transações, provisão de plataforma para usuários etc.). Entretanto, tais custos devem variar consideravelmente de acordo com os possíveis desenhos e regras adotados para tal instrumento. A mensuração desses custos não somente é escassa na literatura (GARRICK, WHITTEN e COGGAN, 2013), como foge ao escopo da presente ACB.

No que diz respeito à simulação dos benefícios dessas medidas, altera-se diretamente as prioridades das diferentes classes de uso no Sistema de Suporte à Decisão LabSid AcquaNet 2013 (vide **Relatório 1-C, Apêndice Técnico 3**). Esta classe de medidas compreende quatro alternativas possíveis, sendo apresentadas a seguir em conjunto com o apelido adotado em função da simplificação e comunicação dos resultados.

- I. [Prioridade Indústria] Alteração das prioridades entre indústria e agricultura;
- II. [Prioridade Aquicultura] Alteração das prioridades entre aquicultura e agricultura;
- III. [Congelamento Outorgas] Congelamento das outorgas para a indústria convencional e priorização de indústrias “secas”, e;
- IV. [Restrição Aquicultura] Restrição da retirada de água pela atividade de aquicultura a partir de um determinado nível de água armazenado nos reservatórios.

A seguir são apresentadas as premissas específicas de cada medida, bem como seus resultados individuais e comparados.

## I. [PRIORIDADE INDÚSTRIA] ALTERAÇÃO DAS PRIORIDADES ENTRE INDÚSTRIA E AGRICULTURA

### OBJETIVO

Avaliar o impacto nos déficits hídricos e respectivos valores econômicos gerados no caso de alteração das ordens de prioridade para abastecimento entre o setor industrial e de irrigação.

### DESCRIÇÃO GERAL

A medida busca priorizar o atendimento das demandas industriais, devido ao maior valor gerado por m<sup>3</sup> nesse setor. Dessa forma, a água que prioritariamente seria destinada para a agricultura, é, nessa nova configuração, alocada para a produção industrial. Observa-se que a distribuição de água a partir de critérios de alocação implica em efeitos sinérgicos nem sempre antevistos, como por exemplo o rebatimento da inversão de prioridades nos retornos hídricos característicos de cada atividade, que no caso da atividade industrial ocorrem sempre em pontos à jusante de seus pontos de captação, alterando o balanço hídrico da região

### RESUMO DOS RESULTADOS

|  | Máximo         | Mínimo        |
|--|----------------|---------------|
| Benefício por setor (VPL)<br>(R\$ Milhões)     | Te-E           | Te-M          |
| Abastecimento Urbano                           | R\$ 0,0        | R\$ 0,0       |
| Abastecimento Rural                            | -R\$ 2,4       | -R\$ 2,8      |
| Transposições                                  | R\$ 0,2        | R\$ 0,4       |
| Dessedentação Animal                           | -R\$ 76,2      | -R\$ 65,2     |
| Irrigação                                      | -R\$ 4,1       | -R\$ 0,3      |
| Industrial                                     | R\$ 251,3      | R\$ 151,1     |
| Aquicultura                                    | R\$ 0,1        | R\$ 0,0       |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> | <b>R\$ 169</b> | <b>R\$ 83</b> |

### DETALHAMENTO

#### Crítérios para simulação de alocação hídrica

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Parâmetro específicos | Inverter a prioridade estabelecida na rede AcquaNet de Urbano, Rural, Transposição, Animal, Irrigação, Industrial, Aquicultura para Urbano, Rural, Transposição, Animal, Industrial, Irrigação, Aquicultura.  |
| Premissas             | Alterar a prioridade entre os setores de agricultura e indústria somente onde a demanda do primeiro for superior à do segundo, evitando, assim, que tal mudança influencie setores usuários mais prioritários (notadamente o abastecimento humano). |

#### Observações

Uma simulação prévia, na qual foi alterada a ordem de prioridade entre indústria e agricultura na bacia como um todo, revelou alguns efeitos sinérgicos de tal alteração sobre os demais setores. Usos prioritários, como abastecimento rural, foram significativamente afetados, tendo seus déficits aumentados em até 50% no período.

Esses efeitos colaterais decorrem, provavelmente, do fato de que em algumas regiões, a demanda industrial é superior à da agricultura irrigada, além da mencionada consequência da alteração dos retornos associados a essas atividades.

## II. [PRIORIDADE AQUICULTURA] ALTERAÇÃO DAS PRIORIDADES ENTRE AQUICULTURA E AGRICULTURA

### OBJETIVO

Avaliar o impacto nos déficits hídricos e respectivos valores econômicos gerados no caso de alteração das ordens de prioridade para abastecimento entre o setor de aquicultura e de irrigação.

### DESCRIÇÃO GERAL

A medida busca priorizar o atendimento das demandas para aquicultura, devido ao maior valor gerado por m<sup>3</sup> nesse setor. A medida limita-se às Bacias Difusas do Litoral, sob pressuposto de que a atividade de aquicultura pode mais do que compensar as perdas econômicas oriundas dos volumes obtidos por meio da agricultura.

### RESUMO DOS RESULTADOS

| Benefício por setor (VPL)<br>(R\$ Milhões)     | Máximo         | Mínimo         |
|--|----------------|----------------|
|  | Te-E           | Te-M           |
| Abatecimento Urbano                            | R\$ 0,0        | R\$ 0,0        |
| Abastecimento Rural                            | R\$ 0,0        | R\$ 0,0        |
| Transposições                                  | R\$ 0,0        | R\$ 0,0        |
| Dessedentação Animal                           | R\$ 0,0        | R\$ 0,0        |
| Irrigação                                      | -R\$ 16,8      | -R\$ 12,5      |
| Industrial                                     | R\$ 0,0        | R\$ 0,0        |
| Aquicultura                                    | R\$ 417,8      | R\$ 326,4      |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> | <b>R\$ 401</b> | <b>R\$ 314</b> |

### DETALHAMENTO

#### Critérios para simulação de alocação hídrica

|                        |  |
|------------------------|--|
| Parâmetros específicos | Demanda de água da aquicultura em relação à demanda da irrigação, valor da produção agrícola que deixaria de ser cultivada, incremento potencial na produção da aquicultura. |
| Premissas              | Não há efeitos sistêmicos significativos na alocação de água entre os dois setores de interesse, sendo realizada apenas a transferência dos d                                |

#### Observações

Uma vez que a parcela representativa deste setor está concentrada apenas no litoral, o retorno de água da atividade não exerce influência na região de jusante, ou seja, não implica em efeitos sistêmicos significativos.

Assim, para a inversão das prioridades entre agricultura e aquicultura concluiu-se que é possível apenas alocar o déficit da segunda como um incremento do da primeira, representando a transferência de disponibilidade hídrica entre os setores.



### III. [OUTORGAS INDÚSTRIA] CONGELAMENTO DAS OUTORGAS PARA A INDÚSTRIA CONVENCIONAL E PRIORIZAÇÃO DE INDÚSTRIAS “SECAS”

#### OBJETIVO

Transição das indústrias atuais para atividades que requeiram quantidades reduzidas de água, simulando o estabelecimento de diretrizes que permitam apenas indústrias deste tipo de se instalarem na região no futuro, limitando, portanto, a concessão de outorgas às indústrias convencionais.

#### DESCRIÇÃO GERAL

Essa medida age como uma restrição ao setor industrial convencional, de forma a promover a readequação deste perfil de atividade às condições hidrológicas locais. Desta forma, pressupõe o congelamento das outorgas de captação industrial, o que faz com que todas as novas indústrias que por ventura se instalariam na região devam ser “secas”, a exemplo de fábricas e outras que demandem quantidades ínfimas de água em relação ao valor agregado gerado.

#### RESUMO DOS RESULTADOS

| Benefício por setor (VPL)<br>(R\$ Milhões)     | Máximo         | Mínimo         |
|--|----------------|----------------|
|  | Te-A           | Te-M           |
| Abatecimento Urbano                            | R\$ 3,1        | R\$ 1,3        |
| Abastecimento Rural                            | R\$ 0,3        | R\$ 0,1        |
| Transposições                                  | -R\$ 0,7       | -R\$ 0,9       |
| Dessedentação Animal                           | -R\$ 22,2      | -R\$ 9,3       |
| Irrigação                                      | R\$ 0,0        | R\$ 0,1        |
| Industrial                                     | R\$ 402,9      | R\$ 234,4      |
| Aquicultura                                    | R\$ 0,0        | R\$ 0,0        |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> | <b>R\$ 383</b> | <b>R\$ 226</b> |

#### DETALHAMENTO

##### Critérios para simulação de alocação hídrica

|                        |   |
|------------------------|---|
| Parâmetros específicos | Projeções de crescimento da demanda industrial, valor que potencialmente seria gerado pelo setor. |
| Premissas              | Manter fixo o nível atual de desenvolvimento industrial e o respectivo consumo de água do setor.  |

##### Observações

A medida manteve intacta a projeção de crescimento industrial, sendo que, o valor econômico que seria potencialmente gerado por tal crescimento, é, nesse cenário, acrescentado a partir do novo perfil de indústrias, mantendo-se, em contrapartida, o consumo atual de água. Os benefícios gerados representam, assim, o recurso hipoteticamente disponível para se investir nas indústrias secas e então compensar a fração do custo de não desenvolvimento que se sobreporia às indústrias tradicionais.

#### IV. [RESTRIÇÃO AQUICULTURA] RESTRIÇÃO DA RETIRADA DE ÁGUA PELA ATIVIDADE DE AQUICULTURA A PARTIR DE UM DETERMINADO NÍVEL DE ÁGUA ARMazenado NOS RESERVATÓRIOS

##### OBJETIVO

Avaliar o efeito da restrição estratégica de retirada de água pela atividade de aquicultura.

##### DESCRIÇÃO GERAL

Essa medida impõe restrição de caráter de segurança hídrica à atividade de aquicultura, de forma que, quando atingido o nível mínimo de água no reservatório estabelecido, a demanda do setor não pode ser atendida.

##### RESUMO DOS RESULTADOS

| Benefício por setor (VPL)<br>(R\$ Milhões)     | Máximo           | Mínimo           |
|--|------------------|------------------|
|  | Te-A             | Te-M             |
| Abatecimento Urbano                            | R\$ 19,2         | R\$ 5,9          |
| Abastecimento Rural                            | R\$ 0,6          | R\$ 0,4          |
| Transposições                                  | R\$ 268,7        | R\$ 192,3        |
| Dessedentação Animal                           | R\$ 464,9        | R\$ 518,4        |
| Irrigação                                      | R\$ 86,0         | R\$ 101,1        |
| Industrial                                     | R\$ 2.877,5      | R\$ 2.198,3      |
| Aquicultura                                    | -R\$ 50,4        | -R\$ 56,5        |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> | <b>R\$ 3.667</b> | <b>R\$ 2.960</b> |

##### DETALHAMENTO

###### Critérios para simulação de alocação hídrica

|                        |   |
|------------------------|---|
| Parâmetros específicos | Volume meta dos reservatórios onde estão alocadas as demandas de aquicultura.   |
| Premissas              | Restrição ao atendimento das demandas da atividade de aquicultura caso os níveis dos reservatórios estejam com menos de 30% de suas capacidades, garantindo assim o atendimento às demandas prioritárias. |

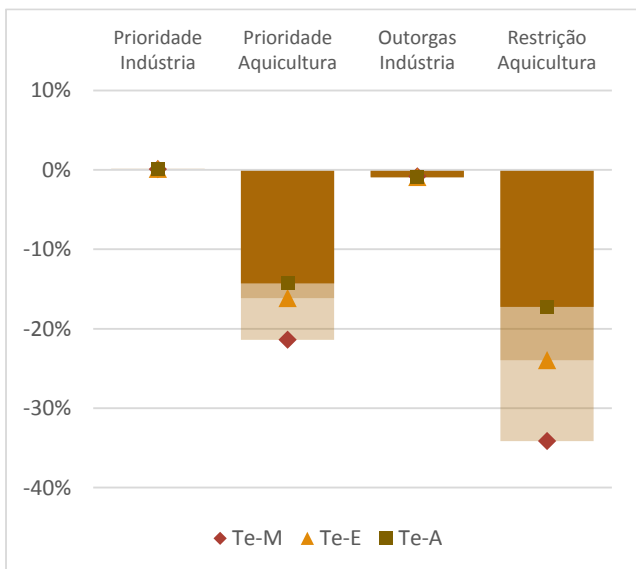
##### Observações

Uma vez que a alocação da água se dá a cada momento (no caso, a cada mês de simulação entre hoje e 50 anos no futuro), em um destes momentos de abundância hídrica, a atividade de aquicultura demanda e recebe um volume representativo de água. Esse atendimento ocorre mesmo se, no momento seguinte, vier a faltar água para os usos prioritários.

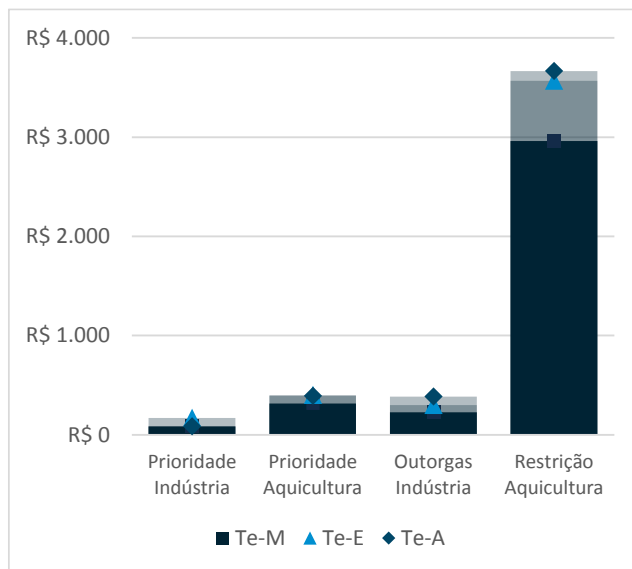
Apesar de ser um uso não-consuntivo, a água disponibilizada para esta atividade é retirada do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves e retornada, mesmo que por completo, apenas na bacia litorânea, influenciando, por vezes, a alocação hídrica deste reservatório.

## RESULTADOS COMPARADOS

Varição percentual do déficit hídrico total em 50 anos (%)



Benefício absoluto total em VPL para 50 anos (milhões)



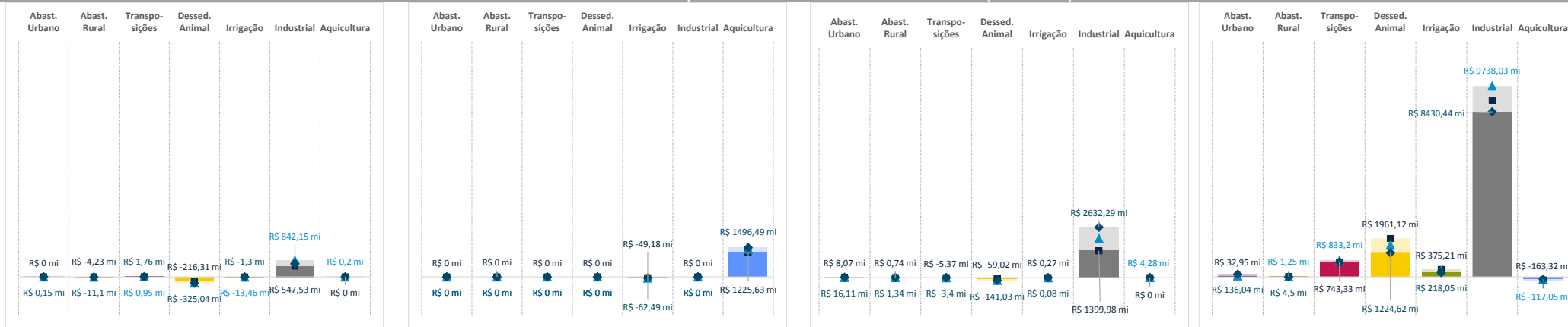
PRIORIDADE INDÚSTRIA

PRIORIDADE AQUICULTURA

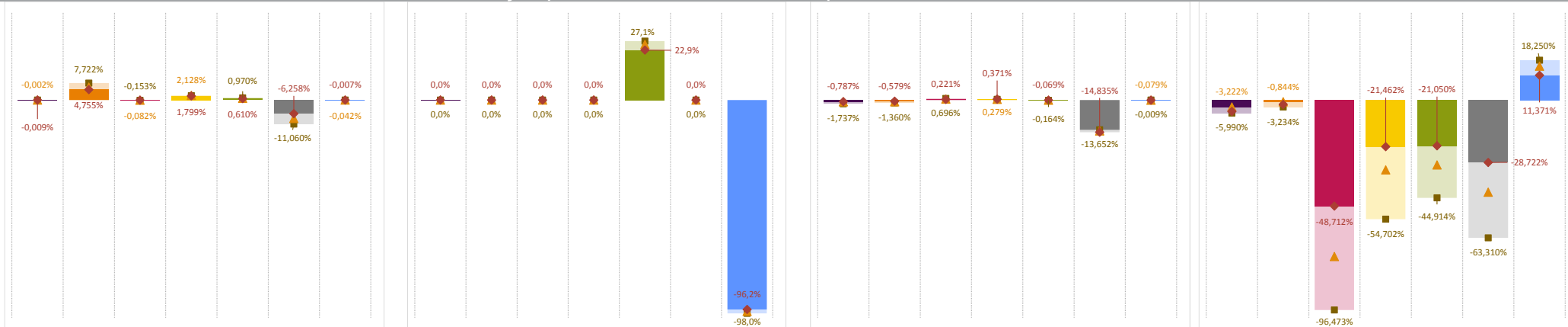
OUTORGAS INDÚSTRIA

RESTRIÇÃO AQUICULTURA

Benefício Absoluto por setor usuário em 50 anos (milhões)



Varição percentual do déficit hídrico por setor usuário em 50 anos



## 1.2 Alteração (fundamental) dos perfis de consumo na bacia

A alteração dos perfis de consumo na bacia naturalmente implica em custos associados à alteração das culturas plantadas ou do perfil do rebanho. Embora alguns desses custos possam ser estimados, há questões de cunho cultural que são tão ou mais importantes do que os custos financeiros dessas medidas. Adicionalmente, a alteração drástica do perfil da bacia é sugerida e estimada com caráter exploratório, não justificando o cálculo de custos de implantação e operação como o das demais medidas.

Esta classe de medidas compreende quatro alternativas possíveis, são elas:

- I. [Substituição Bovinos] Substituição do rebanho de bovinos da bacia por caprinos e ovinos;
- II. [Culturas Temporárias] Substituição de todas as culturas plantadas na bacia por culturas temporárias de ciclo curto com menores demandas hídricas;
- III. [Culturas Permanentes] Substituição de todas as culturas plantadas na bacia por culturas permanentes de menor demanda hídrica, e;
- IV. [Forrageiras-Pecuária] Substituição de todas as culturas plantadas na bacia por forrageiras para alimentar rebanho bovino (na própria bacia).

A seguir são apresentadas as premissas específicas de cada medida, bem como seus resultados individuais e comparados.

### I. [SUBSTITUIÇÃO BOVINOS] SUBSTITUIÇÃO DO REBANHO DE BOVINOS DA BACIA POR CAPRINOS E OVINOS

#### OBJETIVO

Avaliar o potencial de ganho em valor econômico dada a criação de animais adaptados às condições climáticas do semiárido.

#### DESCRIÇÃO GERAL

A substituição de rebanhos parte do pressuposto de que os caprinos são animais mais adaptados para a convivência no semiárido, fato este comprovado em campo e por literatura disponível (ANA, em andamento vide Relatório 1-C). Não obstante, os rebanhos caprinos e ovinos montam em 867 mil animais contra 1.106 mil bovinos na Bacia do PPA (ano base da simulação).

Os caprinos, além de demandarem menores quantidades de água (10 L/d/animal contra 50 do bovino), são mais resistentes às condições severas de estiagem. Adicionalmente, requerem um tempo menor de engorda para estarem aptos à condição de mercado (1,25 anos contra 3,75 do bovino). Além dessa resistência, e menor consumo hídrico, o valor de mercado dos caprinos por quilo de carne é, em média, equivalente à do bovino, o que faz da criação dessa espécie uma vantagem competitiva potencial. Em contrapartida, uma eventual substituição de rebanhos bovinos por caprinos demanda um acréscimo vigoroso na quantidade de animais.

### RESUMO DOS RESULTADOS

|  | <i>Máximo</i> | <i>Mínimo</i> |
|--|---------------|---------------|
| <b>Benefício por setor (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> | Te-E          | Te-M          |
| Abatecimento Urbano                                | R\$ 0,6       | R\$ 0,2       |
| Abastecimento Rural                                | R\$ 0,2       | R\$ 0,0       |
| Transposições                                      | -R\$ 0,1      | -R\$ 0,1      |
| Dessedentação Animal                               | R\$ 392,5     | R\$ 306,0     |
| Irrigação  | R\$ 0,0       | R\$ 0,1       |
| Industrial   | R\$ 0,3       | R\$ 0,9       |
| Aquicultura  | R\$ 0,0       | R\$ 0,0       |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b>     | R\$ 394       | R\$ 307       |

### DETALHAMENTO

#### Critérios para simulação de alocação hídrica

|                        |   |
|------------------------|---|
| Parâmetros específicos | Necessidades hídricas individuais dos bovinos, caprinos e ovinos; demanda por água do setor de acordo com o tipo de rebanho; valor econômico gerado pela atividade.     |
| Premissas              | Substituição de 100% do rebanho de bovinos pelo equivalente em valor econômico de caprinos e ovinos, sendo que estes demandam menos água e são mais resistentes à seca. |

#### Observações

A aplicação da medida considerou a troca de todo o rebanho bovino por rebanho caprino, fazendo a equivalência pelo valor econômico gerado. No ano base, os bovinos geravam em valor ao produtor R\$ 545 milhões, que passa (na medida) a ser gerado inteiramente por caprinos. Para compensar a ausência hipotética do rebanho de 1,1 milhão de cabeças de gado na Bacia do PPA, outros 5,3 milhões de caprinos foram adicionados (elevando o rebanho para um total de 6,16 milhões de animais).

Embora esse novo contingente de caprinos demande 0,5442 m<sup>3</sup>/s, frente aos 0,5385 m<sup>3</sup>/s demandados atualmente pelo rebanho bovino, a medida apresenta benefícios líquidos (reduz as perdas em momentos de escassez) devido à maior resiliência dos caprinos.

## II. [CULTURAS TEMPORÁRIAS] SUBSTITUIÇÃO DE TODAS AS CULTURAS PLANTADAS NA BACIA POR CULTURAS TEMPORÁRIAS DE CICLO CURTO COM MENORES DEMANDAS HÍDRICAS








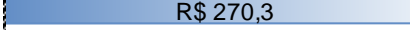
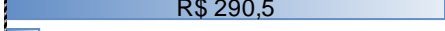
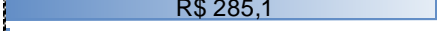

### OBJETIVO

Simular a potencial adoção de culturas temporárias adaptadas à seca e que, portanto, demandem quantidades reduzidas de água e proporcionem maior valor agregado à atividade.

### DESCRIÇÃO GERAL

A medida trata da substituição de culturas com maiores demandas hídricas por culturas temporárias de ciclo curto com menores demandas hídricas. Simula-se, então, como o setor agrícola da Bacia do PPA responderia ao cultivo de jerimum, melancia e outras culturas que produzem valor em pouco tempo e, assim, podem sustentar uma eventual restrição hídrica sem sacrificar estoques.

### RESUMO DOS RESULTADOS

| Benefício por setor (VPL)<br>(R\$ Milhões)     | Máximo  |                | Mínimo   |                |
|--|---|----------------|--|----------------|
|  | Te-A  |                | Te-M   |                |
| Abatecimento Urbano                            |    | R\$ 110,3      |    | R\$ 52,7       |
| Abastecimento Rural                            |    | R\$ 14,3       |    | R\$ 7,3        |
| Transposições                                  |   | -R\$ 1,7       |  | R\$ 2,0        |
| Dessedentação Animal                           |  | R\$ 289,8      |  | R\$ 266,4      |
| Irrigação                                      |  | R\$ 211,5      |  | R\$ 270,3      |
| Industrial                                     |  | R\$ 290,5      |  | R\$ 285,1      |
| Aquicultura                                    |  | R\$ 22,4       |  | R\$ 2,0        |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> |   | <b>R\$ 937</b> |  | <b>R\$ 886</b> |

### DETALHAMENTO

#### Critérios para simulação de alocação hídrica

|                        |   |
|------------------------|---|
| Parâmetros específicos | Lâmina de irrigação, produtividade e reposta à seca, valores de mercado.  |
| Premissas              | Cultura da melancia representativa de culturas de ciclo curto adaptadas, manutenção do valor econômico gerado pela atividade, maior valor agregado. |

#### Observações

Contabilizou-se a substituição de 22,06 mil hectares de agricultura irrigada por uma cultura de ciclo curto com baixa demanda hídrica, equivalente à melancia e por esta representada. Trata-se de opção metodológica simplificada para ilustrar um conjunto de outras culturas com o mesmo perfil, como o jerimum e hortícolas em geral.

A lâmina máxima específica considerada foi 0,6776 litros por segundo por hectare (l/s/ha), bastante inferior à lâmina de culturas com vastas áreas plantadas na bacia, como o feijão e o milho. Culturas que ocupam, respectivamente, 6,61 mil hectares e 6,32 mil hectares, tendo lâminas de 0,7409 e 0,9634 l/s/ha.

Mantém-se o valor geral de R\$ 96,4 milhões pagos ao produtor no ano base para o cálculo da nova área irrigada. Uma vez que o valor por hectare da cultura hipotética é maior do que aquele das demais culturas (à exceção do melão, da manga e da banana), o total de hectares plantados necessários para geração do mesmo valor econômico é reduzido de 22,24 mil hectares para apenas 10,25 mil (46% a menor). Com relação à demanda hídrica, é possível observar uma redução de 63% a partir da troca de culturas.

### III. [CULTURAS PERMANENTES] SUBSTITUIÇÃO DE TODAS AS CULTURAS PLANTADAS NA BACIA POR CULTURAS PERMANENTES DE MENOR DEMANDA HÍDRICA

#### OBJETIVO

Simular a potencial adoção de culturas permanentes adaptadas à seca e que, portanto, demandem quantidades reduzidas de água e proporcionem maior valor agregado à atividade.

#### DESCRIÇÃO GERAL

A medida contempla a substituição de todas as culturas irrigadas na Bacia do PPA por culturas permanentes adaptadas e de menor demanda hídrica. A hipótese que sustenta o quadro é o conhecimento empírico de que culturas como a seriguela, o cajueiro e outras árvores nativas e adaptadas ao clima semiárido, detêm maior resiliência aos eventos de escassez hídrica, aliado ao menor consumo de água.

É válido notar que mesmo as árvores frutíferas melhor adaptadas à bacia também necessitam de irrigação adequada para a viabilização da produção em escala comercial; no entanto, essas culturas não perecem quando atravessam longos períodos secos – ou seja, mantém-se ao menos o estoque, embora o fluxo de produção seja prejudicado.

#### RESUMO DOS RESULTADOS

| Benefício por setor (VPL)<br>(R\$ Milhões)     | Máximo           | Mínimo           |
|--|------------------|------------------|
|  | Te-A             | Te-M             |
| Abatecimento Urbano                            | R\$ 112,6        | R\$ 55,0         |
| Abastecimento Rural                            | R\$ 15,0         | R\$ 7,7          |
| Transposições                                  | -R\$ 2,2         | R\$ 3,0          |
| Dessedentação Animal                           | R\$ 315,9        | R\$ 290,4        |
| Irrigação                                      | R\$ 294,8        | R\$ 309,6        |
| Industrial                                     | R\$ 315,3        | R\$ 335,6        |
| Aquicultura                                    | R\$ 22,4         | R\$ 2,4          |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> | <b>R\$ 1.074</b> | <b>R\$ 1.004</b> |

#### DETALHAMENTO

##### Critérios para simulação de alocação hídrica

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Parâmetro específicos | Lâmina de irrigação, produtividade e reposta à seca, valores de mercado.   |
| Premissas             | Cultura da manga representativa de culturas de ciclo longo adaptadas, manutenção do valor econômico gerado pela atividade, maior valor agregado. |

##### Observações

Para fins de execução do quadro hipotético, contabilizou-se a substituição de todos os hectares plantados na bacia para o cultivo de manga, cultura tida como representativa (em demanda hídrica e geração de valor por hectare) das demais culturas possíveis permanentes adaptadas, como a seriguela e o cajueiro. A lâmina de irrigação dessa cultura representativa é de 0,7374 l/s/ha, inferior em 11,6% à lâmina da banana, 10,7% inferior ao coco-da-baía e 5,5% inferior à da goiaba (conforme já exposto no Relatório 1-C).

As diferenças não são de fato muito expressivas quando a lâmina é comparada às demais frutíferas perenes e também há certa equivalência quanto às lâminas das culturas temporárias: 23% menor do que a do milho, 11% menor do que a do melão, praticamente idêntica à do feijão.



---

A vantagem da troca de culturas não reside somente na necessidade de água, mas sim na geração de maior valor agregado por hectare. A cultura da manga, que exemplifica a cultura perene adaptada, gera como valor agregado ao produtor R\$ 12 mil a cada hectare colhido, maior em 59% frente ao coco-da-baía, 29% superior ao valor da melancia e 19 vezes maior do que o valor do feijão. É, entretanto, 47% menor do que ao valor gerado pelo melão e 30% menor do que o gerado pela banana.

Assim, a manutenção do valor gerado pela agricultura na bacia, estipulado como constante, implica em alteração no total de hectares plantados com a adoção da medida. Encontra-se, assim, redução bastante expressiva, agregada, dos 22,24 mil hectares para 7,56 mil hectares. Em termos de demanda hídrica, a vazão máxima demandada de 17,6104 m<sup>3</sup>/s é reduzida em 68% com a adoção da medida, atingindo apenas 5,51 m<sup>3</sup>/s.

---

#### IV. [FORRAGEIRAS-PECUÁRIA] SUBSTITUIÇÃO DE TODAS AS CULTURAS PLANTADAS NA BACIA POR FORRAGEIRAS PARA ALIMENTAR REBANHO BOVINO (NA PRÓPRIA BACIA)

##### OBJETIVO

Abandonar o cultivo em larga escala de culturas que demandem grandes volumes de água e assumir que irrigantes de grande porte irão cultivar forragens para gado, aumentando consideravelmente o rebanho como contrapartida.









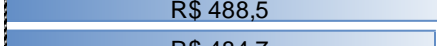
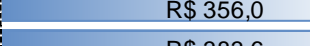
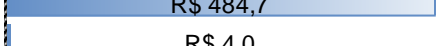
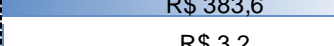


##### DESCRIÇÃO GERAL

A medida busca combinar as vocações agrícola e pecuária da bacia do PPA. Conforme observado em visita à bacia, a criação de gado é comum em todos os municípios e em quase todas as propriedades rurais, ainda que configure prática de alta demanda hídrica e muita suscetibilidade aos eventos de escassez.

Também de acordo com observações de campo, nota-se que parte significativa dos prejuízos incorridos pela produção pecuária advém da dificuldade de se adquirir forrageiras para os animais durante os períodos de estiagem prolongada. Isto é, as forrageiras comercializadas na região são provenientes da própria região.

A partir dessas constatações, é interessante explorar um cenário em que todas as culturas plantadas na bacia são substituídas por forrageiras, como a palma forrageira, bastante observada na visita de campo e cuja lâmina de irrigação chega a representar apenas 10% da lâmina média das demais culturas.

##### RESUMO DOS RESULTADOS

| Benefício por setor (VPL)<br>(R\$ Milhões)     | <i>Máximo</i>   |           | <i>Mínimo</i>  |           |
|--|---|-----------|--|-----------|
|  | Te-E  |           | Te-M   |           |
| Abatecimento Urbano                            |  | R\$ 99,9  |  | R\$ 56,5  |
| Abastecimento Rural                            |  | R\$ 13,2  |  | R\$ 8,1   |
| Transposições                                  |  | -R\$ 9,1  |  | R\$ 1,7   |
| Dessedentação Animal                           |  | R\$ 232,5 |  | R\$ 245,7 |
| Irrigação                                      |  | R\$ 488,5 |  | R\$ 356,0 |
| Industrial                                     |  | R\$ 484,7 |  | R\$ 383,6 |
| Aquicultura                                    |  | R\$ 4,0   |  | R\$ 3,2   |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> | <b>R\$ 1.314</b>  |           | <b>R\$ 1.055</b>   |           |

##### DETALHAMENTO

###### Critérios para simulação de alocação hídrica

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Parâmetro específicos | Área plantada, lâmina de irrigação, valor econômico gerado.   |
| Premissas             | Substituição de toda a área irrigada por forrageiras, manutenção do valor econômico, aumento do rebanho da bacia. |

##### Observações

A forrageira apresenta valor agregado ao produtor de 10% do valor médio por hectare gerado pelas demais culturas. No entanto, é possível atribuir valor maior à forrageira devido à sua agregação de valor ao boi, que dela se alimenta. Dessa forma, a redução de valor gerado pela agricultura é compensada pelo acréscimo no rebanho bovino.

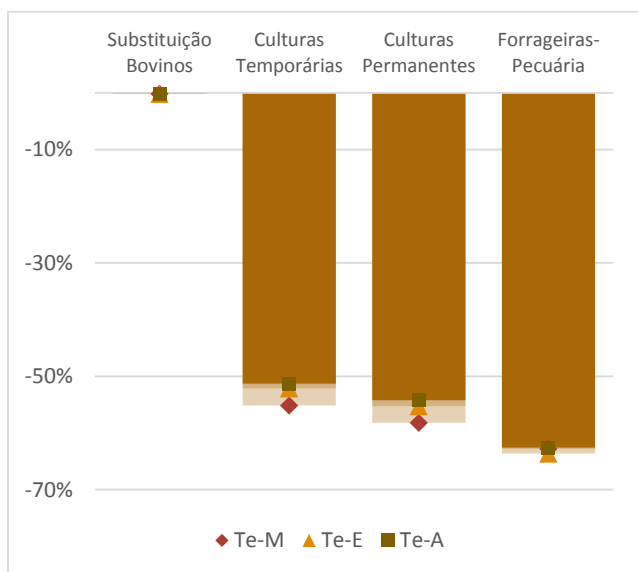
Nesse caso, para efeitos de cálculo dos benefícios, manteve-se constante a área agrícola irrigada, de 22,24 mil hectares na bacia, porém com uma drástica redução de demanda hídrica, que passa da vazão máxima de 17,6104 m<sup>3</sup>/s para apenas 1,7293 m<sup>3</sup>/s. Em compensação, abre-se mão de um valor de R\$ 137 milhões no ano base.

Esse valor perdido na agricultura é então adicionado ao rebanho bovino da bacia, fazendo com que este aumentasse dos atuais 1,1 milhão de cabeças para 1,3 milhões. Esse aumento no rebanho se traduz em um aumento de 10,5% na demanda hídrica dos bovinos, que passa de 0,646 m<sup>3</sup>/s para 0,714 m<sup>3</sup>/s.

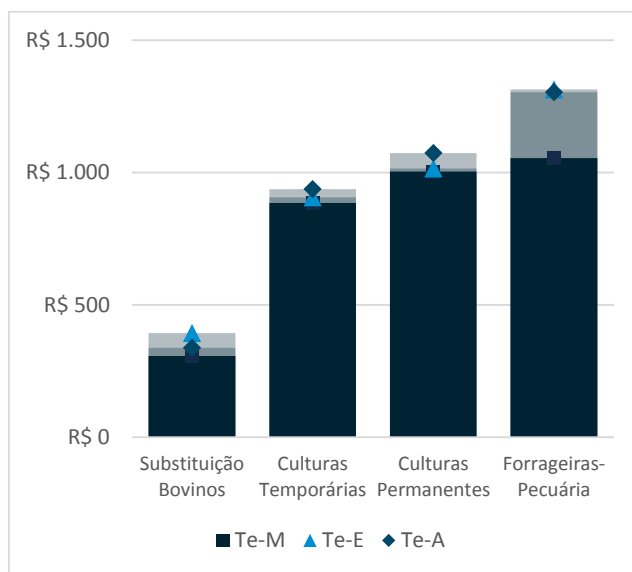
Em termos hídricos, o quadro hipotético se apresenta como altamente compensador, pois as culturas agrícolas demandam um volume muito maior de água do que os rebanhos para a geração de valor econômico.

## RESULTADOS COMPARADOS

Variação percentual do déficit hídrico total em 50 anos (%)



Benefício absoluto total em VPL para 50 anos (milhões)



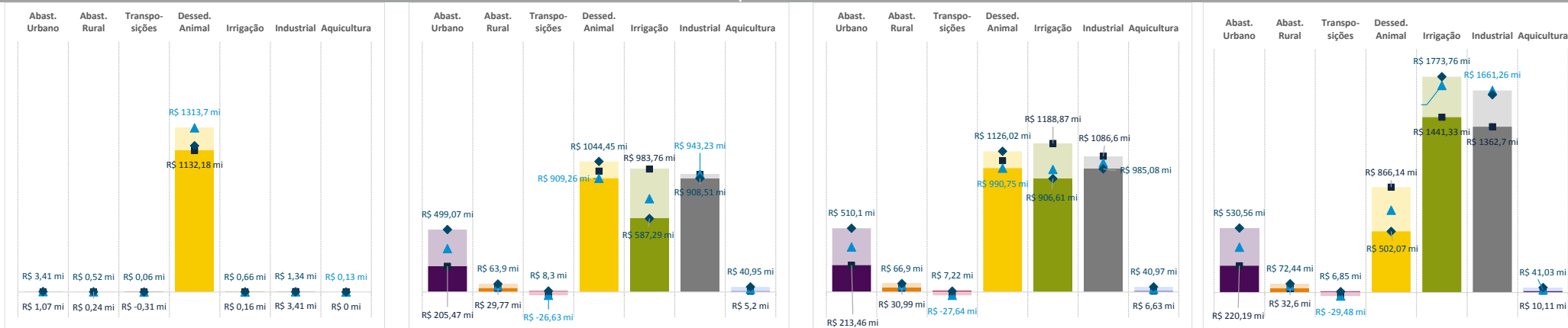
### SUBSTITUIÇÃO BOVINOS

### CULTURAS TEMPORÁRIAS

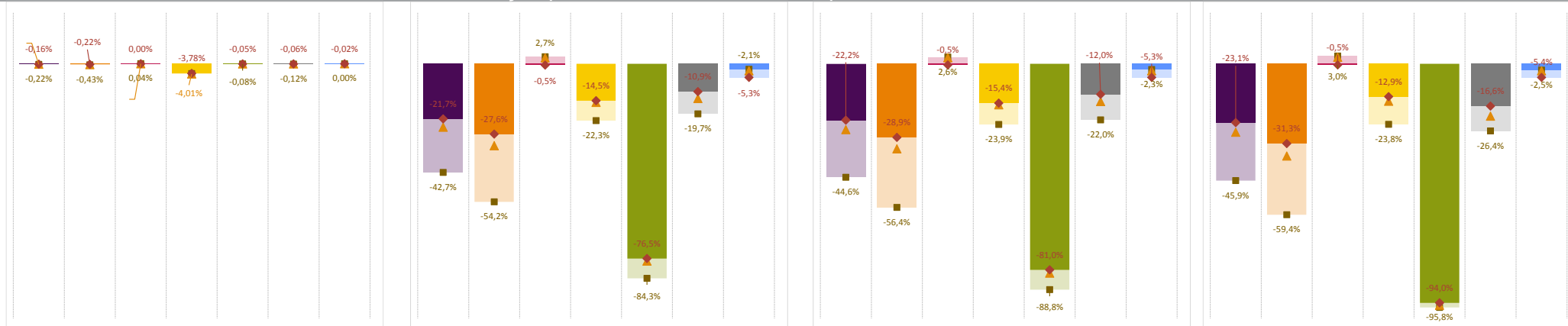
### CULTURAS PERMANENTES

### FORRAGEIRAS-PECUÁRIA

Benefício Absoluto por setor usuário em 50 anos



Variação percentual do déficit hídrico por setor usuário em 50 anos



### 1.3 Abastecimento rural por caminhões-pipa

A medida se baseia no caráter difuso do abastecimento rural em tempos de crise hídrica. Para suprimento de tais populações, um número amplo de caminhões-pipa percorre a bacia de maneira dispersa. De fato, apresenta-se, potencialmente, como observação do custo a ser incorrido na ausência de medidas de adaptação antecipatórias, ou seja, com a resposta a momentos de escassez em um modelo de gestão de crises.

Apesar desse caráter de gestão de crises, a operação de carros pipa no Nordeste já é operada em regime constante, configurando uma das fontes de abastecimento para populações rurais. Assim, é possível realizar estimativa de custos a partir da tabela para cálculo do valor da prestação de serviços de “coleta, transporte e distribuição de água potável para os municípios atendidos pelo Programa Emergencial de Distribuição de Água Potável no Semiárido Brasileiro – ‘Operação Pipa’” da Advocacia-Geral da União (AGU, 2015).

Assim, os custos mensais com cada caminhão necessário são resultado da seguinte equação:

$$C = V \times D \times Q \times I$$

Em que:

- 1) C = Custos mensais por caminhão;
- 2) V = Volume transportado (por caminhão/por viagem);
- 3) D = Distância do Manancial ao Ponto de Abastecimento;
- 4) Q = Quantidade de viagens por caminhão
- 5) I = Índice Multiplicador (de acordo com a qualidade da via).

Assume-se, então que: V = 10m<sup>3</sup>; D = 5 Km; Q = 6 viagens/dia; e estradas são 100% sem asfalto (chão), logo I = 0,49 (vide AGU, 2015). O total de caminhões na bacia é calculado de forma a atender 100% da demanda para usos difusos rurais. Por tratar-se de medida estimada como contração de prestação de serviços, há somente custos relativos à operação da medida (OPEX).

**Custos:** O valor mensal por caminhão é de R\$ 4.083,33. Estimando-se um total de 3.969 caminhões na bacia, para dar conta de todo o abastecimento rural, tem-se um **OPEX total de R\$ 194.481.000 por ano**. Uma vez que a medida utiliza a situação extrema de se continuar esse atendimento ao longo dos 50 anos, em VPL o custo monta em R\$ 3,23 bilhões.

**Benefícios:** Em que pese os custos, a atuação continuada dos caminhões-pipa atende a totalidade do abastecimento humano em área rural por todo o período de análise, resultando em decréscimos irrisórios nos demais setores. Isso decorre pela combinação entre os baixos volumes de água demandados para o abastecimento da população rural e da flexibilidade auferida pelos caminhões-pipa, que conseguem captar água esteja ela onde for. Ou seja, a capacidade de se obter água onde se fizer disponível, independentemente de adutoras, canais ou outros, abre a possibilidade de se aproveitar ao limite a disponibilidade hídrica na Bacia do PPA.

Embora a medida abata a totalidade dos déficits contabilizados pelo abastecimento rural, a tradução em valor econômico revela a baixa participação deste atendimento. Trata-se, afinal, de valoração que tomou como base o custo do m<sup>3</sup> atualmente dispendido para o abastecimento, não vinculado à produtividade ou ainda à saúde da população atendida.

**Custo/Benefício:** Enquanto os custos chegam a R\$ 3,23 bilhões, os benefícios gerados montam em apenas R\$ 13,22 milhões (mínimo) a R\$ 45,22 milhões (máximo). Os custos da medida, assim, são de 71 (mínimo) a 244 (máximo) vezes o tamanho do benefício.

## OBJETIVO

Verificar como os benefícios e custos se comportam com a adoção da permanência do atendimento emergencial de abastecimento rural via caminhão-pipa, conferindo o custo da inação.

## DESCRIÇÃO GERAL

A forma atual de utilização da opção de abastecimento rural por caminhão-pipa ocorre quando há situações de emergência. A medida mensura os efeitos de um atendimento permanente por essa via.

## RESUMO DOS RESULTADOS

|  | Máximo           | Mínimo           |
|--|------------------|------------------|
| Benefício por setor (VPL)<br>(R\$ Milhões)     | Te-A             | Te-M             |
| Abastecimento Urbano                           | R\$ 2,64         | R\$ 0,03         |
| Abastecimento Rural                            | R\$ 43,22        | R\$ 11,88        |
| Transposições                                  | R\$ 3,14         | R\$ 0,79         |
| Dessedentação Animal                           | -R\$ 3,51        | R\$ 0,14         |
| Irrigação                                      | -R\$ 0,02        | R\$ 0,00         |
| Industrial                                     | -R\$ 0,22        | R\$ 0,39         |
| Aquicultura                                    | -R\$ 0,03        | R\$ 0,00         |
| <b>BENEFÍCIO TOTAL (VPL)<br/>(R\$ Milhões)</b> | <b>R\$ 45,22</b> | <b>R\$ 13,22</b> |

## DETALHAMENTO

### Critérios para simulação de alocação hídrica

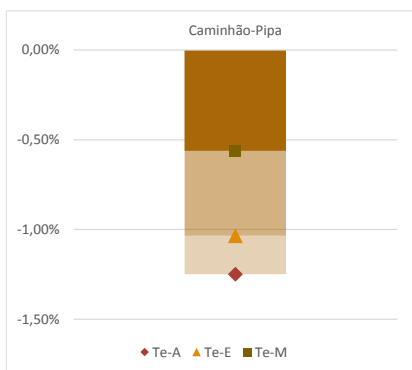
|                       |   |
|-----------------------|---|
| Parâmetro específicos | Todas as demandas de abastecimento rural foram vinculadas, com a mesma ordem de prioridade, a todos os reservatórios da Bacia do PPA, simulando assim a flexibilidade dos caminhões-pipa em obter água onde está se fizer disponível. |
| Premissas             | O abastecimento das populações rurais se dá exclusivamente por caminhões-pipa, independentemente da situação hídrica.   |

### Observações

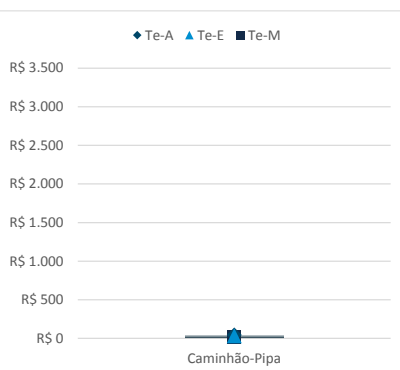
A medida testa, mais do que uma opção real de adaptação, o custo potencial de inação quanto ao abastecimento rural. Medidas como as barragens subterrâneas e a implantação de cisternas-calçadão ilustram as possibilidades reais de se atender com maior segurança hídrica as populações mais vulneráveis, em contraste ao custo de se ter uma situação de emergência levada ao extremo – tornando-se permanente.

## RESUMO DOS RESULTADOS

Variação % Déficit em 50 anos



Benefício em VPL para 50 anos  
(Milhões)



Custo em VPL para 50 anos  
(Milhões)

