



## **AValiação DO Cenário Tendencial DE Comprometimento Hídrico Na Bacia Hidrográfica DO Rio Itaúnas -ES**

### **Lorena Gregório Puppim<sup>1</sup>**

Oceanógrafa pela Universidade Federal do Espírito Santo e Mestre em Engenharia Ambiental pela mesma Instituição. Atualmente trabalha na Agência Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo na elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas do Estado do Espírito Santo, a frente do eixo Hidrologia.

### **Bruno Peterle Vaneli<sup>2</sup>,**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestre e Doutorando em Engenharia Ambiental pela mesma instituição.

### **Rafael Rezende Novais<sup>3</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa e Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo.

### **Luana Lavagnoli Moreira<sup>4</sup>**

Engenheira e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo e Doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### **Felipe Dutra Brandão<sup>5</sup>.**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa, especialização em Gestão e Educação Ambiental pela Faculdade de Tecnologia CET-FAESA e graduando em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Endereço<sup>1</sup>: Rua Desembargador José Fortunato Ribeiro, 95 – Mata da Praia, Vitória – ES – CEP: 29066-070 – Brasil – Tel: +55 (27) 3347-6209 – e-mail: lorenapuppim@hotmail.com.

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta a avaliação do cenário tendencial do comprometimento hídrico na bacia hidrográfica do rio Itaúnas para o horizonte de planejamento de 20 anos, adotando como base o ano de 2017. A partir da situação atual das demandas, foram realizadas projeções para o curto, médio e longo prazo (4, 12 e 20 anos, respectivamente). A avaliação do comprometimento hídrico foi realizada por meio do indicador *Water Exploitation Index* (WEI). Como resultado, verificou-se que na situação atual, a atividade de irrigação exerce forte influência sobre o comprometimento hídrico em algumas regiões da bacia. O WEI mostrou que a situação atual do comprometimento hídrico é muito crítica nas unidades de planejamento Rio do Sul e Rio Itauninhas. Caso o cenário tendencial se mantiver, haverá crescimento de todas as demandas, implicando em piora no comprometimento hídrico a curto, médio e longo prazo em toda a bacia. Desta forma, estratégias de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos nessa bacia são fundamentais para assegurar o uso atual e futuro da água e para reduzir o potencial de surgimento de conflitos entre os usuários.

**PALAVRAS-CHAVES:** Balanço Hídrico, Planejamento, *Water Exploitation Index*.

## **1INTRODUÇÃO**

A elaboração e análise do balanço entre disponibilidade e demandas futuras dos recursos hídricos e a identificação de conflitos potenciais são atividades elementares do processo de planejamento dos recursos hídricos. No Brasil, a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) estabelece que essas atividades sejam partes integrantes do conteúdo mínimo de um Plano de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

A avaliação entre a disponibilidade e a demanda de água é uma área de interesse crescente entre planejadores urbanos e gestores de recursos hídricos (SHARVELLE et al., 2017), pois subsidia a formulação de estratégias de planejamento. Sob a ótica da disponibilidade, Boongalinget al. (2018) destaca que a existência de informações hidrológicas consistentes é fundamental para o desenvolvimento de atividades de planejamento. Com a ocorrência de eventos climáticos extremos nos últimos anos e a contínua degradação da qualidade da água, a geração de informações hidrológicas tornou-se importante estratégia na restauração e adequado manejo da bacia hidrográfica. Por outro lado, do ponto de vista da demanda, os planejadores precisam aplicar estratégias de



gestão integrada dos recursos hídricos a fim de compatibilizar as necessidades de alocação de água para os diferentes usuários, com a disponibilidade hídrica quali-quantitativa (SAFAEI et al., 2013; ADGOLIGN; Rao, 2014), visando minimizar o surgimento de conflitos.

A necessidade de gerenciamento do balanço entre oferta e demandas aparece nos objetivos propostos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) – assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água. Dentre as metas almeçadas está a de aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e a garantia de retiradas sustentáveis até 2030 (ONU, 2015). Porém, conforme ANA (2017), a previsão é de que, até 2030, a soma das retiradas de água no Brasil aumente em 30%. Em 2016, o consumo de água no Brasil foi de 1.109 m<sup>3</sup>/s, devido principalmente às atividades de irrigação (67,2%), abastecimento humano (11,2%), abastecimento animal (11,1%) e abastecimento industrial (9,5%).

De acordo com Ashooriet al. (2017), a adoção de metodologias preditivas para estimativa da demanda futura de água pode ajudar na identificação de fatores que devem ser observados para atender as metas futuras, especialmente em regiões afetadas por estiagens frequentes, como é o caso da bacia hidrográfica do rio Itaúnas, localizada na região Norte do estado do Espírito Santo. No entanto, realizar previsões e análises precisas de demanda é desafiador, devido à quantidade e qualidade limitadas dos dados; à gama de variáveis e fatores que afetam a demanda; às altas incertezas associadas às mudanças climáticas, condições econômicas, crescimento populacional e atividades de conservação; e à complexidade de uma análise quantitativa das opções de conservação de água e seus custos de implementação (WANG; DAVIES, 2018). Desta forma, a construção de cenários possíveis se torna, cada vez mais, uma opção para os tomadores de decisão, sem condições de prever o futuro, qualificar o seu processo decisório (IPEA, 2017).

Nesse contexto, visando subsidiar o planejamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Itaúnas, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar o cenário tendencial de comprometimento hídrico nessa bacia. Para isso, foram estimados os valores tendenciais das vazões de retirada para usos consuntivos, comparando-os com a disponibilidade hídrica na condição de vazão média de longo período. O cenário tendencial foi projetado para o horizonte de planejamento de 20 anos, adotando-se como base o ano de 2017.

Este estudo é um dos resultados alcançados no âmbito do projeto de pesquisa “Diagnóstico e Prognóstico das Condições de Uso da Água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itabapoana (parte capixaba), Itapemirim, Itaúnas (parte capixaba), Novo e São Mateus (parte capixaba) como subsídio fundamental ao Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos”, conduzido pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) e pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), em parceria com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA) e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).

## **2METODOLOGIA**

### **2.1 Área de estudo**

A bacia hidrográfica do rio Itaúnas apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 4.428 km<sup>2</sup> compreendida entre os estados de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo. Cerca de 90% da área da bacia se localiza no estado do Espírito Santo e abrange completamente os municípios de Mucurici, Montanha, Pedro Canário, Pinheiros e parcialmente os municípios de Boa Esperança, Ponto Belo, Conceição da Barra e São Mateus (Figura 1).

Visando melhor caracterizar a área de estudo e facilitar o processo de planejamento dos recursos hídricos, a bacia foi segmentada em unidades de planejamento (UPs). Essa segmentação, aprovada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas (CBH Itaúnas) consistiu na divisão do território em porções físicas que possuam uma identidade regional mais homogênea, de acordo com os aspectos físicos, socioculturais, econômicos e políticos.

Como ilustrada na Figura 12, a bacia está dividida em seis porções territoriais denominadas de Unidades de Planejamento dos recursos hídricos (UP), sendo elas: Alto Rio Itaúnas, Médio Rio Itaúnas, Baixo Rio Itaúna, Rio do Sul, Rio Itauninhas e Foz do Rio Itaúnas. Na tabela 1 são apresentadas suas respectivas áreas e população urbana e rural estimada para o ano de 2017.

**Tabela 1- Área territorial e população urbana e rural de 2017 da bacia hidrográfica do rio Itaúnas, por unidade de planejamento.**



UP	Área (km <sup>2</sup> )	População urbana (hab)	População rural (hab)
Alto Rio Itaúnas	1.011,37	14.214	2.949
Médio Rio Itaúnas	466,0	4.177	2812
Rio do Sul	1.068,22	10.426	3.703
Rio Itauninhas	873,63	38.049	5.023
Baixo Rio Itaúnas	563,45	18.157	1.837
Foz do Rio Itaúnas	465,5	1.638	3.948
Total	4.447,94	86.662	20.272

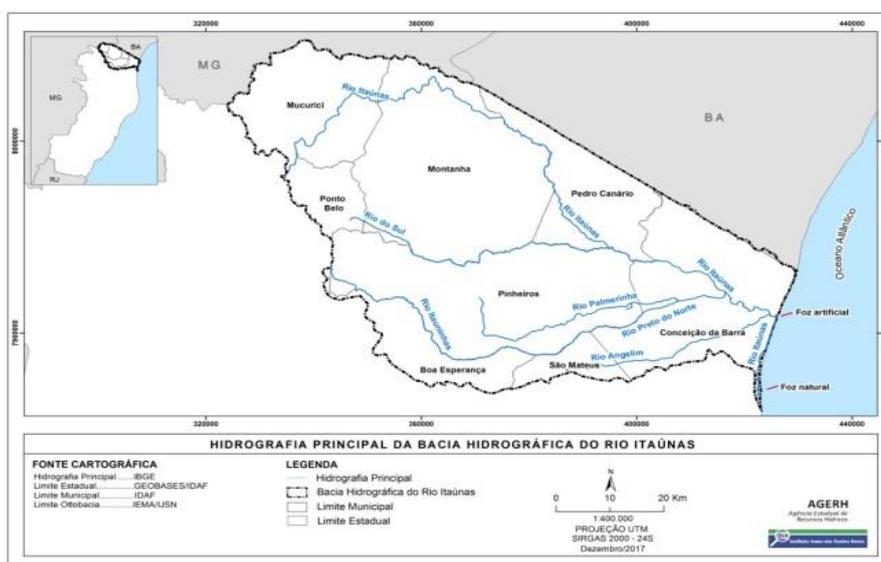


Figura 1 – Municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Itaúnas.

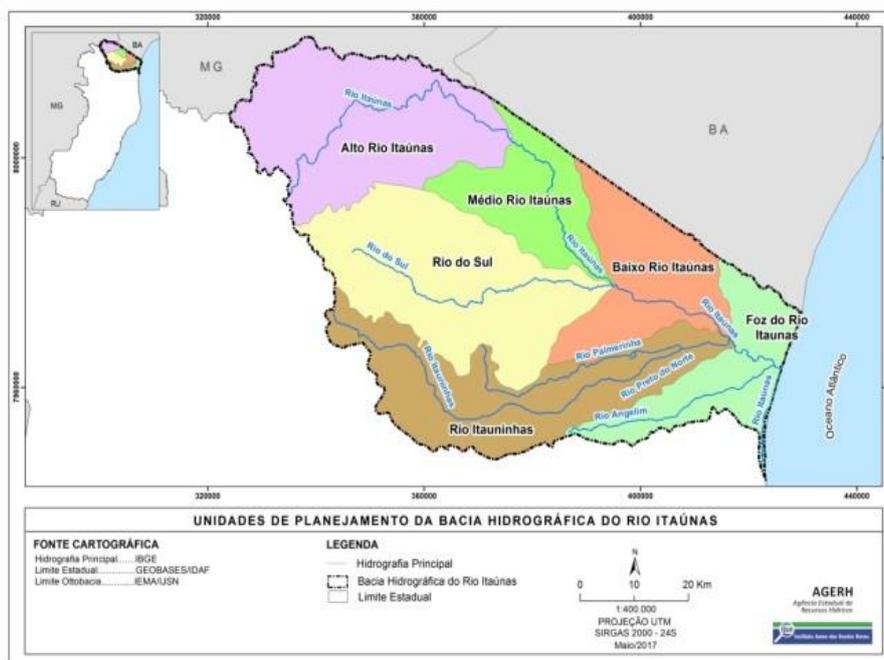


Figura 2 – Unidades de Planejamento da bacia hidrográfica do rio Itaúnas.

No que tange ao uso do solo na bacia cerca de 47% da área está coberta por pastagens, 12% pelo cultivo da cana-de-açúcar e 18% de remanescentes florestais (AGERH, 2017). Conforme visto em Cedagro (2012), foi mapeada



na bacia uma área degradada de 405 km<sup>2</sup> (9% da área da bacia), onde 375 km<sup>2</sup> (93%) corresponde à pastagem degradada e 30 km<sup>2</sup> (7%) correspondem à área agrícola degradada.

## 2.2 Estimativa da disponibilidade hídrica

A disponibilidade hídrica nas unidades de planejamento da bacia hidrográfica rio Itaúnas foi obtida através da aplicação da equação de regionalização de vazões proposta pela Nota Técnica SUORE/GRH/IEMA N° 007/2013, referente à região hidrológica homogênea A1 do estado do Espírito Santo. A disponibilidade hídrica da bacia foi caracterizada em função da vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ). De acordo com a equação de regionalização descrita na nota supracitada, a  $Q_{MLT}$  para a referida região pode ser expressa regionalmente em função da área de drenagem (característica fisiográfica), pela equação 1:

$$Q_{MLT} = 6,6510 \cdot 10^{-3} \cdot AD \quad \text{equação (1)}$$

Onde:  $Q_{MLT}$  = vazão média de longo termo, em m<sup>3</sup>/s e AD = área de drenagem, em km<sup>2</sup>.

## 2.3 Estimativa das demandas hídricas atuais

### 2.3.1 Abastecimento humano

Para a estimativa da demanda para abastecimento humano na bacia hidrográfica do rio Itaúnas adotou-se uma metodologia semelhante àquela visto no trabalho "Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional - SIN" (ONS, 2005). Para isso, admitiu-se que a população é dividida em urbana e rural e que as populações apresentadas por Unidade de Planejamento correspondem aos valores estimados a partir de projeção populacional para o ano de 2017. Além disso, para a estimativa da demanda hídrica na unidade l/s, adotou-se uma captação diária de 16 horas.

#### Demanda urbana

Para a determinação da demanda para o abastecimento urbano foi considerado um coeficiente que retrata as retiradas médias de água por habitante por dia, obtidos do documento "Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos" ANA (2003) (Tabela 2). Embora os coeficientes tenham sido obtidos a nível estadual, para o presente trabalho, adotou-se os mesmos coeficientes a nível de UP, uma vez que a análise da gestão dos recursos hídricos no país toma a bacia hidrográfica como unidade territorial de gerenciamento.

**Tabela 2- Coeficientes de retirada urbano *per capita*, conforme o Estado e a faixa populacional da Unidade de Planejamento.**

Estados	Faixa Populacional (habitantes)	Consumo <i>per capita</i> (l.hab <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )
AC, CE, DF, ES, MA, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RN, RO, SE, SC, TO	<10.000	200,0
	10.000 - 100.000	230,0
	100.000 - 500.000	265,0
	>500.000	310,0

Fonte: ANA (2003).

A estimativa da vazão de retirada de água para o abastecimento urbano foi realizada a partir da equação 2:

$$Q_U = 1,736 \cdot 10^{-5} \cdot Popu \cdot CPu \quad \text{equação (2)}$$

Onde:  $Q_U$  = vazão de retirada para o abastecimento urbano (l/s);  $Popu$  = população urbana na Unidade de Planejamento (habitantes);  $CPu$  = coeficiente de retirada urbana *per capita* da faixa na qual se enquadra a Unidade de Planejamento (l.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>).

#### Demanda rural

Para a estimativa da demanda rural utilizou-se como referência os coeficientes de retirada rural sugerido pela ANA (2003), a qual recomenda para o estado do Espírito Santo o consumo *per capita* de 100 l.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>. Análoga à estimativa de vazão de retirada para a demanda urbana, a equação 3 expressa a estimativa da demanda rural:



$$Q_r = 1,736 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Popr} \cdot \text{CPr}$$

equação (3)

Onde:  $Q_r$  = vazão de retirada para o abastecimento rural ( $\text{l.s}^{-1}$ );  $\text{Popr}$  = população rural na Unidade de Planejamento (habitantes);  $\text{CPr}$  = coeficiente de retirada rural *per capita* da faixa na qual se enquadra a Unidade de Planejamento ( $\text{l.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ).

### 2.3.2 Criação de animais

Para a estimativa da demanda destinada à criação animal adotou-se a metodologia preconizada no trabalho ONS (2005). Para isso, considerou-se que os rebanhos são uniformemente distribuídos no território do município e, portanto, a demanda em uma determinada UP corresponde à soma das parcelas dos municípios em seu território; e que para a estimativa da demanda hídrica na unidade  $\text{l/s}$  a captação de retirada nos mananciais superficiais é de 12 horas diárias; o coeficiente *per capita* de retirada de água para a criação de cada rebanho animal utilizado é o recomendado por Telles (2002).

A equação 4 foi empregada na estimativa da vazão de retirada para a criação animal:

$$Q_a = 2,315 \cdot 10^{-5} \cdot \Sigma[(\text{Rebanho}(\text{espécie}) \cdot q(\text{espécie}))]$$

equação (4)

Onde:  $Q_a$  = vazão de retirada para criação animal por UP ( $\text{l/s}$ );  $\text{Rebanho}(\text{espécie})$  = rebanho da Unidade de Planejamento para cada espécie animal;  $q(\text{espécie})$  = vazão *per capita* por rebanho animal ( $\text{l.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ).

Para estimar o número de rebanho presente em cada UP foi realizado o produto entre o efetivo pecuário dos municípios compreendidos na bacia hidrográfica do rio Itaúnas, obtidos do IBGE Cidades 2015 e o percentual de área municipal inserida em cada uma das UPs.

### 2.3.3 Irrigação

O método empregado para estimativa dos valores das vazões de retirada para a irrigação se baseou na obtenção da lâmina bruta irrigada ( $L_i$ ). Para isso, foi necessário adquirir as seguintes variáveis: área irrigada de cada cultura; evapotranspiração real das culturas; precipitação efetiva; e eficiência dos sistemas de irrigação.

Nessa estimativa, adotaram-se algumas simplificações como distribuição espacial da área plantada uniforme ao longo do ano e proporcional à distribuição das áreas municipais por unidade de planejamento; coeficientes de cultura ( $K_c$ ) e de umidade do solo ( $K_s$ ) iguais aos apresentados em Allen *et al.* (1998) e ONS (2005), respectivamente; coeficiente de eficiência de aplicação ( $E_a$ ) igual ao proposto em ANA (2002); todas as culturas permanentes irrigadas utilizam o sistema de irrigação localizada, enquanto que as culturas não permanentes irrigadas fazem uso do sistema de irrigação por aspersão convencional; para todos os cultivos, assumiu-se uma captação de água superficial de oito horas diárias, durante o ano inteiro; a vazão demandada por um dado cultivo, em cada UP, corresponde à média dos valores de vazão observados ao longo do ano para o referido cultivo; e a vazão total demandada para irrigação em cada UP corresponde à soma das vazões médias estimadas para cada um dos cultivos identificados na UP.

A área irrigada foi obtida por meio do relatório de área colhida fornecido pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). Nele estão disponibilizados os valores de áreas totais irrigadas, por tipo de cultivo e por município, para o ano 2016. A distribuição das áreas irrigadas de cada cultura em cada UP foi obtida pelo produto entre a área total irrigada, por cultivo, de cada município e o percentual de área municipal inserida em cada uma das UPs.

A evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) foi obtida do *grid* meteorológico para o Brasil elaborado por Xavier *et al.* (2016). Os autores interpolaram dados de 3265 pluviômetros e 734 estações meteorológicas provenientes das estações da Agência Nacional de Águas (ANA), do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), entre o período de 1980 a 2013. Por sua vez, a evapotranspiração potencial da cultura ( $ET_{pc}$ ) foi estimada por meio do produto entre o valor de  $ET_0$  e  $K_c$ , resultando em valores mensais por cultivo.

Na tabela 3 são apresentados os valores do coeficiente  $K_c$  empregados na estimativa de  $ET_{pc}$ .



**Tabela 3 – Valores do coeficiente Kc para as culturas identificadas na bacia do rio Itaúnas.**

Cultivo	Kc	Cultivo	Kc	Cultivo	Kc
Banana	1,15	Batata Doce	1,15	Borracha	1,0
Feijão	1,1	Café	0,95	Melancia	1,0
Goiaba	0,8	Mamão	0,87	Alface	1,0
Abacaxi	0,4	Coco	1,0	Milho	1,2
Cana	1,25	Abóbora	1,0	Nozes	1,1
Citros	0,7	Jiló	1,05	Pimenta	1,0
Maracujá	0,77	Cacau	1,05	Quiabo	1,0

Fonte: ALLEN *et al.* (1998).

Por outro lado, o valor de evapotranspiração real da cultura ( $ET_{rc}$ ) foi estimado pelo produto entre  $ET_{pc}$  e  $K_s$ , resultando em valores também mensais por cultivo. Para sistemas de irrigação por aspersão convencional adotou-se  $K_s$  igual a 0,81 e para irrigação localizada foi utilizado o valor de 0,88 para esse coeficiente, conforme visto em ONS (2005).

A precipitação efetiva mensal ( $P_{ef}$ ) foi estimada por meio da metodologia proposta pelo *United States Department of Agriculture (USDA)* (DOORENBOS; PRUIT, 1992), a qual relaciona os valores mensais de precipitação efetiva com os valores de evapotranspiração potencial da cultura e precipitação mensal. Assim, atribuiu-se a cada cultivo agrícola um valor de precipitação efetiva para cada mês do ano.

A eficiência de aplicação ( $E_a$ ) utilizada na estimativa da lâmina bruta mensal variou conforme o sistema de irrigação. Para os sistemas de irrigação por aspersão convencional e irrigação localizada foram adotados valores de  $E_a$  iguais a 0,71 e 0,79, nessa ordem (ONS, 2005; LUME, 2013).

A equação 5 foi empregada para estimativa da lâmina bruta mensal de irrigação requerida para cada cultura. Onde,  $L_i$  é a lâmina bruta mensal de irrigação da cultura (mm/mês);  $ET_{rc}$  é a evapotranspiração real mensal da cultura (mm/mês);  $P_{ef}$  é a precipitação efetiva mensal da cultura (mm/mês); e  $E_a$  é a eficiência de aplicação (adimensional).

$$L_i = \frac{ET_{rc} - P_{ef}}{E_a} \quad \text{equação (5)}$$

A vazão de retirada mensal para irrigação da cultura 'i' foi estimada por meio da equação 6. Onde,  $Q_{m,i}$  é a vazão de retirada mensal para irrigação da cultura 'i' (m<sup>3</sup>/mês);  $A_{m,i}$  é a área irrigada mensal da cultura 'i' (ha); e '10' é o fator de conversão de unidades (milímetro e hectare para metro).

$$Q_{mi} = 10 \cdot A_{mi} \cdot L_i \quad \text{equação (6)}$$

### 2.3.4 Abastecimento industrial

Para a estimativa da demanda de água para a finalidade de abastecimento industrial foram considerados os valores de vazões outorgadas pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). Também foram consideradas as vazões cadastradas como insignificantes no banco de dados de outorga.

### 2.4 Estimativa das demandas hídricas futuras

O cenário adotado para avaliar as demandas hídricas futuras foi o tendencial. Esse cenário é elaborado considerando que não haverá mudanças radicais e/ou abruptas em relação ao panorama atual das demandas hídricas. Visando avaliar esse cenário, foram realizadas projeções tendenciais para o horizonte de planejamento de 20 anos, adotando como base o ano de 2017. A partir da situação atual das demandas (2017), foram realizadas projeções para o curto (2021), médio (2029) e longo prazo (2037).

As projeções foram realizadas individualmente para as demandas relacionadas ao abastecimento humano, ao abastecimento industrial, à criação de animais e à irrigação, por meio das taxas percentuais de crescimento anual, por município, em relação à situação atual. Os resultados individuais municipais foram agrupados por UP. É



necessário salientar que a taxa de crescimento do setor por UP corresponde à média ponderada das taxas de crescimento municipal, sendo que o peso utilizado se refere à porcentagem da área de cada município inserido na UP.

#### 2.4.1 Abastecimento Humano

Para projetar a demanda de água para o abastecimento humano, foram utilizadas as taxas de crescimento populacional. Ressalta-se que o método utilizado para projetar a população foi o AiBi, conhecido como Método dos Coeficientes e utilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Tabela 4 apresenta as taxas de crescimento populacional por município. Salienta-se que para taxa negativa de crescimento populacional, caso do município de Mucurici, adotou-se como referência a menor taxa de crescimento apresentada entre os municípios e que para o município São Mateus, município provavelmente atingido pelo desenvolvimento do setor do petróleo, acrescentou-se o percentual de 0,5% à taxa estimada.

**Tabela 4 – Taxa (% a.a) de crescimento populacional por município da bacia hidrográfica do rio Itaúnas.**

Município	Taxa de crescimento populacional estimada (%)	Taxa de crescimento populacional adotada (%)
Boa Esperança	0,4	0,4
Conceição da Barra	0,7	0,7
Montanha	0,3	0,3
Mucurici	-0,4	0,3
Pedro Canário	0,8	0,8
Pinheiros	1,1	1,1
Ponto Belo	1,1	1,1
São Mateus	1,9	2,4

#### 2.4.2 Criação animal

Para a estimativa da taxa de crescimento do uso da água para a criação animal, foram utilizados os dados de Produção Pecuária Municipal relativos aos anos de 2014, 2015 e 2016, extraídos do IBGE Cidades. De posse desses dados, para calcular a taxa de crescimento geométrico entre os respectivos anos, aplicou-se o método AiBi.

Na Tabela 5 são apresentadas as taxas adotadas para o cenário tendencial da demanda para a criação animal. Ressalta-se que foi necessário adotar percentuais de 0,5% a.a. para taxas negativas e de 5% a.a. quando as taxas geométricas de crescimento foram superiores a esse limite. Esse ajuste foi necessário devido ao longo horizonte de cenarização (20 anos), o que levaria a valores de demanda muito elevados e/ou irrealistas a longo prazo.

**Tabela 5 – Taxa (% a.a.) adotada para o crescimento da demanda de água para a criação animal por município que compõe a bacia hidrográfica do rio Itaúnas.**

Município	Bovino (%)	Bubalino (%)	Caprino (%)	Equino (%)	Aves (%)	Ovino (%)	Suíno (%)
Boa Esperança	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Conceição da Barra	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Montanha	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mucurici	0,5	5,0	3,7	0,5	0,5	0,5	0,5
Pedro Canário	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5,0	1,0
Pinheiros	0,5	-	5,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Ponto Belo	0,5	5,0	0,5	0,5	0,5	4,1	0,5
São Mateus	0,5	5,0	0,5	0,5	0,5	0,5	5,0

Nota: - Sinal indicativo de ausência de animal.

#### 2.4.3 Irrigação

Para obter a demanda tendencial de água para irrigação, foram estimadas taxas de crescimento para cada tipo de cultivo irrigado presente nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Itaúnas. Os dados utilizados foram obtidos no relatório de área colhida para os anos de 2014, 2015 e 2016, fornecido pelo INCAPER. A



metodologia adotada foi análoga à aplicada para a estimativa da taxa de crescimento do uso da água para a criação animal.

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentadas as taxas adotadas para elaboração do cenário tendencial da demanda de água na irrigação, para cultivos permanentes e temporários, respectivamente.

**Tabela 6 – Taxa (% a.a.) adotada para o crescimento da demanda de água para a irrigação de cultivos permanentes por município que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas.**

Cultivos	Mucurici	Montanha	Pedro Canário	Ponto Belo	Pinheiros	Boa Esperança	São Mateus	Conceição da Barra
Banana	0,5	5,0	5,0	0,5	5,0	0,5	0,5	5,0
Borracha	-	0,0	0,5	-	-	0,5	-	0,0
Cacau	-	-	-	-	0,0	0,0	0,5	0,0
Café	0,5	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coco	-	0,0	0,5	0,5	5,0	5,0	0,0	0,0
Goiaba	0,9	0,0	-	5,0	0,0	-	-	-
Mamão	0,5	0,0	0,5	-	0,5	0,0	5,0	5,0
Maracujá	5,0	5,0	0,5	-	0,0	0,5	0,5	5,0
Manga	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Pimenta do reino	-	-	5,0	5,0	5,0	5,0	0,5	5,0
Uva	-	0,5	-	-	-	0,5	0,5	-
Noz Macadâmia	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Citros	-	-	-	-	-	0,0	5,0	-

Nota: - Sinal indicativo de ausência de cultivo.

**Tabela 7 – Taxa (% a.a.) adotada para o crescimento da demanda de água para a irrigação de cultivo temporários por município que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas.**

Cultivo	Mucurici	Montanha	Pedro Canário	Ponto Belo	Pinheiros	Boa Esperança	São Mateus	Conceição da Barra
Abacaxi	-	-	0,5	-	0,0	0,5	0,0	0,5
Cana-de-açúcar	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Feijão	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	5,0
Melancia	-	-	0,5	-	0,5	0,5	-	5,0
Milho	0,0	0,5	5,0	5,0	5,0	0,5	0,5	5,0
Abobora	5,0	5,0	0,5	5,0	5,0	0,5	0,0	0,0
Alface	-	-	-	-	0,0	0,5	0,0	-
Jiló	-	-	-	-	-	0,5	-	0,0
Quiabo	-	-	-	-	0,0	0,5	-	0,0
Nozes	-	-	-	-	-	-	0,5	-

Nota: - Sinal indicativo de ausência de cultivo.

#### 2.4.4 Abastecimento industrial

Na estimativa da demanda futura para abastecimento industrial, adotou-se a taxa de 3,6% a.a, preconizada no Plano Nacional de Energia – PNE 2030. Estimativa semelhante foi realizada pela AGERH (2015) na elaboração do Plano de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória, no estado do Espírito Santo. Optou-se por empregar essa taxa devido à falta de informações e a complexidade de se estimar o crescimento do setor industrial na Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas.

#### 2.5 Avaliação do comprometimento hídrico

A análise comparativa da razão entre demanda dos usos consuntivos e a disponibilidade hídrica superficial é facilitada recorrendo os indicadores de referência definidos na literatura. Valores elevados destes indicadores indicam situações em que a demanda é da mesma ordem de grandeza que a disponibilidade de água, o que significa que há um risco elevado de não ser possível satisfazer os usos múltiplos da água.



Na avaliação do comprometimento hídrico da bacia hidrográfica do rio Itaúnas foi adotado como indicador o *Water Exploitation Index* (WEI). Ele avalia a razão entre a demanda total de retirada de água e a vazão média de longo período da bacia onde os usos consuntivos são realizados. Esse indicador é utilizado pela *European Environment Agency* e pelas Nações Unidas, além de ser amplamente empregado como indicador de balanço hídrico em planos de recursos hídricos no Brasil.

Como categorias de avaliação, o WEI apresenta as seguintes faixas de valores: 5% - Situação excelente. Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre; 5% a 10% - Situação confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento prioritários; 10% a 20% - Situação preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios; 20% a 40% - Situação crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos; >40% - Situação muito crítica.

Depois de ser calculado, o índice foi espacializado por unidades de planejamento da bacia, visando permitir a avaliação dos diferentes níveis de criticidade em relação ao comprometimento hídrico, do grau de relevância da estrutura de gestão requerida e a identificação de áreas prioritárias para investimentos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Disponibilidade hídrica

A partir do emprego da equação de regionalização de vazões (equação 1), foi possível estimar a vazão média de referência ( $Q_{MLT}$ ) por unidade de planejamento da bacia hidrográfica do rio Itaúnas (Tabela 8). Ressalta-se que para o cálculo da disponibilidade hídrica foi considerada toda a área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Itaúnas, inclusive aquelas situadas fora do estado do Espírito Santo. No caso da UP Alto Rio Itaúnas, a área de drenagem acumulada corresponde à soma entre a sua área de drenagem e a área localizada nos estados de Minas Gerais e Bahia.

**Tabela 8 – Disponibilidade hídrica na bacia do rio Itaúnas, por Unidade de Planejamento.**

UP	Área de drenagem UP (km <sup>2</sup> )	Área de drenagem acumulada (km <sup>2</sup> )	Precipitação (mm/ano)	$Q_{MLT}$ (m <sup>3</sup> /s)
Alto Rio Itaúnas	1.011,9	1.140	1.008	7,6
Médio Rio Itaúnas	446,0	1.586,0	1.031	10,5
Rio do Sul	1.068,2	1.068,2	1.087	7,1
Rio Itauninhas	873,6	873,6	1.110	5,8
Baixo Rio Itaúnas	563,5	3.218,0	1.083	21,4
Foz do Rio Itaúnas	465,5	4.557,0	1.099	30,3

Nota-se na tabela 8 que a UP Foz do Rio Itaúnas é a unidade de planejamento que possui a maior disponibilidade hídrica (30,3 m<sup>3</sup>/s), em termos de  $Q_{MLT}$ . Enquanto que a UP Rio Itauninhas é que possui a menor (5,8 m<sup>3</sup>/s). É necessário destacar que as UPs Médio Rio Itaúnas, Baixo Rio Itaúnas e Foz do Rio Itaúnas, diferente das demais, recebem um saldo hídrico de montante, além da água drenada em sua área, fazendo com que possuam maior disponibilidade hídrica superficial na calha do rio Itaúnas.

Com relação à precipitação média anual, a UP Alto Rio Itaúnas é a que apresenta o menor valor (1.008 mm). Enquanto que a UP Rio Itauninhas apresenta um valor ligeiramente maior que as demais (1.110 mm).

#### 3.2 Avaliação das demandas hídricas futuras

Na tabela 9 são apresentados os valores das demandas hídricas atuais (ano base de 2017) e tendenciais (anos de 2021, 2029 e 2037) estimadas para cada um dos usos consuntivos considerados, por Unidade de Planejamento.

**Tabela 9 – Demandas hídricas (m<sup>3</sup>/s) atuais e tendenciais, por tipo de uso e por UP, na bacia hidrográfica do rio Itaúnas.**



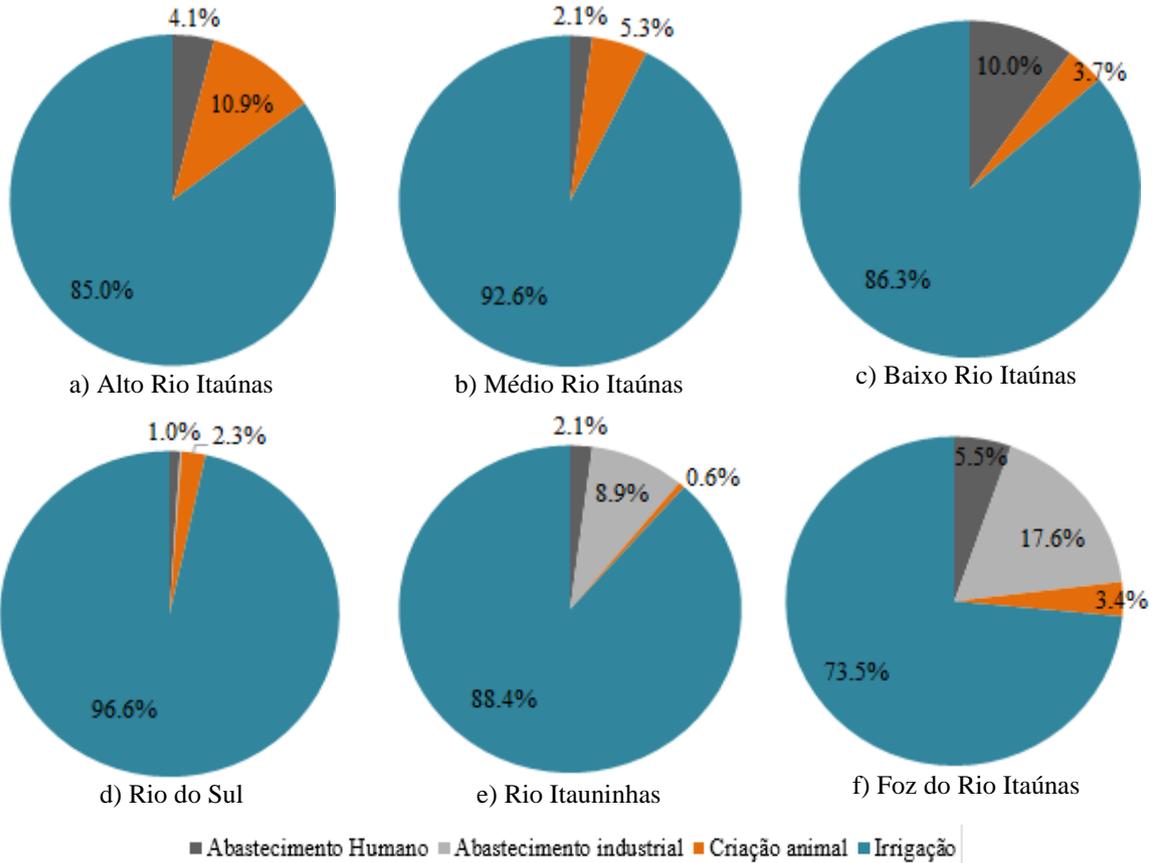
Uso da água	Demandas (ano)	Alto Rio Itaúnas	Médio Rio Itaúnas	Rio do Sul	Rio Itauninhas	Baixo Rio Itaúnas	Foz do Rio Itaúnas	Total (Bacia)
Abastecimento Humano	Atual	0,062	0,019	0,048	0,161	0,076	0,013	0,379
	2021	0,063	0,020	0,050	0,167	0,078	0,013	0,391
	2029	0,065	0,021	0,052	0,179	0,083	0,014	0,414
	2037	0,068	0,021	0,055	0,191	0,088	0,015	0,438
Abastecimento industrial	Atual	-	-	0,008	0,690	-	0,042	0,74
	2021	-	-	0,009	0,790	-	0,048	0,847
	2029	-	-	0,011	0,989	-	0,060	1,06
	2037	-	-	0,014	1,187	-	0,072	1,273
Criação animal	Atual	0,164	0,048	0,111	0,046	0,028	0,008	0,405
	2021	0,167	0,049	0,113	0,047	0,029	0,008	0,413
	2029	0,174	0,051	0,118	0,049	0,030	0,009	0,431
	2037	0,180	0,053	0,122	0,051	0,031	0,009	0,446
Irrigação	Atual	1,277	0,844	4,707	6,844	0,655	0,175	14,502
	2021	1,330	0,890	4,944	7,124	0,693	0,185	15,166
	2029	1,437	0,980	5,418	7,683	0,770	0,206	16,494
	2037	1,544	1,071	5,892	8,243	0,846	0,226	17,822

Nota: - sinal indicativo de ausência de informação disponível.

Nota-se na tabela 9 que em relação às demandas hídricas atuais (2017) na bacia, a atividade de irrigação é a que retira o maior volume de água (14,5 m<sup>3</sup>/s), representando mais de 90% da demanda total de retirada (16,0 m<sup>3</sup>/s). A segunda maior demanda de retirada de água na bacia é para abastecimento industrial (0,74 m<sup>3</sup>/s), equivalendo a 4,6% da demanda total de retirada.

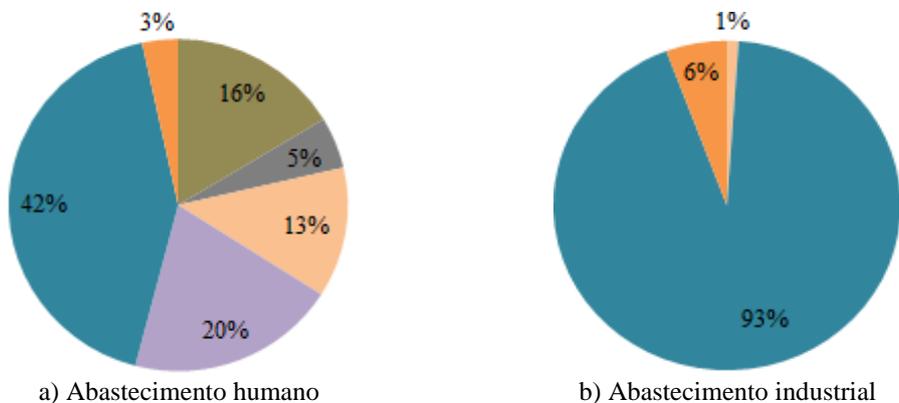
Na Figura 3 é apresentada a participação das demandas atuais de uso da água sobre a demanda total de retirada de cada unidade de planejamento. Percebe-se que em todas as UPs, a demanda para fins de irrigação preponderante sobre as demais. Em termos percentuais, as UPs Rio do Sul (96,6%) e Médio Itaúnas (92,6%) são as que se destacam. Todavia, conforme ilustrado na tabela 9, em termos absolutos a UP que demanda a maior retirada de água para irrigação é a UP Rio Itauninhas (6,8 m<sup>3</sup>/s), seguida da UP Rio do Sul (4,7 m<sup>3</sup>/s).

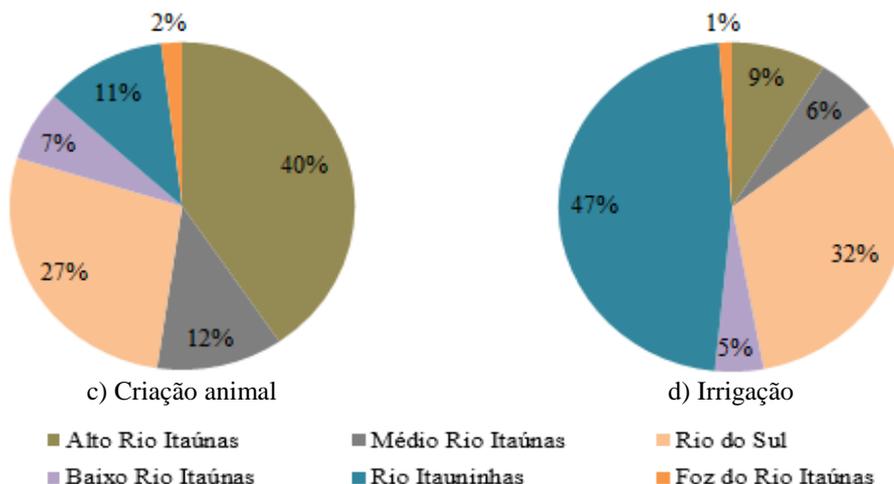
Na UP Alto Rio Itaúnas, além da irrigação, também é significativa a demanda hídrica para a criação de animais (10,9%) (ver figura 3), composta majoritariamente por bovinos (96%) e equinos (3%). Por outro lado, na UP Baixo Rio Itaúnas, também é destacável a demanda para abastecimento humano (10%), devido à presença da sede municipal de Pedro Canário. Enquanto que na UP Foz do rio Itaúnas, é expressivo o percentual para abastecimento industrial (17,6%). Porém, é necessário destacar que os maiores valores absolutos de vazão destinada ao abastecimento industrial encontram na UP Rio Itauninhas (0,69 m<sup>3</sup>/s).



**Figura 3 – Distribuição percentual das demandas atuais de uso da água por unidades de planejamento.**

Na Figura 4 é apresentada a distribuição percentual de cada tipo de uso consuntivo da água por Unidades de Planejamento. Sua análise permite verificar em qual região da bacia, em termos de UP, ocorre a maior demanda por tipo de uso. Nota-se que a UP Rio Itauninhas é a região da bacia em que ocorrem os maiores valores de vazão de retirada da água para fins de abastecimento humano (42%), industrial (93%) e irrigação (47%). Em contrapartida, na bacia, a demanda de água para criação animal é predominante na UP Alto Rio Itaúnas, chegando a 40%, devido à significativa presença de rebanhos bovinos e equinos.

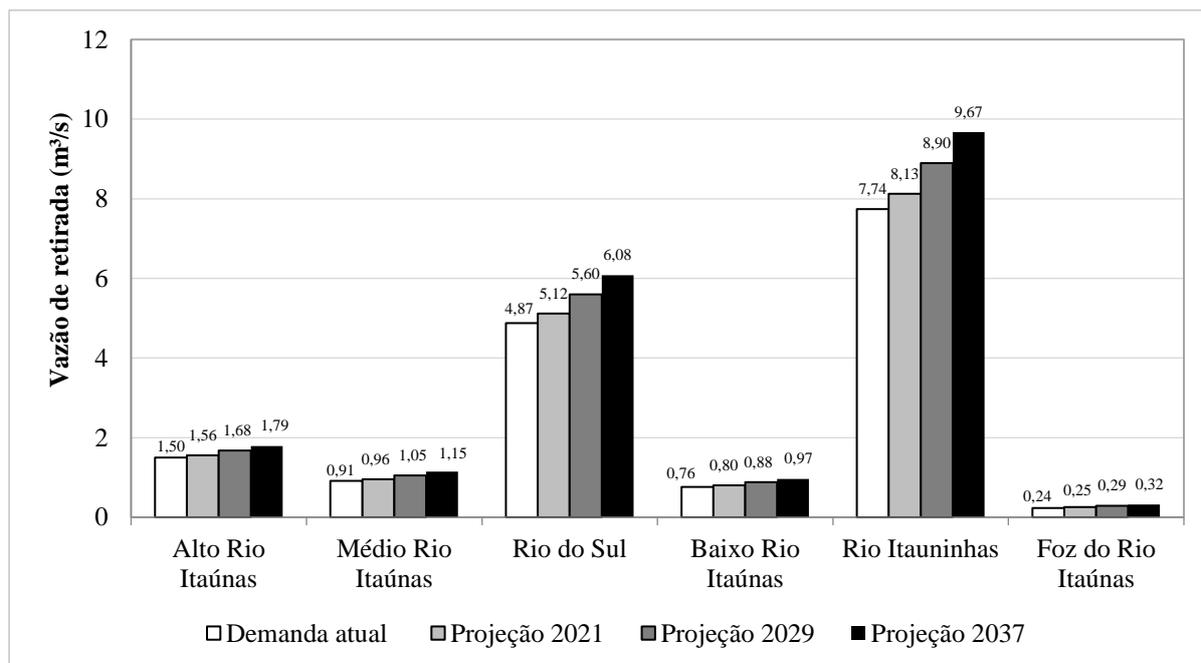




**Figura 4 – Distribuição percentual das unidades de planejamento por tipo de uso da água.**

Com relação à demanda de água para irrigação, o cultivo que demanda maior volume de água é o café, representando cerca de 72% e 77% do volume retirado para irrigação nas UPs Rio Itauninhas e Rio do Sul, respectivamente. Por outro lado, o destacado percentual de demanda para abastecimento industrial na UP Rio Itauninhas pode ser explicado pela marcante presença de indústrias do segmento sucroalcooleiro. No que tange ao abastecimento humano, o maior percentual é devido à presença de localidades populosas, como a sede municipal de Pinheiros, os distritos de Braço do Rio e Lagoa Seca, entre outros.

Na Figura 5 é apresentado o cenário tendencial do total de retiradas de água em cada UP. Verifica-se que em todas as UPs a tendência é de aumento dos volumes retirados ao longo do horizonte temporal. Os maiores valores de vazão de retirada são observados nas UPs Rio do Sul e Rio Itauninhas e os menores valores, na UP Foz do Rio Itaúnas.

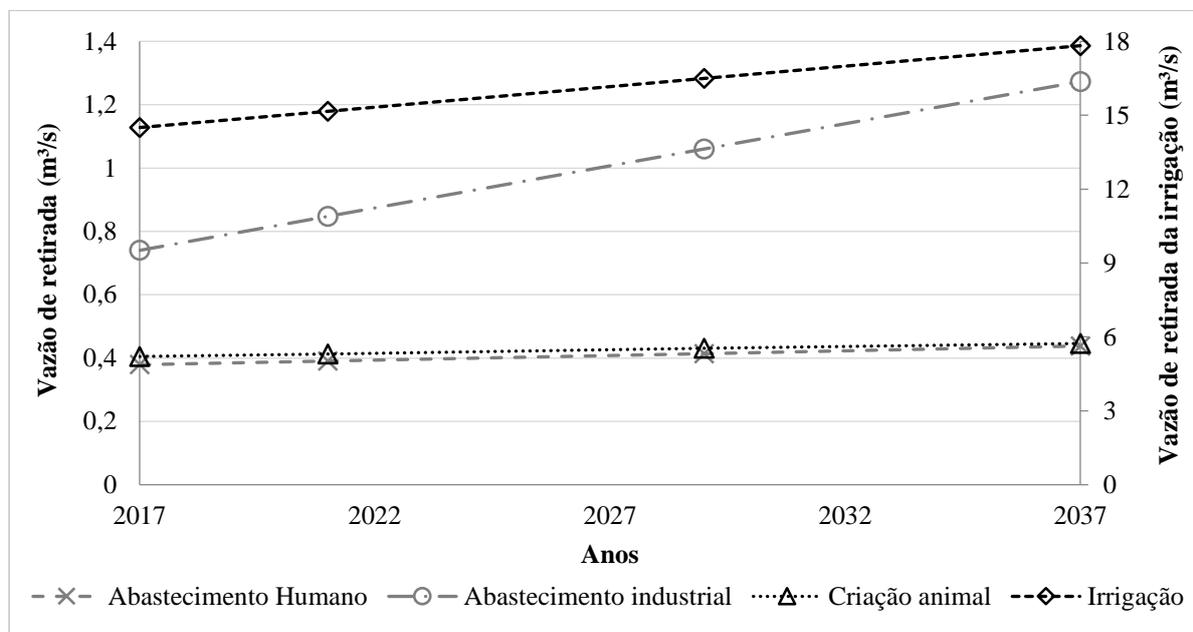


**Figura5 – Evolução tendencial da vazão de retirada nas Unidades de Planejamento da bacia hidrográfica do rio Itaúnas.**

A evolução das demandas hídricas por tipo de uso na bacia hidrográfica do rio Itaúnas é demonstrada na Figura 6. Ressalta-se, que dentre as curvas de demanda ilustradas nessa figura, aquela que apresenta maior taxa de crescimento (inclinação) é a do abastecimento industrial, dando indícios que proporcionalmente é a demanda



que mais tenderá a crescer, mantido o cenário tendencial. Contudo, em valores absolutos, a vazão demandada pela irrigação (eixo secundário) é consideravelmente maior que as demais ao longo de todo o horizonte temporal de avaliação, variando de 14,5 m<sup>3</sup>/s em 2017 a 17,8 m<sup>3</sup>/s em 2037. Enquanto que as demandas para abastecimento humano e para criação animal possuem magnitudes semelhantes.



**Figura 6 – Evolução tendencial das demandas hídricas por tipo de uso na bacia hidrográfica do rio Itaúnas.**

### 3.3 Avaliação do comprometimento hídrico tendencial

O resultado da aplicação do indicador WEI é apresentado nas figuras a seguir. Nelas é possível verificar a distribuição do comprometimento hídrico em relação à vazão média de longo termo na bacia hidrográfica do rio Itaúnas, para os anos de 2017 (Figura 7), 2021 (Figura 8), 2029 (Figura 9) e 2037 (Figura 10). A escala de cor varia do verde (<5% - situação excelente) ao vermelho (>40% - situação muito crítica).

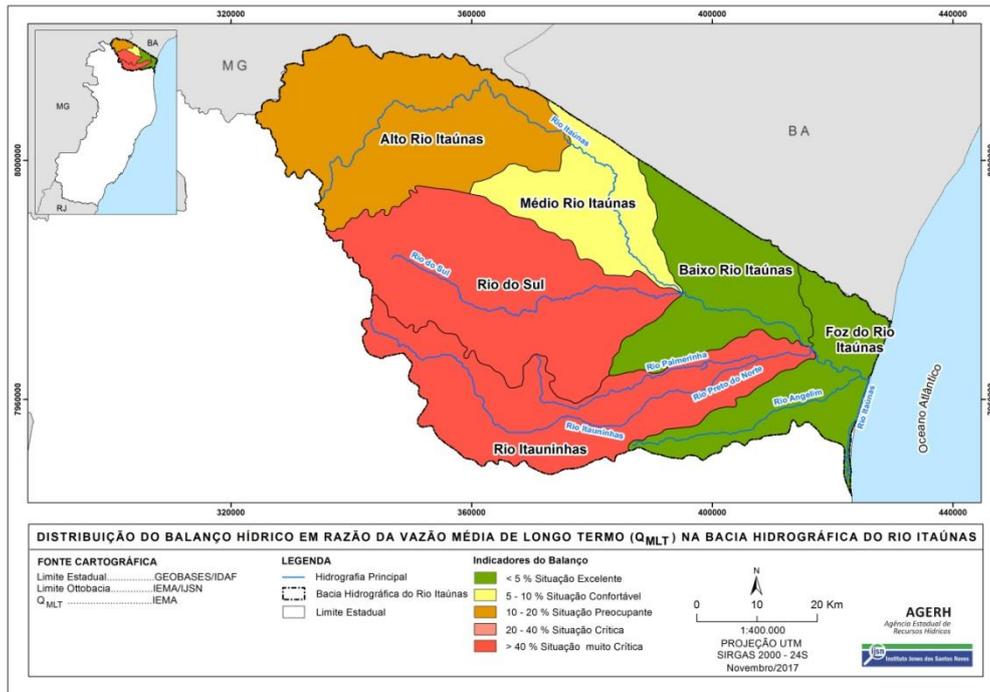


Figura 7 – Distribuição do comprometimento hídrico em razão da vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ) na bacia hidrográfica do rio Itaúnas, para a situação atual (2017).

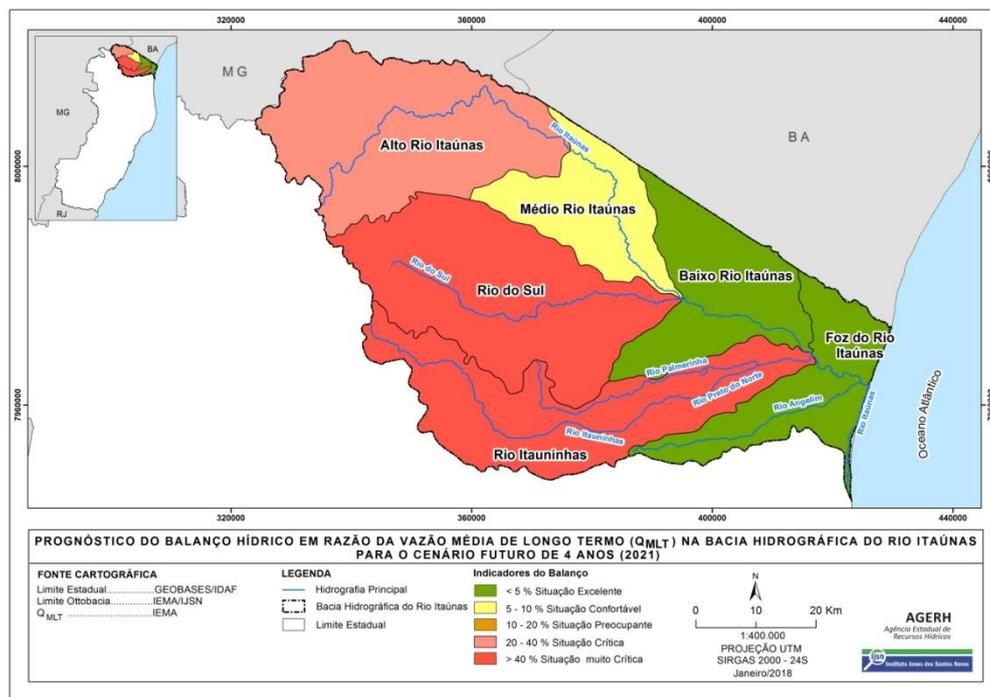


Figura 8 – Distribuição do comprometimento hídrico em razão da vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ) na bacia hidrográfica do rio Itaúnas, para o cenário curto prazo (2021).

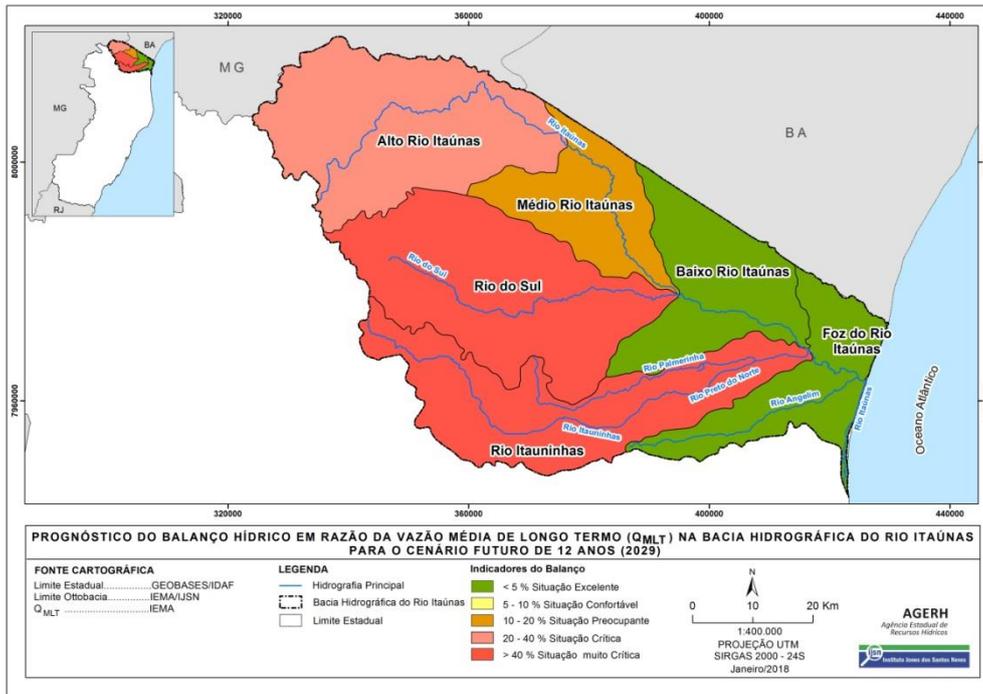


Figura 9 – Distribuição do comprometimento hídrico em razão da vazão média de longo termo (Q<sub>MLT</sub>) na bacia hidrográfica do rio Itaúnas, para o cenário de médio prazo (2029).

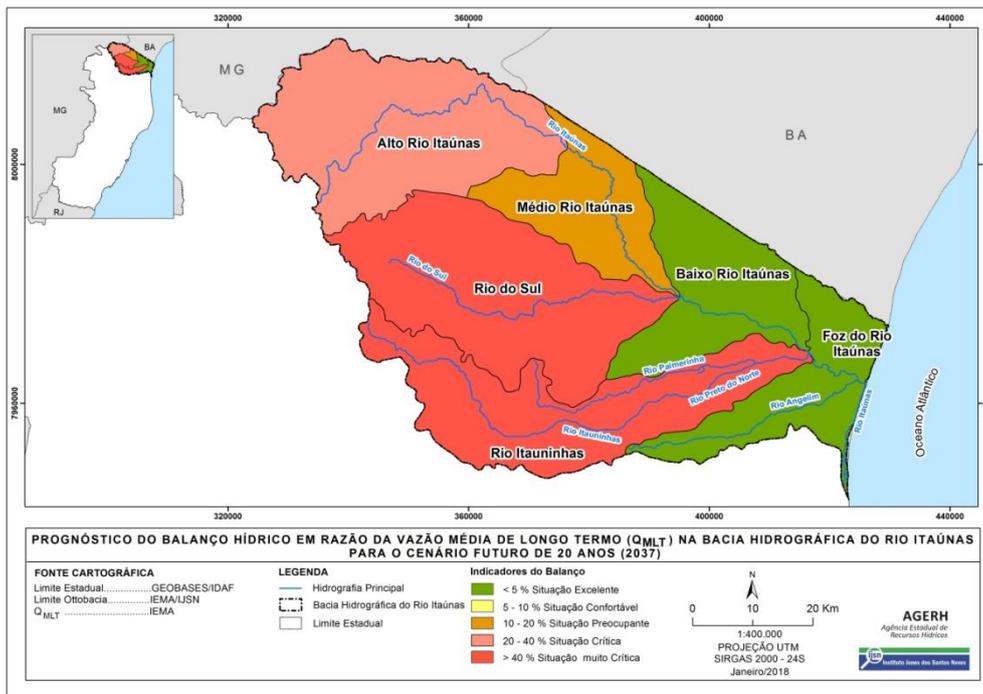


Figura 10 – Distribuição do comprometimento hídrico em razão da vazão média de longo termo (Q<sub>MLT</sub>) na bacia hidrográfica do rio Itaúnas, para o cenário de longo prazo (2037).

Observa-se que a situação em relação ao comprometimento hídrico atual é excelente nas UPs Baixo Rio Itaúnas (WEI = 3,5%) e Foz do Rio Itaúnas (WEI = 0,8%). Na UP Médio Rio Itaúnas o indicador aponta para uma situação confortável em relação ao comprometimento hídrico (WEI = 8,7%). Esses valores são devido a uma demanda menor que a observada nas demais UPs. Ademais, essas Unidades de Planejamento, diferentemente



das demais, acabam recebendo um saldo hídrico de montante, além da água drenada em sua área, fazendo com que possuam maior disponibilidade hídrica superficial.

No entanto, a situação é preocupante na UP Alto Rio Itaúnas (WEI = 19,8%) e muito crítica nas UPs Rio do Sul (WEI = 68,6%) e Rio Itauninhas (WEI = 133,2%), conforme apresentado na Figura 6. Ressalta-se que a situação preocupante e muito crítica, quanto ao comprometimento hídrico dessas UPs, deve-se especialmente à elevada demanda de água para fins de irrigação, frente à baixa disponibilidade hídrica. Nesse contexto, há potencial de limitação dos usos atuais dos recursos hídricos nessas regiões e de surgimento de conflitos pelo uso da água nessas regiões. Logo, elas se apresentam como áreas prioritárias para ações de gerenciamento dos recursos hídricos.

Com relação ao cenário tendencial, observa-se que haverá um avanço no grau de comprometimento do balanço hídrico atual em curto prazo (2021) na UP Alto Rio Itaúnas e em médio prazo (2029) na UP Médio Rio Itaúnas. Portanto, caso o cenário tendencial se mantiver, a UP Alto Rio Itaúnas passará a apresentar situação crítica (WEI<sub>2021</sub> = 20,5%). Nessa situação, o indicador orienta para a realização de intensa atividade de gerenciamento, além de grandes investimentos. Já a UP Médio Rio Itaúnas passará a ser enquadrada como de situação preocupante (WEI<sub>2029</sub> = 10,1%). Nessa situação, o indicador orienta que a atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo realização de investimentos médios. Além disso, as UPs Rio do Sul e Rio Itauninhas tenderão a apresentar agravamento dos seus cenários, que já eram muito críticos, exigindo intensa atividade de gerenciamento e altos investimentos.

De maneira geral, a bacia hidrográfica do rio Itaúnas se apresenta em situação atual muito crítica (WEI = 53%). O cenário tendencial aponta para uma piora do quadro atual de comprometimento hídrico, a curto (WEI<sub>2021</sub> = 56%), médio (WEI<sub>2029</sub> = 61%) e longo prazo (WEI<sub>2037</sub> = 66%). Portanto, estratégias de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos nessa bacia são fundamentais para assegurar o uso atual e futuro da água e para reduzir o potencial de surgimento de conflitos entre os usuários. Para a melhoria da condição atual, e consequentemente do cenário tendencial, deve-se investir não somente na gestão das demandas, mas também na gestão da disponibilidade.

Em relação às demandas, investimentos em ações de planejamento e gerenciamento adequados da agricultura irrigada são imprescindíveis (SINGH, 2014), como incentivo à adoção de sistemas hidroeficientes e de boas práticas de manejo dos sistemas de irrigação. Segundo ANA (2016), boas práticas de manejo do solo e da água podem garantir aos irrigantes eficiências de uso dos recursos hídricos superiores a 90%. Em relação à disponibilidade, foi visto que a área degradada na bacia é elevada (9%) e o índice de remanescentes florestais é de apenas 18%. Esses fatores influenciam na quantidade de água que infiltra no solo, afetando a disponibilidade hídrica superficial da bacia. Dessa forma, ações voltadas ao aumento da cobertura florestal, principalmente em áreas estratégicas como recarga dos aquíferos e áreas de preservação permanente, à adoção de práticas de manejo de conservação de água e solo, e ao aumento da reserva hídrica (cisternas, barraginhas, entre outras) devem também ser incentivadas.

#### **4 CONCLUSÃO**

Este trabalho mostrou que a situação atual do comprometimento hídrico na bacia hidrográfica do rio Itaúnas, de modo geral, é muito crítica. O indicador de balanço hídrico indicou que a bacia hidrográfica do rio Itaúnas se encontra em situação atual preocupante na UP Alto Rio Itaúnas e muito crítica nas UPs Rio do Sul e Rio Itauninhas. Diferentemente, na UP Médio Rio Itaúnas o comprometimento hídrico se apresentou confortável e nas UPs Baixo Rio Itaúnas e Foz do Rio Itaúnas, excelente. Verificou-se que na bacia é marcante a demanda de água para irrigação. O cenário tendencial apontou crescimento de todas as demandas, com panoramas de piora no comprometimento hídrico a curto, médio e longo prazo, fornecendo indícios de que a situação tendencial do balanço hídrico poderá limitar os usos futuros das águas, exigindo que seja realizado alto investimento em ações de gerenciamento tanto relacionados à disponibilidade como, principalmente, relacionado às demandas.

#### **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ADGOLIGN, T. B.; RAO, S. Environmental impact assessment in sustainable water resources development: major issues of consideration. *Science, Technology and Arts Research Journal*, v. 3, n. 2, p. 180-189, 2014.



2. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2017*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/usoagua>. Acesso em: 18/04/2018.
3. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2016*. Brasília, 2016. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/usoagua>. Acesso em: 19/04/2018.
4. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Nota técnica 010/2003/SPR*: Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água contidas no documento "Plano Nacional de Recursos Hídricos - Documento Base de Referência, Minuta". 30p.- Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água contidas no documento "Plano Nacional de Recursos Hídricos: Documento Base de Referência, Minuta". 2003. 30p.
5. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Projeto São Francisco – Estimativa da eficiência do uso da água pela irrigação na Bacia do São Francisco*. Brasília, 2002.
6. ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop Evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 1998.
7. ASHOORI, N.; DZOMBAK, D. A.; SMALL, M. J. Identifying water price and population criteria for meeting future urban water demand targets. *Journal of Hydrology*, v. 555, p. 547-556, 2017.
8. BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.
9. BOONGALING, C. G. K.; FAUSTINO-ESLAVA, D. V.; LANSIGAN, F. P. Modeling land use change impacts on hydrology and the use of landscape metrics as tools for watershed management: The case of an ungauged catchment in the Philippines. *Land Use Policy*, v. 72, p. 116-128, 2018.
10. CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO (CEDAGRO). *Levantamento das áreas agrícolas degradadas no estado do Espírito Santo*. Documento Completo. Vitória, 2012. Disponível em: [http://www.cedagro.org.br/artigos/20121101104240\\_areas\\_Degradadas\\_Documento\\_Completo.pdf](http://www.cedagro.org.br/artigos/20121101104240_areas_Degradadas_Documento_Completo.pdf). Acesso em: 30/04/2018.
11. CONSÓRCIO NIP & PROFILL. *Elaboração de Projeto Executivo para Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu*. Relatório Técnico 2. Vitória, 2015. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/documentos-dos-comites>. Acesso em: 23/04/2018.
12. CONSÓRCIO NIPPON & COBRAPE. *Diagnóstico dos recursos hídricos do estado do Espírito Santo*. Relatório Técnico sobre condicionantes. Vitória, 2017. Disponível em: <https://perh.es.gov.br/biblioteca-de-arquivos>. Acesso em: 30/04/2018.
13. DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. *Crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 24*. Rome, 1992. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/s8376e/s8376e.pdf>.
14. INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). *Nota técnica SUORE/GRH/IEMA nº007/2013. Metodologia para análise de outorga de direito de uso de recursos hídricos utilizando o sistema de controle de balanço hídrico das bacias hidrográficas do Estado do Espírito Santo (SCBH-ES)*. Cariacica. 2013d.
15. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Brasil 2035 cenários para o desenvolvimento*. Brasília, 2017. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170606\\_brasil\\_2035\\_cenarios\\_para\\_desenvolvimento.PDF](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170606_brasil_2035_cenarios_para_desenvolvimento.PDF). Acesso em: 18/04/2018.
16. LUME ESTRATÉGIA AMBIENTAL. *Enquadramento dos Corpos de Água e Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente - Diagnóstico e Prognóstico*. Relatório de Etapa A, Vitória, 2013.
17. OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). *Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN*. Brasília: ONS; FAHMA-DZETA; ANA; ANEEL; MME, 2005. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/downloads/Relatorio%20final%20ONS.pdf>. Acesso em: 28 de Julho de 2017.
18. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. Resolution A/RES/70/1. 2015. Disponível em: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>. Acesso 18/04/2018.
19. SAFAEI, M. et al. Integrated river basin planning and management: a case study of the Zayandehrud River basin, Iran. *Water international*, v. 38, n. 6, p. 724-743, 2013.
20. SHARVELLE, S.; DOZIER, A.; ARABI, M.; REICHEL, B. A geospatially-enabled web tool for urban water demand forecasting and assessment of alternative urban water management strategies. *Environmental Modelling & Software*, v. 97, p. 213-228, 2017.
21. SINGH, A. Conjunctive use of water resources for sustainable irrigated agriculture. *Journal of hydrology*, v. 519, p. 1688-1697, 2014.
22. TELLES, D. A. Água na Agricultura e Pecuária. In: REBOUÇAS, A. C.; BENEDITO, B.; GALIZIA, T. J. (orgs). *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. 2.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p. 305-336.



**Encontro Técnico  
AESABESP**

29º Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



**FENASAN**

parceiro



**2018**

23. XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. SCANLON, Bridget R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). *International Journal of Climatology*, v. 36, n. 6, p. 2644-2659, 2016.
24. WANG, K.; DAVIES, E. G. R. Municipal water planning and management with an end-use based simulation model. *Environmental Modelling & Software*, v. 101, p. 204-217, 2018.