

GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE NA MACROMETRÓPOLE PAULISTA - BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Environmental management and sustainability in the macrometropole paulista – Paraíba do Sul River Basin

Antonio Carlos Demanboro

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil
demanboro@puc-campinas.edu.br

RESUMO: Situada no sudeste brasileiro, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul possui elevada importância para abastecimento dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Os recursos hídricos da bacia, no entanto, estão ameaçados devido à intensa expansão demográfica e ao desenvolvimento diversificado que se deu na região. Este trabalho baseia-se no diagnóstico das potencialidades e fragilidades da bacia hidrográfica em questão e tem como proposta a elaboração de cenários que visem à gestão sustentável dos recursos hídricos e sua conservação ambiental. Foi utilizada a metodologia Pressão-Estado-Resposta, desenvolvida pela OECD, a qual seleciona indicadores, tomando como base sua confiabilidade, mensurabilidade, utilidade aos usuários e relevância política. Foram elaborados cenários a fim de possibilitar a compreensão da dinâmica vigente na bacia do rio Paraíba do Sul, bem como delinear ações necessárias para garantir sua sustentabilidade no futuro.

Palavras-chaves: gestão ambiental; sustentabilidade; recursos hídricos.

ABSTRACT: Located in southeastern Brazil, the basin of the Paraíba do Sul river has high importance to supply the states of São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais. Water resources of the basin, however, are threatened due to intense demographic expansion and diversified development that took place in the region. This work is based on the diagnosis of the strengths and weaknesses of the basin in question and proposes the elaboration of scenarios aimed at sustainable management of water resources and environmental conservation. Methodology Pressure-State-Response, developed by the OECD, which selects indicators, based on its reliability, measurability, utility users and policy relevance was used. Scenarios were developed to enable the understanding of the current dynamics in the Paraíba do Sul river basin, as well as outlining actions needed to ensure its sustainability in the future.

Keywords: environmental management; sustainability; water resources.

INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul modificaram, ao longo do tempo, o meio físico no qual está inserida, de forma a acarretar uma progressiva degradação ambiental que, por sua vez, tem-se refletido de forma negativa sobre a qualidade de vida dos habitantes da bacia (AGEVAP, 2006).

No início da era industrial, a bacia do rio Paraíba do Sul sofreu um processo de urbanização e industrialização, favorecido pela boa infraestrutura da rede ferroviária, oriunda do ciclo do café, que interligava importantes núcleos urbanos. Em menos de três décadas, a bacia abandonou seu caráter rural e passou a assumir uma condição majoritariamente urbana. Hoje, em muitos municípios, a taxa de urbanização é superior a 90% (COPPE/UFRJ, 1999; CEIVAP, 2013).

Com a implantação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em 1946, intensificou-se a industrialização de São Paulo e sua integração econômica com o Rio de Janeiro. Neste contexto, a bacia do rio Paraíba do Sul tornou-se um importante eixo de desenvolvimento do Brasil. Hoje, a região é uma das mais industrializadas do país e abriga um grande contingente populacional, além de contar com aproveitamentos hidrelétricos e hídricos. (CEIVAP, 2013).

A bacia encontra-se, atualmente, em um estado ambiental crítico, reflexo do processo histórico ocorrido. São diversos os fatores que contribuem para a degradação dos recursos hídricos disponíveis, dentre os quais se destaca a enorme carga de efluentes despejada diariamente, grande responsável pela poluição dos corpos d'água (CEIVAP, 2013).

Diante do atual cenário, a necessidade de gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul se torna indispensável. É fundamental a elaboração de um planejamento que leve em conta as características da dinâmica vigente na bacia, a fim de evidenciar possíveis ações para mitigação dos problemas existentes e melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

METODOLOGIA

Os indicadores ambientais têm como objetivo compor um método para a avaliação de desempenho de políticas públicas voltadas ao meio ambiente. Estes consistem em buscar um julgamento de valor para um determinado conjunto de ações governamentais, visando informar a sociedade e auxiliar os tomadores de decisão. Em termos de planejamento, os indicadores avaliados devem ser adequados às realidades ambientais e socioeconômicas da região a ser avaliada (RIBEIRO *et al*, 2011).

A obtenção dos indicadores ambientais deve basear-se na disponibilidade de dados confiáveis e na importância das informações para a temática escolhida. A compreensão dos eventos específicos da região abordada, bem como dos processos existentes, possibilita a produção de informações corretas e a elaboração de parâmetros específicos passíveis de interpretação. Assim, podem-se adotar estes parâmetros como indicadores ambientais, desde que possuam potencial para descrever o estado, comportamento, assim como a funcionalidade dos ecossistemas locais (LAURENTIS *et al*, 2008).

Segundo a OCDE (2003), os indicadores ambientais têm como função a redução do número de medições e parâmetros, que geralmente são necessários para a caracterização de determinadas situações. Outra função de grande importância dos indicadores é a simplificação do processo de comunicação dos resultados entre os envolvidos, facilitando também a atualização da situação envolvida através dos anos.

A complexidade na constituição dos indicadores ambientais deve-se aos fatores subjetivos que os mesmos apresentam uma vez que levam em conta a percepção que o indivíduo tem em relação ao seu ambiente e ao seu próprio modo de vida. Além disso, existem fatores objetivos: econômicos, sociais, culturais e políticos, que se manifestam de forma diversificada no espaço, o que possibilita várias formas de interpretação (WIENS & SILVA, 2006).

Os indicadores ambientais surgem como uma importante ferramenta para o desenvolvimento sustentável no século XXI. Sendo assim, estes devem

compatibilizar a preservação do meio ambiente, a justiça social, o crescimento econômico, e a participação e controle da sociedade como elementos para democratizar o direito à qualidade de vida. Neste contexto, os indicadores são úteis no processo de elaboração de cenários.

Contudo, é importante lembrar que os métodos de avaliação e de elaboração de cenários são apenas instrumentos que sinalizam caminhos, em direção a rumos que devem ser estabelecidos com o apoio e inclusão de mecanismos participativos e democráticos (WIENS & SILVA, 2006).

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA EM ESTUDO

Caracterização da Área de Estudo

Localizada no Sudeste brasileiro, a bacia do rio Paraíba do Sul é parte integrante da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste e estende-se ao longo de 184 municípios, dentre os quais 39 estão em São Paulo, 88 em Minas Gerais e 57 no Rio de Janeiro (AGEVAP, 2006; SOUZA, 2012).

Com área de drenagem estimada em 55563 Km², a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul é considerada uma das três maiores bacias secundárias do país, correspondendo a 0,7% do território nacional e 6% da região Sudeste. É responsável por aproximadamente 10% do PIB brasileiro, uma vez que está compreendida em uma região de forte industrialização (BRAGA *et al.*, 2008; CEIVAP; INEA, 2013).

O rio Paraíba do Sul, principal rio da bacia, nasce na Serra da Bocaina, perto do município paulista de Paraibuna, formado pela confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga, a 1.800 m de altitude (COPPE/UFRJ, 1999; CEIVAP, 2013). Após percorrer cerca de 900 quilômetros, o rio Paraíba do Sul deságua no Oceano Atlântico, com sua foz localizada na praia de Atafona, em São João da Barra, norte do estado do Rio de Janeiro (FCR, 2012; CEIVAP, 2013).

Os principais afluentes do Paraíba do Sul, pela margem esquerda, são os rios Jaguari, Paraibuna, Pirapetinga, Pomba e Muriaé. Já pela margem direita tributam os rios Una, Bananal, Piraí, Piabanha e Dois

Rios (CEIVAP, 2013). De acordo com as diferentes características físicas verificadas, o rio Paraíba do Sul tem seu curso dividido em quatro trechos:

Curso superior: abrange desde a nascente até o município de Guararema, região de terreno antigo, chuvas torrenciais e declividade elevada (média 4,9 m/Km), com área drenada próxima a 5.270 Km² (AGEVAP, 2011; FCR, 2012).

Curso médio-superior: estende-se de Guararema à Cachoeira Paulista, por uma área de drenagem de 6.670 Km², onde há terrenos sedimentares e menos acidentados (média 0,19 m/Km) os quais formam grandes várzeas (AGEVAP, 2011; FCR, 2012).

Curso médio-inferior: com área drenada de 33.663 Km², é o maior dos trechos do rio, vai de Cachoeira Paulista até São Fidélis (RJ). Passa por terrenos sedimentares arqueanos e a declividade média é de 1,3 m/Km. É neste trecho que se encontra o Pico das Agulhas Negras, ponto culminante da bacia, que atinge altitude de 2.787 m (AGEVAP, 2011; FCR, 2012).

Curso inferior: equivale ao trecho final, de São Fidélis até a foz do rio em São João da Barra, área de drenagem com cerca de 9.960 Km². Percorre terrenos sedimentares de origem fluvial, onde a declividade média é de 0,22 m/Km (AGEVAP, 2011; FCR, 2012).

Uso e Ocupação do Solo

Uso Urbano

A bacia do rio Paraíba do Sul apresenta um elevado grau de urbanização e industrialização, porém, suas cidades carecem de infraestrutura adequada para atender às necessidades do meio ambiente e da população que abriga (AGEVAP, 2006; 2013).

A ocupação do espaço pela população se dá de forma desigual, apresentando variações de adensamento populacional entre cada zona da bacia e, também, entre os três diferentes Estados que a compõe.

Em São Paulo, o eixo de adensamento populacional se dá ao longo da rodovia Presidente Dutra, no trecho central da calha do Paraíba do Sul.

Já os municípios do sudoeste, mais distantes dessa área e mais próximos da vertente da Serra do mar, não apresentam grande densidade de habitantes. Na Figura 4, a existência de um processo de conurbação na região é evidenciada tanto pela sua direção quanto por sua densidade. A mancha urbana abrange desde os municípios de Guarulhos, Itaquaquecetuba e Mogi das Cruzes, onde está o núcleo metropolitano, até outros municípios bastante populosos como São José dos Campos e Taubaté, avançando por Pindamonhangaba até Cachoeira Paulista (SMA, 2011; AGEVAP, 2013).

Paradoxalmente, no Vale do Paraíba as indústrias encontram-se descentralizadas, enquanto que o sistema rodoviário facilita a dispersão dos bairros residenciais. Verifica-se que as grandes áreas de dispersão podem ser ocupadas pela população de baixa ou alta renda, ou seja, possuem características distintas. Ocorre também a dispersão das atividades turísticas e de lazer, como parques e hotéis-fazenda, assim como atividades comerciais e prestação de serviços, que é o caso dos Shoppings e Universidades.

A configuração do sistema viário, os diferentes tipos de ocupação, o tamanho dos lotes e o momento no qual se instalam, são fatores que caracterizam o processo de urbanização dispersa. Tanto a dispersão dos diversos usos do solo quanto a expansão das manchas urbanas carecem de planejamento adequado, o que gera diversos problemas para a região (SMA, 2011).

A aglomeração populacional segue o eixo da Via Dutra até o estado do Rio de Janeiro, abrangendo o município de Itatiaia, na fronteira dos dois estados, passando pela região no entorno de Volta Redonda até chegar em Barra do Piraí.

Uma densidade média consideravelmente elevada de 115 hab./km² ocorre no centro regional de Campos dos Goytacazes, região extensa no norte do estado do Rio. Na região Serrana, outra mancha de aglomeração aparece, envolvendo, principalmente, Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo, cidades veranistas típicas da porção fluminense (AGEVAP, 2013).

Em Minas Gerais, a concentração populacional se dá ao longo do eixo das importantes rodovias do estado. Acompanhando a rodovia Rio – Belo Horizonte (BR-040). O adensamento populacional segue por Juiz

de Fora, Santos Dumont e Barbacena, direcionando-se para a capital. Outro trecho populoso acompanha a rodovia Rio – Bahia (BR-116), de Além Paraíba até o limite nordeste da bacia. Uma terceira região de adensamento parte das proximidades de Leopoldina, atravessando o município de Cataguases, que se estende ao longo da BR-120 e chega ao município de Ubá (AGEVAP, 2013).

Meio Rural

A pecuária ainda é, nos dias de hoje, a atividade econômica que ocupa a maior parte do território da bacia. Mais de 60% das terras são recobertas por campos e pastagens. No entanto, muitas dessas áreas não são efetivamente utilizadas, devido ao processo de degradação ambiental verificado ao longo dos anos. A atividade pecuária atual apresenta baixa produtividade devido ao manejo inadequado por parte dos pecuaristas. As terras encontram-se bastante degradadas, pois foram submetidas ao pisoteio do gado e às frequentes queimadas, desencadeadas com a finalidade de renovar pastagens (COPPE/UFRJ, 1999; AGEVAP, 2006; ALEXANDRINO, 2009).

A agricultura, por sua vez, ocupa uma área de apenas 10% do território da bacia. Embora seja pouco expressiva, esta atividade é uma das principais causas da degradação dos recursos naturais na região, devido ao uso indiscriminado de fertilizantes e agrotóxicos, além de seu histórico caracterizado por monoculturas extensivas. A cana-de-açúcar continua a ser a principal cultura praticada, embora tenda ao declínio (COPPE/UFRJ, 1999; AGEVAP, 2006; ALEXANDRINO, 2009).

No estado de São Paulo, a maior parte dos estabelecimentos agropecuários está nas Regiões de Guaratinguetá e São José dos Campos. São cultivados a cana-de-açúcar, café e a fruticultura, com destaque para a laranja (COPPETEC, 2002; SILVA *et al.*, 2012).

No Rio de Janeiro, o setor agropecuário é menos desenvolvido na região centro-oeste, concentrando-se, em sua maior parte, nas Regiões Administrativas Norte e Sul, as quais abrigam entre si mais de 60% dos estabelecimentos (COPPETEC, 2002). A cana-de-açúcar é o principal produto agrícola do estado, seguido pelas culturas de banana, laranja e

arroz (BRASIL CHANNEL, 2013).

Em Minas Gerais, as atividades agropecuárias encontram-se bastante concentradas, sendo mais expressivas nas regiões Sudoeste e Oeste. O cultivo nesse estado é bastante diversificado, onde os produtos de destaque são: o café, a batata inglesa, o feijão, laranja, mandioca, e o tomate. A região mineira lidera a produção nacional de café e leite (SILVA *et al.*, 2012).

Segundo os Censos Agropecuários do IBGE, as atividades agrícolas e pecuárias desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul sofreram uma redução significativa nos últimos 20 anos. Tal fato deve-se, em grande parte, ao cultivo inadequado promovido na região ao longo do tempo que, por não se preocupar com as limitações do meio ambiente, acabou por afetar a qualidade dos solos e sua capacidade de produção. Juntamente com a retração da atividade agropecuária, verifica-se que a população rural continua diminuindo e deslocando-se cada vez mais para a zona urbana (COPPETEC, 2002).

Vegetação

A bacia do rio Paraíba do Sul situa-se na região abrangida pelo bioma Mata Atlântica.

A Floresta Estacional é condicionada por um verão bastante chuvoso e um inverno frio e bastante seco. A Floresta Ombrófila, por sua vez, corresponde a aproximadamente 67% dos remanescentes, se desenvolvendo em regiões de clima mais quente e úmido ao longo do ano (ANA, 2006).

Hoje reduzidas a 11% do território, as florestas naturais que antes cobriam a maior parte da

bacia encontram-se fragmentadas em remanescentes isolados; sendo mais expressivas, somente, em regiões montanhosas, como o topo da Serra da Mantiqueira, Serra do Mar e a região do Itatiaia, locais onde o relevo muito íngreme dificultou sua exploração (AGEVAP; ANA, 2006).

O trecho mineiro da bacia é o que se encontra mais devastado, por estar quase inteiramente coberto por campos e pastagens. O trecho fluminense apresenta a maior área de remanescentes florestais da Mata Atlântica, enquanto que o trecho paulista apresenta o maior percentual de florestas (AGEVAP, 2006).

Unidades de Conservação (UC's)

Metade das florestas existentes na bacia do rio Paraíba do Sul encontram-se em unidades de conservação e há um número razoável de UC's na bacia. Entretanto, mesmo tendo sua proteção conferida por lei, os remanescentes florestais estão, na prática, vulneráveis à exploração. As unidades de conservação não estão livres das atividades ilegais de caça, pesca, exploração de madeira e outros produtos naturais, além de sofrerem com queimadas e ocupação irregular (AGEVAP, 2006).

As unidades de conservação existentes carecem de infraestrutura necessária para sua gestão eficiente. Os equipamentos e pessoal, empregados no monitoramento, não são suficientes para garantir a preservação dos remanescentes florestais (AGEVAP, 2006).

As áreas das Unidades de Conservação em cada Estado são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Áreas de UC's da bacia do rio Paraíba do Sul, por Estado.

Estado	Área (ha)
São Paulo	874157,82
Minas Gerais	40332,82
Rio de Janeiro	179940,00
Total	1094430,64

Fonte: AGEVAP, 2006.

As áreas das UC's da bacia correspondem a aproximadamente 18% da área total. Este valor está próximo do total necessário para reserva legal, de 20%.

Código Florestal

Segundo o Novo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, as áreas de preservação permanente (APP's) para topo de morros, montes, montanhas e serras, são exigidos para terrenos com declividade média superior a 25° e altura mínima de 100 metros. Essas áreas são delimitadas pela curva de nível que corresponde a dois terços da altura mínima de elevação, em relação ao ponto de sela mais próximo.

Em contrapartida, na antiga Lei 4.771/65, bastava que o morro apresentasse altura mínima de 50 metros e declividade superior a 17° na linha de maior declividade para que a existência de APP fosse obrigatória. Assim sendo, é evidente que, com a vigência do novo código, houve uma redução nas áreas de APP exigidas, fato esse que favorece a devastação dos remanescentes florestais, os quais já sofrem com os efeitos da pressão antrópica (OLIVEIRA & FERNANDES, 2013).

Demografia

O crescimento demográfico nos últimos anos foi maior do que o previsto no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, o qual estimava uma população total de 5.559.356 habitantes para o ano de 2010 e de 6.066.843 para 2020. Entretanto, segundo o Censo 2010 do IBGE, o número total de habitantes em 2010 foi superior a seis milhões, fato que evidencia a necessidade de revisar o Plano (AGEVAP, 2011).

Demandas de Água

Os recursos hídricos da bacia são utilizados para suprir diversas necessidades, dentre as quais destacam-se: o abastecimento público e industrial, geração de energia elétrica, diluição de esgotos e irrigação. São utilizados, em menor quantidade,

para atividades de pesca e aquicultura, assim como para fins recreativos e de navegação (ROSA, 2012; CEIVAP, 2013). Além disso, uma expressiva parte da água disponível na bacia é transportada por meio do sistema Guandu, com a finalidade de abastecer a região metropolitana do Rio de Janeiro e áreas adjacentes (CASTRO, 2008; AGEVAP, 2011).

Demanda para Abastecimento Público

A demanda por água para abastecimento público na bacia é bastante elevada e continua a aumentar de acordo com a expansão demográfica da região. Além de atender aos mais de seis milhões de habitantes residentes em seu território, a bacia também abastece cerca de 11 milhões de pessoas na região metropolitana do Rio de Janeiro, por meio da **transposição de águas pelo sistema Guandu** (ROSA, 2012; CBH-PS, 2013).

Com base no Censo 2010 do IBGE, comparou-se, na Tabela 2, a demanda estimada de água para abastecimento público no ano de 2010 com a demanda estimada para 2020 pelo Plano de Recursos Hídricos.

Pode-se notar que a demanda verificada em 2010 foi superior àquela estimada pelo PRH para 2020, tornando evidentes os erros cometidos nas projeções do PRH e a necessidade de que este seja revisado.

Utilizando-se os dados demográficos do Censo 2010 e os valores de demanda de água, elaborou-se uma nova projeção para o ano de 2025 resultando em 23,40 m³/s.

Tabela 2- Demanda 2010 x Demanda futura prevista no PRH, para abastecimento público

Estado	Demanda real e estimada da bacia (m ³ /s)	
	2010	2020 (PRH)
Rio de Janeiro	9,7	8,2
São Paulo	7,1	7,1
Minas Gerais	5,3	5,1
Total	22,1	20,4

Fonte: AGEVAP, 2011

No setor industrial, a água é utilizada como insumo nos processos produtivos e, por isso, é de fundamental importância para o desenvolvimento econômico da bacia. A bacia do rio Paraíba do Sul constitui um eixo de ligação entre os três principais estados do Sudeste - região onde se encontram as maiores taxas de industrialização - os quais concentram em torno de 56% do PIB brasileiro (AGEVAP, 2011).

Embora o processo de industrialização ainda seja crescente na bacia, a demanda de água nos últimos anos cresceu de forma menos acelerada no setor industrial, uma vez que houve racionalização, resultante da cobrança pelo uso dos recursos hídricos (AGEVAP, 2011).

A demanda por água do setor industrial para o ano 2005, segundo o Plano de Recursos Hídricos foi estimada em 13,66 m³/s e o consumo em 6,21 m³/s (AGEVAP, 2011).

Demanda do Setor Agropecuário

O consumo de água do setor agropecuário supera os 32 m³/s estimados para 2005, conforme previsto pelo PRH. A rizicultura desenvolvida no Vale do Paraíba faz uso da irrigação para garantir boas safras de arroz, sendo responsável por cerca de metade do consumo de água verificado na bacia (PAES & SIMÕES, 2006; AGEVAP, 2011; ROSA, 2012).

O volume de água destinado à irrigação é muito expressivo frente as demandas urbanas e industriais, chamando atenção diante da dificuldade que a bacia do rio Paraíba do Sul enfrenta para garantir água a todos os seus diversos usuários (PAES

& SIMÕES, 2006).

Transposição Para o Sistema Guandu

Implantado no ano de 1952, o sistema Guandu retira dois terços da vazão regularizada do rio Paraíba do Sul em seu trecho médio – que corresponde a cerca de 160 m³/s de água – além da vazão quase que total do seu afluente Piraí, transportando essa água para a bacia do rio Guandu. Tal transposição de água possui fundamental importância, pois é responsável por atender às múltiplas demandas da metrópole fluminense e faz da bacia do rio Guandu seu principal manancial de abastecimento (AGEVAP, 2011; CASTRO & FERREIRINHA; MALAFAIA *et al.*; ROSA, 2012).

Além de atender a quase totalidade da demanda de água da população da região metropolitana do Rio de Janeiro, as águas transpostas são utilizadas por mais de 700 indústrias, dentre elas petroquímicas, siderúrgicas e indústrias de alimentos, funcionando, também, para a diluição de efluentes domésticos e industriais. No Complexo Hidrelétrico de Lajes, a transposição das águas é essencial para a geração de energia no Sistema Light-Guandu, na vertente Atlântica da Serra do Mar (CASTRO, 2008; AGEVAP, 2011; CASTRO & FERREIRINHA; MALAFAIA *et al.*; ROSA, 2012).

As águas do Paraíba do Sul são transpostas em maior quantidade do que a necessária para atender a demanda fluminense, pois tal recurso também é utilizado na diluição do esgoto produzido na região, que não é tratado (MALAFAIA *et al.*, 2012).

Disponibilidade Hídrica

Tomando por base as séries históricas de vazões em 199 estações pluviométricas, dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA), a vazão firme (Q95) foi estimada em 353,77 m³/s e a vazão média em 1.118,40 m³/s, calculadas para o ano de 2007 a partir de equações de regionalização para as regiões de interesse (AGEVAP, 2011).

A demanda total de água por Estado é mostrada na Tabela 3. Observa-se que a demanda encontra-se muito próxima da disponibilidade Q95%. Ressalte-se que a disponibilidade no período crítico, Q7,10, deveria ser considerada e não a vazão firme, Q95%.

Qualidade da Água

Com o crescimento da demanda por água, ao longo dos anos, houve somente a preocupação em

aumentar o fornecimento para os usuários, sem que se atentasse, no entanto, em implantar o sistema de coleta e tratamento de efluentes. Como consequência, verifica-se um quadro crítico de degradação dos recursos hídricos da bacia e, também, a redução da sua disponibilidade hídrica (SOUZA, 2004; AGEVAP, 2006).

No Rio de Janeiro, 67,4% da população é atendida por rede coletora de esgotos, mas apenas 5,7% dos esgotos recebe tratamento. Em São Paulo, 81,1% da população têm rede coletora, com 54,3% de tratamento. Já em Minas Gerais, verifica-se 81,7% da população com rede coletora e somente 7,2% com tratamento (AGEVAP, 2011). A partir destes dados verifica-se o índice de tratamento efetivo por Estado, tendo São Paulo com 44% de índice efetivo, Rio de Janeiro com 3,8% e Minas Gerais com 5,9%.

Tabela 3 - Demanda de água na bacia do rio Paraíba do Sul, por Estado.

Estado	Demanda de Água (m ³ /s)
São Paulo	41,38
Minas Gerais	21,54
Rio de Janeiro	82,52
Sistema Guandu	119 a 160
Total	264,44 a 305,44

Fonte: CEIVAP, 2013.

O baixo índice de tratamento de esgotos expõe os habitantes aos agentes de doenças de veiculação hídrica, evidenciando a importância de se realizar investimentos quanto aos sistemas de coleta, transporte, tratamento e disposição adequada dos

efluentes domésticos gerados (AGEVAP, 2011).

A Tabela 4 apresenta a vazão captada e a carga orgânica remanescente na bacia. Note-se que não foi feita avaliação da carga orgânica remanescente para o setor Agropecuário.

Tabela 4 - Situação hídrica na bacia do rio Paraíba do Sul.

Industrial		Saneamento		Agropecuária	
Qcaptada (m ³ /s)	Creman. (t/dia)	Qcaptada (m ³ /s)	Creman. (t/dia)	Qcaptada (m ³ /s)	Creman. (t/dia)
13,66	39,84	17,99	246,35	53,16	n.d.

Fonte: COPPETEC, 2013.

O setor agropecuário é, segundo a Tabela 5, o que capta maior volume de água. O setor de saneamento fica em segundo lugar, enquanto o setor industrial apresenta a menor captação. Além dessas captações apresentadas, há também aquela requerida pela transposição de água para o sistema Guandu (AGEVAP, 2011).

A carga orgânica remanescente do setor Saneamento é 4,7 vezes superior a carga remanescente do setor industrial.

Controle de Perdas

Os Estados mais ricos do país, Rio de Janeiro e São Paulo, registraram, em 2011, mais de 30% de desperdício da água tratada. O Ministério das Cidades salientou, em nota, que “a perda com a água produzida e não faturada faz com que o setor do saneamento deixe de obter importantes recursos financeiros”. 4,5 milhões de pessoas a mais poderiam ser atendidas se apenas o Estado de São Paulo reduzisse suas perdas pela metade. Atualmente, existe uma cobrança para que os cidadãos reduzam seu consumo, mas as empresas de saneamento também precisam ser cobradas, de forma a reduzirem seus valores de perdas que são excessivos (O GLOBO, 2014).

INDICADORES SELECIONADOS

Com base no diagnóstico realizado e considerando a complexidade da bacia em questão, selecionaram-se três indicadores para a bacia, a saber:

- A) Demanda de água;
- B) Qualidade da água;
- C) Áreas florestadas.

As projeções para estes indicadores e para a previsão de aumento populacional foram feitas para o ano de 2025. Salienta-se que os três indicadores selecionados apresentam forte interdependência para a solução dos problemas ambientais da bacia.

CENÁRIOS ELABORADOS

São apresentados a seguir dois cenários para a Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Cenário Tendencial

Neste cenário são previstas as seguintes condições para os indicadores ambientais selecionados.

a) Demanda de água

Espera-se que a demanda total de água na bacia aumente devido ao crescimento populacional. Deste modo, considerando que a bacia deverá ter em torno de 7 milhões de habitantes em 2025 (conforme projeções realizadas com base em dados do IBGE), a demanda urbana de água deve se situar na faixa de 23,40 m³/s.

Considera-se ainda que a demanda industrial e agropecuária se mantenha constante em, 13,66 m³/s e 53,16 m³/s, respectivamente. Isto se justifica, uma vez que houve um esforço significativo por parte das indústrias para se adequar a situação hídrica da bacia, sendo que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos pode ter auxiliado neste sentido.

Já por parte do setor agropecuário, este cenário parte do pressuposto que os valores atualmente consumidos são extremamente elevados. Neste sentido, verifica-se uma forte pressão para que as atividades agropecuárias que são intensivas no consumo de água possam vir a ser substituídas por outras atividades que demandam menor quantidade de água, no futuro. O balanço hídrico para a bacia em 2025, mostrado na Tabela 5, a seguir, reforça esta consideração.

Tabela 5 - Estimativa da demanda de água para o ano de 2025

Setor	Demanda de Água (m ³ /s)
Industrial	13,66
Urbano	23,40 m ³ /s
Agropecuário	53,16 m ³ /s
Reversão Sistema Guandu	205 m ³ /s
Total	295,22 m ³ /s

Fonte: próprio autor

Verifica-se, deste modo, que a demanda total prevista para 2025 corresponde a aproximadamente 83% da vazão regularizada (Q95). Ressalte-se, ainda, que em situações hidrológicas críticas, a vazão de estiagem (Q7,10) e não a vazão regularizada deveria ser utilizada como critério de dimensionamento, uma vez que a Q7,10 é mais restritiva neste aspecto. Isto mostra a enorme pressão sobre os recursos hídricos da bacia, no futuro, uma vez que quase a totalidade da água disponível estará sendo utilizada.

b) Qualidade da água

Neste cenário é previsto que o tratamento de esgotos se mantenha em índices muito baixos. Deste modo, não são previstos investimentos significativos em coleta e tratamento de efluentes na bacia. Isto implica na expectativa de deterioração da qualidade da água, fato que já vem sendo constatado, uma vez que tem sido utilizado o expediente da diluição de esgotos para minimizar o impacto sobre a bacia (o que é proibido por Lei).

c) Áreas Florestadas

A Tabela 6 apresenta a área total da bacia, a área total florestada e o déficit para atender o requisito de 20% de reserva legal.

Pela tabela 6, observa-se que apenas 10,9% da área total da bacia encontra-se coberta por florestas. Deste modo, é necessário reconstituir pelo menos 9,1% da área total, apenas para atender ao requisito de reserva legal prevista em Lei.

Neste cenário, parte-se da constatação que houve um esforço da esfera pública em implantar Unidades de Conservação que, juntas, representam aproximadamente 18% da área da bacia. Entretanto, estas áreas ainda não contam com equipamentos e recursos para serem preservadas. Deste modo, este cenário pressupõe que a situação atual das UC's tende a se degradar, uma vez que já estão ocorrendo atividades irregulares, que vem causando a supressão dos remanescentes florestais, tais como incêndios, exploração ilegal da caça, dentre outros.

Tabela 6 - Déficit de áreas florestadas para atender a RL mínima

Trecho	Área total (ha)	Florestas (ha)	Déficit para 20%
1. Paulista até Funil	1282868	190624	65950
2. Funil até Foz Paraibuna	663928	108296	23860
3. Bacias Preto/Paraibuna MG	855296	65920	105139
4. Bacia do Rio Piabanha	204468	59388	-
5. Bacia do Rio Pomba	861360	27600	144672
6. Bacia do Rio Muriaé	815872	35004	128170
7. Bacia do Rio Dois Rios e outros	465844	88124	5045
8. Foz Paraibuna à Foz Pomba	281780	20720	35636
9. Foz Pomba à Foz Paraíba do Sul	116032	7860	15346
TOTAL	5547448	603536	523818

Fonte: AGEVAP, 2006; com adaptações.

Cenário Conservação

Neste cenário são previstas as seguintes condições para os indicadores ambientais selecionados.

Demanda de água

Espera-se que a demanda de água seja substancialmente diminuída, conforme mostrado no balanço hídrico na Tabela 7, a seguir.

Isto se justifica, uma vez que se espera que o setor Urbano reduza seu índice de perdas em 10%, sendo que a demanda total diminuiria de 23,40 para 21,06 m³/s.

Para o setor industrial, que já vem fazendo um esforço para se adequar a um consumo menor, espera-se que a demanda total seja mantida.

Além disso, espera-se uma redução significativa de demanda do setor agropecuário, de 53,16 para 32 m³/s. Esta redução prevista se justifica em virtude de uma evolução tecnológica nos sistemas de irrigação atualmente utilizados, e no tipo de cultura desenvolvida.

Tabela 7. Balanço hídrico esperado para a bacia do rio Paraíba do Sul em 2025

Setor	Demanda de Água (m ³ /s)
Industrial	13,66
Urbano	21,06
Agropecuário	32
Reversão Sistema Guandu	160
Total	226,72

Fonte: próprio autor.

É imperativo que se faça o cadastro atualizado das retiradas de água pelo setor agrícola e que sejam fortemente implementadas medidas de incentivo por parte do Governo, para que ocorra a redução do consumo de água por este setor.

Com relação à reversão no Sistema Guandu, espera-se uma redução significativa de 205 para 160 m³/s, ocasionada principalmente por não mais se utilizar água para diluição do esgoto na bacia. Esta redução está atrelada à meta de melhoria da qualidade da água, descrita a seguir.

a) *Qualidade da água*

Espera-se um investimento significativo no setor de saneamento, o que promoverá uma grande melhoria na qualidade da água da bacia. A coleta e o tratamento de esgotos vão implicar em investimentos elevados, mas que são imprescindíveis para equacionar a demanda de recursos hídricos na bacia.

Nota-se uma falta significativa de avaliação por parte da agência de bacias do Paraíba do Sul, do montante de recursos necessários para coleta e tratamento de esgoto.

Uma estimativa do investimento total para atender toda a população da bacia com rede coletora e sistema de tratamento de esgotos até 2025, feita com base na recomendação da ONU em se investir 251 dólares por habitante (Ferrari, 2009), seja da ordem de

4 bilhões de reais, tomando como referência o dólar a R\$ 2,30 (agosto/2014). Isto significa uma necessidade de investimento, pelas empresas de Saneamento, de 400 milhões de reais por ano, nos próximos 10 anos para que se atinja a universalização do serviço de esgotamento sanitário nos municípios que integram a bacia.

Cabe às empresas de Saneamento cumprir seu papel e investir em saneamento básico.

b) *Áreas Florestadas*

Espera-se que a cobertura vegetal na Bacia atinja ao menos os 20% necessários para atender os requisitos da Reserva Legal.

Espera-se também que ocorra um monitoramento mais rigoroso das UC's e sua manutenção.

Todavia, esta tendência pode ser encoberta pela reformulação do Código Florestal, que passou a prever proteção apenas em áreas com declividade superior a 25° e 100 metros de altura. Anteriormente o Código previa proteção para áreas de 17° e 50 metros de altura. Neste contexto, espera-se que as UC's venham a desempenhar um papel cada vez mais relevante na proteção dos remanescentes florestais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que a bacia do rio Paraíba do Sul enfrenta problemas ambientais que afetam diretamente sua disponibilidade de recursos hídricos, agravando ainda mais os conflitos existentes entre setores demandantes de água e os Estados que a compõem.

O monitoramento rigoroso das UC's precisa ocorrer, para que devastação irregular cesse e estas sejam verdadeiramente conservadas, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos.

Investimentos no setor de saneamento são fundamentais para essa bacia, uma vez que a poluição por esgoto é o problema mais crítico identificado.

Ações que visem reduzir o desperdício de água por perdas no sistema são importantes para a economia de água, possibilitando atender uma maior demanda.

Julga-se premente a necessidade de que a ANA – Agência Nacional de Águas exerça um papel mais ativo, visando um planejamento integrado entre os três Estados que compõem a bacia, a fim de promover uma gestão eficiente dos recursos naturais e econômicos disponíveis.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, A. *Importância dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul e sua gestão*. 2009. 49 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) – Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/c204095.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2014.

ANA – Agência Nacional de Águas. *Relatório 2009: cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul*. Brasília: 2010. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaearrecadacao/Cobranca_TextoseEstudos.aspx>. Acesso em: 18 jan. 2014.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Plano de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul: Diagnóstico dos recursos hídricos - relatório final*. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, 2006. (Relatório Contratual R-7). Disponível em: <www.ceivap.org.br/downloads/PSR-010-R0.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2014.

AGEVAP. *Relatório técnico da bacia do rio Paraíba do Sul: subsídios às ações de melhoria da gestão*. Resende, RJ: 2011. Disponível em: <www.agevap.org.br/downloads/relatorio_Geral_Versao_Para_Site.29dez11.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2014.

AGEVAP. *Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e planos de recursos hídricos das bacias afluentes: caracterização sócio-econômica (atividade 404)*, 2013. (CONTRATO nº 21/2012). Disponível em: <www.ceivap.org.br/conteudo/relatorio-diagnostico-rp6-tomo3.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2013.

BRAGA, P.F.; FLECHA, R; PENA, D.S.; KELMAN, J. Pacto federativo e gestão de águas. *Estudos Avançados*, 2008, São Paulo, v.22, n.63, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200003>>. Acesso em: 11 dez. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200003>

BRASIL CHANNEL – Uma viagem pelo Brasil na Web. Disponível em: <<http://www.brasilchannel.com.br/estados/index.asp?nome=Rio+de+Janeiro&area=economia>>. Acesso em: 19 jan. 2014.

CASTRO, C. M. & FERREIRINHA, M. M. A Problemática Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu: desafios para a gestão dos recursos hídricos. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://pgeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S010197592012000200007&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em 10 jul. 2014.

CEIVAP: um campo sócio político ambiental em disputa. 2008. 153f. Dissertação (Mestrado em

- Ciências) – Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://r1.ufrj.br/cpda/wp-content/uploads/2011/09/dissertacao_krishna_castro.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2014.
- CBH-PS - Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/CBH-PS-completo.pdf. Acesso em: 29 out. 2013.
- CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- COPPE/UFRJ – Laboratório de Hidrologia. *Projeto preparatório para o gerenciamento dos recursos hídricos do Paraíba do Sul* – plano de trabalho. 1999. (PPG-RE-01-R1). Disponível em: <www.hidro.ufrj.br/ppg/relatorios/ppg-re-04.pdf>. Acesso em 18 out. 2013.
- COPPETEC - *Plano de Recursos Hídricos para a fase inicial da cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul*. (PEC-2939). Disponível em: <<http://www.hidro.ufrj.br/pgrh/pgrh-re-010-r0/volume3/pgrh-re-010-r0-vol3-cap2-p1.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2013.
- FCR - *Fundação Christiano Rosa*. Plano da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul - UGRHI 02. Piquete, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S0101-90822011000300002&script=sci_arttext>. Acesso em: 30 nov 2013.
- GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://www.google.pt/earth/>>. Acesso em: 23 fev. 2014.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 18 jan. 2014.
- LAURENTIS, G. L. *Elaboração de Cenários Como Suporte ao Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Atibaia*. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia Ambiental – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, São Paulo, dezembro de 2008.
- MALAFIA et al. A bacia do rio Paraíba do Sul: cenário de uma atividade de EAA a partir de problemas ambientais. *ANAP Brasil*, Três Rios, v. 5, n. 5, p. 01-12, 2012. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/download/394/419. Acesso em: 20 fev 2014.
- OCDE. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. *Environmental indicators – Development, measurement and use*. Paris, 2003.
- O GLOBO. Rio e São Paulo desperdiçam mais de 30% da água. 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/brasil/rio-sao-paulo-desperdicam-mais-de-30-da-agua-12111384>>. Acesso em: 7 ago. 2014.
- OLIVEIRA, G. C.; FERNANDES, E. I. Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013, Viçosa. *Anais...* Viçosa: INPE, 2013. p. 4443-4450. Disponível em: <www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0178.pdf>. Acesso em 18 out. 2013.
- PAES, N. S.; SIMÕES, S. J. C. Evolução espacial de áreas irrigadas com base em sensoriamento remoto o médio Vale do Paraíba do Sul, Sudeste do Brasil. *Ambi-Agua, Taubaté*, v. 1, n. 1, p. 72-83, 2006. Disponível em: <<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/download/15/455>>. Acesso em 10 jan. 2014. DOI: 10.4136/ambi-agua.7
- RIBEIRO, J.C.J.; GOMES, F.C.S.P.; BIZZOTO, F.G.; BRANDÃO, C.L.M.; MACEDO, A.T. *Indicadores ambientais 2009: Índice de desempenho da política ambiental para o estado de Minas Gerais*, 2011.
- ROSA, D. M. *A evolução da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul*. 2012. 266f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo,

2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-01112012.../6758135.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2014.

SMA - Secretaria do Meio Ambiente – Governo do Estado de São Paulo. *Subsídios ao Planejamento Ambiental*: Unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos – Paraíba do Sul. **São Paulo, 2011**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/cpla/Subsidios_ao_Planejamento_Ambiental_UGRHI-021.pdf> Acesso em: 15 abr. 2014.

SILVA, G.J.C.; Souza, E. C.; Martins, H. E. P. Produção agropecuária em municípios de Minas Gerais (1996-2006): padrões de distribuição, especialização e associação especial. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 50 n. 2, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032012000200008>>. Acesso em: 19 fev. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032012000200008>

SOUZA, T. *Gestão de recursos hídricos: bacia do rio Paraíba do Sul*. 2012. 134f. Monografia (Especialização) – Universidade Cândido Mendes, Faculdade Integrada AVM, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K218610.pdf>. Acesso em: 15 out. 2013.

WIENS, S.; SILVA, C. L. *Indicadores de Qualidade Ambiental: uma análise comparativa*. In: I SEMINÁRIO SOBRE SUSTENTABILIDADE. v. 1, 2006, Curitiba. *Anais*. Curitiba: UNIFAE, 2006.