



Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

RECURSOS HÍDRICOS: BALANÇO QUANTITATIVO E QUALITATIVO

Para uma eficaz gestão dos recursos hídricos, é fundamental conhecer a disponibilidade dos mananciais utilizados para os diversos usos da água e estimar o balanço hídrico, ou seja, confrontar a demanda com a disponibilidade. O balanço hídrico pode ser definido como a relação entre a disponibilidade hídrica e as demandas, ou seja, a vazão que resta no corpo hídrico após as retiradas de água para consumo dos diversos setores (industrial, abastecimento humano, mineral e agropecuário), e será considerado para fins de planejamento regional e/ou implantação de uma Política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

No Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a disponibilidade hídrica é estimada com base no banco de dados de usuários outorgados na bacia (Serviço de Hidrologia e Hidráulica - SEHID), sendo a vazão de referência calculada com base nos estudos de regionalização de vazões mínimas ou então com a série histórica da estação, se esta estiver próxima ao local solicitado. O cálculo da disponibilidade hídrica é feito, para um ponto no curso d'água, informado através do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH. Para este local, é delimitada a bacia de contribuição para determinação da vazão. A partir dessa vazão, verifica-se os usuários na bacia a montante e no curso d'água a jusante, para incluir no balanço hídrico e determinar a disponibilidade hídrica. Se a vazão solicitada for inferior à vazão disponível, esta poderá ser outorgada.

A vazão de referência, segundo a Resolução CONAMA Nº 357/2005, é definida como a vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, sendo obtida através de estudos hidrológicos, com base na análise de séries históricas de vazões, complementadas por estudos estatísticos, análise de frequência e, quando necessário, por regionalização de dados. Os órgãos gestores de recursos hídricos utilizam para restringir os processos de outorga pelo uso da água dois valores de referência, a vazão $Q_{95\%}$, obtida da curva de permanência, ou a vazão $Q_{7,10}$, que é a menor vazão média em 7 dias consecutivos com 10 anos de permanência (período de estiagem). A vazão de referência utilizada no Estado do Rio de Janeiro é a $Q_{7,10}$. A



Consórcio Intermunicipal Ambiental Lagos São João – CILSJ
Entidade Delegatária do Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João
Tel.: +55 (22) 2627-8539 :: (22) 98841-2358
secretariaexecutiva.cilsj@gmail.com - www.lagossaojoao.org.br

Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

vazão máxima outorgável corresponde a 50% da $Q_{7,10}$, e a disponibilidade hídrica é a vazão máxima outorgável menos a vazão outorgada.

O Plano de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI-RJ, 2014), em seu relatório sobre Estudos Hidrológicos e Vazões Extremas, caracterizou a disponibilidade hídrica do Estado, incluindo a RH-VI. O principal objetivo do estudo foi a determinação de vazões mínimas $Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$, vazões médias de longo termo - Q_{MLT} e vazões de cheia associadas a tempos de retorno de 20 e 50 anos - Q_{20} e Q_{50} . O trabalho avaliou a base de dados existente, com a elaboração de estudos específicos para as séries de postos fluviométricos. O estudo atenta para o fato de que a disponibilidade hídrica calculada reflete a base de dados disponível quando da realização do estudo, com escassez de informações, em especial na região litorânea do Estado. A tabela I apresenta a disponibilidade hídrica nos principais mananciais da RH-VI para o período avaliado com os respectivos cálculos de vazões $Q_{7,10}$; $Q_{95\%}$ e Q_{MLT} . Os cálculos foram realizados para a menor unidade territorial analisada, a Unidade Hidrológica de Planejamento - UHP. A RH-VI é dividida em 4 UHPs, conforme Tabela I. As vazões foram calculadas por relação de área de drenagem com o posto de correntezas no rio São João (área de 404 km²).

Tabela I - Disponibilidade Hídrica na Região Hidrográfica Lagos de São João - RH-VI (PERHI-RJ, 2014).

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
				$Q_{7,10}$	$Q_{95\%}$	Q_{MLT}	
RH-VI	VI-a1	Rio São João (montante Juturnaíba)	1.341,0	9,1	16,0	64,4	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Correntezas no rio São João (A = 404 km ²).
	VI-a2	Rio São João (jusante Juturnaíba)	817,5	5,5	9,8	39,3	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Correntezas no rio São João (A = 404 km ²).
	VI-b	Rio Una	451,0	3,1	5,4	21,7	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Correntezas no rio São João (A = 404 km ²).
	VI-c	Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama	1.030,3	7,0	12,3	49,5	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Correntezas no rio São João (A = 404 km ²).

Conforme a Tabela I, nota-se que as maiores vazões se encontram a montante do reservatório de Juturnaíba, dada sua característica de reservatório de montante. A disponibilidade hídrica para cada UHP foi então utilizada para o cálculo do balanço hídrico, a fim de estimar os percentuais das vazões disponíveis utilizados pelos setores de consumo, atualmente e em cenários futuros. Esta análise se encontra no relatório

Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

"Cenários de Demandas e Balanço Hídrico", do PERHI-RJ, que considerou a situação da época (2013) e as estimativas de demandas futuras para o horizonte máximo (2030) de planejamento do PERHI-RJ para as regiões hidrográficas do Estado, incluindo a RH-VI.

Balanço hídrico quantitativo

As demandas e o balanço hídrico atuais, de cada setor, para a RH-VI, estão apresentados na Tabela II, pela qual se verifica que o abastecimento humano demanda 92% dos recursos hídricos.

Tabela II - Demandas atuais de recursos hídricos por setor, na RH-VI, em litros por segundo (l/s) (Fonte: PERHI, 2014).

RH	Abastecimento Humano (l/s)	Indústria (l/s)	Mineração (l/s)	Agricultura (l/s)	Criação Animal (l/s)	Total por RH (l/s)
VI	2.162,57	6,73	1,13	71,01	110,31	2351,75

Para a estimativa do balanço quantitativo para a RH-VI, conforme apresentado no Plano de Recursos Hídricos, considerou-se a vazão diária com permanência de 95% no tempo (vazão $Q_{95\%}$). Foram calculados dois indicadores, que permitem avaliar o comprometimento da disponibilidade hídrica nas UHPs. O primeiro indicador relaciona as vazões efetivamente consumidas (captação menos retorno) com a disponibilidade, ou seja, o balanço hídrico quantitativo.

Para as demandas atuais, nota-se que todo o território da RH-VI apresenta valores de comprometimento da vazão disponível na faixa de 0 a 5%, ou seja, uma situação pouco crítica, quanto comparada com as demais regiões do Estado.

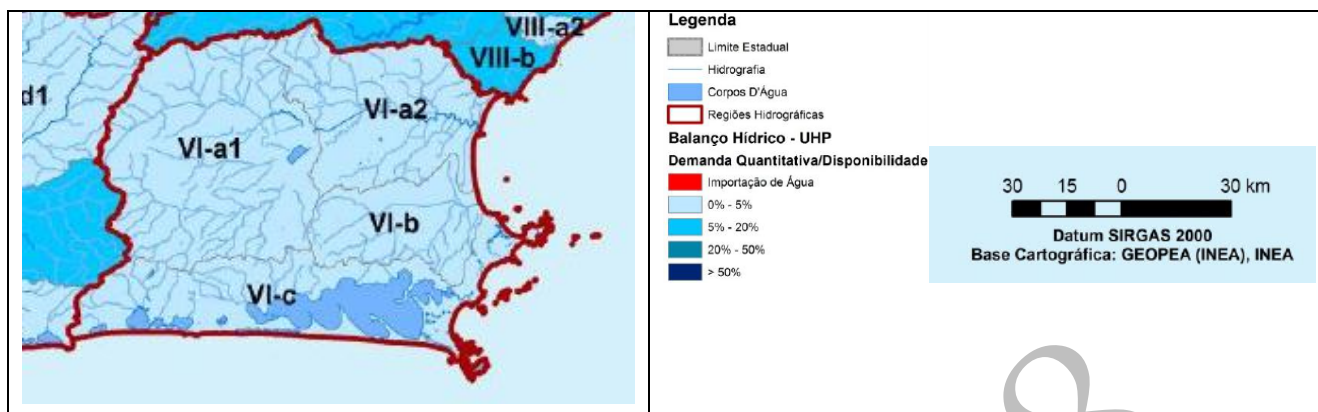


Figura 3 - Balanço Hídrico quantitativo (relação entre vazões efetivamente consumidas - captação menos retorno - com a disponibilidade) para a RH-VI (Fonte: PERHI, 2014).

É importante destacar que a disponibilidade hídrica calculada reflete a base de dados recente, caracterizada por uma grande escassez de informações, principalmente na região litorânea do Estado. À medida que novos dados estejam disponíveis, os estudos de regionalização de vazões e de disponibilidade hídrica devem ser reavaliados para melhorar as estimativas de vazões nas sub-bacias estaduais.

A RH-VI, e principalmente a bacia do rio do São João, passou por profundas modificações em seus processos hidrológicos, visando a disponibilidade hídrica para diversos usos, como abastecimento público, irrigação, suprimento de pequenas indústrias, mineração, produção de sal, recreação, navegação de pequenas embarcações sendo, por fim, habitat de milhares de animais, plantas e microrganismos nativos (Bidegain e Pereira, 2005).

Balanço hídrico qualitativo

O segundo indicador considerado nas análises do PERHI (2014) relaciona, além das vazões suprimidas, a vazão necessária para diluição da carga remanescente de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)¹, com a disponibilidade, ou seja, o balanço hídrico qualitativo. A Figura 4 indica o balanço hídrico em faixas de percentuais da demanda em relação à disponibilidade para o consumo, somado à diluição. Quando se soma, à demanda dos usos consuntivos, a vazão para diluição dos esgotos, o balanço

¹ Demanda bioquímica de oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica no meio aquático por processos biológicos, sendo expressa em miligramas por litro.

Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

hídrico piora na UHP da VI-c, devido a elevada taxa de lançamento de esgotos. Os valores percentuais da demanda em relação à disponibilidade para as outras 3 UHPs, entre 0 a 50%, indicam que as vazões atuais dos corpos hídricos são suficientes para diluir as cargas orgânicas lançadas. Os valores de 100 a 500% verificados na UHP VI-c indicam que, para atender às demandas e diluir a carga orgânica lançada nesta, seria necessário que seus corpos hídricos, no caso a Lagoa de Araruama, tivessem uma vazão até 5 vezes superior à atual.

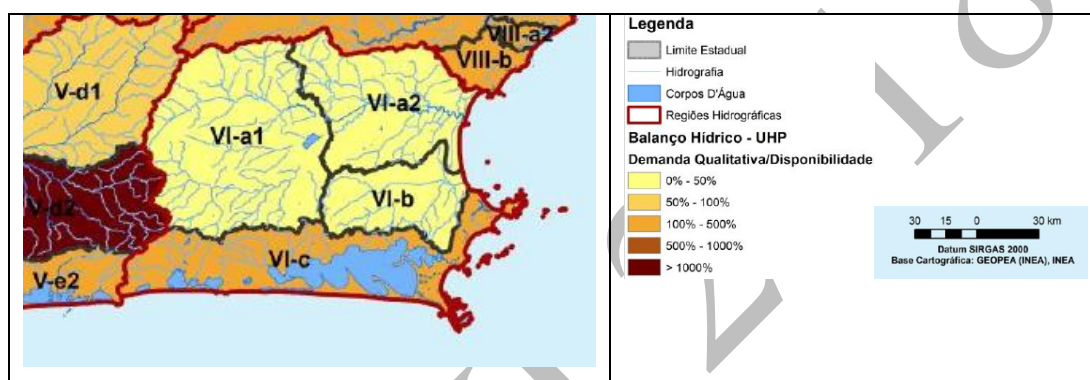


Figura 4 - Demanda atual de consumo mais a diluição de esgotos, versus disponibilidade hídrica, em intervalos percentuais, por UHP. Fonte: PERHI (2014).

O reservatório de Juturnaíba

A partir da década de 1970, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) comandou uma série de intervenções na bacia do rio São João, entre elas a retificação nos cursos naturais dos rios São João, Bacaxá, Aldeia Velha e Capivari e a construção da barragem de Juturnaíba, expandindo a lagoa de Juturnaíba de 8 para 30,6 km, configurando-se no atual reservatório de Juturnaíba.

A motivação para a construção da barragem foi o aumento da oferta de Água para abastecimento público regional e a irrigação das áreas planas, que emergiram devido à retificação dos rios; entretanto, a gestão inadequada do reservatório impossibilitou o seu uso para a irrigação em larga escala. Atualmente, duas concessionárias Águas de Juturnaíba e Prolagos, são responsáveis pela captação e tratamento da Água no reservatório de Juturnaíba para abastecimento público nos municípios da região dos Lagos, Cabo Frio, Arraial do Cabo, São Pedro da Aldeia, Iguaba Grande, Araruama, Saquarema, Silva Jardim e Armação dos Búzios, cuja



Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

população residente de 700 mil pessoas atinge a marca de 1,5 milhão de pessoas durante a alta temporada, sendo um dos mais procurados destinos turísticos do estado.

Em estudo desenvolvido por Hora *et al.* (2008) e Noronha (2009), foi avaliada, especificamente, a disponibilidade hídrica do Reservatório de Juturnaíba, baseada nas duas principais demandas de uso dos recursos hídricos, o abastecimento humano e uso agrícola (pecuária e irrigação).

Para o cálculo da demanda hídrica para abastecimento humano, foi considerado o levantamento das captações a montante e no próprio Reservatório de Juturnaíba, ou seja, as captações pelas concessionárias Prolagos (1.200 L/s), Águas de Juturnaíba (1.100 L/s) e pela CEDAE (150 L/s). Para o cálculo da demanda do setor agrícola foram utilizados dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2006), para os municípios de Cachoeira de Macacu (1,1 L/s), Silva Jardim (12,9 L/s), Rio Bonito (18,5 L/s) e Araruama (30,3 L/s).

O consumo de água pela atividade pecuária é decorrente da dessedentação animal, que por sua vez está diretamente relacionada com o tamanho do rebanho, tipo de manejo (criação intensiva ou extensiva), além da água necessária para a o processo de criação animal. Além disso, segundo a EMBRAPA (2008), o consumo de água vai variar com o tipo de rebanho. Desta forma, foi feito o cruzamento dos dados de consumo de água por tipo de rebanho (L/cabeça.dia), com os dados de rebanho por município em cabeças, apresentados de forma resumida na Tabela 2, onde é possível visualizar a demanda hídrica estimada atual deste setor.

A partir do cálculo do consumo total por município, foi utilizado como fator de correção o percentual da área do município inserido na bacia de contribuição do Reservatório de Juturnaíba (dados não mostrados). A atividade agrícola a montante do Reservatório de Juturnaíba é caracterizada pela principalmente pela fruticultura e olericultura, porém não há registros de captação de água para fins de irrigação no CNARH. Desta forma, para o cálculo da demanda hídrica foram utilizados dados das áreas cultivadas por município, tipo de cultura e a taxa de consumo por hectare (dados não mostrados).

Para avaliar a atual demanda de uso dos recursos hídricos da bacia contribuinte do Reservatório de Juturnaíba, foram somadas as vazões de retirada



Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

estimadas, gerando um valor total de 4575,8 L/s. A partir deste cálculo, é possível estimar a disponibilidade hídrica do reservatório. Hora *et al.* (2008) em seu estudo, gerou dados referentes às características hidrológicas do Reservatório de Juturnaíba, sendo estas a vazão regularizada (Q_{reg}), a vazão de referência ($Q_{95\%}$), a vazão máxima outorgável (50% de $Q_{95\%}$) e a vazão ecológica (Tabela 4). Esses dados foram obtidos a partir de séries históricas de vazão de postos fluviométricos instalados nos rios Bacaxá, Capivari e São João.

Segundo este estudo preliminar, a quantidade de água disponível no reservatório é de 2,0 m³/s, e que qualquer uso adicional desse recurso pode afetar a disponibilidade de água e por sua vez gerar conflitos. Cabe ressaltar que este estudo não contemplou no cálculo os usos a jusante do reservatório, e conseqüentemente a vazão necessária para a manutenção dos ecossistemas que dele dependem. Para que o cálculo do balanço hídrico possa refletir de fato a real situação da bacia, é preciso quantificar os volumes destinados aos usos múltiplos (abastecimento humano, uso agropecuário, uso industrial, etc.), sendo as informações sobre os volumes outorgados fundamental. Além disso, é necessário levantar e obter dados de precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial, reservas subterrâneas, entre outros dados auxiliares.

Segundo Resolução CBHLSJ N°14/2007, que aprova a forma de operação das comportas da Barragem de Juturnaíba, nos termos do “Manual de Operação e Manutenção” aprovado pela AGENERSA, fica estabelecido que a situação ideal de operação do reservatório é aquela que mantenha a cota a 8,5 metros, ou seja, vertendo 10 cm acima dos vertedouros. Para manter esta cota, as comportas devem ser abertas o necessário, sempre que esta cota começar a ser ultrapassada, e fechada tão logo a mesma seja recomposta, garantindo assim descargas mínimas a serem liberadas para jusante. Nos casos de diminuição dessa cota, a cota de restituição deve ser feita com mínimo de 8 m³, ou de acordo com as necessidades registradas junto a foz do rio São João.

A Concessionária Prolagos monitora, diariamente, a cota do nível da água na Barragem de Juturnaíba, às 8:00 e 17:00 horas. A Tabela III apresenta os valores médios das leituras diárias do nível de água de 2008 a 2018, por mês, indicando que, no último ano, a cota se manteve conforme as diretrizes para operação.



Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

Tabela III – Médias mensais do nível do reservatório de Juturnaíba, conforme monitorado diariamente pela concessionária Prolagos, entre 2008 e 2018 Fonte: Prolagos (2018).

Mês	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Janeiro	8,48	8,66	8,48	8,50	8,52	8,49	8,42	8,30	8,55	8,48	8,50
Fevereiro	8,55	8,62	8,39	8,39	8,47	8,48	8,34	8,37	8,55	8,42	8,55
Março	8,52	8,52	8,53	8,53	8,42	8,54	8,38	8,41	8,60	8,49	8,55
Abril	8,56	8,56	8,54	8,51	8,44	8,51	8,47	8,43	8,47	8,48	8,51
Mai	8,50	8,43	8,46	8,47	8,44	8,46	8,43	8,40	8,44	8,48	8,49
Junho	8,45	8,44	8,43	8,41	8,46	8,45	8,42	8,41	8,42	8,45	8,44
Julho	8,41	8,41	8,43	8,40	8,42	8,44	8,44	8,41	8,37	8,41	8,39
Agosto	8,41	8,40	8,39	8,39	8,38	8,40	8,40	8,25	8,25	8,34	8,38
Setembro	8,40	8,39	8,30	8,35	8,33	8,40	8,33	8,20	8,01	8,18	8,36
Outubro	8,44	8,45	8,27	8,35	8,37	8,39	8,10	8,11	8,06	7,85	8,46
Novembro	8,51	8,49	8,46	8,40	8,40	8,44	7,99	8,28	8,42	7,73	8,54
Dezembro	8,63	8,46	8,52	8,48	8,45	8,50	8,29	8,50	8,50	8,40	8,51

O manual de operações da barragem de Juturnaíba que atualmente é seguido foi elaborado no ano de 1997. Desde então, houve profundas alterações no clima regional e no índice pluviométrico, o que torna emergencial a revisão deste manual para a boa operação da barragem. Por exemplo, a cota do nível do reservatório deve ser reavaliada, de forma a evitar alagamento à montante e jusante. Diante desta necessidade, o CBHLSJ ativou o Grupo de trabalho “Alerta”, que propôs estudos nova redação ao Manual de Operação e Manutenção da Barragem de Juturnaíba, sendo aprovado pela plenária a aplicação de R\$ 40.000,00 (quarenta mil reais) para esta ação (Resolução CBHLSJ 79/2018).





Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

Atualmente, apesar das ações constantes de manutenção e operação, o reservatório de Juturnaíba é ameaçado pelo impacto do uso e ocupação do seu entorno, ocasionado principalmente pela atividade agropecuária e ocupação peri-urbana. Ainda é possível observar o acúmulo de lixo em alguns pontos da lagoa, além do descarte de efluentes domésticos diretamente no reservatório. O manejo inadequado dos solos do entorno, somado ao uso de insumos agrícolas, vem gerando um aporte excessivo de nutrientes e sedimentos. Mais recentemente (2018), a empresa Agrisa vem realizando plantios de cana-de-açúcar muito próximo a beira da represa

Nos últimos anos, em especial nos períodos entre julho e agosto, e novembro e fevereiro, é possível observar o aumento da concentração de algas no reservatório de Juturnaíba, que ocasiona perda da qualidade da água e consequentemente dificulta e reduz a capacidade de tratamento desta. Segundo as Concessionárias Prolagos e Água de Juturnaíba, a frequência e concentrações estão em aumento contínuo nos últimos anos, evidenciando o inadequado uso e ocupação do solo da bacia contribuinte do reservatório, com possíveis consequências para o abastecimento de água no futuro.

Segundo a empresa Weulf, responsável pela manutenção do reservatório, sob contratação das concessionárias, Prolagos e Águas de Juturnaíba, a chegada da vegetação aos vertedouros é mais acentuada em situações de forte vento. Por sua vez, a vegetação que chega até o barramento prejudica a operacionalidade das comportas, chegando a colocar em risco a integridade das mesmas. Desta forma, ações de recuperação estrutural já saíram do patamar de urgência para o de emergência e devem ser tomadas com o intuito de evitar o colapso da estrutura. Segundo a empresa alguns fatores devem ser considerados como de risco potenciais a operação da barragem para os quais se torna necessária atenção especial:

- ❖ Verifica-se ao longo do reservatório, principalmente junto às margens do mesmo, a existência de ilhas flutuantes que, mais cedo ou mais tarde, se deslocarão em direção ao barramento, provocando riscos de danos e de entupimentos das comportas e dificultando, significativamente, as ações de operação e manutenção das mesmas;





Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema
e dos Rios São João e Una

- ❖ Existem informações de assoreamento a montante da barragem, os quais afetam diretamente o nível operacional do reservatório nas áreas situadas, igualmente, a montante;
- ❖ Temos informações, por parte dos profissionais do IBAMA, de que o rio São João apresenta grandes troncos de árvores retidos em suas margens, os quais ao se soltarem representarão sérios riscos à integridade das comportas, no tocante a sua parte mecânica, e acarretando riscos de entupimentos das mesmas por ocasião da época de chuvas.

Neste contexto, é fundamental que seja feito um estudo detalhado sobre a real situação do reservatório de Juturnaíba, com o levantamento dos pontos de erosão e desbarrancamento das margens, uso e ocupação detalhada do entorno, usos dos recursos hídricos, e ecossistemas, visando à construção de proposta de intervenção, principalmente para a recuperação dos taludes e orientações para uso adequado do entorno.