



Artigo Original

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v12n22018p215-233

Submetido em: 21 ago. 2018

Accito em: 7 nov. 2018

Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio

Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) – Rio de Janeiro/RJ – Brasil. E-mail: laislambrosio@gmail.com.

Rosa Maria Formiga-Johnsson

Doutora em Ciências e Técnicas Ambientais pela Université de Paris-Est Créteil (França). Professora adjunta da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) / Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente (DESMA) – Rio de Janeiro/RJ – Brasil. E-mail: formiga.uerj@gmail.com.

A alocação trata do compartilhamento das águas entre os usos múltiplos com vistas ao desenvolvimento socioeconômico e respeito ao meio ambiente. A flexibilidade do sistema de alocação de águas é essencial para a adaptação às condições locais variáveis. O objetivo deste trabalho é examinar o quanto as práticas de alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu se aproximam da flexibilidade, no contexto de extremos hidrológicos de seca. As regras operativas são estabelecidas em resoluções. A outorga é amplamente regulada pelo Conselhos de Recursos Hídricos e órgãos gestores. O regramento reduz a flexibilidade nas práticas de alocação.

Palavras-chave: Bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu. Operação de reservatórios. Flexibilidade.





Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

Water allocation in the Paraíba do Sul and Guandu river basins

The allocation is responsible for the sharing of waters between multiple water uses with a view to socioeconomic development and respect for the environment. The flexibility of the water allocation system is essential for adaptation to variable local conditions. This paper aims to examine how the water allocation practices in the Paraíba do Sul and Guandu river basins approach to flexibility in the context of hydrological extremes of drought. The operating rules are laid down in resolutions. Licensing is largely regulated by the Water Resources Council and managing bodies. The rule reduces flexibility in allocation practices.

Keywords: Paraíba do Sul and Guandu river basins. Reservoir operation. Flexibility.

Asignación del agua en las cuencas de los ríos Paraíba do Sul y Guandu

La asignación se encarga del compartir las aguas entre los usos múltiples con miras al desarrollo socioeconómico y respeto al medio ambiente. La flexibilidad del sistema de asignación de aguas es esencial para la adaptación a las condiciones locales variables. El objetivo de este trabajo es examinar cuánto las prácticas de asignación del agua en las cuencas de los ríos Paraíba do Sul y Guandu se aproximan a la flexibilidad, en el contexto de extremos hidrológicos de sequía. Las reglas operativas se establecen en resoluciones. El otorgamiento es ampliamente regulado por los Consejos de Recursos Hídricos y órganos gestores. La normativa reduce la flexibilidad en las prácticas de asignación.

Palabras clave: Cuencas de los ríos Paraíba do Sul y Guandu. Operación de reservorios. Flexibilidad.



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

1 Alocação de água: definições, objetivos e o critério de flexibilidade

É esperado que a pressão sobre os recursos hídricos continue a crescer de forma significativa, ao mesmo tempo em que aumentam as incertezas acerca da disponibilidade hídrica no cenário de mudanças climáticas. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), por exemplo, estima que a demanda global de água aumente 55% até 2050 (OCDE, 2015b), gerando incertezas sobre previsões hidrológicas com consequências na definição de disponibilidade hídrica devido às mudanças do clima. Rebatimentos desse quadro têm efeitos locais, entre eles, períodos de secas mais recorrentes e intensas e balanço hídrico desfavorável, devido ao aumento da demanda e possível redução da disponibilidade hídrica (disputas pela água e poluição hídrica).

A gestão adaptativa, ao abordar de forma integrada e multidisciplinar a gestão dos recursos hídricos, reconhece as incertezas desses sistemas naturais complexos, inclusive em função das intervenções humanas (CGEE, 2014). Em abordagem mais recente na gestão de recursos hídricos no Brasil, é apresentada a gestão proativa como aquela que se prepara para as secas com características de adaptação e flexibilidade (DE NYS *et al.*, 2016). Por outro lado, a intensificação dos extremos de seca necessita de resposta rápida para mitigação de seus impactos sobre os usos múltiplos, em especial os prioritários.

Neste sentido, a alocação de águas enquanto atividade do gerenciamento de recursos hídricos encarregada do compartilhamento das águas entre os usos múltiplos tem papel relevante para o desenvolvimento socioeconômico com respeito ao meio ambiente e a sua capacidade de atender às demandas por água atual e futura.

Os três princípios da alocação de águas mais referidos na literatura são (FAO, 1995; DINAR *et al.*, 1997; ONU, 2003; ROA-GARCÍA, 2014; OCDE, 2015b): a equidade, a eficiência econômica e a sustentabilidade ambiental. Partindo do pressuposto que para atingir tais objetivos uma série de critérios pode ser observado nos sistemas de alocação de água, Dinar *et al.* (1997) elencam diversos critérios para comparação das práticas de alocação em diversos locais do mundo. Esse trabalho teve forte influência sobre muitos outros que o sucederam, ao usar a mesma estratégia de análise, ao utilizar suas bases e ao acrescentar ou retirar um ou outro critério, dando viés próprio de análise sobre a alocação de água. Assim, organismos internacionais, como a OCDE (2015b), a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 1995), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) (SPEED *et al.*, 2013) trazem preocupações sobre a escassez de água e destilam as deficiências de esquemas de alocação, seguidos de sugestões de melhoria, ou até reforma do sistema. A literatura acadêmica por sua vez trata de verificar se os governos dão conta de implementar o que prometem em suas legislações (ROA-GARCÍA, 2014). Lopes e Freitas (2007) fazem uma análise da alocação de água no Brasil e consideram a outorga de direito de uso da água como o principal mecanismo de alocação praticado no país, comparando casos de bacias no sudeste (Paraíba do Sul) e nordeste do país (São Francisco).

Em comum, quase todos os estudos supracitados abordam a importância da flexibilidade do sistema de alocação de águas, resguardadas algumas *nuances*. É para este critério da alocação



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

.....

de águas que se volta o olhar deste trabalho, com o objetivo de examinar o quanto as práticas de alocação de água na bacia do Paraíba do Sul se aproximam ou se afastam de um sistema que tem a flexibilidade como um dos seus princípios, no contexto de extremos hidrológicos de seca.

A flexibilidade é abordada por diversos autores como um elemento necessário do sistema de alocação de água e essencial para a adaptação às condições locais variáveis (DINAR *et al.*, 1997; MILLER *et al.*, 1997; ONU, 2003; LOPES; FREITAS, 2007; SPEED *et al.*, 2013; OCDE 2015a; 2015b). Sendo a água um recurso com disponibilidade variável no tempo (diferenças de vazões sazonais, anuais, etc.) e no espaço (ciclo hidrológico e distribuição das chuvas), mecanismos que engessem o sistema devem ser evitados (SPEED *et al.*, 2013; LOPES; FREITAS, 2007;). A flexibilidade é abordada no nível do sistema a partir de mecanismos que permitam que os recursos sejam transferidos entre usos e lugares acompanhando a demanda (DINAR *et al.*, 1997; ONU, 2003). Para Miller *et al.* (1997), a flexibilidade é usada para transferir água de um tipo de uso para outro mais valioso. Envolve realocação, rearranjos setoriais e espaciais e ajustes periódicos na alocação (SPEED *et al.*, 2013; OCDE, 2015b).

Atingir o equilíbrio entre a oferta e a demanda de água bem como a flexibilidade do sistema de alocação requer a definição do balanço hídrico e a gestão da variabilidade natural da disponibilidade hídrica, a fim de evitar escassez de água frequente ou inesperada (SPEED *et al.*, 2013). Adicionalmente, é necessário conhecer o comportamento do sistema por meio de monitoramentos e modelagens associados a sistemas de suporte a decisão que ampliem a capacidade de compreensão das mudanças globais (PAHL-WOSTL, 2007).

Na prática, aumentar a flexibilidade nos sistemas de alocação implica maior complexidade dos planos e acordos de alocação, que passam a considerar mudanças no uso da água em resposta a variabilidades climáticas e econômicas, incentivos de preço da água e opções de compartilhamento dos benefícios de uso da água (SPEED *et al.*, 2013).

No Brasil, o assunto ganhou destaque na região Sudeste a partir das severas crises hídricas ocorridas na região, sobretudo nos anos de 2014/2015 (ANA, 2015), possivelmente por esperar extremos de seca com impactos socioeconômicos somente no semiárido brasileiro. Na Bacia do rio Paraíba do Sul, dados monitorados e modelados nos últimos 85 anos, dão conta do pior período de estiagem entre os anos de 2014/2015, e anteriormente, no ano de 2003 (ANA, 2015).

Este trabalho teve como ponto de partida a importância crescente da alocação de água na Bacia do rio Paraíba do Sul no contexto de uma seca histórica sem precedentes em termos de impactos sobre os usuários de água (ANA, 2015; FORMIGA-JOHNSSON *et al.*, 2015; COSTA *et al.*, 2015; AMBROSIO, 2018). Foi nesse contexto de escassez e crise de água que investigamos o quanto as práticas de alocação de água nessa bacia incorporam ou não características de flexibilidade, conforme definido acima. Por ser fortemente dependente das águas do rio Paraíba do Sul, é incluída na análise a Bacia do rio Guandu, beneficiada por uma expressiva transposição de águas desde os anos 1950.

Para tanto, uma extensa revisão bibliográfica fundamentou a caracterização da flexibilidade enquanto critério fundamental em experiências de sistemas de alocação de água com foco em momentos de seca. Paralelamente, buscou-se o entendimento das regras e práticas da alocação de águas nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu em documentos técnicos dos órgãos gestores



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

.....

de recursos hídricos, e regulações e legislações do setor. Em uma segunda etapa, analisou-se como a flexibilidade estava presente ou não nas práticas de alocação das bacias em estudo. O artigo está organizado em três partes, apresentadas assim: descrição sucinta das principais práticas de alocação de águas no Brasil; como se dão nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu e, por último, um exame sobre tais práticas, a fim de perceber o quanto elas se aproximam ou se afastam do atendimento ao critério da flexibilidade.

2 Principais práticas de alocação de águas no Brasil

O marco temporal para descrever os mecanismos e elementos da alocação de água no Brasil nesta pesquisa leva em conta as importantes definições da Constituição Federal de 1988 e da Lei Federal nº 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas, que introduziu profundas mudanças na gestão das águas do Brasil, notadamente após os anos 2000, com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) pela Lei nº 9.984/2000, e o início da efetiva implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e instrumentos de gestão em âmbito federal, aos moldes preconizados pelos textos legais. A ANA adotou uma estratégia de ação de priorização das bacias mais importantes do país, entre elas a bacia do rio Paraíba do Sul (LOPES; FREITAS, 2007), em análise nesta pesquisa.

Por estar associada a grandes áreas e setores usuários, a alocação de águas pode considerar objetivos estratégicos de desenvolvimento socioeconômico e sustentabilidade ambiental (OCDE, 2015a). No Brasil, observam-se em geral diferentes práticas de compartilhamento das águas em função da escala hidrográfica: a alocação com uma visão mais ampla (ou macroalocação) – que pode abranger inclusive mais de uma bacia; regras operativas em bacias com reservação que estabelecem as regras de operação dos reservatórios; e a outorga que é direcionada ao usuário de água bruta. Ou seja, a macroalocação de água é um processo decisório que condiciona a outorga de direito de uso da água e as regras de operação dos reservatórios. Ressalte-se que nem a alocação de águas nem a operação de reservatórios se configuram como instrumentos estabelecidos pela Lei das Águas (AMBROSIO, 2018).

Para Lopes e Freitas (2007), instrumentos previstos na lei como a cobrança e o enquadramento podem, em tese, induzir a uma alocação de água setorial, enquanto a outorga de direito de uso promove a alocação entre usuários. Enquanto os dois primeiros instrumentos foram implementados em poucas bacias no país (ANA, 2017), o número de outorgas no país tem crescido exponencialmente ao longo dos anos, atingindo 13.657 em rios federais e 101.435 em rios estaduais (ANA, 2017), restando ainda um universo significativo de usuários passivos de regularização.

Em bacias onde o conflito pelo uso da água já está instalado, mecanismos avançados de alocação de água, como a alocação negociada de águas e os marcos regulatórios, vêm sendo implementados (LOPES; FREITAS, 2007; OCDE, 2015a; AMBROSIO, 2018). As regras para operação de reservatórios também podem ser entendidas como alocação de água, pois ali se define quanto de água se disponibiliza por trechos da bacia. No caso do Paraíba do Sul, durante a última crise hídrica, foi firmado um acordo de alocação de água por meio de uma resolução



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

.....
conjunta entre os órgãos gestores da União e estados que compartilham a bacia, com participação do Comitê da Bacia nas discussões. Em suma, a outorga predomina como instrumento de compartilhamento de recursos hídricos e outros mecanismos de alocação de águas constituem a exceção e não a regra na gestão de recursos hídricos.

As práticas de alocação aplicadas no Brasil são discutidas a seguir: outorga de direito de uso da água, alocação negociada e regras operativas de reservatórios (acordos de alocação).

2.1 Outorga de Direito de Uso da Água

A outorga de direito de uso da água é o principal mecanismo de alocação de água no Brasil (LOPES; FREITAS, 2007; ANA, 2011; OCDE, 2015a). Se dá por meio de uma concessão de uso da água mediante solicitação do usuário ao órgão gestor. Os critérios de outorga de direito de uso de água no Brasil estão baseados na definição de vazões mínimas de referência e limites de utilização dessas vazões por usos da água (LOPES; FREITAS, 2007). A vazão mínima de referência também é utilizada para determinar a disponibilidade hídrica e a vazão mínima remanescente.

As vazões mínimas aplicadas como vazão de referência são aquelas de elevada permanência no tempo, calculadas estatisticamente. Os tipos mais utilizados são a Q_{90} , a Q_{95} e a $Q_{7,10}$ (ANA, 2011). A Q_{90} e a Q_{95} são determinadas a partir de observações em posto fluviométrico por determinado período, em que 90% e 95%, respectivamente, daquele período as vazões foram iguais ou superiores a ela. Ou seja, a Q_{90} é vazão mínima com 90% de permanência do tempo. A Q_{90} em um mesmo trecho de rio é superior a Q_{95} (ANA, 2011). A $Q_{7,10}$ é a menor vazão média consecutiva de sete dias que ocorreria com um período de retorno de uma vez em cada 10 anos. O cálculo é feito a partir de uma análise de frequências, e demanda uma série temporal de dados maior que a Q_{95} , por exemplo (ANA, 2011).

A escolha da vazão de referência adotada depende da garantia que cada uso exige. Embora no Brasil as vazões de referência adotadas, apresentadas acima, privilegiem critérios conservadores e representem alta segurança aos usuários em termos de garantia de atendimento. Contudo, isso leva à redução da possibilidade de flexibilizar o uso, e permitir sua otimização em momentos de fluxos mais abundantes para usos que possam se expor a um risco maior de redução e até interrupção do atendimento nos períodos mais secos (LOPES; FREITAS, 2007). Usuários podem ter diferentes capacidades de gerenciar o risco por meio de melhorias na eficiência do uso, utilização de fontes alternativas ou ajustes no momento de uso com outros usuários (OCDE, 2015b). Isso depende da flexibilidade que o sistema de alocação por meio de regras formais e práticas de uso permite ao usuário.

Mas a vazão de referência ainda não é a vazão máxima outorgável, esta é um percentual da primeira. E pode ter variações como vazão mínima, vazão escalonada, sazonal e qualitativa. Os sistemas de suporte a decisão de outorga tentam simplificar e utilizar as variáveis necessárias à resolução do problema. Isso é feito de forma sistêmica (CRUZ, 2001). No geral, cada órgão gestor define a vazão outorgável e a aplica amplamente de modo padronizado às bacias sob sua jurisdição, desconsiderando as especificidades locais



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

.....
de cada bacia ou mesmo de cada trecho de rio. Isso tem levado a impactos, sentidos principalmente durante períodos de escassez hídrica.

Como critérios técnicos de outorga, além de fatores hidrológicos de cada bacia, há que se considerar também o desenvolvimento social e econômico da região a qual a bacia está inserida, assim como sua sustentabilidade ambiental (OCDE, 2015a; ANA 2011). E ainda o atendimento aos usos múltiplos, com vistas a redução de conflitos pelo uso da água entre usuários em uma bacia hidrográfica (ANA, 2011). A outorga deve ainda respeitar os usos prioritários estabelecidos na Lei Federal nº 9.433/1997 e outros que possam estar estabelecidos nos Planos de Bacia (BRASIL, 2011). Especificamente para a finalidade de diluição de efluentes, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 16/2001, a outorga precisa observar o Enquadramento do corpo hídrico em análise (BRASIL, 2011).

Entre os critérios de outorga de caráter ambiental está a vazão ambiental, que apresenta variações de nomenclatura e por vezes confusões no entendimento da legislação de referência. O objetivo da vazão ecológica, por exemplo, é garantir condições adequadas de manutenção dos ecossistemas; já a vazão ambiental é aquela que garante a sustentabilidade da bacia integralmente, considera todo o ecossistema e as atividades antrópicas (ANA, 2011). Inicialmente as preocupações davam conta de manter uma vazão mínima (*instream uses*). No Brasil, a vazão ambiental é reservada indiretamente a partir de uma parcela da vazão de referência, denominada vazão mínima remanescente. Esta é entendida, de acordo com Sarmiento (2007), como um conceito mais amplo, que inclui a vazão ecológica e a vazão necessária aos usos que devem ser preservados a jusante da intervenção no curso d'água (navegação, diluição de efluentes, usos múltiplos), também chamada de vazão residual.

Esse entendimento corrobora a preocupação mais recente, que é a necessidade de observar as flutuações sazonais naturais do regime hidrológico, pois manter um fluxo médio contínuo pode alterar o carreamento de sedimentos, restringir ou dificultar a existência de certas condições ambientais, e afetar a integridade ecológica dos sistemas. Na prática, mais uma vez, a metodologia para definição da vazão remanescente muitas vezes é dada arbitrariamente, e é padronizada por órgão gestor ou bacia hidrográfica (LOPES; FREITAS, 2007).

Embora tenha havido a criação e o fortalecimento de instituições gestoras da água após a criação da Lei das Águas e a emissão de outorgas apresente bons resultados, ainda há grandes desafios a serem superados, em grande parte criados pela dificuldade de integração e harmonização entre as esferas de poder, união e estados, e diferentes níveis de implementação e capacidade de gestão dos estados. O recorte territorial de gestão, a bacia hidrográfica e o compartilhamento da gestão entre união e estados criam impasses na definição e aplicação dos critérios apresentados acima, em casos nos quais numa mesma bacia coexistem rios de jurisdição federal e estadual, quando essas esferas de poder utilizam critérios de outorga e enquadramento diferentes ou incompatíveis (GUILLO, 2017).

Outro desafio é a articulação entre a outorga e instrumentos de apoio, como o Plano de Recursos Hídricos. O plano de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica deveria trazer informações de base, como a disponibilidade hídrica, as demandas atuais e futuras, um balanço hídrico, e diretrizes para outorga (prioridades de uso, as metas de racionalização e



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

.....
a criação de áreas sujeitas a restrição de uso) (ANA, 2011). No entanto, os planos de bacia raramente respondem a essas questões (OCDE, 2015a).

2.2 Regras especiais: Alocação negociada da Água e Marcos Regulatórios

Para a ANA (2017), a alocação negociada de água aplica-se a sistemas hídricos onde as estiagens prolongadas, com intensa variação interanual da disponibilidade hídrica, acentuam a disputa pela água e tornam os critérios de outorga insuficientes, pois esta trabalha com elevada garantia de atendimento ao usuário.

A operacionalização da alocação de água se dá por meio de reuniões para definição de um planejamento adequado para garantir que os estoques de água existentes atendam aos usos prioritários e aos demais usos pelo maior período possível. As reuniões contam com a participação dos órgãos gestores, operadores dos reservatórios, representantes de usuários, comunidade local, comitês de bacia, quando instalados, e outras partes interessadas. A ANA trabalha tanto na mediação da discussão quanto no fornecimento e apresentação de informações sobre os recursos hídricos disponíveis e demanda que deem o suporte necessário à tomada de decisão.

As bacias onde a ANA utiliza esse modo de alocar as águas estão situadas nos estados da Bahia, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte, notadamente regiões que apresentam *deficit* hídrico crônico e conflitos entre os usos (ANA, 2016).

A alocação de água é um instrumento com um marco temporal claro: o ano hidrológico. Como desdobramento e fortalecimento técnico e institucional desse instrumento, a ANA estabelece os Marcos Regulatórios, que conferem robustez legal à alocação de águas negociada e acordada entre as partes, e promove estudos técnicos para fundamentar e regularizar a aplicação dos instrumentos de gestão, como a outorga de direito de uso da água, por exemplo. Os marcos regulatórios estabelecem condições de uso de acordo com estado hidrológico do sistema preestabelecidos, criando condições mais céleres para a tomada de decisão da alocação de água, sem a necessidade de realização de reuniões emergenciais para definição da alocação de água para o ano hidrológico.

A alocação de água seguida por um Marco Regulatório busca adequar as regras gerais de gestão da PNRH às especificidades locais; baseia-se, portanto, na diretriz da Lei Federal nº 9.433/1997, que estabelece “a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, sociais e culturais de diversas regiões do país” (BRASIL, 2011).

Em períodos de escassez hídrica, a alocação negociada da água, por seu caráter participativo, pode ser mais eficiente na distribuição dos recursos hídricos e na resolução de conflitos do que a outorga de direito de uso da água. A outorga, como um mecanismo de alocação a longo prazo, é um importante instrumento, mas em momentos de crise hídrica se mostra insuficiente, pois é precário, na medida em que pode ser revisada. Outro recurso em situação de escassez pode ser a suspensão da emissão de novas outorgas para garantir o atendimento integral dos usos prioritários (OCDE, 2015a).



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

2.3 Regras de operação de Reservatórios (acordos de alocação)

Os reservatórios, formados pelo barramento de cursos d'água, acumulam água e regularizam as vazões naturais dos rios. As regras de operação para um sistema hídrico composto de um ou mais reservatórios e cursos d'água visam ao atendimento aos usos múltiplos, sejam eles consuntivos, como a irrigação e o abastecimento público, ou não consuntivos, como a geração de energia elétrica.

As regras de operação dos reservatórios situados em rios de domínio da União são estabelecidas pela ANA, e, quando existem hidrelétricas, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) participa da elaboração e definição das regras. Mais recentemente, as regras de operação dos reservatórios de bacias compartilhadas têm se dado de forma participativa com a inclusão dos órgãos gestores de recursos hídricos estaduais, a exemplo das novas regras de operação dos reservatórios do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul na forma da Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015. Tais regras consistem em determinar vazões de entrega entre os reservatórios e ordem de depleção dos volumes armazenados por reservatórios condicionados aos volumes existentes.

As regras de operação determinam restrições para liberações de água, considerando diferentes fatores dependendo do volume do reservatório em uma dada zona (CAMPOS, 2015), visando ao atendimento dos usos múltiplos, sem dissociar quantidade e qualidade, e incluindo o controle de cheias e prevenção de secas (eventos críticos).

A operação dos reservatórios fica a cargo do empreendedor que tem a concessão, normalmente para abastecimento público e aproveitamento do potencial hidroenergético. A fiscalização do cumprimento das regras de operação cabe ao órgão outorgante do direito de uso da água. A ANA acompanha as vazões afluentes e defluentes dos reservatórios, e dá publicidade a esses dados por boletins e sistemas de acompanhamento das Salas de Situação (CAMPOS, 2015).

Em bacias compartilhadas, a definição das regras de operação se torna mais complexa, pois envolve mais de um órgão gestor de unidade federativa, distinta e de interesses conflitantes (GUILLO, 2017). As regras de operação implicam limitar vazões que caracterizam a disponibilidade hídrica por trechos, e que em última análise limitam o desenvolvimento socioeconômico. Sendo assim, para a definição das regras se faz necessário o conhecimento das demandas de cada trecho, o potencial hídrico do sistema em atender a tais demandas de modo sustentável, considerando ainda a distribuição equitativa dos recursos hídricos em termos de população a ser atendida.

No Brasil, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos e abastecimento urbano, onde existem bacias interestaduais, não tem atentado para a devida integração entre tais planos. Assim, muitas vezes, as necessidades dos estados a jusante e/ou a montante são negligenciadas, gerando conflitos interestaduais pela água, como o que ocorreu recentemente entre São Paulo e Rio de Janeiro pelas águas da bacia do rio Paraíba do Sul. São Paulo fez seu plano para a macrometrópole paulista com várias alternativas de mananciais, mas privilegiou a alternativa que contava com disponibilidade hídrica do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul, no trecho inserido em seu território e sob seu domínio (FORMIGA-JOHNSON *et al.*, 2015).



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

Apesar da resistência inicial dos comitês e municípios situados na bacia do órgão gestor do Estado do Rio de Janeiro, através do governo estadual, da Assembleia Legislativa, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ) e diversas organizações civis diante de possibilidade de redução da vazão afluente ao Sistema Guandu (FORMIGA-JOHNSSON *et al.*, 2015), após longo processo, que envolveu judicialização do caso, discussões e estudos realizados em um Grupo de Trabalho capitaneado pela ANA com a participação dos órgãos gestores estaduais com atuação na bacia e do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) (representado pelo diretor-executivo da Agência de Bacia), foi possível alcançar o consenso. A transposição pleiteada por São Paulo foi efetuada e o estado do Rio de Janeiro garantiu a demanda de água que reivindicava. A formalização do acordo se deu por uma Resolução Conjunta da ANA com participação dos órgãos gestores estaduais (FORMIGA-JOHNSSON *et al.*, 2015).

O processo de tomada de decisão da alocação em grandes sistemas hidrológicos contidos em sociedades politicamente complexas envolve dois elementos chave: (i) as diferentes unidades administrativas responsáveis pela alocação, que incluem limites de bacia, limites político-administrativos e jurisdição ou responsabilidade sobre a operação de infraestrutura hidráulica; e (ii) o sistema federativo que transfere grande responsabilidade para os governos estaduais, com grande autonomia sobre as decisões de alocação de água (SPEED *et al.*, 2013).

A gestão de recursos hídricos no Brasil incorpora as características da sociedade politicamente complexa, no entanto, quando os rios são de jurisdição federal, a gestão é centralizada pela ANA e o órgão máximo para resolução dos conflitos é o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). O impasse entre Rio de Janeiro e São Paulo quanto ao atendimento de novas demandas foi então resolvido com a participação dos órgãos gestores estaduais, da ANA e do Comitê de bacia, que, após judicialização do caso, entraram em um acordo de alocação, que culminou na redefinição das regras de alocação do sistema de reservatórios da bacia, neste trabalho denominado Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu.

É importante manter uma abordagem sistêmica para a alocação de água, pois disso depende a consistência dos direitos de uso entre os diferentes níveis de governo e a integridade do sistema como um todo (SPEED *et al.*, 2013).

A perda da visão global do sistema hídrico pode ser uma desvantagem decorrente do federalismo. Entre suas possíveis consequências estão: conflitos devido à perda de caráter estratégico em contexto nacional; acordos que levam a arranjos de gestão inflexíveis; limitada capacidade dos governos nacionais de intervir sobre a vazão ambiental; lacuna de uma autoridade nacional, o que dificulta a solução de disputas interbacias (SPEED *et al.*, 2013).

Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

3 Breve caracterização das bacias dos Rios Paraíba do Sul e Guandu

Os rios Paraíba do Sul e Guandu são os principais rios de duas bacias delimitadas pelas Serras do Mar e da Mantiqueira (Figura 1), dois importantes divisores de águas que se estendem longitudinalmente ao litoral do sudeste brasileiro, com altitudes que podem atingir mais de 2.000 m nas áreas mais elevadas. As duas bacias são interligadas por estruturas hidráulicas com vistas a produção de hidroenergia e atendimento aos usos múltiplos da água, que em conjunto podem ser denominadas: Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul – Guandu (SHPSG).

O rio Paraíba do Sul nasce na Serra da Bocaina, trecho paulista da Serra do Mar, a partir da confluência dos rios Paraibuna e Paraitinga. Percorre aproximadamente 1.100 km, desde a nascente do rio Paraitinga a 1.800 m de altitude, até desaguar no oceano Atlântico, em São João da Barra, município do noroeste fluminense.

Figura 1. Bacias dos Rios Paraíba do Sul e Guandu



Fonte: Elaboração própria (2018). Dados: Base cartográfica IBGE (2015)

Ao longo desse percurso, o rio Paraíba do Sul atravessa três estados: São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Tabela 1). Os principais afluentes da margem direita são os rios Una, Bananal, Pirai, Piabanha, Paquequer, e Dois Rios. Entre os tributários da margem esquerda, destacam-se os rios Jaguari, Paraibuna (mineiro), Pomba e Muriaé (COHIDRO, 2014).



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

Tabela 1. Área e Municípios da bacia por estados

Estado	Nº de Municípios	Área (km ²)	Área da bacia por estado (%)
Rio de Janeiro	57	26.851	43,26
São Paulo	39	14.510	23,38
Minas Gerais	88	20.713	33,37
Total	184	62.074	100,00

Fonte: AGEVAP (2014)

A região Sudeste é a de maior desenvolvimento econômico e mais densamente povoada do país (Tabela 2). Cerca de 12% do PIB brasileiro é produzido com as águas provenientes da bacia, seja dentro de seus limites, ou por meio da transposição para a bacia do rio Guandu (IBGE, 2016), distribuído nos estados, conforme Tabela 2. Em 2014, o PIB nacional foi da ordem de 5,7 trilhões, dos quais aproximadamente 338 bilhões foram produzidos apenas na bacia do rio Paraíba do Sul, o que corresponde a 5,9% do PIB Nacional, sem considerar os municípios atendidos pelo rio Guandu (IBGE, 2016).

Tabela 2. População e PIB da Bacia do Rio Paraíba do Sul por Estado

Estado	PIB (R\$ 1.000)	População (2014)	PIB PER CAPITA
Rio de Janeiro	148.819.533,21	2.926.626	50.850,21
São Paulo	156.688.980,63	4.314.394	36.317,73
Minas Gerais	32.396.717,85	1.717.179	18.866,24
Total	337.905.231,69	8.958.199	37.720,22

Fonte: IBGE (2016)

Considerando apenas a área drenada pela bacia do rio Guandu, que possui o principal rio contribuinte da Baía de Sepetiba, o tamanho reduz para 1.385 km². A bacia do rio Guandu é delimitada a norte pela Serra do Mar, onde nascem seus rios formadores, o ribeirão das Lajes e o rio Santana, em trechos com denominações locais, Serra das Araras e Maciço do Tinguá, respectivamente em altitude de aproximadamente 800 m. A partir da confluência desses rios, forma-se o rio Guandu, que percorre apenas 48 km desde a nascente do ribeirão das Lajes até desaguar na Baía de Sepetiba, sendo que em seus 15 km finais recebe a denominação de Canal de São Francisco, um trecho retificado do rio, numa área muito plana de baixada, às margens da Baía de Sepetiba (COPPETEC, 2006).

As duas demais sub-bacias que constituem a bacia do rio Guandu são a Bacia do rio da Guarda, que possui 338 km², e a bacia do rio Guandu Mirim, com 170 km². Ambas deságuam diretamente na Baía de Sepetiba. Grandes indústrias situadas a jusante desse conjunto de sub-bacias captam águas do Guandu (trecho do Canal São Francisco), e despejam seus efluentes nos rios Guandu Mirim ou da Guarda.

O fluxo do rio Guandu foi drasticamente modificado, sua vazão natural estimada antes da transposição é da ordem de 25 m³/s, hoje a vazão média afluente ao Guandu é de 119 m³/s (COPPETEC, 2006). A RH II - guandu abrange parcial ou totalmente 15 municípios fluminenses, onde vivem cerca 8 milhões habitantes (IBGE, 2016).

Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

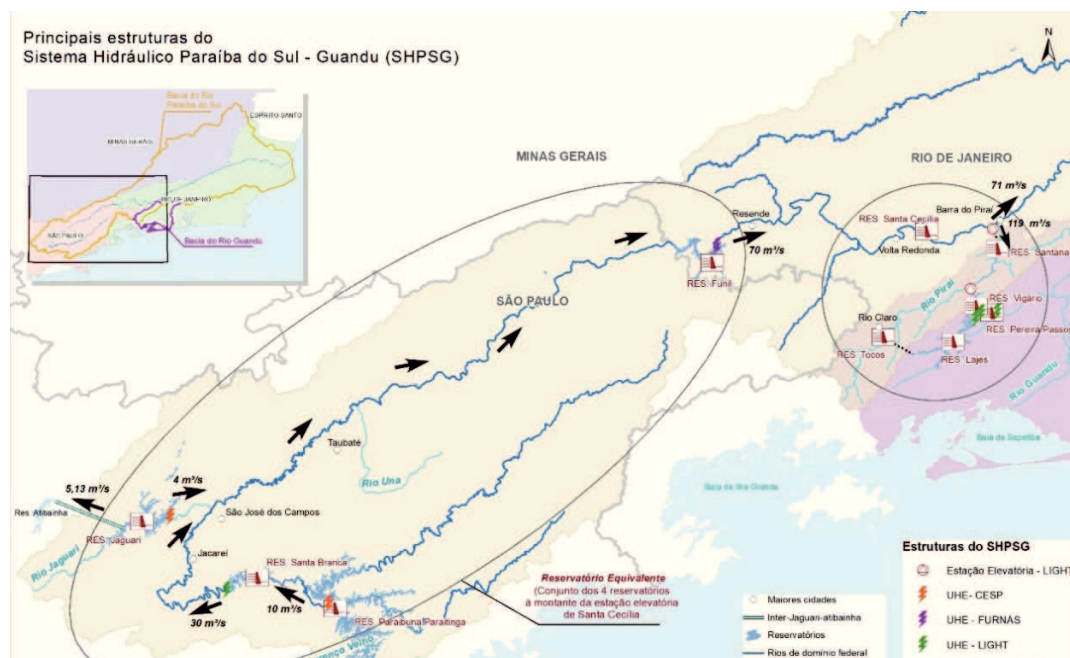
Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

4 Sistema Hidráulico Paraíba do Sul – Guandu e Regras de Operação

O sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu (SHPSG) é constituído por um conjunto de estruturas hidráulicas interligadas. A infraestrutura hídrica é composta por reservatórios de regularização de vazão, barragens, estruturas de geração de energia, túneis e canais. Sua operação é bastante complexa, e é centralizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (ANA, 2015). Esse conjunto de estruturas é operado respeitando as regras de operação criadas pela ANA, em articulação com o ONS, órgãos gestores de recursos hídricos estaduais e o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

A participação de tantos entes na definição das regras reflete a complexidade de gestão da bacia do Paraíba do Sul devido a dupla dominialidade de seus rios, sendo necessária para conciliar interesses de diversos setores usuários, considerando que os reservatórios são destinados a usos múltiplos com atuação histórica desde a sua construção do setor de hidroenergia e industrial, outros usos preexistentes, notadamente a agricultura irrigada e a criação de animais, e o aumento da demanda urbana.

Figura 2. Bacias dos Rios Paraíba do Sul e Guandu



Fonte: Elaboração própria (2018). Dados: Base cartográfica IBGE (2016)

A regra operativa em vigor, a Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015, estabelece o limite mínimo de bombeamento em Santa Cecília, em $119 \text{ m}^3/\text{s}$ (média diária) e a jusante de Santa Cecília é $71 \text{ m}^3/\text{s}$ (instantânea), o que corresponde a uma afluência esperada de $190 \text{ m}^3/\text{s}$ nesse ponto do rio Paraíba do Sul.



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

Tais regras representam mudanças significativas na operação dos reservatórios com objetivo de aumentar a segurança hídrica na Bacia do Paraíba do Sul, observada a variabilidade hidrológica, a saber:

- Regras que impõem restrição ao aproveitamento hidrelétrico, que só pode superar os 119 m³/s em Santa Cecília em caso de vazões incrementais de chuvas excepcionais, por exemplo, garantindo a função de armazenamento e regularização da vazão dos reservatórios.

- Para os períodos de crise, ganho de cerca de 425 milhões m³ armazenados no volume morto do maior reservatório do sistema (Paraibuna), ainda sem auxílio de bombas, em 2 etapas. A primeira até o nível de 263 milhões.

- Estabelecimento de ordem de deplecionamento por estágios dos reservatórios do sistema equivalente, de acordo com a redução dos níveis percentualmente.

As novas regras de operação priorizam a regularização do sistema e a reservação de águas para uso em períodos de estiagem, medidas mais conservadoras e apropriadas às incertezas hidrológicas e climáticas, com a incorporação de medidas proativas, o que tem grande potencial para reduzir a necessidade de medidas reativas, emergenciais e, portanto, mais restritivas aos usuários em possível nova situação de escassez futura.

Quanto aos critérios de outorga de direito de uso da água, estes já foram amplamente divulgados, inclusive em estudos aqui citados (AMBROSIO; FORMIGA-JOHNSSON, 2017), e podem ser consultados, nos sítios eletrônicos dos órgãos gestores, onde também estão dispostas uma lista de legislações de referência¹. Aqui vamos nos ater a discutir os pontos relevantes para análise da flexibilidade do sistema. A definição da disponibilidade hídrica para as análises técnicas de outorga, por trechos com interferência de reservatórios depende da observância das regras de operação descritas anteriormente.

Os órgãos gestores de recursos hídricos responsáveis pela emissão das outorgas na bacia do Paraíba do Sul com águas de domínio da União e dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, são respectivamente, a Agência Nacional de Águas (ANA), o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE-SP), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM-MG) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA-RJ). Este último responde também, pela outorga no rio Guandu, situado em seu território.

A análise das regras e práticas da outorga na área de abrangência desses órgãos nas bacias dos Paraíba do Sul e Guandu, permite perceber (AMBROSIO, 2018):

- Elevada discrepância de capacidade técnica entre os órgãos gestores para aplicar o instrumento, que até possui regras gerais delimitadas em resolução do CNRH.

- Os diferentes arranjos político-administrativos nos órgãos da União e dos estados para implementação da outorga.

- A outorga na União é tratada exclusivamente como um instrumento de regulação dos usos da água dentro de um sistema bem delimitado (Gerenciamento dos Recursos Hídricos), que possui articulação com os mecanismos e instrumentos da Política de Meio Ambiente, mas que se realiza em interfaces de integração específicas, como o respeito à vazão ambiental definida pelo órgão ambiental.

¹ INEA- RJ. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/LicenciamentoAmbienta/Licenciamento-saiba-Mais/RecursosHidricos/outorgadeDireitodeUsodeRecursos/index.htm>. Acesso em: 01 ago. 2018; DAEE-SP. Disponível em: http://eutorga.dae.sp.gov.br/rq_portal/. Acesso em: 01 ago. 2018; IGAM – MG. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/igam/outorga>. Acesso em: 01 ago. 2018; ANA. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/solicite-sua-outorga>. Acesso em: 01 ago. 2018.



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

.....

- Enquanto a situação no estado de São Paulo se assemelha às práticas da ANA, o mesmo não se verifica nos estados de Rio de Janeiro e Minas Gerais, que criaram arranjos institucionais nos quais a concessão da outorga é feita no contexto geral do licenciamento ambiental.

- A outorga de lançamento de efluentes ainda é um desafio, tanto no que diz respeito ao entendimento geral da adequação da metodologia de se considerar a vazão de diluição para cálculo da disponibilidade hídrica e capacidade de diluição do corpo hídrico, quanto à baixa aplicação do enquadramento nos corpos hídricos, que condicionam e criam metas para a qualidade da água em consonância as expectativas de usos. Somente a ANA atualmente concede este tipo de outorga na Bacia Paraíba do Sul.

- A aplicação de mecanismos de indução de eficiência no uso por meio de condicionantes em outorgas se verifica com maior grau de padronização no âmbito da União, seguida do estado de São Paulo.

- De modo geral, permanece baixa a capacidade de regularização dos usos sobretudo nos estados de Rio de Janeiro e Minas Gerais, levando ao desconhecimento da demanda estabelecida.

- Observa-se uma baixa integração de dados entre órgãos da União e dos estados que leva a um grande descompasso e dificulta a implantação de sistemas eficientes para cálculo do balanço hídrico. Os estados incluem dados do Cadastro Nacional de Usuários, mas no geral não os utilizam na operacionalização de seu sistema e análises de consistência de dados. Discrepâncias encontradas em dados provenientes dos sistemas de outorga dos estados durante análise de pedidos de outorga no âmbito da União, deixam clara a falta de consistência dos dados estaduais.

5 A flexibilidade da alocação de água praticada nas bacias do Paraíba do Sul e Guandu

Os mecanismos de alocação de água nas bacias do Paraíba do Sul e Guandu são a outorga de direito de uso e as regras de operação dos reservatórios. A avaliação qualitativa feita por Lopes e Freitas (2007) a respeito da Bacia Paraíba do Sul continua em grande parte válida para os dias de hoje. Os autores caracterizaram o sistema como não flexível sob três características: não é feito ajuste periódico da alocação, assim como não existe possibilidades de rearranjo entre setores usuários ou espacial na alocação. Por outro lado, os autores avaliam que o sistema incorpora a previsibilidade nas seguintes características: o plano indica pelo menos em parte diretrizes para alocação, estudos são feitos para acompanhar a evolução da oferta e da demanda, a previsão do aumento da demanda e metas de racionalização são incorporadas ao sistema.

Passados mais de dez anos, ajustes periódicos de alocação e possibilidades de rearranjo são previstos pela ANA em bacias com graves conflitos pelo uso da água e/ou com situações de escassez crônica de água, através da alocação de água (negociada) e do Marco Regulatório (ANA, 2016). Rearranjos espaciais e entre usuários não são observados nas práticas de alocação de água nas bacias do Paraíba do Sul e do Guandu, exceto nos momentos de seca severa em 2003 e entre 2014 e 2016.

Em tempos de seca, caracterizados por longas estiagens e redução nos volumes acumulados nos reservatórios de regularização, a flexibilidade do sistema está relacionada à sua capacidade adaptativa e à proatividade.



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

.....

Sendo a bacia do rio Guandu receptora das águas do Paraíba do Sul, tendo sua vazão mais de 4 vezes aumentada em relação a vazão natural, toda estiagem que afete a bacia do Paraíba do Sul tem consequências graves aos usuários do Guandu. Nos últimos anos, duas estiagens provocaram repetidas e temporárias revisões e alterações nas regras operativas dos reservatórios do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul - Guandu, com sucessivas reduções nas vazões de entrega para o trecho sistema Guandu (COSTA *et al.*, 2015). Essas ações caracterizam-se como reativas, uma vez que ocorreram durante períodos de estiagens severas. Considerando apenas a última crise 2014/2015, as ações, ainda que reativas, foram de suma importância para evitar o colapso do atendimento aos usos múltiplos, e por isso essenciais naquele momento (COSTA *et al.*, 2015).

Corroborando para tal constatação a criação de grupos de trabalho diante de eventos de crise hídrica e o desmantelamento dos mesmos em seguida, reforçando a tese de que as ações são reativas, ao contrário de planejadas antecipadamente. Durante a crise 2014/2015, em São Paulo, criou-se o Comitê de Crise Hídrica da Região Metropolitana de São Paulo (MELO, 2018). No âmbito SHPSG, foi reativado Grupo de Trabalho e Acompanhamento das Operações Hidráulicas (GTAOH), que havia sido criado para acompanhar a crise hídrica do ano de 2003 (AMBROSIO; FORMIGA-JOHNSSON, 2017).

Dois aspectos em direção ao aumento da flexibilidade do sistema na macroalocação de águas foram observados após a crise hídrica 2014/2015: (i) as regras operativas em vigor desde 2016 avançam ao aumentar o nível de segurança de disponibilidade hídrica ao conjunto de usuários, prevenindo estágios de deplecionamento dos reservatórios e a utilização de volume abaixo da cota de operação do maior reservatório do conjunto, o Paraibuna. Ressalte-se que tal aumento de segurança se deu em detrimento da flexibilidade de utilização das águas reservadas para fins de geração de energia (FORMIGA-JOHNSSON *et al.*, 2015); (ii) o GTAOH permanece ativo, inclusive na discussão e proposição de alternativas no compartilhamento das águas defluentes dos reservatórios a fim de aumentar o armazenamento para os meses de janeiro e fevereiro de 2019, observando o período seco e o volume monitorado nos reservatórios do SHPSG.

Entretanto, a flexibilidade do sistema observada nas regras operativas ainda não obteve rebatimentos na avaliação e análise dos pedidos outorga de direito de uso da água. A outorga, resguardadas as diferenças entre as práticas e procedimentos adotados em cada um dos quatro órgãos gestores, é regulamentada por resoluções do CNRH para todos os entes, pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos em seus respectivos estados, leis, resoluções, portarias, e notas técnicas, que estabelecem vazão de referência, vazão mínima remanescente, vazão de restrição etc. Além de outras condicionantes também estabelecidas em leis, como os usos prioritários e o enquadramento dos corpos hídricos.

Todo esse regramento por meio de legislações, por um lado é bom, porque fixa as mesmas regras com conhecimento de todos os usuários, uma vez disponíveis nas leis. Por outro lado, engessa, ainda hoje, inovações no sistema e análise técnica das outorgas.

A crise hídrica de 2014-2015 afetou, além da bacia do Paraíba do Sul, outros sistemas de abastecimento da região Sudeste, como o Cantareira, vizinho ao Paraíba do Sul, e posteriormente gerou implicações nas regras de operação do próprio SHPSG devido à transposição de águas entre os reservatórios Jaguari e Atibainha.



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

6 Considerações Finais

As regras de operação dos reservatórios do Sistema Hidráulico e a outorga de direitos de uso da água constituem as principais práticas de alocação de águas nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu. A flexibilidade – enquanto um critério de alocação de águas observado em sistemas hídricos que lidam melhor com momentos de secas, inclui rearranjos espaciais e entre usuários no compartilhamento das águas. Estes atributos não foram observados nas regras e práticas da alocação de águas das bacias em estudo, principalmente no que se refere a outorga de direito de uso da água, desse modo avalia-se que embora seja um instrumento eficiente para o controle do uso da água, a outorga funciona bem em tempos de normalidade hidrológica.

Evidentemente que as ações tomadas durante a crise resultaram no aumento de conhecimento do sistema e de suas respostas a tais ações, acarretando a construção conjunta de novas regras mais resilientes para sua operação e que, portanto, conferem maior flexibilidade e margem de manobra à operação dos reservatórios em períodos de estiagens prolongadas. Além disso, a permanência do acompanhamento da operação do SHPSG e discussões em torno do compartilhamento das águas no âmbito do GTAOH contribuem para maior capacidade adaptativa e proatividade do sistema diante de estiagens prolongadas.

Referências

ANA. Outorga de direito de usos de recursos hídricos *Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos*, Brasília, DF, v.5, 2011.

ANA. *Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil: Informe 2014*. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2015. Encarte especial sobre a crise hídrica.

ANA. Oficina sobre Marcos Regulatórios em Sistemas Hídricos no Semiárido Brasileiro. Aracaju, SE, 08 e 09 de novembro de 2016. *Apresentações* [...].

ANA. *Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil: Relatório Pleno 2017*. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2017.

AMBROSIO, L. L. *Regras e práticas de alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu a partir de uma abordagem proativa*. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

AMBROSIO, L. L.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M. Impactos da crise hídrica 2014/15 sobre os principais usuários da bacia do Guandu. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis, SC. Disponível em: http://evoluedoc.com.br/xxiisbrh/detalhes-230_impactos-da-crise-hidrica-201415-sobre-os-principais-usuarios-da-bacia-do-guandu. Acesso em: 05 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. *Conjunto de normas legais: recursos hídricos*. 7. ed. Brasília, DF: MMA, SRH, 2011.



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

CAMPOS, J. N. B. *Operação de reservatórios de usos múltiplos: Levantamento e sistematização do arcabouço institucional e legal brasileiro relativo à operação de reservatórios de usos múltiplos: Relatório final.* Brasília, DF, 2015.

CENTRO DE GESTÃO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS. CGEE. (Brasil). *Fundamentos conceituais: mudanças climáticas e adaptação no setor de recursos hídricos.* Fortaleza, CE: CGEE, 2014.

COHIDRO AGEVAP. *Plano integrado de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul (PIRH - RP-6): Diagnóstico.* Rio de Janeiro, 2014. Tomo I.

COPPETEC. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul: Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos: Relatório PSR-0006-R0.* Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC/ANA, 2006.

COSTA, L. F. *et al.* Crise hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul: enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos. *Revista Ineana*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 26 – 47, jul./dez. 2015.

CRUZ, J. C. *Disponibilidade Hídrica para Outorga: avaliação de aspetos técnicos e conceituais.* 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2001.

DE NYS, E.; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. (org.). *Secas no Brasil: política e gestão proativas.* Brasília: CGEE; Banco Mundial, 2016.

DINAR, A.; ROSENGRANT, M.W.; MEINZEN-DICK, R. *Water allocation mechanisms: principles and examples.* Washington: World Bank, 1997. (Policy, Research Working Paper, 1779).

FAO. *Water sector policy review and strategy formulation: a general framework.* Rome, 1995.

FORMIGA-JOHNSON, R. M. *et al.* Segurança hídrica do Estado do Rio de Janeiro face à transposição paulista de águas da Bacia Paraíba do Sul: relato de um acordo federativo. *Revista Ineana*, v. 3, n. 1, p. 26 – 47, jul./dez. 2015.

GUILLO, V. A. Lições da crise hídrica. In: FÓRUM SUSTENTABILIDADE HÍDRICA: PERGUNTAS, DESAFIOS E GOVERNANÇA. Coordenação de Julio Cesar Hadler Neto e Adriana Nunes Ferreira. *Palestra* [...]. Belo Horizonte: Instituto Casa da Educação Física, Unicamp; Fórum Pensamento Estratégico, 2017. 268p. (Cadernos PENSES).

IBGE. *Produto Interno Bruto dos municípios 2010-2014: Base de Dados 2016.* Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2014/defaultbase.shtm>. Acesso em: 22 maio 2017.

LOPES, A. V.; FREITAS, M. A. S. A alocação de água como instrumento de gestão de recursos hídricos: experiências brasileiras. *Rega*, n.1, jan./jun. 2007.

MAGALHÃES, P. C. *Água no Brasil, os instrumentos de gestão e o setor mineral.* 2007. cap.1. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1281/1/Tend%C3%AAsAnciasParte1.1.pdf>. Acesso em: fev. 2019.



Alocação de água nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Lais Lima Ambrosio, Rosa Maria Formiga-Johnsson

MELO, A. *Análise da aplicação dos instrumentos da política pública de recursos hídricos do estado de São Paulo na escassez de água de 2014*. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho", UNESP, Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, 2018.

MILLER, K. A.; RHODES, S. L.; MACDONNELL, L. J. Water allocation in a changing climate: institutions and adaptation. *Climatic Change*, v. 35, p. 157-177, 1997.

OCDE. *Governança dos recursos hídricos no Brasil*. Paris: OECD Publishing, 2015a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt> 2015a.

OCDE. *Water Resources Allocation: Sharing Risks and Opportunities*. Paris: OECD Publishing, 2015b.

ONU. *Sectoral Water Allocation Policies in Selected UNESCWA Member Countries: An Evaluation of the Economic, Social and Drought Related Impact*. New York: United Nations, 2003.

PAHL-WOSTL, C. Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water Resources Management*, v.21, n.1, p. 49-62, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9040-4>. Acesso em: 12 jan. 2018.

ROA-GARCÍA, M. C. Equity, Efficiency and Sustainability in Water Allocation in the Andes: Trade-offs in a Full World. *Water Alternatives*, v. 7, n. 2, 2014.

SARMENTO, R. *Estado da arte da vazão ecológica no Brasil e no mundo: Produto 2: Relatório do Projeto 704BRA2041 da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, UNESCO*. 2007. 38 p. (UNESCO/ANA/CBHSEF).

SPEED, LI Y. R.; T. LE QUESNE, G.P.; ZHIWEI, Z. *Basin Water Allocation Planning: Principles, procedures and approaches for basin allocation planning*. Paris: UNESCO, 2013. 143 p.

WANG, L. Z.; FANG L.; HIPEL K. W. Water Resources Allocation: A Cooperative Game Theoretic Approach. *Journal of Environmental Informatics*, v.2, n. 2, 2003.