



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS ALTERAÇÕES HIDROLÓGICAS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO DE BARRAGENS DE USO CONSUNTIVO E NÃO CONSUNTIVO EM RIO PERENE

ASSESSMENT AND CLASSIFICATION OF HYDROLOGICAL ALTERATION RESULTING FROM THE IMPLEMENTATION OF DAMS OF CONSUMPTIVE AND NON-CONSUMPTIVE USE ON PERENNIAL RIVER

**Camilla Hellen Peixoto de Lima 1; Fernando Genz 2; Lafayette Dantas da Luz 3; Andrea
Sousa Fontes 4**

1 Universidade Federal da Bahia, camillahpl@gmail.com; 2 Universidade Federal da Bahia; 3 Universidade
Federal da Bahia; 4 Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Palavras-Chave: barragens; alterações hidrológicas; demandas hídricas.

Key Words: dams; hydrological alteration; water demands.

1. INTRODUÇÃO

A construção de barragens tem trazido consigo uma série de benefícios à sociedade, porém também podem alterar o regime hidrológico do rio de forma drástica e irreversível. Ao alterar o regime hidrológico do rio, uma das primeiras respostas a este impacto é alteração na biota local. Já foi descrito na literatura que esta biota desenvolve adaptações para se adequar à variação natural da vazão do rio e precisa dessa variação natural no regime hidrológico para manter não somente sua própria vida, mas também o seu habitat (Bunn & Arthington 2002). Ao entender como diferentes tipos de barragens podem alterar o regime hidrológico de um rio é possível utilizar essas respostas para minimizar impactos no ecossistema fluvial decorrente da implantação e operação destas barragens ainda na fase de projeto. Para a execução deste tipo de abordagem torna-se necessário conhecer, por exemplo, as relações entre variáveis de projeto de dimensionamento de barragens (**capacidade de armazenamento e demandas hídricas do reservatório**) e as alterações hidrológicas. Esse trabalho visou demonstrar como as algumas variáveis de projeto, entre elas



formas diferentes de demanda (uso consuntivo e não consuntivo), influenciam nas alterações hidrológicas que, por sua vez, condicionam o impacto da implantação e operação de barragens sobre o ecossistema fluvial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Quatro cenários alternativos de barragens hipotéticas foram criados, considerando: duas capacidades de armazenamento (uma pequena e uma grande) e dois tipos de demandas hídricas do reservatório (uso consuntivo e não consuntivo). As capacidades de armazenamento utilizadas correspondem ao volume equivalente a 5% e 85% da vazão média anual de 10 m³/s (o valor correspondente à vazão média anual afluyente a barragem de Apertado no Rio Paraguaçu, simulada por Genz *et al.*, 2011). A demanda hídrica do reservatório variou entre usos consuntivos e não consuntivos, compondo dois arranjos: 100% de uso consuntivo e 100% não consuntivo. Para todos os cenários o valor numérico adotado como demanda foi de 80% das vazões regularizadas com 90% de garantia e a demanda foi considerada constante ao longo do ano. Os outros 20% restantes das vazões regularizadas com 90% de garantia foram considerados como vazão remanescente. Após a definição dos quatro cenários foi executada a simulação do balanço hídrico dos reservatórios hipotéticos no modelo *Water Evaluation and Planing System* (WEAP). De posse das séries de vazão do regime alterado pelas barragens foi possível aplicar as metodologias de avaliação e classificação das alterações hidrológicas, *Indicators of Hydrologic Alteration* (IHA) e *Dundee Hydrological Regime Alteration Method* (DHRAM) respectivamente.

O IHA descreve como intervenções em um rio ou em sua bacia hidrográfica impactam o regime hidrológico através de uma análise comparativa entre o período pré-impacto e pós-impacto no sistema, sendo este resultado traduzido em 32 parâmetros hidrológicos divididos em cinco grupos: Grupo 1 (Magnitude das condições de vazão mensais), Grupo 2 (Magnitude e duração das condições de vazões anuais extremas), Grupo 3 (Tempo de ocorrência das vazões anuais extremas), Grupo 4 (Frequência e duração dos pulsos de vazões altas e baixas), Grupo 5 (Taxa e frequência de mudança no hidrograma). O método de classificação das alterações hidrológicas DHRAM, proposto por Black *et al.* (2005), avalia o grau das alterações no regime de vazões de rios sob intervenção antrópica em relação às condições quase naturais ou de referência. O DHRAM utiliza a mudança percentual da média e do desvio padrão de cada Grupo do IHA para atribuir pontos de impacto, conforme o limiar de alteração, que pode ser baixo, intermediário ou alto. Uma vez atribuídos os



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

pontos de impacto, estes são somados e uma classificação é definida. O regime pode ser classificado em: Classe 1 (condição não-impactada), Classe 2 (baixo risco de impacto), Classe 3 (risco moderado de impacto), Classe 4 (alto risco de impacto) e Classe 5 (condição severamente impactada).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alterações hidrológicas são descritas de forma resumida por Grupo do IHA e em seguida se apresenta a classificação obtida pelo DHRAM. A avaliação das alterações hidrológicas nas pequenas e grandes capacidades de armazenamento para o Grupo 1, indica que os cenários de **uso consuntivo** foram os que tiveram maior alteração, pois a magnitude das vazões mensais foram reduzidas, principalmente no cenário de barragem de **grande capacidade**. Com relação ao Grupo 2, por exemplo quanto ao parâmetro alterações na vazão mínima de 7 dias, os cenários de **uso consuntivo** foram os que mais se aproximaram do regime não alterado, enquanto que os de **uso não consuntivo** foram o que resultaram em maiores alterações e, novamente, as alterações foram maiores na barragem de **grande capacidade**. Para o Grupo 3, na **pequena capacidade** somente o cenário de **uso consuntivo** causou uma alteração no mês de ocorrência da mínima, enquanto que nos cenários da **grande capacidade** ocorreram alterações comuns no sentido de adiantar o mês de ocorrência da máxima e da atrasar o da mínima, independente da demanda. No Grupo 4, por exemplo, as alterações no número de pulsos de vazão mínima em cada ano foi maior que no de máximas, sendo que o cenário menos afetado com relação a este parâmetro foi o cenário de **uso consuntivo de pequena capacidade**, enquanto que nos outros três cenários o número de pulsos foi igual ou próximo a zero. Para a duração destes pulsos, os cenários de **uso não consuntivo** praticamente não sofreram alteração, enquanto que os de **uso consuntivo** sofreram alterações maiores que o dobro do regime natural. Para o Grupo 5, o parâmetro número de reversões do hidrograma sofreu redução com o aumento da capacidade de armazenamento da barragem. A diferença do número de reversões entre os **usos consuntivos** e **não consuntivos** para uma mesma capacidade foi pequena (no máximo duas reversões, em relação a cerca de 20 alterações para as diferentes capacidades). A classificação final das alterações hidrológicas não esteve diretamente ligada à demanda do reservatório e sim à capacidade de armazenamento do mesmo, pois os dois cenários de pequena capacidade de armazenamento foram classificadas como Classe 2 (baixo risco de impacto), enquanto que as de grande capacidade ficaram na Classe 4 (alto risco de impacto).



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

4. CONCLUSÃO

A relação entre a capacidade de armazenamento e demandas hídricas do reservatório com as alterações hidrológicas foi delineada. A demanda e a capacidade de armazenamento influenciaram de maneira distinta alguns grupos do IHA. O método de classificação DHRAM demonstrou que a capacidade de armazenamento influenciou diretamente as alterações hidrológicas, pois todos os cenários de barragens com pequena capacidade de armazenamento foram classificados como Classe 2 (baixo risco de impacto) e todos os cenários de barragens com grande capacidade de armazenamento como Classe 4 (alto risco de impacto). Através da aplicação do método do IHA, independente da capacidade de armazenamento verificou-se que a demanda de uso consuntivo afetou mais o Grupo 1 (Magnitude das condições de vazão mensais) enquanto a demanda não consuntiva causou mais impacto no Grupo 2 (Magnitude e duração das condições de vazões anuais extremas). Os outros grupos também foram afetados, porém a alteração estava ligada a capacidade de armazenamento. Com as ferramentas aplicadas neste trabalho, acredita-se que os projetos de barragens poderão ser melhor avaliados e, por consequência, alternativas de uso e medidas mitigadoras possam ser adotadas preventivamente para que venham a minimizar os impactos no regime do rio para jusante.

5. REFERÊNCIAS

- BLACK, A.R.; ROWAN, J.S.; DUCK, R.W.; BRAGG, O.M.; CLELLAND, B.E. DHRAM: a method for classifying river flow regime alterations for the EC Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 17 March, 2005. 15, p. 427–446.
- BUNN, S. E.; ARTHINGTON, A. H. Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity. *Environmental Management*, October 2002, Volume 30, Issue 4, p. 492-507.
- GENZ, F.; TANAJURA, C. A. S.; ARAÚJO, H. A. Impacto das mudanças climáticas nas vazões dos rios Pojuca, Paraguaçu e Grande – cenários de 2070 a 2100. *Bahia análise & dados*, Salvador, v. 21, n. 24, p.807-823, out./dez. 2011. INSS 0103 8117.
- RICHTER, B. D.; BAUMGARTNER, J.V.; POWELL, J.; BRAUN, D.P. A Method for Assessing Hydrologic Alteration with Ecosystems. *Conservation Biology*, August, 1996. Vol. 10, nº 4, p. 1163-1174.