

DETERMINAÇÃO DO TRECHO DE VAZÕES ALTERADAS DO RIO URUGUAI PARA SUBSIDIAR DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UHE ITÁ

Stefânia Guedes de Godoi¹; Vinicius Ferreira Dulac²; Luiz Fernando Silva de Godoi³ & Rafael Cabral Cruz⁴

RESUMO --- Neste estudo, procura-se demonstrar uma metodologia de avaliação das alterações hidrológicas de uma usina hidrelétrica em situação de carência de dados. A análise destas alterações pode servir como suporte para a definição da extensão do trecho de rio a jusante da UHE que deve ser incluído na área de influência do empreendimento. O objetivo deste trabalho é determinar o trecho do rio Uruguai a jusante da UHE Itá, cujo regime de pulsos foi alterado pela barragem. Para a determinação do trecho do Rio Uruguai influenciado pela UHE Itá foram obtidas as séries históricas das estações fluviométricas a jusante da barragem com o órgão responsável – Agência Nacional de Águas (ANA). O software utilizado para processamento dos dados foi o IHA v7. Os dados obtidos no estudo mostram que as estações fluviométricas Passo Caxambu e Iraí tiveram seu regime de pulsos hidrológicos alterados pela construção da UHE Itá. Já a estação Uruguaiana não apresenta influência do empreendimento, demonstrando que a área de influência de UHE Itá se extingue em um ponto localizado no trecho de rio entre a estação fluviométrica de Iraí e a estação de Uruguaiana.

ABSTRACT --- In this study, we demonstrate a methodology to evaluate hydrological changes in a hydroelectric power plant (HPP) at a lack of data. Analysis of changes can serve as support to define the extent of the river stretch downstream of the HPP which should be included in the influence area of the enterprise. The objective of this work is to determine the stretch of the Uruguay River downstream of HPP Itá, whose pulses pattern was changed by the dam. To determine the stretch of the River Uruguay which was influenced by HPP Itá, we obtained streamflow series of gauge stations downstream of the dam from the National Water Agency (ANA). IHA v7 was the software used to data processing. Data from the study show that Passo Caxambu and Iraí gauge stations changed their pulses pattern by the construction of the HPP Itá. Already, Uruguaiana gauge station has no influence of the enterprise, demonstrating that the HPP Itá influence area is extinguished in a point of the river stretch located between the gauge stations Iraí and Uruguaiana.

Palavras-chave: UHE Itá, Rio Uruguai, Área de Influência de Barragem

1) Acadêmica do Curso de Gestão Ambiental da UNIPAMPA, Av. Francisco Hermenegildo da Silva, 1514, 97300-000 São Gabriel.

2) Acadêmico do Curso de Gestão Ambiental da UNIPAMPA, Rua Dácio de Assis Brasil, 332, 97300-000 São Gabriel.

3) Acadêmico do Curso de Gestão Ambiental da UNIPAMPA, Av. Francisco Hermenegildo da Silva, 1514, 97300-000 São Gabriel.

4) Prof. Adjunto do Campus de São Gabriel da UNIPAMPA, Rua Barão de São Gabriel, 1373, 97300-000 São Gabriel. E-mail: rafaelcabralcruz@gmail.com, bolsista EXP 1 CNPq.

1 INTRODUÇÃO

As variações nos níveis hidrológicos em sistemas rio-planície de inundação podem ser vistas como um regime de pulsos constituído de duas fases distintas: inundação (potamofase) e águas baixas (limnofase) (NEIFF,1990). A frequência, intensidade e duração de ambas as fases dependem da topografia do rio e dimensão da área da bacia. A dinâmica dos pulsos pode ser caracterizada por atributos hidrológicos definidos pela função FITRAS, acrônimo de Frequência, Intensidade, Tensão, Regularidade, Amplitude, Estacionalidade (NEIFF,1990). Estes atributos apresentam duas dimensões:

- Espaciais: que determinam os efeitos do pulso (amplitude, intensidade e tensão);
- Temporais: que se relacionam com o comportamento histórico dos atributos espaciais (frequência, recorrência e sazonalidade).

Após a construção da barragem ocorre um efeito de regularização do regime de pulsos do trecho do rio a jusante do empreendimento. Este estudo tem por objetivo caracterizar a referida regularização para identificar o ponto em que esta não se faz mais presente. Assim definindo, no trecho do rio, a extensão que deve ser considerada área de influência da barragem.

A construção de barragens altera o regime pulsátil do rio, causando graves efeitos sobre as propriedades físicas do rio e das comunidades.

Os principais efeitos no regime de pulsos de um rio causado pela construção de barragens são (COLLISCHONN *et al.*, 2005; PETRY, 2001):

- a) Redução na amplitude dos pulsos;
- b) Oscilações semanais do nível hidrométrico;
- c) Alteração do regime hidrológico natural, caracterizado pela variabilidade sazonal e interanual. Este regime é substituído pelo regime controlado, com altas vazões durante a estiagem e cheias parcialmente ou completamente amortecidas. A variabilidade sazonal foi substituída pela variabilidade provocada pela operação das turbinas e comportas, que pode apresentar ciclos muito curtos, como o diário ou semanal, atendendo à demanda por energia.

As principais causas decorrentes desses efeitos são (BARATA & CRISPINO, 2006):

- a) As populações têm uma memória de pulsos, a partir de pulsos diferentes à adaptação pode ocorrer para uma espécie e para outra não;
- b) A flora e fauna dos ecossistemas aquáticos apresentam inúmeras características relacionadas com o regime hidrológico dos grandes rios e áreas alagadas e de várzeas. O regime hidrométrico tem condições altamente flutuantes produzindo-se pulsos de frequência e magnitude variadas. Estes pulsos apresentam períodos de inundação e seca produzindo grandes alterações na estrutura e funcionamento das comunidades aquáticas.

Os efeitos da construção da barragem vão se atenuando na medida em que se acumulam os efeitos das confluências e aumenta a área da bacia (TUCCI, 2007). Pode-se, portanto, construir a hipótese de que existe um ponto, situado a jusante da barragem, em que o efeito de regularização provocado pela implantação da barragem é compensado pelos efeitos de aumento da área e de confluências. Ou seja, neste ponto não encontram-se mais diferenças nos padrões de pulsos quando se comparam períodos anteriores e posteriores à implantação da barragem. A determinação deste trecho, entre a barragem e o ponto de ausência de alteração de pulsos antes e após implantação, pode subsidiar a definição da área de influência do empreendimento a jusante do eixo da barragem.

Os termos de referência dos EIA-RIMA, que definem os requisitos para o licenciamento de barragens pelos órgãos ambientais, deveriam conter uma análise de impacto no fluxo hidrológico do rio. A legislação na resolução CONAMA nº 01/86 diz que a unidade fundamental de análise de impacto ambiental é a bacia hidrográfica, portanto a área da bacia afetada pela barragem deve ser conhecida, incluindo o trecho de rio cujo regime de pulsos sofreu influência do barramento, visto a forte ligação que o ecossistema tem com estes pulsos. Os impactos locais e gerais, que podem ser causados em função da criação da barragem devem ser conhecidos, sendo necessária a especificação do trecho de rio que tem seu pulso alterado. Neste sentido, é necessário o desenvolvimento de metodologias para conhecer esses impactos, bem como a extensão do trecho a jusante do empreendimento em que eles são sentidos.

Richter *et al.* (1997) desenvolveram metodologia para a avaliação das mudanças provocadas no regime de pulsos hidrológicos pré e pós construção de barragens (RVA – “Range of Variability Approach”). O método está disponível no software IHA v. 7 (THE NATURE CONSERVANCY, 2007). No entanto, esta abordagem requer que as séries históricas possuam poucas falhas e sejam relativamente longas, para que o processamento seja significativo. Deste modo, o RVA não é aplicável em inúmeras situações, muito comuns, em que a carência de dados é a regra, manifesta em séries descontínuas, falhadas e sem correlação de períodos entre estações sucessivas na rede hidrográfica. Neste estudo, procura-se utilizar os descritores do regime de variação hidrológica do software IHA para construir umas alternativas ao RVA, possível de ser aplicada, dentro de limites, a uma situação de carência de dados.

A UHE Itá (1450MW) é o empreendimento já existente situado mais a jusante no rio Uruguai em seu trecho nacional, situado como último degrau de um sistema de barragens em cascata, que inclui, no seu eixo principal, ainda a UHE Barra Grande e a UHE Machadinho. Dado o seu grande potencial hidrelétrico – da ordem de 41 kWmed/km² (MMA, 2006), existe grande demanda para construção de grandes usinas na bacia do rio Uruguai. Dada a existência de longo trecho do rio Uruguai livre de barramentos entre a UHE Itá e a UHE Salto Grande, situada no trecho internacional na fronteira entre Uruguai e Argentina, selecionou-se esta para o estudo de caso.



Figura 2 - Usina Hidrelétrica de Itá (WIKIPÉDIA, 2009)

2.3 Metodologia

Para a determinação da área da bacia do Rio Uruguai, influenciada pela UHE Itá, foram obtidas as séries históricas das estações fluviométricas a jusante da barragem, expressas na Tabela 1, com o órgão responsável – Agência Nacional de Águas (ANA). No entanto, somente foram obtidos dados de vazões, nas mesmas janelas temporais, pré e pós implantação da UHE Itá para as estações Passo Caxambu, Iraí e Uruguaiana. Deste modo, o estudo foi limitado para estas estações.

Tabela 1 – Estações fluviométricas do rio Uruguai utilizadas para o estudo

Código	Nome da Estação
73550000*	Passo Caxambu
74100000*	Iraí
74800000	Porto Lucena
75550000	Garruchos
75780000	Passo São Borja
75900000	Itaqui
77150000*	Uruguaiana

* Estações para as quais foi possível selecionar janelas pré e pós implantação da UHE Itá.

O software utilizado para obter as características do regime hidrológico foi o IHA versão 7 (Richter *et al.*, 1996) sendo efetuadas análises para períodos pré e pós construção da UHE Itá. As janelas temporais utilizadas foram: 01/07/1998 – 15/12/1999 (pré, 533 dias) e 09/03/2001 – 31/12/2002 (pós, 663 dias).

Os dados de vazão de cada estação fluviométrica do rio Uruguai foram organizados em tabelas do Excel, sendo realizado o preenchimento de falhas para um e dois dias. Posteriormente, foram processados através do software IHA.

O modelo hidrológico utilizado para caracterizar o padrão de variabilidade das vazões diárias foi o EFC – “Environmental Flow Component” (RICHTER *et al.*, 1996), o qual, através da definição de parâmetros ecológicos relevantes que caracterizam a frequência e duração das flutuações das vazões, define um cenário de referência para cada parâmetro RVA, com base em percentis ou desvio padrão.

Neste estudo foram utilizados os valores de vazões (EFCs) que representam percentis de 10%, 25%, 50%, 75% e 90%. Valores baixos de percentis refletem altas permanências e valores altos de percentis significam baixas permanências de vazões. Um período de retorno de 2 anos é representado por um percentil de 50%, enquanto um período de retorno de 10 anos é representado por um percentil de 90%. Os indicadores utilizados foram: vazões mínimas de 1, 3, 7, 30 e 90 dias, vazões máximas de 1, 3, 7, 30, 90 dias e o índice de vazão basal (THE NATURE CONSERVANCY, 2007).

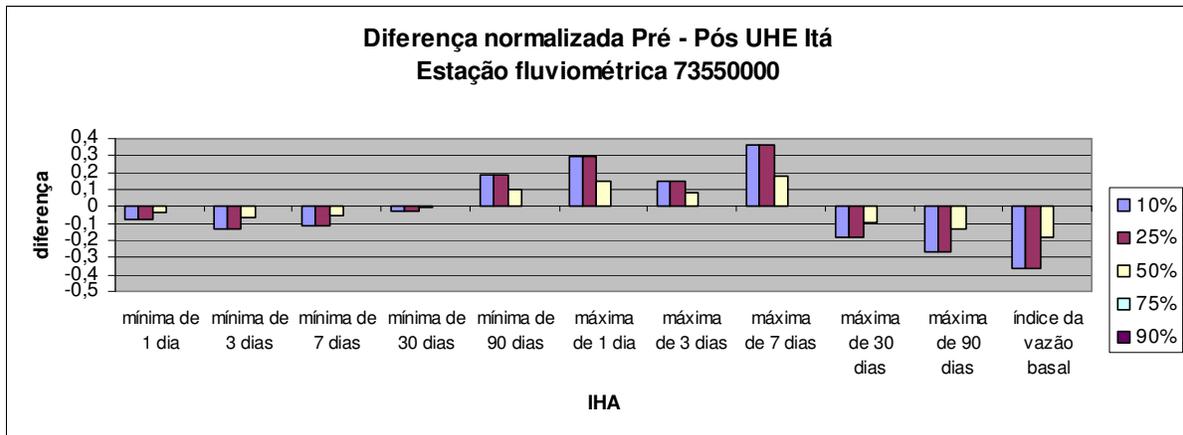
Com vistas à comparação dos valores de percentis em termos padronizados com relação à variabilidade, os valores de vazões de cada percentil foram divididos pelo valor máximo de vazão encontrado para cada descritor. Ou seja, os valores padronizados expressam a contribuição relativa de cada percentil para a variabilidade do descritor (EFC).

Os valores normalizados dos EFCs de cada estação, pós barramento, foram subtraídos dos valores pré barramento, resultando matrizes de diferenças padronizadas pré – pós UHE Itá para cada uma das estações fluviométricas. Estas matrizes foram analisadas graficamente.

3 RESULTADOS

Os dados de vazões, pré e pós UHE Itá, utilizados para a realização do estudo, foram obtidos junto a ANA, e referem-se às estações fluviométricas: Passo Caxambu, Iraí e Uruguaiana, os quais resultaram nos Gráficos 1, 2 e 3 que apresentam a Diferença normalizada Pré-Pós UHE Itá nas estações correspondentes.

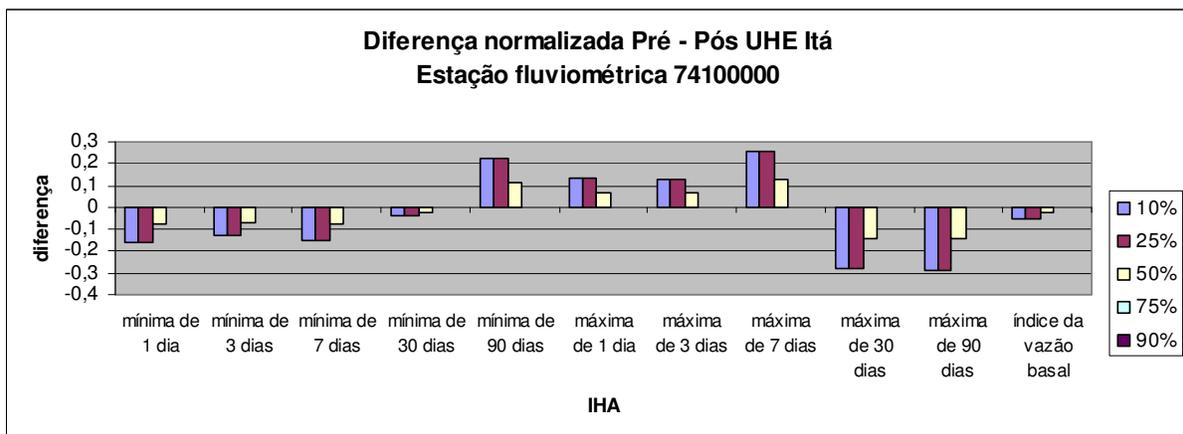
Gráfico 1 – Diferença normalizada Pré-Pós UHE Itá na Estação fluviométrica Passo Caxambu (73550000)



A estação Passo Caxambu é primeira estação fluviométrica a jusante da Usina Hidrelétrica Itá (UHE Itá).

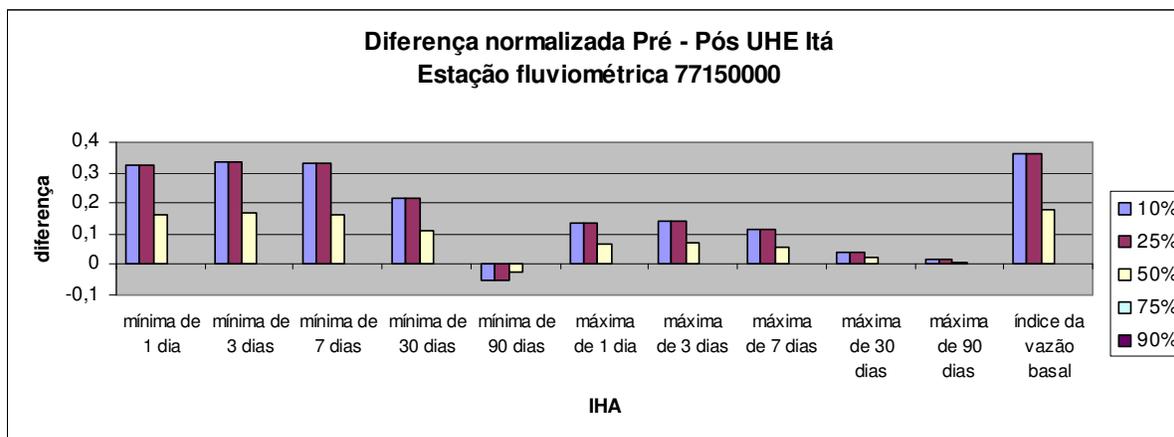
Os dados apresentados no Gráfico 1 mostram que a estação Passo Caxambu teve seu regime hidrológico alterado pela hidrelétrica. Observa-se que diferenças negativas são observadas nas vazões mínimas de 1, 3, 7 e 30 dias, demonstrando que estas aumentaram sua contribuição na variação total após a implantação da UHE Itá. Padrão inverso se vê nas vazões máximas de 1, 3 e 7 dias, demonstrando uma diminuição destas vazões máximas após a implantação da barragem. A alteração positiva das vazões mínimas de 90 dias e negativas das vazões máximas de 30 e 90 dias, demonstram que eventos extremos de longa duração podem extrapolar a capacidade de regularização do reservatório. A diferença negativa do índice de vazão basal é consistente com o efeito de regularização provocado pela barragem, similar a um aumento do escoamento subterrâneo. A análise qualitativa dos padrões demonstra que houve um efeito de regularização com a implantação da UHE Itá, o qual é perceptível na estação Passo Caxambu.

Gráfico 2 – Diferença normalizada Pré-Pós UHE Itá na Estação fluviométrica Iraí (74100000)



Os dados da estação fluviométrica Iraí, apresentados no Gráfico 2, apesar de mostrar uma pequena redução da amplitude da diferença normalizada, demonstram um padrão similar ao apresentado estação Passo Caxambu, indicando que nesta estação ainda são sentidos os efeitos regulatórios da UHE Itá no seu regime hidrológico, podendo esta ser considerada uma área de influência da barragem.

Gráfico 3 – Diferença normalizada Pré-Pós UHE Itá na Estação fluviométrica Uruguaiana (77150000)



Os dados do Gráfico 3, referentes a estação fluviométrica Uruguaiana, mostram diferenças positivas em todas as EFCs, com exceção da vazão mínima de 90 dias. Ou seja, no período posterior à implantação da UHE Itá, quase todas as vazões diminuíram em cada EFC. Este padrão não é consistente com o efeito de regularização de uma barragem. Ou seja, este padrão demonstra que esta estação não teve seu regime hidrológico alterado pela UHE Itá.

Comparando-se visualmente os Gráficos 1 a 3, pode-se perceber que o padrão das diferenças é similar nas duas primeiras estações, situadas ainda no trecho nacional do rio Uruguai, havendo somente uma alteração da amplitude de variação, o que é consistente com a hipótese de que a variabilidade provocada pela implantação da barragem vai sendo atenuada pelo aumento da área e pelos efeitos de confluência. O padrão da estação Uruguaiana é completamente diferente. No entanto, como não foi possível a obtenção de informação referente ao trecho entre as estações Iraí e Uruguaiana, não é possível definir até onde este efeito é perceptível. Com base nos dados disponíveis, foi possível identificar, graficamente, que ao menos até a estação Iraí os efeitos da UHE Itá são perceptíveis, o que significa que a área de influência do empreendimento, em termos de alteração hidrológica, deveria ter considerado o trecho a jusante da mesma ao menos até esta estação.

CONCLUSÕES

Os dados obtidos no estudo mostram que as estações fluviométricas Passo Caxambu e Iraí tiveram seu regime de pulsos hidrológicos alterados pela construção da UHE Itá. Já a estação Uruguaiana não apresenta influência do empreendimento, demonstrando que a área de influência de UHE Itá se extingue em um ponto localizado no trecho de rio entre a estação fluviométrica de Iraí e a estação de Uruguaiana.

Entre a estação de Iraí e Uruguaiana estão localizadas as estações Porto Lucena (74800000), Garruchos (75550000), Passo São Borja (75780000) e Itaqui (75900000), porém, com dados obtidos junto a ANA, não é possível reconstruir as séries históricas de vazões para o período anterior a construção de UHE Itá nestas estações, impossibilitando a identificação da extensão do trecho de rio que teve seu regime hidrológico alterado pela construção da barragem.

Os resultados demonstram que a UHE Itá influenciou o regime de vazões do rio Uruguai até a estação fluviométrica Iraí.

A análise das diferenças padronizadas nos EFCs permitiu, em situação de séries curtas (carência de dados), captar os efeitos de regularização da UHE Itá, bem como a redução da amplitude das diferenças rio abaixo, demonstrando a viabilidade de aplicação da metodologia para identificação da área de influência de uma barragem no trecho de rio situado a jusante.

BIBLIOGRAFIA

- ANA. Agência Nacional de Águas. *HidroWeb – Sistemas de Informações Hidrológicas*. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 10/nov/ 2008.
- BARATA, D. & CRISPINO, L.M.B. (2006). “*O Ambiente Aquático e as Algas*”. Jardim Botânico de São Paulo, INSTITUTO DE BOTÂNICA, São Paulo-SP. 11p.
- COLLISCHONN, W.; AGRA, S. G.; FREITAS, G. K.; PRIANTE, G. R.; TASSI, R.; SOUZA, C. F. (2005). “*Em busca do hidrograma ecológico*” in Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos ABRH João Pessoa.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2009). *FRAG-RIO. Desenvolvimento Metodológico e Tecnológico para Avaliação Ambiental Integrada Aplicada ao Processo de Análise de Viabilidade de Hidrelétricas. Relatório da Etapa I*. Santa Maria: UNIPAMPA/UFSM. 279 p.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2006). *Cadernos da Região Hidrográfica do Uruguai*. Brasília: SRH/MMA.
- NEIFF, J. J. (1990). Ideas Para la Interpretacion Ecologica del Parana. *Interciencia*, vol 15, n. 6. pp. 424-440.
- PETRY, A.C.(2001). “*Variação Espacial na Estrutura das Assembléias de Peixes da planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil*”. Programa de Pós Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR. 49 p. (Dissertação)
- RICHTER, B.D.; BAUMGARTNER, J.V.; POWELL, J. & BRAUN, D.P. (1996). A Method for Assessing Hydrologic Alteration Within Ecosystems. *Conservation Biology*, vol. 10, n. 4. pp 1163-1174.

THE NATURE CONSERVANCY. (2007). *Indicators of Hydrologic Alteration Version 7 User's Manual*. Charlottesville, VA: The Nature Conservancy. 70 p.

TUCCI, C. E. M. et al. (2007). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 4 ed., Porto Alegre: UFRGS/ABRH. 943 p.

USINA Hidrelétrica de Itá. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_Hidrelétrica_de_Itá. Acesso em: 27 de maio de 2009.