

Análise de Vazões em Foz do Areia na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu

Carina Pedrozo
Eimi Veridiane Suzuki
Adriana Regina Tozzi Pontoni

Resumo

O Rio Iguaçu possui um leito com 1.275 quilômetros de comprimento, e nele existem 5 usinas hidrelétricas que geram quase 7 % da produção nacional (sem o incremento da usina Belo Monte). Este estudo terá como objetivo analisar as características estatísticas das séries históricas de vazões observadas em uma das usinas situadas no Rio Iguaçu: a Usina Hidrelétrica de Foz do Areia, após esta análise será verificada a existência de inconsistência nos dados disponibilizados. Para isso será obtida, junto a ONS, a série histórica de vazões naturais para o período entre 1931 e 2014, a análise desses dados fornecerá dois gráficos, o das vazões médias mensais, e da curva de permanência em Foz do Areia. Pela curva de permanência é possível observar que a vazão em 95 % do tempo é de 170 m³/s. Os dados também indicam uma linha de tendência com leve crescimento, nas últimas décadas, das vazões médias anuais na Usina Hidrelétrica de Foz do Areia.

Palavras-chave: Rio Iguaçu; Usina Hidrelétrica; Foz do Areia; análise de vazões.

Abstract

The Iguaçu River have a riverbed with 1275 km long, and into it there are 5 hydroelectric plants that generate nearly 7% of national production (without the energy produced by Belo Monte). This study will aim to analyze the statistical characteristics of the historical series of flows observed in one of the plants located in the Iguaçu River: Hydroelectric Plant Foz do Areia, after a analysis it will be checked for inconsistencies in the available data. For that the historic series of natural flow for the period between 1931 and 2014 will be obtained from the ONS, and the analysis of these data will provide two graphs, the monthly average flow rates, and the duration curve in Foz do Areia. For the duration curve is possible to see that the flow in 95% of the time is 170 m³/s. The data also indicate a trend line with a slight increase in recent decades of the average annual flow in the Power Plant Foz do Areia.

Keywords: Iguaçu River; Hydroelectric Power Plant; Foz do Areia; Analysis of flow rates.

Introdução

A bacia hidrográfica do Rio Iguaçu é de grande importância para a economia e desenvolvimento do estado do Paraná, tanto para as cidades que se formaram a suas margens, como para abastecimento de água e geração de energia elétrica. (MARONE, 2010)

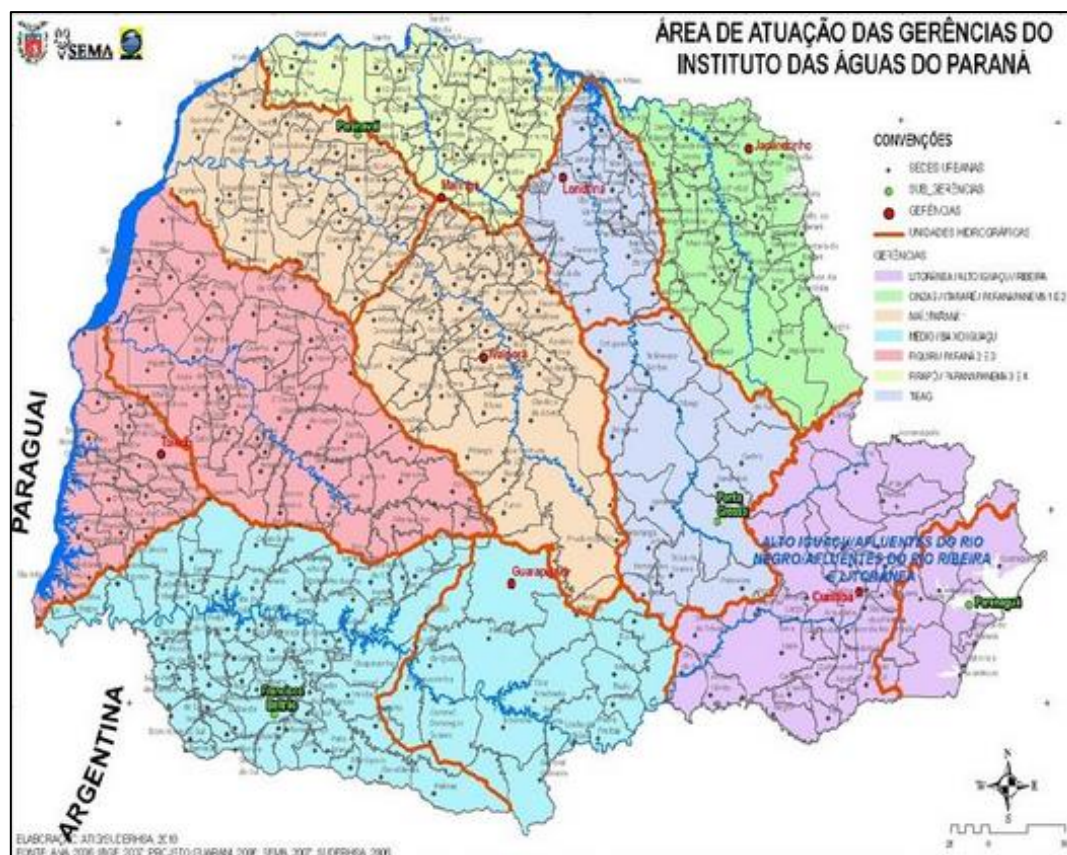
Ao longo de 1.275 quilômetros, comprimento do leito do rio Iguaçu, todo ele situado no estado do Paraná, existem 5 usinas hidrelétricas com geração média anual de 6.673 megawatts, o que corresponde a quase 7 % da produção nacional, sem o incremento da usina Belo Monte.

A mata ciliar em todo seu percurso é bastante rica em biodiversidade, fauna e flora e o relevo é peculiar, variando da planície em suas nascentes, a montanhoso na foz, culminando com as Cataratas do Iguaçu, onde a vazão média anual é 1.500 m³/s.

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu é subdividida em três sub-bacias (alto, médio e baixo Iguaçu), como pode-se ver na Figura 1, a região de análise deste estudo refere-se a de maior modificação por ação antrópica, a sub bacia do alto e médio Iguaçu, mas especificamente a região da primeira usina hidrelétrica situada no município de Pinhão.

O estudo objetiva analisar as características estatísticas das séries históricas de vazões observadas na Usina Hidrelétrica de Foz do Areia e verificar a existência de inconsistência nos dados disponibilizados.

Figura 1 – Localização das Bacias Hidrográficas no Paraná



Fonte: SEMA, 2010.

Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi estruturada em duas etapas, sendo a primeira a caracterização fisiográfica do local e a segunda em estudos hidrológicos.

Caracterização Fisiográfica

A Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Neto - Foz do Areia situa-se no Rio Iguaçu, a 5 km a jusante da foz do rio Areia, no estado do Paraná a 240 km a sudoeste de Curitiba, no município de Pinhão. A UHE Foz do Areia possui capacidade instalada de 1.675 MW de potência.

As obras foram iniciadas em 1975 e a usina começou a operar em 1980, a barragem possui 160 metros de altura e 828 metros de comprimento. A Usina

Hidrelétrica de Foz do Areia opera com quatro unidades geradoras de 419MW de potência cada. (COPEL, 2016)

A geologia predominante na região do aproveitamento consiste em substrato de rochas basálticas com cobertura de solos residuais.

No relatório de Engenharia da Usina Hidrelétrica a caracterização fisiográfica considera que não ocorreram profundas alterações no relevo, consistindo a irregularidade das nascentes na Serra do Mar, seguindo a direção nordeste-sudoeste até Porto Vitória, desenvolvendo em baixas declividades sobre rochas cristalinas, onde ingressa nos sedimentos da formação Campos Gerais.

Estudos Hidrológicos

As séries históricas de vazões são obtidas a partir de dados observados diariamente, podendo ser compiladas em intervalos mensais, anuais ou em períodos diferentes conforme a necessidade do estudo realizado.

Certos comportamentos observados em séries com intervalos de tempo mensais apresentam periodicidade e sazonalidade de suas características probabilísticas, como: média, variância, curtose e correlação.

As análises dos dados estatísticos obtidos na série histórica de vazões são fatores muito utilizados para a gestão dos Recursos Hídricos, para verificação de possíveis riscos quanto a geração de energia elétrica, para a manutenção dos reservatórios e segurança da população ribeirinha. (LACTEC, 2009).

Muitos estudos foram desenvolvidos para configurar os regimes pluviométricos e fluviométricos ao longo do rio Iguaçu, contudo a ocupação das áreas circundantes ao e pertencentes a bacia hidrográfica foi muito alterada ao longo das últimas décadas devido ao aumento da população principalmente na região do alto Iguaçu.

Modificações no regime de vazões podem ser causadas por diversos motivos, entre eles: o desmatamento, a operação e implantação de reservatórios, aumento no abastecimento humano, utilização para irrigação e aumento na impermeabilização do solo, como aumento de cidades e rodovias.

Alterações no balanço hídrico dentro da bacia hidrográfica e no regime de escoamento ocasionam, dentre outras consequências, maior velocidade de cheias que podem causar rupturas nas estruturas utilizadas no manejo da água para diversos fins.

Todos estes efeitos influenciam nas análises das séries históricas obtidas nos postos fluviométricos, podendo incorrer em erros de leitura ou caracterização da região analisada. Para evitar tais efeitos utilizam-se vazões com características naturais, onde são realizadas ponderações entre as vazões liberadas ou retidas em reservatórios, vazões observadas, os usos da água e as superfícies impermeabilizadas ao longo da bacia hidrográfica (UFPR, 2006).

Métodos e Resultados

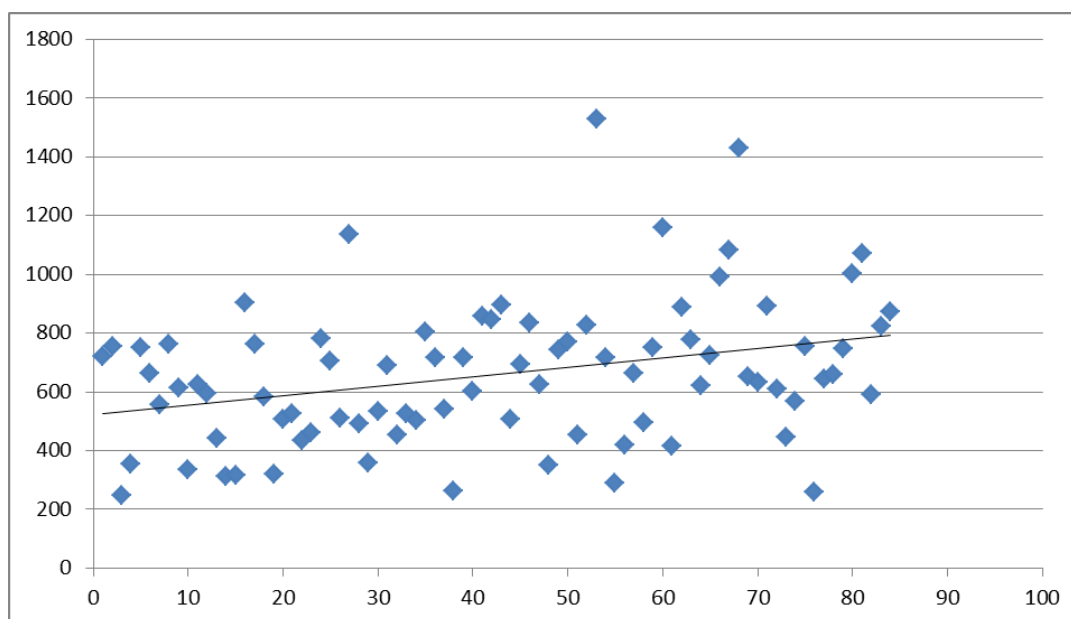
Para o estudo foram utilizados dados da série histórica de vazões naturais na localidade da Usina Hidrelétrica de Foz do Areia obtida junto a ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) no período de 1931 a 2014, as vazões mensais foram transformadas em médias anuais para o mesmo período, atenuando com isto os extremos observados nas séries diárias e mensais.

A localização da usina hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Neto (Foz do Areia) está entre as coordenadas 25°53'S e 51°13'O e 26°12' S e 51°41', possui área de drenagem do reservatório de 29.900km².

A utilização de vazão natural para análise estatística é importante porque são dados sem influência de reservatórios ou outros dispositivos que modificam as vazões, regularizando-as ou reduzindo.

As vazões médias mensais foram condensadas e calculadas as médias anuais. Os dados foram compilados e estão apresentados na Figura 2:

Figura 2 – Vazões Médias Mensais em Foz do Areia



Os dados utilizados no gráfico estão expressos na tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Vazões Médias Mensais Naturais

ANO	Média Anual	ANO	Média Anual	ANO	Média Anual	ANO	Média Anual
1931	720	1953	460	1975	695	1997	1082
1932	753	1954	782	1976	836	1998	1429
1933	249	1955	706	1977	624	1999	652
1934	356	1956	511	1978	352	2000	633
1935	750	1957	1136	1979	744	2001	892
1936	665	1958	490	1980	771	2002	609
1937	557	1959	359	1981	454	2003	445
1938	763	1960	532	1982	826	2004	569
1939	615	1961	691	1983	1528	2005	755
1940	337	1962	452	1984	716	2006	259
1941	625	1963	526	1985	290	2007	644
1942	593	1964	504	1986	418	2008	660
1943	440	1965	805	1987	663	2009	746
1944	311	1966	716	1988	494	2010	1001
1945	316	1967	540	1989	752	2011	1069
1946	903	1968	264	1990	1158	2012	592
1947	761	1969	717	1991	415	2013	822
1948	583	1970	604	1992	886	2014	871
1949	322	1971	857	1993	778		
1950	507	1972	847	1994	621		
1951	526	1973	896	1995	723		
1952	435	1974	508	1996	990		

A partir destes valores foram obtidas as principais características estatísticas da série. Estas características são:

- Média de longo termo – 660,14 m³/s;
- Desvio Padrão – 498,38
- Variância – 248388,4
- Autocorrelação – 0,190

Como a ocorrência de vazões na natureza não segue padrão definido anteriormente, nem é possível previsão com certeza absoluta sobre sua ocorrência a análise estatística de vazões as analisa como variáveis aleatórias, utilizando processos estocásticos.

A função de autocorrelação é importante para definição da independência entre os dados da série estatística, para verificação dos riscos a serem assumidos na operação dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

Se o fenômeno não sofrer influência dos dados passados, o valor da função autocorrelação é igual a zero, no caso do valor ser igual a 1, a ocorrência dos dados é totalmente dependente das ocorrências anteriores.

Com isto, a série analisada no local da Usina Hidrelétrica Foz do Areia, possui valor de 0,19, demonstrando baixa dependência com vazões observadas no passado.

A máxima vazão observada na série de vazões naturais no período de 1931 a 2014 ocorreu em julho de 1983, registrando 5.150 m³/s.

Outra estudo importante é a verificação da curva de permanência, gráfico que expressa a frequência que uma determinada vazão é igualada ou superada, é obtida quando as vazões são ordenadas e calculadas o percentual de ocorrência.

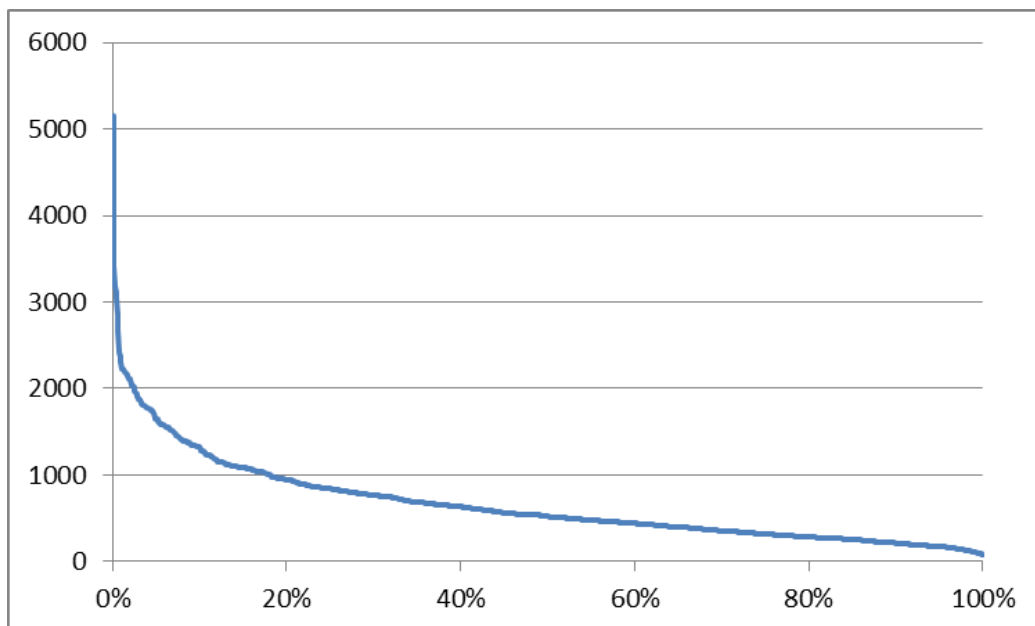
O procedimento utilizado para obtenção da curva de permanência foi:

- As vazões foram dispostas em ordem decrescente;
- Valores foram transformados em porcentagem, dividindo-se o valor individual pelo número total de registros;

A curva para vazões médias anuais é diferente para médias mensais, visto que as vazões alteram de mês a mês (PINTO et. al, 1976).

A curva de permanência referente as vazões médias mensais para o local do estudo pode ser observada na Figura 3.

Figura 3 – Curva de Permanência em Foz do Areia



Pela curva de permanência é possível observar que a vazão em 95 % do tempo é de 170 m³/s, para certas verificações, a vazão de 95% é considerada a vazão sanitária mínima para garantir a manutenção ribeirinha.

Conclusões

Em relação as análises de independência de vazões, foi verificado a baixa dependência entre os anos, portanto possui um comportamento aleatório, não influenciando significativamente nas vazões dos anos seguintes.

Os estudos futuros deverão ser baseados na característica de autocorrelação, que possibilita a aplicação de modelos de geração de séries sintéticas, além de metodologias para cálculo dos riscos na geração de energia e operação dos reservatórios.

Com relação as vazões médias anuais em Foz do Areia quando analisada em gráfico, conforme a Figura 2, sugere uma linha de tendência com leve crescimento nas últimas décadas, tal fato pode ser resultado das ações realizadas na bacia hidrográfica, modificação na forma de observações das vazões, mudança nos locais dos postos fluviométricos ou ainda alterações climatológicas, de origem antrópica ou natural.

O crescimento na tendência das médias anuais de vazão em Foz do Areia deve ser mais analisado em estudos futuros.

Referências Bibliográficas

COPEL – **Usina Bento Munhoz da Rocha**. <http://www.copel.com/> dia 10/09/2016 às 14:00hs. Dados referentes a usina hidrelétrica Foz do Areia.

LACTEC. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial UHE Governador Bento Munhoz Da Rocha Neto (Foz Do Areia)**, Curitiba, 2009

MARONE, J. R. **Rio Iguaçu é "gigante" pela própria natureza**. Especial Águas do Amanhã, Curitiba, 2010

ONS – Site http://www.ons.org.br/operacao/vazoes_naturais.aspx, dia 19/07/2016 às 15:00hs. Dados referentes as vazões médias mensais naturais em Foz do Areia no período de 1931- 2014.

PINTO, N. L. S. HOLTZ, A. C. T. MARTINS, J.A. GOMIDE, F.L.S. **Hidrologia Básica**, pag. 170. São Paulo, 1976.

SEMA - **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos** BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PARANÁ- Projeto Gráfico, Curitiba, 2010.

USP/UFPR – Projeto Bacias Críticas; Projeto MF5-8. Critérios para a definição de vazões críticas para enquadramento, 2006.