

## ANÁLISE DE SÉRIE HISTÓRICA DE VAZÃO. ESTUDO DE CASO: RIO PARNAÍBA

Kaio Sales de Tancredo Nunes (1); Amanda Maria Felix Badú (2); Maria Helena de Lucena Justiniano (3);

- (1) Universidade Federal de Campina Grande, kaiosales\_12@hotmail.com  
(2) Universidade Federal de Campina Grande, amandafelixbadu@hotmail.com  
(3) Universidade Federal de Campina Grande, helenajustiniano7@gmail.com

**Resumo:** Sabe-se que a disponibilidade de recursos hídricos é de grande relevância de maneira a atender a demanda do ser humano, além disso, entende-se que grandes cheias em rios, especialmente quando imprevistas, podem acarretar diversos fenômenos como o das enchentes em cidades. Vê-se assim que devem ser realizadas análises dos rios, de maneira a prever o comportamento e a capacidade destes. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é realizar um levantamento de dados e análise de vazões de uma série histórica de 51 anos do Rio Parnaíba, na sua parcela localizada na sub-bacia do Alto Parnaíba, da bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, a partir de dados obtidos no site da plataforma *Hidroweb* da Agência Nacional de Águas (ANA). No trabalho foi possível estabelecer diversos parâmetros estatísticos, de forma a analisar o comportamento da vazão do rio, além de ter sido possível também a elaboração de diversos gráficos, desde histogramas, diagramas, polígonos de frequência, além do valor da vazão mínima de 7 dias em um período de retorno de 10 anos, da curva de permanência de vazão e vazões para outros diferentes tempos de retorno.

**Palavras-chave:** Frequência de vazões, dados fluviométricos, período de retorno.

### INTRODUÇÃO

Os rios são de grande importância ao ciclo hidrológico, visto que representam a principal fonte de água doce para suprir as necessidades e atividades econômicas do ser humano, e se sabe que estimados mais de 50% destes estão concentrados na América do Sul, em especial no Brasil que é o país mais rico em abundância de recursos hídricos do mundo. Têm-se então que a determinação da vazão de um rio consiste em uma etapa fundamental nesse processo de caracterização das condições hidrológicas e na avaliação da disponibilidade hídrica de uma bacia, de modo a avaliar a capacidade de atendimento à demanda hídrica do ser humano.

As secas que atingem periodicamente o Nordeste do Brasil causam grandes impactos sociais, econômicos e ambientais. A população da região acaba por conviver com a difícil realidade da instabilidade climática e a ocorrência das secas, tornando essa situação uma grande problemática para a política do governo. Sabe-se que dentre as principais consequências das secas têm-se as relacionadas a baixas produção de colheitas, além da dificuldade para o abastecimento de água para centros urbanos e comunidades rurais (SILVA, 2004).

Quanto a necessidade da análise de dados de vazão máxima entende-se que “Estudos mais detalhados para verificar os picos de vazão em áreas de riscos e a capacidade do rio de suportar tal

vazão podem contribuir para o planejamento urbano reduzindo os riscos ambientais” (BIANCHI et al., 2012).

Tendo em vista a afirmativa da importância de estudos a respeito das vazões de uma localidade, e especialmente se voltando para a variabilidade de recursos hídricos do Brasil, o presente trabalho visa realizar levantamento e análise de vazões de uma série histórica de 51 anos do rio Parnaíba, mais especificamente de sua parcela localizada na estação de medição da sub-bacia do Alto Parnaíba, da bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, o qual por sua vez ocupa os estados do Piauí, Maranhão e Ceará. Os dados necessários para os estudos foram obtidos a partir das séries históricas disponibilizadas na plataforma *Hidroweb* da Agência Nacional de Águas (ANA).

## **METODOLOGIA**

### **Caracterização da área de estudo**

Segundo o IBGE (2014) o Rio Parnaíba possui um percurso de mais de 1.400 km, e atravessa diferentes biomas, como o Cerrado, a Caatinga e o Costeiro, sendo este a principal artéria de uma das mais importantes regiões hidrográficas do Nordeste do Brasil, ocupada pelos estados do Piauí, Maranhão e Ceará. A origem do Rio Parnaíba ocorre na Serra da Tabatinga, que limita o Piauí com a Bahia, Maranhão e Tocantins. As nascentes se formam a partir de ressurgências na Chapada das Mangabeiras, as quais originam os cursos dos rios Lontras, Curriola e Água Quente que, unidos, formam o rio Parnaíba. Seus principais afluentes são alimentados por águas superficiais e subterrâneas, destacando-se os rios Balsas, Gurgueia, Piauí, Canindé, Poti e Longá.

A parte de estudo do rio, consiste mais especificamente naquela localizada na Região da sub-bacia do Alto Parnaíba, onde correm os rios das Balsas, Uruçuí Vermelho, Uruçuí Preto, Gurgueia, Itaueira e, por sua vez, o rio Parnaíba que será o alvo do estudo. A vegetação desta sub-bacia é tipicamente constituída por elementos de Savana (Cerrado), havendo também ocorrências de Caatinga (IBGE, 2014).

Figura 1 - Localização da região hidrográfica do Parnaíba



Fonte: Caderno da Região Geográfica do Parnaíba (IBGE, 2006-Adaptado).

### **Obtenção de dados fluviométricos**

Os dados para a realização dos estudos foram acessados através de uma ferramenta que disponibiliza as séries históricas de vazão, sendo esta a plataforma o site *HidroWeb*, da Agência Nacional de Águas (ANA).

### **Desenvolvimento dos cálculos**

Para execução dos cálculos e elaboração de gráficos, de forma a se obter os resultados pretendidos, foi-se utilizado de fórmulas de estatística através do software Microsoft Excel.

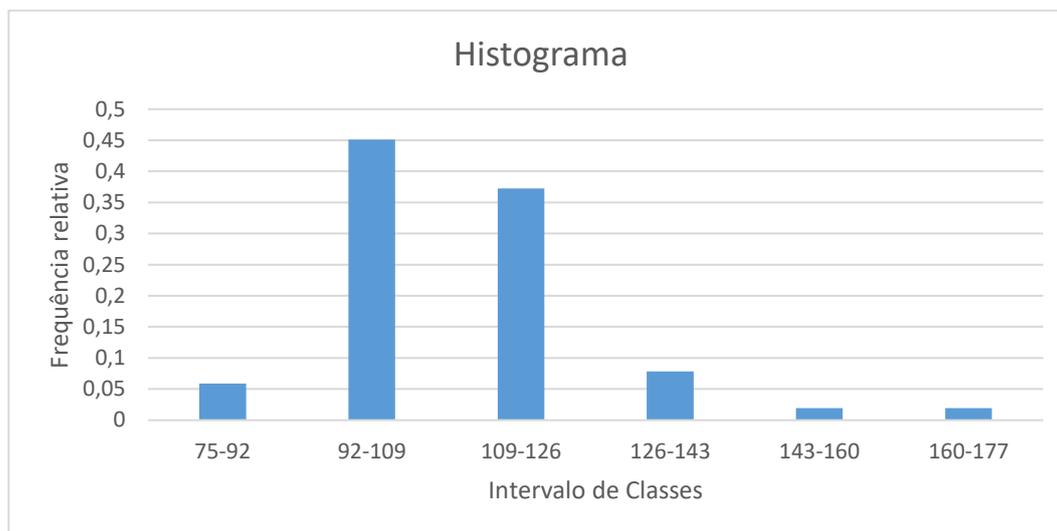
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Vazões médias anuais**

É de grande importância o conhecimento de vazões médias de um rio, sendo fundamental para obras hidráulicas em geral, como por exemplo quando se pretende projetar uma barragem de regularização, em que se determina o volume do reservatório a partir das vazões médias do curso d'água que se quer barrar.

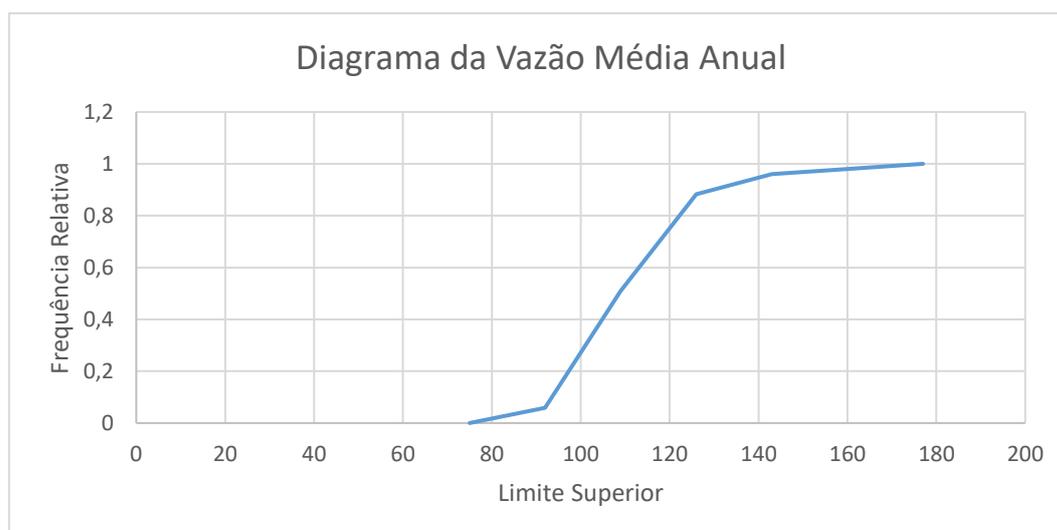
Desta forma, analisando dados de vazões média anuais calculados a partir dos fornecidos no banco de dados, o gráfico 1 apresenta a relação entre a frequência relativa com que ocorre essas vazões médias anuais dentro um intervalo de classes, representado o histograma característico da série de dados.

Gráfico 1 – Histograma de Vazão Média Anual



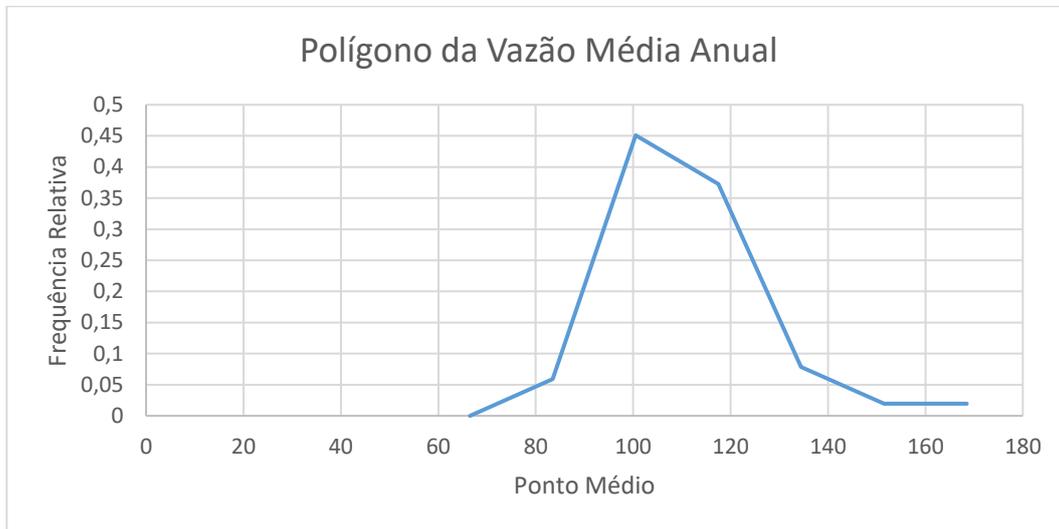
No gráfico 2, estão dispostos os valores relacionados a frequência relativa acumulada e os intervalos de classes, dos respectivos dados das vazões dos 51 anos indicando o diagrama de frequência acumulada.

Gráfico 2 – Diagrama de frequência acumulada da vazão média anual



No gráfico 3, pode-se observar um polígono de frequência, que apresenta a relação entre a frequência relativa dos dados de vazão média anual com o ponto médio dos intervalos de classes.

Gráfico 3 – Polígono de frequência dos dados de vazão média anual

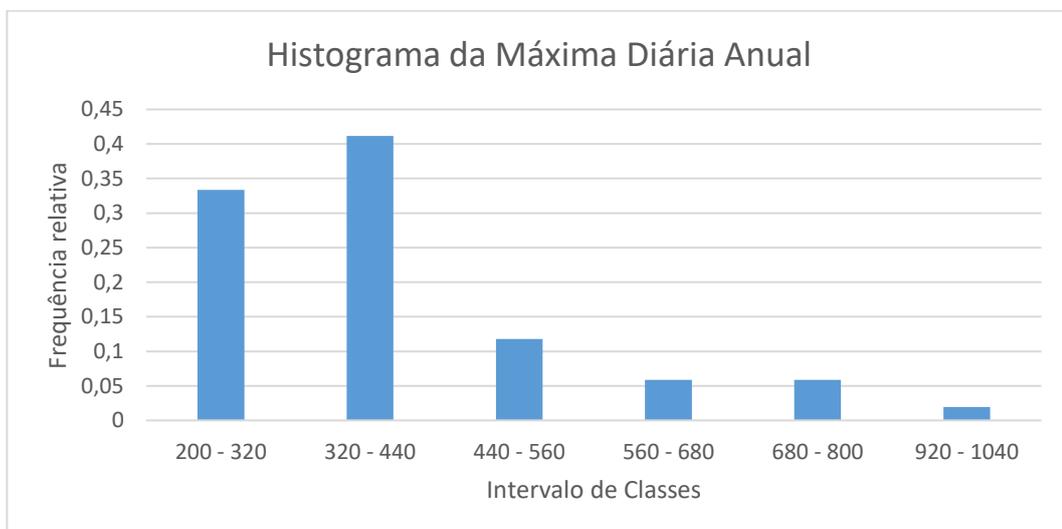


### Vazões máximas diárias anuais

São necessários estudos de vazões máximas para projetos de muitas obras de engenharia, como canais, bueiros, galerias de águas pluviais e na determinação de altura das pontes.

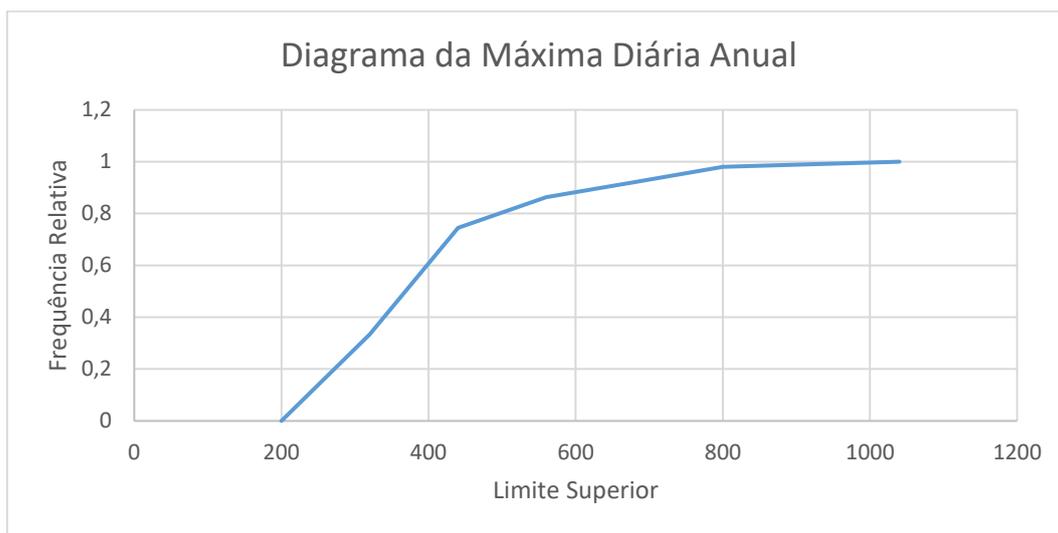
O gráfico 4 apresenta, a relação entre a frequência relativa com que ocorre essas vazões máximas diárias anuais dentre um intervalo de classes, representado o histograma característico da série de dados.

Gráfico 4 – Histograma de Vazão Máxima diária anual



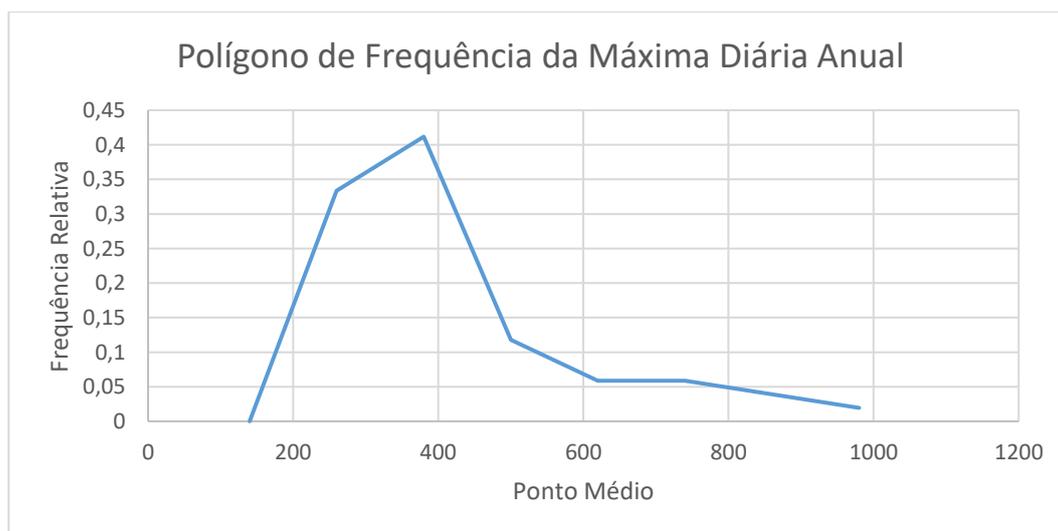
No gráfico 5, estão dispostos os valores relacionados a frequência relativa acumulada e os intervalos de classes, dos respectivos dados das vazões dos 51 anos indicando o diagrama de frequência acumulada.

Gráfico 5 – Diagrama de frequência acumulada da vazão máxima diária anual



No gráfico 6, pode-se observar um polígono de frequência, que apresenta a relação entre a frequência relativa dos dados de vazão média anual com o ponto médio dos intervalos de classes.

Gráfico 6 – Polígono de frequência dos dados de vazão máxima diária anual

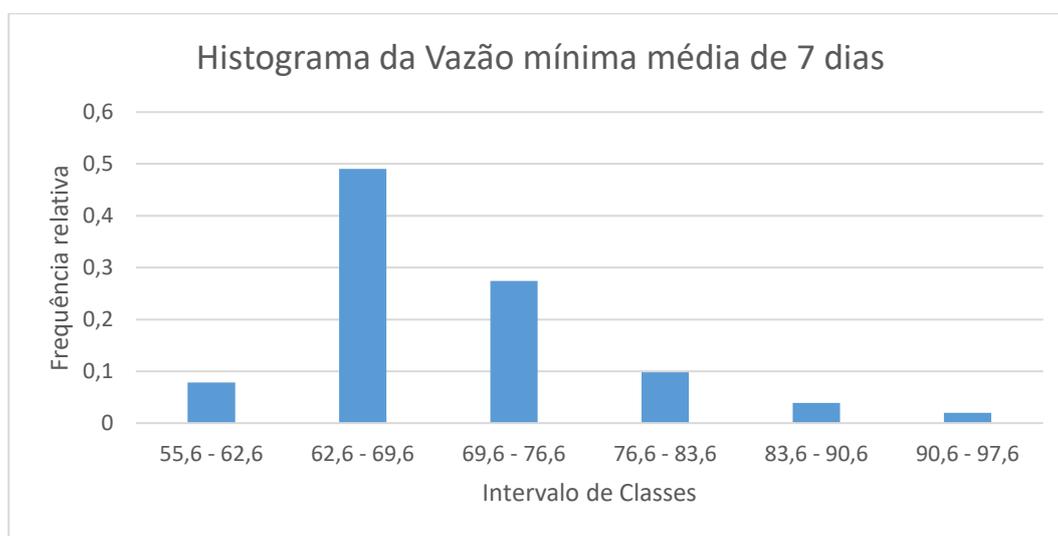


### Vazões mínima média de 7 dias consecutivos

Agrupando-se os valores de vazões mínimas a cada 7 dias durante o período de estudo, foi possível elaborar um conjunto de dados correspondentes as menores vazões do ano para 7 dias consecutivos, que se usa geralmente para determinar uma vazão mínima estatística.

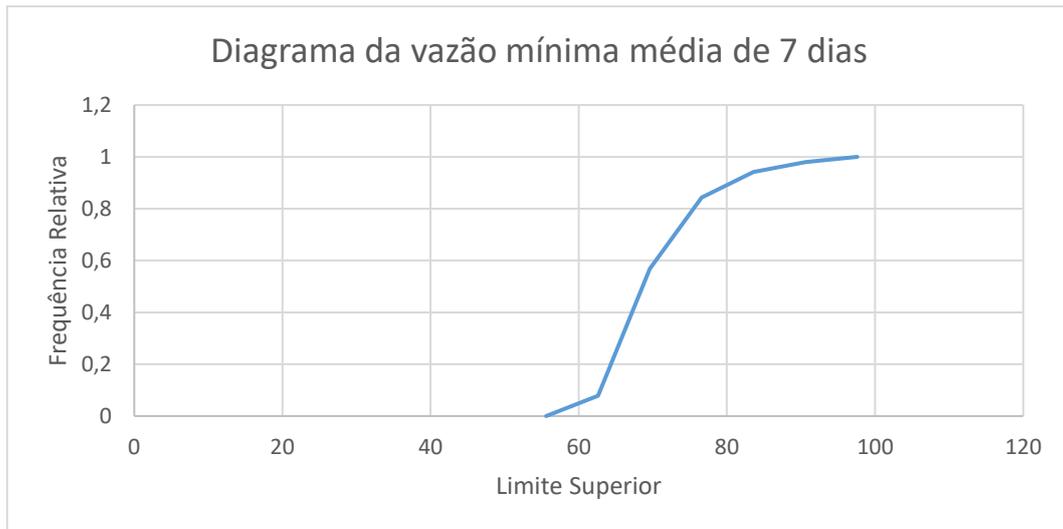
O gráfico 7 apresenta, a relação entre a frequência relativa com que ocorre essas vazões mínimas médias de 7 dias ocorrem dentre um intervalo de classes, representado o histograma característico da série de dados.

Gráfico 7 – Histograma de Vazão mínima média de 7 dias consecutivos



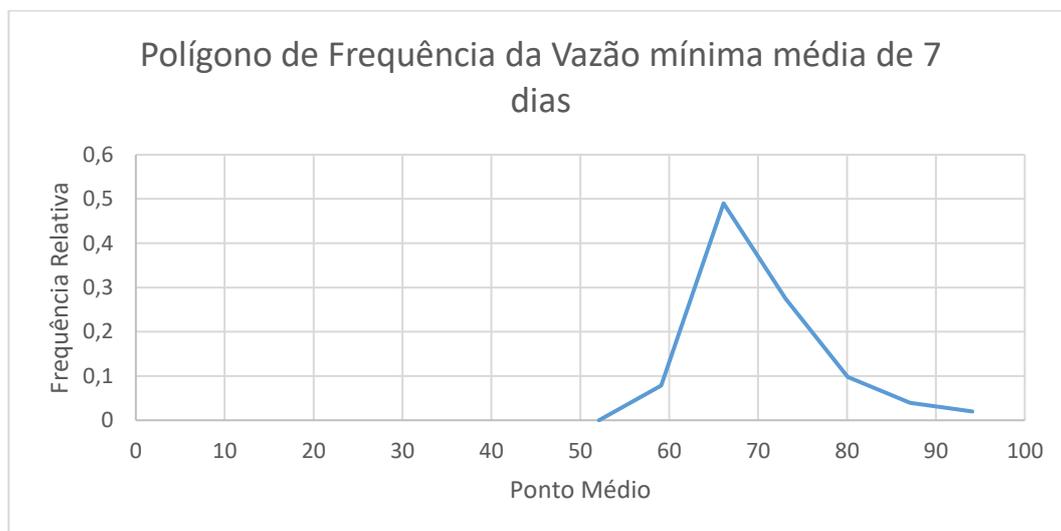
No gráfico 8, estão dispostos os valores relacionados a frequência relativa acumulada e os intervalos de classes, dos respectivos dados das vazões dos 51 anos indicando o diagrama de frequência acumulada.

Gráfico 8 – Diagrama de frequência acumulada da vazão mínima média de 7 dias consecutivos



No gráfico 9, pode-se observar um polígono de frequência, que apresenta a relação entre a frequência relativa dos dados de vazão mínima média de 7 dias com o ponto médio dos intervalos de classes.

Gráfico 9 – Polígono de frequência dos dados de vazão máxima diária anual



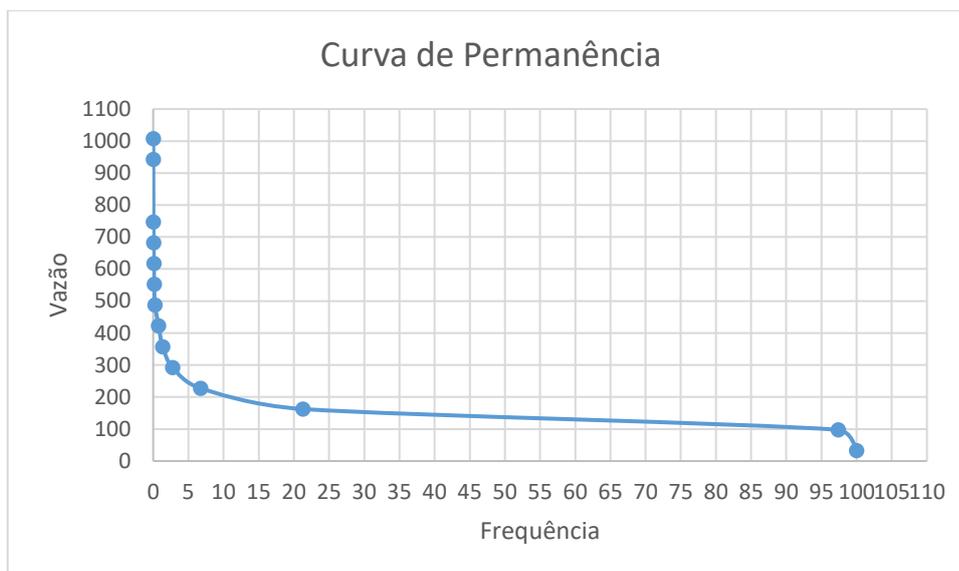
### Curva de Permanência

Obteve-se a curva de permanência de vazão, que se encontra no gráfico 10, a partir da qual foi estimado as vazões  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ :

$$Q_{90} = 100 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{95} = 99 \text{ m}^3/\text{s}$$

Gráfico 10: Curva de permanência de vazão



### Vazões máximas diárias anuais para período de retorno de 50, 100, 200, 500 e 1000 anos pelo método da equação de Ven Te Chow

Utilizou-se os dados de vazões máximas anuais, calculando-se a vazão ( $Q_t$ ) para os períodos de retorno ( $Tr$ ) em questão na tabela 1. Foram usadas as fórmulas abaixo:

$$Y = -\ln(-\ln((Tr-1)/Tr));$$

$$K_t = 0,7797 \times Y - 0,45;$$

$$Q_t = \bar{Q} + K_T \bar{S}$$

Tabela 1: Resultados da equação de Ven te Chow

Tr	Y	Kt	Qt
50	3,901938658	2,592342	800,04
100	4,600149227	3,136736	883,89
200	5,295812143	3,679145	967,43
500	6,213607264	4,39475	1077,65
1000	6,907255071	4,935587	1160,95

A média e o desvio padrão dos dados usados foram:

$$\text{MÉDIA } (\bar{Q}) = 400,7614$$

$$\text{DESVIO PADRÃO } (\bar{S}) = 154,0228$$

### Vazão média de 7 dias consecutivos para um período de retorno de 10 anos

Esse valor de vazão é comumente utilizado como vazão de referência em projetos. Estimou-se pela fórmula abaixo uma vazão de:

$$Q_t = \bar{Q} + K_t \bar{S}$$
$$Q_{7,10} = 80,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

### CONCLUSÕES

Existe a necessidade do entendimento da dinâmica de cada região em que o rio Parnaíba passa, para soluções que considerem os regimes fluviométricos dos locais de análise, de modo que ocasionem em impactos mínimos para o meio ambiente e para o ser humano, podendo assim ser utilizado para traçar estratégias e metas para possíveis projetos, e também para a prevenção a casos como os de inundações, escassez de abastecimento e cheias, que muitas vezes quando não previstos podem ser muito prejudiciais.

No trabalho foi possível estabelecer diversos parâmetros estatísticos, de forma a analisar o comportamento da vazão do rio, além de ter sido possível também a elaboração de diversos gráficos, desde histogramas, diagramas, polígonos de frequência até o valor da vazão mínima de 7 dias em um período de retorno de 10 anos (80,21 m<sup>3</sup>/s), da curva de permanência de vazão e vazões para outros diferentes tempos de retorno

Sendo assim, vê-se que a análise dos índices fluviométricos é de grande importância para qualquer serviço, projeto ou atividade que se queira desenvolver e que envolva os recursos hídricos de uma cidade ou região.

### REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas–ANA. Disponível em <[www.snirh.gov.br/hidroweb](http://www.snirh.gov.br/hidroweb)>. Acesso em 24 de fevereiro de 2018.
- BIANCHI, R. C.; RIZZI, N. E.; GUIMARÃES, R. Z.; SCHECHI, R. G. Estimativa da Vazão Máxima da Bacia Hidrográfica do Rio Canguiri através do Método de Ven Te Chow. Revista Ra'e Ga. Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, p. 164-185, 2012.

- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. Caderno da Região Geográfica do Parnaíba. Brasília: MMA, p. 184, 2016.
- SILVA, V. P. R. da. On climate variability in Northeast of Brazil. Journal of Arid Environments, v.58, p.574-596, 2004.