



## ESTUDO FLUVIOMÉTRICO DA CIDADE DE RECIFE - PE

**Marianna Carvalho Sousa<sup>(1)</sup>**

Acadêmica de Engenharia Civil na Universidade Federal do Tocantins.

**Lucas do Ó Oliveira<sup>(2)</sup>**

Acadêmico de Engenharia Civil na Universidade Federal do Tocantins.

**Tâmara Lorrane Melo Martins<sup>(3)</sup>**

Acadêmica de Engenharia Civil na Universidade Federal do Tocantins.

**Lucas Diego Costa Oliveira<sup>(4)</sup>**

Acadêmico de Engenharia Civil na Universidade Federal do Tocantins.

**Lucas Borges Nunes<sup>(5)</sup>**

Acadêmico de Engenharia Civil na Universidade Federal do Tocantins.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Quadra 307 Norte, Alameda 25, Lote 11 – Plano Diretor Norte - Palmas - TO - CEP: 77001-396 - Brasil - Tel: +55 (63) 98133-7548- e-mail: [marianna@uft.edu.br](mailto:marianna@uft.edu.br).

### RESUMO

O estudo de vazão de um curso d'água é bastante importante no que diz respeito a elaboração de projetos de engenharia que envolvem geração de energia elétrica, sistemas de água e esgoto, irrigação e drenagem. O presente trabalho tem como objetivo o estudo de vazões da cidade de Recife – PE, escolhendo o Rio Capibaribe para a efetivação do estudo, devido à sua importância à cidade, à sua grande extensão e aos muitos rios que contribuem para a sua vazão final. E dessa forma, foi determinado os períodos seco e chuvoso, as vazões anuais, as vazões máximas diárias associadas aos períodos de retorno de 5, 10, 20, 50 e 100 anos e a curva de permanência, que expressa a relação entre a vazão e a frequência com que esta vazão é superada ou igualada e trata-se de recurso bastante utilizado nos problemas relacionados aos recursos hídricos. Nesse sentido, para o Rio Capibaribe a sazonalidade do ano hidrológico ficou dividido em período chuvoso começando em abril e terminando em agosto, e período seco começando em setembro e terminando em março, mês que inicia o ano hidrológico, com uma vazão média de 5,04m<sup>3</sup>/s. A maior vazão ocorreu em 2011, com valor de 18,05 m<sup>3</sup>/s, enquanto a de menor valor ocorreu em 1999 com o valor de 0,21 m<sup>3</sup>/s. Em relação aos períodos de retorno de 2,5,10,50 e 100 anos, estes apresentam respectivamente as seguintes vazões: 105,59 m<sup>3</sup>/s, 169,18 m<sup>3</sup>/s, 203,65 m<sup>3</sup>/s, 266 m<sup>3</sup>/s e 288,94 m<sup>3</sup>/s. A vazão Q<sub>7,10</sub> para os ano de 2007 foi de 0,036 m<sup>3</sup>/s e para o ano de 2016 foi 4,17 m<sup>3</sup>/s, e para as vazões de Q<sub>90</sub> e Q<sub>95</sub> os valores encontrados foram de respectivamente, 0,078 m<sup>3</sup>/s e 0,027 m<sup>3</sup>/s.

**PALAVRAS-CHAVE:** vazão, curva de permanência, fluviograma.

### INTRODUÇÃO

Tundisi (2005) salienta que a demanda crescente e a diversificação dos usos da água em conjunto com o desenvolvimento econômico e social vêm pressionando o ciclo hidrológico e as reservas de águas superficiais e subterrâneas, de modo a causar danos de diversas magnitudes, que requerem diversos tipos de avaliação qualitativas e quantitativas, assim como, ações de monitoramento.

Desse modo, Araújo (2011) afirma que essa demanda crescente de uso de água apresenta-se como um grande desafio para o planejamento de recursos hídricos, relacionando-se a quantidade e qualidade da água de modo que as necessidades humanas sejam atendidas. Além disso, a variabilidade temporal e espacial dos sistemas fluviais, limitam a disponibilidade hídrica e a manutenção da diversidade ecológica.

Nesse sentido, o estudo de vazão de um curso d'água é bastante importante na elaboração de projetos de engenharia que envolvem geração de energia elétrica, sistemas de água e esgoto, irrigação e drenagem. Os eventos extremos de vazão, podem ocasionar danos que podem ser irreparáveis, desse modo, Tucci (2004) afirma que a estimativa das vazões máximas configura-se em um estudo bastante importante na determinação dos custos e da segurança dos projetos de engenharia, nas mais diversas áreas.

A curva de permanência é bastante utilizada na ilustração de padrão de variação de vazões, de modo a estimar a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica, o emprego dessas curvas é muito importante no planejamento dos recursos hídricos, principalmente no que concerne a outorga de direito de uso da água, na determinação da vazão ecológica, bem como, nos aspectos relacionados aos interesses públicos que levam em consideração, por exemplo,



estimativas da vazão mínima para diluição de poluentes e do volume sazonal de um reservatório (CRUZ E TUCCI, 2008; SANTOS; PIVETTA E GASTALDINI, 2015).

No Brasil, de acordo com Bezerra *et al.* (2013) para fins de outorga, geralmente, considera-se dos usos múltiplos da água, considera-se as referências que possuem como base estudos hidrológicos, como a vazão observada em sete dias consecutivos, com tempo de retorno de dez anos, conhecida como  $Q_{7,10}$  ou vazões de permanência, conhecidas como  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ . Para Oliveira e Fioreze (2010) a  $Q_{7,10}$  refere-se à vazão mínima, tendo sete dias de duração e tempo de recorrência de dez anos, isto é, em média, a cada dez anos, há o risco de em sete dias seguidos ocorrer esta vazão mínima. Em relação a  $Q_{90}$  e a  $Q_{95}$ , Bezerra *et al.*, (2013) conceituam que respectivamente, representam a probabilidade de 90% e 95% de as vazões serem superadas ou igualadas no tempo.

Santos, Griebeller e Oliveira (2010) salientam ainda a importância dos estudos de vazão, visto que, decisões tomadas baseadas em estudos de vazões pouco representativos, podem resultar no comprometimento do corpo hídrico e no impedimento do fluxo normal das águas para os usos múltiplos a jusante.

## OBJETIVOS

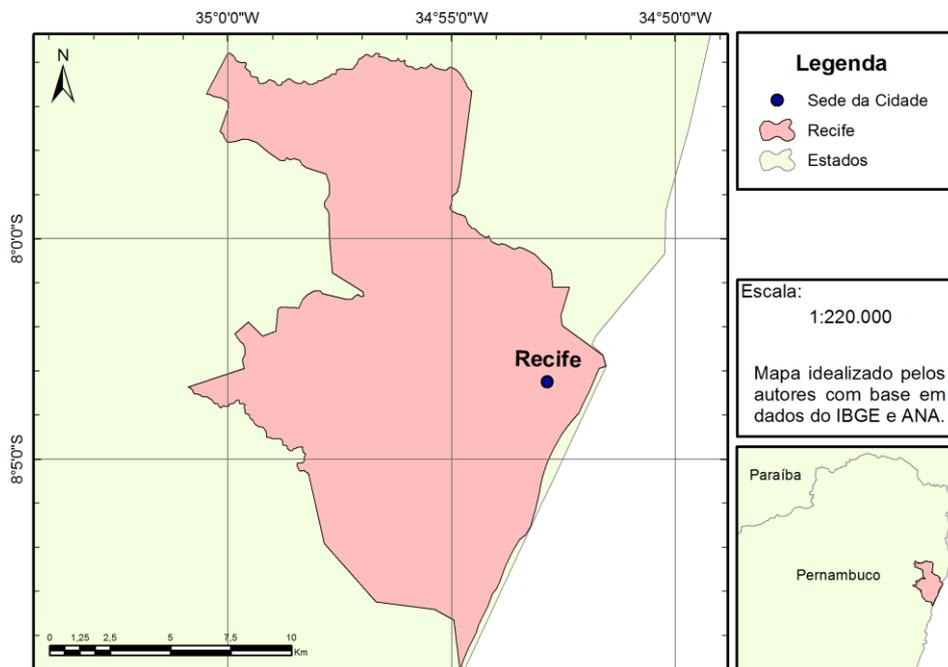
O objetivo geral da pesquisa é o estudo de vazões da cidade de Recife – PE, e a partir deste e a partir deste desdobram-se os seguintes objetivos específicos:

- Determinar o ano hidrológico e os semestres seco e chuvoso do município;
- Determinar as vazões médias anuais
- Determinar vazões para o período de retorno de 2, 5, 10, 50 e 100 anos
- Elaborar a curva de permanência, estimando as vazões de referência  $Q_{7,10}$ , e  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ .

## METODOLOGIA

### • Caracterização da área de estudo

Em 1537, surgiu uma das mais antigas capitais do Brasil: Ribeira de Mar dos Arrecifes, inicialmente uma praia de pescadores e ancoradouro, onde existe o encontro das águas do mar e as dos Rios Capibaribe e Beberibe, conhecida mais tarde como Recife. A povoação do Recife surgiu em 1561, e tornou-se a principal cidade da Capitania de Pernambuco, destacando-se em decorrência da cultura extensiva da cana-de-açúcar (IPHAN, s.d.).



**Figura 01: Localização geográfica de Recife**  
Fonte: Elaborado pelos autores



Recife é um município brasileiro, capital do estado de Pernambuco, localizado na Região Nordeste do país a 08° 03' 14" S de latitude, 34° 52' 52" W de longitude e 4m de altitude (Figura 01). Limitado geograficamente por Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Camaragibe e Oceano Atlântico, a cidade também possui, num raio de 300 km, três capitais estaduais sob sua influência direta: João Pessoa (122 km), Maceió (257 km) e Natal (286 km). Segundo o IBGE (2014), Recife ocupa a quarta posição como o município mais populoso do território brasileiro, num total de 7.039,64 hab/km<sup>2</sup>. (Tabela 01).

**Tabela 01: Dados geográficos e populacionais do Recife**

População estimada 2017 (hab.)	1.633.697
População 2010 (hab.)	1.537.704
Área da unidade territorial 2015 (km <sup>2</sup> )	218,435
Densidade demográfica 2010 (hab/km <sup>2</sup> )	7.039,64

**Fonte: IBGE, 2014**

A economia do Recife é a terceira maior do Nordeste, depois de Salvador e Fortaleza, com um PIB – Produto Interno Bruto de R\$ 30,03 bilhões (IBGE, 2010). Em cinco anos, o PIB do Recife aumentou em mais de R\$ 11,75 bilhões em termos reais, passando de R\$ 18,31 bilhões, em 2006, para R\$ 30,03 bilhões, em 2010 (Figura 03). A partir de 2003, a economia do município vem registrando crescimento continuado do produto, acompanhando a evolução da economia pernambucana (Prefeitura de Recife, s.d.).

Em uma pesquisa de 2008, encomendada pela *MasterCard Worldwide*, Recife aparece entre as 65 cidades do mundo com economia mais desenvolvida dos mercados emergentes. A capital pernambucana aparece na lista em 47ª colocada, sendo a única nordestina. De lá para cá o Produto Interno Bruto do estado praticamente dobrou e Pernambuco recebeu inúmeros investimentos que alavancaram a economia (WSCON, 2015). A cidade de Recife é conhecida como a "Veneza Brasileira" graças à semelhança fluvial com a cidade europeia de Veneza. Cercada por rios e cortada por pontes, possui muitas ilhas e mangues. Em Recife acontece o encontro dos rios Beberibe e Capibaribe que deságuam no Oceano Atlântico. O município conta com dezenas de pontes, entre elas a mais antiga da América Latina, a Ponte Maurício de Nassau.

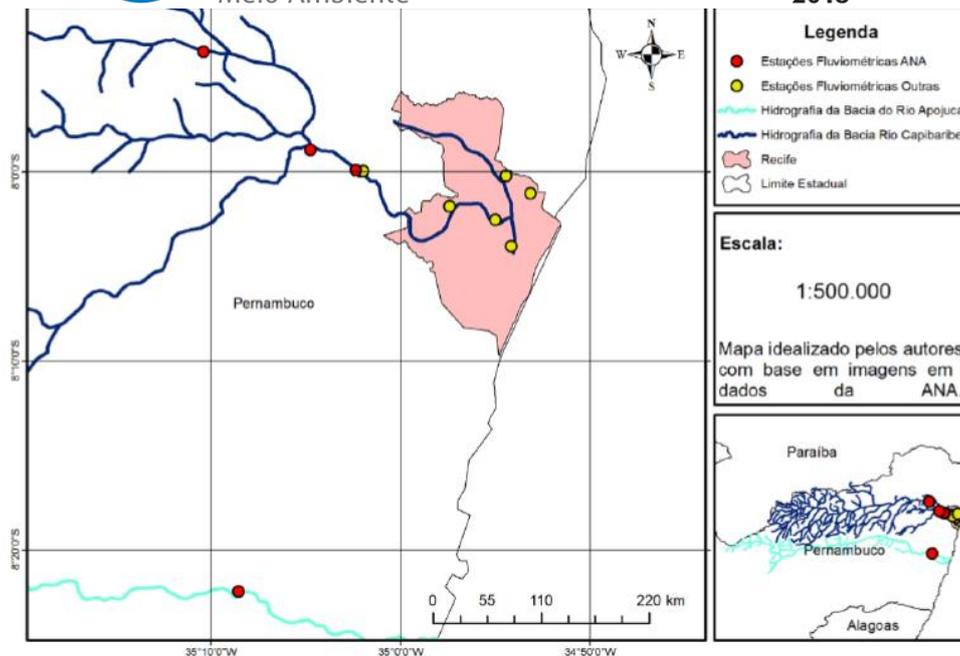
Devido à importância do Rio Capibaribe para a cidade de Recife – PE, à sua grande extensão e aos muitos rios que contribuem para a sua vazão final, decidiu-se escolhê-lo para o estudo de vazões.

A metodologia se deu através do levantamento das estações fluviométricas da área de estudo a partir do sítio eletrônico da Agência Nacional de Águas (ANA), da plataforma digital Hidroweb, ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). A partir disso, elaborou-se um banco de dados, para posterior tratamento no software HIDRO versão 1.2 e SISCAN versão 1.0. Dessa forma, com os dados de vazões, e a partir das análises de falhas ocasionadas pela ausência de dados de determinadas estações pluviométricas, realizou-se o preenchimento de falhas para melhor aproveitamento dos dados existentes nas séries históricas das estações fluviométricas e obtenção de resultados mais consistentes.

## RESULTADOS

### • Seleção das estações fluviométricas do município

Foram localizadas dez estações de fluviométricas na região de interesse (figura 02). Baseado na localização das estações, e em documentos verídicos e confiáveis, foram obtidos os seus respectivos códigos que tinham como finalidade verificar o tipo de estação, os anos de início e fim de operação de cada estação, a entidade responsável pela aferição dos dados, tal como outras características importantes para a análise de cada uma.



**Figura 02: Localização das estações fluviométricas encontradas**

Fonte: Elaborado pelos autores

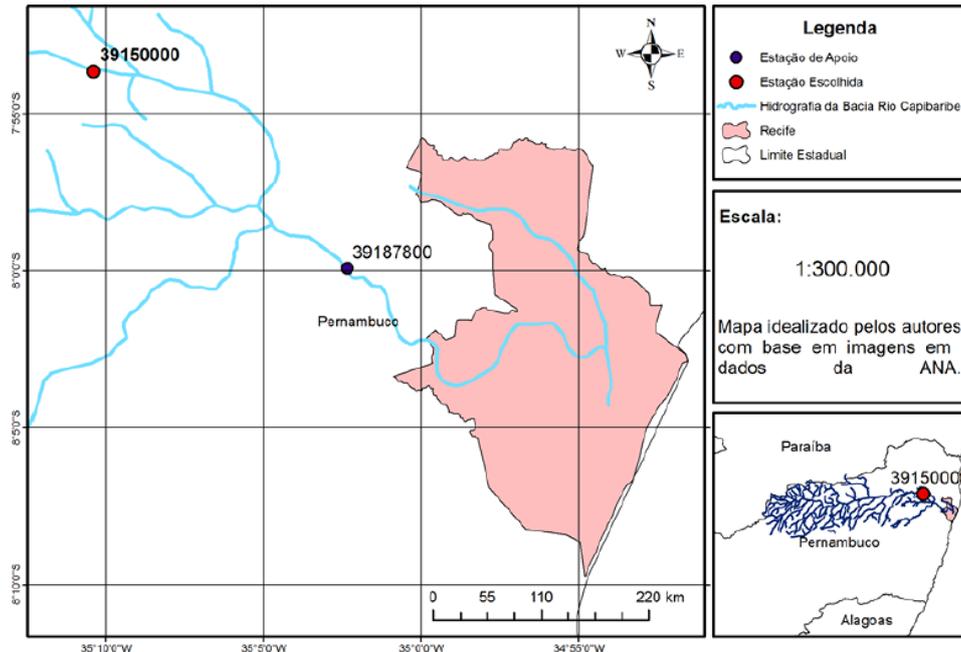
Na tabela 02, estão dispostas todas as dez estações encontradas, utilizadas ou não, durante o estudo de vazões realizado no Rio Capibaribe, nela estão dispostas muitas características, dentre elas características que foram de suma importância para o descarte, ou não da maioria das estações fluviométricas encontradas na cidade de Recife e em suas imediações.

**Tabela 02: Informações básicas das estações fluviométricas encontradas**

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	RIO	LAT.	LONG.	INÍCIO	FIM
39188700	São Lourenço da Mata - Barragem	Capibaribe	-7°59'57''	-35°01'58''	1/1/00	-
39187800	São Lourenço da Mata II	Capibaribe	-7°59'55''	-35°2'21''	1/2/03	-
39185000	Tiuna	Capibaribe	-7°58'50''	-35°04'45''	1/3/81	1/6/82
39150000	Paudalho	Capibaribe	-7°53'39''	-35°10'24''	1/2/02	
39370100	Engenho do Maranhão	Ipojuca	-8°22'00''	-35°12'	1/7/71	1/10/97
39098200	Linha do Tiro	Morno	-8°0'13''	-34°54'27''	1/1/00	-
39188900	Ponte Caxanga	Grande Crique	-8°1'49''	-34°54'25''	1/1/00	-
39189000	Parque de Santana	Capibaribe	-8°4'33''	-34°27'13''	1/2/01	-
39189500	Ilha do Retiro	Capibaribe	-8°3'56''	-34 54 10	1/1/00	-
39098500	Ponte dos Peixinhos	Beberibe	-8°1'8''	-34°53'8''	1/1/00	

Fonte: ANA (2009) adaptado

A partir das estações encontradas, quatro foram previamente selecionadas. Os motivos pelos quais as seis estações restantes foram desconsideradas nos estudos foram: nas estações 39098200, 39189500, 39188900 e 39189000, apesar de se encontrarem na cidade de interesse, só possuem dados de qualidade de água. A estação 39098500 possui as mesmas deficiências das quatro estações citadas anteriormente, além de não está localizada no rio de interesse. Já a estação 39188700 encontra-se no rio Capibaribe, no entanto, encontra-se fora de Recife e possui apenas dados de qualidade de água. As estações utilizadas neste processo localizam-se no Rio Capibaribe, próximas à cidade de interesse: Recife, o que garante uma previsão de dados segura. A partir da análise das tabelas de dados e das considerações feitas anteriormente, restaram apenas duas estações fluviométricas, são elas: 39150000 e 39187800, demonstradas na figura 03.



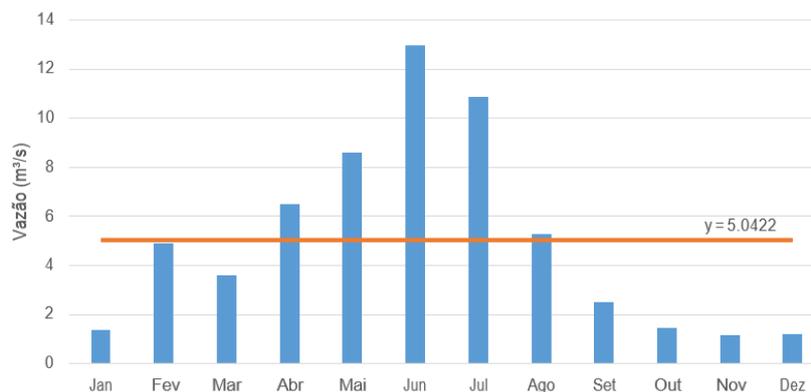
**Figura 03: Localização das estações escolhidas**

Fonte: Elaborado pelos autores

As duas estações selecionadas para o estudo são administradas pela Agência Nacional de Águas (ANA), o que as tornam mais confiáveis e possivelmente com mais anos de dados de vazão. Contudo, ao aferir os dados disponíveis em cada estação foram constatadas algumas falhas, parte dos dados eram inexistentes e outra parte foi rejeitada por dados insuficientes.

- **Ano hidrológico e definição dos períodos seco e chuvoso**

Com a análise dos totais mensais das médias históricas de 1986 a 2016 da estação, para a cidade de Recife, conforme o fluviograma demonstrado na figura 04 dividiu-se a sazonalidade do ano hidrológico em período chuvoso começando em abril e terminando em agosto, e período seco começando em setembro e terminando em março, mês que inicia o ano hidrológico.



**Figura 04: Vazões médias mensais**

Fonte: Elaborado pelos autores

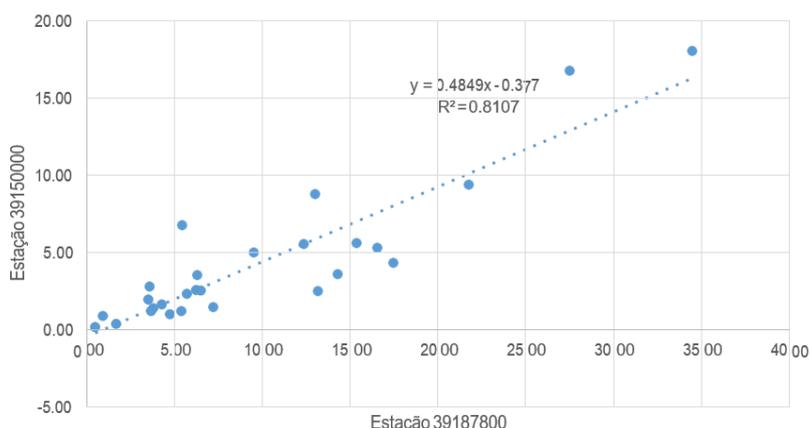
- **Preenchimento de falhas**

As séries históricas, possuem algumas falhas, em decorrência principalmente de falhas humanas e defeitos nas estações fluviométricas. Em virtude disso, torna-se necessário fazer uma seleção e análise crítica acerca dos dados coletados, e excluir os dados discrepantes que podem ser falsos. Os métodos para exclusão de resultados discrepantes e preenchimento de falhas, podem ser realizados com auxílio de estações próximas.



Para a realização do preenchimento de possíveis falhas, existem diferentes métodos, sendo os mais conhecidos: método da ponderação regional, regressão linear, dupla massa, entre outros. No entanto é preciso que as estações escolhidas possuam correlação entre si, com o  $R^2$  de pelo menos 0,7.

No presente estudo, foi o utilizado método da regressão linear para o preenchimento de falhas, a estação de apoio selecionada foi a 39187800, que apresentou juntamente com a estação 39150000 um  $R^2$  de 0,8107, mostrando-se assim adequada para a realização das correções de falhas. A figura 05 demonstra essa correlação.

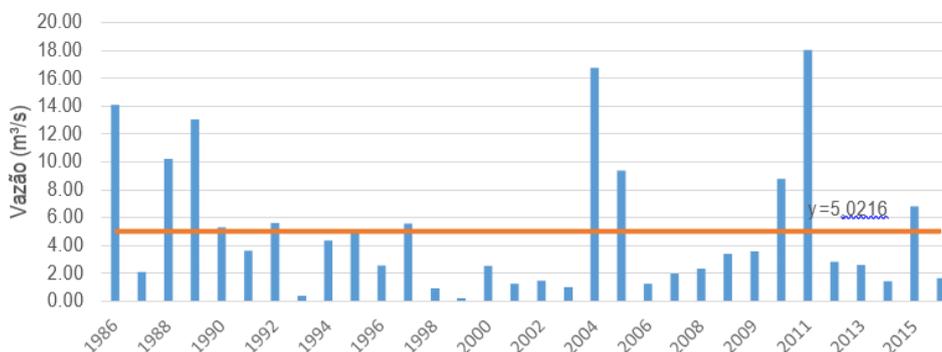


**Figura 05: Regressão linear para preenchimento de falhas**  
Fonte: Elaborado pelos autores

Em decorrência da ocorrência de falhas na estação principal, 39150000, foi necessário que houvesse o preenchimento de falhas. Como o  $R^2$  obtido foi maior que 0,7, este procedimento pode ser realizado de maneira correta.

#### • Vazões anuais

O gráfico da figura 06 possibilitou a obtenção da vazão total anual, além do valor da vazão média anual de 5,0216  $m^3/s$ . A maior vazão ocorreu em 2011, com valor de 18,05  $m^3/s$ , enquanto a de menor valor ocorreu em 1999 com o valor de 0,21  $m^3/s$ .



**Figura 06: Vazões médias anuais**  
Fonte: Elaborado pelos autores

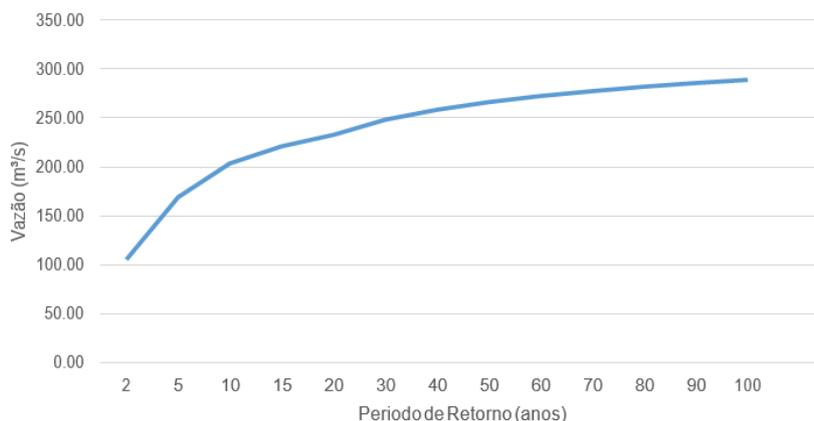
Pode-se perceber a alta variabilidade das vazões médias no decorrer dos anos, a maioria dos anos observados neste estudo encontraram-se com vazões abaixo da vazão mínima. No entanto, em boa parte dos anos em que a vazão média é ultrapassada os valores encontrados foram exorbitantes quando comparados aos outros valores.

#### • Vazões máximas diárias associadas aos períodos de retorno de 5, 10, 20, 50 e 100 anos

De acordo com Teixeira (2010) período de retorno refere-se ao “tempo médio em que um determinado evento é igualado ou superado pelo menos uma vez.” Trata-se de um parâmetro fundamental para a aplicabilidade nas etapas de avaliação e projeto de sistema hídricos, como canais, vertedores, reservatórios, galerias de águas pluviais e barragens.

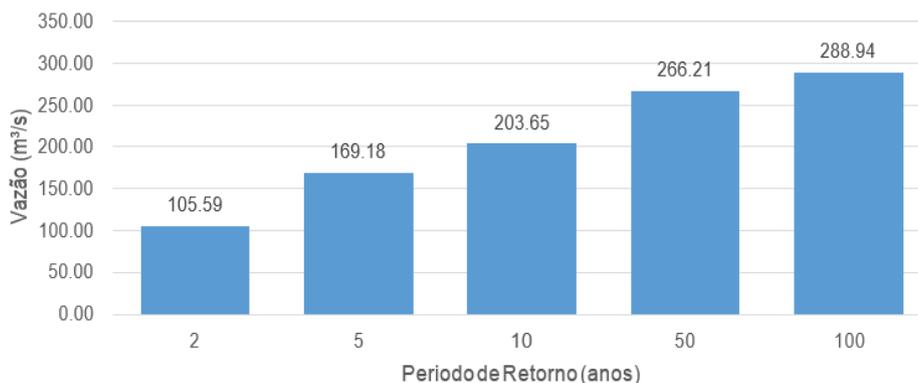


A elaboração do gráfico da figura 07 levou em consideração a análise dos períodos de retorno de 2,5,10,50 e 100 anos, juntamente com a vazão máxima em m<sup>3</sup>/s para cada período de retorno conforme a distribuição lognormal 3 pois esta apresentou um menor erro padrão



**Figura 07: Vazões para o Período de Retorno de 2,5,10,50 e 100 anos**  
Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme visto na figura 07, quanto maior o período de retorno maior será a vazão máxima, e também menor a chance de a vazão ocorrer ou ser superada, contudo, com o passar dos anos o coeficiente angular da reta tende a se aproximar de 1. Dessa forma, para o Rio Capibaribe, as vazões associadas aos períodos de retorno de 2, 5, 10, 50 e 100 anos estão apresentados no gráfico da figura 08 a seguir.



**Figura 08: Vazões para o período de retorno de 2, 5, 10, 50 e 100 anos**  
Fonte: Elaborado pelos autores

- **Curva de permanência**

“A curva de permanência é uma função que caracteriza a frequência da oferta das vazões, o que permite avaliar a disponibilidade frente às demandas de um rio.” (TUCCI; CRUZ 2008). Trata-se de um gráfico que relaciona as vazões em função da probabilidade de ocorrência das mesmas ou maiores que ela. Por exemplo a  $Q_{90}$  representa a vazão que poderá ocorrer ou ser superadas em 90% de todo tempo de construção. Esse valor de  $Q_{90}$  geralmente é utilizado pelos gestores de recursos hídricos como critério mínimo no processo de outorga para utilização da água de rios.

Para a construção da curva de permanência é preciso separar as vazões por classe, como a vazão máxima é 228,94 m<sup>3</sup>/s e a mínima é 0,0 m<sup>3</sup>/s, uma diferença grande, desse modo, foram adotadas cinquenta classes, para uma melhor visualização das frequências. Cada classe possui sua frequência que é a probabilidade de as vazões neste intervalo ocorrerem. No fim soma-se essas frequências, chamada frequência acumulada. Os valores são apresentados na tabela 03 a seguir.



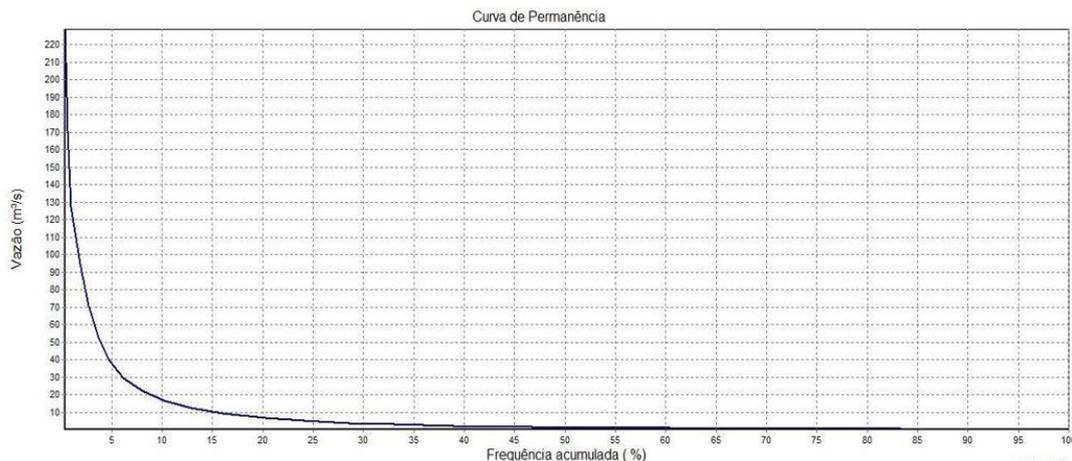
**Tabela 03: Frequência de cada classe de vazão para a elaboração da curva de permanência**

CLASSE	INTERVALO DE CLASSE (m <sup>3</sup> /s)	VAZÃO MÁX. (m <sup>3</sup> /s)	VAZÃO MÍN. (m <sup>3</sup> /s)	NÚM. DIAS	FREQUÊNCIA A (%)	F. ACUMULADA (%)
50	228,935 - 170,812	228,94	170,81	45,00	0,39	0,39
49	170,812 - 127,445	170,81	127,45	25,00	0,22	0,61
48	127,445 - 95,089	127,45	95,09	40,00	0,35	0,96
47	95,089 - 70,947	95,09	70,95	108,00	0,94	1,90
46	70,947 - 52,935	70,95	52,93	92,00	0,80	2,70
45	52,935 - 39,495	52,93	39,50	112,00	0,98	3,68
44	39,495 - 29,468	39,50	29,47	126,00	1,10	4,77
43	29,468 - 21,987	29,47	21,99	166,00	1,45	6,22
42	21,987 - 16,405	21,99	16,40	212,00	1,85	8,06
41	16,405 - 12,240	16,40	12,24	253,00	2,20	10,27
40	12,240 - 9,132	12,24	9,13	299,00	2,60	12,87
39	9,132 - 6,814	9,13	6,81	363,00	3,16	16,03
38	6,814 - 5,084	6,81	5,08	483,00	4,21	20,24
37	5,084 - 3,793	5,08	3,79	445,00	3,88	24,12
36	3,793 - 2,830	3,79	2,83	515,00	4,49	28,60
35	2,830 - 2,112	2,83	2,11	506,00	4,41	33,01
34	2,112 - 1,575	2,11	1,58	678,00	5,90	38,91
33	1,575 - 1,175	1,58	1,18	897,00	7,81	46,73
32	1,175 - 0,877	1,18	0,88	764,00	6,65	53,38
31	0,877 - 0,654	0,88	0,65	805,00	7,01	60,39
30	0,654 - 0,488	0,65	0,49	651,00	5,67	66,06
29	0,488 - 0,364	0,49	0,36	949,00	8,27	74,33
28	0,364 - 0,272	0,36	0,27	472,00	4,11	78,44
27	0,272 - 0,203	0,27	0,20	552,00	4,81	83,24
26	0,203 - 0,151	0,20	0,15	165,00	1,44	84,68
25	0,151 - 0,113	0,15	0,11	395,00	3,44	88,12
24	0,113 - 0,084	0,11	0,08	154,00	1,34	89,46
23	0,084 - 0,063	0,08	0,06	205,00	1,79	91,25
22	0,063 - 0,047	0,06	0,05	148,00	1,29	92,54
21	0,047 - 0,035	0,05	0,03	150,00	1,31	93,84
20	0,035 - 0,026	0,03	0,03	154,00	1,34	95,18
19	0,026 - 0,019	0,03	0,02	72,00	0,63	95,81
18	0,019 - 0,015	0,02	0,01	96,00	0,84	96,65
17	0,015 - 0,011	0,01	0,01	36,00	0,31	96,96
16	0,011 - 0,008	0,01	0,01	18,00	0,16	97,12
15	0,008 - 0,006	0,01	0,01	4,00	0,03	97,15
14	0,006 - 0,005	0,01	0,00	18,00	0,16	97,31
13	0,005 - 0,003	0,00	0,00	54,00	0,47	97,78
12	0,003 - 0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	97,78
11	0,003 - 0,002	0,00	0,00	24,00	0,21	97,99
10	0,002 - 0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	97,99
9	0,001 - 0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	97,99
8	0,001 - 0,001	0,00	0,00	51,00	0,44	98,43
7	0,001 - 0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	98,43
6	0,001 - 0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	98,43
5	0,000 - 0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	98,43
4	0,000 - 0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	98,43
3	0,000 - 0,000	0,00	0,00	32,00	0,28	98,71
2	0,000 - 0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	98,71
1	0,000 - 0,000	0,00	0,00	0,00	1,29	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores



A Curva de Permanência é construída com a vazão média em m<sup>3</sup>/s entre os intervalos de cada classe em função da frequência acumulada, esta curva, está disposta na figura 09 a seguir.



**Figura 09: Curva de permanência**

Fonte: Elaborado pelos autores

Com a curva de permanência é possível encontrar os valores de diversas vazões, dentre a Q<sub>90</sub>. Os resultados encontrados estão apresentados na tabela 04 a seguir.

**Tabela 04: Vazões correspondentes a frequência de ocorrência através da curva de permanência**

PERMANÊNCIA (%)	VAZÃO (m <sup>3</sup> /s)
95	0,027
90	0,078
85	0,148
80	0,249
75	0,349
70	0,429
65	0,519
60	0,667
55	0,826
50	1,029

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação a Q<sub>7,10</sub>, ela é a vazão mínima de 7 dias e 10 anos de tempo de recorrência (com um risco de 10% ocorrer valores menores ou iguais a este em qualquer ano). Para este estudo os valores da Q<sub>7,10</sub> encontrados, entre os anos de 2007 a 2016, estão dispostas na tabela 05 a seguir.

**Tabela 05: Vazões Q<sub>7,10</sub> correspondentes aos anos de 2007 a 2016**

PERÍODO (ANO INICIAL E FINAL)	2007 - 2016
DURAÇÃO t (DIAS)	7
VAZÕES MÍNIMAS	
ANO	Qt (m <sup>3</sup> /s)
2007	0,036
2008	0,316
2009	0,103
2010	0,571
2011	1,89
2012	0
2013	0
2014	0
2015	3,2
2016	4,17

Fonte: Elaborado pelos autores



## CONCLUSÕES

O presente estudou as vazões da cidade de Recife – PE, escolhendo o Rio Capibaribe para a efetivação do estudo, devido à sua importância à cidade, à sua grande extensão e aos muitos rios que contribuem para a sua vazão final. E dessa forma, foi determinado os períodos seco e chuvoso, as vazões anuais, as vazões máximas diárias associadas aos períodos de retorno de 5, 10, 20, 50 e 100 anos e a curva de permanência, que expressa a relação entre a vazão e a frequência com que esta vazão é superada ou igualada e trata-se de recurso bastante utilizado nos problemas relacionados aos recursos hídricos, permitindo a avaliação da disponibilidade de água frente às demandas dos usos múltiplos de um rio.

O estudo de vazões é importante no processo de tomada de decisões, visto que, auxilia no planejamento e manejo do uso racional dos recursos hídricos, bem como, na adequação dos fatores relacionados a sociedade, economia e ao meio ambiente, considerando a sazonalidade dos cursos d'água, de maneira a evitar interferências negativas neles. Além disso, o desenvolvimento desses estudos configura-se em um instrumento de mitigação dos conflitos de usos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, A. P. **Dinâmica fluvial e regime hidrológico na bacia hidrográfica do rio Paranapanema**. 2011. 151f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente.
2. BEZERRA, R. R. ; RUDKE, A. P. ; ROCHA, V. N. L. ; SOUZA, W. ; ANDRADE, N. L. R. ; EVANGELISTA, D. H. R. . Determinação da Q7, 10, Q90 e Q95 como ferramenta para gestão dos recursos hídricos: estudo de caso do Rio Jamari. **Bahia Analise & Dados**, v. 23, p. 425, 2011.
3. CRUZ, J.C., TUCCI, C.E.M. Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva de Permanência. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n.1, p. 111-124, 2008.
4. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pernambuco**: Recife. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=261160>>. Acesso em: 28 de maio de 2018.
5. IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Recife-PE**. [s.d.]. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/352/>>. Acesso em: 28 de maio 2018.
6. OLIVEIRA, Luiz F. C. de; FIOREZE, Ana P. Estimativas de vazões mínimas mediante dados pluviométricas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 15, n. 1, jan 2011.
7. RECIFE. Prefeitura Municipal. **A economia do Recife e a sua evolução**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/pagina/economia-do-recife-e-sua-evolucao>>. Acesso em: 28 de maio 2018.
8. SANTOS, Eduardo H. M. dos; GRIEBELLER, Nori, P.; OLIVEIRA, Luiz F.C. de. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 14, n 8, 2010.
9. SANTOS, Sizabeli; PIVETTA, Glaucia; GASTALDINI, Maria do Carmo Cauduro. **Curva de permanência das vazões diárias da Bacia Hidrográfica Cancela-Tamandaí, Santa Maria-RS**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015. Anais... Brasília: ABRH, 2015.
10. SOUZA, Kaíse Barbosa de. et al. **Equações de Chuvas intensas para os municípios de Gurarabira e Cajazeiras – PB**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 43., 2014. Anais... Campo Grande: CONBEA, 2014.
11. TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**, 3º ed. UFRGS, ABRH. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. 2004.
12. TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Paulo: Rima. 2 ed. 2005. p. 68-88.
13. WSCON. **Indústrias fortalecem o crescimento em Pernambuco**. 2015. Disponível em: <<http://www.wscom.com.br/mobile/noticias/economia/industrias+fortalecem+o+crescimento+em+pernambuco-190876>>. Acesso em: 28 de maio 2018.