

Medição indireta de vazão do rio Poxim pelo método do flutuador

Fabício de Araújo Santos Lima ¹
Josemildo Verçosa de Araújo Júnior ¹
Gustavo Batista Oliveira ¹
Wendell Santana Fagundes ¹

¹ Faculdade de Tecnologia de Alagoas - FAT
Av. Muniz Falcão, 1324 – Barro Duro, Maceió - AL, Brasil, CEP 57045-000.
{sdfabriciolima, josemildo_j, gustavoliveira02, wendell-16}@hotmail.com.

Abstract. The knowledge of the water conditions in river basins in the southern state of Alagoas is an essential tool in water resource management against the current development scenario and possible degradation of the Waters. This study aimed to measure the flow of water course river Poxim, located in Coruripe, Alagoas State. Was measurement used by the float method, the flow it is given by the product of the average speed for the sectional área. The river had higher flow in the center with average value $7,28 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ in June 2016.

Palavras-chave: Watersheds, micro bacias, hydrology, hidrologia, fluvial systems, sistemas fluviais.

1. Introdução

Levando em consideração o cenário global eminente de escassez de recursos hídricos, se faz cada vez mais necessário a ampliação dos estudos acerca do comportamento dos mesmos, seja em aspectos de pluviosidade, evaporação, infiltração e vazão ou por alterações provocadas por agentes externos.

Vazão é o volume de água escoado na unidade de tempo em uma determinada seção do curso de água, sendo expressa em metros cúbicos por segundo ou em litros por segundo. Como fatores que exercem influência sobre a vazão pode-se citar: área, forma, sistema de drenagem, relevo, além da precipitação total e seu regime de perdas por evaporação, transpiração e infiltração (TUCCI, 1993).

O estudo a seguir aborda a verificação da vazão do Rio Poxim localizado em Coruripe, Alagoas. Os primeiros habitantes da região foram os índios Caetés, que batizaram o lugar em homenagem ao aspecto limpo das águas do rio (na língua nativa, significa rio de águas claras) (GOMES, 2014). De acordo com o autor, a mata ciliar presente em toda a extensão do rio garante a preservação física e equilíbrio do mesmo. Após percorrer o povoado, o rio Poxim é cortado pela rodovia Al-101 sul e a partir daí estende-se por cerca de dois quilômetros margeado por manguezais e algumas aberturas para banhistas até encontrar-se com o mar.

Em se tratando de características de vazão, deve-se levar em conta a escassez de informações deste aspecto, o que limita consideravelmente a tomada de medidas preventivas de equilíbrio ambiental e políticas de gestão dos recursos hídricos até mesmo para projetos de engenharia, tais como, sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, represas, sistemas de irrigação e drenagem etc. Além disto, o levantamento de dados históricos de vazão pode assegurar e/ou fornecer uma melhor representação do comportamento dos processos referentes ao ciclo hidrológico da região ou da bacia.

A hidrometria é a área da hidrologia que estuda os métodos de medição de vazão. Para a análise do rio Poxim foi utilizado o método do flutuador, o qual é recomendado para grandes volumes de fluidos, além de ser viável economicamente é bastante prático em relação a outros métodos.

Os métodos utilizados para determinar a vazão podem ser indiretos ou automáticos, desde um simples objeto lançado na água para estimar a velocidade que percorre em uma

determinada distância, até métodos mais precisos como molinetes, doppler acústicos (ADCP – Automatic Doppler Current Profiler) e em casos mais audaciosos por satélites (CARVALHO, 2008).

A medição de vazão em cursos d'água é realizada, normalmente, de forma indireta, a partir da medição de velocidade ou de nível. Os instrumentos mais comuns para medição de velocidade de água em rios são os molinetes, que são pequenas hélices que giram impulsionadas pela passagem da água. Em situações de grande carência de recursos, as medições de velocidade podem ser feitas utilizando flutuadores (COLLISCHONN, 2013).

Segundo Bonifácio e Freire (2013) o conhecimento dos parâmetros ou das variáveis hidrológicas é de grande relevância para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, promovendo sugestões para medidas mitigadoras, no caso de ocorrência de impactos ao meio ambiente e à quantidade e qualidade de água, para as diferentes formas de uso. Desse modo, os dados de vazão são importantes para estimar, por exemplo, o volume de água para o abastecimento humano, além da possível previsão e prevenção de inundações e enchentes, ou do volume mínimo de água sem prejuízo ecológico.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo determinar a vazão do rio Poxim, localizado no município de Coruripe estado de Alagoas. O rio é em grande parte margeado pelo povoado Poxim e tem fundamental importância na economia e subsistência local, desse modo há vários pontos comerciais de atrativos turísticos e gastronômicos baseados na pesca.

2. Metodologia de Trabalho

As Medições de vazão foram executadas em um trecho do rio Poxim localizado no município de Coruripe – AL, próximo a ponte sobre o referido rio nas coordenadas 10°03'45.4"S e 36°03'24.7"W referente ao datum WGS-84, no período da manhã do dia 24/06/2016 às 12h30min, horário com a segunda baixa-mar do dia (Figura 1), e o clima parcialmente nublado.

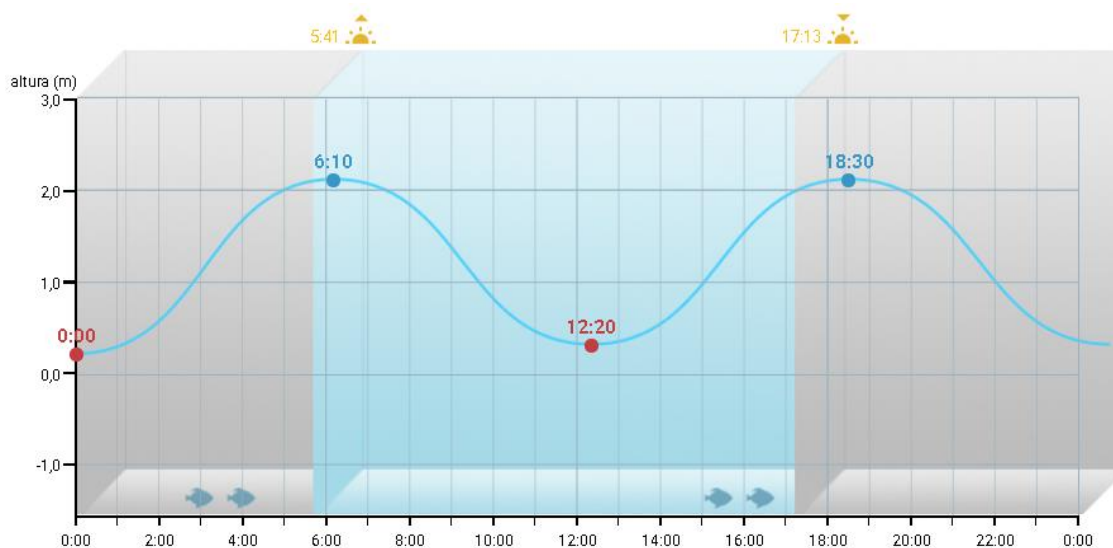


Figura 1. Tábua da maré do rio Poxim. Fonte: <http://www.tabuademares.com/br>

O rio Poxim, é um dos cursos d'água presentes na Região Hidrográfica São Miguel, do estado de Alagoas. A foz do referido rio está localizada no município de Coruripe, porém a bacia deste rio se estende por mais três municípios do estado, Campo Alegre, Jequiá da Praia e Teotônio Vilela. Esta área é marcada por alta pluviosidade, com uma média anual de 1400 mm a 1500 mm (EMBRAPA, 2012). Os climas são sub-úmido seco e sub-úmido úmido (SEPLANDE, 2014).

De acordo com Cartas Topográficas do Exército Brasileiro, o curso d'água conhecido como rio Poxim origina-se de duas lagoas: Lagoa Escura e Lagoa da Lavagem. Seus tributários são rio Goiabeira (nasce da Lagoa Guaxuma), Lagoa dos Patos e Riacho Poxim (nasce da Lagoa do Tabuleiro). Juntos com seus demais afluentes, os corpos d'água supracitados drenam uma área de aproximadamente 404,13 km², a qual pode ser observada no mapa de localização da área de estudo (Figura 2).

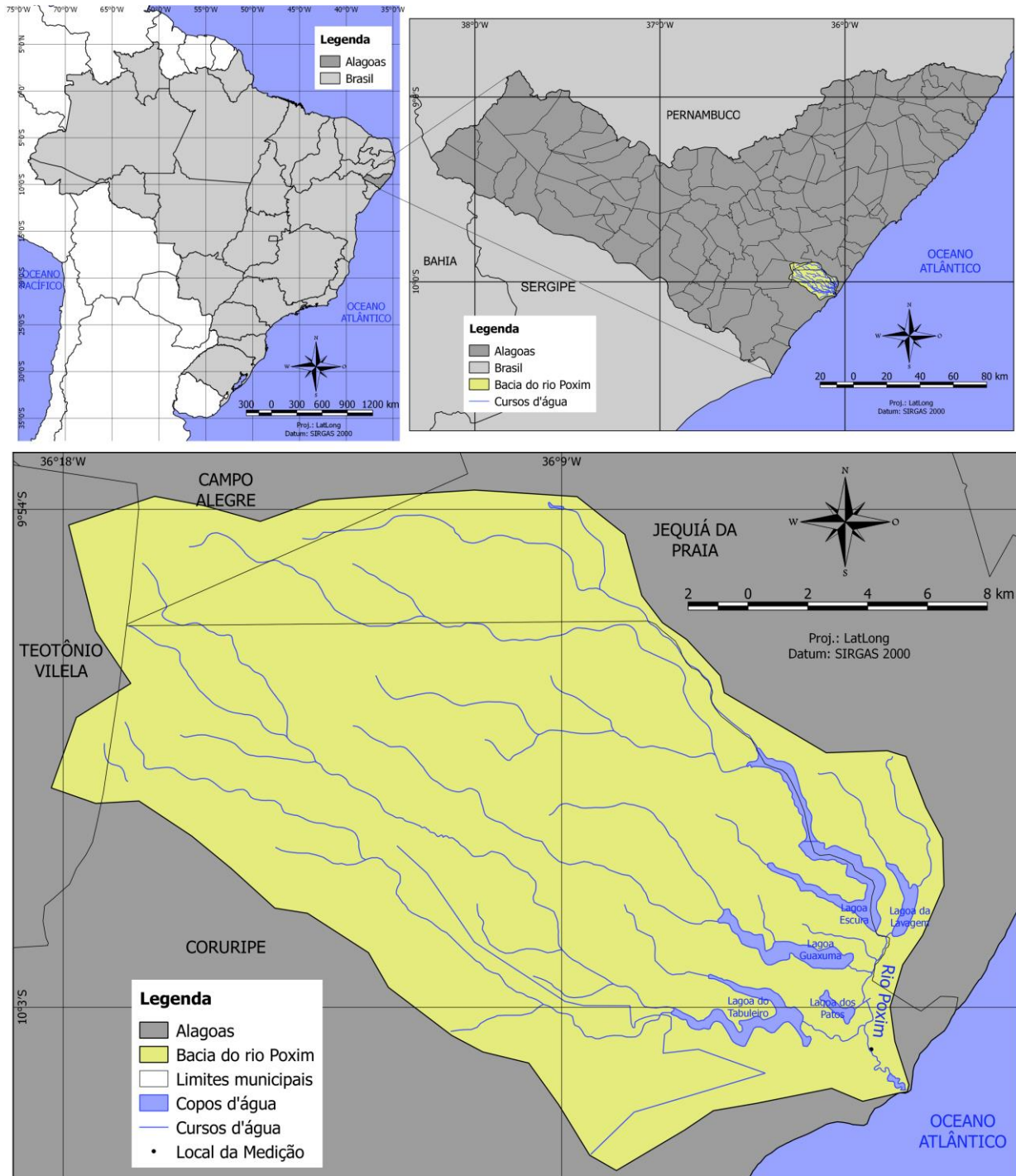


Figura 2. Mapas de localização da Bacia do rio Poxim. Fonte: Elaborado pelos autores.

A obtenção do polígono da bacia se deu pelo método de delimitação manual de bacias, a partir da análise de curvas de nível oriundas de Cartas Topográficas do Exército Brasileiro (1986). Ressalva-se ainda que os polígonos e linhas que representam corpos d'água no mapa advêm de Cartas Topográficas do Exército Brasileiro, e os limites municipais e estaduais fornecidos pelo IBGE.

Inicialmente foi escolhido o trecho com margens mais homogêneas e uniformes do rio. O trecho escolhido para medição da vazão foi reto, com no mínimo 15 cm de profundidade e com correnteza capaz de mover o flutuador por corredeiras desobstruídas conforme Palhares (2007) (Figura 3).

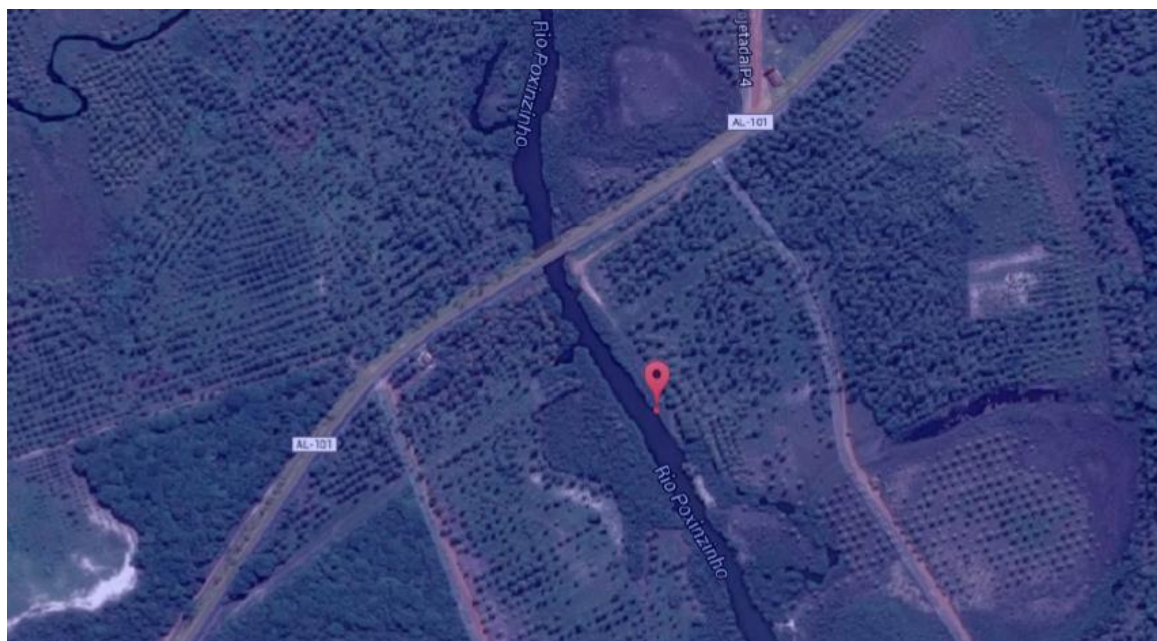


Figura 3. Imagem de satélite do Rio Poxim. Fonte: Google Maps

Em seguida mensurada a largura da seção do rio, de margem a margem, em três pontos diferentes, resultando em 27,53m de largura média, as pequenas áreas próximas às margens não foram consideradas nas subseções da primeira nem da última vertical conforme Collischonn (2013), sua extensão estipulada em 10m, medida com o auxílio de uma trena a laser. Esta seção foi dividida em uma série de verticais igualmente espaçadas com 2m cada seguindo as recomendações de Santos et al. (2001) representado na Tabela 1.

Tabela 1. Distância recomendada entre as verticais de acordo com a largura do rio (Santos et al, 2001).

Largura do rio (m)	Distância entre as verticais (m)
<3	0,3
3 a 6	0,5
6 a 15	1,0
15 a 30	2,0
30 a 50	3,0
50 a 80	4,0
80 a 150	6,0
150 a 250	8,0
>250	12,0

Mensurou-se a profundidade de cada uma das verticais com uma mira falante de 2m de altura, os valores das profundidades proporcionaram um perfil das seções (Figura 4).

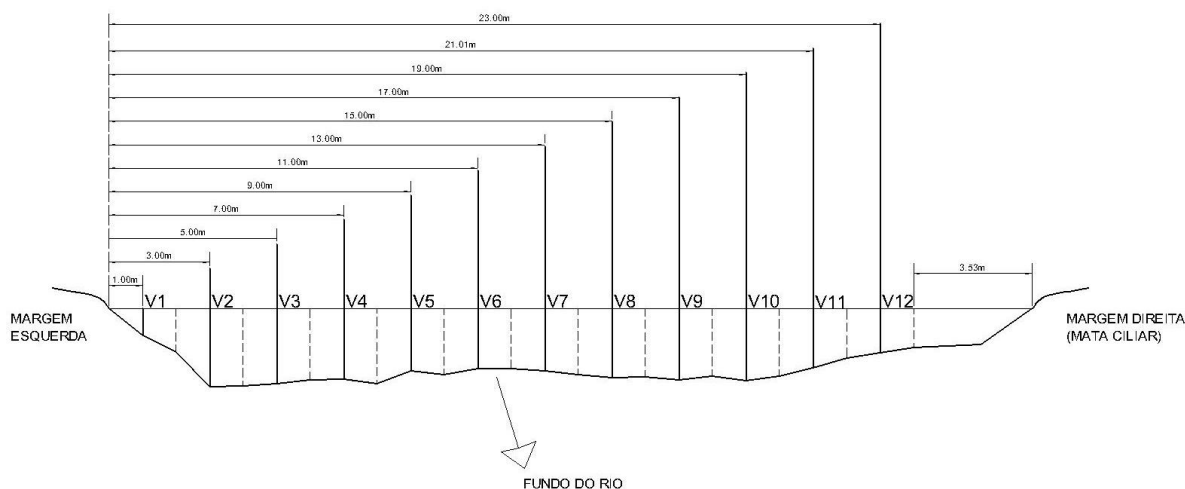


Figura 4. Perfil da seção do rio e respectivas verticais. Fonte: Elaborado pelos autores.

A área de cada subseção é calculada pela diferença da seção posterior, d_{i+1} , subtraída da seção anterior d_{i-1} dividido por 2, e por fim multiplicado pela profundidade da vertical mensurada p_i . (Equação 1):

$$A_i = p_i \cdot \left(\frac{d_{i+1} - d_{i-1}}{2} \right) \quad (1)$$

Posteriormente foi calculada a velocidade média de cada uma das verticais. A velocidade com o flutuador foi obtida seguindo as orientações de Palhares et al. (2007) e Collischonn (2008), empregando como flutuador uma Garrafa PET de refrigerante de 1l com aproximadamente 1/3 de seu volume ocupado por areia, peso suficiente para que grande parte da mesma permaneça afundada, e o vento não venha a interferir no resultado da medição. Lançada a aproximadamente 2m antes da arena para que o flutuador percorresse a vertical com a mesma velocidade da correnteza, e aferindo o tempo gasto para que esta percorra a distância entre seção a montante e a jusante (10m), e calculando a média dos três lançamentos de cada vertical.

A velocidade na seção resulta do quociente entre a distância da arena d_s e o tempo t_s percorrido para flutuador atravessar a seção. (Equação 2):

$$v_i = \frac{d_s}{t_s} \quad (2)$$

Por final a vazão total pelo método do flutuador é dada pelo do produto da velocidade média pela área total de seção transversal (Equação 3).

$$Q = \sum_{i=1}^N v_i A_i \quad (3)$$

Onde Q é a vazão total do rio; v_i é a velocidade média das verticais; N é o número de verticais e A_i é a área da subseção da vertical.

3. Resultados e Discussão

Os dados médios de lançamento no tocante tempo de percurso do flutuador estão representados na Tabela 2

Tabela 2. Média de lançamentos do flutuador nas respectivas verticais.

Verticais	Lançamento 1 (s)	Lançamento 2 (s)	Lançamento 3 (s)	Média (s)
Vertical 1	28"10	42"75	44"75	38,55
Vertical 2	20"25	19"78	25"34	21,79
Vertical 3	20"03	22"50	16"85	19,79
Vertical 4	16"81	18"03	16"09	16,97
Vertical 5	16"34	17"54	17"78	17,22
Vertical 6	18"75	15"84	16"13	16,90
Vertical 7	17"44	15"90	17"10	16,81
Vertical 8	16"93	17"50	18"35	17,59
Vertical 9	20"19	16"96	16"94	18,03
Vertical 10	23"38	24"46	24"13	23,99
Vertical 11	35"78	35"00	31"00	33,92
Vertical 12	40"00	42"81	36"32	39,71

A caracterização morfológica do canal do rio Poxim, assim como os dados de velocidade, largura, profundidade são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização morfológica do canal, velocidade (m/s), profundidade (m), área (m^2) e vazão ($m^3 s^{-1}$) para um trecho do rio Poxim no município de Coruripe-Al.

Dist.	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
Prof.	0,27	0,78	0,75	0,70	0,62	0,60	0,62	0,69	0,71	0,72	0,59	0,44
Área	0,40	1,56	1,5	1,4	1,24	1,2	1,24	1,38	1,42	1,44	1,18	0,88
Veloc.	3,85	2,18	2,00	1,7	1,72	1,69	1,68	1,76	1,80	2,40	3,92	3,97
Vazão	1,55	3,39	3,00	2,37	2,13	2,02	2,08	2,42	2,56	3,45	4,00	4,36
Σ Vaz.												7,28

Analisando os resultados percebe-se que os trechos centrais das seções possuem profundidades maiores. A velocidade da água obteve maiores valores em $m.s^{-1}$ no centro do rio e conseqüentemente as vazões também apresentaram os maiores valores neste ponto. Sabe-se que pela equação da continuidade, a vazão é diretamente proporcional a velocidade (CARVALHO et al., 2014). Assim, a presença dos citados fenômenos reduziu a velocidade do flutuador e, por conseguinte a vazão medida pelo flutuador nas margens do rio.

Esses resultados vão de encontro ao que é proposto por Carvalho (2008), que havia mencionado que o rio apresenta diferentes velocidades do fluxo de água, em que a velocidade nas margens é inferior que no centro do canal. Devido a esta dinâmica, que o fluxo tem no canal, é necessário um conjunto de medidas no canal do rio, para que não seja feito uma estimativa errada. Como resultado do somatório das vazões nas verticais ilustradas na Tabela 3, o rio Poxim apresenta vazão de $7,28 m^3 s^{-1}$ pelo método do flutuador.

Na ausência de estudos mais aprofundados sobre a vazão da referida bacia, e a falta de dados da estação fluviométrica Camaçari, além da obtenção da informação que a estação apresentou problemas, Farias Junior (2006) adotou como uma alternativa aceitável o método da vazão média mínima de 7 dias com período de recorrência de 10 anos para estimar as vazões médias, mensal e anual, do rio Coruripe. Os resultados foram: média anual de $16,34 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e média mensal no mês de junho de $7,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Pode-se notar a proximidade entre a média da vazão do rio Coruripe e o valor mensurado no rio Poxim pelo método do flutuador.

4. Conclusões

De posse dos resultados obtidos conclui-se a viabilidade do uso do método do flutuador para estimativa de vazão do rio Poxim, figurando como o mais econômico e prático método, se comparado aos outros. Além de uma estimativa razoável da vazão medida comprovada pelo comparativo a vazões estimadas por outros autores em rios similares ao Poxim, no entanto, aumento do número de verticais no método do flutuador, pode trazer um resultado ainda mais próximo a vazão real do referido rio.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA JÚNIOR, A. J. C. D., HERNANDEZ, F. B. T., FRANCO, R. A. M., ZOCOLER, J. L. Medição de Velocidade e Vazão em Cursos D'Água: Molinete Hidrométrico versus Método do Flutuador. In: **CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. Anais...**, ABID, Uberaba, 2010.

ALAGOAS. **Secretaria de Estado do planejamento e do desenvolvimento Econômico- SEPLANDE**. Alagoas em Mapas. 2. Ed. Maceió: SEPLANDE, 2014. 162p. (Atlas)

BONIFÁCIO, C.M.; FREIRE, R. Comparação de três métodos para medição da vazão e velocidade aplicados em dois cursos d'água da bacia do Ribeirão Maringá. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v.9, n.2, p.406-415, 2013.

BRASIL. Diretoria de Serviço Geográfico - DSG. Exército Brasileiro. **Banco de Dados Geográfico do Exército**. 2016. Disponível em: <<http://www.geoport.al.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE Downloads**. 2016. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 06 jun. 2016.

CARVALHO, Renei rocha de; TARTARI, Rodrigo. Monitoramento da Vazão em rios da região sul do Amazonas. **REVISTA EDUCA AMAZÔNIA** – Educação, sociedade e meio ambiente. Ano 7, Vol. XII, Numero 1, 2014. 8-27p

CARVALHO, T.M. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife-PE v.01 n.01, p.73-75, 2008.

COLLISCHONN, W. **Hidrologia: para engenharia e ciências ambientais**. Porto Alegre: ABRH, 2013.

CARTA Cartas Topográficas. Escala: 1:100.000. Folhas: SC-24-Z-B-III (Piaçabuçu) e SC-24-X-D-VI (São Miguel dos Campos). Rio de Janeiro: **Secretaria de Planejamento da Presidência da República/ IBGE**, 1986. Mapa: color.

CONHEÇA mais sobre a história cultural do povoado de Poxim. Direção: **GILSON GOMES**. Edição: Eliana Custódio. Coruripe, Alagoas. 09 min. Cor. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/al/tvgazetaal/terraemar/videos/mais-sobre-a-historia-cultural-do-povoado-de-poxim/3798533/>>. Acesso em: 28 jun. 2016.

EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Stream Flow. In: **Office Of Water: Monitoring Water Quality. Volunteer stream monitoring: a methods manual**. Washignton: EPA, 1997. Cap 5, p. 134-138.

EMBRAPA (Brasil). Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Climatologia do Estado de Alagoas. 2. ed. Recife: EMBRAPA Solos, 2012. 32p

FARIAS JUNIOR, José Edson Falcão de. Análise de metodologias utilizadas para a determinação da vazão ecológica. Estudo de caso: Rio Coruripe/AL e rio Solimões/AM. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. **Dissertação de Mestrado**. 66p. 2006.

Imagem de satélite do rio Poxinzinho. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/10%C2%B03'45.4%22S+36%C2%B03'24.7%22W/@-10.0623993,-36.0571198,734m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-10.062607!4d-36.056866>> Acesso em: 24 jun. 2016.

PALHARES, J. C. P., RAMOS, C., KLEIN, J. B., LIMA, J. M. M., MULLER, S., CESTONARO, T. Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador. EMBRAPA, **Comunicado Técnico** 455, Concordia – SC, 2007. ISSN 0100-8862.

SANTOS, I., FILL, H. D., SUGAI, M. R. B., BUBA, H., KISHI, R. T., MARONE, E., LAUTERT, L. F. C. Hidrometria Aplicada. Curitiba: LACTEC - **Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento**. 2001, 372 p.

Tábua da maré. Disponível em: <<http://www.tabuademark.com/br/alagoas/coruripe>> Acesso em: 23 jun. 2016.

TUCCI, Carlos E.M. (Org.). **Hidrologia. Ciências e aplicação.** Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993. 943p.