

INCERTEZAS NAS ESTIMATIVAS DE VELOCIDADE A PARTIR DE DERIVADORES: IMPLICAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL HIDROCINÉTICO

Arcilan T. Assireu¹, Felipe M. Pimenta² e Osvaldo R. Saavedra³

1 - Institute of Natural Resources, Federal University of Itajubá (UNIFEI), Av. BPS 1303, Pinheirinho, Itajubá, MG, 37500-903, Brazil. Email: arcilan@unifei.edu.br

2 - Center for Physical and Mathematical Sciences, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 88010-970, Brazil. Email: felipe.pimenta@ufsc.br

3 - Institute of Electric Energy, Federal University of Maranhão (UFMA), Av. Dos Portugueses S/n, Bacanga, São Luís, MA 65080-040, Brazil. Email: osvaldo.saavedra@ufma.br

INTRODUÇÃO

Derivadores são flutuadores, desenhados para seguir as correntes nas quais estão inseridos. A utilização recente do posicionamento via Global Navigation Satellite Systems (GNSS), em detrimento ao enlace via satélite ARGOS, permitiu que estes derivadores sejam aplicados ao entendimento de processos de menor escala como no entendimento de efeitos relacionados ao transporte e circulação em estuários (Pawlowicz et al., 2019), em rios e reservatórios (Assireu et al. 2013; Hut et al. 2020) e em diversas aplicações práticas que incluem operações de busca e resgate (Breivik et al., 2008), transporte de plásticos no oceano (Merlino et al., 2023), além de dispersão de larvas (Méndez-Jiménez et al., 2015) e de macroalgas (Sebillé et al., 2021). Grande potencial de aplicação tem sido verificado para mapear regiões adequadas para o aproveitamento hidrocinético (Chang et al. 2015). Neste trabalho faz-se uma análise das implicações das incertezas das velocidades deste instrumento para a prospecção do potencial hidrocinético.

MATERIAIS E MÉTODOS

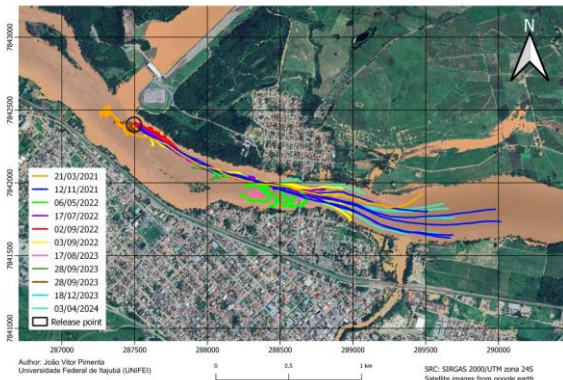


Figura 1 – Região de estudo para fins de aproveitamento hidrocinético e trajetórias dos derivadores.

Tendo em vista investigar a relação funcional entre velocidades do escoamento e a consequente vazão turbinada, foram realizados lançamentos de conjuntos de derivadores em diferentes épocas do

ano, tendo em vista cobrir todas as variabilidades sazonais de vazão possíveis. Estes derivadores foram lançados a jusante da UHE de Aimorés (Fig. 1), cidade de mesmo nome em Minas Gerais.

As incertezas associadas aos sistemas de posicionamento já são bem estudadas e definidas. Entretanto, percebe-se uma lacuna de estudos acerca das incertezas associadas ao arrasto promovido pelo vento sobre a parte emersa do derivador. Para esta análise, as forças de arrasto sobre a parte emersa (devido ao vento) e sobre a parte submersa (devido à corrente que se quer efetivamente medir) são comparadas. O derivador a ser avaliado aqui é do tipo I-Sphere (Tabela 1), que já foi aplicado para prospecção do potencial hidrocinético em estuário e rios (Assireu et al. 2024). Como partes iguais do derivador ficam emersas (expostas ao vento) e submersas, $A_{ar}=A_w$. A razão F_w/F_{ar} é uma indicação de quão acoplado o derivador está às correntes e, consequentemente, maiores valores indicam menor influência do vento sobre o deslocamento do derivador.

Tabela 1 - Estimativas da razão entre a força de arrasto devida à corrente que se quer medir (F_w) e a força de arrasto devida ao vento (F_{ar}), responsável por incertezas nas medidas dos derivadores.

	$F_{ar}=0,5\rho_{ar}A_{ar}C_{ar} u_{ar} u_{ar}$	(1)
	$F_w=0,5\rho_wA_wC_w u_w u_w$	
	$A_{ar}=A_w=(\pi D^2)/8$	(2)
	$C_{ar}=C_w=0,4$	(3)
	$F_w/F_{ar}=1000(u_w u_w)/(u_{ar} u_{ar})$	(4)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo em vista avaliar as incertezas da velocidade do escoamento obtidas por derivadores, os valores típicos (mais recorrentes) de vento e velocidade do escoamento foram aplicados na Equação 4 para avaliar a contribuição relativa do vento (indesejável) e do escoamento (a que queremos efetivamente medir) para o deslocamento final do derivador. Assim, foram utilizados valores de vento de 2 m/s e de escoamento igual a 0,9 m/s (Fig. 2). Estes valores aplicados na Equação 4 resultam em F_w/F_{ar} igual a 202,5. Este valor indica que, para ambientes com ventos moderados, o I-Sphere, a despeito de não

possuir vela submersa (elemento de arrasto para acoplamento com as correntes locais), responde preponderantemente às correntes em detrimento do vento. A outra fonte de erro, amplamente estudada, é aquela associada aos erros de posicionamento do sistema GNSS. Considerando as incertezas típicas encontradas na literatura $\Delta x \sim 3$ m e como 1 minuto taxa amostral utilizada aqui ($\Delta t = 60$ s), o erro para velocidades instantâneas $v_e \sim \Delta x / \Delta t$ é da ordem de 5,0 cm/s. Esta fonte de erro representa menos que 7% da velocidade mínima tipicamente assumida como aproveitável para fins de aproveitamento hidrocínético.

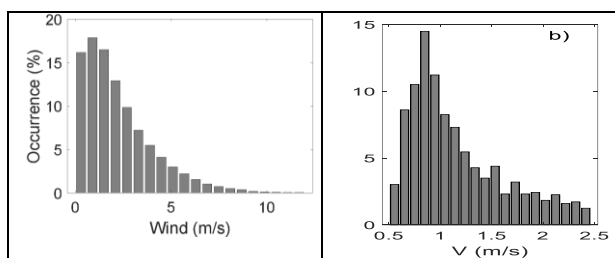


Figura 2 – Climatologia do vento e da velocidade do escoamento na região de estudo.

Outra análise interessante é estimar a velocidade da corrente induzida pelo vento (não importante para o aproveitamento hidrocínético) na área de estudo comparada às correntes geradas pela vazão de saída da usina hidrelétrica. A partir da climatologia do vento medida na região de estudo (Fig. 2), a corrente superficial induzida pelo vento é estimada como sendo 3% da velocidade do vento incidente (Csanady, 1997). Essa aproximação é usualmente utilizada para prever deslocamentos de objetos flutuantes ou substâncias por ação do vento na superfície da água. Em resposta a um vento extremo mas infrequente, da ordem de 4 m/s (Fig. 2), a máxima velocidade induzida pelo vento na área de estudo seria 12 cm/s, menos do que 15% da velocidade mínima típica útil ao aproveitamento hidrocínético.

CONCLUSÕES

O uso de derivadores sem elemento de arrasto (vela) é altamente promissor para o levantamento do potencial hidrocínético, dada a sua robustez, baixo custo e facilidade de logística e por apresentar menor risco de ficar preso em bancos de areia. As incertezas das velocidades obtidas por este equipamento, conforme mostradas aqui, ficam em níveis muito longe de comprometer a prospecção hidrocínética por estes equipamentos. Assim, em regiões onde o cisalhamento vertical das correntes e o vento são moderados, e onde o escoamento é predominantemente dirigido pela vazão de saída de usinas hidrelétricas, esta ferramenta torna-se bastante atraente. Em regiões onde o cisalhamento vertical da corrente e o vento são importantes, recomenda-se a utilização de derivadores com elementos de arrasto

(vela). Todas as análises conduzidas aqui consideraram que a parte emersa era igual à parte imersa. Em termos operacionais, isto é possível por inserir chumbadas no fundo do derivador até que se consiga este balanço.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio aos Projetos LabWind (proc. 408002/2022-0) e ao INCT-INEOF (proc. 468650/2020-0).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Assireu, A. T.; Pacheco; Baldini, C. G. Estimating particle dispersion and reservoir transport processes from satellite-tracked drifters data: methodology and applications. In: Enner Alcântara. (Org.). Remote Sens.: Tech. Appl. Technol. 01ed. New York: Nova Science Publishers, 2013, 1, 94-121.
- Chang, Y.C, Peter C. Chu, Ruo-Shan Tseng. Site selection of ocean current power generation from drifter measurements, Renewable Energy, Volume 80, 2015, Pages 737–745.
- Csanady, G.T. The “slip law” of the free surface. J. Oceanogr. 1997, 53, 67–80.
- Hut, R.; Thatoe Nwe Win, T.; and Bogaard, T. Easy to build low-power GPS drifters with local storage and a cellular modem made from off-the-shelf components. Geosci. Instrum. Method. Data Syst. 2020.
- Méndez-Jiménez, Adriana, William D. Heyman, and Steven F. Dimarco (2015). Surface Drifter Movement Indicates Onshore Egg Transport from a Reef Fish Spawning Aggregation. Physical Geography 36 (4): 353–66.
- Merlino, Silvia, Marina Locritani, Antonio Guarnieri, Damiano Delrosso, Marco Bianucci, and Marco Paterni. (2023). Marine Litter Tracking System: A Case Study with Open-Source Technology and a Citizen Science-Based Approach. Sensors 23 (2).
- Pawlowicz, Rich, Charles Hannah, and Andy Rosenberger (2019). Lagrangian Observations of Estuarine Residence Times, Dispersion, and Trapping in the Salish Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 225 (June): 106246.
- Sebille, Erik van, Erik Zettler, Nicolas Wienders, Linda Amaral-Zettler, Shane Elipot, and Rick Lumpkin (2021). Dispersion of Surface Drifters in the Tropical Atlantic. Frontiers in Marine Science 7 (January): 1–10.

