

## Desenvolvimento de um equipamento para medidas de vazão em rios de pequeno porte

## Development of equipment for measurements of flow in rivers of small size

### RESUMO

Ana Maria Refati de Araujo  
[anarefati@gmail.com](mailto:anarefati@gmail.com)  
Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná, Medianeira,  
Paraná, Brasil

Fabiana Schutz  
[fabianaschutz@utfpr.edu.br](mailto:fabianaschutz@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná, Medianeira,  
Paraná, Brasil

Lucas Felipe Kunz  
[lucaskunz@alunos.utfpr.edu.br](mailto:lucaskunz@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná, Medianeira,  
Paraná, Brasil

O uso de equipamentos e métodos para a determinação de vazão em cursos d'água nos últimos anos tem crescido devido a busca por exatidão e precisão nos valores relacionados a vazão, tendo assim resultados sobre a qualidade do rio ou então o quanto este pode ser usado. Existem equipamentos que fazem a leitura automática da vazão, estes são precisos de fácil utilização e automáticos, porém possuem um custo médio/alto onde muitas vezes os torna inviável. Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento e construção de um protótipo destinado a medir vazão de rios de pequeno porte, além disso através de códigos e algoritmos o desenvolvimento de um aplicativo para celular e também traçar o perfil através do levantamento batimétrico do perfil transversal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vazão. Métodos. Equipamentos. Protótipo. Baixo custo.

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



### ABSTRACT

The use of equipment and methods for the determination of flow in watercourses in recent years has grown due to the search for accuracy and precision in flow-related values, thus having results on river quality or how much it can be used. There is equipment that automatically read the flow, they are easy to use and automatic, but have a medium/high cost where often makes them impracticable. The objective of this work is the development and construction of a prototype to measure small river flow, through codes and algorithms, the development of a mobile application and also tracing the profile through the bathymetric survey of the transverse profile.

**KEYWORDS:** Flow. Methods. Equipment. Prototype. Low cost.

## INTRODUÇÃO

O volume de fluido que passa por uma seção (rio, canal, estação de tratamento e até residência), por um determinado período de tempo é compreendido como vazão, determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo. É expressa segundo o sistema internacional (SI) de unidades por metros cúbicos por segundos ( $m^3/s$ ) (Garcez e Alvarez, 1988).

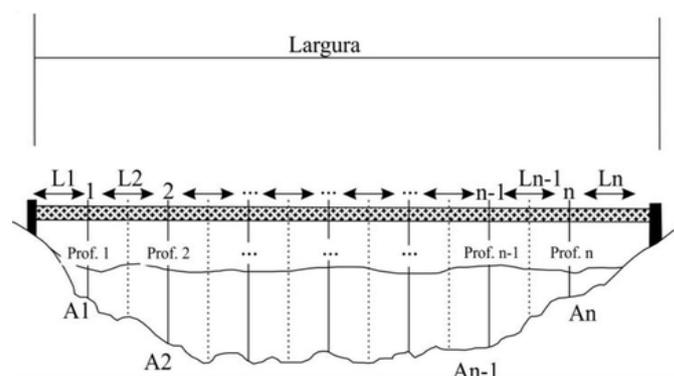
Atualmente existem vários métodos e técnicas voltadas a medição de vazão, tais métodos se dividem em diretos, com o uso de equipamentos mais tecnológicos, automáticos, melhor precisão, facilidade de uso e leitura automática, porém custo médio/alto o que os torna de difícil acesso para a realização de certos estudos e pesquisas. Os métodos simples ou indiretos no qual pode-se estimar a velocidade com base no tempo que um objeto percorre uma determinada distância, são mais utilizados em ambientes de fácil acesso e aplicação, tornando-se um método barato pois não se utiliza equipamentos, no entanto por serem mais arcaicos nem sempre apresentam boa precisão.

O presente projeto tem por objetivo a projeção e construção de um protótipo para medição de vazão de rios de pequeno porte, visando a conversão das informações de leituras de velocidade e profundidade em resposta rápida, automática e precisa apresentando o resultado final através de um aplicativo para celular. Estas conversões de informações ocorrem por meio de um algoritmo capaz de determinar a vazão média no ponto definido, ou seja, a leitura da seção (largura e profundidade) ao longo de diferentes pontos, serão realizadas por sensores que estarão acoplados ao equipamento. Além disso um levantamento batimétrico para traçar o perfil topográfico do rio também será realizado.

## MATERIAL E MÉTODOS

As leituras da seção (largura e profundidade) serão realizadas, ao longo de diferentes pontos (figura 1), no Rio Alegria cuja vazão é de aproximadamente 350 litros por segundo (L/s), localizado no município de Medianeira no Oeste do Paraná.

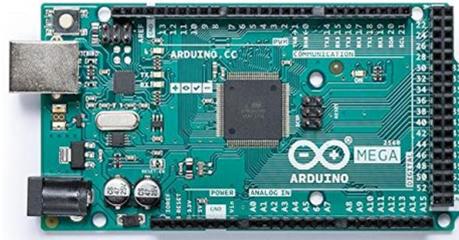
Figura 1. Esquema de medição utilizando se o modelo de utilidade desenvolvido.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2019.

Para os valores da largura e profundidade do rio, serão utilizados dois sensores, o ultrassônico e o de velocidade, que estarão conectados ao Arduino (figura 2), inseridos em uma haste feita por um cano de PVC de 2 polegadas e 1,5 metros de comprimento.

Figura 2. Placa Arduino Mega 2560.



Fonte: Amazon, 2019.

O Arduino utiliza a linguagem de programação C++, onde é compreendido como a abordagem de programação mais comum, dando acesso a uma enorme biblioteca que está em constante crescimento graças a comunidade *open-source*.

Um microcontrolador versátil é a base da placa Arduino na qual potencializa suas funções para uma simples interface passiva de aquisição de dados, podendo operar sozinha no controle de vários dispositivos. Além disso é gratuito e tem acesso público, todo o projeto eletrônico, incluindo a plataforma para o desenvolvimento dos programas de controle (Souza et al, 2011).

No topo da haste de PVC, estará acoplado o sensor ultrassônico a prova d'água JSN-SR04T V2, cuja finalidade é medir profundidades (figura 3). Seu princípio de funcionamento ocorre pelo envio de um sinal ultrassônico, quando o mesmo encontra um obstáculo a reflexão é recebida pelo sensor (AutoCore Robótica, 2019).

Figura 3. Sensor ultrassônico a prova d'água JSN-SR04T V2



Fonte: AutoCore Robótica, 2019.

O sensor ultrassônico atua em profundidades entre 25 cm, a 4,5 metros de acordo com suas especificações disponibilizadas no site AutoCore Robótica. Como o mesmo funciona apenas fora da água, pois foi desenvolvido para atuar unicamente em ambientes úmidos e não submerso a água ou líquidos, a medida da profundidade será obtida pela equação 1:

$$\text{Profundidade} = (\text{tamanho da haste} - \text{resposta do sensor}) \quad (1)$$

Para a obtenção das medidas do sensor ultrassônico, utilizou-se da livraria *NewPing* do arduino, que é compatível com diversos sensores ultrassônicos, na qual possui diferentes métodos e funções implementados, e é de fácil configuração.

Para obter a distância do sensor até a água, necessário para calcular a profundidade do rio, utilizou-se do método `sonar.ping()`, que retorna o tempo que demora para o sensor emitir e receber de volta as ondas ultrassônicas. Para transformar esse valor distância, chama-se o método `sonar.Convert_Cm`, passando como parâmetro o tempo.

Na base da haste foi instalado o sensor fluxo de água modelo SEM-HZ21WA (figura 3), cujo funcionamento ocorre por meio de uma roda interna que gira conforme há o fluxo de água, assim a contagem de quantas voltas estão sendo dadas pela roda é feita através do efeito hall.

Figura 3. Sensor de Fluxo de Água.



Fonte: RoboCore, 2019.

O sensor opera na faixa de 1 a 30 litros por minuto (L/m). Conforme suas especificações, 516 pulsos é o equivalente a um litro de água passando pela hélice (RoboCore, 2019). Este terá por objetivo adquirir três leituras de velocidade, ele será móvel assim as velocidades serão adquiridas no fundo, meio e superfície do canal, uma média entre as três medidas é feita para se obter uma melhor precisão.

O cálculo da velocidade da água foi implementado no arduino utilizando a linguagem *c++*, e é realizado através da equação 2, sendo o fluxo calculado pela quantidade de pulsos recebidos na porta digital do arduino onde o sensor está conectado.

$$Velocidade = \frac{Fluxo}{Área} \quad (2)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

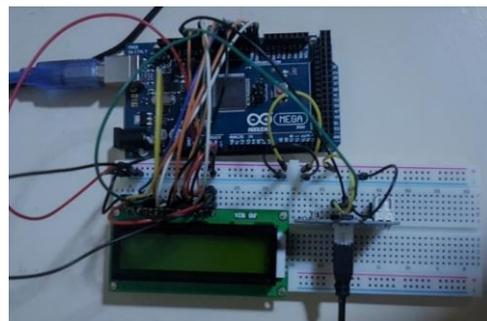
Nessa etapa inicial do projeto, foi desenvolvido a montagem do protótipo conforme figura 5, desenvolvido os algoritmos na própria IDE do Arduino para a captação dos dados dos sensores, e a instalação de um display LCD de 16x2 segmentos (figura 6), para apresentar os resultados de vazão.

Figura 5. Protótipo completo.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Figura 6. Display conectado ao Arduino e placa protoboard.



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Na próxima etapa do desenvolvimento do protótipo, os dados serão enviados por conexão sem fio (WiFi e/ou Bluetooth) para um dispositivo móvel, tendo assim maior poder computacional, mais praticidade e melhor visualização dos resultados. Essa melhoria também permitirá uma aproximação para a real vazão do rio, através de métodos numéricos de splines cúbicas que poderá interpolar as seções transversais do rio, obtendo assim equações que se aproximam da representação do leito do rio.

O equipamento será testado e os resultados obtidos serão comparados com os de um molinete hidráulico, caso seja necessário a realização de ajustes para

alcançar o objetivo que é uma boa precisão através de um equipamento mais simples e barato, para dar sequência no desenvolvimento e aperfeiçoamento do protótipo.

### CONCLUSÃO

O protótipo está sendo desenvolvido visando nesse primeiro momento toda a sua montagem, e elaboração dos códigos objetivando a automatização do equipamento. Os testes do protótipo e o desenvolvimento do aplicativo *mobile* ficará pendente e continuará sendo desenvolvimento no decorrer do ano.

### REFERÊNCIAS

AUTOCORE ROBÓTICA. Sensor Ultrassônico JSN-SR04T a Prova D'água V2. Disponível em: <https://www.autocorerobotica.com.br/modulo-sensor-ultrassonico-jsn-sr04t-a-prova-dagua-v2>. Acesso em: 23 jun. 2019.

CORRÊA, I. C. S. Metodologia para Cálculo de Vazão de uma Seção Transversal a um Canal Fluvial. Seminário Anual de Pesquisas Geodésicas na UFRGS. Porto Alegre – RS, 2007.

GARCEZ, L. N e ALVAREZ G. A, Hidrologia, 2ª edição, ISBN 978-85-212-0169-4, Editora Bluncher, São Paulo, 1988.

SOUZA, A. R. PAIXÃO, A. C. UZÊDA, D. DIAS, M. A. DUARTE, S. AMORIM, H. S. A placa Arduio: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.33 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2011.

ROBOCORE. Sensor de Fluxo de Água. [2017]. Disponível em: <https://www.robocore.net/loja/sensores/sensor-de-fluxo-de-agua>. Acesso em: 21 jun. 2019.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a Universidade Tecnologia Federal do Paraná Campus Medianeira e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), pelo apoio financeiro e suporte para realização deste projeto, a Orientadora Professora Dr<sup>a</sup> Fabiana Shutz e aos colegas por todo incentivo e ajuda.