

## QUALIFICAÇÃO DE PESSOAS NO USO DE TECNOLOGIAS ACÚSTICAS PARA MEDIÇÕES DE VAZÃO

GABRIEL RENZ DA SILVA<sup>1</sup>; GEORGE MARINO SOARES GONÇALVES<sup>2</sup>;  
GILBERTO LOGUERCIO COLLARES<sup>3</sup>; GUILHERME KRUGER BARTELS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – gabrielrenzdasilva@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – george.marino.goncalves@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – gilbertocollares@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – guilhermehartels@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A coleta e análise adequadas de dados fornecem informações para avaliação e planejamento dos usos múltiplos da água. Dessa forma, é evidente a necessidade de medir e monitorar em campo uma série de variáveis hidrológicas e meteorológicas que, dentre outras aplicações, pode-se destacar a aplicação em modelos matemáticos para previsões de chuva e/ou vazão, estimar a probabilidade associada a eventos raros e quantificar as possibilidades do aproveitamento dos recursos hídricos (SANTOS et al, 2001). Segundo o último levantamento da Agência Nacional de Águas (ANA) de 2019, a rede hidrometeorológica nacional contava com 3959 estações fluviométricas em funcionamento com medições de descarga líquida, no país. Os dados hidrométricos coletados em cada estação servirão posteriormente, quando compostos de séries históricas, para estudos hidrológicos estratégicos de gerenciamento e desenvolvimento econômico relacionados aos recursos hídricos.

Todavia, os rápidos avanços tecnológicos em relação ao monitoramento ambiental exigem dos profissionais da área constantes atualizações e capacitações no uso de equipamentos e softwares para aquisição e processamento de dados hidrológicos. Dessa forma, haja vista que grande parte dos materiais sobre o tema estão em língua inglesa, o referido trabalho trata da elaboração de um material didático no formato de apostila e minicurso, apresentando o assunto em português. O material, de forma objetiva, concentra-se no uso de equipamentos acústicos, também chamados de ADCP's (*Acoustic Doppler Current Profile*), para a medição de vazão em corpos hídricos naturais e artificiais, apresentando-o para discentes e egressos da engenharia hídrica e áreas correlatas, bem como, para servidores do setor público e privado, auxiliar na compreensão dessa moderna ferramenta, qualificando-os para atuarem nas atividades de campo e de escritório. Segundo GAMARO (2012), *“o avanço dessa tecnologia é tanto, que a carreira de técnico de campo de hidrometria deve ser revisada e atualizada, ampliando a exigência com a formação básica mais especializada, voltada para os campos que regem este tipo de medição”*.

### 2. METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento do trabalho inclui as etapas de compreensão, contextualização e estruturação do material, pesquisa de referenciais teóricos, processamento das informações coletadas e criação do material em formato de apostila, além da oferta de minicursos e divulgação do material didático.

Primeiramente, definiu-se qual seria o enfoque do trabalho, os tópicos a serem trabalhados e de que forma o conhecimento seria apresentado aos treinandos.

O referencial teórico partiu de um rol de autores, consolidados na área como, por exemplo, os autores dos seguintes documentos: GAMARO (2012 e 2014), referência no Brasil para medições de vazão com equipamentos acústicos, com larga experiência na aplicação o método em diversos ambientes brasileiros e no exterior, somados aos trabalhos realizados em conjunto com a ANA (Agência Nacional das Águas); SIMPSON (2001), MULLER (2013), dois grandes autores da área, pesquisadores da USGS (*United States Geological Survey*), órgão que é referência mundial no uso de tecnologias acústicas para medição de vazão em cursos d'água; além de SANTOS (2001), referência nas metodologias empregadas na área da hidrometria; entre outros. Ao analisar o referencial teórico, comparou-se as informações e, essa análise permitiu transcrever de maneira organizada buscando atender o entendimento de indivíduos em treinamento.

Dessa forma, para a formulação de documento de apoio, na forma de apostila, focou-se primeiramente na compreensão da tecnologia, como e quando surgiu, qual a metodologia e como ela se aplica nos equipamentos, quais as vantagens, desvantagens e os desafios da ferramenta. Após essas análises, apresenta-se a operacionalidade dos equipamentos, onde o foco foi nas principais aplicações para o correto uso da tecnologia, assim como nos principais pontos e ações tomadas para a realização da coleta dos dados em campo, nas calibrações, nos softwares utilizados, nos erros e problemas possíveis.

Para que os alunos tenham um fácil acesso ao conteúdo, como explicado anteriormente, decidiu-se organizá-lo em formato de apostila a qual deve ser disponibilizada, posteriormente, em ambiente virtual, facilitando o acesso, reduzindo os custos e ao alcance de todos os alunos.

Em relação ao minicurso, realizado entre os dias 21 e 24 de setembro de 2020, foi dada prioridade a aplicabilidade da tecnologia ADCP em campo, ao funcionamento dos equipamentos, aos métodos de amostragem, as calibrações necessárias, ao formato de visualização dos dados nos softwares, e as possíveis correções necessárias no pós-processamento.

Nessa ação, o minicurso foi disponibilizado no formato totalmente online e gratuito para a comunidade interna e externa à Universidade Federal de Pelotas. Para a participação no minicurso, após 2 semanas de divulgação, foi disponibilizado aos interessados um formulário feito no *Google Forms* para preenchimento. O formulário teve o objetivo de conhecermos os interessados e para identificar a origem do interesse pelo uso da tecnologia ADCP.

Assim, o treinamento teve um total de 59 alunos inscritos, 33 estavam presentes no primeiro dia e 29 participaram de forma ativa na atividade online. Para a melhor compreensão dos alunos, a carga horária estabelecida foi de 1 hora e 30 minutos a cada dia, durante 4 dias de curso, sendo que o dia 23 foi reservado apenas para dúvidas e questionamentos dos alunos. Ao final aplicou-se um formulário de avaliação com o intuito de observar a opinião dos alunos referente ao desenvolvimento do curso e a compreensão sobre o tema.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ora, a apostila encontra-se em processo de revisão, com toda a estrutura já concluída. A distribuição do material aos alunos da engenharia hídrica ocorrerá quando os mesmos realizarem a disciplina de hidrometria (7º semestre), também será possível a distribuição da apostila como material de consulta aos participantes quando ministrados novos minicursos relacionados ao tema.

A divulgação do material para a comunidade acadêmica, se justifica visto que não são encontradas opções de materiais com uma linguagem acessível sobre a tecnologia estudada, ideal para primeiro contato dos leitores com o assunto. Além de ser um instrumento moderno, a tecnologia é oportuna para o desenvolvimento de projetos, estudos e pesquisas na área dos recursos hídricos. O ganho de tempo, a segurança dos operadores, a precisa medição das variáveis e as diversas aplicabilidades são algumas das vantagens do conhecimento sobre o tema, agora expandido e de fácil oportunidade de compreensão.

No que diz respeito ao minicurso ofertado, pôde-se observar a relação da distribuição da ocupação dos inscritos (Figura 1). Percebe-se a representação de todos setores mencionados. Destaca-se que a maior procura pelo minicurso se deu entre os acadêmicos da Engenharia Hídrica, mas que nos outros segmentos o interesse foi significativo e teve proporções semelhantes.

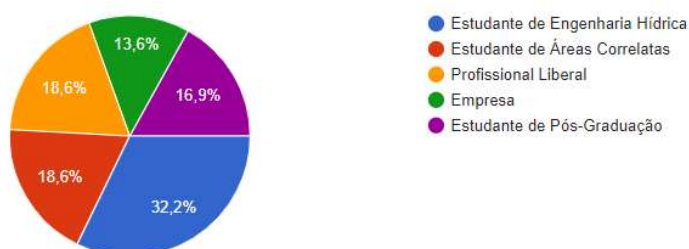


Figura 1 – Distribuição da ocupação dos interessados no curso.

Dos 29 alunos que participaram de forma efetiva no curso, 100% deles responderam que o curso atingiu o objetivo proposto (Figura 2a) e 86,2% responderam que os recursos utilizados no minicurso foram adequados (Figura 2b). A figura 2c mostra que a maioria, 86,2% dos alunos, tiveram um bom aproveitamento do conteúdo passado, 10,3% tiveram um aproveitamento parcial e apenas 3,4% não conseguiram aproveitar o minicurso.



Figura 2 – (a) Avaliação referente ao objetivo atingido no curso; (b) Recursos utilizados para o desenvolvimento das aulas; (c) Aproveitamento dos alunos ao curso.

Em relação as aulas, também notou-se que todos os alunos avaliaram de forma positiva a atividade desenvolvida pelos instrutores (Figura 4).

HABILIDADE E RECEPTIVIDADE DOS INSTRUTORES. OS INSTRUTORES FORAM:



Figura 4 – Gráfico referente a avaliação dos instrutores.

Do ponto de vista dos alunos, alguns aspectos foram relevantes para a positiva avaliação dos mesmos sobre o curso. Dentre os aspectos, ressalta-se a disponibilização de vídeos da operacionalidade do equipamento em campo, da relação instantânea das medições e geração de dados e da demonstração do tratamento e avaliação dos dados nos softwares empregados.

#### 4. CONCLUSÕES

A elaboração de um material de apoio didático sobre equipamentos acústicos para medição de vazão permite aos alunos uma melhor compreensão dos recursos hídricos e da hidrometria, e a aplicação da tecnologia em ambiente acadêmico e profissional, auxiliando-os na adequada tomada de decisão na gestão e medições aplicada aos corpos hídricos. Com isso, torna possível novos ensaios, diferentes aplicações e diferentes soluções para problemas recorrentes na área em questão. Ressalta-se que o impacto deste material se dá tanto dentro da universidade quanto na vida profissional dos futuros engenheiros e gestores dos recursos hídricos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Medição de descarga líquida em grandes rios: manual técnico / Agência Nacional de Águas. -- 2. ed. -- Brasília: ANA, 2014.94p : il.

GAMARO, Paulo Everardo Muniz. **Medidores Acústico Doppler de Vazão**. Assessoria de comunicação social, Itaipu Binacional, 2012. 164p.

GAMARO, Paulo Everardo Muniz. **Medição de Vazão pelo Método Acústico Doppler (ADCP) – Avançado**. Apostila do Curso de Capacitação EAD. Agência Nacional de Águas, 2012. Acessado em 01 set. 2020. Disponível em:  
<https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/64>

MUELLER, David S., WAGNER, Chad R., REHMEL, Michael S., OBERG, Kevin A, e RAINVILLE, Francois, 2013, **Measuring discharge with acoustic Doppler current profilers from a moving boat (ver. 2.0, December 2013)**: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 3, chap.A22,95p.

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

SIMPSON, Michael R. Discharge Measurement Using a Broad-Band Acoustic Doppler Current Profiler. USGS Open File: 2001, Report 01-1.

UNITED STATES OF GEOLOGICAL SURVEY, **Policy and technical guidance on discharge measurements using acoustic Doppler current profilers**. Office of Surface Water Technical Memorandum, 2002.02, 2001