

## INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E EMPREENDEDORISMO EM UM TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MSc. Arlindo Garcia Filho** – arlindo@facens.br

**Eng. Cesar Augusto Conservani** – cesar.conservani@aluminioeba.com.br

**MSc. Joel Rocha Pinto** - joel@facens.br

**Eng. Thales Prini Franchi** - prini@facens.br

Faculdade de Engenharia de Sorocaba

Rod. Sen. José Ermírio de Moraes, km 1.5, nº1425

CEP. 18087-125 – Sorocaba – S.P.

***Resumo:** A elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso é uma das oportunidades que o futuro profissional tem para aplicar seus conhecimentos, suas competências e suas habilidades na resolução de problemas, bem como exercitar o seu empreendedorismo e o seu espírito criativo e inovador. Essas qualidades foram utilizadas no projeto e construção de um protótipo para medição de velocidade da água em rios e canais. Tal desenvolvimento foi solicitado por uma empresa que necessitava do equipamento e foi realizado por um aluno de graduação, colaborador dessa empresa, sob orientação de professores da Facens (Faculdade de Engenharia de Sorocaba).*

***Palavras-chave:** Trabalho de conclusão de curso, medição de velocidades de águas.*

### 1 INTRODUÇÃO

Os princípios, fundamentos, condições e procedimentos na formação de engenheiros são definidos pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de graduação em Engenharia. Dentro desses princípios destaca-se que engenheiro deve ser capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, bem como resolver problemas considerando todos os aspectos em atendimento às demandas da sociedade. Para tanto, existem nesses cursos, trabalhos que devem sintetizar e integrar os conhecimentos adquiridos. Uma dessas atividades é o Trabalho de Conclusão de Curso. Como a grande maioria dos alunos da Faculdade de Engenharia de Sorocaba já desempenha atividades técnicas nas empresas, o Trabalho de Conclusão de Curso, em sua maioria tem sido elaborado com o propósito de resolução de problemas dessas empresas. Um desses problemas diz respeito à medição da velocidade da água em cursos d'água em canais e a metodologia para aquisição de dados.

Esse problema foi detectado por uma empresa da região de Sorocaba, que inicialmente buscou uma solução através de consultorias terceirizadas. As soluções propostas não apresentavam uma resolução completa do problema, além de seus custos serem extremamente elevados. Diante desse cenário, a empresa optou-se pelo estabelecimento de uma parceria com

a Facens através do aluno e colaborador da empresa, no intuito dos professores orientar e auxiliar o Trabalho de Conclusão de Curso com o objetivo de encontrar e implementar uma solução técnica e economicamente viável. Tal parceria constituiu-se basicamente de troca de “know how” entre o aluno colaborador e os professores da Facens, permitindo um relacionamento industrial e acadêmico para a resolução desse problema, agregando conhecimentos para o aluno e para os professores também. Esse modelo de parceria apresentou resultados positivos e esta sendo utilizado como exemplo para a realização de outros trabalhos.

A seguir apresentaremos o desenvolvimento técnico do Trabalho de Conclusão de Curso.

## **2 MEDIÇÃO DE VELOCIDADE DA ÁGUA EM RIOS E CANAIS**

O projeto do medidor de velocidade da água para cursos d’água e canais nasceu da real necessidade de se realizar medições de vazão em tempo real dos principais afluentes dos reservatórios de usinas hidroelétricas.

Embora existam no mercado equipamentos para esta finalidade, o projeto ora desenvolvido apresenta uma solução econômica e confiável para a aquisição dos parâmetros utilizados na elaboração e manutenção dos dados hidrológicos necessários e exigidos pela atual legislação.

O princípio utilizado é do molinete fluviométrico para captação da velocidade, agregado a um medidor micro processado para leitura e armazenamento dos valores adquiridos.

A aplicação prática deste equipamento é a medição sistemática das velocidades da água nos rios para elaboração das curvas chave e de duração.

Após a elaboração da curva chave, o equipamento é necessário para a manutenção e conferência dos valores obtidos e observações quanto a possíveis desvios provocados por alterações no leito do rio estudado (Schreiber, Gerhard P., 1977)

### **2.1 Projeto e fabricação do medidor**

O equipamento é composto de um captor devidamente calibrado que é impulsionado pela velocidade da água em medição. Este captor converte a velocidade da água em pulsos os quais, após a aquisição são tratados pelo indicador micro-processado interpretado através de equação específica que converte os pulsos recebidos em velocidade da água, que é expressa em metros/segundo.

A linearidade da resposta e a precisão do captor são os pontos mais importantes do equipamento.

Alimentado por baterias com autonomia mínima de 6 horas, recarregáveis de um conversor externo 110-220Vca /12 Vcc ou 12 Vcc proveniente de plug disponível em veículos.

A construção modular do equipamento permite que o captor possa ser inserido no ponto de medição através de uma haste rígida cujo comprimento pode ser ajustado de acordo com a necessidade acoplando-se hastes adicionais. Esta particularidade é muito útil para medições em locais de pequena profundidade.

Para profundidades de medição superior a 2 metros utiliza-se um cabo de aço graduado e o guincho fluviométrico.

Nestes casos, torna-se também necessária a utilização de um contrapeso direcionador de forma a garantir o posicionamento do captor o mais próximo possível da linha de medição transversal e alinhado ao fluxo do rio.

A profundidade de medição é ajustada através do guincho fluviométrico cujo diâmetro do carretel foi calculado de forma a liberar 50 centímetros de cabo a cada volta (SANTOS, I. et al, 2001).

A figura 1 apresenta os principais componentes do sistema de medição.

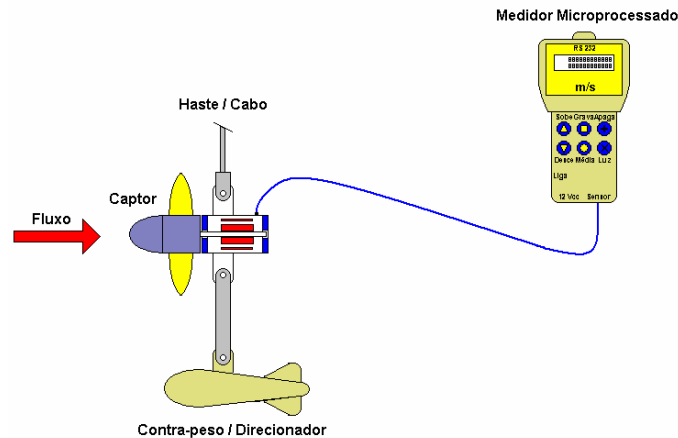


Figura 1 – Principais componentes do sistema de medição.

## 2.2 Projeto do captador

Responsável pela conversão da velocidade da água em pulsos, é composto por uma hélice e um rotor magnético que aciona os interruptores gerando os pulsos de medição.

Utilizando-se materiais inoxidáveis, buchas com baixo coeficiente de atrito e encapsulamento em resina epóxi, o captor apresenta alta durabilidade e repetibilidade aliados a baixa necessidade de manutenção.

A figura 2 apresenta o captor desenvolvido.

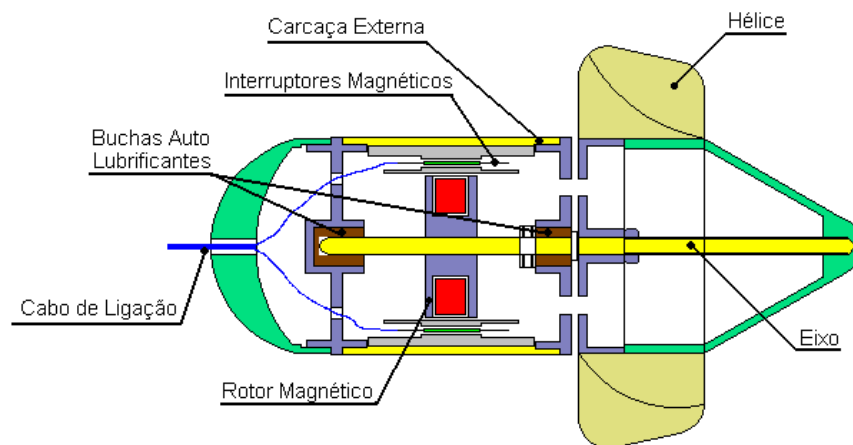


Figura 2 – Vista em corte do captor.

## 2.3 Aferição do captor

Após a construção do captor, realizou-se a aferição para obtenção da equação de resposta ou como é conhecida “equação do molinete”.

A aferição foi realizada nas dependências do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Divisão de Transportes – Agrupamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica de São Paulo. Os ensaios apresentaram boa linearidade e desvio aceitável para a faixa de medição proposta que é de 0,3 a 3,0 m/seg..

A figura 3 apresenta o gráfico de Pulsos x Velocidade obtido nos ensaios.

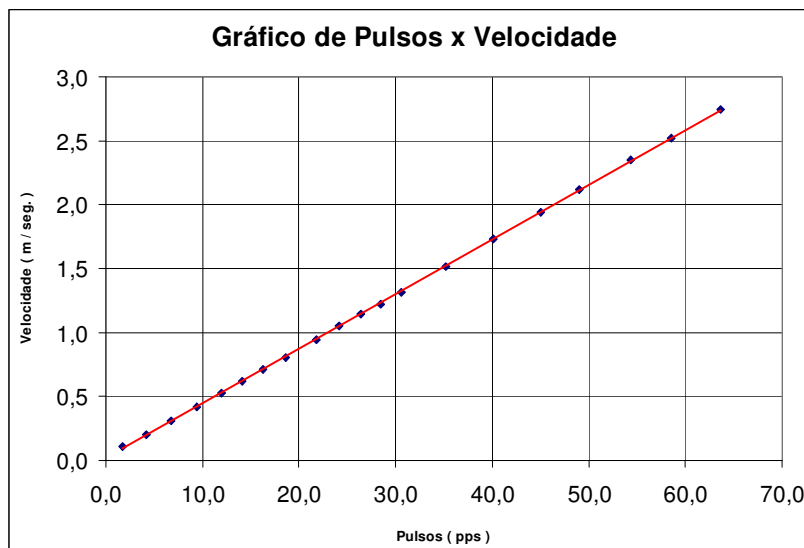


Figura 3 – Gráfico de Pulsos x Velocidade.

A equação da reta ajustada para os pontos medidos foi obtida pelo método dos mínimos quadrados que resultou na equação 1 abaixo:

$$Velocidade = 0,0428 \cdot Pulsos + 0,0169 \quad ( 1 )$$

Com a velocidade dada em m/s para Pulsos dados em pps.

Com a equação da função Velocidade x Pulsos e a medição real obteve-se os desvios percentuais da rotação ( pulsos por segundo ) em relação à velocidade real aferida no captor como apresentado na tabela 1.

Verifica-se que para a medição de 0,2 m/s o desvio apresentado foi de 2,74 % viabilizando a utilização do equipamento abaixo da faixa pré-estabelecida, uma vez que pode-se aceitar desvios de até 3 % neste tipo de medição (John Willey & Sons, 1995 e Bastos, Francisco de Assis A., 1993).

**Tabela 1 – Velocidade medida e calculada.**

Pontos	Pulsos ( pps )	Velocidade Medida (m/s)	Velocidade Calculada (m/s)	Desvio (m/s)	Desvio ( % )
1	1,765	0,110	0,092	0,018	15,96
2	4,150	0,200	0,195	0,005	2,74
3	6,800	0,309	0,308	0,001	0,34
4	9,410	0,417	0,420	0,003	0,64
5	11,975	0,527	0,529	0,002	0,46
6	14,125	0,617	0,621	0,004	0,72
7	16,235	0,710	0,712	0,002	0,25
8	18,585	0,805	0,812	0,007	0,91
9	21,770	0,946	0,949	0,003	0,28
10	24,160	1,049	1,051	0,002	0,19
11	26,380	1,147	1,146	0,001	0,09
12	28,465	1,222	1,235	0,013	1,08
13	30,595	1,318	1,326	0,008	0,63
14	35,200	1,517	1,523	0,006	0,43
15	40,125	1,729	1,734	0,005	0,30
16	45,020	1,941	1,944	0,003	0,14
17	48,990	2,117	2,114	0,003	0,16
18	54,370	2,352	2,344	0,008	0,34
19	58,565	2,519	2,523	0,004	0,18
20	63,630	2,743	2,740	0,003	0,10

A figura 4 apresenta o captor construído.

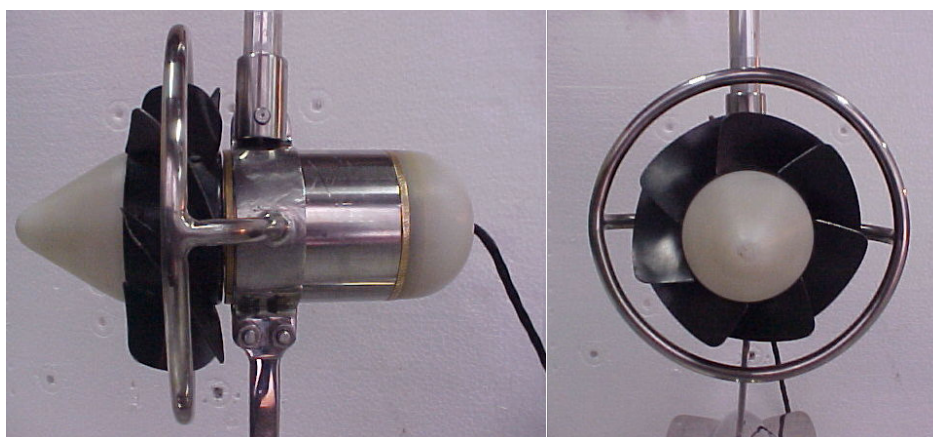


Figura 4 – Captor.

## 2.4 Projeto do indicador micro-processado

O indicador é composto basicamente por dois microprocessadores tipo PIC16, fabricado pela MICROCHIP, com funções distintas, sendo o primeiro responsável pela contagem dos pulsos advindos do captor e o segundo pelos cálculos para conversão da leitura de pulsos em metros/segundo, gerenciamento do display, comunicação RS 232 e memória (Idoeta, Ivã Valeije, 1986).

A leitura instantânea é adquirida, convertida e exibida em display de cristal líquido, opcionalmente a leitura poderá ser gravada em uma das 98 posições de memória disponíveis.

Ao final das leituras poderá ser obtida através de comando específico, a média aritmética das leituras realizadas. A média é armazenada na posição de memória 99.

A figura 5 apresenta o diagrama de blocos do indicador.

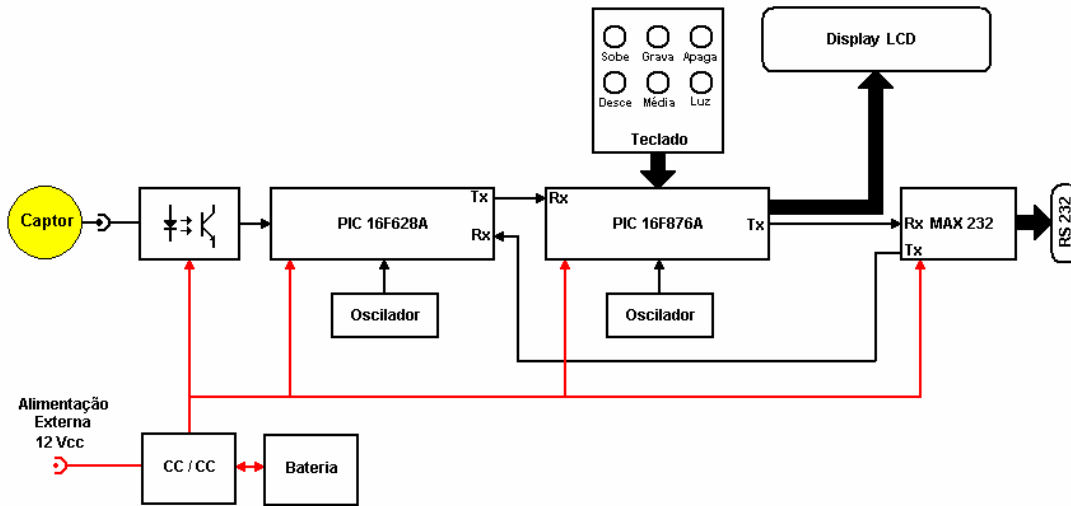


Figura 5 – Diagrama de blocos do coletor/indicador.

O micro-controlador PIC 16F628A é responsável pela aquisição e contagem dos pulsos advindos do captor, micro-controlador PIC 16F876 gerencia a memória, *display* e comunicação serial.

A rotina desenvolvida prioriza a coleta dos sinais do captor de forma a não ocorrerem falsas leituras decorrentes da perda de dados.

Nos intervalos de contagem o programa atualiza o *display* e gerencia a memória.

O diagrama completo do coletor/indicador é apresentado na figura 6.

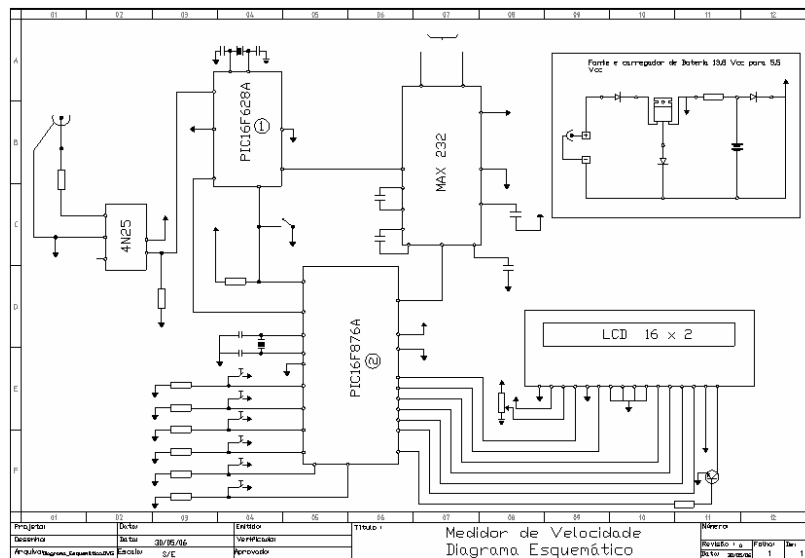


Figura 6 – Diagrama elétrico do coletor/indicador.

A comunicação serial prevista permite coletar os dados gravados nas posições de memória diretamente do indicador para qualquer microcomputador, não sendo exigido software específico, podendo ser utilizado qualquer programa de comunicação serial.

A figura 7 apresenta o coletor montado.



Figura 7 – Coletor

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos atenderam plenamente os objetivos propostos para a determinação preliminar da curva de descarga (curva chave) e a determinação preliminar da curva de frequência. O monitoramento periódico das velocidades, sobretudo para altas vazões se faz necessário para que a precisão e a confiabilidade das curvas de vazão e frequência sejam significativamente aumentadas.

A reduzida quantidade de peças móveis e a utilização adequada do equipamento permitem longos períodos de uso sem a necessidade de aferição.

O desenvolvimento realizado com objetivo de resolver o problema da empresa possibilitou um grande estudo e aplicação de conhecimentos por parte dos alunos envolvidos e motivou outros alunos e outras empresas a se utilizarem à ferramenta Trabalho de Conclusão de Curso, para realizarem seus projetos e desenvolvimentos.

### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WILLEY J. & S. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**, 1995. 657 pg. – Rio de Janeiro – LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.

BASTOS, F.A.A. **Problemas de Mecânica dos Fluidos**. 1993. 483 pg. – Rio de Janeiro – Editora Guanabara Koogan S.A.

IDOETA, I.V. **Elementos de Eletrônica Digital**. 1986. 10<sup>a</sup> edição. 503 pg. – São Paulo – Editora Érica.

SCHREIBER, G.P. **Usinas Hidroelétricas**. 1977. 1<sup>a</sup> edição. 235 pg. – São Paulo - Editora Edgard Blucher Ltda.

SANTOS, I. et al. **Hidrometria Aplicada**. 2001. 372pg. – Curitiba – Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento.

## INNOVATION TECNOLÓGICA AND EMPREENDEDORISMO IN A WORK OF COURSE CONCLUSION

**Abstract:** *The elaboration of the Work of Conclusion of Course is one of the chances that the professional future has to apply its knowledge, its abilities and its abilities in the resolution of problems, as well as exercising initiative to job market and its creative and innovative spirit. These qualities had been used in the project and construction of an archetype for measurement of speed of the water in rivers and canals. Such development was requested for a company who needed the equipment and was carried through by a graduation pupil, collaborator of this company, under orientation of professors of the Facens (College of Engineering of Sorocaba).*

**Key-words:** *Work of course conclusion, measurement of water speeds.*