

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC – UNICAMP

Autores: Marcell Guimarães Cunha (Bolsista)
Prof. Dr. Paulo Vatavuk (Orientador)

Agência Financiadora: SAE/CNPq

Palavras Chave: Transitórios Hidráulicos – Golpe de Aríete – Estações de Recalque

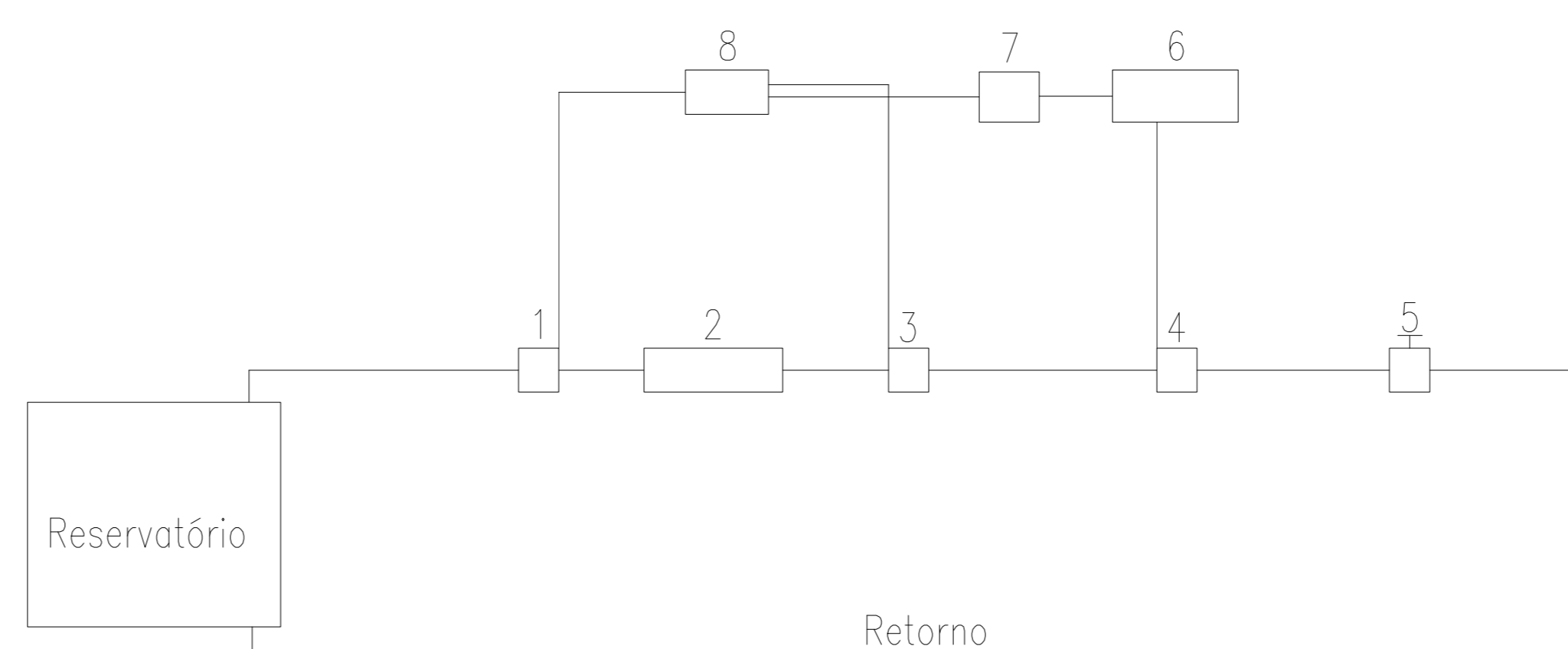
Introdução

Uma parte importante do projeto de instalações de bombeamento é a previsão do comportamento do sistema em situações de regime transitório, que ocorre, por exemplo, durante a partida do sistema ou uma mudança brusca nos parâmetros operacionais. A previsão do desempenho das bombas centrífugas durante o transitório é usualmente feita supondo que as bombas seguem as curvas de variação de pressão e vazão obtidas em regime permanente, sendo feitas apenas correções para levar em conta a variação da rotação da bomba. Alguns autores, por exemplo, mostraram que este tipo de análise pode levar a erros de até 30% no cálculo da pressão de saída da bomba, que é um erro considerável se comparado a outros erros que são cometidos no cálculo numérico destes sistemas. O trabalho que foi desenvolvido, envolveu a coleta de dados em laboratório em que foi avaliado o comportamento físico de uma instalação de recalque em manobras de parada e partida de bombas.

Metodologia da Pesquisa

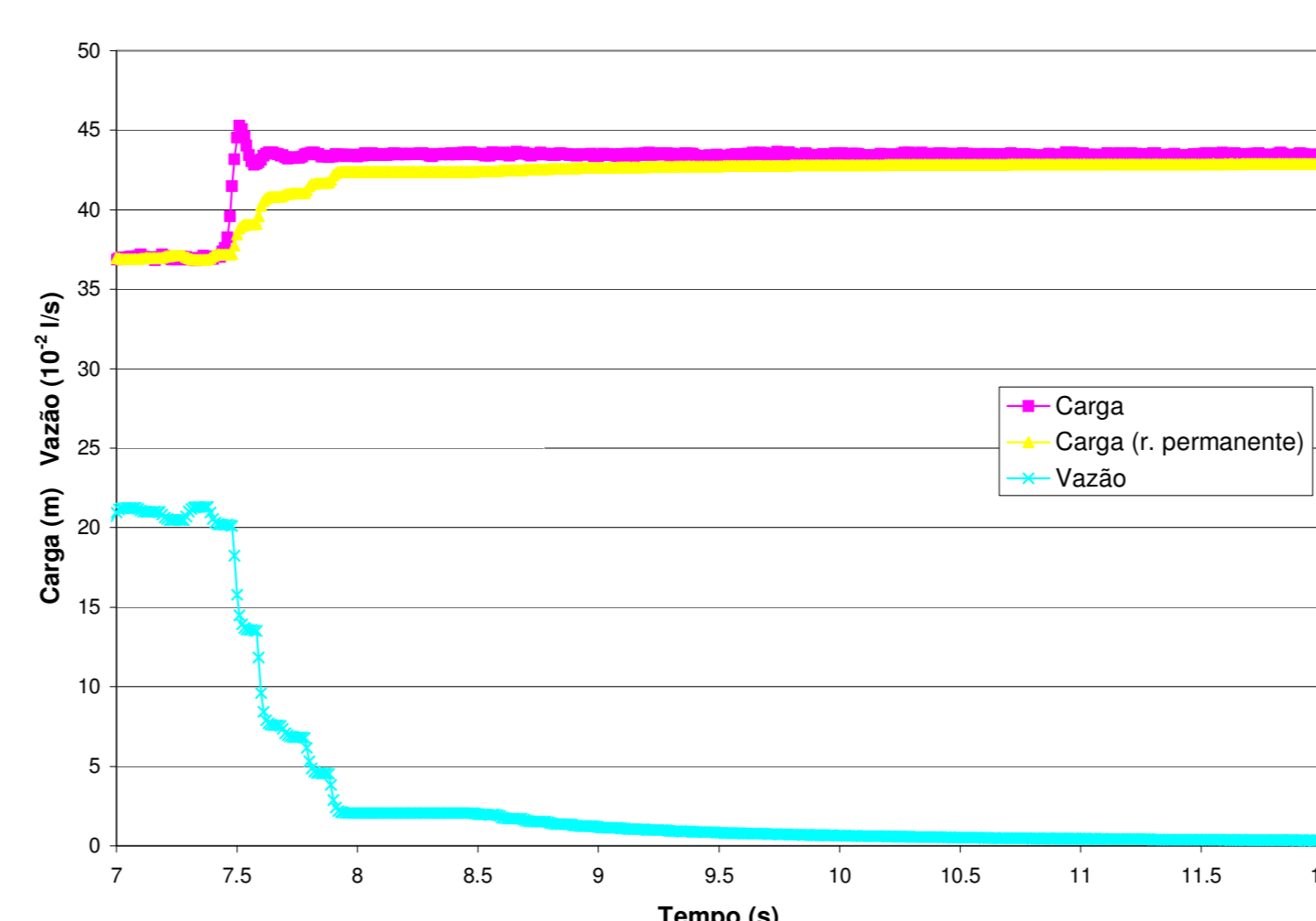
Primeiramente, montou-se o circuito por onde circularia a água, em tal circuito já estavam inclusos todos os aparelhos necessários para medição, tem-se ao lado uma figura com o esquema do circuito para facilitar a visualização do mesmo. Com o circuito concluído, iniciou-se as medições. O primeiro conjunto de medições foi para determinar a curva da bomba, e foi feito da seguinte forma: efetuou-se a aquisição de dados de vazão, pressão antes da bomba e pressão depois da bomba para diversas vazões diferentes. O controle da vazão era feito através de um registro de pressão, ou seja, as medidas foram feitas para várias aberturas do registro distintas, e para cada abertura obteve-se em torno de 1500 medidas em regime permanente. Com isso, pôde-se montar a curva de vazão e pressão fornecida pela bomba. Na etapa seguinte foram efetuadas as medições com o objetivo de estabelecer o real comportamento da bomba em regime transitório. Para tal, efetuou-se fechamento rápido do registro, abertura rápida do registro, fechamento parcial rápido do registro. Para o fechamento rápido, iniciou-se com o registro parcialmente aberto, cerca de 20%, que representava uma vazão de aproximadamente 0,07 l/s, sendo que nossa vazão máxima era em torno de 0,37 l/s, continuou-se aumentando a abertura do registro gradativamente, passando em seguida para uma vazão de aproximadamente 12 l/s, depois para uma vazão em torno de 22 l/s, até chegarmos à vazão máxima de aproximadamente 37 l/s. O procedimento seguinte foi o de abertura rápida do registro, partindo do registro totalmente fechado, ou seja, vazão zero, abria-se repentinamente o mesmo até a vazão máxima, 37 l/s. E por último, o fechamento parcial rápido do registro, ou seja, iniciando-se na vazão máxima, o registro era fechado repentinamente até uma vazão pré-determinada diferente de zero. Tal procedimento também foi muito importante para observação do funcionamento da bomba em regime transitório.

Circuito de trajeto da água e envio do sinal elétrico

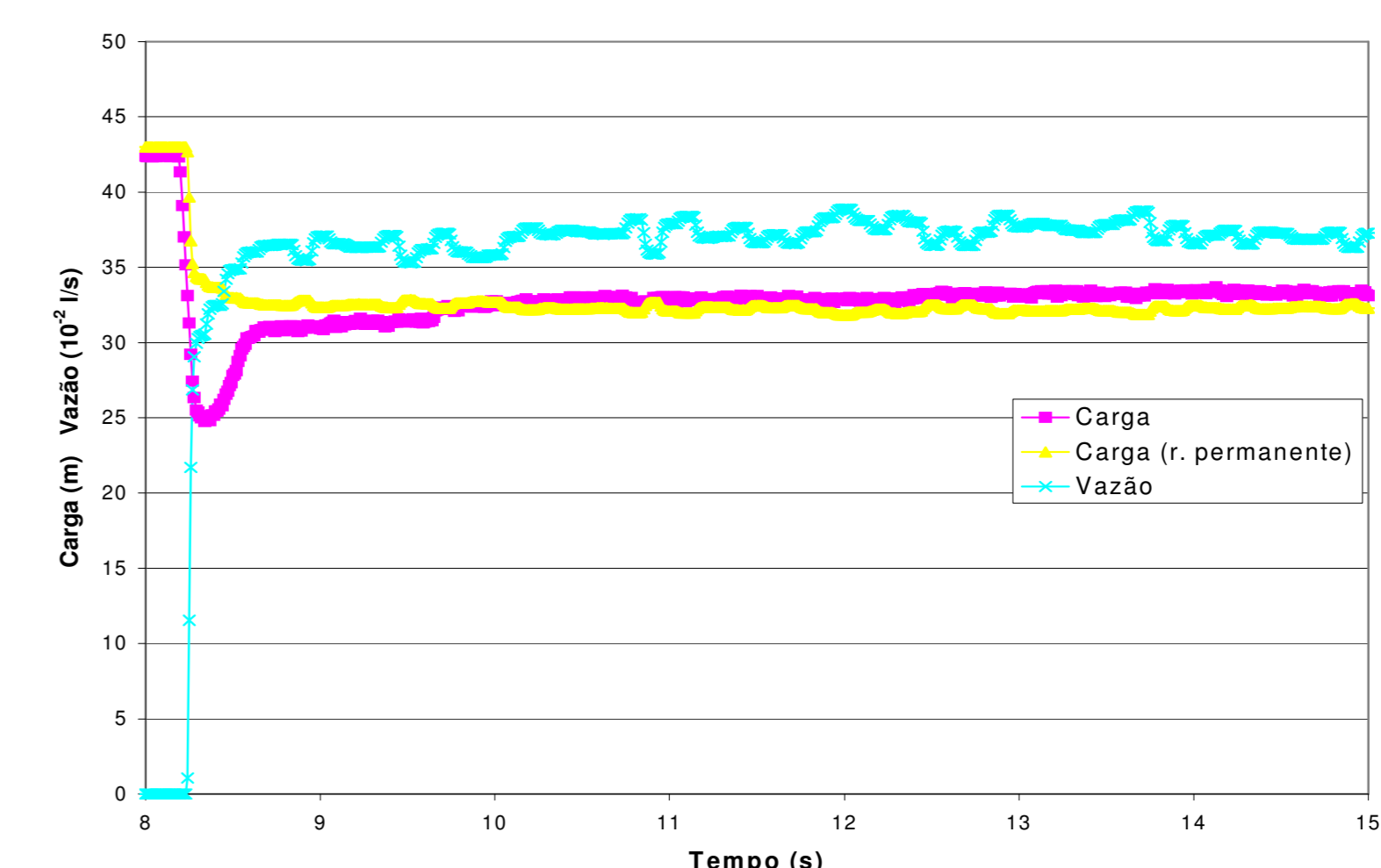


- 1 – Transdutor de Pressão da entrada da bomba.
- 2 – Bomba Centrífuga
- 3 – Transdutor de Pressão da saída da bomba.
- 4 – Medidor de Vazão.
- 5 – Registro.
- 6 – Computador de Processo, SCADA.
- 7 – Transmissor de Vazão.
- 8 – Computador de Aquisição de Dados, SPIDER.

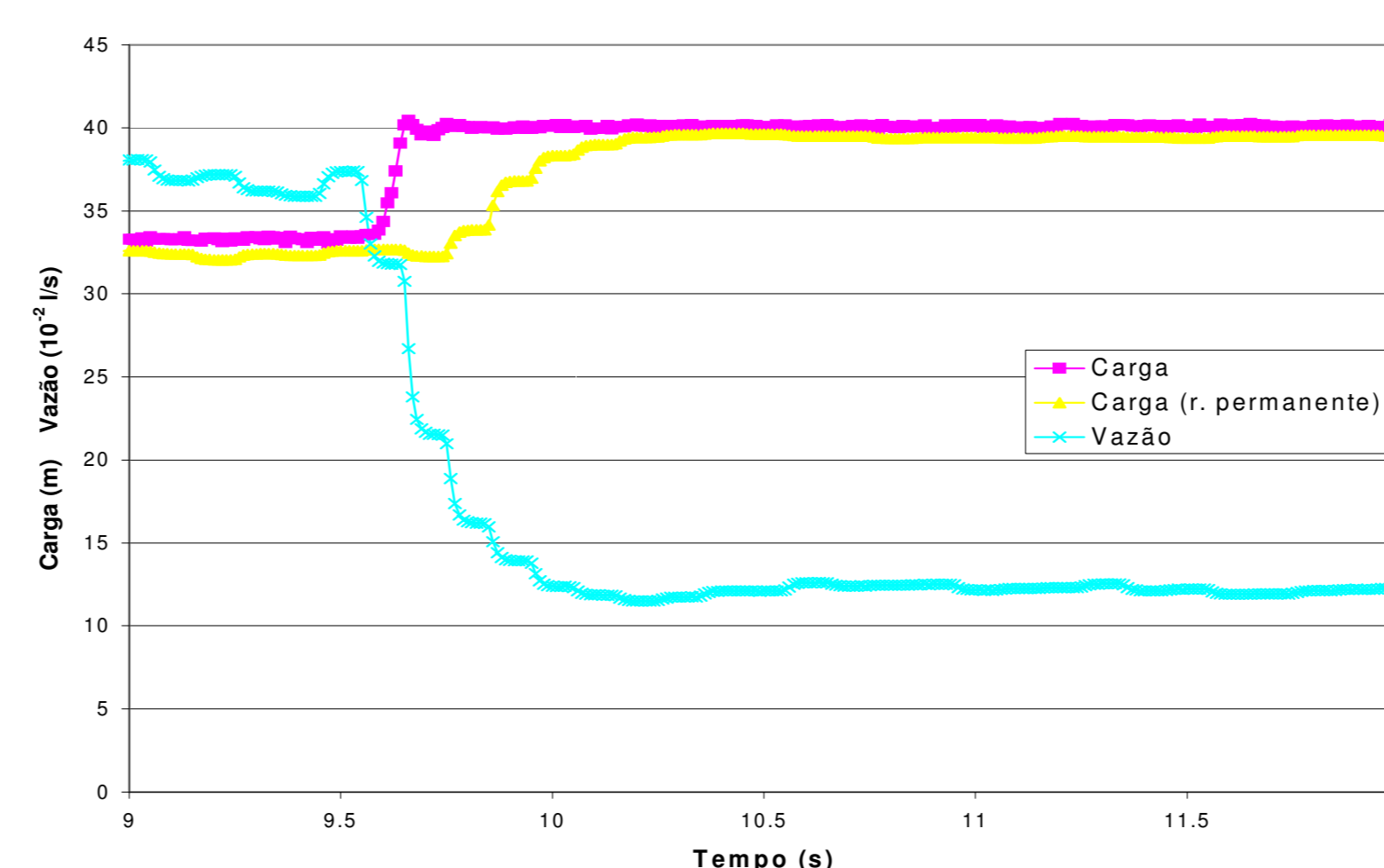
Fechamento Rápido



Abertura Imediata



Fechamento Parcial Rápido



Resultados e Discussão

Pela análise dos gráficos gerados, foi possível verificar que a bomba não seguiu o comportamento de regime permanente. No Gráfico referente ao fechamento rápido, observa-se um pico na variação da pressão fornecida pela bomba, que é maior do que a carga teórica calculada através da curva da bomba. E é exatamente este pico de pressão, que procurávamos estudar. O mesmo pico pode ser observado no Gráfico referente à abertura rápida, porém ele é inverso ao anterior. No Gráfico referente ao fechamento parcial rápido, também nota-se o mesmo fenômeno só que em proporções menores, sendo que as vazões envolvidas são menores. Os picos de carga observados nos experimentos deste projeto, provavelmente devem-se a cargas adicionais necessárias para acelerar ou desacelerar o fluido que se encontra no interior da bomba. Mas, atualmente não existe um modelo teórico que permita avaliar este efeito.