

### “PRESSÕES TRANSITÓRIAS GERADAS NO IMPACTO DE UMA ONDA CONTRA O PARAMENTO DE UMA ESTRUTURA HIDRÁULICA”

ALUNO: Rafael Taino (bolsista SAE/UNICAMP)      rtaino@gmail.com

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Gilberto Dalfré Filho      dalfre@fec.unicamp.br

#### INTRODUÇÃO

Os paramentos das estruturas hidráulicas, como as barragens construídas em concreto, estão sujeitas ao impacto de ondas gravitacionais que são formadas no reservatório. Nestes paramentos existem juntas de dilatação para permitir movimentações devido ao efeito térmico e a pequenos recalques. Mesmo com a presença das juntas de dilatação, pequenas fissuras são formadas no paramento. A onda que impacta contra os paramentos produz pressões transitórias que atuam nestas juntas ou fissuras, alargando-as. O objetivo deste trabalho é conhecer as pressões transitórias geradas no momento do impacto

#### BANCADA EXPERIMENTAL

A bancada experimental, representada pela Figura 1, é constituída por um reservatório superior e uma câmara inferior. Uma tubulação, contendo pontos para a medição de pressão, está acoplada lateralmente à câmara inferior. Desta forma, com o auxílio de transdutores de pressão, é possível registrar os valores das pressões geradas na tubulação.



Figura 1. Ilustração da bancada experimental.

#### PROCEDIMENTO DE ENSAIO

Preenche-se o reservatório superior, a câmara inferior e a tubulação horizontal com água. Por meio de uma alavanca, abre-se o batoque do reservatório superior e ocorre o choque entre as massa de água. Desta forma, é gerada uma onda que se propaga ao longo da tubulação, sendo registradas pelos transdutores de pressão. Registram-se os valores de pressão, até a condição de repouso. Ensaio adicional foi realizado incorporando ar à câmara inferior, através de um compressor de ar.

#### RESULTADOS E ANÁLISE

Obtiveram-se os valores das pressões transitórias para os casos com aeração (figuras 2 e 3) e sem aeração (figuras 4 e 5). Foi também construído gráfico mostrando os valores das pressões máximas para cada posição da tubulação.

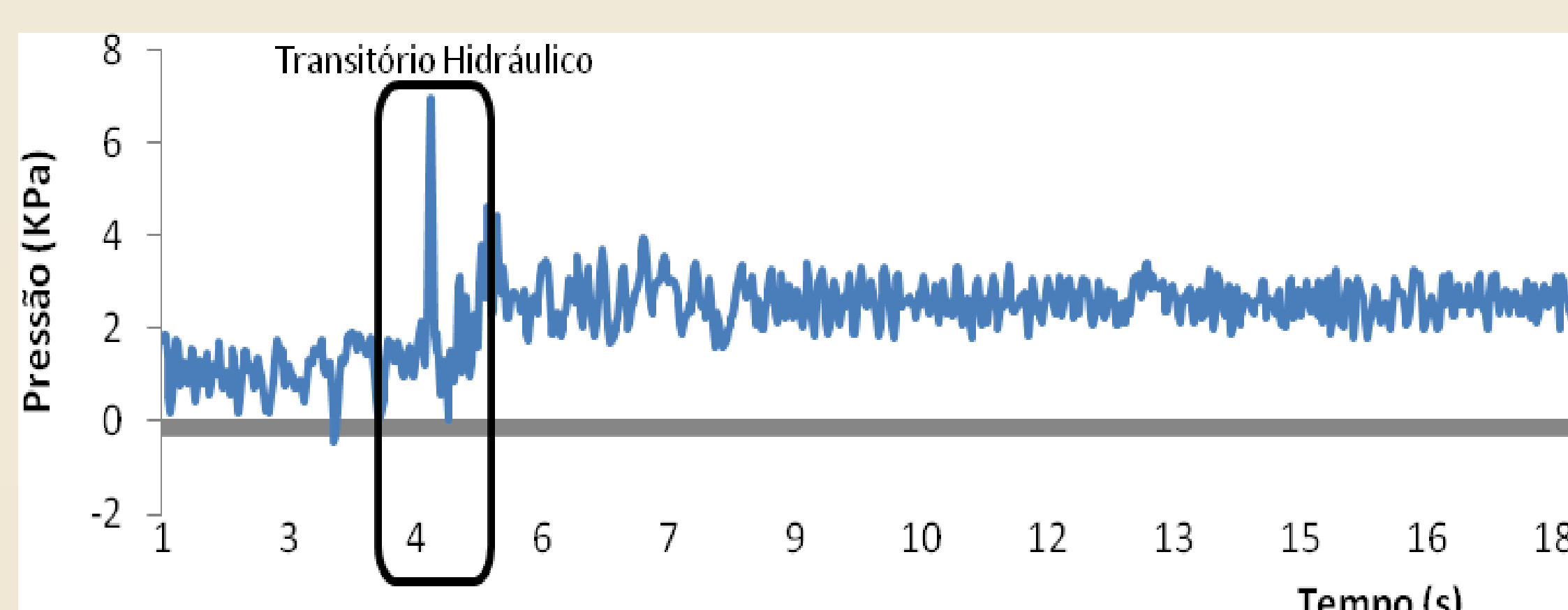


Figura 2. Comportamento das pressões ao longo do tempo e indicação da duração do transitório hidráulico.

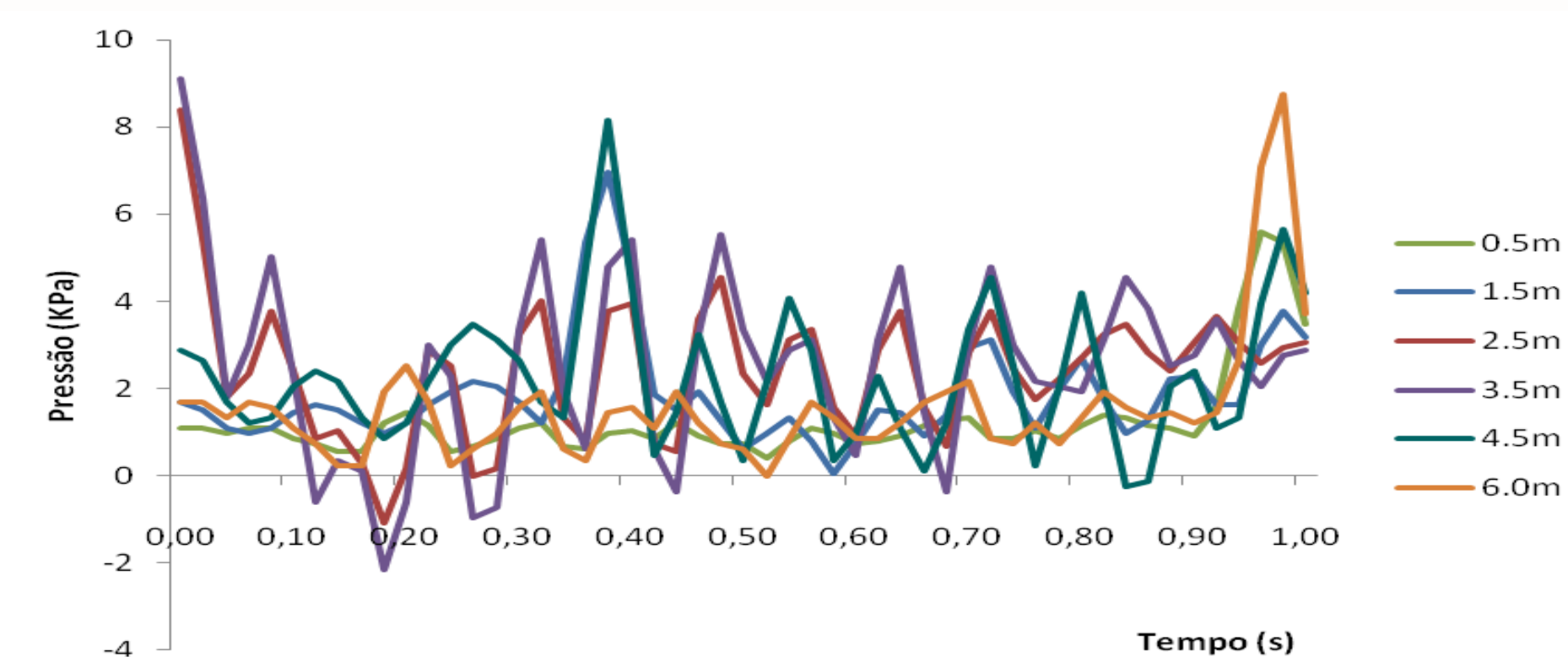


Figura 3. Variação das pressões ao longo do tempo e do espaço.

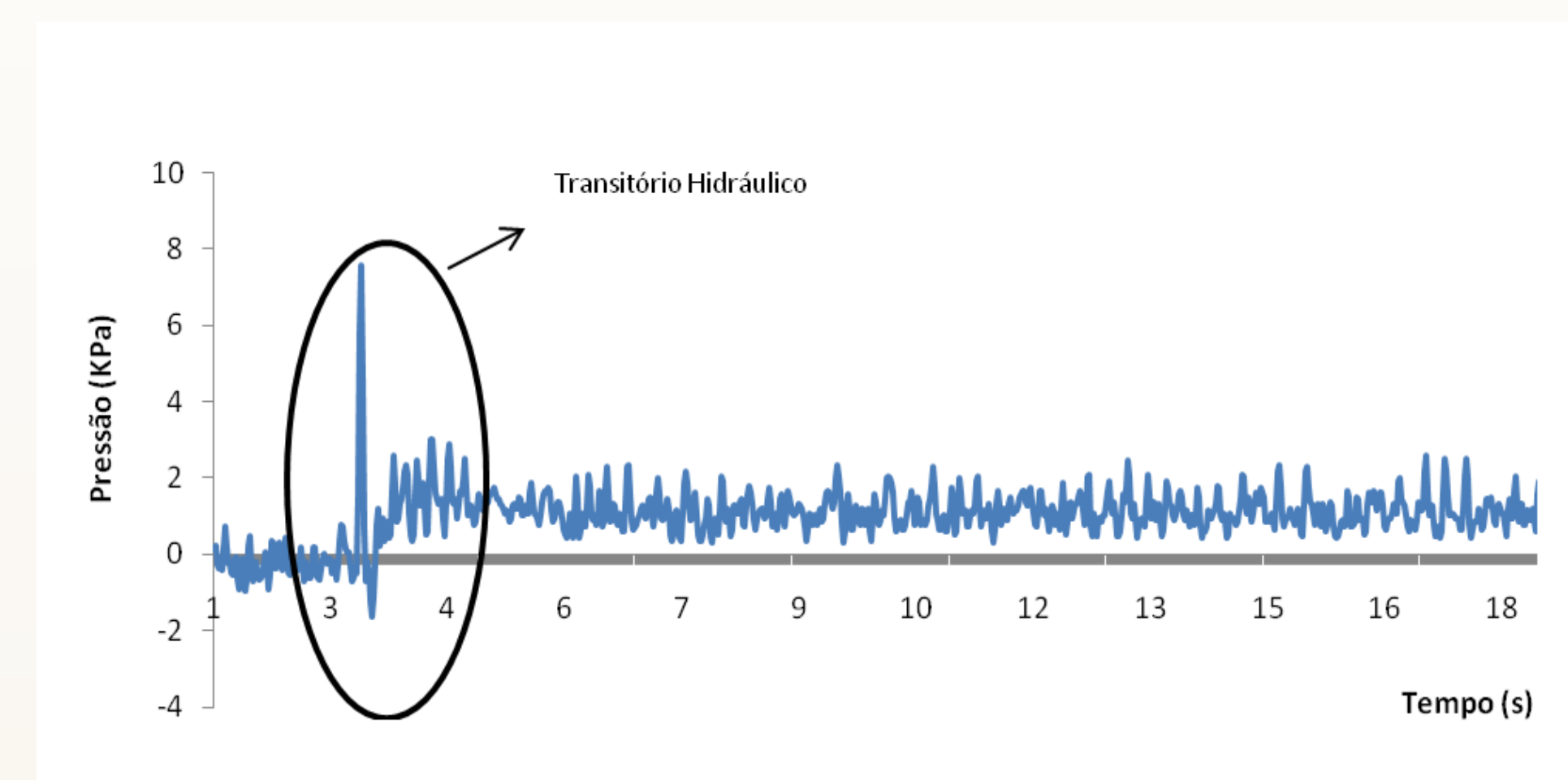


Figura 4. Comportamento das pressões ao longo do tempo e indicação do transitório hidráulico, com aeração.

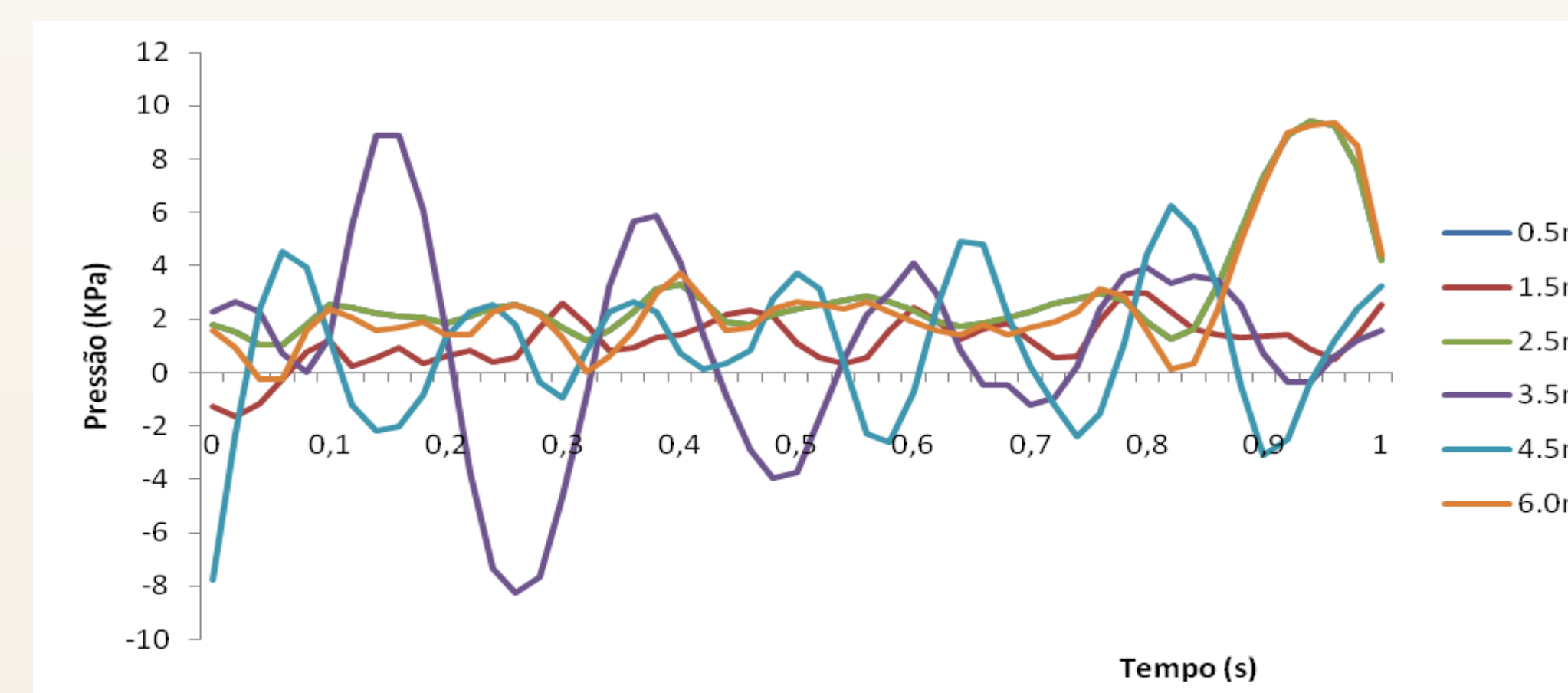


Figura 5. Variação das pressões ao longo do tempo e do espaço, com aeração.

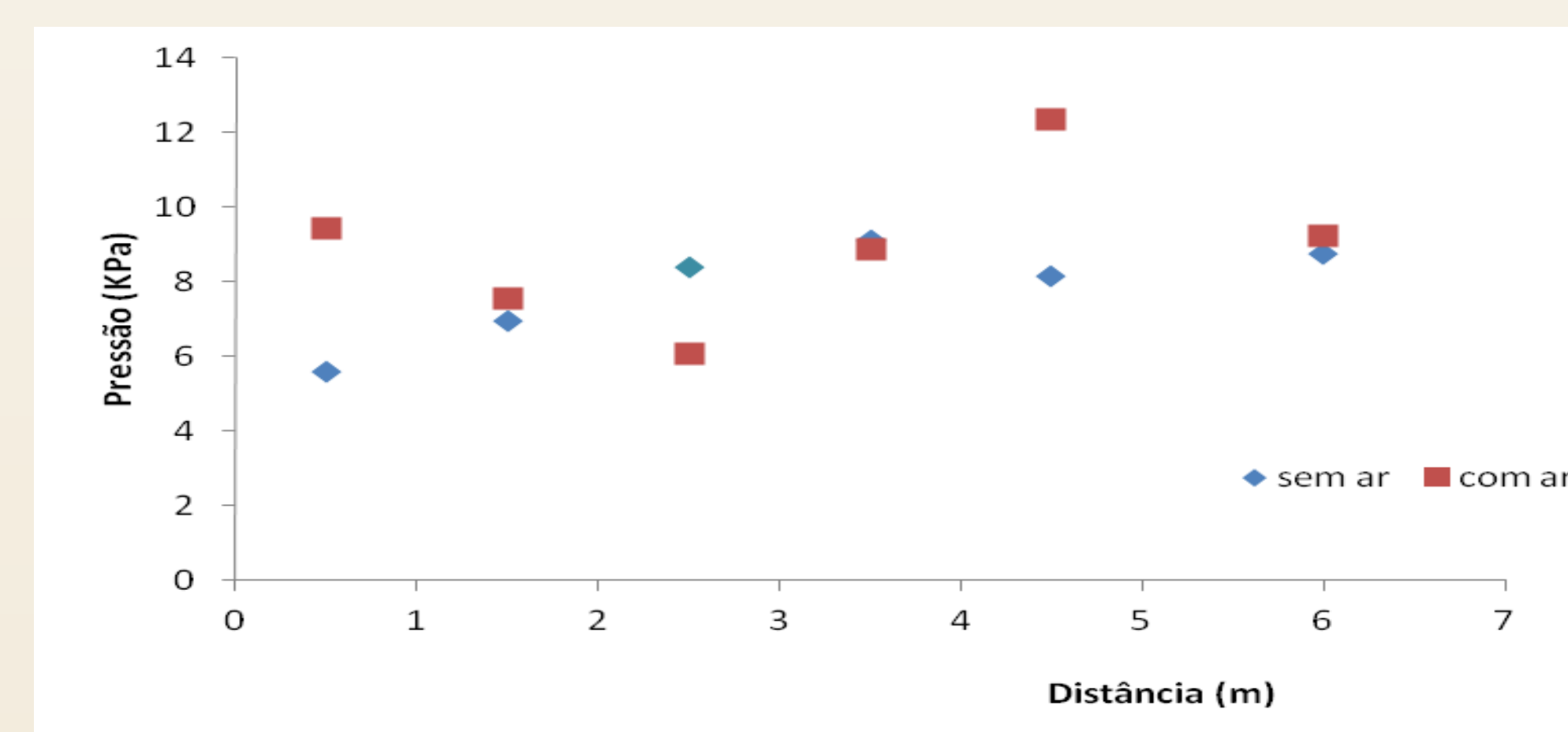


Figura 6. Pressões máximas verificadas nas duas etapas, durante o movimento não permanente.

#### CONCLUSÃO

O impacto líquido-líquido gera pressões transitórias de alta intensidade e curta duração, de aproximadamente 1s. Nos dois casos, sem aeração e com aeração, os valores das sobrepressões foram próximos, apesar de ocorrerem em posições distintas da tubulação. Isto porque, provavelmente, a aeração da câmara inferior não atinge toda a tubulação. A relação entre as velocidades de propagação da onda dentro da tubulação para os dois casos foi obtida a partir de Wallis (1969) e revela que a aeração da câmara inferior diminuiu significativamente a velocidade da onda, porém não se verificou a diminuição das pressões desenvolvidas na extremidade final da tubulação (que representa uma junta). Estas pressões foram, ainda maiores que no caso sem aeração. Para o caso prático de uma fissura existente, quanto maior a freqüência de ocorrência do choque das massas d'água contra as mesmas, maior será a tendência em alargá-las. Isto porque sempre haverá o desenvolvimento de pressões transitórias de magnitude elevada. Pelo fato das pressões desenvolvidas serem maiores na extremidade final da tubulação, sugere-se que, no caso prático, as juntas e fissuras tendem a ter o seu comprimento alargado. Este conhecimento é importante para os construtores e projetistas das estruturas hidráulicas especificarem adequadamente os materiais de preenchimento das juntas de dilatação e fissuras, bem como o tipo de concreto a ser empregado no revestimento dos paramentos.