

## REPRESENTAÇÃO GRÁFICO-COMPUTACIONAL ANIMADA DO FENÔMENO HIDRÁULICO DO GOLPE DE ARÍETE

JOÃO PEDRO VIDAL MONDIN<sup>1</sup>, BRUNA MOREIRA SELL<sup>2</sup>, LESSANDRO COLL FARIA, MAURÍCIO DAI PRÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFPEl – joao.mondin@hotmail.com

<sup>2</sup>UFPEl – brunamoreirasell@hotmail.com

<sup>2</sup>UFPEl – lessandrofaria@yahoo.com.br

<sup>3</sup>UFPEl – mdaipra@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Com este trabalho, pretende-se analisar a técnica do uso de animações na utilização como metodologia de ensino que facilite os processos de abstração do processo teórico de fenômenos ligados à engenharia, mais precisamente o efeito do golpe de aríete ligado à hidráulica. Deste modo, parte-se do conceito de representação realística do fenômeno hidráulico a fim de facilitar a compreensão através do realismo visual que o modelo animado proporciona, estreitando a relação com as formulações teóricas abstratas.

O fenômeno do golpe de aríete (Figura 1) é exclusivo de sistemas de condutos forçados onde ocorre escoamento transitório, caracterizado pela propagação de ondas de pressão ao longo da tubulação sofrendo aceleração ou desaceleração por algum motivo. Logo, o golpe de aríete é definido pela variação brusca de pressão devido a mudanças bruscas da velocidade do fluido (AZEVEDO NETTO, 1998).

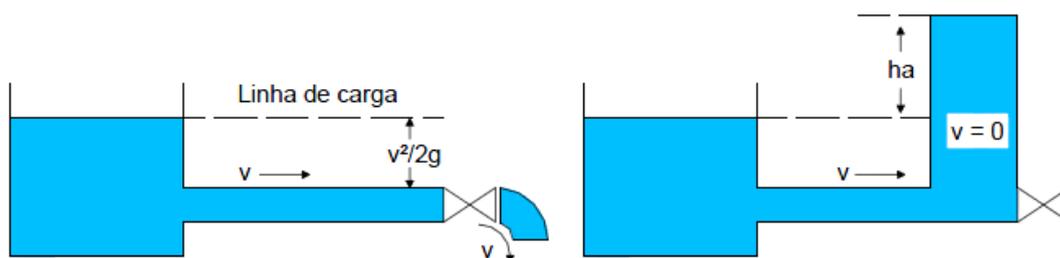


Figura 1 - Golpe de aríete (com algumas forças envolvidas).

As principais causas desse efeito são as manobras das válvulas que definem o escoamento, provocando ruídos na tubulação semelhantes a golpes de martelo, ou aríete, ou até o rompimento da estrutura que pode danificar as instalações.

Para evitar o golpe de aríete, segundo AZEVEDO NETTO (1998) são adotadas várias medidas práticas, tais como:

- Limitação da velocidade nas tubulações;
- Fechamento lento de válvulas ou registros pela construção de peças que impeçam a obstrução rápida do tubo;
- Emprego de dispositivos mecânicos especiais que impeçam valores excessivos de pressão;
- Emprego de tubos de maior espessura visando a sobrepressão;
- Construção de tubos piezométricos capazes de absorver os golpes;
- Instalações de câmaras de ar comprimido proporcionando o amortecimento dos golpes.

O principal objetivo deste trabalho não é discorrer sobre o conceito teórico do fenômeno, mas adotar uma forma de representação do efeito para que facilite o entendimento do mesmo, estreitando a conceitualização teórica complexa abstrata com a representação visual de simples entendimento.

## 2. METODOLOGIA

Para a realização da representação animada do fenômeno foram adotadas técnicas de computação gráfica com o software gratuito Blender, aplicadas na simulação de fluidos. Para a construção do modelo da tubulação foram utilizados os softwares AutoCAD e AutoCAD Inventor, ambos da empresa Autodesk. A escolha de utilizar o AutoCAD foi por questão de preferência, visto que o software Blender já realiza as funções pretendidas. Foi utilizado também o livro *The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling and Animation* (BLAIN, 2012) para um melhor conhecimento prático do software.

Algumas análises e teorias de aprendizagem a partir de métodos visuais foram retiradas de BRANSFORD (1999), onde o autor exemplifica e explora algumas técnicas visuais para uma melhor didática.

O fenômeno foi representado superestimando seus limites a fim de proporcionar uma melhor visualização e entendimento dos efeitos hidráulicos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a construção do modelo no AutoCAD e renderização da animação no Blender, a representação animada tornou-se um modelo didático, de fácil assimilação. Contudo, para realizar esse trabalho foi de suma importância compreender o conceito teórico hidráulico do golpe de aríete, pois sem ele não seria possível visualizar mentalmente o efeito, concebendo a animação.

O conceito de renderização, sucintamente falando, é o processo de conversão de um modelo tridimensional qualquer em um resultado bidimensional representativo, onde o aspecto visual estético é trabalhado. De certo modo, o processo de renderização é semelhante a uma tradução/conversão entre formatos de projeto e de apresentação.

Texturas e cores foram adicionadas no produto final, tornando a animação cada vez mais verossímil levando em conta seus detalhes de sombreamento e dinâmica, onde cálculos logarítmicos do software são utilizados para uma melhor semelhança com a realidade. Apesar do foco da animação ser a deformação da tubulação conforme o efeito ocorre, a ambientação e o nível de detalhes foram trabalhados em razão, de construir um modelo mais rico, inclusive esteticamente, simulando a realidade, apesar de não ser restritamente essencial o seu uso.

Um aspecto negativo é o tempo de demora para a realização de um modelo, visto que varia conforme a habilidade e segurança do usuário com os softwares em questão, contudo, depois de finalizado, o modelo poderá ser utilizado inúmeras vezes e em diversas situações e contextos.

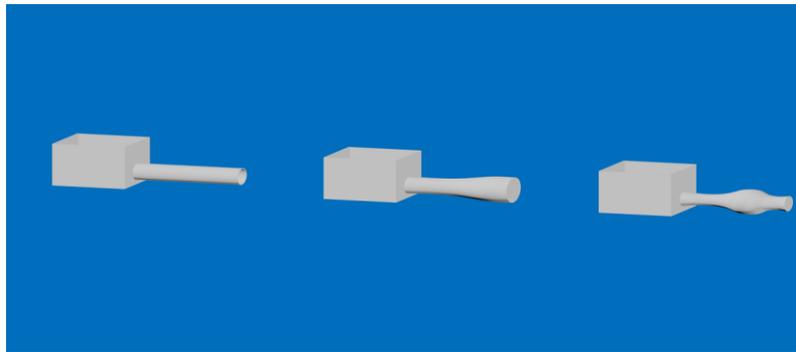


Figura 2 - Sequência de imagens mostrando, exageradamente, o efeito.

Na imagem acima, temos, primeiramente, a estrutura aberta liberando água numa vazão constante; logo em seguida, a saída é fechada brusca e imediatamente causando um acúmulo de pressão em sua extremidade; por fim, essa onda de pressão passa a propagar-se pela tubulação deformando-a conforme sua deslocação.

#### 4. CONCLUSÕES

A facilidade de entendimento do aspecto teórico pelo modelo visual torna-se uma boa alternativa como um modelo didático para cursos de engenharia, onde grande parte do conteúdo teórico é apresentado a partir de gráficos e tabelas. Um modelo animado deixa um pouco de lado a superconcentração de gráficos e tabelas que, muitas vezes, não é de fácil assimilação para o aluno, mas após visualizar o efeito, os parâmetros envolvidos tornam-se visuais e mais fáceis de serem absorvidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANSFORD, John D. **How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School**. Washington: National Academy Press, 1999, 319p.

BLAIN, John M. **The Complete Guide to Blender Graphics: Computer Modeling and Animation**. A K Peters / CRC Press, 2012, 390p.

AZEVEDO NETTO, J.M. A. **Manual de hidráulica**. São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 1998, 669p.