

# A IMPORTÂNCIA DOS FENÔMENOS DE TRANSPORTES PARA A ENGENHARIA E SUA APLICABILIDADE

Luana Mylena Vieira da Silva<sup>1</sup>

Talvanes Lins da Silva Júnior<sup>2</sup>

Andre Victor de Vasconcelos<sup>3</sup>

Andreza Eslainne de Oliveira Lins<sup>4</sup>

Elisson Apolinário da Silva<sup>5</sup>

Letícia Belarmino de Souza<sup>6</sup>

Ismar Macário<sup>7</sup>

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

## RESUMO

A área de Mecânica dos Fluidos é uma das mais importantes e difíceis na formação de cientistas e engenheiros. A área de pesquisa e ensino hoje conhecida como Fenômenos de Transporte formou-se aos poucos, ao longo do século XX, à medida em que se compreendiam as analogias existentes entre os processos de transporte de quantidade de movimento, energia e massa, em meios contínuos. A Mecânica Fluidos forma a grande base de conhecimento para a compreensão dos Fenômenos de Transporte. Esta visão unificada instalou-se inicialmente nos cursos de engenharia química e mecânica, mas está cada vez mais presente em outros ramos das áreas tecnológicas e científicas. A disciplina Fenômeno dos Transportes nos ensina o “fluir” da matéria e da energia, estuda a parte da dinâmica dos fluidos, sendo importante estudá-la por sua relevância em face do mundo em que vivemos. Não há praticamente nenhum setor da atividade humana que não seja, de um modo ou de outro, afetado por problemas associados à Mecânica dos Fluidos, à Termodinâmica, à Troca de Calor e à Troca de Massa, ou seja, que não envolva interações de massa e de energia entre seus com-

ponentes. Assim, o engenheiro, qualquer um, precisa ter noções básicas sobre estas ciências, pois, com frequência, ele precisará tomar ou influenciar decisões técnicas, políticas ou gerenciais. O presente artigo mostra a importância dos Fenômenos de Transporte para as diversas áreas das engenharias.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Fenômeno dos Transportes. Engenharia. Fluidos.

## **ABSTRACT**

The area of Fluid Mechanics is one of the most important and difficult in the training of scientists and engineers. The area of Research and education today known as Transport Phenomena gradually formed throughout the 20th century, as the analogies between the processes of transport of quantity of movement, energy, and mass were understood in means continuous. Fluid Mechanics forms the great knowledge base for the understanding of Transport Phenomena. This unified vision was initially installed in the courses of chemical and mechanical engineering, but is increasingly present in other branches of the technological and scientific areas. The Transport Phenomenon teaches us the "flow" of matter and energy, studies the part of the dynamics of fluids, and it is important to study it for its relevance in the face of the world in which we live. There is practically no sector of human activity that is not in any way affected by problems associated with Fluid Mechanics, Thermodynamics, Heat Exchange, and Mass Exchange, that is, it does not involve mass interactions and energy between its components. So the engineer, anyone, needs to have a basic understanding of these sciences, as he will often have to make or influence technical, political, or managerial decisions. The present article shows the importance of the Transport Phenomena for the different areas of engineering.

## **KEYWORDS**

Transport Phenomenon. Engineering. Fluids.

## **1 INTRODUÇÃO**

Fenômenos de Transportes é uma disciplina fundamental em várias áreas da engenharia, em particular aquelas que envolvem processos de transformação da matéria, como engenharia química, engenharia de materiais e engenharia de alimentos (CANEDO, 2010).

Para entender melhor a diferença entre Mecânica dos Fluidos e Fenômenos de Transportes, que é o objeto de estudo para esse artigo, devemos entender que a disciplina Fenômenos de Transporte envolve conceitos associados à Mecânica dos Fluidos,

Termodinâmica e Transmissão de Calor, ou seja é um condensado desses tópicos de forma menos aprofundada. Já Mecânica dos Fluidos é a ciência que tem por objetivo o estudo do comportamento físico dos fluidos e das leis que regem este comportamento.

A mecânica dos fluidos é o ramo da mecânica que estuda o comportamento físico dos fluidos e suas propriedades. Os aspectos teóricos e práticos da mecânica dos fluidos são de fundamental importância para a solução de diversos problemas encontrados habitualmente na engenharia, sendo suas principais aplicações destinadas ao estudo de escoamentos de líquidos e gases, máquinas hidráulicas, aplicações de pneumática e hidráulica industrial, sistemas de ventilação e ar condicionado além de diversas aplicações na área de aerodinâmica voltada para a indústria aeroespacial (RODRIGUES, 2005).

O fluido é a substância que se deforma continuamente sob a ação de uma tensão cisalhante (tangencial), por menor que seja a tensão de cisalhamento aplicada. Do ponto de vista mecânico, podem-se classificar os fluidos em gases (fluidos muito compressíveis) e líquidos (pouco compressíveis, ou aproximadamente incompressíveis) (CANEDO, 2015).

O fluxo ou escoamento dos fluidos ocorrem desde o reservatório (meio poroso), até as facilidades de produção (separadores, tratadores e tanques), passando pela coluna de produção, risers e linhas de transferências, sendo que a elevação dos fluidos utiliza a energia natural do reservatório ou energia suplementar (métodos artificiais) (THOMAS, 2004).

Na natureza, assim como em sistemas projetados pelo homem, uma grande quantidade de fenômenos físicos ocorrem continuamente. O sucesso em se prever ou simular quantitativamente o comportamento de um determinado meio depende de nossa capacidade de formular modelos matemáticos dos seus fenômenos físicos mais importantes. É útil considerar um fenômeno físico como um processo a que um determinado sistema bem identificado é submetido, ou seja, como uma sequência de transformações no estado do sistema. Por estado do sistema entende-se o conjunto de suas propriedades físicas, tais como: massa, volume, pressão, temperatura, constituição química etc.

Em fenômenos de transferência estuda-se os processos por meio dos quais três propriedades físicas fundamentais são transportadas de um ponto a outro do espaço: massa, quantidade de movimento, e energia. Os meios físicos onde tais processos ocorrem serão supostos contínuos, ou seja, há uma distribuição contínua de matéria onde pode-se definir as propriedades do meio como funções matemáticas contínuas do espaço tridimensional ( $x, y, z$ ) e do tempo  $t$ . Por exemplo, a massa do meio será representada por meio da função contínua massa específica ( $x, y, z, t$ ), no lugar de moléculas e espaços vazios. A hipótese do contínuo é válida se as escalas de comprimento relevantes no processo físico em questão forem várias ordens de magnitude maiores que o espaçamento médio entre as moléculas no meio.

Na próxima seção discute-se com mais detalhe tal hipótese. Uma das mais importantes hipóteses feitas em fenômenos de transferência é a de que os processos físicos procedem na direção do equilíbrio, ou seja: que o sentido dos processos obedece à

segunda lei da termodinâmica. A todo processo físico em fenômenos de transferência estão associadas diferenças de concentração (de um soluto), temperatura (energia), ou quantidade de movimento que, por sua vez, dão origem a fluxos dessas quantidades em direção ao equilíbrio. Eis alguns exemplos de interesse em engenharia:

- O escoamento de todo e qualquer fluido, tais como água em rios, canais, tubulações, ou gases em condutos ou na atmosfera;
- O aquecimento da atmosfera durante o dia provocado pela radiação solar;
- A refrigeração a água de um motor;
- A lubrificação a óleo de um sistema mecânico;
- A dispersão de um poluente lançado num rio, lagoa, mar ou na atmosfera.

No presente trabalho apresentaremos a importância dos fenômenos de transporte nas engenharias e sua aplicabilidade em diferentes áreas. Em suma, faz-se necessário o conhecimento dessas propriedades para um bom desenvolvimento durante a produção, escoamento e transporte dos mesmos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

- Apresentar a importância e aplicações dos Fenômenos de Transportes para as Engenharias;

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Reconhecer os conceitos de Fenômenos de Transporte;
- Mostrar a atuação de fenômenos do transporte nas engenharias;
- Exemplificar os fatos de fenômenos de transportes interessantes para as engenharias.

## 3 A IMPORTÂNCIA DOS FENÔMENOS DE TRANSPORTE PARA AS ENGENHARIAS

Para saber a importância dos Fenômenos de Transportes para a Engenharia deve-se entender que esta refere-se ao estudo sistemático e unificado da transferência de quantidade de movimento, energia e matéria, sendo assim sua importância na dinâmica dos fluidos, transferência de calor e transferência de massa. A primeira trata do transporte da quantidade de movimento; a segunda, do transporte de energia; enquanto a terceira, do transporte (transferência) de massa entre as espécies químicas.

Essas grandezas físicas e matemáticas e a construção de seus modelos guardam fortes analogias que são importante serem estudadas, assim os problemas podem ser resolvidos de forma análoga: a partir da solução do problema dessa disciplina, modificando-se as grandezas nas equações, pode-se obter a solução para as outras áreas.

O processo de transporte é caracterizado pela tendência ao equilíbrio, que é uma condição onde não ocorre nenhuma variação. Os fatos comuns a todos processos de transporte são:

- A Força Motriz - O movimento no sentido do equilíbrio é causado por uma diferença de potencial;
- O Transporte - Alguma quantidade física é transferida;
- O Meio - A massa e a geometria do material onde as variações ocorrem afetam a velocidade e a direção do processo

As aplicações de Fenômenos de transportes na Engenharia são inúmeras, principalmente por formarem um dos pilares básicos em todos os ramos dela.

## 4 ENGENHARIA CIVIL

Análise do movimento do ar ao redor dos prédios, visando analisar as cargas aerodinâmicas. Constitui a base do estudo de hidráulica e hidrologia e tem aplicações no conforto térmico em edificações. Como o isolamento térmico de paredes de uma casa, por exemplo, onde são aplicados os conceitos de transporte de calor; e em projetos que envolvam tubulações, onde se aplicam os conhecimentos de escoamento de fluidos.

Na Engenharia Civil a mecânica dos fluidos é aplicada em situações como Análise e projeto de canais de drenagem e de irrigação, análise do transporte de sedimentos em rios e canais, problemas envolvendo o bombeamento e distribuição de água, análise e projeto de tubulações e redes de distribuição de água qualquer como, por exemplo, as tubulações de distribuição de combustível para os cilindros dos motores de explosão, as tubulações de distribuição de água num prédio.

O método mais usado para isolamento térmico, depende da região, com temperaturas baixas é irradiação térmica e com temperaturas elevadas é a convecção. Sendo o EPS isopor mais utilizado na construção civil, pois ele é um ótimo isolante térmico e acústico, dificultando a dissipação de calor, permite manter a temperatura ambiente, dispensando a utilização de ar condicionado ou aquecedor.

O processo hidráulico é responsável pelo comportamento dos fluidos quando em repouso e em movimento, a caracterização da energia do sistema e a dinâmica da água no planeta terra. Esses estudos fornecem a base do projeto de todos os sistemas hidráulicos.

A seguir estão algumas atuações dos processos hidráulicos na engenharia civil:

### 4.1 REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Utiliza-se como base a teoria dos condutos forçados para o dimensionamento da rede de abastecimento de água, na qual são estudados os parâmetros de vazão, velocidade do escoamento e pressão na rede, que irão fornecer subsídios à escolha dos materiais e métodos executivos.

Figura 1 – Rede de abastecimento de água

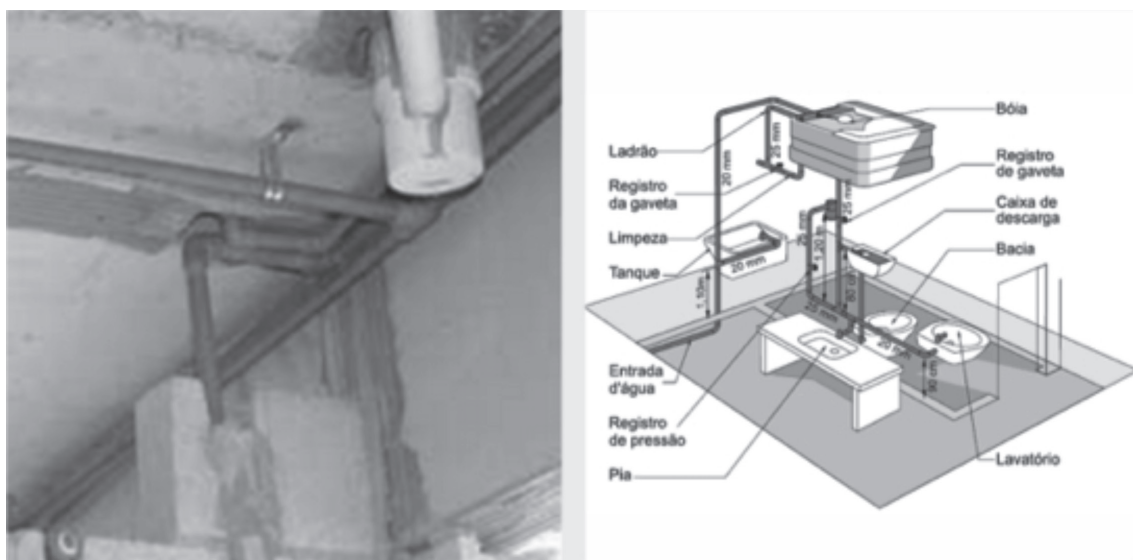


Fonte: Junior (2015).

## 4.2 INSTALAÇÕES PREDIAIS

Utiliza-se a teoria dos condutos forçados para o dimensionamento das instalações de água e a dos condutos livres para o dimensionamento das instalações de esgoto e de drenagem das águas pluviais.

Figura 2 – Instalações Prediais

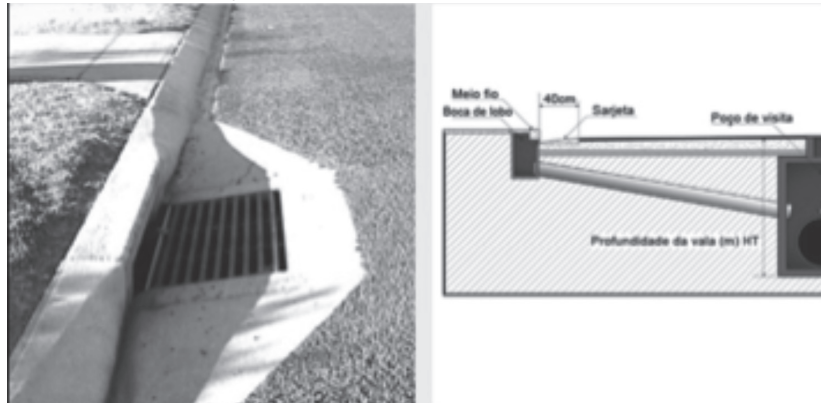


Fonte: Junior (2015).

### 4.3 SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

O sistema de drenagem pluvial urbana é o artifício construtivo utilizado para destinar as águas pluviais a locais adequados, prevenindo a ocorrência de enchentes. É dimensionado segundo vazões fornecidas pelo estudo hidrológico, com base no histórico de chuvas da região.

Figura 3 – Sistema de drenagem urbana

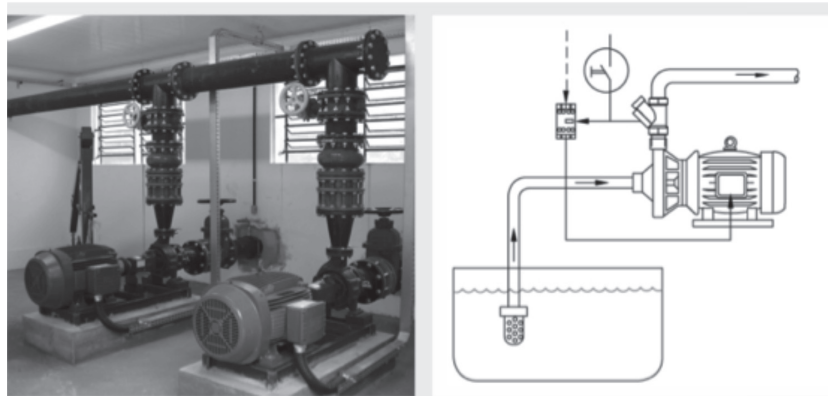


Fonte: Junior (2015).

### 4.4 SISTEMAS DE RECALQUE

Um sistema de recalque (ou de bombeamento) é o conjunto formado pelas tubulações, bombas, motores e acessórios necessários para transportar um líquido de um local para outro com uma vazão definida. É largamente utilizado nos sistemas de abastecimento de água para superar os acidentes topográficos e elevar o líquido para o topo das edificações.

Figura 4 – Sistema de Recalque



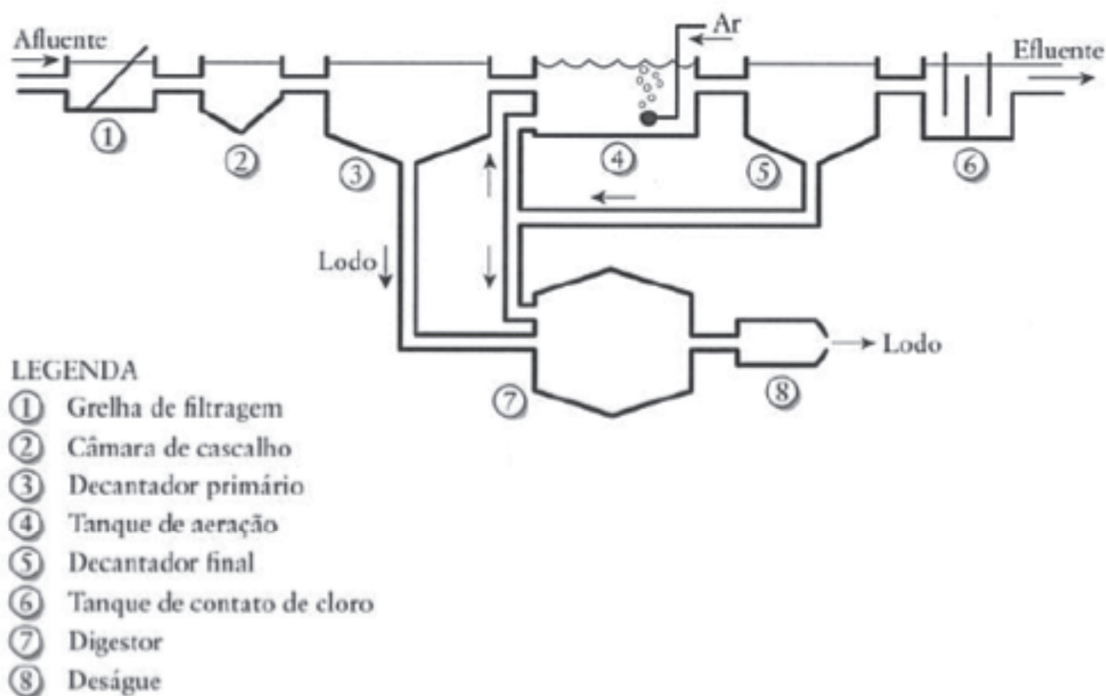
Fonte: Junior (2015).

## 5 ENGENHARIA AMBIENTAL

Importante na análise do transporte de sedimentos em rios e canais. Estudos da difusão de poluentes no ar, na água e no solo.

O transporte de águas residuais, são carregadas de domicílios, estabelecimentos comerciais e indústrias por meio de esgotos sanitários, em geral grandes tubulações que operam parcialmente cheias (não sob pressão). Esgotos corre, drenando por gravidade a jusante, e seu sistema deve ser projetado de tal forma que os esgotos coletados, ou seja, que coletam as águas residuais de domicílios e indústrias, convirjam todos para um ponto central de onde os resíduos correm por meio de coletores – tronco de esgotos para as estações de tratamento de águas residuais. Às vezes, é impossível ou impraticável instalar todos os esgotos por gravidade, o que faz que os resíduos precisem ser bombeados por meio de estações de bombeamento por meio da linha de recalque ou tubulações pressurizadas.

Figura 5 – Estação de tratamento de águas residuais comum

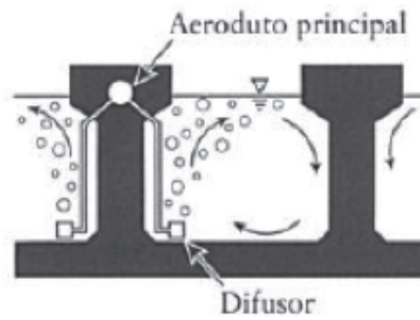


Fonte: Vesilind (2011).

Na transferência de gás, onde os dois principais meios de introduzir oxigênio suficiente dentro do tanque de aeração são ou por meio do borbulhamento de ar comprimido por difusores porosos (FIGURA 3) ou pelo batimento mecânico de ar (FIGURA 4). Em ambos os casos, o intuito é transferir um gás (oxigênio) a partir do ar que entra no líquido e, simultaneamente, transferir outro gás (dióxido de carbono) para fora do líquido.

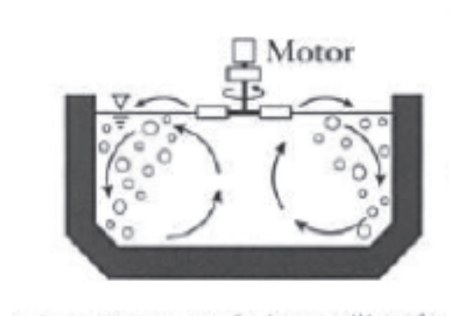


Figura 6 – Aeração difundida utilizada no sistema de lodo ativado



Fonte: Vesilind (2011).

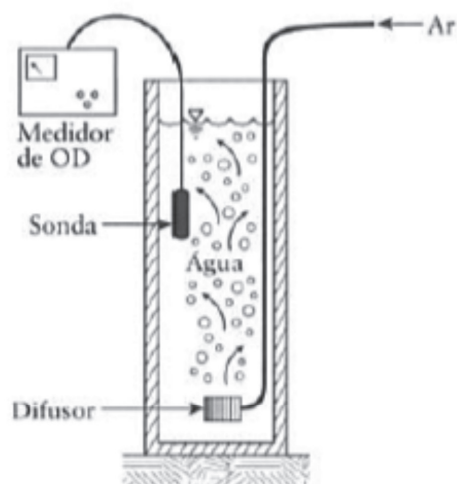
Figura 7 – Aeração utilizada no sistema de lodo ativado



Fonte: Vesilind (2011).

A transferência de gás significa simplesmente o processo de permitir a dissolução de qualquer gás em um fluido, ou o contrário, promover a liberação de um gás dissolvido a partir de um fluido.

Figura 8 – Experimento de transferência de gases



Fonte: Vesilind (2011).

## 6 ENGENHARIA MECÂNICA

Engenheiros mecânicos aplicam os princípios da estática dos fluidos para calcular a pressão e a força de flutuação dos fluidos que atuam sobre objetos estacionários, como navios, tanques e barragens. A dinâmica dos fluidos está relacionada ao comportamento de líquidos e gases quando se movem ou quando um objeto se move em um fluido que, de outro modo, permaneceria estacionário.

Em geral, engenheiros mecânicos classificam as substâncias como sólidos ou fluidos. A diferença técnica entre os dois consiste no modo como se comportam quando sofrem a ação de uma força.

Sua aplicação dá-se em:

### 6.1 CALDEIRA

Uma caldeira é um recipiente fechado no qual a água ou outro fluido é aquecido. O fluido não necessariamente ferve. O fluido aquecido ou vaporizado sai da caldeira para utilização em diferentes processos ou aplicações de aquecimento, incluindo o aquecimento de água, aquecimento central, geração de energia, cooção de alimentos e saneamento.

A fonte de calor para uma caldeira é a combustão de qualquer um dos vários combustíveis, tais como a madeira, o carvão, óleo ou gás natural. As caldeiras a vapor elétricas utilizam elementos de aquecimento tipo resistência ou imersão.

Figura 9 – Duas caldeiras verticais que queimam gás. No seu interior circula fluido térmico por intermédio de serpentinas



Fonte: Konus Kessel

## 6.2 FORNOS

Têm a finalidade de fornecer o calor produzido pela queima de combustíveis ao fluido que circula numa serpentina de tubos em seu interior.

São equipamentos de grande importância técnica nas refinarias e indústrias petroquímicas, pois a utilização de chama proveniente da queima de combustíveis ainda é a melhor maneira de se fornecer a grande quantidade de energia necessária, para elevar grandes vazões de fluido a altas temperaturas, viabilizando as operações de destilação, craqueamento, entre outras operações.

## 6.3 RADIADORES

Os radiadores industriais são equipamentos como os trocadores de calor aletados, que são comumente utilizados com o ar pelo lado das aletas, e com os fluidos pelo lado interno dos tubos. Estes equipamentos se destinam a trocar calor com os mais variados fluidos, seja como aquecedor ou como resfriador. A utilização das aletas para aumentar a superfície pode ser de dois tipos, de placas aletadas ou tubos aletados. Utilizam basicamente dois tipos de aletas, as helicoidais e as planas, e alguns casos com tubos lisos (sem aletas), dependendo da aplicação e performance adotada.

## 6.4 CONDENSADORES

Os condensadores industriais fazem parte de um sistema desenvolvido especialmente para atuar na transferência do calor. Por meio dele, é feito o processo de mudança do estado gasoso para o líquido, por refrigeração dos feixes contidos nos condensadores industriais. O forte calor desse processo é dado por substâncias contidas dentro dos condensadores industriais, que se encarregam do processo de repassar o vapor quente para a parte do resfriamento do condensador.

## 7 ENGENHARIA DE PETRÓLEO

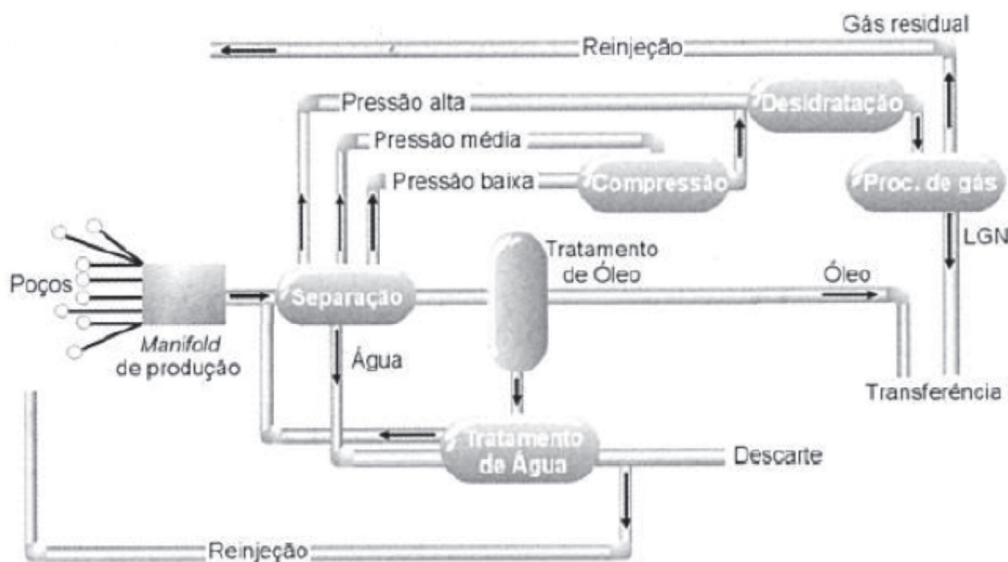
Na atividade de produção de petróleo, faz-se necessário o conhecimento das propriedades físico-químicas dos fluidos, desde: densidade, viscosidade, compressibilidade, parâmetros reológicos, teor de sólidos e, as propriedades do fluxo dos fluidos.

Ao longo da vida produtiva de um campo de petróleo ocorre, geralmente a produção simultânea de gás, óleo e água, juntamente com impurezas. É realizado o processamento primário dos fluidos, ou seja:

- A separação do óleo, do gás e da água com as impurezas em suspensão;
- O tratamento ou condicionamento dos hidrocarbonetos para que possam ser transferidos para as refinarias onde é efetuado o processamento propriamente dito;
- O tratamento da água para reinjeção ou descarte.

Toda planta possui uma capacidade nominal de processamento, projetada em função do estudo de diversos parâmetros do campo produtor. A Figura 10 representa um diagrama que mostra os principais componentes de uma unidade.

Figura 10 – Fluxograma do processamento primário de fluidos



Fonte: Thomas (2004).

Na caracterização da propriedade física do óleo cru, o ponto de fluidez é definido como a menor temperatura na qual a amostra fluirá e indica quão fácil ou difícil será bombear o petróleo, especialmente em clima frio, além de indicar a aromaticidade ou a parafinidade de óleo ou fração.

Para a viscosidade, a resistência ao fluxo à capacidade para ser bombeado do óleo cru ou fração é indicada pela viscosidade, e petróleos mais viscosos criam uma queda de pressão maior quando fluem em tubos.

## 8 ENGENHARIA AERONÁUTICA

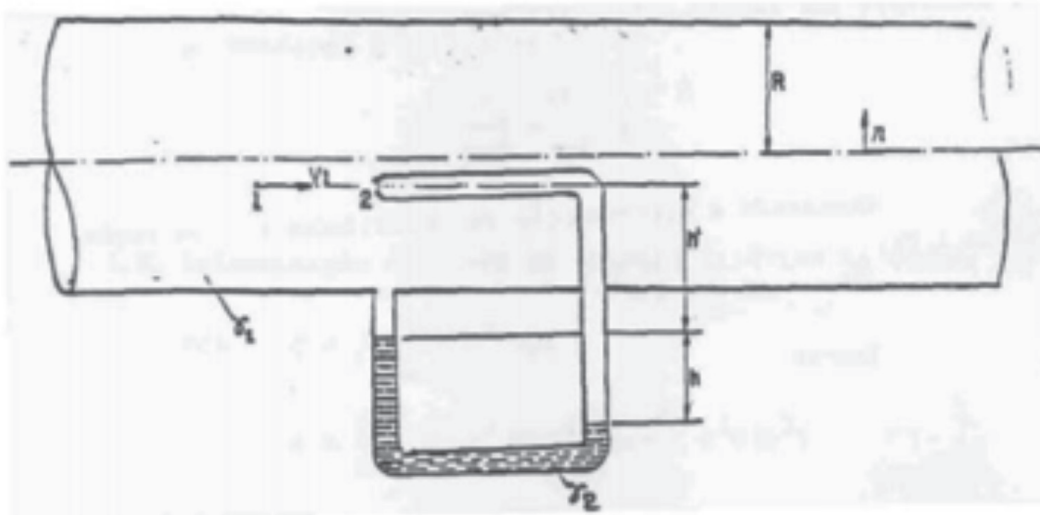
Aplicação prática da mecânica dos Fluidos na medição da velocidade na aviação.

O Tubo de Pitot é um dos principais equipamentos utilizados para a orientação de uma aeronave. É um dos primeiros a ser ligado e testado para que a aeronave entre em operação, devido a sua importância na transmissão de dados de velocidade e altitude. Utilizado em aviões para medição de velocidade.

O tubo de Pitot é um instrumento de medição que mede a velocidade de fluidos em modelos físicos em laboratórios de hidráulica, em laboratórios de aerodinâmica e também na hidrologia para a medição indireta de vazões em canais e rios, em redes de abastecimento de água, em adutoras, em oleodutos e ainda a velocidade dos aviões, medindo a velocidade de escoamento do ar.

A Figura 11 mostra como determinar o perfil de velocidade em uma tubulação.

Figura 11 – Tubo de Pitot em uma tubulação



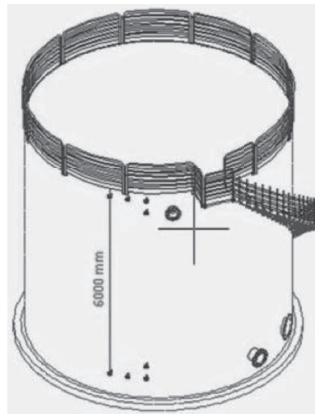
Fonte: Cristine e outros autores (2013).

## 9 APLICAÇÃO DOS FENÔMENOS DE TRANSPORTES NA INDÚSTRIA

Na indústria o fenômeno de transportes está presente em inúmeros processos produtivos, seja para uma simples medição de pressão, nível ou para medições de vazões elevadas de gases ou vapores, normatizadas ou não.

Portanto, logo abaixo, o processo de calibração de um transmissor de pressão diferencial. Este transmissor é utilizado na medição de nível de um tanque de água desmineralizada (FIGURA 12) utilizada no processo de geração de energia elétrica de uma usina termelétrica.

Figura 12 – Tanque de água desmineralizada



Fonte: Documento do acervo técnico da Tractebel Energia

## 10 CURIOSIDADES

O sistema de circulação do sangue no corpo humano é essencialmente um sistema de transporte de fluido e como consequência o projeto de corações e pulmões artificiais são baseados nos princípios da Mecânica dos Fluidos.

O desastre da ponte sobre o estreito de Tacoma em 7 de novembro de 1940, evidencia as possíveis consequências que ocorrem, quando os princípios básicos da Mecânica dos Fluidos são negligenciados já que, com extensão total de 1530m inicialmente, sob a ação do vento que soprava a 68 km/h, o vão central de 850 m pôs-se a vibrar no sentido vertical, passando depois a vibrar torcionalmente, com as torções ocorrendo em sentido oposto nas duas metades do vão. Uma hora depois, o vão central se despedaçava.

## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina Fenômeno dos Transportes é importante para as Engenharias, pois há diversos exemplos de aplicação nas diferentes áreas que podem ser vistos na prática. Como também, entender a sua aplicabilidade de acordo com cada área da engenharia, seja ela engenharia civil, engenharia de petróleo, engenharia ambiental, engenharia mecânica, entendendo que independente de qual ramo em que será aplicada ou utilizada os Fenômenos de Transportes são importantes para a obtenção da solução de problemas.

Mais do que informação sobre eventuais assuntos, os engenheiros precisam entendê-los, os problemas de interesse hoje são bastante complexos, e com frequência é necessário observar melhor alguns detalhes do problema, sem no entanto perder o foco no todo, sendo assim, torna-se importante o conhecimento global das leis tratadas no que se denomina Fenômenos de Transporte.

## REFERÊNCIAS

BIRD, B. *et al.* **Fenômenos de transporte**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos fluidos**. São Paulo: Pearson, 2005. 410p.

CANEDO, E.L. **Fenômenos de transportes**. Rio de Janeiro: LTC. 2010.

CRISTINE, Aline *et al* (Org.). **Tubo de Pitot**. 2013. Disponível em: <<http://www.sorocaba.unesp.br/Home/Extensao/Engenhocas/projeto-tubo-de-pitot.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2018.

FAHIM, M.A., AL-SAHHAF, T.A., ELKILANI, A.S. **Introdução ao refino de petróleo**. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2011.

FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T. **Introdução à mecânica dos fluidos**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1998. 662p.

JUNIOR, C.B. **Aplicações da engenharia hídrica**. 2015. Disponível em: <<https://blogdaengenhariacivil.wordpress.com/2015/04/07/aplicacoes-da-engenharia-hidrica/>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

POTTER, Merle C.; WIGGERT, D.C.; HONDZO, Midhat. **Mecânica dos fluidos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 688p.

RODRIGUES, L.E.M.J. **Mecânica de fluidos**. São Paulo: Pearson, 2005.

THOMAS, J.E., **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004, 255p.

VESILIND, P.A., **Introdução à engenharia ambiental**. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 221p.

WASHINGTON, B.F. **Fenômenos de transporte para engenharia**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

WHITE, Frank M. **Mecânica dos fluidos**. 4.ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1999, 570p.

---

**Data do recebimento:** 21 de Junho de 2018

**Data da avaliação:** 23 de Julho de 2018

**Data de aceite:** 4 de Agosto de 2018

---

---

1 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: luanamylena1@hotmail.com

2 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: talinsjr@hotmail.com

3 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: andrevictor97@gmail.com

4 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: andrezaeolins@outlook.com

5 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: elisson.unit12@gmail.com

6 Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes -- UNIT.

E-mail: leticiabelarminoeng@hotmail.com

7 Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT.

E-mail: ismar.macario@souunit.com.br