

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED CHEMICAL
ENGINEERING
2**

 **Atena**
Editora
Ano 2022

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED CHEMICAL
ENGINEERING
2**

 **Atena**
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Collection: applied chemical engineering 2

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied chemical engineering 2 / Organizador
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-990-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.902222604>

1. Chemical engineering. I. Paniagua, Cleiseano
Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 660

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

The e-book: "Collection: Applied Chemical Engineering 2" consists of seven book chapters. The first and second chapters sought to apply computer simulation both to analyze the flow of water from the faucet, evaluating from the fluid dynamics and volume of the liquid, as well as the behavior of the air-particle interaction and the variables that influence: temperature, pressure and particle velocity volume, the pressure and velocity of particles inside an aerosol can.

The teaching of chemistry is still seen as an abstract and meaningless science in the student's daily life, since most basic education institutions do not have spaces for carrying out laboratory practices. In this context, researchers from the state of Maranhão, Piauí and Recife proposed the use of music as a facilitating tool in the learning process that was called CHEMUSICS.

Chapter 4 discusses the benefits of using energy production from the sugar-energy sector, especially from sugarcane bagasse residues that can sustain the Brazilian energy matrix.

Chapters 5 to 7 evaluated the issue of solid waste management and contamination of water resources. Chapter 5 presented a review study regarding the generation of waste from cemetery activities, as well as the potential impact on the environment and public health. Chapter 6 presented the potential of pumice in the adsorption of metals present in galvanic effluents. Finally, chapter 7 presents the development of a bimetallic Fenton catalyst supported on natural zeolite for the removal of dyes in aqueous matrices.

In this perspective, Atena Editora has been working with the aim of stimulating and encouraging researchers from Brazil and other countries to publish their work with a guarantee of quality and excellence in the form of books and book chapters that are available on the Editora's website and elsewhere. digital platforms with free access.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DO ESCOAMENTO TURBULENTO EM TORNEIRA BICA ALTA POR MEIO DA FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

Mateus Batichotti Silva
Caroline Marques Lau
Luis Fernando Grigoletto Hirat
Maria Luiza Silva Oliveira
Flávia Aparecida Reitz Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226041>

CAPÍTULO 2..... 8

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EMPREGADA PARA O DESENVOLVIMENTO GEOMÉTRICO DE UMA LATA DE AEROSSOL

Caroline Marques Lau
Mateus Batichotti Silva
Luis Fernando Grigoletto Hirata
Maria Luiza Silva Oliveira
Flávia Aparecida Reitz Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226042>

CAPÍTULO 3..... 15

QUIMÚSICA: O USO DA MÚSICA COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA

Elis Cristina de Sousa Ferreira
Adilson Luís Pereira Silva
Anna Karolyne Lages Leal
Maria Laryssa Costa de Jesus
Raissa Soares Penha Ferreira
Jaldyr de Jesus Gomes Varela Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226043>

CAPÍTULO 4..... 23

TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY MODELING IN SUCROENERGETIC MILLS STEAM GENERATION CENTERS

Henrique Senna
Roque Machado de Senna

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226044>

CAPÍTULO 5..... 32

NECRÓPOLIS BRASILEÑAS (CEMENTERIOS): IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES GENERADOS POR LOS RESIDUOS DE LAS ACTIVIDADES DEL CEMENTERIO Y LA AMENAZA INMINENTE PARA LA SALUD PÚBLICA

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226045>

CAPÍTULO 6	44
PEDRA-POMES COMO ADSORVENTE PARA METAIS PESADOS PRESENTES EM EFLUENTES GALVÂNICOS: UMA REVISÃO	
Gabriela Raspante de Oliveira Sandra Matias Damasceno	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226046	
CAPÍTULO 7	58
CATALISADOR FENTON BIMETÁLICO DE COBALTO E FERRO SUPORTADO EM ZEOLITA NATURAL PARA REMOÇÃO DE POLUENTES EM MEIO AQUOSO	
Ramiro Picoli Nippes Paula Derksen Macruz Cauã Souza Silva Aline Domingues Gomes Camila Pereira Giroto Tháisa Frossard Coslop Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226047	
SOBRE O ORGANIZADOR	66
ÍNDICE REMISSIVO	67

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DO ESCOAMENTO TURBULENTO EM TORNEIRA BICA ALTA POR MEIO DA FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

Data de aceite: 01/04/2022

Mateus Batichotti Silva

Curso Técnico Integrado em Informática,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campo Mourão, Paraná, Brasil

Caroline Marques Lau

Curso Técnico Integrado em Informática,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campo Mourão, Paraná, Brasil

Luís Fernando Grigoletto Hirat

Curso Técnico Integrado em Informática,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campo Mourão, Paraná, Brasil

Maria Luiza Silva Oliveira

Curso Técnico Integrado em Informática,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campo Mourão, Paraná, Brasil

Flávia Aparecida Reitz Cardoso

Curso Técnico Integrado em Informática,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campo Mourão, Paraná, Brasil

RESUMO: Este artigo apresenta uma investigação experimental e computacional complementar do efeito da pressão e número de Reynolds na dinâmica do escoamento turbulento de uma torneira bica alta. As simulações numéricas foram realizadas com um pacote fluidodinâmica computacional (CFD) o qual emprega o método de volume de fluido (VOF). A comparação com dados experimentais e computacionais é capaz de

proporcionar melhorias nos projetos em escala industrial, uma vez que conservar água e energia com tecnologias eficientes em termos de água é extremamente benéfico para o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: CFD. Escoamento turbulento. Escala industrial. Número de Reynolds.

ANALYSIS OF TURBULENT FLOW AT HIGH FAUCET SPOUT BY COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

ABSTRACT: This paper presents a complementary experimental and computational investigation of the effect of pressure and Reynolds number on the turbulent flow dynamics of a high spout tap. The numerical simulations were performed with a computational fluid dynamics (CFD) package which employs the fluid volume method (VOF). Comparison with experimental and computational data is capable of providing improvements in industrial-scale projects, since conserving water and energy with water-efficient technologies is extremely beneficial to the environment.

KEYWORDS: CFD. Turbulent Flow. Industrial Scale. Reynolds Number.

1 | INTRODUÇÃO

As torneiras são tão onipresentes que muitas pessoas nem mesmo param para se perguntar como elas surgiram. Os acessórios de hoje vêm em vários estilos, desde modelos elegantes e contemporâneos até versões com pés de garra usadas em designs vintage de banheiro (ÇENGEL, 2014).

Elas datam de períodos antigos. Encanamentos e acessórios de bica foram usados já em 1700 a.C. no palácio minoico de Knossos, localizado na ilha de Creta. Eles eram usados em casas particulares para banhos e para fornecer água para fontes. Os antigos romanos tinham encanamentos feitos de tubos de chumbo. E embora eles usassem torneiras para seus banhos pessoais, os chuveiros comunais dos romanos também eram populares (BOARDMAN, 1962).

Naquela época, os acessórios de banho antigos eram básicos. Eles tinham dois bicos - um para água quente e outro para água fria. Isso mudou com uma inovação de Al Moen, em 1937. As pessoas acreditam que ele teve a ideia do botão da torneira depois de queimar as mãos enquanto usava o acessório padrão. “Depois que ele dominasse o design, as pessoas poderiam se divertir lavando com um jato de água, que era ajustado para a temperatura certa” (ÇENGEL, 2014).

Mais tarde, quando novos inventores trabalharam na torneira, a válvula esférica passou a existir. “Landis Perry projetou esta peça em 1945 que ajudou a controlar a temperatura da água com um mecanismo de mistura. Além disso, ajudou a selar a unidade” (ÇENGEL, 2014).

Independente do modelo de torneira considerado, o fluxo de água que sai é muito suave e regular. “É suave porque todas as moléculas de água se movem, mais ou menos na mesma velocidade, na mesma direção. Isso é chamado de fluxo laminar” (VERSTEEG; MALALASEKERA, 2006). “Além disso, se a torneira não for muito aberta, a água também escorrerá pelo ralo em um fluxo laminar” (FOX, 2003). Entretanto alterando a vazão se é apresentada uma alteração no fluxo das partículas, assim ocasionando em uma alteração no número de Reynolds e consequentemente caracterizando o movimento das mesmas não mais como laminar, porém sim como turbulento. Desta forma, objetivou-se simular e estudar o escoamento turbulento de uma torneira bica alta por meio da fluidodinâmica computacional.

2 | MÉTODO

Para o desenvolvimento das simulações empregou-se um pacote CFD apresentado pelo programa para computadores Ansys, especificamente a versão 14.5. Após um estudo sobre geometrias e malhas, bem como sua geração e análise, foram realizadas simulações levando-se em consideração o escoamento laminar e turbulento de líquidos e gases. Na sequência projetou-se uma torneira bica alta com as mesmas dimensões oferecidas por um fabricante nacional, conforme se apresenta na seção 3.1. Para que as variáveis temperatura, pressão, velocidade e número de Reynolds fossem analisadas, algumas condições de contorno foram levadas em consideração, como a pressão de 90000 Pa e a velocidade de entrada de água de 5m/s, além da equação da continuidade para o escoamento.

3 | RESULTADOS

Para a análise dos resultados foi realizada uma categorização desde o projeto da torneira bica alta até o resultado de suas variáveis extraídas pelo CFD-Post. Entretanto, já se é possível identificar uma zona crítica, onde os números se encontram diferentes na região alta que precede o bico. Tal efeito já era esperado desde quando efeitos gravitacionais foram considerados na confecção da mesma, aos quais podem ser melhor compreendidos na sequência.

3.1 Estrutura da torneira

A Figura 1 apresenta a projeção da torneira bica alta, cujas medidas são de 21x54 unidades na base, 374.5 unidades do ponto mais baixo da base até o ponto mais alto da torneira, 27 por 54 unidades na cavidade de saída que se encontra após a queda da curva, a esquerda, e uma distância de 149 unidades entre a saída e o tubo que leva o fluido.

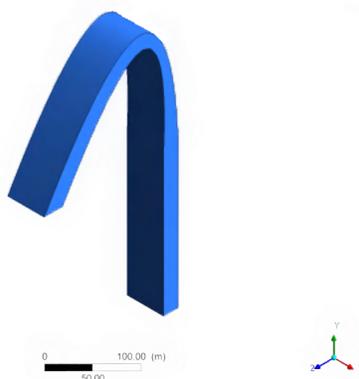


Figura 1 – Paredes da torneira.

Fonte: Autoria própria (2021).

3.2 Malha da torneira

Na Figura 2 é possível verificar a malha tetraédrica estruturada com 2107 nós e 8300 elementos que foi gerada pelo programa. Em cada nó há um encontro de múltiplas linhas que se revertem em pontos de cálculo onde as condições e equações acontecem de forma prática. A parte em tom rosa no canto inferior direito da malha se refere à entrada de fluido e a parte em verde na beira esquerda da malha se refere à saída de fluido.

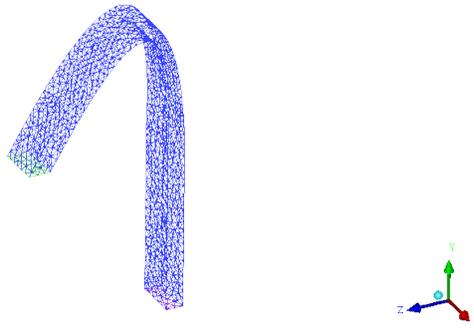


Figura 2- Malha da torneira.

Fonte: Autoria própria (2021).

3.3 Pressão na torneira

Com relação à pressão, é possível verificar que, na prática, a maioria das torneiras sofrem uma pressão de 10 m.c.a, pois o mínimo da pressão de entrada que é 10 m.c.a (DE OLIVEIRA et al., 2017). Na simulação realizada, cuja entrada de pressão se manteve praticamente constante, a Figura 3 retrata as pequenas variações de pressão expressas em Pa que ocorrem por conta do fluido sob a torneira. Observando- se a curvatura pode-se verificar uma diminuição na pressão na parte de baixo e um aumento na parte de cima.

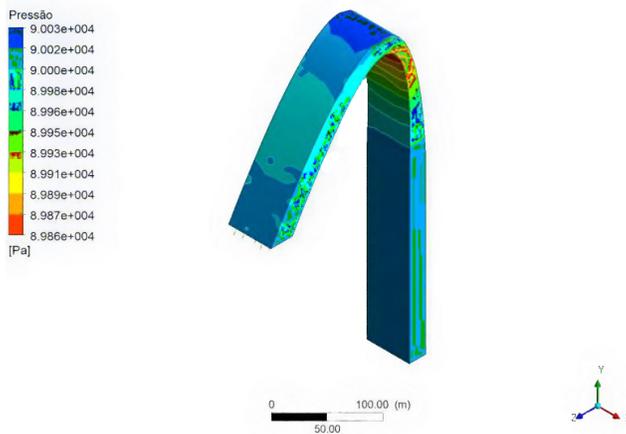


Figura 3 – Pressão na torneira.

Fonte: Autoria própria (2021).

Além desta observação, há ainda uma diferença mais sutil que se refere a parte da saída da torneira, a parte esquerda da mesma, onde há uma queda na pressão e um posterior aumento quanto mais próximo da saída.

3.4 Velocidade na torneira

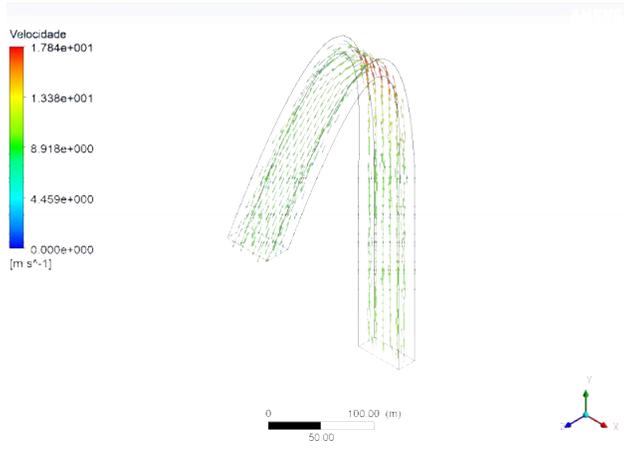


Figura 4 – Velocidade na torneira.

Fonte: Autoria própria (2021).

A Figura 4 apresenta a representação da velocidade na torneira, que na maior parte do percurso se vê constante, isso considerando a exceção na curva da torneira pelas mesmas causas que afetaram a pressão. Umadas principais forças responsáveis por isto é a gravidade, a qual altera a velocidade gradualmente à medida que se aproxima da curva. Após a chegada em um pico há uma queda gradual até sair pelo o que corresponde à boca da torneira.

3.5 Número de Reynolds

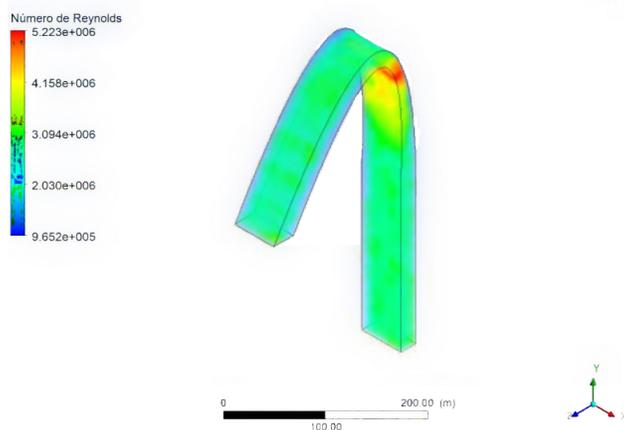


Figura 5 – Número de Reynolds.

Fonte: Autoria própria (2021).

O número de Reynolds é definido pela relação entre as forças viscosas e inerciais de um fluido e, portanto, indica qual a importância dessas forças para seu escoamento, caracterizando um certo escoamento em turbulento, laminar ou transitivo (MARTINS; KNESEBECK, 2015). E a partir dos resultados encontrados constatou-se que se é apresentado um estado turbulento do fluido dentro da torneira, já que o número normalmente assumido como valor de transição, para fins de cálculo, é $Re = 2300$ (MARTINS; KNESEBECK, 2015). Na simulação aqui realizada o valor médio encontrado foi compatível com os valores encontrados por Bird et al. (2007) e Fox et al. (2014), cerca de 2100 e 2300, respectivamente. Quando há uma redução do número de Reynolds, seus resultados remetem a um escoamento laminar, uma vez que se encontra com um número inferior ao do estado de transição.

Importante ressaltar o aumento do número de Reynolds no mesmo local onde se encontrou uma diferença na velocidade e na pressão. Estas variáveis são responsáveis pela variação do número de Reynolds, conforme se observa na Equação (1) e deve sempre ser levada em consideração em estudos de fluidodinâmica.

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (1)$$

4 | CONCLUSÃO

Os estudos realizados em relação à simulação computacional mostraram que a vazão do fluido em uma torneira bico alta, no modelo apresentado, foi majoritariamente turbulenta. Esta forma de simulação no projeto apresentado pode ser reinterpretada de forma onde saem do espectro fundamental da figura da torneira de bica alta e abrangem estruturas de semelhante forma, como por exemplo, para uma mais eficiente utilização de colheitadeiras e seus tubos descarregadores.

As variações de pressão e velocidade e sua plena compreensão são de extrema importância para um maior controle dos gastos de água, assim tendo potencial importância econômica envolvendo a economia de água de forma doméstica ou industrial, ou até mesmo de outros líquidos em tubos semelhantes, estudando conceitos com a vazão, a eficiência na alteração de produtos que influenciem na pressão ou na viscosidade e seus efeitos perante o total, o que pode acarretar em soluções economicamente mais eficazes.

Além disso a questão física do movimento Browniano explorada por Albert Einstein em *Investigations on the theory of the brownian movement*, de 1926, juntamente com outras teorias menos populares pode ser alvo de um estudo envolvendo entre outras coisas a própria mecânica newtoniana.

Uma molécula dissolvida é diferenciada de um corpo suspenso apenas por suas direções, e não é aparente por que um número de partículas

suspensas não deveria produzir a mesma pressão osmótica que o mesmo número de moléculas. Devemos supor que as partículas suspensas realizam um movimento irregular - mesmo que muito lento - no líquido, por conta do movimento molecular do líquido (EINSTEIN, 1926).

Então, a partir deste, seria possível realizar investigações predispostas a questionar a viabilidade da utilização dos movimentos irregulares das partículas juntamente com efeitos quânticos para um aumento de eficiência de maquinários e sistemas mais complexos. E ainda a partir do poder de alteração a pressão de um determinado fluido pode-se considerar a manipulação, a partir do número de Reynolds, para conservação de fluidos delicados em situação de transporte.

REFERÊNCIAS

BIRD, R. B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. **Transport Phenomena**. New York: JohnWiley, 2007.

BOARDMAN, J.; **Archaic finds at Knossos**. The Annual of the British School at Athens, 1962.
ÇENGEL, Y. **An engineering approach**. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

DE OLIVEIRA, C. C.; SILVÉRIO, A. P. D.; MENDES, L. E. **XI-095 O efeito da redução de pressão no consumo de água nas unidades habitacionais**: uma nova visão de combate as perdas,2017.

EINSTEIN A. **Investigations on the theory of the brownian movement**. New York: DoverPublications, 1926.

FOX, R.W.; MCDONALD, A.T.; PRITCHARD, P. J. **Introdução à mecânica dos fluidos**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2014.

MARTINS, M. H.; KNESEBECK, A. **Estudo da transição entre escoamento laminar e turbulento em tubo capilar**. In: ANAIS DO XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA. [Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n.3]. ISSNImpresso: 2446-8711. São Paulo: Blucher, 2015.

VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **An introduction to computational fluid dynamics:the finitevolume method**. 2. ed. Essex: Pearson Education Limited, 2006. 503.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 44, 50, 51, 52, 53, 54, 59, 62

Adsorvato 51, 52

B

Bioacumulativos 44, 49

Bioenergy 23, 24

Biota 40, 49

C

Cadaveric putrefaction activities 33

Cemeteries 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43

Conselho nacional do meio ambiente (CONAMA) 47

Corante azul reativo 250 63

Crematoria 33, 35, 40, 41

D

Demanda biológica de oxigênio (DBO) 48

E

Efluentes galvânicos 44, 51

Efluentes industriais 44, 45, 47, 52, 54, 55

Electric energy 23, 24, 26, 29, 30

Ensino-aprendizagem 17, 18

Ensino de química 15

Environmental contamination 33

Escoamento laminar 2, 6, 7, 10, 12

Escoamento turbulento 1, 2, 12

F

Fenton 2, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 65

Fluidodinâmica 1, 2, 6

Foto-fenton 59

Funeral practices 33

G

Galvanoplastia 44, 45, 46, 47, 55, 56, 57

L

Lata de aerossol 8, 9, 10, 11, 12

Lúdico 15, 16, 22

M

Mechanical energy 23, 24

Meio ambiente 1, 18, 47, 53, 54, 55

Metais pesados 1, 44, 45, 47, 54, 56

Micronutriente 49

Mineralização 59

N

Necrochorum 32, 33, 34

Necropolises 33, 34, 35, 40, 41, 42

Número de reynolds 1, 5, 14

P

Poluentes 44, 58, 60

Processo de galvanoplastia 44, 45, 47

Processos Oxidativos Avançados (POAs) 59

Q

Quimúsica 15

R

Recurso didático 15, 17, 18, 19, 21

S

Simulação computacional 6, 8, 10, 13

Sugarcane bagasse 2, 23, 25, 30

T

Torneira bico alta 6

Torneiras 1, 2, 4

Z

Zeolita 58, 59, 60, 61, 62, 63

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING 2

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED CHEMICAL ENGINEERING 2


Ano 2022