

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-Não-Derivativos 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](http://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>

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>44</b>
PEDRA-POMES COMO ADSORVENTE PARA METAIS PESADOS PRESENTES EM EFLUENTES GALVÂNICOS: UMA REVISÃO	
Gabriela Raspante de Oliveira Sandra Matias Damasceno	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226046">https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226046</a>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>58</b>
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	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226047">https://doi.org/10.22533/at.ed.9022226047</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>66</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>67</b>

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

Data de aceite: 01/04/2022

### **Caroline Marques Lau**

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

### **Mateus Batichotti Silva**

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

### **Luis Fernando Grigoletto Hirata**

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:** A aplicação da dinâmica de fluidos computacional (CFD) no estudo de aerossóis tem apresentado bons resultados principalmente por prever o padrão de fluxo do gás e o comportamento das partículas, além da temperatura, velocidade, tempo de residência e posição de impacto. Além disso, o CFD também pode ser usado para investigar diferentes projetos que utilizam os aerossóis como influenciadores de outros fenômenos

também estudados com aumento de escala. Este artigo fornece as interações ar-partícula ocorridas segundo o modelo de turbulência k-e para prever a temperatura, velocidade e pressão ocorridas no interior da lata e as compara com as variáveis reais apresentadas pelo seu inventor, Eric Rotheim, em uma lata com as mesmas características apresentadas pela geometria. Além disso, as limitações atuais e o escopo futuro para a pesquisa potencial também são destacados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ansys ICEM. Aerossol. Simulação.

### COMPUTER SIMULATION USED FOR THE GEOMETRIC DEVELOPMENT OF AN AEROSOL CAN

**ABSTRACT:** The application of computational fluid dynamics (CFD) in the study of aerosols has shown good results mainly for predicting the gas flow pattern and the behavior of particles, in addition to temperature, velocity, residence time and impact position. In addition, CFD can also be used to investigate different projects that use aerosols as influencers of other phenomena also studied with scale-up. This article provides the air-particle interactions that occurred according to the k-e turbulence model to predict the temperature, velocity and pressure occurring inside the can and compares them with the real variables presented by its inventor, Eric Rotheim, in a can with the same features presented by geometry. In addition, current limitations and future scope for potential research are also highlighted.

**KEYWORDS:** Ansys ICEM. Aerosol. Simulation.

## 1 | INTRODUÇÃO

Eric Rotheim, um engenheiro e inventor norueguês, propôs o primeiro projeto de lata de aerossol há mais de 75 anos. A tecnologia evoluiu um pouco ao longo dos anos, mas as ilustrações da patente de Rotheim nos EUA de 1931 mostram a maioria dos principais elementos encontrados nas latas de aerossol de hoje (BELLIS, 2020).

Inicialmente, a inovação de Rotheim não teve muito impacto no mundo. No entanto, foi durante a Segunda Guerra Mundial, quando os militares dos EUA usaram uma lata de aerossol para dispensar inseticida, que as pessoas perceberam o potencial do dispositivo. As latas fáceis de usar foram uma ajuda inestimável para os soldados no Pacífico, onde os insetos transmissores de doenças representavam uma ameaça mortal. Nos anos após a guerra, os fabricantes adaptaram essa tecnologia para uma ampla gama de aplicações. Hoje, existem milhares de produtos embalados em latas de aerossol, desde spray para cabelo até óleo de cozinha e remédios (BELLIS, 2020).

A ideia básica de uma lata de aerossol é muito simples: um fluido armazenado sob alta pressão é usado para impulsionar outro fluido para fora de uma lata. Para entender como isso funciona, faz-se necessário saber um pouco sobre fluidos e pressão de fluidos. Um fluido é qualquer substância composta de partículas que fluem livremente. Isso inclui substâncias em estado líquido, como a água de uma torneira, bem como substâncias em estado gasoso, como o ar na atmosfera. As partículas em um líquido estão fracamente ligadas, mas se movem com relativa liberdade. Como as partículas estão ligadas, um líquido a uma temperatura constante tem um volume fixo. Se aplicar energia suficiente a um líquido (aquecendo-o), as partículas vibrarão tanto que se libertarão das forças que as unem. O líquido se transforma em gás, um fluido no qual as partículas podem se mover independentemente. Esse é o processo de ebulição, e a temperatura em que ocorre é chamada de ponto de ebulição de uma substância. Diferentes substâncias têm diferentes pontos de ebulição: por exemplo, é necessária uma quantidade maior de calor para transformar a água de um líquido em um gás do que para transformar o álcool de um líquido em um gás (HARBELI, 2000).

A força das partículas individuais em movimento em um gás pode resultar em uma pressão considerável. Uma vez que as partículas não estão ligadas, um gás não tem um volume definido como um líquido: as partículas continuarão se empurrando para fora. Dessa forma, um gás se expande para preencher qualquer espaço aberto. Conforme o gás se expande, sua pressão diminui, uma vez que há menos partículas em qualquer área para colidir com qualquer coisa. Um gás aplica uma pressão muito maior quando é comprimido em um espaço relativamente pequeno porque há muito mais partículas se movendo em uma determinada área (HARBELI, 2000).

Uma lata de aerossol aplica esses princípios básicos a um objetivo simples: expulsar uma substância líquida. Um aerossol pode conter um fluido que ferve bem abaixo

da temperatura ambiente (chamado de propelente) e outro que ferve a uma temperatura muito mais alta (chamado de produto). O produto é a substância que realmente se usa - o spray para cabelo ou repelente de insetos, por exemplo - e o propelente é o meio de tirar o produto da lata. Ambos os fluidos são armazenados em uma lata de metal lacrada (FEA, 2004).

Existem duas maneiras de configurar este sistema de aerossol. No projeto mais simples, se despeja o produto líquido, fecha a lata e bombeia um propelente gasoso por meio do sistema de válvula. O gás é bombeado em alta pressão, de forma que empurra o produto líquido para baixo com uma boa quantidade de força (FEA, 2004). Levando-se em consideração a embalagem proposta por Eric Rotheim, este projeto teve como objetivo desenvolver por meio da simulação computacional uma lata de aerossol e comparar o comportamento interno em relação à temperatura, velocidade e pressão com as variáveis reais apresentadas por uma lata de spray com as mesmas características.

## 2 | MÉTODO

Para o desenvolvimento do projeto, foram utilizados softwares da linha ANSYS, que são compostos de elementos finitos e que pode ser utilizado nas mais diversas classes de problema de engenharia (FERNANDES, 2019).

A princípio, foram realizadas simulações de geometrias mais simples para adaptação e introdução ao programa. Em prossecução, foi simulado um cubo com um prisma e outro com uma esfera, com a finalidade de análise de um escoamento laminar e um turbulento, respectivamente.

Procurando um exemplo do dia a dia, foi gerado uma lata de aerossol (Figura 1), utilizando uma malha tetraédrica, 3 tipos de materiais, alumínio, água oxigenada e ar, uma pressão de 90000 Pa e velocidade de magnitude de 10 m/s, cujos resultados serão apresentados a seguir.

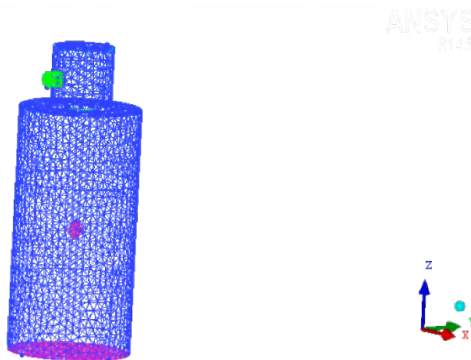


Figura 1 – Lata de aerossol.

Fonte: Aatoria Própria (2021).

### 3 | RESULTADOS

Para obtenção dos resultados, foram simuladas 20000 iterações na lata de aerossol, gerando os gráficos de pressão (Figura 2), velocidade (Figura 3) e número de Reynolds (Figura 4).

Como é possível perceber na Figura 2, a pressão dentro da lata é tão grande que o gás utilizado como propelente fica comprimido e se torna líquido, misturando-se ao produto. Em uma lata de aerossol, quando a válvula é apertada, a pressão dentro do frasco diminui e uma parte do gás líquido propelente se expande com alta velocidade (Fig. 3), transformando-se em gás novamente. Como o volume se torna maior que a capacidade da lata, este escapa com toda a força, levando parte do produto para fora (CYRINO, 2019).

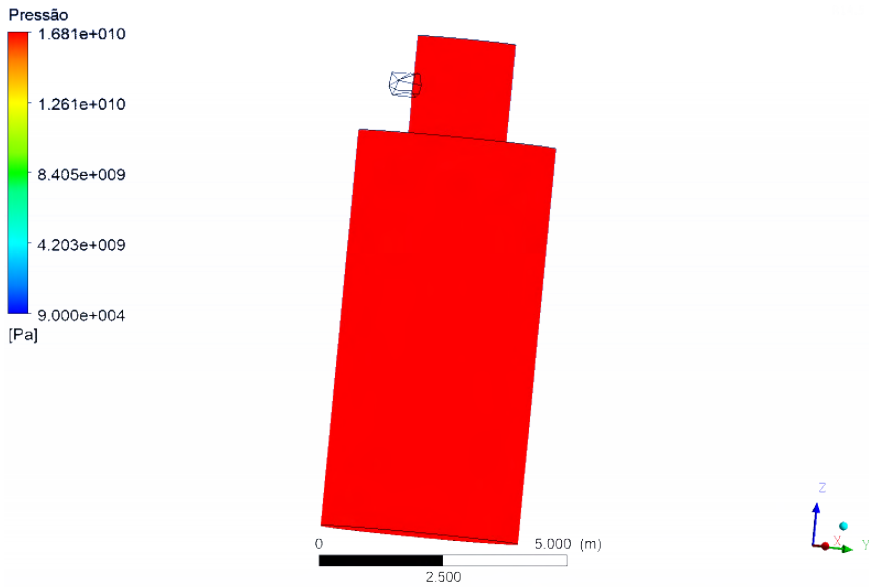


Figura 2 – Gráfico da pressão.

Fonte: Autoria Própria (2021).

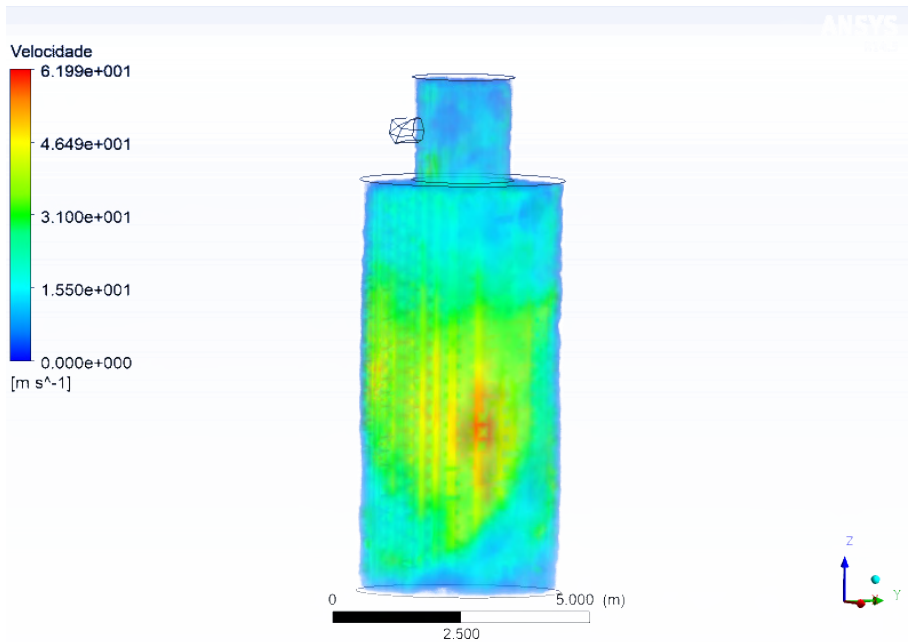


Figura 3 – Gráfico da velocidade.

Fonte: Aatoria Própria (2021).

Quando pequenas partículas de aerossol se movem através do ar o número de Reynolds é muito pequeno (menor que 1), os chamados escoamentos lentos. Na Figura 4, infere-se que este número é maior que 1, o que representa um escoamento rápido.

A partir deste número também pode-se concluir se é um escoamento laminar ou turbulento. Para o caso de um fluxo de água num tubo cilíndrico admite-se os valores de 2.000 e 2.400 como limites. Assim, para valores menores que 2.000 o fluxo será laminar, e para maiores que 2.400 o fluxo será turbulento. E para valores intermediários a estes, o fluxo será transitório (VICTOR, 2019). Portanto, a lata de aerossol apresentada na simulação apresenta um escoamento turbulento.

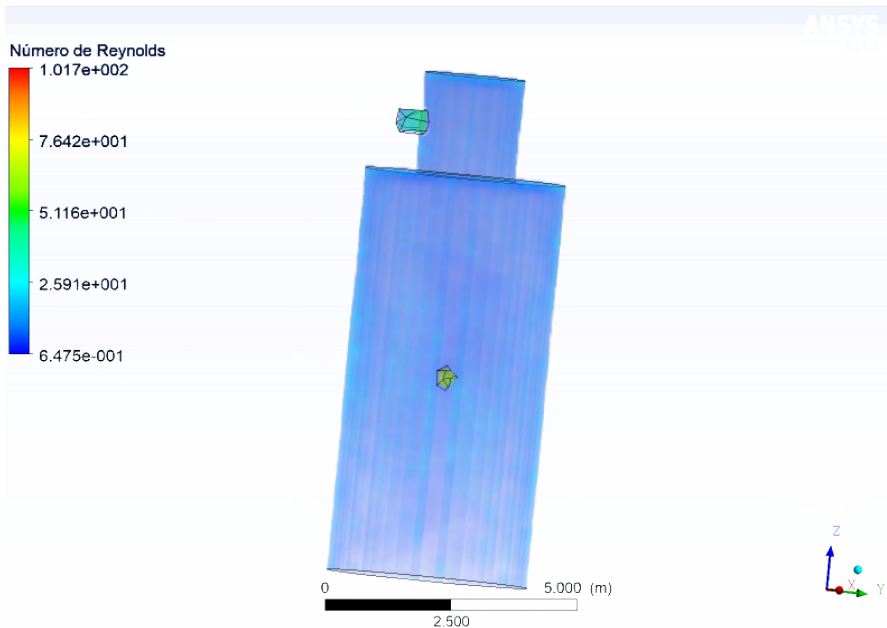


Figura 4 – Gráfico do número de Reynolds.

Fonte: Aatoria Própria (2021).

## 4 | CONCLUSÃO

Todos os valores encontrados podem ser comparados com dados reais de vários produtos que estão presentes no mercado e na fabricação de aerossóis, como desodorantes, cremes de barbear, inseticidas ou tintas. Levando em consideração que cada produto terá uma pressão, velocidade e número de Reynolds diferente.

O escopo das empresas deste e de outros ramos está centrado em economizar tempo e dinheiro na produção de suas mercadorias, e, a fim de alcançar seu objetivo, estas podem fazer uso da simulação computacional.

Em softwares como o utilizado neste projeto, podem ser realizados diferentes testes, para que sejam previstos tamanhos em escala industrial e evite retrabalho. O custo seria muito menor do que realizar estes testes em laboratórios. Este recurso permite prever e observar situações com precisão, além de impulsionar uma vantagem competitiva, por tornar possível a fabricação com menor margem de erro e produtos mais eficientes.

A criação de Eric Rotheim introduziu no mercado uma invenção revolucionária capaz de vaporizar, sob pressão, partículas sólidas ou líquidas, e a simulação computacional pode abrir caminho para melhor compreensão de seu comportamento.



## REFERÊNCIAS

ANSYS. **ANSYS CFX Workbench**. Canonsburg, 2008.

APEAL. **The steel aerosol**: it never stops making progress. Disponível em: [http:// www.apeal.org/Contents/Inno/Pub096.html](http://www.apeal.org/Contents/Inno/Pub096.html). Acesso em: 07 set. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AEROSSÓIS E SANEANTES DOMISSANITÁRIOS ABAS. **Aerossóis**. Disponível em: <http://www.as.org.br>. Acesso em: 07 set. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14720: Embalagem metálica para aerossol: requisitos e verificação da resistência à pressão interna para embalagens vazias sem válvula**. Rio de Janeiro, 2001. 4 p.

BELLIS, M. **The history of aerosol spray cans**. ThoughtCo, Aug. 28, 2020, [thoughtco.com/history-of-aerosol-spray-cans-1991231](http://thoughtco.com/history-of-aerosol-spray-cans-1991231).

CYRINO, L. **Aerossol, tecnologia de 90 anos**. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/aerossol-tecnologia-de-90-anos/>. Acesso em: 9 set. 2021.

FEA. About aerosols. **Embalagem Marca**, São Paulo, v. 6, n. 62, p. 52, 54, out. 2004.

FERNANDES, L. C. **Técnicas de otimização utilizando o ansys workbench**. 2019. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Brasília, 2019.gia, Departamento de Engenharia Mecânica, Brasília, 2019. Acesso em: 7 set. 2021.

FORTUNA, A. O. **Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos**: conceitos básicos e aplicações. São Paulo: EDUSP, 2006.

HARBELI, L. Aerossóis: cada vez mais atraentes. **Embalagem Marca**, São Paulo, v. 2, n. 9, p. 28-30, mar. 2000.

KUBILAY, A.; DEROME, D.; BLOCKEN, B.; CARMELIET, J. CFD simulations and validation of wind-driven rain on a building facade with an Eulerian multiphase model. **Building and Environment**, v. 61 p. 69-81, 2013.

VICTOR, J. **Número de reynolds**: entenda tudo! Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/numero-reynolds-entenda/>. Acesso em: 9 set. 2021.

## 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](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

---

*Collection:*

# APPLIED CHEMICAL ENGINEERING 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

*Collection:*

# APPLIED CHEMICAL ENGINEERING 2

  
Ano 2022