

Pesquisa para o desenvolvimento de processos da indústria de alimentos

ZEA5887

Aula 01: Introdução

PPG Engenharia de Alimentos – FZEA – USP

Prof Dr Gustavo Cesar Dacanal

Web of Science: “mathematical model*ing”

12/06/2023

84,949 resultados de Coleção principal da Web of Science para:

% "mathematical model*ing" (título ou conteúdo)

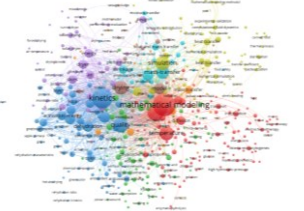
800 Clique em um resultado de busca

↓ 2.02%

1,718 resultados de Coleção principal da Web of Science para:

% "mathematical model*ing" (título ou conteúdo)

Filtrado por: (Citation Types: More: 148 Food Science & Technology X) | Limpar Filtros

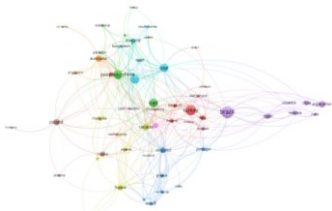


Web of Science: “mathematical model*ing”

1,718 resultados de Coleção principal da Web of Science para:

% "mathematical model*ing" (título ou conteúdo)

Filtrado por: (Citation Types: More: 148 Food Science & Technology X) | Limpar Filtros



Journal	Count
<input type="checkbox"/> DRYING TECHNOLOGY	152
<input type="checkbox"/> JOURNAL OF FOOD ENGINEERING	106
<input type="checkbox"/> JOURNAL OF FOOD PROCESSING ENGINEERING	56
<input type="checkbox"/> JOURNAL OF FOOD PROCESSING AND PRESERVATION	47
<input type="checkbox"/> FOOD AND BIOPROCESS TECHNOLOGY	43
<input type="checkbox"/> APPLIED MATHEMATICAL MODELING	42
<input type="checkbox"/> INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD ENGINEERING	41
<input type="checkbox"/> PHYSICAL RESEARCH IN FOOD ENGINEERING AND TECHNOLOGY	37
<input type="checkbox"/> CHEMICAL ENGINEERING SCIENCE	37
<input type="checkbox"/> BIOCHEMICAL ENGINEERING	33
<input type="checkbox"/> INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY	32
<input type="checkbox"/> JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY	32
<input type="checkbox"/> ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT	31
<input type="checkbox"/> JOURNAL OF FOOD SCIENCE	31

Introdução

- Problemas de engenharia
- Física, química, termodinâmica...
- Seguir as leis de conservação (massa, energia, movimento)

- Soluções: Analíticas, Numéricas e Experimentais

Fonte: Livro MALISKA



Aula 1

Introdução

Projeto e análise de operações no processamento de alimentos via modelagem matemática

Journal of Food Engineering 196 (2016) 3–8

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Food Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng

Challenges and opportunities in food engineering: Modeling, virtualization, open innovation and social responsibility^a

I. Sam Saguy

The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, PO Box 12, Rehovot 76101, Israel

ARTICLE INFO

Article history:
Received 12 February 2015
Received in revised form 22 May 2015
Accepted 12 July 2015
Available online 10 July 2015

Keywords:
 Virtualization
 Open innovation
 Food-tech
 Engineering
 Social responsibility
 Startup university

ABSTRACT

Food engineering should shed its historical mold, embrace new challenges and opportunities that the 21st century holds. Unleashed scientific progress and breakthroughs highlight increasing challenges with some vital populace needs. Four main challenges have been identified: modeling, virtualization, open innovation (OI) and social responsibility (SR). The shift from empirical to physics based modeling is perceived to benefit from new sensor technology, proliferation of the Internet of Things, and big data information. An ever-growing part of modeling continues to be food composition and complexity, consumer needs and expectations, health and wellness, sustainability and SR. Virtualization is to significantly benefit from expanding computational power, dedicated software, cloud computing, big data, and other benefits. Collaboration and participation with all innovation ecosystem stakeholders are essential. Academic's role as a startup university requires creating an institutional property model, curricula reforming, OI, recruiting, entrepreneurship and SR. Food engineers are at a crossroad of a very progressive future.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.



Pesquisa para o desenvolvimento de processos da indústria de alimentos

ZEA5887

Aula 02

PPG Engenharia de Alimentos – FZEA – USP

Prof Dr Gustavo Cesar Dacanal

Aula 2

Perfis de cinética experimental

Ensaio em regime transiente:
*Em que, os resultados são coletados ao longo do tempo de realização do experimento

Cinética experimental

- Exemplos de perfis de uma cinética:
- Secagem (Umidade x tempo)
- Extração (Concentração x tempo)
- Compressão (Força x deslocamento x tempo)
- Transferência de calor (Temperatura x tempo)
- Aglomeração (Tamanho de partículas x tempo)
- Reologia (Viscosidade x Rotação x tempo)

Cinética experimental

- Os perfis de cinética normalmente necessitam ser interpretados por um **modelo matemático**;
- Obtenção de coeficientes;
- Coeficientes -> comparação entre perfis experimentais
- O modelo matemático necessita ter bom ajuste!

ANEXO PLANILHA!

- 1 - Secagem Dados experimentais
- 2 - Seleção do modelo matemático
- 3 - Regressão/Ajuste Método dos Mínimos Quadrados (não linear)
- 4 - Comparação entre os coeficientes (estatística)

Exercício: Passo 1 Construir o perfil de cinética

- Utilizar o software "ORIGIN" e obter média das curvas
- ORIGIN > Analysis > Mathematics > Average Multiple Curves
- Elaborar um gráfico para publicação
- Exemplo: Excel

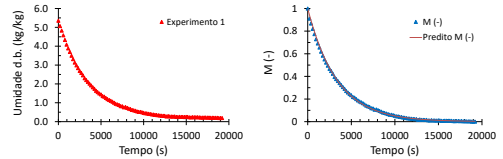
Exercício: Passo 2 Construir o perfil de cinética

- Elaborar um gráfico para publicação
- Exemplo: Excel



Exercício: Passo 2 - Construir um perfil de cinética

- Resultado: Inserir o Exemplo de gráfico para publicação!



Exercício: Passo 3 – Realizar o ajuste por um modelo e obter os coeficientes

- Excel: Ajuste não-linear pelo SOLVER
- Tarefa: Utilizar o **modelo de Page** e obter o coeficiente "k" do perfil de secagem

$$M = \frac{x - x_e}{x_i - x_e} = \exp(-kt)$$

Pesquisa para o desenvolvimento de processos da indústria de alimentos

ZEA5887

Aula 03

PPG Engenharia de Alimentos – FZEA – USP

Prof Dr Gustavo Cesar Dacanal

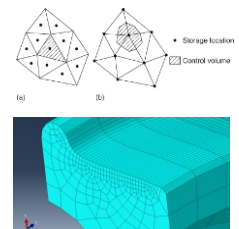
Aula 3.1

Parte I: Introdução ao CFD

Método dos Volumes Finitos e
Método de Elementos Finitos

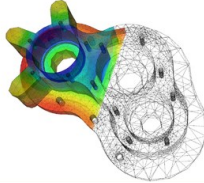
Método dos volumes finitos

- O MVF realiza simulações de equações diferenciais sob a forma de equações algébricas para solucionar problemas analiticamente impossíveis.
- Nele, o domínio do cálculo é subdividido em volumes de controle e conhecendo alguns valores obtêm-se outros desejados.
- Idêntico ao método das diferenças finitas, o método de volumes finitos utiliza-se de malhas computacionais.
- A grande vantagem desse método é que ele pode ser aplicado a qualquer tipo de malha, pois se adapta a geometrias complexas.



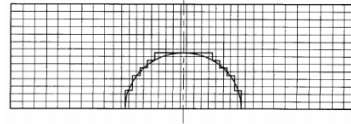
Método dos elementos finitos

- O MEF é muito parecido com o MVF, pois em ambos, o domínio é reduzido a um conjunto discreto de elementos finitos.
- O MEF se baseia no uso de uma aproximação das variáveis desconhecidas a fim de transformar equações diferenciais parciais em equações algébricas através da substituição do problema real por outro semelhante.



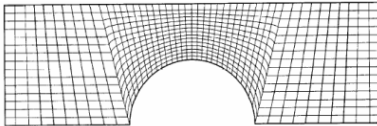
Tipos de Malhas

- Malha ortogonal
- As malhas ortogonais são homogêneas, ou seja, o espaçamento entre os elementos finitos é igual, tanto na vertical como na horizontal.



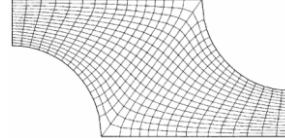
Tipos de Malhas

- Malha não-ortogonal
- São usadas para avaliar um fluxo ao redor de curvas; A borda da geometria é discretizada por uma aproximação e o volume de controle localizado no interior do cilindro é desconsiderado no cálculo.



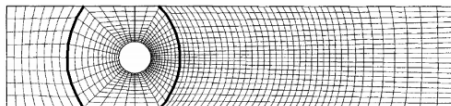
Tipos de Malhas

- Malha não-ortogonal e estruturada
- São usadas para geometrias irregulares. Nela todos os detalhes geométricos são incorporados de forma precisa e, ainda, a malha pode ser manipulada para abranger a região de interesse através do refinamento.



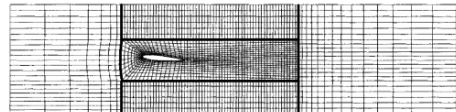
Tipos de Malhas

- Malha estruturada por blocos
- Para minimizar algumas limitações das malhas estruturadas desenvolveram-se as malhas estruturadas por blocos. Nelas existem dois (ou mais) níveis de subdivisão do domínio de solução.



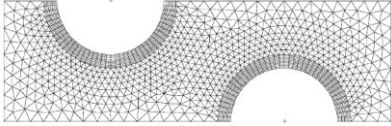
Tipos de Malhas

- Malha estruturada por blocos (Refinamento)
- Maior flexibilidade desse tipo de malha comparando-a com as malhas estruturadas simples, porque garante a utilização de regiões mais estreitas em locais onde é necessária maior precisão de cálculo. É possível refinar as malhas localmente, ou seja, dentro de algum bloco.



Tipos de Malhas

- Malha não-estruturada
- São utilizadas em geometrias muito complexas, pois é a única que consegue adaptar-se sem qualquer limitação à fronteira do domínio de solução



Software Método dos Volumes Finitos

- OpenFoam
- Plataforma Linux (recomendável: UBUNTU)

OpenFOAM

The Open Source CFD Toolbox

Software Método dos Volumes Finitos

- Criação de um maquina virtual (VirtualBox)
1. Instalar o VirtualBox: <https://www.virtualbox.org/>
 2. Instalar o UBUNTU: <https://ubuntu.com/>
 3. + OpenFOAM: <https://openfoam.org/download/>
 4. + Paraview: "já incluso no OpenFoam"
 5. + HelyxOS: <https://engys.com/products/helyx-os>

• *Existem tutoriais na internet!*

Software Método dos Elementos Finitos

- ELMER FEM
- Plataforma Linux ou Windows



Aula 3.2 Parte II: Introdução ao FEM

Exemplos em aplicações em CFD

Pesquisa para o desenvolvimento de processos da indústria de alimentos ZEA5887

Aula 04
PPG Engenharia de Alimentos – FZEA – USP

Prof Dr Gustavo Cesar Dacanal

Aula 4.1
Instalação de softwares
 ElmerFEM e ParaView

Aula 4.2
ElmerGUI
 Windows 64 bits

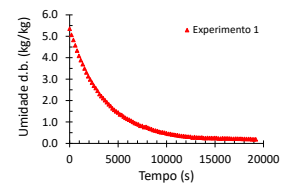
Aula 4.3
ParaView
 Windows 64 bits

Aula 5
Conclusões finais
 Projeto e análise de operações no
 processamento de alimentos via modelagem
 matemática

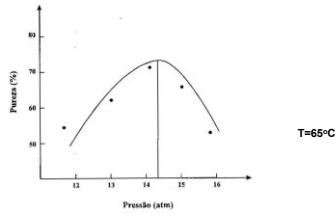
Modelagem matemática

- Experimentos de cinética (tempo variável);
- Visualização de perfis simulados (Elmer FEM e ParaView);
- Outros:
 - Métodos de diferenças finitas;
 - Método Runge Kutta;
 - Planejamento experimental e obtenção de superfícies de resposta;
- *Escolha adequada do modelo que representa o experimento

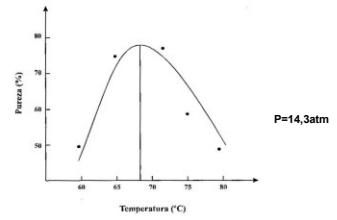
Ensaio Secagem (Cinética)



Ensaio extração (Temperatura constante)



Ensaio extração (Pressão constante)



Técnicas de planejamento experimental (DOE)

