



As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 3

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| E57 | As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 3 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-432-0 DOI 10.22533/at.ed.320192506 1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série. CDD 658.5 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| ANÁLISE DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE COMPÓSITOS CERÂMICOS DE ALUMINA-ZIRCÔNIA PARA APLICAÇÃO COMO FERRAMENTAS DE CORTE | |
| Miguel Adriano Inácio Maria do Carmo de Andrade Nono José Vitor Cândido de Souza Sergio Luiz Mineiro Daniel Alessandro Nono | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925061 | |
| CAPÍTULO 2 | 10 |
| SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE MODELO ELASTOPLÁSTICO EM ROCHA CARBONÁTICA CARSTIFICADA | |
| Rayane Conceição Ribeiro da Silveira Mattos Daniel Araújo Farias de Melo Marinésio Pinheiro de Lima Tiago de Freitas Viana Igor Fernandes Gomes Leonardo José do Nascimento Guimarães | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925062 | |
| CAPÍTULO 3 | 26 |
| A INFLUÊNCIA DO NITROGÊNIO EM AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS COM APLICAÇÃO EM PRÓTESES ORTOPÉDICAS | |
| Glauber Rodrigues Cerqueira de Cerqueira Pedro Eliézer de Araújo Júnior | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925063 | |
| CAPÍTULO 4 | 42 |
| MICROPOROUS ACTIVATED CARBON FIBER FELT FROM BRAZILIAN TEXTILE PAN FIBER: PREPARATION, CHARACTERIZATION AND APPLICATION AS SUPERCAPACITOR ELECTRODE | |
| Jossano Saldanha Marcuzzo Aline Castilho Rodrigues Andres Cuña Nestor Tancredi Eduardo Mendez Heide Heloise Bernardi Mauricio Ribeiro Baldan | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925064 | |
| CAPÍTULO 5 | 55 |
| ANÁLISE COMPARADA DE UM AGREGADO DE ESCÓRIA DE ACIARIA COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LASTRO DE VIAS FÉRREAS DO TIPO <i>HEAVY HAUL</i> POR MEIO DE ENSAIOS TRIAXIAIS | |
| Bruno Guimarães Delgado Antônio Viana da Fonseca Eduardo Fortunato Daniela Raquel Ferreira Coelho | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925065 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 6 | 71 |
| CARACTERIZAÇÃO EM FADIGA POR FLEXÃO ROTATIVA DE FIOS DE ARAME DE SOLDA | |
| Ingrid Ariani Belineli Barbosa | |
| Heide Heloise Bernardi | |
| William Marcos Muniz Menezes | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925066 | |
| CAPÍTULO 7 | 80 |
| ESTUDO DA MICROESTRUTURA NA ZONA TERMICAMENTE AFETADA COM A VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SOLDAGEM | |
| Luís Henrique Pires da Silva | |
| Alex Sander Chaves da Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925067 | |
| CAPÍTULO 8 | 92 |
| ESTUDO DA USINAGEM DA SUPERLIGA A BASE DE FERRO-NÍQUEL UTILIZANDO FERRAMENTA CERÂMICA | |
| Eduardo Pires Bonhin | |
| Sarah David Müzel | |
| Marcel Yuzo Kondo | |
| Lúcia de Almeida Ribeiro | |
| José Vitor Candido de Souza | |
| Marcos Valério Ribeiro | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925068 | |
| CAPÍTULO 9 | 100 |
| CONSTRUÇÃO DE UMA MÁQUINA DE NÉVOA SALINA ATENDENDO AOS REQUISITOS MÍNIMOS CONTIDOS NAS NORMAS ISO 9227 e ASTM B-117 | |
| Leonardo de Souza Coutinho | |
| Alexandre Alvarenga Palmeira | |
| DOI 10.22533/at.ed.3201925069 | |
| CAPÍTULO 10 | 111 |
| MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: COLHEITADEIRAS AXIAIS X RADIAIS | |
| Filipi José Arantes Lemos | |
| João Mario Mendes de Freitas | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250610 | |
| CAPÍTULO 11 | 127 |
| MÉTODO DE OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA PARA O PROJETO DE MODELOS DE BIELAS E TIRANTES | |
| Jamile Maria Araujo Tavares | |
| Rejane Martins Fernandes Canha | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250611 | |
| CAPÍTULO 12 | 142 |
| ESTUDO NUMÉRICO DE UM EQUIPAMENTO DE SECAGEM | |
| Eduardo Dal Piva Schuch | |
| Magaiver Gabriel Lamp | |
| Conrado Mendes Morais | |
| Ângela Beatrice Dewes Moura | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250612 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 13 | 153 |
| SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA A COMBUSTÃO DE GASOLINA | |
| Felipe Michael Grein | |
| Jean Lucas Pereira | |
| Luiz Felipe Weck | |
| Olaf Graupmann | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250613 | |
| CAPÍTULO 14 | 156 |
| MODELAGEM DE PID PARA SISTEMA DE CONTROLE DE RAMPAS DE TEMPERATURA EM BRASSAGEM | |
| Gabriel Queiroz | |
| Marcelo Barros de Almeida | |
| Márcio Jose da Cunha | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250614 | |
| CAPÍTULO 15 | 168 |
| MODELAGEM MATEMÁTICA DE SISTEMAS DINÂMICOS: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA | |
| Lucas Divino Alves | |
| Neylor Makalister Ribeiro Vieira | |
| Emerson Paulino dos Reis | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250615 | |
| CAPÍTULO 16 | 183 |
| APLICAÇÃO E ANÁLISE VIA MEC EM PROBLEMAS DE TERMOELASTICIDADE 2D | |
| Luis Vinicius Pereira Silva | |
| Gilberto Gomes | |
| João Carlos Barleta Uchôa | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250616 | |
| CAPÍTULO 17 | 198 |
| SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA INJEÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIO DE PETRÓLEO HETEROGÊNEO | |
| Raquel Oliveira Lima | |
| José Arthur Oliveira Santos | |
| Antônio Jorge Vasconcellos Garcia | |
| Felipe Barreiros Gomes | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250617 | |
| CAPÍTULO 18 | 207 |
| TANQUES FLASH: DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE CUSTOS NO SOFTWARE DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO EMSO | |
| Erich Potrich | |
| Sérgio Correia da Silva | |
| Larissa Souza Amaral | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250618 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 19 | 215 |
| AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DEPOSIÇÃO ORGÂNICA EM OPERAÇÕES DE MISTURA DE PETRÓLEOS NO TANQUE DE ESTOCAGEM EM REFINARIAS DE PETRÓLEO | |
| Rosberguer de Almeida Camargo | |
| Mauren Costa da Silva | |
| Rafael Beltrame | |
| Darci Alberto Gatto | |
| Antônio Carlos da Silva Ramos | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250619 | |
| CAPÍTULO 20 | 223 |
| AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA EMBARCADO PARA MENSURAR A ILUMINÂNCIA EM UM AVIÁRIO EXPERIMENTAL | |
| Giovanni Polette Dalla Libera | |
| Victor Moreira Leão | |
| Vitor Augusto de Sousa | |
| Matheus Fernando Lima Zuccherelli de Souza | |
| Renata Lima Zuccherelli de Oliveira | |
| Marcelo Eduardo de Oliveira | |
| Adriano Rogério Bruno Tech | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250620 | |
| CAPÍTULO 21 | 230 |
| CONTROLADOR FUZZY SINTONIZADO POR ALGORITMO GENÉTICO EM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA | |
| Lenon Diniz Seixas | |
| Diego Solak Castanho | |
| Hugo Valadares Siqueira | |
| Fernanda Cristina Corrêa | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250621 | |
| CAPÍTULO 22 | 243 |
| CONTROLADORES ROBUSTO APLICADO A CONVERSORES CC-CC | |
| Luiz Otávio Limurci dos Santos | |
| Luiz Antonio Maccari Junior | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250622 | |
| CAPÍTULO 23 | 261 |
| PROPOSTA DE PLATAFORMA PARA ESTUDO DE MOTOR A RELUTÂNCIA VARIÁVEL 8/6 | |
| Marcos José de Moraes Filho | |
| Luciano Coutinho Gomes | |
| Darizon Alves de Andrade | |
| Josemar Alves dos Santos Junior | |
| Wanberton Gabriel de Souza | |
| Cássio Alves de Oliveira | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250623 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 24 | 275 |
| ESTUDO COMPARATIVO DE MODELAGENS DE ENROLAMENTOS DE UM TRANSFORMADOR UTILIZANDO O MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS PARA ANÁLISES DE ESFORÇOS ELETROME CÂNICOS | |
| Pedro Henrique Aquino Barra Arnaldo José Pereira Rosentino Junior Antônio Carlos Delaiba | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250624 | |
| CAPÍTULO 25 | 287 |
| PROCEDIMENTO PARA AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DO LAÇO DE HISTERESE MAGNÉTICA | |
| Vitor Hörbe Pereira Da Costa Antônio Flavio Licarião Nogueira Leonardo José Amador Salas Maldonado | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250625 | |
| CAPÍTULO 26 | 294 |
| SIMULAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE CAMPO E CORRENTE ELÉTRICA EM TECIDOS BIOLÓGICOS | |
| Guilherme Brasil Pintarelli Afrânio de Castro Antonio Jr. Raul Guedert Sandra Cossul Daniela Ota Hisayasu Suzuki | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250626 | |
| CAPÍTULO 27 | 307 |
| SISTEMA DE PRESENÇA UTILIZANDO IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA | |
| Giovani Formaggio Mateus Ricardo Barroso Leite | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250627 | |
| CAPÍTULO 28 | 322 |
| SISTEMAS DEFASADORES EM ALTA FREQUÊNCIA UTILIZANDO MICROFITA EM SUBSTRATO FR4 | |
| Jobson De Araújo Nascimento José Moraes Gurgel Neto Alexsandro Aleixo Pereira da Silva Regina Maria de Lima Neta | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250628 | |
| CAPÍTULO 29 | 333 |
| ANÁLISES DA RUPTURA EM TRECHO DA BR-060 NO MUNICÍPIO DE ALEXÂNIA, GOIÁS, E CONDIÇÕES APÓS SEIS ANOS DA RECUPERAÇÃO | |
| Rideci Farias Tiago Matias Lino Haroldo da Silva Paranhos Itamar de Souza Bezerra Ranieri Araújo Farias Dias Alexsandra Maiberg Hausser | |
| DOI 10.22533/at.ed.32019250629 | |
| SOBRE O ORGANIZADOR | 346 |

TANQUES FLASH: DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE CUSTOS NO SOFTWARE DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO EMSO

Erich Potrich

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
São Carlos – SP

Sérgio Correia da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)
Campo Mourão - PR

Larissa Souza Amaral

Universidade de São Paulo (USP)
São Carlos – SP

RESUMO: Equipamentos industriais são a base da engenharia, pois para funcionarem corretamente precisam do dimensionamento correto, além de uma análise de custos para verificar a viabilidade econômica do processo. O tanque flash é um dos equipamentos mais utilizados na indústria, como também um dos mais complexos. Esse trabalho tem o objetivo de propor uma sequência de equações de dimensionamento e de cálculo de custos, que sejam de fácil implementação em softwares de modelagem e simulação. O software usado para esse fim foi o EMSO, que contém entre os seus modelos de equipamentos o equipamento flash, mas sem apresentar equações de dimensionamento e de análise de custos. Nesse trabalho foi calculado, a partir de correlações, o diâmetro, a altura e o volume do tanque flash e, se utilizando desse último valor, o custo

do equipamento por meio da regra dos seis décimos. A metodologia aqui utilizada mostrou-se de fácil implementação e fácil convergência na simulação, facilitando o dimensionamento e a análise econômica de diferentes tanques flash.

PALAVRAS-CHAVE: Tanque flash, Dimensionamento, Custo de equipamentos, Regra dos seis décimos, EMSO.

ABSTRACT: Industrial equipment is the basis of engineering, because in order to function properly they need the correct sizing, as well as a cost analysis to verify the economic viability of the process. The flash tank is one of the most used equipment in the industry, as well as one of the most complex. This work has the objective of proposing a sequence of design and costing equations that are easy to implement in modeling and simulation software. The software used for this purpose was the EMSO, which contains among its equipment models the flash equipment, but without presenting equations of dimensioning and cost analysis. In this work, the diameter, height and volume of the flash tank were calculated from correlations, and if using the latter value, the cost of the equipment by means of the six tenths rule. The methodology used here was easy to implement and easy convergence in the simulation, facilitating the economical design and analysis of different

flash tanks.

KEYWORDS: Flash tank, Sizing, Cost of equipment, Rule of six tenths, EMSO.

INTRODUÇÃO

A destilação é um processo de separação amplamente utilizado na indústria. Ela se baseia na separação dos componentes de uma mistura pela diferença de volatilidade entre eles. Durante esse processo, uma fase vapor entra em contato com uma fase líquida, havendo transferência de massa e de energia entre essas fases, aumentando a concentração do componente mais volátil no vapor e aumentando a concentração do componente menos volátil no líquido (GAUTO e ROSA, 2011).

O tanque flash é um equipamento de destilação de um único estágio. Nesse equipamento uma corrente líquida, composta por diferentes componentes de diferentes pontos de ebulição, tem parte de seus componentes mais voláteis evaporados por aquecimento e/ou por queda de pressão

O simulador de processos orientado a equações EMSO (Environment for Modeling, Simulation and Optimization) apresenta uma ampla gama de modelos de equipamentos dos principais processos da indústria química e petroquímica, sendo o tanque flash um desses equipamentos.

O EMSO foi criado em 2003 para simular processos estacionários e transientes da indústria, sendo gratuito para fins acadêmicos. O software é multitarefas e é baseado em equações, ou seja, para a obtenção da solução o simulador agrupa as equações de todas as unidades do processo em um único sistema. (SOARES, 2003; SOARES e SECCHI, 2003).

Se há o conhecimento de o custo de um equipamento, mas numa configuração diferente, esse valor pode ser ajustado para a configuração desejada por meio da regra dos seis décimos. Essa regra heurística foi criada por Williams (1947) e se apresenta satisfatória quando um custo de cerca de 35% de precisão é requerido.

MATERIAIS E MÉTODOS

O tanque flash geralmente se encontra na posição vertical, conforme a Figura 1, mas dependendo do cálculo de dimensionamento pode ficar na posição horizontal. Os cálculos são realizados primeiramente considerando um tanque vertical (Equações 1 a 7 e a Equação 10), contudo se não respeitar todos os parâmetros estabelecidos o reator deverá ser horizontal (Equações 1 a 3 e as Equações 8 a 10).

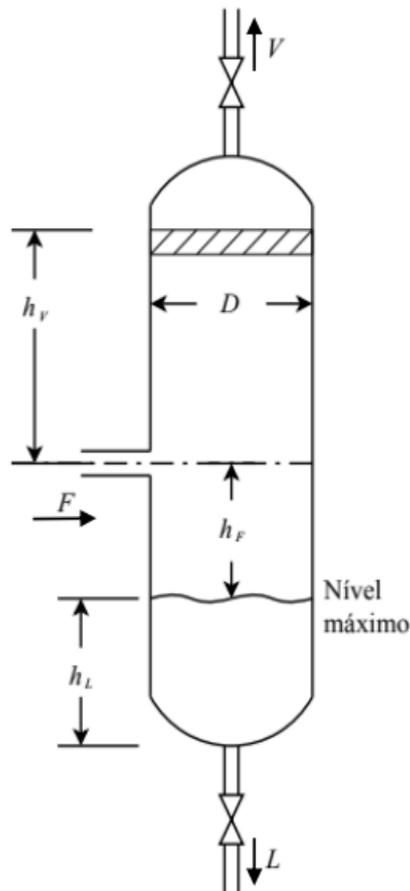


Figura 1. Tanque flash vertical com os seus principais componentes.

Fonte: Adaptado de Wankat (2012).

Em que:

D = diâmetro do tanque flash, em m;

F = vazão de entrada, em unidades de massa por segundo;

L = vazão líquida de saída, em unidades de massa por segundo;

V = vazão gasosa de saída, em unidades de massa por hora;

h_l = altura do volume do líquido de compensação, em m;

h_f = altura do nível de líquido até a linha de carga, em m;

h_v = altura da linha de carga até o demister, em m.

No processo industrial é necessário conhecer a vazão e a composição de entrada, como também a composição de interesse após o processo de flash. Após ter-se determinado as composições e as vazões das correntes de saída do vapor e do líquido, usa-se fórmulas empíricas para determinar-se o tamanho do tanque flash. Primeiramente calcula-se a velocidade de vapor permitida pela Equação 1 (Wankat, 2012):

$$u_{perm} = K_{tranque} \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}} \quad (1)$$

Em que:

u_{perm} = velocidade de vapor máxima permitida na área máxima da seção

transversal (m/s);

ρ_L = densidade da corrente líquida;

ρ_V = densidade da corrente vapor;

K_{tanque} = constante empírica que depende do tipo do tanque (m/s).

O valor do K_{tanque} foi primeiramente correlacionado graficamente por Watkins (1967), considerando 85% de inundação sem demister. Nessa configuração, aproximadamente 5% de líquido é arrastado com o vapor. O uso do mesmo projeto com um demister reduz o arrastamento para menos de 1%. Blackwell (1984) ajustou a correlação de Watkins por meio das Equações 2 e 3. Geralmente o valor de K_{tanque} varia entre 0,03048 m/s e 0,10668 m/s (Wankat, 2012).

$$K_{\text{tanque}} = (\text{Const.}) \exp[A + B \cdot \ln F_{lv} + C(\ln F_{lv})^2 + D(\ln F_{lv})^3 + E(\ln F_{lv})^4] \quad (2)$$

$$F_{lv} = \frac{L}{V} \sqrt{\frac{\rho_V}{\rho_L}} \quad (3)$$

Em que Const.; A; B; C; D; e E são constantes cujos valores são, respectivamente:

Const. = 0,3048 m/s;

A = -1,877478097;

B = -0,8145804597;

C = -0,1870744085;

D = -0,0145228667;

E = -0,0010148518.

Wankat (2012) fornece que o cálculo da área da seção transversal (A_C) é dado pela Equação 4, enquanto o diâmetro (D) é dado pela Equação 5. A Equação 4 fornece a área da seção transversal horizontal.

$$A_C = \frac{V}{\mu_{perm} \cdot \rho_V} \quad (4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A_C}{\pi}} \quad (5)$$

A altura total da coluna (h_{total}) é calculado por meio das Equações 6 e 7 (SILLA, 2003). Ambas as equações das alturas são dimensões verticais.

$$h_{\text{total}} = h_L + 1,5 \cdot D + 0,4572m \quad (6)$$

$$h_L = \frac{L \cdot t_s}{A_C \cdot \rho_L} \quad (7)$$

O menor valor de h_L deve ser de 0,6096 m, caso a Equação 7 dê um valor menor, deve ser ajustado para 0,6096 m. t_s é uma constante de tempo, seu valor para tanques

flashes verticais é de 180 e 300 s, geralmente se usa o valor de 240 s (SILLA, 2003). O valor de h_L deve ser entre 3 a 5 vezes o valor do diâmetro, ou seja, h_L/D deve estar entre 3 e 5. Caso o valor de h_L seja menor que 3 vezes o diâmetro, o valor de h_L deve ser ajustado para ser 3 vezes o diâmetro. Caso o valor do h_L seja maior que 5 vezes o valor do diâmetro, um tanque flash horizontal deve ser utilizado no lugar de um tanque horizontal. (WALKAT, 2012).

No caso de um tanque flash horizontal, a sequência das Equações 4 a 7 são substituídas, respectivamente, pelas Equações 8 e 9:

$$A_C = \frac{V}{0,625 \cdot \mu_{perm} \cdot \rho_V} \quad (8)$$

$$h_{total} = \frac{L \cdot t_s^*}{0,5 \cdot A_C \cdot \rho_L} \quad (9)$$

A Equação 8 fornece a área da seção transversal vertical. t_s^* é uma constante de tempo e seu valor para tanques flashes horizontais é em torno de 525 s. A Equação 9 fornece uma altura horizontal, ou seja, pode ser chamado de comprimento do tanque flash horizontal. O cálculo do volume do tanque flash é o mesmo tanto para tanque vertical e horizontal e é dado pela Equação 10.

$$Volume = A_C \cdot h_{total} \quad (10)$$

Após o cálculo do volume, e conhecendo o custo (C_1) de um determinado equipamento a um dado volume, é possível calcular o custo (C_2) para qualquer volume por meio da regra dos seis décimos, dada pela Equação 11.

$$C_2 = C_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0,6} \quad (11)$$

A razão adimensional P_2/P_1 é definida como um “fator de tamanho” e pode ser expresso em termos de área, potência, vazão e, nesse caso, volume. Um valor de preço de tanque flash levantado com fornecedores é de US\$ 21.695,00 para um tanque flash de 11,3 m³.

Todas essas equações foram inseridas no software EMSO academic beta version 0.10.9, utilizando o sistema operacional Windows 10 de 64 bits. Como componentes da simulação foi utilizado óleo de soja, ácido graxo livre, etanol e água. Os componentes óleo de soja e ácido graxo são pseudocomponentes constituídos da mistura molar de outros componentes, cujas composições e propriedades termodinâmicas foram estimadas pela metodologia de Potrich *et al.* (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para testar e validar as equações aqui mencionadas, foi escolhido o processo de desacidificação do óleo de soja por etanol de uma indústria de porte padrão. O processo tradicional de fabricação de óleo de soja processa 125 t/h, produzindo 25 t/h de óleo bruto com uma acidez de 1%. Esse óleo, para estar apto ao consumo humano, precisa passar pelo processo de desacidificação, ou seja, eliminar os ácidos graxos livres. Meirelles *et al.* (2001) propõe um processo de desacidificação desse óleo por etanol hidratado de 90% em massa, sendo os outros 10% de água. Para essa vazão de óleo bruto de soja é necessário 22,2 t/h de etanol. Essas correntes entram em contracorrente em um desacidificador de pratos produzindo duas correntes, uma corrente de refinado e outra de extrato.

A vazão de refinado vai para o tanque flash 1 que, segundo a metodologia aqui apresentada, tem uma configuração horizontal, uma área de seção transversal vertical de 0,28 m² e um comprimento horizontal de 28,47 m. Totalizando um volume de 8,04 m³ e um custo de US\$ 17.698,5.

A vazão de extrato vai para o tanque flash 2 que apresenta configuração vertical, uma área de seção transversal horizontal de 16,37 m² e uma altura vertical de 13,70 m. Com isso, o volume total é de 224,28 m³ e o custo é de US\$ 130.312. Apesar de ter uma vazão de entrada menor, a vazão de vapor do flash 2 é muito maior que o do flash 1 dada a quantidade de etanol sendo vaporizada, necessitando um volume de reator muito maior.

A simulação teve ao total 761 variáveis, 691 equações e 445 especificações, zerando o número de graus de liberdade. A Figura 2 ilustra a o fluxograma simplificado do processo, enquanto a Tabela 1 ilustra os principais dados obtidos do processo simulado.

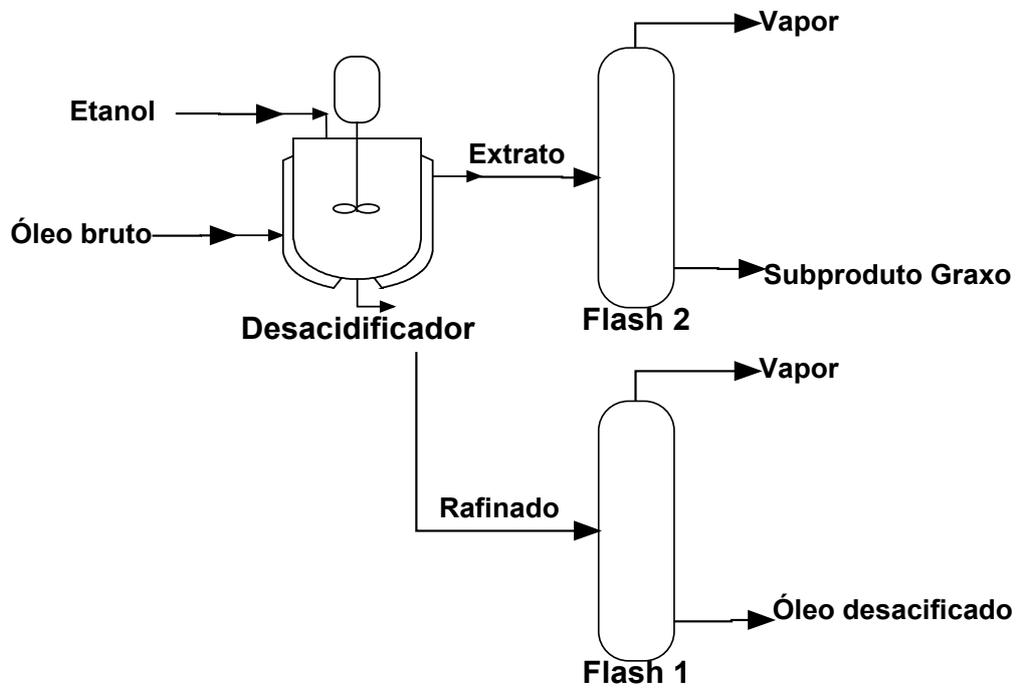


Figura 2. Fluxograma do processo de desacidificação do óleo de soja por etanol.

| | Desacidificador | | Flash 1 | | Flash 2 | |
|------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---|-----------------------|--|
| | Extrato 20,3 kg/h | Rafinado 26,9 kg/h | Vapor 2,3 kg/h | Líquido (Óleo desacidificado) 24,6 kg/h | Vapor 20,2 kg/h | Líquido (Subproduto graxo) 0,1 kg/h |
| Água (%) | 10,65 | 0,41 | 4,77 | 0,00 | 10,70 | 0 |
| Etanol (%) | 87,00 | 7,91 | 92,43 | 0,03 | 88,40 | 0 |
| Óleo (%) | 0,52 | 91,38 | 0,02 | 99,90 | 0,07 | 100 |
| Acidez (%) | 0,83 | 0,30 | 2,78 | 0,07 | 0,83 | 0 |

Tabela 1. Valores das correntes mássicas dos principais equipamentos do processo simulado.

CONCLUSÕES

As equações utilizadas se mostraram de fácil implementação e não acarretaram diferenças na demanda computacional, já que a velocidade de convergência do EMSO se manteve a mesma. O dimensionamento do tanque flash pode ser feita por equações mais complicadas, mas que não acarretariam em grande ganho de precisão, essas equações podem ser vistas nas referências utilizadas nesse trabalho. O conhecimento das dimensões e do custo de tanques flashes é de enorme importância para o setor industrial.

REFERÊNCIAS

BLACKWELL, W. W. **Chemical Process Design on a Programmable Calculator**. McGraw-Hill, New York, 1984.

MEIRELLES, A. J. A.; RODRIGUES, C. E. C.; GONÇALVES, C. B.; BATISTA, E. A. C.; KATEKAWA, M. E. **Processo de desacidificação de óleos e gordura por extração líquido-líquido de processo de purificação de biodiesel e de tratamento do reagente alcoólico**. Patente PI0900869-1 A2, 2011.

POTRICH, E.; CHAMAS, B. E. S.; CRUZ, A. J. G.; GIORDANO, R. C. **Produção de Biodiesel pela Transesterificação Supercrítica Etanólica: Modelagem e Simulação**. Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 3, 1ª ed, Atena Editora, p. 123-128, 2019.

SILLA, H. **Chemical process engineering: design and economics**. New York: Marcel Dekker, 2003.

SOARES, R. P.; SECCHI, A. R. EMSO: **A new environment for modelling, simulation and optimization**. Computer Aided Chemical Engineering, v. 14, p. 947-952, 2003.

SOARES, R. P. Desenvolvimento de um Simulador Genérico de Processos Dinâmicos. 2003. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

WANKAT, P. C. **Separation process engineering: includes mass transfer analysis**. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2012.

WATKINS, R. N. **Sizing Separators and Accumulators**. Hydrocarbon Processing, v. 46 (1), p. 253, 1967.

WILIANS, R. **Six-tenths Factor Aids in Approximating Costs**. Chemical Engineering magazine, dez. 1947.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-432-0

