



Impactos das Tecnologias na Engenharia Química

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Química

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

134	Impactos das tecnologias na engenharia química [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-237-1 DOI 10.22533/at.ed.371190304 1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série. CDD 660.76
-----	--

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Inovações tecnológicas surgem a todo o momento, em todo o mundo, sendo utilizadas como uma ferramenta estratégica para manutenção e crescimento dos negócios nas indústrias. A Engenharia Química foi uma das carreiras que mais contribuiu para a evolução da Era Industrial para a Era Moderna.

A preocupação em desenvolver produtos e processos de produção torna a Engenharia Química responsável por pesquisas e projetos em relação aos materiais que passam por mudanças físicas e químicas, adquirindo outras características.

A Engenharia Química trabalha com a manipulação de compostos e substâncias para se criar novos produtos. Estes produtos proporcionam uma melhoria na qualidade de vida humana, pois além de pesquisas relacionadas, existe a preocupação em viabilizar as invenções, criar métodos baratos e eficientes de fabricação em massa, implementando processos químico-industriais cada vez melhores, mais econômicos e mais ecológicos.

Neste primeiro volume, organizado para você, apresentamos o papel do Engenheiro Químico no mercado de trabalho, pois este aplica conhecimentos adquiridos no estudo de Química e de Engenharia para criar soluções voltadas à produção ou ao uso de substâncias químicas. É o profissional que constrói um elo entre a ciência e a manufatura. Cabe ao engenheiro químico lidar com a formulação e a solução de problemas associados à indústria química, bem como trabalhar na operação e manutenção de sistemas. Também são expostos, neste volume, trabalhos relacionados ao ensino teórico e prático de Engenharia Química.

Além disso, encontram-se trabalhos relacionados com aplicações estatísticas, simulações e otimização de processos para melhoria de utilização de produtos e subprodutos. Assim como são expostos trabalhos de caracterização de materiais e alterações em processos químicos utilizando novas técnicas de análise de produto, avaliando comportamento, característica de sistemas, propriedades físico-químicas e alteração de composição de produtos já utilizados no mercado.

Baseado nestes trabalhos, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos na área da Engenharia Química. Os trabalhos selecionados oportunizam uma nova visão de materiais, processos e técnicas na área, mostrando o impacto tecnológico no desenvolvimento da indústria e sua relação direta com a sociedade e meio ambiente.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O PAPEL DO ENGENHEIRO QUÍMICO NO MERCADO DE TRABALHO: PRODUÇÃO DE UM GUIA PRÁTICO DIGITAL DESTINADO AOS GRADUANDOS E DEMAIS INTERESSADOS NA PROFISSÃO	
Raphael Carlos Rosa Pereira Eder Dias da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3711903041	
CAPÍTULO 2	8
GAMEQ: JOGO PARA O ENSINO NA ENGENHARIA QUIMICA	
Riccardo Cafagna Miguel do Valle Fróes Negreiros Falcão Felipe Emmanouil Martires Stamoglou Ana Lucia Barbosa de Souza Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa	
DOI 10.22533/at.ed.3711903042	
CAPÍTULO 3	17
ELABORAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE PROTÓTIPO DE REATOR CSTR CONSTRUÍDO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO VOLTADO À EDUCAÇÃO DE ENGENHARIA QUÍMICA	
Cristiane Daliassi Ramos de Souza Sauro Franceschi de Carvalho Emeson de Souza Lemos Kevelyn Carolina Motta Sbravati	
DOI 10.22533/at.ed.3711903043	
CAPÍTULO 4	27
PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE MÓDULO CONTÍNUO A PARTIR DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO IMPLEMENTAÇÃO DO ENSINO EXPERIMENTAL DE ENGENHARIA QUÍMICA	
Cristiane Daliassi Ramos de Souza Igor Moraes Bezerra Calixto Sauro Franceschi de Carvalho Matheus Macedo Teixeira Rafaela Misseia Cinque de Lima Marco Antônio de Alcântara Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.3711903044	
CAPÍTULO 5	36
O SIMULADOR DO FUTURO APLICADO À INDÚSTRIA	
Fernanda Martins	
DOI 10.22533/at.ed.3711903045	
CAPÍTULO 6	43
TERMODINÂMICA QUÍMICA – COMPREENDENDO DE FORÇAS INTERMOLECULARES A COEFICIENTE DE ATIVIDADE	
Lisandra Ferreira de Lima Admilson Lopes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.3711903046	

CAPÍTULO 7 53

DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE EQUILÍBRIO SÓLIDO-LÍQUIDO DE SOLVENTES EUTÉTICOS PROFUNDOS (DES) EMPREGANDO A CALORIMETRIA EXPLORATÓRIA DIFERENCIAL (DSC)

Helena Pletsch
Mariana Carolina Gipiela Corrêa Dias
Marcos Rogério Mafra

DOI 10.22533/at.ed.3711903047

CAPÍTULO 8 59

ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE FALHAS POR TÉCNICAS ESTATÍSTICAS APLICADAS A SISTEMAS DE BOMBEAMENTO HIDRÁULICO

Rebeca Albino de Jesus
Ezequiel José da Silva Honorato
Fábio George Nogueira Cruz
José Nilton Silva

DOI 10.22533/at.ed.3711903048

CAPÍTULO 9 73

COMPARAÇÃO DE PERFIS DE VELOCIDADE OBTIDOS POR TUBO DE PITOT E POR SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ANSYS CFX

Victor Felipe Arthur Coutinho Ladeia
Rosilanny Soares Carvalho
Anna Clara Marques de Queiroz
João Carlos Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.3711903049

CAPÍTULO 10 80

ENGENHARIA DE PROCESSOS: DIMENSIONAMENTO, SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE SISTEMAS DE EVAPORAÇÃO MÚLTIPLO EFEITO DE INDÚSTRIAS DE CELULOSE *KRAFT*

Jamilly Marques Gasparoni
Cássia Regina Santos Nunes Almeida
Gustavo Matheus de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.37119030410

CAPÍTULO 11 96

PROJETO DE HIDROCICLONES USANDO OTIMIZAÇÃO ROBUSTA E ESTUDO DO EFEITO DA ROBUSTEZ

Vitor Alves Garcia
Fran Sérgio Lobato
Luiz Gustavo Martins Vieira

DOI 10.22533/at.ed.37119030411

CAPÍTULO 12 111

SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E CONTROLE DE COMPOSIÇÃO POR INFERÊNCIA DE TEMPERATURA EM PROCESSO PRODUTIVO DO ETILBENZENO

Arioston Araújo de Moraes Júnior
Leopoldo Oswaldo Alcazar Rojas
Paulo Romero de Araujo Mariz
Emanuella Francisca de Lacerda Vieira
Marcelo da Silva Pedro
Jonas Laedson Marinho da Silva Santos

DOI 10.22533/at.ed.37119030412

CAPÍTULO 13	119
INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE PH, TEMPERATURA E TEMPO DE VAPORIZAÇÃO NO PROCESSO DE TINGIMENTO DE TECIDOS	
Wanyr Romero Ferreira Wilson Costa Resende Aline Pereira Leite Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.37119030413	
CAPÍTULO 14	128
ANÁLISE CORROSIVA DO AÇO 304 QUANDO SUBMETIDO AO PROCEDIMENTO DE GALVANOPLASTIA	
Renata de Oliveira Marinho Marcelo Batista Queiroz Eudesio Oliveira Vilar Márcia Cristina de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.37119030414	
CAPÍTULO 15	140
EFEITO DA DENSIDADE DE CORRENTE NO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE REVESTIMENTOS DE Co-W OBTIDOS POR ELETRODEPOSIÇÃO	
Arthur Filgueira de Almeida Bianca Oliveira Evaristo Josiane Dantas Costa Mikarla Baía de Sousa Nathália Cristina Morais Lia Fook Renato Alexandre Costa de Santana Ana Regina Nascimento Campos	
DOI 10.22533/at.ed.37119030415	
CAPÍTULO 16	148
FILTRO DE KALMAN ESTENDIDO E REDE NEURAL ARTIFICIAL NA ESTIMATIVA DE CONCENTRAÇÃO EM UM REATOR QUÍMICO NÃO ISOTÉRMICO	
Arioston Araújo de Moraes Júnior Leopoldo Oswaldo Alcazar Rojas Marcelo da Silva Pedro Paulo Romero de Araujo Mariz Emanuella Francisca de Lacerda Vieira Jonas Laedson Marinho da Silva Santos Rodrigo Marinho Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.37119030416	
CAPÍTULO 17	153
COMPÓSITO DE NANOCELULOSE BACTERIANA E NANOTUBOS DE CARBONO	
Guilherme Colla Vinícius Heidemann de Souza Fernanda Vieira Berti Luismar Marques Porto	
DOI 10.22533/at.ed.37119030417	

CAPÍTULO 18	160
IMOBILIZAÇÃO DE COLÁGENO HUMANO TIPO I EM MEMBRANAS DE NANOCELULOSE BACTERIANA	
Ana Carolina Jorge Meyer Emily Marques dos Reis Luismar Marques Porto	
DOI 10.22533/at.ed.37119030418	
CAPÍTULO 19	167
CENTRIFUGATION STEP CONTROL OF CELLULOSE NANOCRYSTALS SUSPENSION BY pH AND TURBIDITY MEASUREMENTS	
Mayara Felix Santana Bárbara Castro Moreira Flávia Mitsue Yamashita Nilda de Fátima Ferreira Soares José Mauro de Almeida Alvaro Vianna Novaes de Carvalho Teixeira Deusanilde de Jesus Silva	
DOI 10.22533/at.ed.37119030419	
CAPÍTULO 20	173
ESTUDO TERMODINÂMICO DA ADSORÇÃO DO CORANTE CRISTAL VIOLETA EM NANOTUBOS DE CARBONO FUNCIONALIZADOS	
Leonardo Martins Vargas Gabriel Facciochi Dörtzbacher Guilherme Luiz Dotto	
DOI 10.22533/at.ed.37119030420	
CAPÍTULO 21	181
ESTUDO DA REOLOGIA E DA SALINIDADE DE MICROEMULSÕES À BASE DE GLICERINA PARA SEREM UTILIZADAS NA RECUPERAÇÃO DE PETRÓLEO	
Amanda Brito de Carvalho Fabiola Dias da Silva Curbelo Elayne Andrade Araújo Alfredo Ismael Curbelo Garnica	
DOI 10.22533/at.ed.37119030421	
CAPÍTULO 22	196
ORGANOFILIZAÇÃO DE ARGILAS BENTONÍICAS PARA APLICAÇÃO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO BASE MICROEMULSIONADA	
Renata Rodrigues Magalhães Roxana Pereira Fernandes de Sousa Alfredo Ismael Curbelo Garnica Fabiola Dias da Silva Curbelo Thaine Taumaturgo Caminha	
DOI 10.22533/at.ed.37119030422	

CAPÍTULO 23	201
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E VOLUMÉTRICAS DO QUEROSENE DE AVIAÇÃO E DO BIOQUEROSENE	
<p>Idila Rafaela Carvalho Gonçalves Ana Clara Cazarin Queiroz Luciana Loureiro de Pinho Rolemberg de Andrade Silvia Maria Zanini Sebrão Krishnaswamy Rajagopal</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030423	
CAPÍTULO 24	210
AVALIAÇÃO REOLÓGICA DE TINTAS ACRÍLICAS COMERCIAIS E ADITIVADAS COM CARGA CONDUTORA	
<p>Alex da Silva Sirqueira Monica Cristina dos Santos Vieira Monica Feijó Naccache Stanley Pires de Alcântara</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030424	
CAPÍTULO 25	222
EFEITO DA ADIÇÃO DA CINZA GASEIFICADA DE CARVÃO PULVERIZADO NA FORMULAÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA	
<p>Gabryella Cerri Mendonça Cristiano Corrêa Ferreira</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030425	
CAPÍTULO 26	232
TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM SISTEMAS PARTICULADOS: DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA EFETIVA DE FERTILIZANTES GRANULADOS NA ESTAGNAÇÃO DE AR	
<p>Hugo Perazzini Maisa Tonon Bitti Perazzini Rayssa Caroline Ribeiro Bernardes João Marcos Cardoso Silva</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030426	
CAPÍTULO 27	248
DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DA UREIA EM SOLUÇÕES AQUOSAS DE ETANOL	
<p>Raquel de Oliveira Silva Ana Paula Silva Capuci Raíssa Araújo de Oliveira Campos Ricardo Amâncio Malagoni</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030427	
CAPÍTULO 28	255
CALIBRAÇÃO DE MEDIDORES DE VAZÃO COM ALTAS VAZÕES E VISCOSIDADES ELEVADAS: UMA ALTERNATIVA TÉCNICA À LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE ROYALTIES E PARTICIPAÇÕES ESPECIAIS	
<p>Carlos Eduardo Ribeiro de Barros Barateiro Romulo Carlos da Silva Emerik</p>	
DOI 10.22533/at.ed.37119030428	
SOBRE A ORGANIZADORA	271

O SIMULADOR DO FUTURO APLICADO À INDÚSTRIA

Fernanda Martins

AVEVA Group plc

São Paulo - SP

RESUMO: Este trabalho apresenta um breve histórico do uso de simuladores de processos na indústria e também conceitos e funcionalidades da nova geração de softwares de simulação. A nova geração de simuladores permite maior eficiência na engenharia através da construção de simulações e análise de resultados mais rápidos e também maior colaboração entre equipes. É possível observar reduções de custos de projetos uma vez que a engenharia é mais ágil e menos licenças de software são requeridas. Além dos benefícios em fase de projeto, são previstos benefícios durante todo o ciclo de vida da planta, uma vez que a mesma simulação suporta várias etapas e aplicações (gêmeo digital), que até então exigiam modelos diversos. Finalmente, espera-se que, futuramente, seja possível o desenvolvimento de aplicações que hoje ainda estão restritas à academia utilizando-se simuladores comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: simulador do futuro, processo, gêmeo digital, transformação digital

ABSTRACT: This article presents a brief history about the use of process simulators in the industry and concepts and features of the simulation

software new generation. The simulator new generation allows more engineering efficiency through faster simulation building and result analysis and also more collaboration among teams. It is possible to obtain project costs reduction once engineering becomes more agile and less software licenses are required. Besides the benefits during the project phase, it is expected to have benefits during the entire plant life cycle, since the same simulation supports several phases and applications (digital twin), that demanded multiple models in the past. Finally, it is expected, in the future, to address applications still in the academic environment with commercial simulators.

KEYWORDS: next generation simulator, process, digital twin, digital transformation

1 | INTRODUÇÃO

Desde os primeiros desenvolvimentos na década de 1960, simuladores de processo possuem papel importantíssimo no projeto de novas plantas industriais. A primeira geração de simuladores baseados nos primeiros princípios da termodinâmica era constituída de simuladores estáticos, inicialmente simulando apenas uma operação unitária e depois fluxogramas de processo completos. Logo surgiram os simuladores de redes

de escoamento para simulação das utilidades das plantas, tais como sistemas de água de resfriamento, redes de alívio para *flare*, sistemas de vapor, dentre outros. O desenvolvimento destes, em sua maior parte, foi motivado por regulamentações às quais as plantas passaram a atender. Um exemplo atual deste tipo de regulamentação é a OSHA 1910 (*Occupational Safety and Health Administration*), que requer verificação e documentação do sistema de segurança da planta. Na década de 1980 surgiram os primeiros simuladores dinâmicos e primeiros otimizadores, que somente passaram a ter aplicação mais efetiva na indústria a partir da década de 1990.

Com a crescente necessidade de ferramentas para projetar, monitorar e otimizar as plantas, a tecnologia disponível na época fez com que diferentes fornecedores adotassem diferentes estratégias para oferecer novas soluções ao mercado. Alguns adaptaram suas soluções para novas aplicações, outros criaram novas plataformas totalmente independentes. Desta forma nasceram os primeiros simuladores dinâmicos e simuladores para otimização em tempo real (RTO, *Real Time Optimization*). Independente da estratégia adotada, todos os simuladores comerciais lançados entre 1970 e até meados de 2005 refletem as limitações que a tecnologia da época impunha. São todas ferramentas destinadas para uma única aplicação, com uma interface gráfica melhorada sobre um código de programação antigo, que possui inúmeras restrições.

Além disso, alguns problemas da indústria nunca puderam ser endereçados na prática, havendo apenas estudos no meio acadêmico. Exemplos que podem ser citados são otimização em tempo real dinâmica e projeto simultâneo de processo e controlador.

2 | DESAFIOS DA INDÚSTRIA

Moro (2009) descreveu os problemas em função do uso de múltiplas ferramentas para suportar o projeto e operação de uma refinaria, bem como a idealização de uma plataforma integrada como visão de futuro. Dentre os problemas descritos, é possível citar: tecnologias desenvolvidas por times diferentes que geram representações distintas do mesmo processo; diferentes formas de modelar o processo sem garantia de resultados compatíveis e necessidade de manter mais de uma aplicação atualizada.

Se analisarmos o fluxo de trabalho da engenharia com base nas ferramentas convencionais de simulação, diversas simulações são construídas para atender às necessidades de cada etapa do ciclo de vida de uma planta industrial. Uma primeira simulação é construída para atender à engenharia conceitual e básica. Normalmente uma segunda simulação é feita durante a engenharia de detalhamento, validando o projeto frente a dimensionamentos da tubulação e equipamentos antes da compra. Nesta fase, outras ferramentas de dimensionamento e cálculo de redes de utilidades de processo são utilizadas em paralelo. Após definição de dimensionamentos, se houver tempo, uma simulação dinâmica é ser construída para validação de processo, controladores e possivelmente para treinamento de operadores antes da partida. Após

a partida, tipicamente se constrói uma nova simulação estática para apoio à operação e outra para otimização em tempo real. De forma resumida, foram mencionadas seis simulações da mesma planta. Isso sem contar que em uma eventual modernização, uma nova simulação será construída, pois a simulação original de projeto estará totalmente desatualizada. Normalmente as ferramentas de apoio à operação usam um modelo matemático totalmente diferente dos usados para projeto, impedindo a utilização da mesma simulação. Este fluxo exige grande quantidade de horas de engenharia para geração de simulações, conversão de informações entre uma simulação e outra, manutenção com informações atualizadas, além de alto custo com licenças de software e infraestrutura de instalação.

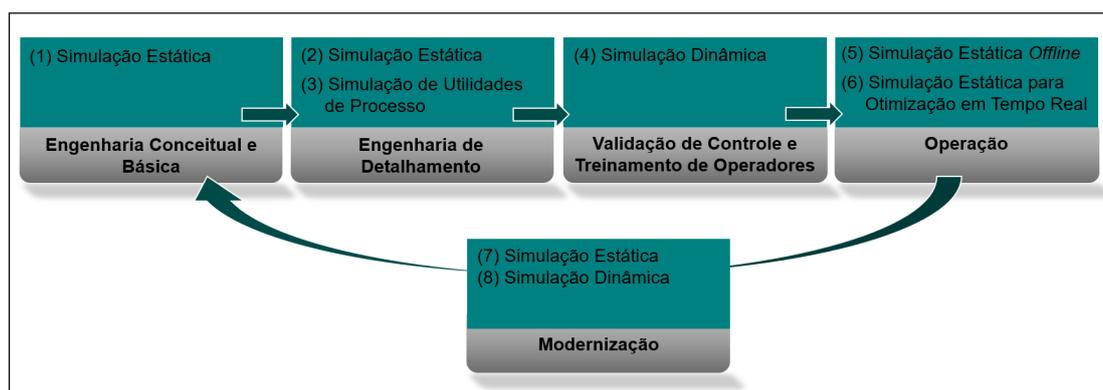


Figura 1 – Uso de simulação no ciclo de vida de uma planta industrial

3 | NOVO CENÁRIO GLOBAL

Com o passar do tempo, o mercado em diversos segmentos se torna cada vez mais dinâmico, o que faz com que as empresas busquem novas soluções para se tornarem mais eficientes e competitivas. As novas condições comerciais no mercado de Óleo e Gás, a constante necessidade de inovação em Química e Petroquímica, bem como a necessidade de fontes de energias alternativas trazem à tona um novo cenário global. Este novo cenário demandou o surgimento da nova geração de simuladores de processo. Após décadas de contínuas atualizações de ferramentas que foram desenvolvidas nas décadas de 70 e 80, hoje estão disponíveis no mercado novas plataformas de simulação com base em tecnologia moderna, que endereçam muitos dos desafios atuais enfrentados pela indústria.

3.1 A Nova Geração de Simuladores

A nova geração de simuladores, que chamaremos de ‘o simulador do futuro’, propõe uma plataforma de simulação unificada para ser usada desde engenharia conceitual até a operação da planta, passando por todas as fases de projeto. Isso significa que um único modelo matemático do processo será desenvolvido e atualizado durante todo o ciclo de vida da planta, o que pode ser caracterizado como gêmeo

digital. Para tanto são necessários três modos de cálculo:

- Modo Processo (*Process*): Cálculo do balanço de massa e energia e dimensionamento inicial em estado estacionário (*flow driven*);
- Modo Performance (*Fluid Flow*): Cálculo do balanço de massa e energia em estado estacionário, levando em conta características físicas dos equipamentos (diâmetro de tubulação, dimensões de vasos, etc.) (*pressure driven*);
- Modo Dinâmico (*Dynamics*): Uma vez que a simulação está validada com o dimensionamento dos equipamentos, malhas de controle são adicionadas para rodar a mesma simulação em modo dinâmico para verificação de transientes.

O simulador do futuro utiliza um método orientado a equações (OE) com melhorias que permitem que este tipo de método possa ser usado também durante as fases de projeto/dimensionamento. Anteriormente, para essas fases iniciais, era preferível o uso de simuladores com método sequencial modular (SM). O método SM era considerado o melhor pela facilidade de inicialização. O método utilizado no simulador do futuro, contudo, faz uma decomposição triangular da matriz de cálculo e avalia a melhor ordem de resolução, favorecendo a inicialização de variáveis e tornando o problema mais rápido e fácil de resolver.

O método OE com melhorias é a razão pela qual a ferramenta permanece eficiente quando a simulação muda do Modo Processo, para o Modo de Performance ou o Dinâmico. Vale ressaltar que não há conversão do modelo de simulação, apenas o modo de cálculo que é alterado. Isso permite que uma simulação dinâmica possa voltar ao Modo de Processo a qualquer momento, manter quaisquer alterações que tenham sido feitas e ainda assim convergir, obtendo uma solução válida.

É importante não confundir este algoritmo com simuladores convencionais que são baseados em método SM com algoritmo de propagação de valores, o que os faz parecer OE, mas verdadeiramente não o são. Um bom exemplo para ilustrar é um simples misturador com duas correntes de entrada (A e B) e uma de saída (C).

Vazão Mássica A + Vazão Mássica B → Vazão Mássica C

Um simulador SM com algoritmo de propagação de valores, permite que o engenheiro use a vazão mássica de A e C como dados de entrada e obtenha a vazão mássica de B. Ele não permite, contudo, que o engenheiro use como dado de entrada a densidade da corrente C ao invés da vazão, por exemplo. O simulador do futuro, por ser de fato um simulador OE, é capaz de resolver o problema usando a densidade e não a vazão como dado de entrada. A Figura 2 demonstra a capacidade de especificar uma propriedade de fluido no simulador do futuro, ilustrando a flexibilidade de especificação de variáveis e facilidade de convergência. Variáveis selecionadas através do quadrado à sua esquerda são as variáveis especificadas. Variáveis cujo quadrado à sua esquerda está vazio (em branco ou azul escuro) são variáveis calculadas.

- No quadro 1, as especificações são as vazões mássicas das correntes A e B e a vazão mássica e densidade da corrente C são variáveis calculadas.
- No quadro 2, através da seleção do quadrado à esquerda da variável, a densidade na corrente C passa a ser especificada e a vazão mássica da corrente B passa a ser calculada.
- No quadro 3, o valor da densidade da corrente C é alterado para o valor desejado.

Nos três quadros observa-se, através do painel de *Solution Status*, que houve convergência e a solução foi obtida.

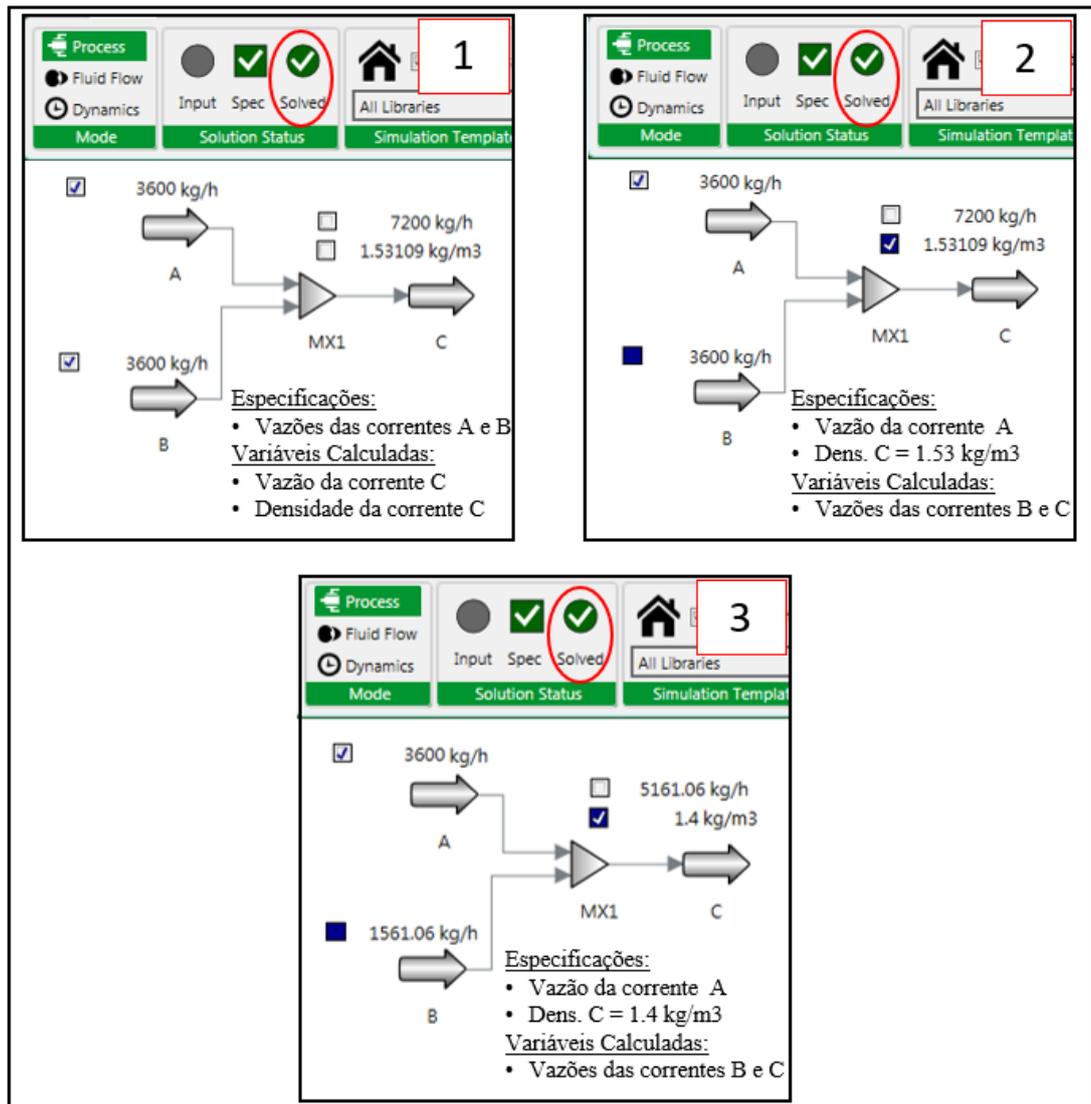


Figura 2 – Demonstração das especificações de variáveis no simulador do futuro

Além da facilidade de transição entre modos de cálculo, o simulador do futuro deve endereçar outros aspectos que o mercado atual requer. Dentre estes aspectos, é possível citar:

- Ser equações abertas, permitindo que os engenheiros visualizem as equações do simulador;
- Permitir customização de modelos da biblioteca padrão bem como criação

de modelos e bibliotecas do usuário, sem a necessidade de programação e compilação de dlls, apenas ingressando as variáveis e equações desejadas na própria interface do simulador;

- Interface gráfica rápida e interativa, motivando a nova geração de engenheiros que estão sempre em busca de plataformas mais modernas;
- Permitir antecipar o uso da simulação dinâmica em etapas iniciais do projeto da planta, uma vez que sua configuração e manutenção se torna muito mais fácil com a nova ferramenta;
- Plataforma habilitada para rodar na nuvem, aumentando acessibilidade, colaboratividade, flexibilidade de uso e reduzindo custos com TI (Tecnologia da Informação).
- Interface com historiadores de plantas industriais, o que permite validar a simulação com dados de operação reais.

4 | CONCLUSÃO

Rejowski Jr. (2018) menciona que as facilidades computacionais atuais não livram os usuários de um estudo minucioso prévio da unidade e do problema em questão. A nova geração de simuladores propõe um ambiente de interação amigável em termos de usabilidade, ou seja, o usuário não precisa ser especialista na ferramenta para utilizá-la. Desta forma, o usuário pode dedicar mais do seu tempo à análise cuidadosa da unidade de processo e do problema que deve ser solucionado.

A evolução da plataforma no futuro deve incluir:

- Algoritmo de reconciliação de dados e otimização para que sejam possíveis aplicações de RTO. Desta forma o mesmo modelo estático que é utilizado para suporte à operação, será usado para otimização e para projetos de futuras modernizações;
- Drivers de comunicação com emuladores de controle permitindo a configuração de simuladores para treinamento de operadores (*OTS, Operator Training Simulator*);
- Algoritmo de otimização para possibilitar o projeto simultâneo de processo e controlador (*Process & Control Simultaneous Design*);
- Algoritmo de otimização para RTO dinâmico aplicado à indústria através de simuladores comerciais.

Por ser equações abertas e permitir customizações, engenheiros e estudantes desenvolvem mais rapidamente seus próprios modelos. Isso levará à expansão do uso de simulação de processos para segmentos não convencionais.

Por ser amigável e atender a questões mais abrangentes com caráter multidisciplinar, favorece a colaboração entre equipes que sempre trabalharam de forma isolada. Deve-se, contudo, levar em conta que o aumento de colaboração entre equipes exige também uma mudança crítica na forma de trabalho. Muitas barreiras culturais, e não técnicas, podem ser encontradas para que a mudança seja efetiva, o

que pode levar mais tempo do que a evolução técnica das ferramentas.

A nova geração de simuladores permite que engenheiros se tornem mais eficientes em seu trabalho, levando a redução de custos em esforços de engenharia e licenciamento de software, além dos benefícios mencionados quanto ao uso da plataforma na nuvem.

A adoção de ferramentas mais modernas contribui para estratégias de transformação digital que estão sendo desenhadas hoje por muitas empresas. O simulador do futuro pode revolucionar a forma como a simulação de processos é utilizada na engenharia se adotado através de um planejamento cuidadoso de implementação. Desta forma, impactos significativos em termos de agilidade e competitividade poderão ser, em breve, observados em empresas de engenharia e plantas industriais de diversos segmentos.

REFERÊNCIAS

REJOWSKI JR., R. As Novas Fronteiras e os Desafios da Simulação de Processos Químicos. Rev. Bras. de Eng. Quím., v. 34, p. 7-11, 2018.

MORO L.F., Optimization in the petroleum refining industry – The virtual refinery. *PSE 2009*. Elsevier B.V., 2009.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARMEN LÚCIA VOIGT Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-237-1

