



**Andrei Strickler
(Organizador)**

**Ciência, Tecnologia e
Inovação: Desafio para
um Mundo Global 2**

Andrei Strickler

(Organizador)

Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

2

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: Geraldo Alves
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)	
C569	Ciência, tecnologia e inovação [recurso eletrônico] : desafio para um mundo global 2 / Organizador Andrei Strickler. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciência, Tecnologia e Inovação. Desafio para um Mundo Global; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-561-7 DOI 10.22533/at.ed.617192308 1. Ciência – Brasil. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Strickler, Andrei. II. Série. CDD 506
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

As obras “Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um mundo Global” Volume 2 e 3, consistem de um acervo de artigos de publicação da Atena Editora, a qual apresenta contribuições originais e inovadoras para a pesquisa e aplicação de técnicas da área de ciência e tecnologia na atualidade.

O Volume 2 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados ao ensino-aprendizagem e aplicação de procedimentos das engenharias em geral, computação, química e estatística. São apresentadas inúmeras abordagens de aplicação dos procedimentos, e além disso, estão dispostos trabalhos que apresentam as percepções dos professores quando em aulas práticas e lúdicas.

O Volume 3, está organizado em 30 capítulos e apresenta uma outra vertente ligada ao estudo da ciência e suas inovações. Tratando pontualmente sobre áreas de doenças relacionadas ao trabalho e sanitarismo. Além disso, expõe pesquisas sobre aplicações laboratoriais, como: estudo das características moleculares e celulares. Ainda, são analisados estudos sobre procedimentos no campo da agricultura. E por fim, algumas pesquisas abordam precisamente sobre empreendedorismo, economia, custos e globalização na atualidade.

Desta forma, estas obras têm a síntese de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado e são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino e aplicação de métodos da ciência e tecnologia, cito: engenharias, computação, biologia, estatística, entre outras; de maneira atual. Sem esquecer da criação de novos produtos e processos levando a aplicação das tecnologias hoje disponíveis, vindo a tornar-se um produto ou processo de inovação.

Desejo uma boa leitura a todos.

Andrei Strickler

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A INFLUÊNCIA DOS MATEMÁTICOS FRANCESES NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL	
<i>Fernando Osvaldo Real Carneiro</i> <i>Maria Cristina Martins Penido</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923081	
CAPÍTULO 2	15
AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E ALUNOS DE ESCOLAS PÚBLICAS DE PORTO ESPERIDIÃO, MATO GROSSO	
<i>Jaqueline Cordeiro</i> <i>Cláudia Lúcia Pinto</i> <i>Carolina dos Santos</i> <i>Elaine Maria Loureiro</i> <i>Valcir Rogério Pinto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923082	
CAPÍTULO 3	27
INTERSECCIONALIDADES DE GÊNERO E DE RAÇA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO: UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROJETO PEDAGÓGICO DO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA	
<i>Patrícia Fernandes Lazzaron Novais Almeida Freitas</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923083	
CAPÍTULO 4	38
O COMPLEXO DO CURARE: CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO ANTROPOLÓGICO PARA AS CIÊNCIAS DO SÉCULO XX	
<i>Bianca Luiza Freire de Castro França</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923084	
CAPÍTULO 5	51
O PERFIL DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA PARA O TRABALHO COM JOVENS E ADULTOS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA	
<i>Wanessa Ferreira de Sousa</i> <i>Manuella Siqueira dos Santos Maciel</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923085	
CAPÍTULO 6	65
CURRÍCULO E RECURSOS TECNOLÓGICOS: QUE RELAÇÕES?	
<i>Lilian da Silva Moreira</i> <i>Maria Altina da Silva Ramos</i> <i>José Carlos Morgado</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923086	

CAPÍTULO 7 76

UTILIZAÇÃO DO LÚDICO NO ATENDIMENTO DE CRIANÇAS DEFICIENTES E DITAS NORMAIS HOSPITALIZADAS EM UNIDADES PEDIÁTRICAS: AÇÕES DO TERAPEUTA OCUPACIONAL

Graziele Carolina de Almeida Marcolin
Luana Taik Cardozo Tavares
Alan Rodrigues de Souza
Kíssia Kene Salatiel
Meiry Aparecida Oliveira Vieira
Lucilene Cristiane Silva Fernandes Reis
Érica Gonçalves Campos
Débora Paula Ferreira
Jéssica Aparecida Rodrigues Santos
Rozangela Pinto da Rocha
Camila Neiva de Moura

DOI 10.22533/at.ed.6171923087

CAPÍTULO 8 82

PRODUÇÃO DE NARRATIVAS ALIMENTARES COMO METODOLOGIA EM CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA

Luiz Fernando Santos Escouto

DOI 10.22533/at.ed.6171923088

CAPÍTULO 9 93

ANÁLISE DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM ENFRENTADAS PELOS ALUNOS DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA BÁSICA

Wanessa David Canedo Melo
Leonardo Madeira dos Santos
Pedro Henrique da Conceição Silva
Raffael Costa de Figueiredo Pinto
Wanderson Nunes Santana
Maria José P Dantas
Vanda Domingos Vieira

DOI 10.22533/at.ed.6171923089

CAPÍTULO 10 109

O FATOR MOTIVACIONAL NA APRENDIZAGEM DA LÍNGUA INGLESA EM PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO EMPRESARIAL

Mike Ceriani de Oliveira Gomes
Guilherme Henrique Ferraz Campos
Willian Felipe Antunes
Érica Fernanda Paes Cardoso
Benedita Josepetti Bassetto
Edivaldo Adriano Gomes

DOI 10.22533/at.ed.61719230810

CAPÍTULO 11 116

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE FATORES GEOMÉTRICOS DE PEÇA E FERRAMENTA SOBRE A PRECISÃO DE TRAJETÓRIAS DE FERRAMENTA PARA MICROFRESAMENTO

Marcus Vinícius Pascoal Ramos
Guilherme Oliveira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.61719230811

CAPÍTULO 12 125

ANÁLISE ESTRUTURAL ASSISTIDA POR COMPUTADOR PARA VERIFICAR E ANALISAR O DIMENSIONAMENTO DE BASES FUNDIDAS DE FERRAMENTAS DE ESTAMPAGEM SOB OS ESFORÇOS RESULTANTES DO PROCESSO

Guilherme Dirksen
Ademir Jose Demetrio
Altair Carlos da Cruz
Claiton Emilio do Amaral
Custodio da Cunha Alves
Emerson Jose Corazza
Eveline Ribas Kasper Fernandes
Fabio Krug Rocha
Gilson Joao dos Santos
Paulo Roberto Queiroz
Renato Cristofolini
Rosalvo Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.61719230812

CAPÍTULO 13 139

APLICAÇÃO COMBINADA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE E NA CONDIÇÃO (RCM+CBM)

Claudia Regina Carvalho de Oliveira
Paulo Jabur Abdalla
Emerson Moraes Jorge
Josenid Ferezini Vasconcellos Junior
Luiz Felipe da Silva Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.61719230813

CAPÍTULO 14 150

APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO FÍSICA NO AUXÍLIO A CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA

Laura Cristina Meireles de Lima
Cláudio Luís V. Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.61719230814

CAPÍTULO 15 162

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO MICRO-AMBIENTAL COM O USO DE TORRES DE AQUISIÇÃO EM CASAS DE VEGETAÇÃO

Aldir Carpes Marques Filho
Jean Paulo Rodrigues
Simone Daniela Sartorio de Medeiros
Sergio Ricardo Rodrigues de Medeiros
Guinther Hugo Grudtner

DOI 10.22533/at.ed.61719230815

CAPÍTULO 16 169

SEMÁFORO INTELIGENTE

Luana Rodrigues Barros
Alexandre Ribeiro Andrade
Gabriel Daltro Duarte
Tiago Daltro Duarte

DOI 10.22533/at.ed.61719230816

CAPÍTULO 17 181

ANÁLISE DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS DE ALUNOS DE DESENVOLVIMENTO TÍPICO NO ENSINO BÁSICO ATRAVÉS DA TORRE DE HANÓI

Lorena Silva de Andrade Dias

Elisa Henning

Tatiana Comiotto

Luciana Gili Vieira Duarte

Ermelinda Silvana Junckes

Vitória Castro Cruz

DOI 10.22533/at.ed.61719230817

CAPÍTULO 18 185

MÉTODOS ESTATÍSTICOS APLICADOS A TEMPERATURA AMBIENTE E UMIDADE RELATIVA DO AR NA CIDADE DE PORTO SEGURO (BA)

Andrea de Almeida Brito

Dênio Oliveira Cruz

Ivan Costa da Cunha Lima

Gilney Figueira Zebende

DOI 10.22533/at.ed.61719230818

CAPÍTULO 19 194

MINERAÇÃO INDIVIDUAL DE BITCOINS E LITECOINS NO MUNDO

Guilherme Albuquerque Barbosa Silva

Carlo Kleber da Silva Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.61719230819

CAPÍTULO 20 206

IRRATIONALITY IN THEORETICAL MUSIC IN THE RENASSAINCE

Oscar João Abdounur

DOI 10.22533/at.ed.61719230820

CAPÍTULO 21 214

SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FLUIDO REFRIGERANTE R-410A UTILIZANDO UM MISTURADOR ESTÁTICO

Vitor Marcelo de Queiróz

Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Marisa Fernandes Mendes

Miguel Rascado Fraguas Neto

Luiz Felipe Carames Berteges

DOI 10.22533/at.ed.61719230821

CAPÍTULO 22 221

MODELAGEM DA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE UM TREM MOVIDO A DIESEL SOBRE UMA ESCOLA EM RIVERSIDE, CALIFÓRNIA

Igor Shoiti Shiraishi

Caroline Fernanda Hei Wikuats

Christina Ojeda

Joanna Collado

Veronica Medina

DOI 10.22533/at.ed.61719230822

CAPÍTULO 23	231
APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA VISANDO A ORIENTAÇÃO DE PRODUTORES DE LEITE: ESTUDO DE CASO NO CENTRO OESTE PAULISTA	
<i>Mariana Wagner de Toledo Piza</i>	
<i>Vitória Castro Santos Barreto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230823	
CAPÍTULO 24	238
ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO EXTERNO: COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES NOS ESTADOS FRESCO E ENDURECIDO ENTRE OS TIPOS CONVENCIONAL E ESTABILIZADA	
<i>Maiana dos Santos Oliveira</i>	
<i>Silas de Andrade Pinto</i>	
<i>Manoel Clementino Passos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230824	
CAPÍTULO 25	248
HÁ RELAÇÃO ENTRE BAIXOS VALORES DE ÂNGULO DE FASE E DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO?	
<i>Rodrigo França Mota</i>	
<i>Barbara Pompeu Christovam</i>	
<i>Zenio do Nascimento Norberto</i>	
<i>Dayse Carvalho do Nascimento</i>	
<i>Michele Pereira da Silva Almeida Xavier</i>	
<i>Samuel Santos do Nascimento Júnior</i>	
<i>Ana Paula D'Araújo Borges</i>	
<i>Dalmo Valério Machado de Lima</i>	
<i>Monyque Évelyn dos Santos Silva</i>	
<i>Norma Valéria Dantas de Oliveira Souza</i>	
<i>Rogério Jorge Cirillo Menezes Júnior</i>	
<i>Cássio Silva Lacerda</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230825	
CAPÍTULO 26	256
ASPECTOS JURÍDICOS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA INFLUÊNCIA NO MEIO RURAL	
<i>Karina Burgos Anacleto</i>	
<i>Marcus Vinícius Contes Calça</i>	
<i>Matheus Rodrigues Raniero</i>	
<i>Alexandre Dal Pai</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230826	
SOBRE O ORGANIZADOR	263

SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FLUIDO REFRIGERANTE R-410A UTILIZANDO UM MISTURADOR ESTÁTICO

Vítor Marcelo de Queiróz

Universidade de Vassouras
Vassouras – Rio de Janeiro

Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Universidade de Vassouras
Vassouras – Rio de Janeiro

Marisa Fernandes Mendes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Miguel Rascado Fraguas Neto

Universidade de Vassouras
Vassouras – Rio de Janeiro

Luiz Felipe Caramez Berteges

Universidade de Vassouras
Vassouras – Rio de Janeiro

RESUMO: O gás refrigerante R-410A é produzido a partir da mistura dos gases refrigerantes: difluorometano e pentafluoroetano. Devido às exigências do protocolo de Montreal, o gás R-410A chegou ao mercado em substituição ao clorodifluorometano. Considerando as propriedades dos fluidos refrigerantes, é sempre um desafio para as indústrias a produção destes fluidos. Diante deste contexto, avaliou-se o uso de um misturador estático para fabricação do R-410 através de simulação computacional utilizando o simulador de processos ProSimPlus. Os resultados permitiram concluir que a inserção

do misturador garante as especificações do produto dentro das normas estabelecidas pela empresa fabricante deste fluido.

PALAVRAS-CHAVE: difluorometano; pentafluoroetano; HCFC.

ABSTRACT: The refrigerant gas R-410A is produced from the mixture of the refrigerant gases: difluoromethane and pentafluoroethane. Due to the requirements of the Montreal protocol, R-410A gas has been placed on the market to replace chlorodifluoromethane. Considering the properties of the refrigerants, it is always a challenge for the industries to produce these fluids. Considering this context, the use of a static mixer to manufacture the R-410 was evaluated through computer simulation using the ProSimPlus process simulator. The results allowed concluding that the mixer insertion guarantees the specifications of the product within the standards established by the manufacturer of this fluid.

KEYWORDS: difluoromethane; pentafluoroethane; HCFC.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com a American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) o gás refrigerante

denominado comercialmente como R-410A é produzido a partir da mistura dos gases refrigerantes: difluorometano CH₂F₂ (nome comercial: R-32) e pentafluoroetano CHF₂CF₃ (nome comercial: R-125). Embora seja uma mistura de fluidos, o R-410A assume propriedades físico-químicas de um novo produto [1].

Devido às exigências do protocolo de Montreal, o R-410A chegou ao mercado em substituição ao clorodifluorometano (nome comercial: R-22), um gás muito utilizado em sistemas de refrigeração comercial e residencial, e em bombas de calor com deslocamento positivo [2].

O R410A é considerado ecológico por não possuir substâncias à base de cloro que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, causando danos à camada de ozônio.

O difluorometano (R-32) é considerado um gás extremamente inflamável e quimicamente estável. O pentafluoroetano (R-125) é conhecido como agente extintor de incêndio em instalações industriais e não é considerado inflamável nas condições ambientes de pressão e temperatura. A Tabela 1 apresenta as propriedades físico-químicas destes fluidos.

Produto	Ponto de Ebulição (°C)	Pressão de Vapor (bar)	Densidade (g/cm ³)	Peso Molecular (g/mol)	Temperatura crítica (K)	Pressão crítica (bar)
R-32	-52	16,9	0,96	52,0	351,3	57,8
R-125	-49	13,8	1,19	120,0	339,1	36,2
R-410A	-51,6	16,5	1,06	72,6	345,2	49,2

Tabela 1: Propriedades físico-químicas dos gases

Fonte: [3-6]

Considerando as propriedades dos fluidos refrigerantes, é sempre um desafio para a indústria a realização dessa mistura de forma homogênea e que atenda a especificação do produto. Usualmente são utilizados tanques e bombas de recirculação de produto para realizar a homogeneização do produto.

Os misturadores estáticos são um arranjo de elementos de mistura instalados em um tubo ou duto, que possuem baixos índices de manutenção periódicas e investimento. Eles funcionam sem peças móveis e são usados para obter mistura e dispersão específicas em processos contínuos. A mistura de líquidos e/ou gases miscíveis é obtida tanto pela divisão contínua quanto pela transposição radial do fluxo. A Figura 1 ilustra o misturador estático em um processo [13].

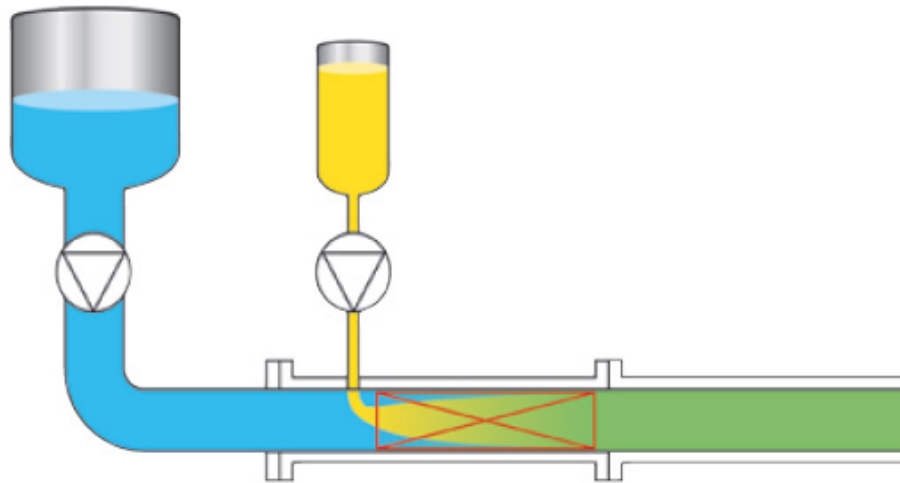


Figura 1 – Misturador estático em um processo

O fluxograma proposto no presente trabalho pode ser uma alternativa a dispensar tais equipamentos após o produto passar pelo misturador estático, podendo ser acondicionado até mesmo em sua embalagem final, o que irá proporcionar uma planta de baixo custo de implementação e manutenção, sendo estas as grandes vantagens do processo. Em contrapartida, é necessário que as vazões de entrada no misturador dos produtos sejam devidamente controladas e as frações sejam respeitadas para não desbalancear a mistura, esse controle pode exigir um investimento a mais no processo sendo a desvantagem do processo.

Em frente as dúvidas a utilização dos melhores processos é sempre um paradigma apresentar algo novo para o mercado, então este deve vir cercado de estudos e resultados consistentes para que a melhor decisão seja tomada na indústria visando otimizar o processo deixando-o mais produtivo e mais econômico.

A simulação de processos apresenta-se como uma ferramenta útil e amplamente utilizada para a previsão e desempenho de cenários ideais para sistemas de produção de fluidos refrigerantes. Mogaji [7] avaliou o comportamento de diferentes fluidos refrigerantes alternativos aos CFCs e HCFCs, utilizando a simulação computacional através de modelos fluidinâmicos. Uma revisão mais detalhada sobre a história da simulação para sistemas de refrigeração por compressão a vapor foi publicada por Ding [8].

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de um misturador estático para mistura destes fluidos utilizando o simulador de processos ProsimPlus.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A simulação do processo foi realizada através do software de simulação ProSimPlus®. O simulador possui uma biblioteca ampla de modelos termodinâmicos,

operações unitárias, e substâncias químicas. O modelo termodinâmico escolhido na base de dados do simulador foi o modelo para gases de Benedict-Webb-Rubbin utilizando a regra de mistura generalizada de Starling [9-11].

Os produtos R-125 e R-32 normalmente chega a empresa em carros-tanques fabricados previamente para armazenamento e transporte destes fluidos, sendo estes fluidos correspondentes a alimentação do processo. Estes carros-tanques são conectados em bombas centrífugas e os dois produtos são bombeados para o misturador estático. Após a homogeneização, a mistura é avaliada e analisada se atende aos critérios de qualidade. O fluido R-410A produzido é armazenado em um carro tranque. Para construção do fluxograma do processo, foram considerados os seguintes equipamentos e seus respectivos objetivos:

- 1) Bomba centrífuga (centrifugal pump): manter a vazão constante e sem variações de fluxo;
- 2) Misturador Estático (static mixer): misturar os fluxos dos fluidos refrigerantes e com saída de um produto;
- 3) Unidade de Bloco (measurement): a unidade de bloco measurement é conectada ao fluxo de saída de material para medir a concentração da mistura [12].

A Figura 2 ilustra o fluxograma do processo elaborado no software ProSimPlus@.

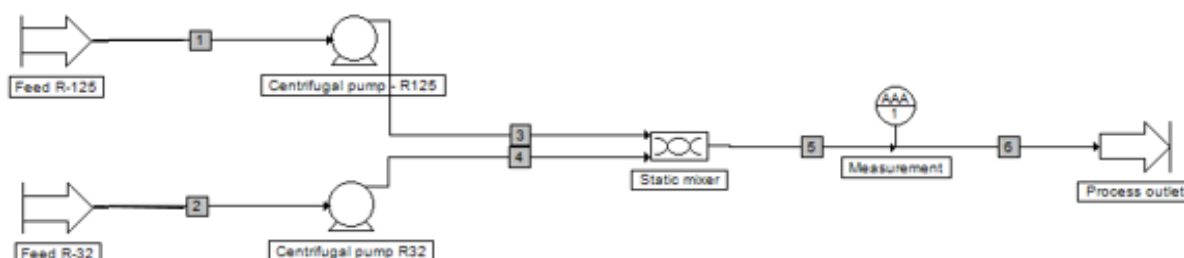


Figura 2 - Fluxograma do processo de produção do gás refrigerante R-410A

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os fluxos de entrada para o misturador estático gerados na Entrada do processo com a simulação.

Fluxos de Entrada Líquido / Vapor				
Fluxos Entrada	R-32		R-125	
	Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
Feed para Bombas	100%	0%	100%	0%
Peso molecular (g/mol)	52,0234	-	120,021	-
Bombas para Misturador Estático	97,79%	2,21%	100%	0%
Peso molecular (g/mol)	52,0234	52,0234	120,021	-

Tabela 2: Fluxos de Entrada de líquido-vapor obtidos na simulação na produção do R-410A

A Tabela 3 apresenta os fluxos de saída do misturador gerados na Entrada do processo com a simulação.

Fluxos de Saída Líquido / Vapor		
Fluxos Saída	R-410A	
	Líquido	Vapor
Misturador Estático para Unidade Measurement	94,55%	5,45%
Peso molecular (g/mol)	72,5848	
Unidade Measurement para a Saída do Processo	94,55%	5,45%
Peso molecular (g/mol)	72,5848	

Tabela 3: Fluxos de Saída de líquido-vapor obtidos na simulação na produção do R-410A

Os resultados dos fluxos obtidos com a simulação evidenciaram a produção do gás R-410A utilizando o misturador proposto. De acordo com os dados obtidos para o fluido R-32 observa-se que durante a transferência do fluido pela bomba o mesmo altera seu estado físico de líquido para gás em aproximadamente 2,2 %, enquanto o R-125 não apresentou mudanças nesta etapa do processo. Por se tratar de fluidos que estão sob pressão é esperado este comportamento. O R-32 possui pressão de vapor maior que a do R-125 e tende a se volatilizar primeiro. Este resultado foi considerado satisfatório.

A Tabela 4 apresenta os dados obtidos na simulação para produção do R-410A em comparação aos limites estabelecidos pela ASHRAE. Os resultados permitem concluir que o produto se encontra dentro das especificações estabelecidas na fase líquida.

Concentração do R-410A					
	Produto	Componentes		Especificação ASHRAE	
Fase Líquida	R-410A	R-32	R-125	R-32	R-125
	94,55330%	49,66340%	50,33660%	48,5% - 50,5%	49,5% - 51,5%
Fase Vapor	R-410A	R-32	R-125		
	5,44671%	56,14350%	43,85650%		

Tabela 4 – Concentração do R-410A nas fases Líquida e Vapor.

Em primeiro lugar sempre deve-se avaliar se o produto na fase líquida atende a especificação ASHRAE para ser comercializado. Porém pode-se verificar a homogeneidade do produto entre as fases líquida e vapor devido o R-32 ser mais volátil.

Para quantificar o grau de homogeneidade nas fases líquida e vapor foi realizado o cálculo do coeficiente de variação, alcançando o valor de (0,0866) 8,66% para o R-32 e o valor de (0,0973) 9,73% para o R-125, que apresenta um valor médio de (0,09195) 9,2%, o que mostra que no processo de mistura sendo repetidamente amostrado, terá uma concentração que se desvie menos de 10% do valor médio. Este valor foi alcançado utilizando o cálculo abaixo: [14]

$$CoV = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

x_i = Medida da concentração (líquido e vapor),
 \bar{x} = Média das concentrações e
 n = número de amostragens.

Este grau de homogeneidade pode ser menor alterando as condições do processo.

4 | CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos concluiu-se que o misturador proposto pode ser utilizado na fabricação do R-410A. As variáveis analisadas estão de acordo com os resultados obtidos na planta atual de processo, o que deixará a planta mais enxuta e com custos de operação mais baixos dispensando equipamentos de alto investimento como tanques e bombas de recirculação, porém ainda deve ser verificado o controle das vazões do produto, que pode ser através de automação. O estudo da simulação de processo permitiu concluir que os softwares comerciais desenvolvidos para simulação facilitam a modelagem do sistema, e permitem prever melhorias otimizando os processos industriais.

REFERÊNCIAS

- ¹ STANDARD, ASHRAE. **Designation and safety classification of refrigerants**. Ansi/Ashrae Standard, p. 34-2007, 2008.
- ² PBH - **Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs**, Disponível em: http://www.protocolodemontreal.org.br/site/images/publicacoes/programa_brasileiro_eliminacao_hcfc/1619.pdf, acessado em 11/04/2018.
- ³ CHASE JR, Malcom W.; TABLES, **NIST-JANAF Thermochemical**. Data reported in NIST standard reference database 69, June 2005 release: NIST Chemistry WebBook. J. Phys. Chem. Ref. Data, Monograph, v. 9, p. 1-1951, 1998.
- ⁴ LÜDDECKE, T. O.; MAGEE, J. W. **Molar heat capacity at constant volume of difluoromethane (R32) and pentafluoroethane (R125) from the triple-point temperature to 345 K at pressures to 35 MPa**. International journal of thermophysics, v. 17, n. 4, p. 823-849, 1996.
- ⁵ Chemours. **THERMODYNAMIC PROPERTIES OF R-410A**, Disponível em: https://www.chemours.com/Refrigerants/en_US/products/literature.html
- ⁶ Chemours. **THERMODYNAMIC PROPERTIES OF HFC-125 REFRIGERANT**, Disponível em: https://www.chemours.com/Refrigerants/en_US/products/literature.html
- ⁷ MOGAJI, T. **Simulation and comparison of the performance of refrigerant fluids in single stage vapour compression refrigeration system**. Br. J. Appl. Sci. Technol, v. 8, n. 6, p. 583-594, 2015.
- ⁸ DING, Guo-liang. **Recent developments in simulation techniques for vapour-compression refrigeration systems**. International Journal of Refrigeration, v. 30, n. 7, p. 1119-1133, 2007.
- ⁹ ABOUL-FOTOUH, K. H. **Use of a generalized modified BWR equation of state for halogenated hydrocarbon saturated thermodynamic properties**. In: Proceedings of the Oklahoma Academy of Science. 1978. p. 77-80.
- ¹⁰ WEI-MIN, Y. U. A. N. **Modified Benedict-Webb-Rubin-Starling Equation of State [J]**. Petroleum Engineering Construction, v. 6, p. 004, 2012.
- ¹¹ STARLING, K.E., 1973, **Fluid Thermodynamic Properties for Light Petroleum Systems**, Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- ¹² PROSIMPLUS (2017). **ProSimPlus Library (Standard version + rate base option)**. Disponível em: <<http://www.prosim.net/bibliotheque/File/Brochures/Unit-Operations-ProSimPlus-Library-3-5-11.pdf>>
- ¹³ Sulzer - **Mixing and Reaction Technology, Pace Setting Technology**. Disponível em: https://www.sulzer.com/-/media/files/products/static-mixers/mixing_and_reaction_technology_e_23270640.ashx
- ¹⁴ SONIA MARIA BARROS BARBOSA CORREA, **Probabilidade e Estatística 2ª ed.** - Belo Horizonte PUC Minas Virtual, 2003

SOBRE O ORGANIZADOR

Andrei Strickler - Graduado com titulação de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. Mestre em Informática pela Universidade Federal do Paraná - UFPR. Atua como membro do Conselho Editorial da Revista de Ciências Exatas e Naturais - RECEN. Também é membro do grupo de Pesquisa: Inteligência Computacional e Pesquisa Operacional da UNICENTRO; desempenhando pesquisas principalmente nas áreas de Inteligência Artificial e Métodos Numéricos. Atualmente é Professor Colaborador na UNICENTRO lotado no Departamento de Ciência da Computação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura de precisão 162

Aprendizagem 7, 74, 93

Arduino 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 168

Argamassa estabilizada 242

Automação 103, 162, 179

B

Bitcoin 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205

C

CAM 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

Criptomoeda 194

D

DCCA 185, 186, 187, 188, 190

Deficiência 150, 151, 154, 155, 161

DFA 185, 186, 187, 188, 189, 191

E

Elementos Finitos 126, 138

Energia solar na agricultura 256

Ensino-aprendizagem 65

Estatística 6, 25, 108, 181, 182, 184, 185, 220

Etnociência 38

F

fuzzy 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 179, 180

G

Geração individual de energia solar 256

H

HCFC 214

Hospitalização 77, 78

I

Inovação 2, 5, 65, 140, 180, 246

Internet das coisas 162

L

Litecoin 194, 195, 197, 199, 201, 202, 203, 204

Lúdico 77, 79, 81

M

Matemática 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 25, 51, 61, 62, 63, 92, 105, 106, 112, 194

MCC 139, 141, 142, 148

Microfresamento 116

Monitoramento 140, 142

O

Otimização 136

P

Professor 15, 256

S

Sensores 162

Simulação numérica 126, 130, 138

T

Tecnologia 2, 5, 1, 39, 49, 63, 82, 83, 84, 107, 108, 140, 141, 150, 236, 246, 247

Tolerâncias 116

Trânsito 170

Tratamento 77

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-561-7



9 788572 475617