

GILBERTO JOÃO PAVANI
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED MECHANICAL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

GILBERTO JOÃO PAVANI
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED MECHANICAL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Collection: applied mechanical engineering

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Gilberto João Pavani

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied mechanical engineering / Organizador
Gilberto João Pavani. – Ponta Grossa - PR: Atena,
2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-860-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.608220102>

1. Mechanical engineering. I. Pavani, Gilberto João
(Organizador). II. Título.

CDD 621

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A engenharia mecânica aplica os princípios da engenharia, física e ciência dos materiais para a análise, projeto, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos como veículos, máquinas e ferramentas, requerendo a compreensão dos conceitos como automação, ciência dos materiais, cinemática, dinâmica, energia, mecânica dos fluidos, mecanismos, processos de fabricação, termodinâmica e vibrações com o auxílio de ferramentas computacionais para desenho e simulação.

A presente obra “Collection: Applied mechanical engineering” tem como objetivo a apresentação e a discussão de temas relevantes sobre a aplicação da engenharia mecânica na mensuração da criticidade na manutenção de equipamentos, análise de desempenho de indicadores de manutenção, análise de modo e efeito de falha para o desenvolvimento de um plano de manutenção, estudo cinemático das velocidades de um mecanismo genérico, avaliação da eficiência e utilização de ventiladores com motores eletrônicos em sistemas de ar condicionado industrial, desenho de mecanismo e estrutura para animatrônicos, estudo da posição de um mecanismo de quatro barras por meio de uma interface gráfica, modelo matemático para obter a componente axial da velocidade absoluta nos impulsores de turbocompressores centrífugos, mensuração do aumento de eficiência de produção e energia elétrica usando o pré-resfriamento para o ultracongelamento de pães, requisitos metrológicos, ondas de Lamb e métodos estatísticos para detecção do limiar de dano aplicado à estruturas de aeronaves e uso da visão por computador para identificação de circuitos integrados em placas eletrônicas.

Portanto, esta obra apresenta grande potencial para contribuir com o entendimento dos temas apresentados, podendo servir como referência valiosa para novas pesquisas e estudos sobre as questões aqui discutidas.

Agradeço aos autores dos capítulos por suas valiosas contribuições e desejo aos leitores sucesso em seus futuros trabalhos de pesquisa sobre os temas apresentados nesta obra.

Gilberto João Pavani

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DE CRÍTICA DE DOS EQUIPAMENTOS DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE CALHAS PLUVIAIS

Pierre Breno Nunes de Assis
Beatriz da Costa Lima
Claudecir Fernandes de Freitas Moura Júnior
Matheus Gomes Lima
Patric de Holanda Nogueira
Ramon Rudá Brito Medeiros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201021>

CAPÍTULO 2..... 16

ANÁLISE DE DESEMPENHO DOS INDICADORES DE MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL DO VALE DO JAGUARIBE

José Guilherme Queiroz Sousa
Patric de Holanda Nogueira
James Rodrigo da Silva Lima
Luan Victor Diniz Campos
Ramon Rudá Brito Medeiros
George Luiz Gomes de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201022>

CAPÍTULO 3..... 28

ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA PARA DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UM SISTEMA DE LIMPEZA E PINTURA EM EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO

Vinícius Gomes Silva
Daniel Levi Maia Matos
João Vítor Nogueira Gonçalves
Gilvan Antônio Cappi
Ramon Rudá Brito Medeiros
George Luiz Gomes de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201023>

CAPÍTULO 4..... 42

APLICAÇÃO DIDÁTICA NO ESTUDO CINEMÁTICO DAS VELOCIDADES DE UM MECANISMO GENÉRICO DE QUATRO BARRAS

Vergara Hernández Erasto
Pérez Millán Brenda Carolina
Cea Montufar César Eduardo
Torres Torres Yael Valdemar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201024>

CAPÍTULO 5..... 52

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E UTILIZAÇÃO DOS VENTILADORES COM MOTORES

ELETRÔNICOS (EC) - APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE AR CONDICIONADO INDUSTRIAL

Abimael J. Urcino Junior

Samuel Mariano do Nascimento

Eliandro Barbosa de Aguiar

Alexandre Fernandes Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201025>

CAPÍTULO 6..... 68

DISEÑO DE MECANISMOS Y ESTRUCTURA PARA EL ANIMATRÓNICO DEL DINOSAURIO TRICERATOPS

Roberto Carlos García Gómez

Hernán Valencia Sánchez

Juan Carlos Niños Torres

Mario Alberto Cruz Padilla

Fernando Alfonso May Arrioja

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201026>

CAPÍTULO 7..... 80

ESTUDO DA POSIÇÃO DE UM MECANISMO DE QUATRO BARRAS POR MEIO DE UMA INTERFACE GRÁFICA DE USUARIO

Vergara Hernández Erasto

Pérez Millán Brenda Carolina

Cea Montufar César Eduardo

Yael Valdemar Torres Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201027>

CAPÍTULO 8..... 90

LA ECUACIÓN DE SEGUNDO GRADO COMO MODELO MATEMÁTICO PARA OBTENER LA COMPONENTE AXIAL (C_{2U}) DE LA VELOCIDAD ABSOLUTA EN LOS IMPULSORES DE LOS TURBOCOMPRESORES CENTRÍFUGOS

Tena Verdejo Juan

Santiago Gabino Francisco

Tena Galván Sandra Zulema

Oropeza Ramírez Salvador

Gutierrez Pola Marlenne

Ordoñez Tapia Mayanin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201028>

CAPÍTULO 9..... 98

MENSURAÇÃO DO AUMENTO DE EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO E ENERGIA ELÉTRICA USANDO O PRÉ RESFRIAMENTO PARA O ULTRACONGELAMENTO DE PÃES

Leandro Fluvio Torno

Alexandre Fernandes Santos

Heraldo José Lopes de Souza

Sariah Torno

Darlo Torno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6082201029>

CAPÍTULO 10.....	110
REQUISITOS METROLÓGICOS LEGAIS PARA MEDIÇÃO FISCAL APLICADOS A UNIDADES FLUTUANTES DE PRODUÇÃO, ARMAZENAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE PETRÓLEO (FPSO): CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	
Hélio Damásio de Lima Filho	
Jardel Dantas da Cunha	
Andréa Francisca Fernandes Barbosa	
Antônio Robson Gurgel	
Antonio Rodolfo Paulino Fernando Pessoa	
André Luís Novaes Motta	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010210	
CAPÍTULO 11	124
SHM BASEADO EM ONDAS DE LAMB E MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA O LIMAR DE DETECÇÃO DE DANO APLICADO A ESTRUTURAS DE AERONAVES	
Lucas Altamirando de Andrade da Rocha	
Roberto Mendes Finzi Neto	
Valder Steffen Jr	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010211	
CAPÍTULO 12.....	138
VISIÓN POR COMPUTADORA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS INTEGRADOS EN TARJETAS ELECTRÓNICAS	
Samuel Sotelo Martínez	
Raúl García García	
Rafael Ocampo Martínez	
Marco Antonio Olivo Flores	
Pablo Saúl Espinoza Aguirre	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010212	
CAPÍTULO 13.....	148
AVALIAÇÃO GEOMÉTRICA DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONVECÇÃO EM CAVIDADES DIRIGIDAS COM USO DO DESIGN CONSTRUTAL	
Priscila Martta Rodrigues	
Cícero Coelho de Escobar	
Flávia Schwarz Franceschini Zinani	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.60822010213	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	159
ÍNDICE REMISSIVO.....	160

MENSURAÇÃO DO AUMENTO DE EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO E ENERGIA ELÉTRICA USANDO O PRÉ RESFRIAMENTO PARA O ULTRACONGELAMENTO DE PÃES

Data de aceite: 10/01/2022

Leandro Fluvio Torno

Faculdade Profissional – FAPRO

Alexandre Fernandes Santos

Mestre em Engenharia LACTEC-UFPR;
Professor FAPRO (Faculdade Profissional);
Doutor UBI (Universidade Beira Interior-
Portugal).

Heraldo José Lopes de Souza

Faculdade Profissional – FAPRO

Sariah Torno

Faculdade Profissional – FAPRO

Darlo Torno

Faculdade Profissional – FAPRO

RESUMO: Trata-se de simulações em softwares de refrigeração como o cool pack mostrando as vantagens da aplicação do pré-resfriamento no processo de ultracongelamento de pães cru, comparando medições reais em uma fábrica de pães ultracongelados com o processo tradicional. Com a simulação observa-se um acréscimo de produtividade próximo de 75%, foi analisado que com a aplicação do processo de pré-resfriamento de pães cru congelado obtém-se ganhos próximos entre 20 a 26% na economia de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Pré resfriamento, ultracongelamento, rendimento térmico.

MEASURING THE INCREASE IN EFFICIENCY OF PRODUCTION AND ELECTRIC ENERGY USING PRE-COOLING FOR THE UL-FREEZING OF BREAD

ABSTRACT: These are simulations in refrigeration software such as the cool pack showing the advantages of applying pre-cooling in the deep freezing process of raw bread, comparing real measurements in a deep-frozen bread factory with the traditional process. With the simulation it was observed an increase in productivity close to 75%, it was analyzed that with the application of the pre-cooling process of frozen raw bread, gains close to between 20 to 26% in the economy of electricity.

KEYWORDS: Pre cooling, ultra-freezing, thermal efficiency.

1 | INTRODUÇÃO

A história da criação do pão é estimada a 12 mil anos atrás, juntamente com o cultivo do trigo, na região da Mesopotâmia, onde atualmente está o Iraque, anos depois ele passou a ser triturado com pedras e transformado em farinha. O produto alimentício obtido pelo cozimento da massa que se faz com a mistura de farinha de certos cereais, principalmente o trigo, com água e sal, sem dúvidas o pão levedado foi um dom do Nilo. Os egípcios também inovaram com o forno de barro e foram os primeiros a fermentar a massa fazendo com que ela crescesse e com o desenvolvimento chegaram a produzir mais de

50 tipos de pães. Em Jerusalém, não se tinha a tecnologia de fornos de barro e os pães eram assados entre pedras, no entanto eles tinham uma rua de padeiros. Os gregos não tinham nenhuma inovação, mas foram os primeiros a fabricar pães na Europa. Os egípcios, os gregos e os romanos honravam seus deuses com oferendas de animais, flores e miolo de pão. No século XIII o pão já era comercializado em Paris com mais de 20 variedades, todavia só com Maria de Médicis, no século XVII é que os modernos processos italianos de produção de pão foram introduzidos na França, se tornando o centro de fabricação de pães de luxo. Entre as mais diversas variedades de pães, além daqueles conhecidos no consumo diário, existem ainda os pães especiais para datas comemorativas, como por exemplo: pão de Natal dos suíços em forma de estrela, pão grego de Páscoa, a paska da Ucrânia decorado com uma grande cruz para o Domingo da Ressurreição, entre outros.

Com base nisto, deduz-se que desde os primórdios da humanidade o pão faz parte da alimentação e do dia a dia das pessoas por todo o mundo e, cada vez mais os processos de fabricação vêm sendo aprimorados para atender as demandas com qualidade e padronização na produção.

No Brasil, a partir da década de 90, a refrigeração vem se fazendo cada vez mais presente na fabricação de pães. Muitos fatores, ou necessidades, motivaram esta participação da refrigeração a qual passou a ter uma significativa contribuição para o segmento. Entre os itens de maior destaque para esta interação, estão: o costume de se ter pão fresco todas as manhãs para o jejum e, por outro lado, as dificuldades relacionadas ao trabalho noturno (segurança, leis trabalhistas, valores de adicionais noturno etc.) para a produção destes pães. O primeiro passo da refrigeração para auxiliar neste segmento foi o resfriamento da água para desacelerar o crescimento da massa, e outro com destaque foi o desenvolvimento das câmaras climáticas para conservação e controle do processo de fermentação, também conhecidas, ou apelidadas, de “padeiro noturno”, evoluindo depois para uma produção ainda mais uniformizada auxiliada pelo congelamento dos pães [1].

Já nas Câmaras climáticas retardadoras do crescimento da massa de pão houve grande engenharia pelo fato das questões da umidade relativa, a umidade relativa baixa ressecava a casca do pão e ainda o tempo das 08-12 horas do pão no equipamento gerava um sabor diferente do pão original, para resolver tal problema as marcas criaram serpentinas com ênfase na retirada de calor sensível e com alta temperatura de evaporação do fluido refrigerante.



Figura 1: Câmara Climática Gelo Pão [2]



Figura 2: Amassadeira espiral [3]

Para a aplicação do sistema de refrigeração na panificação, é necessário o conhecimento das particularidades da massa de pão e seu processo de fabricação.

O pão, tal como conhecido, é o produto resultante da cozedura de uma massa, na composição da qual entram farinha, água, sal e fermento ou levedura. Todas estas substâncias são amassadas em conjunto até a formação de um produto homogêneo: a massa [4]. Após crescer pelo processo de fermentação ela é levada a um forno a temperatura de 240°C obtendo o produto final que é o pão.

No processo de amassamento, que é a início da fabricação, quando se faz a mistura dos ingredientes, normalmente em uma máquina chamada de misturador, amassadeira, masseira ou batedeira, a massa sofre muitos choques mecânicos, gerando o aquecimento indesejado da massa no final do processo.

A refrigeração gera uma importante designação no processo, visto que a adoção de água gelada é essencial para a redução deste aquecimento da massa. A energia gerada neste momento da mistura é em cerca de 63kJ/kg de massa. Após o amassamento, a massa é deixada em um processo de “repouso” por um determinado espaço de tempo para que ela passe a ter a firmeza necessária para a próxima etapa. Este processo também é conhecido como “tempo de levedar”. Na etapa seguinte, a massa, em alguns casos chamada de “bolo”, já se tornou menos pegajosa e adquire a plasticidade desejada para poder ser dividida em porções iguais (peso de cada pão), seja manualmente ou nas divisoras.

Estas porções são levadas a modeladora onde enfim surge o pão cru.

Na etapa seguinte será definido o destino imediato deste pão cru. Se optado pelo assamento, os pães ficarão dispostos em assadeiras pelo período de aproximadamente duas horas para acontecer o crescimento, ou fermentação, do pão (vai depender da receita adotada e condições climáticas) e em seguida é levado ao forno para ser assado por aproximadamente 45 minutos a 240°C. Quando o pão é produzido e não vai ser imediatamente assado, ele pode ser conservado refrigerado por até 20h em uma câmara

de controle de fermentação; ou a terceira opção que é ser congelado (cru ou pré-assado).

Se for ser mantido refrigerado, utiliza-se as câmaras de controle de fermentação, a qual deve ter a temperatura controlada em 7°C com 75% de umidade e baixa velocidade do ar quando adotado o processo de circulação de ar forçada.

Já se o pão for levado para o congelamento, deve-se atingir a temperatura de -18°C no interior do pão para ambas as opções (cru ou pré-assado).

É importante salientar que para cada uma das opções apresentadas (assamento, conservação ou congelamento) a formulação da mistura deverá ser ajustada para que seja mantida a qualidade final do produto.

Ainda dentro da aplicação da refrigeração ao pão, existem as opções de congelamento do “bolo” (massa antes de ser dividida em porções iguais), ou o pão pré-assado, como já mencionado anteriormente. Neste último processo o pão é assado parcialmente e depois levado ao congelamento ficando uma parte final do processo de assamento para pós descongelamento.

Ainda um pouco antes do aprimoramento do congelamento do pão no Brasil, houve o desenvolvimento da conservação nas câmaras climáticas para controle de fermentação. Este processo teve uma significativa participação no desenvolvimento dos equipamentos e também dos percentuais de mistura dos ingredientes para a formação da massa. A câmara de controle de fermentação tinha tanto a função de segurar o crescimento (fermentação) da massa, quanto proporcionar o crescimento controlado em preparação para o assamento. Isto ajudou muito na padronização das receitas, pois antes da existência deste equipamento os percentuais dos ingredientes da mistura da massa tinham que ser avaliados de acordo com as condições climáticas do dia (temperatura e umidade) para que fosse atingido o ponto ideal sem o ressecamento e com o crescimento correto. Também para o congelamento a padronização da receita foi necessária, assim como a adaptação para que a massa tenha “força” para o crescimento após o descongelamento, logo a câmara de controle de fermentação teve uma importante participação nesta evolução.

A Refrigeração – o calor flui de um lugar quente para um lugar frio, como do Sol para a Terra. Nunca ocorre um fluxo líquido “natural” de calor no sentido inverso. Um dispositivo que transmite calor de um lugar frio para um quente é chamado de refrigerador [5].

Para uma análise do coeficiente de desempenho (K) de um refrigerador, precisa-se entender que o calor (Qc) extraído do reservatório de baixa temperatura – o evaporador – somado ao trabalho (W) realizado sobre o sistema por um agente externo – o compressor – resultam no calor (Qh) que é descarregado em um reservatório de alta temperatura – o condensador, essas siglas têm um sentido no Inglês, onde “c” é derivado de “cool” que se refere a fonte fria, e “h” de “hot” que se refere a fonte quente. [6].

$$K = Q_c / (Q_h - Q_c) \quad (1)$$

O coeficiente de desempenho deve ter o valor mais alto possível. Um valor de 5 é típico para um refrigerador doméstico e um valor nos limites de 2 – 3 para um condicionador

de ar de quarto. [5]

Uma outra forma rápida de análise, é através do ciclo ideal com gás ideal em uma máquina reversível que depende somente da temperatura dos dois reservatórios, a máquina de Carnot. Por ela ser reversível e levar em conta somente as temperaturas, temos que o coeficiente de desempenho pode ser medido pelas temperaturas de evaporação (T_c) e temperatura de condensação (T_h). Nestas condições se tem:

$$K = T_c / (T_h - T_c) \quad (2)$$

Isto mostra que quanto menor for a diferença de temperatura entre T_h e T_c , menos será necessário o uso do refrigerador, logo seu desempenho será maior.

O Congelamento – para a caso do foco de nosso estudo, o pão cru congelado, é necessário que seja feito um congelamento rápido, estimado como tempo ideal o período de 1 a 2 horas. Para que isto seja possível é utilizado um método denominado como ultracongelamento ou sobre congelamento.

O congelamento rápido dos gêneros consiste em submetê-los à ação de um frio de baixa temperatura, de modo a provocar rapidamente a cristalização da água do gênero, e diminuir a temperatura até um valor suficientemente baixo para que a proporção de água não gelada seja muito pequena [4].

Antigamente o congelamento era aplicado quase exclusivamente à carne, submetendo a mesma a temperatura de -12°C podendo levar de 2 a 4 dias para atingir esta temperatura. O resultado deste processo nem sempre era satisfatório pois o processo lento de congelamento ocasionava na desorganização dos tecidos gerados pela migração da água e consequente formação de grandes cristais de gelo e como consequência negativa se tinha a alteração da aparência e sabor, entre outras características. Depois foi observado que este fenômeno também acontece com outros produtos (alimentos) além da carne. Plank foi o primeiro a descrever a cinética e determinar o tempo de congelamento em produtos alimentícios. No seu primeiro trabalho ele apresentou uma fórmula para calcular o tempo de congelamento por um bloco de gelo, ele estudou esta situação e descobriu que existe um tempo ideal para o congelamento dos alimentos, e cada um tem seu tempo ideal em função de vários fatores. Com o congelamento rápido, ou de tempo ideal, os cristais de gelo que se formam são menores, permitindo que os alimentos conservem suas características e qualidades iniciais, como: aparência, sabor, odor, vitaminas e valores nutritivos [7].

É importante salientar que nem o processo de congelamento, e nem o processo de sobre congelamento (ou ultracongelamento), conseguem gerar qualquer melhora nos produtos, eles apenas conservam os alimentos no estado e condições que estão antes do congelamento, e logo após passar por este processo o alimento deve ser levado imediatamente para uma câmara com temperatura e umidade adequadas para a conservação do produto.

Quando os produtos são retirados das câmaras de conservação, eles precisam ser imediatamente consumidos pois perdem suas qualidades rapidamente. Alguns produtos

requerem cuidados especiais no descongelamento. Para os legumes é sugerido que seja descongelado em água fervente; para as carnes, inclusive aves e peixes, deve ser feito o descongelamento lento em geladeira; as frutas a serem consumidas cruas, descongelar em local fresco ou geladeira e se possível envoltos em papel celofane para evitar a oxidação do ar; para os pães congelados crus, devemos fazer de forma lenta, de preferência em uma câmara climática para controle de fermentação.

Entre os processos de congelamento rápido de produtos frescos, há algumas classificações quanto ao método adotado conforme a seguir: contato entre placas frias; imersão em banho líquido incongelável; túnel de congelamento; fluidização com produtos em suspensão em corrente de ar; túnel de congelamento e criogenia.

Congelamento por contato: pode ser com placas verticais ou horizontais. Muito utilizado para filés de peixe e assegura um congelamento rápido e uniforme. Também é aplicado para polpas de frutas.

Congelamento em leito fluidizado: utilizado para produtos de pequenas dimensões como ervilhas, feijões e pequenos frutos. Consiste em uma corrente de ar ascendente suficientemente forte para manter os produtos em suspensão durante o processo.

Congelamento por imersão: praticamente exclusivo para o congelamento de peixes. Consiste na imersão do mesmo em uma salmoura com ponto de congelamento de -20°C . O inconveniente deste método é a alteração do sabor do produto.

Congelamento por fluido criogênico: é um fluxo de nitrogênio a temperatura de evaporação de -196°C . Apesar de muito eficaz, tem alto custo.

Túnel de congelamento: consiste na exposição do produto a uma corrente de ar com baixa temperatura, na faixa de -35°C a -55°C , e alta velocidade de insuflamento que podem variar de 3 a 5m/s.

Cálculos – em nosso estudo analisaremos o congelamento do pão cru auxiliado por uma etapa de pré resfriamento.

Primeiramente vamos estudar os cálculos de carga térmica. Para isso dividiremos o congelamento em três etapas: resfriamento até o congelamento, congelamento e resfriamento após congelamento.

Na etapa inicial – resfriamento até o congelamento – teremos apenas a retirada de calor sensível.

O calor sensível é aquele que não tem mudança de estado da matéria, ocorre apenas a variação de temperatura.

Esta etapa se inicia logo após o término da modelagem dos pães. A temperatura do pão nesta etapa pode chegar a 30°C e deverá ser rebaixada até um pouco antes do início do congelamento que é entre -5°C a -8°C (esta temperatura vai depender da receita adotada). Em nosso estudo teórico vamos utilizar o -5°C . Quando o produto chega neste ponto é possível perceber que a queda de temperatura sofre uma parada por um longo período de tempo, que é a segunda etapa do processo. Esta etapa requer quase metade

do tempo de total do processo que é de 1 hora, isto acontece pois estamos retirando o calor latente, que é o momento do congelamento propriamente dito.

O calor latente é aquele que envolve a mudança de fase, ou do estado da matéria.

Logo após o congelamento, se tem a terceira etapa que é mais uma fase de retirada apenas do calor sensível, só que agora após o ponto de congelamento. Nesta etapa a temperatura vai de -5°C a -18°C e isto acontece muito rapidamente pois é uma carga muito pequena a ser retirada.

Como exemplo de cálculo de carga térmica e consumo de energia, vamos adotar um ultra congelador para 70kg de massa por hora pois é uma quantidade compatível com os produtos disponíveis no mercado e também compatível com os outros equipamentos de produção da massa que precedem o congelamento.

Na etapa 1 (calor sensível antes do congelamento) foi adotado a seguinte fórmula [8]:

$$\mathbf{QS = m.c.\Delta T} \quad (3)$$

Onde m é a massa da quantidade de pães que será congelada, neste caso 70kg.

O c é o calor sensível da massa de pão antes do ponto de congelamento, de acordo com dados tabelados tem-se $c = 0,60\text{kcal/kg }^{\circ}\text{C}$.

E ΔT é a diferença entre a temperatura final e inicial do processo. A temperatura inicial é 30°C e a final -5°C , logo o ΔT será de 35°C .

Então, colocando os valores na fórmula tem-se:

$$Q1 = 70,00 * 0,60 * 35,00$$

$$Q1 = 1.470,00 \text{ kcal}$$

Na etapa 2 (transformação de fase), a fórmula a ser utilizada é [9]:

$$\mathbf{QL = m.L} \quad (4)$$

Onde m é a massa da quantidade de pães que será congelada, neste caso 70kg e L é calor latente de congelamento do pão. Também tabelado o valor é de 27kcal/kg . Então, colocando os valores na fórmula tem-se:

$$Q2 = 70,00 * 27,00$$

$$Q2 = 1.890,00 \text{ kcal}$$

A etapa 3 (calor sensível após o congelamento), utilizaremos a fórmula 3, porém com o valor de $c = 0,47\text{kcal/kg }^{\circ}\text{C}$, igualmente tabelado, e as temperaturas serão: final de -18°C e inicial de -6°C , logo o ΔT será de 12°C , então tem-se:

$$Q3 = 70,00 * 0,47 * 12,00$$

$$Q3 = 394,80 \text{ kcal}$$

A carga total de calor retirado do produto será a soma das 3 etapas, logo se tem:

$$\mathbf{Q_{massa} = Q1 + Q2 + Q3} \quad (5)$$

$$Q_{massa} = 1.470,00 + 1.890,00 + 394,80$$

$$Q_{massa} = 3.754,80 \text{ kcal}$$

Além da carga térmica da massa, a qual é a mais representativa, também vamos

considerar os ganhos de calor através das paredes do túnel de congelamento. As outras cargas menores serão desprezadas em nosso estudo devido à pouca influência que representarão nos comparativos.

As câmaras terão as seguintes dimensões para comportar os 70kg de pães já moldados: Altura = 1,80m; Largura = 1,00m e Profundidade = 1,00m, e o isolamento adotado para o ultra congelador vai se o poliuretano expandido com 250mm de espessura e, para a câmara de pré resfriamento será o mesmo material com 120mm de espessura. O material e espessura foi escolhido de acordo com o critério de temperatura das câmaras. Logo, para o cálculo das perdas pelas paredes, se utilizou a seguinte fórmula [10]:

$$QP = U.A. \Delta T \quad (6)$$

Onde QP é o calor transmitido pelas paredes, teto e piso em kcal/h; U é o coeficiente global de transmissão de calor para o painel de poliuretano, com valor de 0,083 kcal/h.m² °C para o painel de 250 mm; A é área total do equipamento com 9,20 m²; e ΔT é a variação de temperatura entre o ambiente externo (30°C) e interno do ultra congelador (-35°C) que é igual a 65°C, logo:

$$QP = 0,083 * 9,20 * 65,00$$

$$QP = 49,60 \text{ kcal/h}$$

Com isto tem-se que a carga térmica considerada para o ultra congelador será a soma da carga de massa (3.754,80 kcal) mais as paredes, teto e piso (49,60kcal/h). Considerando que foi adotado o tempo de 1 hora para a produção, pode-se somar diretamente as cargas, chegando a carga total de 3.804,40 kcal/h.

Para a retirada desta quantidade de calor, considerando um equipamento com fluido refrigerante R-404, com temperatura de condensação de 35°C e temperatura de evaporação de -40°C, foi consumido aproximadamente 4,524 kW de acordo com o Software COOLPACK, [11] [12].

CYCLE SPECIFICATION								
TEMPERATURE LEVELS		PRESSURE LOSSES		SUCTION GAS HEAT EXCHANGER		REFRIGERANT		
T _E [°C]:	-40,0	ΔT _{SH} [K]:	5	ΔP _{SL} [K]:	0,5	No SGHX	0,30	R404A
T _C [°C]:	44,0	ΔT _{SC} [K]:	2	ΔP _{DL} [K]:	0,5			
CYCLE CAPACITY								
Cooling capacity Q _E [kW]	4,27	Q _E : 4,27 [kW]	Q _C : 8,537 [kW]	m: 0,05095 [kg/s]	V _S : 27,91 [m ³ /h]			
COMPRESSOR PERFORMANCE								
Isentropic efficiency η _I [-]	0,663	η _{I,S} : 0,663 [-]	W: 4,524 [kW]					
COMPRESSOR HEAT LOSS								
Heat loss factor f _G [%]	10	f _G : 10,0 [%]	T ₂ : 83,1 [°C]	Q _{LOSS} : 0,4524 [kW]				
SUCTION LINE								
Heat ingress Q _{SL} [W]	180,0	Q _{SL} : 180 [W]	T ₈ : -30,7 [°C]	ΔT _{SH,SL} : 4,3 [K]				
Calculate	Print	Help	Home	Auxiliary	State Points	COP: 0,944	COP*: 0,984	

Figura 3: Software Coolpack – Carga Ultra Congelador [12].

Sabendo que quanto maiores as relações de compressão, ou seja, maior diferencial entre pressão de alta e baixa absoluta é menor o coeficiente de performance e que isso tem relação direta com a temperatura de evaporação, ou seja, quanto menor a temperatura de evaporação para uma mesma temperatura de condensação, menor é o rendimento, maior será o consumo energético no processo de congelamento do pão. Uma das opções para redução do consumo de energia e ao mesmo tempo aumentar a produção diária, é a separação da etapa 1 (calor sensível antes do congelamento) das outras duas, pois a mesma possui uma carga térmica representativa no processo e essa permite que seja utilizada uma temperatura de evaporação bem mais elevada do que a de um ultra congelador.

Será considerado um equipamento para congelamento com capacidade de 70kg/h de pão cru, e será retirado deste equipamento a carga referente a etapa 1 recalculando a capacidade do ultra congelador e, na sequência definir uma câmara de pré resfriamento de mesma capacidade analisando assim o quanto há de redução de consumo de energia em relação ao aumento de produtividade, pois aumentará a capacidade diária com um menor consumo de energia [13]. Então:

$$Q_{\text{massa}} = Q_2 + Q_3$$

$$Q_{\text{massa}} = mL + mc \Delta T$$

$$m = Q_{\text{massa}} / (L + c \cdot \Delta T)$$

$$m = 3.754,80 / (27,00 + 0,47 \cdot 12,00)$$

$$m = 115,03 \text{ Kg}$$

Com esta nova massa, recalcula-se a carga térmica da câmara de pré resfriamento, a qual será o calor da etapa 1 mais o calor das perdas pelas paredes. Para este último calor vamos seguir a mesma fórmula utilizada para o cálculo do ultra congelador sendo o $U = 0,169$ para o isolamento de 120mm, e o ΔT igual a 35°C já que a temperatura interna da câmara será de -5°C e o tamanho será o mesmo [14].

$$Q_{\text{inovo}} = 115,03 * 0,60 * 35,00 = 2415,60 \text{ kcal}$$

$$Q_{\text{p pré}} = U.A. \Delta T$$

$$Q_{\text{p pré}} = 0,169 * 9,20 * 35,00$$

$$Q_{\text{p pré}} = 54,40 \text{ kcal/h}$$

Então no pré resfriador haverá uma carga total de $2415,60 + 54,40 = 2.470,00\text{kcal/h}$. Para a retirada desta quantidade de calor será adotado o fluido refrigerante R-134a (pois o mesmo possui melhor rendimento em médias temperaturas se comparado ao R-404a), com temperatura de condensação também de 35°C e temperatura de evaporação de -10°C , com isto o consumo será de **1,362 kW**.

CYCLE SPECIFICATION								
TEMPERATURE LEVELS		PRESSURE LOSSES		SUCTION GAS HEAT EXCHANGER		REFRIGERANT		
T_E [°C]:	-10,0	ΔT_{SH} [K]:	5	Δp_{SL} [K]:	0,5	No SGHX	0,30	R134a
T_C [°C]:	42,0	ΔT_{SC} [K]:	2	Δp_{DL} [K]:	0,5			
CYCLE CAPACITY								
Cooling capacity \dot{Q}_E [kW]	2,93	\dot{Q}_E : 2,93 [kW]	\dot{Q}_C : 4,34 [kW]	\dot{m} : 0,02093 [kg/s]	\dot{V}_S : 8,18 [m ³ /h]			
COMPRESSOR PERFORMANCE								
Isentropic efficiency η_{is} [-]	0,59	η_{is} : 0,590 [-]	\dot{W} : 1,362 [kW]					
COMPRESSOR HEAT LOSS								
Heat loss factor f_G [%]	10	f_G : 10,0 [%]	T_2 : 82,4 [°C]	\dot{Q}_{LOSS} : 0,1362 [kW]				
SUCTION LINE								
Heat ingress \dot{Q}_{HL} [W]	180,0	\dot{Q}_{SL} : 180 [W]	T_B : 4,9 [°C]	$\Delta T_{SH,SL}$: 9,9 [K]				
Calculate	Print	Help	Home	Auxiliary	State Points	COP: 2,151	COP*: 2,284	

Figura 4 Software Coolpack – Carga Pré Resfriador [12].

Desse modo, se obterá um aumento de produtividade de 64,03% no ultra congelador (de 70 kg/h para 115,03 kg/h) aumentando o consumo de energia em apenas 29,87% com o acréscimo da câmara de pré resfriamento.

Na prática, para comparar com o estudo teórico acima, foram feitos alguns testes em uma fábrica de pães congelados onde havia um equipamento para ultracongelamento com capacidade nominal de 40kg/h de pão cru e uma câmara climática adaptada para o pré resfriamento. O teste realizado consistiu em vários experimentos aumentando aos poucos a capacidade de produto até chegar ao ponto ótimo de 1h de congelamento com a máxima capacidade possível de pão entrando a -5°C. O equipamento de congelamento possuía um consumo de **2,32 kW** e o pré resfriador adaptado ficou com um consumo de **0,68kW**. Adotando o pré resfriamento da massa até a temperatura de -5°C, como no estudo teórico, foi possível ampliar a capacidade do ultra congelador de 40kg/h para 70kg/h, representando um ganho de capacidade de 75% com um aumento de consumo de energia de 29% (carga do pré resfriador), dados esses muito próximos dos valores obtidos na teoria.

CONCLUSÃO

No estudo usando o software “cool pack” da Universidade da Dinamarca chegou-se a conclusão que com a retirada da carga térmica da etapa 1 (calor sensível antes do congelamento) do ultra congelador e considerando a entrada do pão já pré resfriado, obteve-se um acréscimo de produção de 64,03% no ultra congelador, aumentando o consumo de energia em apenas 29,87% referente a carga da câmara de pré resfriamento. Nas medições práticas realizadas observou-se um aumento de produtividade de até 75% com um aumento de consumo de energia de 29% do pré resfriador.

No estudo teórico, para se obter um aumento de produtividade de 64% utilizando apenas o ultra congelador, seria necessário ter que trabalhar, por exemplo, 13 horas/dia ao invés de 8 horas/dia, consumindo com isso $13 \times 4,524 \text{ kW} = 58,81 \text{ kW/dia}$. No entanto, utilizando o pré resfriador, temos $8 \times 4,524 \text{ kW}$ do ultracongelamento + $8 \times 1,362 \text{ kW}$ do pré resfriamento = **47,08 kW/dia**, totalizando uma economia direta de energia de **20%**. Nos testes práticos obteve-se 75% a mais de produtividade com a aplicação do pré resfriamento. Utilizando a mesma comparação do estudo teórico, tem-se 14 horas/dia ao invés de 8 horas/dia, logo, utilizando a mesma lógica, seriam $14 \times 2,32 \text{ kW} = 32,48 \text{ kW/dia}$ do ultra congelador contra $8 \times 2,32 \text{ kW}$ do ultra congelador + $8 \times 0,68 \text{ kW}$ do pré resfriador = **24,00 kW/dia**, ou seja, uma economia direta de **26,11%**.

Logo, conclui-se que a aplicação do processo de pré resfriamento do pão cru congelado gera um ganho direto de **20% a 26%** no consumo de energia.

REFERÊNCIAS

- [1] ENCICLOPÉDIA BARSA, Volume 12, 1990 – **Pão**. Rio de Janeiro: Enciclopédia Britânica do Brasil Publicações Ltda.
- [2] GELOPAR. **Câmara Climática Gelopar Termopão GCTP-1200 220V**. Disponível em WWW. gelopar.com.br acessado em 08/07/2021.
- [3] G. PANIZ. **Amassadeira espiral**. Disponível em <https://gpaniz.com.br/produtos/gpaniz/panificacao/amassadeira-espiral/>. Acessado em 08/07/2021.
- [4] RAPIN, P. **Manual do Frio – Fórmulas Técnicas – Refrigeração e Ar Condicionado**. 8ª ed. Brasil: Hemus, 2001. 462p
- [5] HALLIDAY, David; ROBERT, Resnik; MERRIL, John. **Fundamentos da Física 2 – Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. 275 p.
- [6] TORREIRA, Raul P. **Elementos Básico de Ar Condicionado**. São Paulo: Hemus, 1976. 261p.
- [7] Soares, D.S.C.; Santos, J. T. S.; Campos, A. F. P.; Costa, F. S. C.; Nunes, T. P.; Junior, A. M. O. Avaliação do tempo de congelamento da mangaba – (*Hancornia Speciosa* Gomes) em ultrafreezer através dos modelos matemáticos de Plank e Pham. *SCIENTIA PLENA* VOL. 8, NUM. 4. 2/03/2012.
- [8] GASPAR, Alberto. **Física Ondas, Óptica e Termodinâmica**. 1ª ed. São Paulo:Ática, 2000. 414 p.
- [9] DA SILVA, Alessandro. **Refrigeração Comercial**. 1ª ed. São Paulo: Nova Técnica, 2011. 143p.
- [10] COSTA, Ênio C. da. **Refrigeração**. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 1982. 321 p.
- [11] ABNT. ABNT NBR 16255, 2013. **Sistema de refrigeração de supermercados – Diretrizes para o projeto, instalação e operação**. 2013.

[12] COOLPACK. **Software Coolpack v 1.5**. Department of Energy Engineering at the Technical University of Denmark. 2021.

[13] ESCOLA TÉCNICA PROFISSIONAL, **Apostila de Projeto de Ar Condicionado**.

[14] WYLEN, Gordon Van; SONNTAG, Richard; BORGNAKKE, Claus. **Fundamentos da Termodinâmica Clássica**. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 1997. 589 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análise dos Modos e Efeitos de Falha - FMEA 29

Análise estatística 124, 125, 131, 135

C

Calha 7, 15

Cinemática 42, 43, 90, 91, 92

Circuito integrado 138, 142, 143, 144, 145, 146, 147

Confiabilidade 14, 25, 28, 40, 41

Criticidade 1, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 32, 36, 66

D

Desenho 151

E

Estrutura 7, 23, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 150

F

Ferramenta da qualidade 22

Floating Production Storage and Offloading - FPSO 111, 112

I

Impulsor 91, 92, 93, 94, 95

Indústria têxtil 16

Interface gráfica 80

M

Manutenção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 52, 53, 54, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 112

Manutenção corretiva 1, 3, 4, 5, 8, 11, 18, 19, 39

Manutenção preventiva 3, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 18, 19, 38, 61

Mecanismo 10, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 50, 71, 74, 75, 76, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 152

Mecanismo de quatro barras 80

Medição fiscal 110, 111, 112, 113, 114, 118

Monitoramento da integridade estrutural 125

O

Ondas de Lamb 124, 125, 126, 129

P

Petróleo 43, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 119, 120, 121, 123

Placa eletrônica 61

Plano de manutenção 4, 5, 7, 12, 13, 22, 28, 30, 35, 37, 40, 54, 63, 64

Pré-resfriamento 98

Q

Qualidade 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 29, 33, 40, 41, 99, 101, 122

R

Rendimento térmico 98

Requisitos metrológicos 110, 111

T

Tempo Médio de Reparo - MTTR 17, 24

Tempo Médio entre Falhas - MTBF 17, 22

Triceratops 68, 69, 77

U

Ultracongelamento 98, 102, 107, 108

V

Ventilador 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 66

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED MECHANICAL ENGINEERING


Ano 2022

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED MECHANICAL ENGINEERING


Ano 2022